





BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio  
XV



Palchetto  
E

Num.º d'ordine 17-6416

NAZIONALE

**B. Prov.**

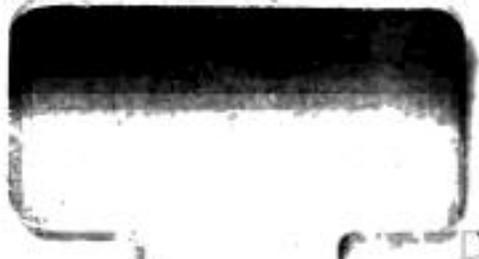
R. BIBLIOTECA

VITT. EM. III

**I**

**1711**

NAPOLI



B. Prov.

I

1771



607899  
S C I E N Z A

D E L L A

N A T U R A

P A R T I C O L A R E

D E L

P. D. GIO: MARIA DELLA TORRE

C. R. S O M A S C O

Custode del Real Museo, e Biblioteca, e Direttore della Real  
Stamperia segreta di S. M. il Re delle Sicilie, e Corrispon-  
dente dell' Accademia Reale di Parigi, e Socio dell'  
Accademia de Fiso Critici di Siena.

*P A R T E S E C O N D A .*

Spazio terrestre, o Atmosfera

E

Spazio Celeste, o Astronomia



I N N A P O L I M D C C L X X V I I I .

A S P E S E D I G I U S E P P E C A M P O .

---

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.



I

---

# S C I E N Z A

## PARTICOLARE DELLA NATURA

### S E Z I O N E IV.

#### LO SPAZIO TERRESTRE, O L'ATMOSFERA.

I.



Alle viscere della terra delle quali abbiamo parlato nella Sez. 2, siamo saliti alla sua superficie nella Sez. 3, ed ora da questa passiamo a quello spazio che circonda la terra sino ad una data altezza, che si chiama Atmosfera. E' questa ripiena di un fluido invisibile agli occhi, ma sensibile agli altri sensi. Questo è quel fluido detto *Aria* comunemente; che si estende da per tutto ad una data distanza da terra. E' questo Fluido composto delle parti volatili di tutti i corpi, o siano queste i *Vapori*, cioè le parti volatili dell'acqua, o siano *Esalazioni*, o *Aliti* dei corpi solidi che compongono le viscere, e la superficie terrestre. Ma oltre i vapori, e l' esalazioni deve ametterli inoltre nell' Atmosfera un Fluido particolare, detto *Aria nativa*, o *elementare* dotato di peso, e di elaterio, come vedremo in appresso. Come dunque il mare è la sentina universale di tutte le parti pesanti, così l'aria è l'universale sentina di tutte le parti volatili dei corpi, unite all'aria elementare. Nell' Atmosfera cinque cose devono considerarsi. 1. La *Natura dell' Aria*. 2. *Le varie specie*, che si trovano d'aria. 3. *Il moto particolare* che in essa si fa, chiamato *Suono*. 4. *quel Fluido risplendente* col quale vediamo i corpi, detto *la Luce*. 5. *Tutti gli effetti particolari* che si osservano nell'aria, chiamati *Meteorre*.

### C A P O I.

#### L' Aria.

2. **O**sservazioni. Prima d' esaminare le proprietà di questa materia fluida, che sta intorno la terra, e chiamasi aria, è necessario dimostrarne l' esistenza. In tempo sereno, e quietissimo, quando supponiamo, che questo spazio sia voto di materia, se movete la mano celeremente vicino alla faccia, sentirete un' impeto contro la medesima, e un vento, senza, che la mano tocchi la faccia; lo stesso, e maggiore ne proverete, se in vece di camminare adagio vi poniate a correre con velocità, allora v' accorgete, come camminando si divide continuamente il fluido aereo. Dirigete in tempo sereno ad un oggetto

getto lontano un cannocchiale di 40. palmi, vedrete tra questo, e l'oggetto un continuo ondeggiamento, vi parerà d'avere un mare davanti, che v'impedirà di vedere chiaramente l'oggetto. Dunque questo spazio, che circonda la terra, e pare voto, realmente è ripieno di sottilissime parti. Considerate inoltre gli animali, che morti si lasciano sopra terra; quantunque siano grandi, in breve però osserverete, che tutti, putrefacendosi, vanno nell'aria, lasciando solamente le ossa; le quali anch'esse si consumano, e rimane picciola quantità di cenere. Riflettete a tutti i corpi, che sono sulla superficie della terra, ed osserverete, che tutti sensibilmente si diminuiscono, e perciò continuamente mandano fuori delle parti; quelle che escono dai fluidi si dicono *Vapori*, quelle dei solidi *Esalazioni*. Chiudendo l'aria dentro un vaso di metallo, o di vetro, osserverete spesso bagnati i lati di questo, ma non sempre ciò v'accaderà. Più volte hanno sperimentato questo il Boile, ed Hales nell'analisi dell'Aria, che sta dopo la Statica. Nell'aria pura si conserva bene il fuoco, e si respira facilmente, ma con difficoltà dura il fuoco nell'aria impura, e caliginosa, e si stenta a respirare, anzi se votando d'aria una campana, ove dentro vi siano de' frutti, si lasciano questi stare nel voto per qualche tempo, producono un'aria; in cui non possono vivere gli animali; vedete sopra di ciò Boile de *aere factitio*, che sta nelle sue opere. Se s'esamina l'elaterio dell'aria pura si trova sempre lo stesso; non così quello dell'aria impura.

3. Si dà adunque nell'Atmosfera oltre i vapori, ed esalazioni un fluido da questi diverso, che diremo l'*Aria elementare*; è perciò l'*Aria comune*, che respiriamo, ~~è un fluido composto d'aria elementare,~~ di vapori, ed esalazioni; onde siccome il mare è la sentina universale di tutte le parti grossolane dei corpi, che in esso si gettano, o vi trasportano i fiumi; così ancora l'aria è la sentina universale di tutte le parti volatili, che il fuoco vi spinge per mezzo del calore, o della fermentazione. Dimostrata l'esistenza dell'aria, e le parti, delle quali è composta, passeremo ad esporre le sue proprietà. Per conoscere intimamente la natura di questo fluido, non v'è istromento più adattato della *Macchina Pneumatica*, o *Boileana*. Un'idea di questa macchina da fare il voto in qualche spazio la abbiamo lasciataci da Erone Alessandrino nel libro dei Spirituali; col nome di *Smerisma*, e *Piulco*. E questo simile a un Clistero in cui applicando l'estremità a qualche spazio, e tirando fuori lo stantuffo, l'aria dello spazio entrando nella cavità del Clistero diminuirà la densità dell'aria dello spazio, e ciò ripetendolo più volte si farà un voto perfetto. Facevano un vaso di vetro simile alla Coppetta che dividevano in due parti, con una pelle tesa, e sotto questa, e alla base della coppetta vi ponevano due *Smerismi*, cioè due cannelli dentro voti, uno dei quali faceva l'ufficio di stantuffo, con due buchi, che voltando l'interiore si potessero far corrispondere insieme, e voltando di nuovo, più non corrispondessero. Si

Si applicavano alla Coppetta come abbiamo detto; e per mezzo dello smerilma di sotto, facendo confrontare i suoi buchi, applicata ad essi la bocca succhiavano l'aria, indi voltando il cannello interiore acciò che l'aria non rientrasse, con questo modo votavano d'aria la parte interiore della coppetta. Quindi applicata la sua bocca alla pelle, voltando il cannello interiore che era sotto il diaframma, l'aria della capacità superiore della coppetta scendeva di sotto, e la pelle del corpo entrava nella coppetta. Questa rarefazione d'aria si fa più speditamente con un poco di stoppa accesa nella coppetta, lochè allora altresì usavano. Questa maniera di fare il voto restò per molti anni sepolta, sino a che scoperta dal Torricelli la causa della sospensione dell'acqua nei tubi chiusi all'altezza di 32. piedi, o del Mercurio a 28 pollici, si applicò l'Accademia del Cimento a Firenze a trovar il modo spedito di vuotare d'aria un vaso. Adoprò questa Accademia due metodi. Il primo poco diverso da quello di Erone, ma col piulco, e questo fatto di ottone. Il secondo fu con vasi e tubi di vetro pieni d'argento vivo che poi votavano in parte per fare un voto perfettissimo. Dopo di essi quello che ridusse questa macchina a perfezione con rendere facili tutte le sperienze, fu Ottone di Guerichio Console di Maddeburgo, come apparisce da varie sue lettere scritte al P. Galparò Scotto Gesuita, e inserite da esso nella sua *Tecnica curiosa*, stampata a Norimberga nel 1664. negli *Experimenta nova Magdeburgica*, che uscirono di Guerichio nel 1654. e nelle opere stesse di Roberto Boile, il quale nella prefazione *ad nova experimenta Physica Mechanica*, non confessa ingenuamente autore il Guerichio; fu però detta comunemente Macchina del Boile; perchè questo autore la rese più comoda per fare molte esperienze. Ma adoperò il Boile un tubo solamente perpendicolare, da cui estraeva l'aria per mezzo d'uno stantuffo, il di cui manico aveva i denti, che venivano mossi da una ruota dentata; onde sebbene si facilitasse per mezzo della ruota dentata l'estrazione dello stantuffo; ciò non ostante si faceva con dispendio di tempo, oltre quello, che si ricercava a porre di nuovo dentro il tubo lo stantuffo. Nè molto perfezionarono questa macchina quei, che posero il tubo orizzontale. Il Nollet prendendo di nuovo il metodo di Boile, trovò la maniera d'impiegare minor tempo, come abbiamo espresso nella Fig. 3. Tav. 1. Parte seconda della Fisica. Il primo, che adoperò due tubi fu Auksee, come apparisce nella descrizione, che ce ne dà ne' suoi esperimenti Fisicomeccanici; facilitò il votamento dell'aria, e adattò la macchina ad un maggior numero d'esperienze. Dobbiamo molto ancora alle assidue fatiche di Gravesande, di Desagulier, e di Musschenbroek, che la perfezionarono.

4. La macchina, come essi la costruiscono è la seguente. L'altezza della cassa, e del piede si faccia per comodità, che arrivi alla metà del petto. TX, Tav. 1. è una piastra d'ottone, sotto la quale v'è un tubo, Tav.  
1. 2.

che comunica col tubo XX, il quale salendo in Y passa sotto il piatto, e corrisponde in K; questo tubo chiaramente si vede nella Tav. 2. come s'inferisca in d nella piastra dL; lo stesso poi salendo in TT s'inferisce col tubo Yt, e si ferma ad esso per mezzo d'un pezzo d'ottone, che comprime il tubo T; colla vite r; salendo il tubo t, in R v'è una chiave, che stando rivoltata, come in figura, impedisce la comunicazione dell'aria tra esso, e il piatto; rivolgendosi la chiave, s'apre la comunicazione, e siccome il tubo termina in P, così per mezzo di questo foro comunica colla campana. Ag, a g, sono le due trombe alle quali sono unite le due ale d'ottone l, l, e le due piastre B, b. S'inferiscono le colonette, o, o, nei fori della piastra D, d, e passando la loro estremità sotto la tavola, si fermano al di sotto con vite femmina, in questo modo la piastra Dd rimane ferma sopra la medesima. Si mettano su questa le basi delle trombe Dd con cera, e le piastre Bb nel tempo stesso nell'estremità delle colonette, e per mezzo delle viti femmine ff si comprimono; in questo modo le trombe restano ferme sopra la piastra Dd. La ruota dentata R Tav. 1. si mette tra i manichi C, C degli stantuffi, i quali come si vede nella Tav. 1. sono segnati da' numeri di riscontro, acciocchè possano andare di consenso, e mentre uno sta sollevato, l'altro deve stare tutto dentro la tromba. Acciocchè la ruota nel girare non debba alzarfi, si ferma coi pezzi d'ottone, e colle viti K; e perchè gli stantuffi non debbano muoversi, s'inferiscono nei pezzi d'ottone hh, che si fermano con punte di quà, e di là nelle due piastre l, l. Alla ruota dentata ~~sta connesso il braccio fatto a forma di corno di cervo~~ MN della Tav. 1. o pure F della 2; dall'altra parte s'inferisce il manico m m, ovvero NN per girare la ruota. Lo stantuffo è composto di varj pezzi; nella ruota d'ottone H s'inferisce in I il cerchio di pelle sottile, liscia, e ingrassata L, indi il cerchio di sovero K, e poi l'estremità I si pone dentro G, e per mezzo della vite M, che si mette al di sopra, e si volta colla chiave N fatta a posta, resta compresso il fondo dello stantuffo H col cerchio d'ottone E. L'estremità b del manico AB si pone nel foro F, e dalla parte di sotto si pone all'estremità b il cerchio d'ottone c, che si ferma colla vite D. In V si ferma a vite il cannello del Barometro cX, che termina in un vaso di vetro pieno di mercurio, sostenuto in g dalla tavoletta Pn, che si vede ancora in disparte; il tubo sta inferito nella tavoletta di graduazione X, che colla sua estremità Z galleggia sopra il mercurio; la tavola P si vede ancora in disparte delineata colle viti n, l. Si può mettere ancora il cannello del barometro, o altro tubo più grosso dalla parte d'avanti sotto il piatto in Q, il qual foro corrisponde in N, nel qual caso la tavoletta P, si passa in m, onde a questo effetto è fatta la tavola B, g. In S v'è un'altra chiave, che stando situata, come si vede in figura, dà la comunicazione dell'aria col piatto, e il can-

cannello. In fondo delle due trombe vi sono due chiavi, E, e, connesse insieme colla lastra d'ottone GC; in mezzo a questa v'è il pezzo d'ottone IK mobile, che sta nella mezza luna d'ottone L. Ciascuna di queste chiavi E, e, è forata da parte a parte, per fare che le trombe A, a, comunichino col tubo KTTytRP. In ognuna di queste chiavi v'è ancora un altro foro, che non passa da parte a parte, ma arrivato alla metà della grossezza della chiave piega, ed esce per le loro estremità E, e; serve questo per far uscir fuori dalle trombe l'aria scesa in esse dal piatto, o dalla campana, che sopra a questo si pone, quando lo stantuffo s'abbassa nella tromba. Girando la ruota, ed alzandosi lo stantuffo della tromba a, questa si vota d'aria, e nel tempo stesso la punta 1 urtando il pezzo d'ottone I volta tutte due le chiavi di consenso, come si vede in figura, è la chiave, e, si trova rivoltata in modo, che fa comunicare la tromba a, col tubo TT; onde l'aria scendendo dalla campana nel voto a, si rarefa in essa; ma quest'aria non può passare nella tromba A; perchè la chiave E sta rivoltata in modo, che fa comunicare la tromba A solamente coll'aria esteriore. Finito il giro intero della ruota, fino che il dente 1 dello stantuffo, che s'abbassa fin nella cavità 1 della ruota, l'estremità 2 del manico F si trova a mano dritta del punto I; onde voltando di nuovo la ruota in senso contrario al primo, per alzare lo stantuffo della tromba A, ed abbassare quello della tromba a, la punta 2 urtando nel pezzo d'ottone I, piega tutte due le chiavi nel tempo stesso dalla parte sinistra; onde la chiave E chiude la comunicazione della tromba A coll'aria di fuori, e glie l'apre col tubo, che sta sotto la piastra Dd, e perciò colla campana; la chiave per lo contrario chiude la comunicazione della tromba a, col tubo dT, e gli apre quella coll'aria; acciocchè deprimendosi lo stantuffo possa uscire dalla medesima l'aria scesa dalla campana; e non debba ritornare in dietro nel tubo TT. Dopo votata l'aria dalla campana, se vogliamo restituirle, si volta la chiave S al contrario di quello, che è nella figura, ed alzando la picciola punta d'ottone S, che chiudeva un foro fatto obliquo nella chiave, come abbiamo descritti quelli delle chiavi E, e, entra di nuovo l'aria nella campana per lo foro P. Sopra la tavola a e e a si <sup>Tav. 2.</sup> ferma il piatto con tre viti WMW. Nella tavola verticale a a e si fa l'apertura b, per dare il passaggio alla punta 2 del manico F. La cassa della macchina si ferma sul piede colla vite f dall'una, e dall'altra parte; si munisce di due porte dd, che si chiudono col legno K, per tenere il tutto difeso dalla polvere. Questa macchina è molto comoda per fare tutte l'esperienze, ogni qual volta che siano ben chiusi gli spiragli, per gli quali può entrar l'aria, per mezzo d'una composizione fatta di parti uguali di cera, e di resina insieme liquefatte, dentro le quali quando sono calde s'aggiunge un poco d'olio. Si pone ancora un poco di questa composizione su la superficie convessa delle chia-

chiavi, acciocchè nel loro moto continuo non debbano dare il passaggio all'aria. Per altro molto più spedita è per l'uso la macchina da noi esposta nella tavola della prefazione, per esservi in essa minor numero d'aperture, che in quella poco fa descritta. Il piatto della macchina in qualunque modo questa si formi, deve essere bene spianato, come ancora l'orlo della campana, che vi si appoggia sopra. Ciò non ostante si appoggia l'orlo della campana sopra un cerchio di pelle fina, bene inzuppata d'acqua per escludere l'aria interamente. Più spedita, e perfetta verrà questa macchina se in luogo delle chiavi E e, e del corno di cervo vi siano in E, e due piccoli buchi che corrispondano nella base interiore delle trombe A, a, ed essendo spianati al di fuori vi si adattino due valvole fatte a cerniera, e formate di cuojo Inglese ingrassato d'olio, e acqua, che si aprano al di fuori. Così votandosi d'aria per esempio la tromba A, la valvola sarà dall'aria esterna compressa, e non darà adito a questa di entrar nella tromba. Di più sopra la piastra D d, nel sito ove corrispondono le basi delle trombe A, a vi siano due altre valvole che si aprano al di dentro. Onde quando si cala lo stantuffo nella tromba, per esempio A, per escluder l'aria scesa dalla campana si chiuda questa valvola posta nella base della tromba, e si apra l'altra che sta al di fuori della tromba.

5. Molte altre Macchine Pneumatiche sono state fatte di varia costruzione, ma le ultime sono quelle formate colle correzioni del celebre Smeaton, e secondo il suo metodo che si fanno ora in Inghilterra. La Macchina Inglese che ora sono per descrivere e il suo assortimento, con molte altre ~~Macchine Meccaniche, alcune delle quali~~ esporrò, le ha fatte venire da Inghilterra il dottissimo D. Giovanni Vivenzio Medico ordinario di S. M. la Regina, Principi, e Principesse Reali, e onorario del Re, che oltre l'ultime Teorie Mediche, e la Pratica nelle cure è dotato ancora di una singolare abilità nel fare uso delle Macchine.

Tav. 3. Fig. 1. e Tav. 4. 6. Tutta la Macchina Pneumatica veduta dalla parte davanti è espressa in ABCD Tav. 3; in cui si vede come si ferma su d'un tavolino col vitone E. Nella Tavola 4. si vede la stessa macchina ABCD parte di fianco, e parte di dietro. L'altezza AB di tutta la macchina è pollici di Parigi 13.  $\frac{1}{2}$ . La sua larghezza BC è poll. 11. lin. 2. La sua Lunghezza BG, ovvero CF è pollici 16. L'altezza a b, c, d, di ciascuna tromba è pollici 8. Il diametro interno di esse è poll. 1  $\frac{1}{2}$ . All'estremità delle scalette e f, e f, il cilindro d'ottone coperto di pelle ingrassata, che combacia colla capacità interiore della tromba, detto stantuffo, è alto pollice 1, per evitare lo strofinamento colla tromba. Il moto dello stantuffo nella tromba è di pollici 6. La larghezza della base piana, dove appoggiano le trombe, o le Antlie a b, c d, è di pollici 5. Vi sono 4. valvole che fanno tutto il gioco dell'aria, due alla base delle trombe, e due nei stantuffi, che si aprono da sotto in su. Le valvole sono formate dal pezzo, m n, bene spianato in m, e che

Tav. 3. in su.  
Fig. 2.

che ha l'incavo a c, e un sottile foro in m. Si copre m d'una striscia di pelle di guanto ingrassata che avanti in a c, e al lato opposto sta a paro del lato, e solo in z x viene fermata da un filo che passa pel canale a c, ed è ben stirata. In x vi è una chiave con cui si fa rientrare l'aria votata nelle campane. In I I vi è il piatto, ove si pongono le campane da votar d'aria, questa ha pollici 8 di diametro. In t f vi è un piccolo piatto ove si pone il vaso di mercurio, t, col cannello t u, che è coperto dall'esteriore t u in forma di campana; e questo piatto ha poll. 3. di diametro, il cannello t u si chiama l'Indice, perchè dinota l'aria che si vuota. Per mezzo del cannello d'ottone i m s comunicano le trombe b, d, col piatto I I, passando l'aria pel tubo i m, e per l'altro n r Tav. III. Fig. 1, e Tav. 4. e comunicano ancora col piatto t f. La chiave, i, dà questa comunicazione delle due trombe coi piatti. Il tubo del Barometro è di soli 8 pollici di lunghezza, e chiuso di sopra, e immerso nel vaso, h, di Mercurio, indi coperto dalla campana conica t v. Quando non restano altro che 8 pollici di mercurio da vuotare allora comincia a scendere il mercurio dal cannello nel vaso h, e ciò fino a che nella campana appena vi resta aria; e allora tutto il Mercurio scende nel vaso. La chiave MN delineata vicino al tavolino serve per aprire, o chiudere le viti. H H è la campana di cristallo.

7. Il vaso A, è di cristallo ed aperto dall'una e l'altra parte. Si lega in, a, una vessica bene stesa. Ponendo il vaso A sul piatto della macchina, e votandolo d'aria, non potendo penetrare l'aria esterna per la vessica, nel vaso A non si spezza la vessica per essere in, a, di poca base, e la coerenza della vessica essendo grande, ma se si lega sul vaso B si spezza la vessica. Se questa esperienza si fa colla carta, questa si spezza in tutti due i vasi. Ciò ancora prova che la vessica, e la carta non sono penetrate dall'aria, quantunque l'acqua le penetri. Alla campana A si adatta il piatto d'ottone e g, interponendo tra esso, l'orlo della campana spianato un cerchio di pelle grossa di guanto ingrassata. Al piatto in, d, è fermato a vite con cerchio di pelle ingrassata il tubo de. E' questo pieno di cerchi di pelle di guanto ingrassati, e per essi passa il filo grosso d'ottone a e h, che in, c, ha un bottone, che si ferma ove si vuole al filo colla vite b, acciocchè l'aria esterna non lo spinga più in giù che vogliamo, o che bisogna nella esperienza che si fa. Col beneficio di questa macchina si fa qualunque moto nel voto. La chiave, e i, serve per introdurre l'aria. Sopra il foro del piatto ove l'aria esterna entra o esce si pone la campana B, che viene coperta dalla campana A, come si vede in figura. Estrahendo l'aria colle trombe si vota la campana B, ma non già la A. Tirando allora col filo a c h, la campana B si trova tenacemente attaccata al cerchio di pelle ingrassata, e questo al piatto. Sta attaccata per la pressione dell'aria elastica che resta nella campana A, che non comunicando coll'aria ester-

esterna opera col solo suo elaterio. La campana A si può staccare dal piatto. Facendo entrar l'aria in B, allora si separa dal piatto. Se la campana B non si pone sopra il foro del piatto, ma questo è fuori del suo orlo, allora si voterà d'aria la campana A, e la campana B, e fatta l'estrazione si potrà alzare la campana B. Ciò fatto si dia l'aria di sotto la macchina, o dalla chiave ei, la campana A potrà alzarsi, ma la campana B si troverà attaccata al piatto.

*Tav. 5.* 8. Nella Fig. 4. si esprime un pezzo di cilindro di cristallo colla macchina a b d c per far la caduta dei gravi qualunque nel tempo stesso. Consiste questa nel piatto d'ottone i m col tubo n, e il filo d'ottone h g, alla di cui estremità v'è una piastra come tagliata in e d. Due lamine d'ottone a b, d c sono poste a cerniera in a, c. La piastra d c sta alzata, perchè sostenuta dalla curvità della piastra d r e, la lamina a b è caduta insieme coi pesi messi sopra, perchè nel girare il filo h g, si è fatto corrispondere alla lastra b a il taglio e d della piastra come si vede sufficientemente nella figura. Dopo aver vuotato d'aria il cilindro alto di cristallo si può far due volte l'esperienza. Per esaminare l'effetto che fa la polvere di schioppo gettata sopra le brage si adopra la macchinetta MN per fare i moti nella campana alla cui estremità vi è lo scatolino P d'ottone con 4 piccioli fori nella base. E' questo pieno di polvere da schioppo, onde girando il filo d'ottone cade ad uno, a due gli acini di polvere nel vaso di metallo Q, ove è il foco. Lo stesso si vede nella Fig. 1. Tav. 3.

*Tav. 6.* 9. Nella Fig. 1. si descrive la siringa DE, che attaccata al piatto A sostiene il peso F, perchè l'aria esteriore non potendo entrare in essa, preme sullo stantuffo, e lo tiene attaccato al suo fondo. Ma se comincia a vuotarsi d'aria la campana BC, comincia a staccarsi lo stantuffo dal fondo, e l'azione del peso F diventando sempre maggiore della pressione dell'aria dentro la campana, finalmente il peso F fa scendere tutto lo stantuffo da dentro la siringa. Nella Fig. 2. si vede la forza elastica di poca aria racchiusa nella vescica GH. Nella scatola di legno M si pone la vescica sgonfia GH. che abbia il collo ben legato, e chiuso. Sopra di essa si pongono i pesi di piombo POFER infilzati all'asta ADP che sta fermata all'ultimo peso P, acciocchè gonfiandosi la vescica e alzandosi non cadano lateralmente e spezzino la campana, a questo effetto l'estremità dell'asta che è quadra si pone nel quadro a del piatto A. Vuotandosi d'aria la campana BC la forza elastica del poco d'aria racchiusa in G H facendo dilatate la vescica ha forza di innalzare tutti quei pesi. Nella Figura 3. si vede il poco d'aria racchiuso nella vescica B, che si pone nel vaso di cristallo AC che ha il collo d'ottone e in E una valvola che si apre al di fuori. Se questo vaso AC si pone nella campana, quando questa si vuota d'aria, quella che sta dentro il vaso AC esce per la valvola E, e l'aria dentro la vescica B col suo elaterio la gonfia, e distende. Ma se si chiuda la val-

valvola col coperchio e, onde l'aria in AC non possa uscire, l'aria nella vescica B non la distende.

10. Per determinare il peso dell'aria più speditamente, e più a sicuro <sup>Tav. 7.</sup> che adoperando globi affai grandi si pigli di quei fiaschi sottili nei quali <sup>Fig. 2.</sup> viene il vino da Firenze, come AB, che è armato in B con un sottile cannello d'ottone, con sua valvola; di modo che tutto insieme pesa appena qualche oncia. Si applichi sul piatto C, e si voti d'aria dopo averlo pesato con diligenza. Indi si torni a pesare, dopo votato d'aria. Questo peso si detragga dal primo, quello che resta sarà il peso d'un volume d'aria uguale all'interna capacità del fiasco. Misurando questa, con un vaso regolare che contenga un pollice cubico d'acqua si saprà il peso di molti pollici cubici d'aria. La macchina nella Fig. <sup>Tav. 7.</sup> 3, e 4, esprime il modo di fare una pioggia lucida all'oscuro. Il vaso <sup>Fig. 3.</sup> AB della Fig. 3, e 4 di legno s'empia di Mercurio. Il suo fondo è chiuso dall'otturaglio C che è di legno di quercia, per li pori del quale può passare il mercurio, quando si comprime. Si adatti con cerchio di pelle ingraffata in B alla campana E. Sotto vi si ponga il vaso D di vetro. Votando l'aria dalla campana, l'aria esterna premendo la superficie del mercurio lo farà uscire dai pori della quercia C in forma di pioggia, che sarà luminosa di notte, e farà la pioggia raccolta dal vaso largo D.

11. Per mezzo della Macchina Pneumatica si dimostrano tutte le proprietà dell'aria, come abbiamo veduto poco fa, descrivendo l'ultima moda di macchine che si fanno in Inghilterra. Continueremo ora a veder l'uso di questa macchina con dimostrare la *Compressione* dell'aria, che nasce dalle due fondamentali proprietà dell'aria, che sono il suo *Peso*, ed *Elastico*, che separatamente dimostreremo in appresso.

12. *Esperienze.* In ciascuna *Esantlazione*, ovvero alzata dello stantuffo dalla tromba, si vede il mercurio del vaso salire dentro il cannello, che comunica colla campana; nell'abbassare lo stantuffo si sente sensibilmente uscire l'aria dalle chiavi E, e; e la campana s'unisce tenacemente al piatto, di modo che non può separarsi. Se in vece della campana si ponga su 'l piatto il tubo d'ottone A, sopra cui si <sup>Tav. 2.</sup> comprima la palma della mano, nel votare l'aria dentro il tubo A, si sentirà la compressione dell'aria esteriore. Se sopra d'esso s'unisce con cera un vetro tondo, nel votar l'aria, essendo questo piano, la compressione di quella di fuori lo spezza in più parti, come si vede nella figura espresso; locchè non può accadere nella campana, le di cui <sup>Tav. 9.</sup> parti essendo fatte a modo di volta, comprimendole dalla parte con <sup>Fig. 3.</sup> vessa, si sostentano vicendevolmente. Se al foro del piatto s'applichi con pelle bagnata per mezzo della vite B l'emisferio A cavo al di <sup>Tav.</sup> dentro, e sopra questo si ponga il simile A frapponendovi un cerchio <sup>10.</sup> di pelle bagnata, votando amendue d'aria, resteranno così tenacemen- <sup>Fig. 10.</sup> te compressi uno contro dell'altro, che chiudendo la chiave, accio

che nuova aria non entri, ed attaccando l'anello C al ferro FE, e la tavola HG all'anello di sotto C vi vorrà un peso considerabile per separarli, il quale tanto sarà maggiore, quanto è più grande il diametro dei mezzi globi, e seguirà sempre la ragione duplicata di questi diametri, che è quella, che hanno tra di loro i cerchi, o le basi di questi Emisferj. Per lo contrario se votata l'aria dai medesimi si pongano dentro la campana A a cui dalla parte di sopra aperta è unito il coperechio d'ottone B, ogni picciolo peso, che si attacchi all'Emisfero di sotto C, votata d'aria la campana da per loro si separeranno. Acciocchè nel cadere non patisca il piatto, vi si pone sotto un vaso di metallo C, in cui si riceve il mezzo globo cadente; e perchè non patisca l'emisfero di sotto A nell'altra figura, quando si separa da quello di sopra, nel suo anello C s'inferisce una molla d'ottone, che sia sospesa dalla corda I, in questo modo non cade in terra.

13. Da queste, e molte altre esperienze si ricava evidentemente la compressione dell'aria, la quale nasce, come dimostreremo in appresso dal suo peso, e forza elastica. Nelle prime esperienze si è osservato ad evidenza, che l'aria realmente esce dalla campana per mezzo della tromba, onde non può dubitarsi, che in ciascuna esantlazione si diminuisca nella medesima, e finalmente nelle ultime esantlazioni sentendosi uscir l'aria con minor forza dalle chiavi, possiamo ricavare, che l'aria dalla campana si vota quasi perfettamente, di modo che quel poco d'aria, che resta in essa sia estremamente rarefatta. Il voto perfetto però non si può ottenere, che col metodo Torricelliano, con cui scaldato un tubo alto più di 30 pollici del Reno, e riempito di mercurio bollente da quella parte, dove è aperto, si rivolta poi questa estremità dentro un vaso di mercurio; scendendo in parte l'argento vivo dal cannello lascia una porzione d'esso perfettamente vota d'aria, ed in essa non vi è altro che luce, cioè una materia estremamente rarefatta, e piena d'infiniti pori. S'osserva però, che votata tutta l'aria il mercurio non sale al più, che all'altezza di 30. pollici del Reno, ovvero 28 Parigini e quasi 5 lin., quantunque si continuino l'esantlazioni. Da questo si ricava, che la pressione dell'aria non è infinita ma ha un limite determinato, ed è uguale al peso d'una colonna di mercurio alta 30 pollici. Si fa per esperienza, che un tubo di vetro, il quale abbia di diametro un pollice, pieno di mercurio all'altezza di 29 pollici Renani pesa 15 libbre d'Amsterdam, ciascuna delle quali è di 16 once; dunque quando l'aria per la naturale sua compressione tiene sollevato l'argento vivo nel barometro all'altezza di 29 pollici, una colonna d'aria tanto alta come è tutta l'atmosfera, e che abbia per base un pollice quadrato, peserà 15 libbre d'Amsterdam; se avrà doppia base, peserà il doppio ec. Nè contro questa determinata pressione dell'aria fa in conto alcuno l'esperienza fatta da Broukero, il quale fece restar sospeso il mercurio nel barometro all'altezza di 75 pollici, avendo pri-  
ma

ma purgato d'aria l'argento vivo; perchè leggiermente scuotendo il cannelo del barometro calò il mercurio all'altezza consueta di 29 in 30 pollici, dal che si ricava, che fu accidentale l'innalzamento a maggiore altezza. Depurato bene d'aria l'argento vivo, s'uniscono le sue parti tenacemente al vetro, onde nella macchina del voto spinto in alto dalla pressione dell'aria esterna, siccome per l'impeto sempre sale a maggiore altezza, così, quivi resterà per la sua adesione ai lati del vetro; per la stessa ragione nel formare il barometro, o il voto Torricelliano, rivoltando il tubo, restò sollevato all'altezza di 75 pollici, il mercurio in esso contenuto.

14. L'effetto della compressione determinata dell'aria primo di tutti provò un giardiniere Fiorentino, osservando che l'acqua nelle trombe aspiranti non poteva salire, che all'altezza di braccia 18 Fiorentine, che sono 30 piedi Parigini e mezzo in circa. Comunicò questo al Galilei, com'egli stesso riferisce nel dialogo I della Meccanica; ma questi non ne potè trovare la ragione, onde fu obbligato a ricorrere ad una specie d'orrore del vacuo, che giudicavano le scuole in quei tempi, esservi nella natura. Evangelista Torricelli discepolo di Galileo fu il primo, che tentando questo innalzamento per mezzo del mercurio, che è 14 volte più pesante dell'acqua, ed osservando nel 1645, che restava innalzato ad un'altezza 14 volte minore dedusse, che questo fenomeno doveva nascere da una cagione determinata, la quale altro non poteva essere, che la pressione dell'aria. Ciò fu poi successivamente confermato da Biagio Pascal, e da Mariotte con replicate esperienze. Di fatto se nella macchina pneumatica in vece d'argento vivo si adopera l'acqua, ponendovi un cannelo alto piedi Parigini  $32\frac{2}{3}$ , ovvero del Reno  $33\frac{5}{6}$ ; se la compressione dell'aria è tale, da far innalzare il mercurio a 30 pollici del Reno cioè ad un'altezza 14 volte minore, si osserverà l'acqua salire all'altezza di piedi  $33\frac{5}{6}$ , tanto valendo il peso d'una colonna d'acqua così alta, quanto quello d'una di mercurio, alta 30 pollici. Da questo ricaviamo il metodo di determinare la pressione dell'aria sopra il nostro corpo. Supponiamo, che la superficie di tutto un corpo umano, o l'estensione della sua pelle sia piedi quadrati 20, locchè non è molto lontano dal vero, posto che la pressione dell'aria, la quale sempre non è la stessa, tenga innalzata l'acqua all'altezza di 33 piedi del Reno, moltiplicando 20 per 33, il prodotto 660 esprimerà i piedi cubici d'acqua, dai quali è premuta allora la superficie del corpo. Un piede cubico d'acqua pesa 64 libbre d'Amsterdam; onde moltiplicando questo numero per 660, il prodotto 42240 farà il numero delle libbre, dalle quali è premuta il corpo umano, quando il mercurio nel barometro è all'altezza di poco meno di 30 pollici Renani. Posta la superficie della terra di piedi quadrati 554780000000000, moltiplicando questo numero per 33, e poi per 64; il prodotto 1171695360000000000, esprimerà il numero delle libbre di peso, dalle quali è premuta la su-

perficie della terra continuamente dall' Atmosfera.

15. Le antiche scuole ripetevano la salita dell'acqua nelle trombe da un orrore particolare, che la natura ha del voto, o d'essere divisa nelle sue parti, onde le trombe aspiranti furono ancora chiamate *trombe suganti*. Ma dopo che fu ritrovata la macchina pneumatica, o per meglio dire l'uso delle trombe fu applicato a votar l'aria da qualche corpo, s'accorsero essere chimerico quest'orrore del vacuo, e tutti i fenomeni, che spiegavano per mezzo di questo, si trovò, che dipendevano dalla pressione dell'aria. Ciò non ostante taluno troppo tenace dell'antico metodo pretende, che la natura in queste esperienze della macchina, operi per via di *suzione*. L'inganno nasce facilmente dal sentirsi tirare indentro la palma della mano, quando questa s'applica ad un tubo di metallo, da cui si vota l'aria; e dall'osservare il modo, con cui succiamo l'acqua da un vaso per mezzo d'un cannello aperto da tutte due l'estremità. Ma l'apparente inganno, che nasce dalle nostre sensazioni, non deve affatto pregiudicare alle esperienze evidenti, che sopra questo particolare sono state fatte. Sentiamo è vero tirarci la mano indentro, quando si pone sopra il tubo, ma ciò nasce per la flessibilità della carne, la quale premuta al di sopra entra nel tubo, onde cedendo dalla parte superiore non possiamo sentire immediatamente la pressione fatta sopra di essa. Altresì nel succiare l'aria, e l'acqua altro non facciamo, che dilatare il torace; per dar luogo all'aria del cannello d'entrare nei polmoni, onde poi l'acqua spinta dall'aria esteriore sale in esso; che questa sia la vera cagione del fenomeno, basta per convincersene, prendere ~~un tubo di vetro~~, chiuso ermeticamente da una parte, e per metà ripieno d'acqua; succiando l'aria da questo con qualunque forza non ci riuscirà mai d'innalzare l'acqua. I Cartesiani, che giudicano il voto impossibile, non per alcun orrore della natura ma perchè lo reputano un mero niente, pretendono che oltre l'osservazione della luce, alla quale già abbiamo risposto nel §.69. della prefazione del Tomo 2. possa ancora immediatamente dimostrarsi l'ingresso della materia sottile nel voto, quando questo si produce colla macchina. S'adatti un barometro, il cui cannello sia nel vaso AC dentro la campana D, e all'estremità di sopra s'applichino con un sottilissimo filo di ferro un picciolo pezzo di carta, che stia poco distante dalla parte vota del tubo. Votando l'aria dalla campana D, scenderà il mercurio a poco a poco dentro il vaso A, e s'osserverà ogni volta, che la carta s'accosta al vetro del medesimo; locchè dimostra evidentemente, che nello spazio lasciato nel cannello dal mercurio subentra la materia sottile, perchè osserviamo, che la carta mossa da questa, s'accosta al tubo. Questo moto della carta, che alcune volte accade, deve ripetersi dall'agitazione dell'aria grossa, prodotta dal fiato di quelli, che sono spettatori dell'esperienza; imperocchè avendo il *Muschenbroek* coperto il cannello del barometro col largo tubo F, non

Tav. 9.  
Fig. 13.

non potè mai scorgere il minimo moto nella carta. Resta ora, che dimostriamo con esperienze più distinte, che questa compressione dell'aria nasce dal suo peso, e dal suo elaterio.

16. *Esperienze.* Per dimostrare il peso dell'aria s'asciughi prima il globo A leggermente scaldandolo al fuoco, acciocchè s'escludano i vapori, che sono nell'aria; indi si pesi con un' esatta bilancia, e notisi il suo peso. Applicate di poi la sua estremità sopra il foro del piatto della macchina, ed aprendo la chiave B, acciocchè le trombe comunichino col globo, votatelo d'aria perfettamente, indi chiusa la chiave, perchè di nuovo non entri, tornatelo a pesare, lo troverete sensibilmente diminuito di peso. Applicate all'apertura del collo di questo globo del sale bene decrepitato, e asciutto, il migliore è il sale di tartaro, che è avidissimo dell'acqua, indi aprite la chiave, facendo entrare l'aria a poco a poco; questa passando per lo sale si spoglierà dei vapori; ciò fatto, levando il sale dall'apertura, tornate a pesare il globo, lo troverete di nuovo accresciuto di peso. Con questo modo si trova, che il peso dell'aria è a quello dell'acqua pura, come 1; 800; onde pesando un piede cubico d'acqua libbre d'Amsterdam 64; ovvero once 1024; un piede cubico d'aria peserà once  $1\frac{2}{5}$ , perciò deve essere grande il globo, acciocchè la differenza del peso sia sensibile. All'estremità d'una picciola, ed esatta bilancia, si attacchi un pezzo di piombo F, e dall'altra parte un cubo fatto di cera vergine E, equilibrata esattamente la bilancia, si sospenda dal coperchio CB d'ottone, che s'agglutina con cera sopra la campana A; votata l'aria da questa s'offerterà, che resta sbilanciata dalla parte della cera E, come dimostra la linguetta D. Dunque l'aria è un fluido pesante, perchè produce gli stessi effetti, che abbiamo osservato ne' fluidi. Per bilanciare il pezzo di piombo F, si ricerca un considerabile volume di cera; perciò questo escludendo un maggior volume d'aria di quello, che faccia il piombo, perde in essa più peso del medesimo, il quale ritornandogli nel voto, non è maraviglia, che la bilancia trabocchi dalla parte E; ma se l'aria non pesasse, ciò non accaderebbe; dunque realmente sarà pesante. Per dimostrare l'Elaterio dell'aria, si chiuda la sottile caraffa A di vetro fatta di 6, ovvero 8 facce con un sovero bagnato di mastice, e trementina calda insieme uniti, indi posta sopra il piatto della macchina si copra colla campana B fatta di sottili fili d'ottone, e questa colla campana di vetro C, da cui votando l'aria, andrà la caraffa in pezzetti. Dunque l'aria in essa racchiusa, e liberata dalla compressione dell'esteriore, non potendo uscire dalla caraffa si sforza per ogni parte; ma i fluidi di tal natura sono elastici; dunque l'aria è elastica. Si chiuda esattamente il collo d'una vescica, lasciando in essa poca quantità d'aria, si sospenda nella campana A, votando l'aria da questa, si offerterà in ogni esantlazione gonfiarsi la vescica, e finalmente essere perfettamente gonfia, dal che si ricava, che l'aria ha una forza di

di dilatarsi per ogni parte, quantunque sia in piccola quantità; e perciò è elastica. Da questo ricaviamo, che la compressione dell'aria nasce dal suo peso, e dall'elaterio insieme uniti. L'esperienza del peso dell'aria si fa più commodamente coi fiaschi di Firenze §. 10.

17. Per concepir meglio la sua natura, e spiegarne i fenomeni dobbiamo concepirla simigliantissima alla lana largamente ammassata insieme; siccome in questa, i peli dei quali è composta sono pesanti, ed elastici, così ancora sono le particelle dell'aria, ma il loro elaterio è affai più sensibile. Se si riempisse una camera di molti peli di lana largamente ammassati, le parti superiori col proprio peso premerebbero le inferiori, onde queste sarebbero più unite, che quelle di sopra, ma nel tempo stesso per la loro elasticità una sostenerrebbe l'altra, lasciando infiniti spazj vuoti per mezzo; dovunque si levassero alcuni peli in mezzo, nei lati, o nel fondo, i vicini si stenderebbero ad occuparne il posto. Lo stesso appunto, e con più sollecitudine, e forza accade nell'aria, le cui parti sono sottilissime, e dotate d'un massimo elaterio. La parte superiore dell'atmosfera sarà estremamente rarefatta, ma non però in infinito; ciò accaderebbe, se l'aria fosse solamente elastica, e non pesante; in questo caso sarebbe ugualmente densa da per tutto, ed occuperebbe intorno la terra uno spazio quasi infinito. L'elaterio naturale dell'aria da tre cagioni principalmente viene accresciuto. 1., dal peso dell'aria superiore. 2., dalle particelle di fuoco, che per la loro massima mobilità la tengono in agitazione, e ravvivano il suo elaterio. 3., dai vapori, che disperdendosi in essa egualmente, comprimono col loro peso le sue parti da per tutto nel modo stesso, e perciò accrescono la sua forza elastica, la quale come abbiamo veduto nella prima parte della Fisica §. 1140. è sempre proporzionale alla forza comprimente. Abbiamo concepito l'aria che ne circonda a simiglianza di una lana, non perchè realmente siano tali le sue parti, ma per spiegare più facilmente i fenomeni di essa. In che realmente consista il suo *Elaterio* non è sino ad ora dimostrato. Quello che è certo si è che *la sua forza elastica dipende da una determinata coerenza delle sue parti, e particolare disposizione delle medesime*. Ciò si vede in ogni corpo elastico. Le corde degli stromenti di musica, siano di budella, d'acciajo, o d'ottone per dimostrare il loro elaterio devono esser tese in una maniera determinata. Lo stesso accade in qualunque altra corda, o filo di canape, di lino, o di pelo. Ora col stirarsi le corde, o i fili si approssimano le loro parti più di prima, e perciò si accresce la loro coerenza, e nel tempo stesso si dispongono queste parti in una maniera determinata. Ciò si può ancora ottenere nei rami d'alberi, nei bastoni, nelle bacchette d'acciajo &c. se si piegano in arco. Nell'aria naturale si accresce la forza elastica col fuoco, col peso dei vapori, o dell'aria stessa, come abbiamo già detto, che fanno lo stesso effetto della tensione, e disposizione determinata

nata

nata delle sue particelle. Che se per qualche cagione, come sarebbe la respirazione degli animali, l'effervescenza degli acidi cogli alcalini, o colle terre assorbenti, si scioglie l'aria naturale nei suoi elementi; cioè si diminuisce, o distrugge la coerenza, che hanno le parti dell'aria tra di loro, e si accresce quella che hanno le medesime colle particelle contigue di altri corpi, allora perduto l'aria in parte, o interamente il suo elaterio si attacca, e si consolida coi corpi, e diventa uno degli elementi fissi dei medesimi; Quindi è nato che da alcuni moderni è stata chiamata *Aria fissa*, di cui molte proprietà da pochi anni a questa parte sono state scoperte. Di questa aria fissa non interamente sciolta nei suoi elementi può impregnarsi facilmente l'acqua, e imitar le acque minerali spiritose. Ma sino che è fissa, dentro di essa non ponno vivere gli animali, e per lo più si estingue la fiamma della candela, ma in alcune arie fisse si conserva la fiamma della candela, benchè muojano gli animali. Di questa, e di altre specie d'aria da pochi anni esaminate, or ora ne parleremo separatamente. Nel modo stesso, o in una poco differente maniera, che si fissa l'aria nei corpi, si fissano ancora in essi le particelle del fuoco, che allora acquista il nome di *Flogisto*, di cui abbiamo parlato abbondantemente §. 110. 176. 186. del Tomo 2.

18. Quando si vota d'aria una campana di vetro, la rarefazione si fa secondo alcune leggi determinate, come ora esporremo. L'aria, che sta nella campana prima di votarla, si chiami *Aria primitiva*, o *naturale*; quella, che vi resta dopo una esantlazione, si dica *Residuo primo*, quella, che rimane dopo due esantlazioni *Residuo secondo* &c. Le densità dei corpi sono reciprocamente, come i volumi; dunque l'aria primitiva occupando solamente la campana, e il residuo primo, diffondendosi per la campana, e per la tromba, secondo, che abbiamo descritto; farà la densità dell'aria primitiva a quella del residuo primo, come la capacità della campana, e della tromba alla capacità della campana. Così ancora il residuo primo farà al secondo, come la capacità della campana, e della tromba a quella della campana &c. Perciò componendo avremo l'aria primitiva moltiplicata in tutti i residui, eccettuato l'ultimo; a tutti questi residui moltiplicati insieme; come la capacità della campana, e della tromba innalzata all'esponente, che dinota, quante esantlazioni si sono fatte; alla capacità della campana elevata a quella potenza, che esprime il numero delle esantlazioni. Sia l'aria primitiva  $P$ , il prodotto di tutti i residui senza l'ultimo sia  $R$ , l'ultimo residuo  $r$ ; la capacità della campana, e della tromba  $C$ , quella della sola campana  $c$ ; il numero delle esantlazioni  $12$ ; avremo  $PR : Rr :: C^{12} : c^{12}$ ; e perciò sarà ancora  $P : r :: C^{12} : c^{12}$ . Onde abbiamo il *Teorema fondamentale* del dilatamento dell'aria, che si fa per mezzo della macchina pneumatica. L'aria naturale, sta all'ultimo residuo; come la capacità della

della campana, e della tromba elevata alla potenza espressa, per lo numero delle esantlazioni, alla capacità della campana innalzata alla stessa potenza. Supponiamo, che la capacità della campana sia uguale a quella della tromba; e la densità dell'aria non si cangi nel tempo, che si fa l'evacuazione; e perciò la densità si esprima col numero 1, perchè resta sempre la stessa; le densità dell'aria in ciascuna esantlazione avranno tra loro la stessa proporzione, che i numeri seguenti  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{32}$ , &c., onde in ciascuna esantlazione si voterà sempre la metà dell'aria della campana. Da questo ne segue, che l'argento vivo nel cannello sul principio sale 3, e 4 pollici, indi va diminuendo la sua salita, ed in ultimo sale lentissimamente; di modo che si ricerca qualche tempo nelle ultime esantlazioni. Di fatto l'aria scende dalla campana nella tromba a cagione del suo elaterio, il quale diminuendosi a proporzione, che si diminuisce la sua densità, non potrà dilatarsi, che tardamente verso l'ultimo; onde allora si lascia passare qualche tempo da una esantlazione all'altra, per dare comodo all'aria di diffondersi interamente.

19. Dimostrato il peso, e l'elaterio dell'aria, si spiegano molti fenomeni, che da questi dipendono. 1, dentro un picciolo vaso di vetro, detto *Coppetta*, o *Ventosa* si ponga un poco di stoppa, a cui si dia fuoco, quando sta per estinguerli s'applichi l'estremità aperta della coppetta sopra la pelle, s'offerà, che la carne entra dentro di questa; levandola di nuovo, e tagliando con una lancetta in più luoghi quivi la pelle, indi applicandovi collo stesso metodo la coppetta, uscirà il sangue dalle ferite. ~~Il calore ha rarefatto l'aria dentro la ventosa;~~ onde applicata sopra la pelle, la pressione dell'aria esteriore spinge la carne dentro la stessa. Con questo metodo si riempiono tutti quei vasi, che hanno il collo sottile. Prima si scalda bene il loro corpo al fuoco, indi s'immerge l'estremità del collo nell'acqua, nell'argento vivo, o altro liquore, di cui si vuol riempire il vaso, l'aria esteriore spingerà il fluido nel voto di questo, 2, se sotto il piatto s'applichi nel loro di mezzo la chiave B, col cannello D immerso dentro un vaso pieno d'acqua, indi si ponga la campana alta A, votandola d'aria, salirà l'acqua per lo cannello sottile C, formando una fontana; perchè l'acqua, come abbiamo veduto può salire all'altezza di 32 piedi. Il foro del piatto, che corrisponde alle trombe s'arma di un tubo alto E, acciocchè l'acqua non entri nelle trombe, e pregiudichi alla macchina. Questo tubo si vede separatamente in y. Gli altri due pezzi d'ottone Fig. 6. X, Z servono per fermare con vite la chiave B al piatto M, s'adoperano ancora per la chiave degli emisferj della figura 4, e del globo della figura 1, e per altri usi nelle esperienze; secondo che porterà la necessità della pratica. 3, se dentro il vaso, ovvero caraffa B si ponga dell'acqua, lasciandovi un poco d'aria dentro; indi s'applichi il Fig. 1. coperchio a vite, con un cerchio di pelle inzuppata nell'olio, a cui è sal-

è saldato il tubo d'ottone C, ponendo il vaso sotto la campana, al primo votamento d'aria, uscirà l'acqua, formando una fontana. Quel poco d'aria, che sta sopra l'acqua ha la stessa forza, che tutta l'aria dell'atmosfera, perchè da questa è compressa; tosto che si leva l'aria dalla campana, quella, che sta racchiusa dentro la caraffa, non trovando esito spinge la superficie dell'acqua, e l'obbliga ad uscire dal tubo. Lo stesso accade, se dentro un bicchiere si pone a capo all'ingiù una caraffa quasi piena d'acqua; nel votar l'aria dalla campana, uscirà l'acqua dalla caraffa dentro il bicchiere, nel restituirla tornerà ad entrare l'acqua dentro la medesima. 4, Chiusa la base G del tubo metallico A, con un coperchio fatto a vite, interponendovi un cerchio di pelle ingrassata d'olio, si sospenda a questa in, b, un peso minore di quello della colonna d'aria, che ha la stessa base del tubo d'ottone A, il quale è armato dello stantuffo B, e si appenda dall'estremità di questo, resterà lo stantuffo dentro il tubo, quantunque alla sua base sia attaccato il peso. Ma se si sospende dentro una campana, nel votare l'aria a poco a poco uscirà dal tubo lo stantuffo, e ciò accaderà col semplice peso del tubo stesso, quantunque non fosse alcun peso attaccato alla sua base. Nell'aria libera il fondo dello stantuffo restava attaccato alla base del tubo per la compressione dell'aria esteriore, la quale diminuendosi deve per necessità separarsi.

20. *Esperienze.* Oltre il peso, e l'elaterio dell'aria osserviamo ancora in essa una particolare *forza attraente*, per cui resta tirata, e tenacemente unita a i corpi. Qualunque corpo si ponga nella macchina manda fuori una quantità considerabile d'aria; se è fluido, si vede sensibilmente uscire da esso sotto specie d'ampolle minutissime sul principio, che poi a poco a poco vanno ingrossandosi, e diventano assai sensibili; se poi sono corpi solidi, ponendoli dentro la campana si tengano in un vaso immersi nell'acqua, si vedranno uscire da loro pori torrenti d'aria, ed una gran quantità d'ampolle circondare la loro superficie, questa essendo quell'aria, che stava tenacemente attaccata nei loro pori. Crescendo queste ampolle sensibilmente, e restando unite alla superficie del corpo, cresciuto questo di volume, galleggerà sopra l'acqua. Qualsivias corpo quantunque solido ha tenacemente unita l'aria nei pori della sua superficie; perchè posta una lastra di qualunque metallo, o di vetro in un vaso d'acqua, che si pone sotto la campana, nell'estrarre l'aria da questa, s'offerterà un numero considerabile d'aria coprire tutta la superficie della lastra, ma questa sarà molto minore, se prima di porla nell'acqua si scaldi, o si strofini con un dito; perchè in questo caso il calore esclude l'aria dai pori della superficie. Se dentro la campana si pongono dei frutti appassati, e perciò pieni di rughe nella superficie, senza porli in vaso d'acqua si vedrà sensibile l'effetto dell'aria, che dentro contengono, perchè si gonfieranno diventando come freschi.

l'aria nella campana, tornano dopo qualche tempo tutti i corpi ad imbeverne la stessa quantità. Le piante tutte secondo le osservazioni di Hales imbevono l'aria per ogni parte. Dunque l'aria è contenuta in tutti i corpi, e conserva il suo naturale elaterio, e imbevuta da medesimi tenacemente s'unisce alle loro parti.

21. Siccome l'aria è cagione di molte fermentazioni, che si producono nelle parti minime dei corpi, dalle quali nasce poi la loro putrefazione; così tenendo questi dentro una campana vota, si possono lungo tempo conservare; ciò però non accade in tutti, anzi molti più presto si guastano. Da molte esperienze fatte sopra di questo, mi pare, che possa ricavarfi la regola seguente. Quei corpi, che contengono dentro di loro delle parti di tal natura, che per muoversi velocemente devono essere liberate dalla compressione dell'aria, nella campana vota presto si putrefaranno; ma quelli, le parti de' quali sono di tal natura, che lebbene compresse dall'aria, ciò non ostante si muovono, dureranno per lungo tempo; perchè liberate queste parti dalla compressione, più facilmente usciranno dal corpo, onde lasceranno quiete le sue parti solide. Quali siano queste due specie di parti, non può agevolmente determinarsi, l'esperienza sola è di ciò giudice competente. Le giunchiglie, quantunque pajano d'una tessitura delicatissima, e perciò facili a corrompersi, con tutto ciò ho osservato, che durano più nel voto di quello che i tulipani, i giacinti di più colori, ed i ranuncoli. Convieni però, quando s'espungono i corpi nella macchina, votare di tanto in tanto di nuovo l'aria, che da essi esce di continuo: perchè altrimenti la nuova aria prodotta renderebbe incerte le conseguenze, che si possono cavare da queste osservazioni. Dalla tenace aderenza dell'aria ai corpi si spiega quel fenomeno proposto dal Galilei nei suoi dialoghi. Fatto un globo di cera, vi si aggiunga tanto di peso, inferendovi pezzetti di piombo, che divenga un poco più pesante dell'acqua, indi ingrassato colle mani, o con un poco d'olio, si ponga con diligenza in un vaso d'acqua, galleggerà; ma ad ogni minimo urto, essendo più pesante andrà al fondo. Si cali allora a perpendicolo un bicchiere rivoltato all'ingiu dentro l'acqua, sino che col suo labbro tocchi il fondo del vaso, e il globo sia dentro il bicchiere; escludendo questo l'acqua dal fondo, per cagione dell'aria, che contiene, resterà il globo in asciutto. S'innalzi allora diligentemente il bicchiere dal fondo, tenendolo sempre perpendicolare, subentrando l'acqua dove era il bicchiere, e circondando di nuovo la parte inferiore del globo, si vedrà questo a poco a poco salire galleggiando sopra la superficie dell'acqua dentro il bicchiere. Quando questo s'è innalzato fino all'estrema superficie dell'acqua, si pieghi un poco, ma con diligenza; acciocchè l'aria non ponga l'acqua in agitazione, si osserva il globo di nuovo galleggiante, come prima. L'olio impedisce la forza attrattiva dell'acqua

acqua colla cera , e l'aria , che sta tenacemente attaccata nei pori di questa sulla superficie superiore del globo , che non tocca l'acqua , e quella che contrabilancia quel poco di peso maggiore , che ha il globo più dell'acqua , per cui scenderebbe in essa ; onde è , che galleggia . Torna di nuovo dal fondo del vaso a salire , perchè l'acqua , venendo di sotto , non bagna la parte superiore del globo ; onde l'aria del bicchiere attaccata di nuovo tenacemente ai pori della cera , e formando dirò così una superficie aerea intorno ad essa , lo fa di nuovo galleggiare . L'aria stessa attaccata alle lastre sottili di metallo è la principale cagione , per cui queste spesso galleggiano , quando sono più pesanti dell'acqua .

*Specie diverse di Aria .*

22. **I**L primo , che per mezzo delle esperienze ritrovò che in natura vi sono varie specie d'aria fu Roberto Boyle , facendo uso della macchina Pneumatica , che aveva egli perfezionata . Ponendo sotto la campana varj corpi , come frutti maturi , liquori fermentanti , materie vegetabili , e animali in istato di putrefazione , e altri corpi , indi votata d'aria la campana , dopo qualche tempo si accorse che avevano prodotta una nuova aria , che sul principio credette simile all'aria comune , e dotata come essa di Elaterio , ma poi si accorse essere interamente diversa , e la chiamò *Aria fattizia* ; come si può vedere nelle sue opere . In questa muojono tutti gli animali , e si spegne istantaneamente la fiamma , locchè non accade nell'aria comune . Newton avendo esaminato il fluido aereo ; che esce dai corpi per fermentazione trovò certamente che le sue parti hanno una tendenza di allontanarsi una dall'altra , come se fossero elastiche , ma cessata la fermentazione osservò che rientravano nel corpo , e da esso ne erano assorbite . Animato Hales dalla autorità di un tanto uomo , si pose a replicare le esperienze di Boyle , e le ampliò ; facendo vedere che l'aria ha parte nella composizione de' corpi , e determinò quanta parte sia di essi , che spesso è così grande che sorprende . Esaminò inoltre varie acque minerali , tra le quali quelle di Pirmont , e trovandole pregne d'aria , attribuì a questa lo spirito che contengono . Questa aria la credette aria comune , non già aria fattizia , dirò così della natura ; cioè quella stessa che Boyle aveva cavato dai liquori fermentanti ; la stessa delle *Mofete* , che è un vapore mortale , che non può respirarsi , e quella stessa , che spesso è fatale ai cavatori del carbon fossile .

23. Il primo che diede una qualche idea del vapore delle *Mofete* , e di quello che si trova nelle acque minerali , che sono lo stesso , fu il Dottor Seip di Pirmont , che trovò intorno le sue acque una picciola grotta , simile a quella del cane , che esala una *Mofeta* ; e la propose in un'opera stampata in Todeſco , e quindi in un'opuscolo

mandato nel 1736 alla Società Reale. Ma errò in credere che il vapore racchiuso nell'acqua fosse sulfureo, non avendo niente dell'inflammabile; ed essendo più denso, e grave dell'aria comune. Dopo di Seip verso il 1768 il Dottor Brownrigg di White-haven diede una più accurata idea di questo vapore; come apparisce dal volume 55 delle Transazioni Inglese. Dice esso che il vapore Mofetico è un fluido che ha un'Elasticità permanente, e che ha parte nella formazione delle acque di Pirmont, di Spa, e di altre che ha esaminate, e che comunica ad esse il sapore acidetto, che hanno, per cui sono dette *acque acidole*. Le osservazioni fatte da Brownrigg eccitarono Cavendish, Lane, il Dottor Walton e altri a osservare attentamente questo vapore mofetico. Scopri Cavendish che l'aria Mofetica, e quella che sta nelle acque acidole scioglie tutte le terre calcaree. Lane e Walton trovarono ancora che la stessa aria, o vapore ha la proprietà di sciogliere il ferro nell'acqua comune. Quindi si spiega il principio metallico, che si trova in queste acque minerali. Pareva che non rimanesse altro per formare una giusta idea del vapore mofetico, e dello spirito, che regna nelle acque acidole se non che di trovare il modo, di comunicare, secondo il bisogno, all'acqua comune questo principio acido, e il principio metallico. Questo ha eseguito da pochi anni in qua il Dottor Priestley Inglese, dopo alcune altre scoperte fatte dal Dottor Black professore di Chimica a Edimburgo, e il Dottor Cavendish della Società reale. Ha dimostrato Black, che a tutte le terre calcaree, alla magnesia, e ai sali alcalini è unita un'aria fattizia particolare, che esso chiama *Aria fissa*; perchè di fissa che era nei corpi si sprigiona da essi, e diventa ~~al sommo elastica~~, indi torna di nuovo a fissarsi colle parti dei corpi, e perde di nuovo il suo elaterio, nè compariscono più gli effetti che sciolta produceva. Cavendish dopo Black ha determinato la gravità di questa aria fissa sprigionata dalle sostanze alcaline per mezzo degli acidi, o dai vegetabili per mezzo della fermentazione, che sono due arie interamente simili tra di loro. Ha inoltre fatto vedere che questa aria può introdursi in qualunque grado nell'acqua comune, alla quale comunica la virtù di sciogliere le terre calcaree. Profittando il Dottor Priestley della scoperta di Black che questa aria fissa, o Mofetica si può ricavare in gran copia dalle terre calcaree, per mezzo dello spirito di vitriolo indebolito coll'acqua, e di quella scoperta del Dottor Macbride, che questa aria è un potentissimo antisettico, e di quella di Cavendish che l'acqua ha la proprietà di assorbirne molta, e di quella del Dottor Brownrigg che le acque di Pirmont, e di Spa debbono il loro spirito, e virtù a questa aria, studiò il modo di facilmente impregnare l'acqua comune della medesima per fare le acque acidole instantaneamente. Sono queste acque di un'uso maraviglioso per lo scorbuto, e per li mali putridi ai quali sono soggetti i viaggiatori per mare, a motivo dell'uso  
con.

continuo che fanno di robbe salate, e per la privazione d'erbe per fare minestre, e per l'aria corrotta, e resa inetta alla respirazione per l'angustia del luogo, ove stanno, e per altri incomodi indispensabili a chi viaggia per mare.

24. Varie macchine inventò successivamente il Dottor Priestley per imitare queste acque acidole; cioè per impregnare l'acqua comune di aria fissa, senza introdurvi particelle di ferro, che nei mali putridi recherebbero danno, disponendo il sangue all'inflammazione. Di tutte le macchine per far questo descriveremo quella inventata da esso due anni fa nel 1775., come la più semplice, e più spedita. A è un va-<sup>Tab. 8.</sup>so conico di cristallo, che ha la sua spina B, per cacciar fuori la <sup>Fig. 1.</sup>feccia se ve n'è nel fondo. Sopra di questo vaso si pone il globo B di cristallo, che ha nel fondo un turaccio, a, di cristallo, e fatto a vite con un sottilissimo foro nel mezzo, acciocchè per esso passi dal vaso A nel vaso B solamente una sostanza spiritosa. Sopra il globo B si pone il vaso C anche esso di cristallo, che finisce in una coda della stessa materia, bc. Si copre il vaso C col turaccio D di cristallo, che senza vite lo chiude esattamente. Chiusa la spina E s'empie B d'acqua comune, indi si pone nel vaso conico A, che ha chiusa la spina B, della terra calcarea, che si bagna con poca acqua. Sopra questa si versa un'oncia d'olio di vitriolo, e tosto vi si pone il globo B pieno d'acqua, e sopra questo il vaso C aperto in D. Il vaso A tosto si riempie di fumo per l'effervescenza dell'olio colla terra calcarea, e questo spiritoso vapore passa pel piccolo foro di, a, nell'acqua, che sta in B, come fosse un zampillo. Da lì a un poco questo spirito comincia a premere l'acqua in B, e questa entra in, cb, e riempie quasi tutto il vaso C. Dopo si vede una grossa ampolla d'aria entrar in C e respingere in B l'acqua salita in C, e questo vaso restar vuoto. Continuando l'effervescenza in A, e il salire lo spirito in B, torna di nuovo l'acqua a salire in C; e questa alternativa dura fino a che esce il fumo in A. Indi si ferma tutto, e otturato in D, i due vasi BC si agitano separatamente dal vaso A, acciocchè l'aria fissa si incorpori ugualmente coll'acqua. Quindi si fa uscire l'acqua dei vasi BC dalla spina E, e si chiude nelle caraffe per farne l'uso come delle acque acidole di Pyrmont.

25. Questa nuova scoperta dell'aria fissa, e il modo per facilmente farla ha dato lume a molte nuove sperienze non solo, sopra di questa, ma ancora sopra varie altre specie d'aria, che or ora esporremo. Onde molti si sono applicati, e in Londra principalmente, e in Milano a scoprire varj nuovi Fenomeni circa queste nuove specie d'aria, come oltre la fissa si numerano l'aria infiammabile, l'aria nitrosa, &c. Veggesi su di queste tre specie d'aria il Discorso del Dottor Pringle fatto nell'adunanza della Società Reale li 30. Novembre 1773., che tradotto sta nel volume 2. degli opuscoli che si stampano a Milano, in quei

quei del 1775.; dal quale abbiamo ricavate le notizie già date dell' *Aria fissa* §. 22. 23., e ciò che diremo in appresso dell' *Aria infiammabile*, e *Nitrosa*. Le notizie e di queste, e di tutte le altre *Specie d' Aria* sono state unite in un Trattato a parte dal Dottor Priestley, che più di tutti ha faticato alla scoperta di esse, e dal quale più che dagli altri abbiamo ricavato le notizie delle diverse specie d'aria. Il titolo del libro di Priestley uscito l'anno scorso 1777. e tradotto dall'Inglese in Francese è il seguente. *Esperienze ed Osservazioni intorno le differenti specie d'aria*, del Signor Giovanni Priestley. Parigi 1777. Volumi 3 in 12. Si sono sempre più animati gli osservatori a far nuove esperienze, e scoperte; perchè alcuni di essi hanno creduto che ciascuna di queste specie diverse di aria fosse un'aria particolare interamente diversa dall'aria comune, e non più tosto fossero una modificazione dell'aria comune, impregnata più, o meno delle esalazioni, o vapori dei corpi particolari da cui escono. Questa Ipotesi fatta da alcuni, che non ha del verisimile, ha fruttato ciò non ostante moltissime nuove scoperte, che sono utilissime per formare una giusta idea dell'aria comune, e di quella che è impregnata di altre particelle eterogenee.

26. Prima adunque di esporre le varie specie d'aria, con qualunque nome si vogliano distinguere è necessario lo sgombrare la falsa idea concepita da alcuni di esse. Per eseguirlo esporremo la spiegazione di queste arie, che ne ha fatto in breve qui in Napoli nel 1776 l'accuratissimo osservatore il Dottor D. Nicola Andria in una lettera stampata, e diretta a S. E. il Signor Marchese Tanucci. L'aria adunque comune può consolidarsi, diminuito il suo elaterio, coi corpi. Come ciò probabilmente si faccia, abbiamo a lungo esposto nel §. 17. Non è dunque impossibile, che l'aria atmosferica, quantunque in se dotata di un grande elaterio, possa poi perderlo entrando, e consolidandosi coi corpi. Quando per qualche fermentazione, o calore esce dai corpi probabilmente deve accoppiarsi con particelle particolari a quel corpo, e quindi sebbene riacquisti il suo elaterio, ciò non ostante produrrà effetti diversi dall'aria comune; onde, come accade all'aria fissa si renderà inetta alla respirazione, e morirà in essa ogni animale, sarà troppo pesante, onde estinguerà il lume. Tutti gli effetti diversi dell'aria possono ridursi alle seguenti proposizioni. 1. L'aria atmosferica entra nella composizione dei corpi, e si consolida con essi; locchè si fa col disperdersi le sue parti tra quelle dei corpi, e perciò perdendo la loro connessione, e perciò la forza elastica §. 17. 2. L'aria riacquista il suo elaterio quando per la forza del fuoco, o della effervescenza si spezzano i vincoli che la tenevano imprigionata. 3. Nello svilupparsi dai corpi muta la propria indole, restando alterata da sottilissime esalazioni che si sprigionano dal corpo con essa, quando l'azione del fuoco, e dell'effervescenza discompone il corpo. 4. Che se dopo svilup-

pata

pata dai corpi, si spoglia dalle particelle che ha seco portato dai corpi, diventa di nuovo aria atmosferica, come comprovano moltissime osservazioni. Se così non fosse, oltre le accennate specie d'aria, *nitrosa* prodotta dal vapore dello Spirito di Nitro di Glaubero, *inflamabile* prodotta dalla limatura di ferro posta nell'acido vitriolico, o dalla putrefazione nell'acqua quasi stagnante dei vegetabili, e animali dovrebbero ancora ammettersi tante specie d'aria quanti sono i corpi in natura. Imperocchè ogni corpo ha la propria Atmosfera, come già osservò Boyle *de Atmosphaeris corporum consistentiis*, nelle sue opere, e queste Atmosfere sono maggiori nei fluidi, e nei corpi, che si fanno fermentare con altri, ricavandosi queste arie per lo più dalla fermentazione, o col fuoco. Lo stesso Priestley nel citato trattato di fresco uscito §. 25. ha riconosciuto in parte questa verità. Si dichiara sul principio dell'opera, che per queste diverse specie d'aria non intende l'aria atmosferica diversamente modificata, ma bensì diverse specie di vapori estratti da diverse sostanze, ai quali dà il nome d'aria, perchè vestono una forma aerea, divenendo invisibili, ed elastici stabilmente. Anzi l'Aria stessa Atmosferica è un composto di terra, e acido nitroso, o di terra ed etere secondo il P. Barbarigo degno Professore di Fisica nell'Università di Padova nelli suoi *Elementi di Fisica* stampati nel 1773. Dalle cose però di sopra dette si fa noto, che l'aria atmosferica può impregnarsi di varie parti. Pare adunque che senza introdurre nuovi fluidi in natura colla semplice aria atmosferica, e colle parti diverse dei corpi ai quali tenacemente si attacca, sieno vapori, o esalazioni, e colla divisione dell'aria nelle sue parti componenti si possa rendere ragione delle specie diverse dell'aria finora conosciute. Accade alle arie quello che per alcuni accade alla materia elettrica. Fa questa tutti gli effetti del fuoco, eccettuato il far salire il Mercurio nel Termometro, e pure per alcuni non è il fuoco elementare da per tutto ugualmente disperso. Dunque, tirano in conseguenza, è un fluido separato dal fuoco. Quasi che il fenomeno del Termometro non potesse risolversi nella massima celerità con cui si muove il fuoco, per la quale non ha tempo di dilatare le parti del Mercurio, e farlo salire. Così si osserva che al fumo umido e cocente di alcuni luoghi della Solfatarà in Napoli se si esponga un pezzo di carta si asciugua dall'umido che ha, in vece di umettarsi; ma se si copra un ferro colla carta, benchè asciuttissima si inumidisce, e gronda acqua dal ferro; perchè i vapori del fumo si arrestano, e raffreddano dal ferro, e se li imbeve la carta. Ma nel primo caso passano velocemente i vapori caldi per li pori della carta, e seco portano le parti acquose di essa. Dobbiamo dunque guardarci in Fisica di non adottare nuove parole, per non far comparire nuove scoperte quelle, che sono antichissime.

27. Scendendo ora a descrivere tutte le diverse specie d'aria finora scoperte.

scoperte, e descritte da Pringle, e Priestley §. 25. se ne numerano dieci; e sono. 1. *Aria Fissa*, o *Mofetica*. 2. *Aria infiammabile*, o *delle Mine*. 3. *Aria nitrosa*. 4. *Aria Alcalina*. 5. *Aria acidomarina*. 6. *Aria acido-vitriolica*. 7. *Aria acido vegetabile*. 8. *Aria acido-fluore*. 9. *Aria corrotta*, o *Aria Flogisticata*. 10. *Aria deflogisticata*, o più salubre della comune. Dell' *Aria Fissa* abbiamo a sufficienza parlato nei §§. 22. 23. L' *Aria fissa* si produce dalla fermentazione, o dalla putrefazione; e in gran copia si ritrova nelle terre calcaree, dalle quali si cava colla fermentazione, che fanno coll' olio di vitriuolo; ed è più pesante dell'aria comune.

28. *La seconda specie d'aria è quella che si chiama Infiammabile, o delle Mine.* Questa si cava dalle miniere di carbone fossile dentro le quali scendendo con un lume si accende sovente tutta l'aria, e fa alle volte terribili esplosioni, che sono fatali ai minatori. Si cava ancora dalla acqua che ha un lento corso, e il fondo fangoso, che smosso fa delle ampolle alla superficie; queste due si chiamano *Arie infiammabili naturali*. Ma si cava ancora coll' arte, e con un istrumento, che or ora descriveremo, o facendo fermentare il ferro, lo stagno, o il zinc coll' olio di vitriuolo indebolito coll' acqua, o collo spirito di sal marino. Questa aria infiammabile, ha una elasticità permanente, ed è d'una leggerezza sorprendente; poichè un dato volume d'essa non pesa che  $\frac{1}{10}$  di un volume uguale d'aria straordinaria; onde perciò si distingue dall'aria fissa, o *Mofetica*. Si mescola coll' acqua facilmente, e perde la sua infiammabilità. Il celebre osservatore Cavalier Volta Milanese è stato il primo a scoprire, che da qualunque acqua di fondo fangoso, che smossa producesse ampolle sulla superficie si poteva cavare quanta si vuol aria infiammabile. Si immerga nell' acqua un' imbuto, a, e una mediocre caraffa di collo largo, b, da ricevere quello dell' imbuto, indi si ponga questa caraffa, b, obliquamente nell' acqua per escludere tutta l'aria Atmosferica. Tenendo e l'imbuto, e la caraffa sotto acqua si ponga il collo dell' imbuto, a, dentro la caraffa, e si tenga la base della caraffa a galla dell' acqua, tenendo tutto colla mano destra, si muova il fondo dell' acqua, dove si vedono uscire ampolle dall' acqua si corra coll' imbuto, e la caraffa si vedrà entrar nella caraffa l'aria, ed escludere l'acqua. Quando tutta è uscita, sarà la caraffa piena d'aria infiammabile. Allora lasciato cadere l'imbuto si chiuda la caraffa tenendola sotto acqua. Estratta la caraffa se aprendola si accosta un lume all'apertura uscirà una fiamma dal collo della caraffa, e sovente continuerà una fiammella a serpeggiare nella caraffa. Se non accade questo si sbatta l'apertura del collo contro la palma della mano, e si accosti al collo di nuovo il lume si vedrà la fiammella. Questo pare che provi l'adesione dell'aria infiammabile ai corpi; che sono il vetro, o la lenticola palustre che sempre entra nella caraffa. A caso in una caraffa entrò una mignatta, e re-

e restò nel collo, accendendosi l'aria e uscendo dal collo la fiamma uccide la mignatta, presa in mano se ne andava in frantumi. Forse quel fuoco aveva consumato il flogisto della mignatta, che fa la coerenza delle sue parti. Lo stesso Cavalier Volta ha trovato il modo di cavarla coll'arte dai corpi; per mezzo d'un'istromento, che è il seguente; a b, è un cannello d'ottone saldato ad argento, chiuso in a, <sup>Tav. 8.</sup> aperto in b. Se è gettato ha più durata. Si empie di crusca, o di legatura di legno. Indi si chiude in b con un sovero, avendo ben compressa la legatura, o crusca. Dentro il sovero, che in mezzo è bucatto si pone un cannello ripiegato di vetro, o d'ottone, b c i n, che termina in zampillo. Si pone il tubo, a b, sopra un foco mezzano che sta nel vaso AB. Il cannello, c i n, si pone nel vaso Cc pieno d'acqua. Scaldandosi il tubo, a b, comincia a uscire dal zampillo, n s, l'aria infiammabile in forma d'ampolle, onde applicandovi la caraffa m piena d'acqua e coperta dalla medesima, entrando l'aria dal zampillo nella caraffa, si empierà d'aria infiammabile, uscendo l'acqua; chiusa sotto acqua la caraffa, si estrarrà e farassi come sopra. Vedasi una bella Teoria, e molte nuove esperienze sull'aria infiammabile nella Raccolta di lettere del Cavalier Volta stampate a Milano nel 1777. e nel Tomo 34 degli opuscoli. La differenza tra l'aria comune, Flogificata, e Infiammabile, forse è questa. L'aria comune ha molto Flogisto, la Flogificata ne ha un'eccesso, e nell'una e l'altra è intimamente unito coll'aria onde non può infiammarsi come nell'aria infiammabile, in cui parte del Flogisto non è strettamente unito coll'aria. Lo stesso Cavalier Volta ha inventato lo *Schioppo*, o *Moschetto* forma <sup>Tav. 8.</sup> <sup>Fig. 4.</sup> to d'aria infiammabile, che in varj modi suol farsi. Si faccia il vaso C d'ottone col becco n dallo stesso metallo, che corrisponde dentro il vaso. Il filo grosso d'ottone, a b, coperto di cera di Spagna calda, eccettuato nelle estremità, b, a, si ponga dentro il becco n. Si riempia il vaso C per metà di crusca, o di legatura di tavola. Indi la bocca, c d, capo voltando il vaso C, si applichi al collo uguale d'una caraffa, in cui sia dell'olio di vitriuolo con la metà d'acqua. Il vaso C era per metà pieno di crusca, e l'altra metà vi era aria, nel rivoltarlo caderà nella caraffa, ove è l'olio, la crusca, e vi subentrerà altrettanta aria infiammabile prodotta dall'olio di vitriuolo. Si otturi subito il vaso C col sovero, c m d, e la caraffa con un'altro sovero, perchè non svapori il vitriuolo. Si accosti il bottone, a, al conduttore elettrico, o al piatto d'un'elettroforo, si produrrà una scintilla, che entrando pel filo, a b, nel vaso C accenderà l'aria infiammabile; perchè mescolata coll'aria comune, e facendo un gran fuoco istantaneo, e un colpo, come di moschetto sbalzerà il sovero, c m d, con grand'impeto in aria. Se nell'aria infiammabile non vi fosse mescolata l'aria comune, non si accenderebbe colla scintilla elettrica, perciò si lascia il vaso C, per metà pieno d'aria.

29. *La terza specie d'aria è la Nitrosa §.27.* Questa si cavò da Hales dalle Piriti di Walton adoprando lo spirito di Nitro, ed osservò che quando si mescolava coll'aria comune, produceva un'effervescenza, si tingeva di un color rosso imbrattato, e una parte dell'aria comune era afforbita. Priestley l'ha cavata collo stesso acido nitroso dal ferro, dal rame, dal bronzo, dallo stagno, dall'argento, dal Mercurio, dal Bismuto, e dal Nickel. L'Aria nitrosa si mescola volentieri coll'acqua, ed è più antisettica dell'Aria fissa vi muojono gli animali. Contiene del Flogisto, perchè agitata nell'acqua si muta in aria Flogificata, e continuando a sbatterla si cangia in aria comune. Si veda la dotta dissertazione dell'aria nitrosa e deflogificata del S. Abbate Fontana negli opuscoli di Milano volume 29.

30. *La quarta specie d'aria è l'Aria Alcalina.* Questa specie si cava da qualunque sale volatile, o dal suo spirito, ma da questo in minor quantità. Se ne cava in gran copia dal sale Ammoniaco mescolato con tre parti di calce spenta. Si pone il sale, o lo spirito in una caraffa, e vi si sottopone la fiamma della candela; e l'aria per mezzo d'un cannello ricurvo si fa scendere in una caraffa di collo largo piena di Mercurio, e immerla capovolta in un vaso pieno a metà di Mercurio. Salendo l'aria spingerà il Mercurio nel vaso. Così non potrà mescolarsi coll'aria comune. Se questa aria si accosta all'acqua se ne imbeve avidamente, e forma un vero spirito di sale ammoniaco volatile. Se si satura l'acqua di questa aria, diventa uno spirito fortissimo. Lo spirito di vino, l'Etere, e le spugne ne imbevono moltissima, ma niente l'olio, l'aria comune, l'infiammabile, la flogificata, il solfo, il nitro, il sal comune, le selci, e il rame. Mescolata in un vaso di vetro coll'aria fissa, forma dei cristalli alle pareti del vaso in forma di rete incrociati; come quelli che dà il sale ammoniaco distillato cogli alcali fissi. Fonde il ghiaccio con gran prontezza, e le candele in essa accese si estinguono.

31. *La quinta Specie è l'Aria Acido-marina.* Si cava questa dallo spirito di sal marino solo, o unito con limatura di ferro, o di piombo, o che è meglio dal sale stesso unito con poco olio di vetriuolo concentrato. Si espone il sale, o lo spirito a un lento fuoco. L'acqua beve avidamente questa aria, e cresce al doppio di peso, e un terzo del suo volume. Se in questa aria s'introduca della creta, si muta in aria fissa. Posta in essa una candela accesa si estingue. Le mosche e i ragni vi muojono, ma più tardi che nell'aria nitrosa.

32. *La sesta Specie è l'Aria acido vitriolica.* Si pone in una caraffa di vetro sottile dell'olio di vetriuolo, e appena si copre con gocce d'olio comune, o di trementina; deve esser poco, altrimenti scoppia la caraffa. Si espone indi alla fiamma di candela. Uscirà l'aria acido-vitriolica senza impeto, e si riceverà in una caraffa piena di Mercurio, che espellerà nel vaso di sotto, o si riceverà in una vescica floscia,

floscia, o senza aria. Questa vescica si lega al collo della caraffa, ove si pone il sale, e l'aria che esce empie la vescica d'aria. Per trasportarla deve la vescica essere aperta ancora dall'altra estremità, ed ivi esservi legato un cannello grosso di cristallo con sua chiave della stessa materia, per far uscire, o impedir l'esito all'aria. Non si adoprano i vasi del §. 30., perchè l'aria si vizierebbe sciogliendo il Mercurio, essendo piena d'acido. Quest'aria è assorbita avidamente dall'acqua ed estingue le candele. Forma coll'acqua un'acido vitriolico volatile, o sulfureo, ed è più pesante dell'aria comune.

33. *La settima specie è l'Aria acido-vegetabile.* Si sviluppa questa dall'aceto concentrato, come l'aria alcalina §. 30. Quest'aria vizia l'aria comune, estingue le candele, ed è assorbita avidamente dall'acqua. Avendo in essa introdotta Priestley una bolla d'aria comune, si dilatò questa in modo che escluse l'acqua introdottasi nel Mercurio.

34. *L'ottava è l'Aria acido-fluore.* Dobbiamo al Signor Scheele Svedese la scoperta dell'acido, che è contenuto in quella specie di Spato, chiamato *Fluore*. Si cava questa aria lambiccando con vasi di vetro il Fluore, come si fa per fare lo Spirito di Nitro. Quest'aria corrode il vetro, e alle volte lo trafora. Se nel recipiente vi è acqua la copre di una crosta petrosa. Priestley per meglio esaminare quest'aria, e dargli una forma aerea versò in un vaso di vetro sopra il fluore polverizzato un poco d'olio di vitruolo, e uscì subito una quantità di quest'aria assai diafana senza alcun fuoco. Introducendo l'acqua nella caraffa formò subito una sostanza petrosa, che fu rotta dalla nuova aria che usciva dal fluore; indi si formò nuova crosta, che fu rotta dall'aria sopravvegliente; e così si continuò a poco a poco, tutta l'aria prodotta, mutandosi in croste al contatto dell'acqua. Queste croste sono probabilmente formate dalla sostanza terrea del fluore unita coll'acido di vitruolo, reso volatile da porzione di flogisto, che stava nel fluore.

35. *La nona specie è l'Aria corrotta o flogificata.* L'Aria Atmosferica che è respirabile a tutti gli animali si rende inetta alla respirazione per quantità di Flogisto in essa introdotto come abbiamo veduto in fine del §. 28. Tre sono le cause di questa introduzione: *Prima* la traspirazione continua degli animali. *Seconda* la respirazione degli animali. *Terza* la corruzione degli animali, e delle piante. Ogni animale nel respirare, e ogni fiamma per conservarsi consuma una data quantità d'aria, e la rende inetta alla respirazione; come dimostra la quotidiana esperienza. Una fiamma di candela consuma in un minuto, 4 Pinte d'aria; o pollici cubici 192. Un uomo consuma poco più di un terzo d'aria della fiamma di una candela. Quindi si osserva che una fiamma posta dentro un'alta campana chiusa, in pochi minuti da se si estingue, e un'uomo tenendo un collo di fiasco ben stretto in bocca, e otturandosi le narici non può reggere a respirare che qualche secondo; perchè poca è l'aria che sta nel fiasco; onde

presto si rende inetta a respirarsi. Questa inettitudine si attribuisce comunemente alla perdita che si fa dell'elaterio nell'aria, o pel mescolamento di parti eterogenee che escono dai corpi animali, o per rarefazione della fiamma, ed ha del probabile questa spiegazione. Vista la prima, e seconda causa della corruzione dell'Aria atmosferica, vi è la terza causa che è la putrefazione dei corpi animali e vegetabili. Nella soluzione che si fa dei corpi esalano questi nell'aria molte particelle eterogenee colle quali, dirò così, invischiano in modo le parti dell'aria, che non possono più liberamente esercitare il loro elaterio, onde si rende l'aria inetta alla respirazione. Ciò vediamo ancora negli ospedali, dove per le esalazioni pestifere degli ammalati si rende l'aria inetta alla respirazione, e spesso aggravano i mali, e le operazioni chirurgiche non sono felici. Quindi è nato il comodo uso del *Ventilatore* inventato da Hales, con cui si rinnova l'aria di tanto in tanto con felicissimo successo negli ospedali, e nei vascelli.

36. Questo è ciò che ha studiato l'arte in piccolo per prevenire gli effetti nocivi dell'aria che si rende inetta alla respirazione, con inventare il ventilatore, o rinnovatore dell'Aria. Ma la natura che opera in grande, e in tutta la terra deve prevenire gli effetti dannosi, che produrrebbero le tre esposte cause §. 35. della putrefazione, che sono migliaja, e migliaja in tutta la natura ha adoprato macchine corrispondenti alla quantità delle cause, che corrompono l'aria. Da per tutto vi sono, in gran copia uomini, e animali che viziano l'aria. Da per tutto vi sono fuochi fatti per l'uso degli uomini, oltre i Vulcani che corrompono l'aria di continuo. ~~Da per tutto muojono molti~~ alberi, e animali alla giornata. Cause tutte che dal principio del Mondo a questa parte avrebbero già dovuto rendere da per tutto inetta a respirarsi l'aria dell'Atmosfera. Ma pure si osserva che l'Atmosfera non si è corrotta. Esaminò il dotto Priestley quali fossero queste cause in natura che restituivano di continuo la salubrità, all'aria, che in più luoghi è viziata. Trovò dopo replicate esperienze che i vegetabili, e le acque del mare, dei laghi, dei fiumi, e dei fonti sono le due gran macchine delle quali la natura si serve per restituire all'aria la salubrità perduta per le tre cause esposte §. 35. Viziò l'aria dentro una campana col porvi dentro un lume fino a che s'estinguesse; indi vi pose dentro un vaso con una pianta, e in poco tempo tornò quell'aria ad esser salubre; perchè ci vissero qualche tempo degli animali, ne la candela di nuovo posta si estinse subito. Ma il contrario accadde subito estinta la prima candela. Molte altre sperienze fece con qualunque specie di piante, e sempre gli accadde lo stesso, ne trovò distinzione alcuna in questo tra pianta, e pianta; ugualmente erano buone le piante aromatiche, e salutari, che le altre, anzi ancora le piante venefiche, come il Solano, la Cicuta ec. Ripeté le stesse esperienze ponendo la Campana in parte immersa nell'acqua, e questa senza al-  
tre

tre piante assorbì le parti impure dell'aria. Da una lunga serie d'esperienze fatte dal Signor Priestley si ricava che le piante assorbono di continuo, e si nutrono delle parti putride dell'aria, e con ciò restituiscono colla loro traspirazione ad essa la sua salubrità. La stessa proprietà di assorbire le parti putride dell'aria ha l'acqua. Quindi tutte le acque che sono sulla superficie della terra hanno questa proprietà di assorbire ciò che vi è di putrido nell'aria. Allo stesso uso sono destinate l'erbe tutte, e gli alberi che vestono la superficie della terra. Anzi i Boschi stessi, e le acque benchè lontane dai luoghi abitati hanno lo stesso uso; perchè i venti che spirano nei luoghi d'abitazione portano alle piante il loro nutrimento benchè lontane. Lo stesso uso hanno le acque del mare, dei laghi, e dei fonti. Da queste osservazioni ricaviamo il metodo di rendere salutare l'aria delle camere dove dormiamo, o pure di quelle ove sono ammalati di febbri putride, col tenere principalmente varj vasi di piante dentro di esse. Questo ristabilimento dell'aria per mezzo delle piante lo attribuisce a due cause il Signor Changeux negli opuscoli che si stampano a Milano volume 22. Le piante odorose operano sull'aria coll'introdurvi le loro salutari particelle che traspirano di continuo; e le piante non odorose operano sull'aria solamente col loro assorbimento; e ciò fonda su d'una accurata e semplicissima esperienza, come ivi si può vedere.

37. La decima specie è l'*Aria deflogisticata*, che si può fare cinque volte più salubre dell'aria comune. Per avere quest'aria, ed esser sicuro che sia ben deflogisticata; perchè se ha flogisto sarebbe aria infiammabile, o corrotta, o flogisticata, si inumidiscano con spirito di nitro i fiori di zinc, o la pietra calcarea polverizzata, e ridotta in pasta, e asciugata, e polverizzata. Indi si lasci bene seccare il Zin, o la pietra calcarea, e si ponga nella caraffa lunga di vetro Fig. 5 che si esponga a fuoco vivo, l'aria che ne esce si raccolga in una caraffa piena di Mercurio, o in una veslica §. 30. 32., o si faccia entrare nell'acqua, questa si imbeverà dell'aria fissa uscita, e quello che resta sarà l'aria salubre cercata. Vedasi Priestley, e l'Abbate Fontana nel volume 29 di Milano. Tav. 8.  
Fig. 5.

38. I Signori Pringle, Blak, Macbride, e Priestley sono di parere che tutte queste arie siano di natura loro diverse. Per lo contrario il Signor de Machy dimostratore di Chimica a Parigi in una memoria letta all'Accademia delle Scienze, e il Signor de Morveaux in una memoria recitata all'Accademia di Dijon, e il Dottor D. Niccolò d'Andria nella lodata lettera §. 26, e il Signor Baumè nella sua Chimica credono che tutte queste specie d'aria altro non siano che l'*Aria Atmosferica* §. 26 impregnata di varie specie di parti che svaporano ed esalano dai corpi. La ragione del Signor de Machy principale si è che ora impiegando i tre acidi naturali, ora altre materie atte a fare effervescenza, ha avuto sempre i risultati di Macbride, quando l'aria di que-

di queste effervescenze passava immediatamente sui corpi pretesi privi di aria; ma non gli ha avuti mai quando ella non vi giungeva se non che dopo aver deposto per strada le parti eterogenee di cui era pagna. Il Signor de Morveaux si è assicurato che l'aria fissa fatta coll'acido vitriolico contiene realmente un'acido, perchè muta il colore azzurro in rosso, cosa che nega Priestley, che dice, che l'aria fissa non contiene alcun'acido, ma è un'aria *sui generis*. Anzi Morveaux mescolando in una data dose l'acido vitriolico coll'acqua produsse la stessa acqua che s'impregna d'aria fissa. Il Dottor Andria, oltre le ragioni addotte §. 26. per provare lo stesso, spiega l'esperienza su cui si fonda principalmente Priestley della precipitazione della calce, per conchiudere che queste arie hanno una natura particolare. Dice Priestley. La terra calcarea di cui sono composte le pietre da calce non si scioglie nell'acqua per la gran coerenza che ha. Questa coerenza nasce dall'aria fissa che tiene unite le parti della terra calcarea. Se le pietre composte di questa terra si espongono a un fuoco violento, e si riducono in calce, svaporando tutta l'aria fissa, che le teneva unite, restano così attenuate le parti di questa che di pesanti che erano, diventano leggiere, e perciò si sciolgono nell'acqua, senza che questa si alteri punto nella trasparenza. Se questa acqua di calce si impregni d'aria fissa, acquistano di nuovo le parti della terra calcarea l'antica coerenza, divengono pesanti, come prima, si rendono sensibili nell'acqua, imbiancandola, e precipitano al fondo del vaso. I sali alcalini producono, posti nell'acqua di calce lo stesso effetto, perchè abbondano d'aria fissa. Risponde il Signor Andria che se tutto ciò esposto da Priestley fosse vero, solamente coll'aria fissa si avrebbe la precipitazione della terra calcarea; ma questa precipitazione si ha ancora ponendo nell'acqua di calce i sali alcalini caustici, che certamente non contengono aria fissa. Dunque questi sali alcalini operano lo stesso effetto che l'aria fissa, perchè scompongono il sale selenitico, che è sciolto nell'acqua di calce; e va al fondo, restando nell'acqua sciolti i sali caustici, perchè hanno maggior affinità coll'acqua del sale selenitico. Così ancora l'aria fissa precipita l'acqua di calce scomponendo un sale a base terrestre che manda al fondo, ed essa resta attaccata alle parti dell'acqua per la maggior affinità che ha con essa, di quello che le parti del sale.

39. Data un'idea generale della natura dell'aria e delle sue specie possiamo ora più facilmente concepire alcune *Macchine*, ed *Istumenti* inventati per fare molte altre esperienze sopra di essa; ed esaminare le variazioni continue, alle quali è soggetto il suo peso, il caldo, il freddo, l'umidità ec., alcune di queste noi descriveremo presentemente.

*Primo*, quando si vuol provare l'attuale forza dell'aria, o la sua compressione, che spesso si muta, applicato alla caraffa A, nella quale sia del mercurio, fino alla metà, il coperchio d'ottone C, fatto a vite  
con

Tab. 9.  
Fig. 13.

con cerchio di pelle ingrassata d'olio, e che ha unito il lungo cannello di vetro, che arriva sino al fondo della caraffa; si copra questa colla campana D, alla quale è unito il grosso tubo F. Votando d'aria<sup>Tav. 9.</sup> la campana D si voterà ancora il sottilc cannello C, che è aperto da<sup>Fig. 13.</sup> tutte due le parti, e l'aria, che sta in CA, non trovando esito spingerà il mercurio nel cannello sino a quell'altezza, che è proporzionale alla compressione attuale, che fa.

40. *Secondo*, sopra la campana A s'applichi il piatto d'ottone col<sup>Tav. 9.</sup> la chiave, e il tubo B della stessa materia; chiusa la chiave si voti<sup>Fig. 12.</sup> d'aria la campana; indi posta l'estremità del tubo dentro i carboni ardenti s'apra la chiave, così che l'aria di fuori obbligata a passare per lo fuoco entri nel voto A, si troverà, che quest'aria è affatto inetta alla respirazione; perchè alzando il coperchio, e ponendovi tosto un picciolo animale in breve morirà, nè ciò può rifondersi nel calore, perchè il vetro A resta freddo, come prima; onde più tosto dobbiamo credere, che le parti sulfuree del carbone rendano inetta l'aria per respirarsi. Se si cala in essa un lume, tosto si estingue, ma purifica l'aria sino a quella profondità, dove s'è esposto; tornandolo ad accendere, e calandolo successivamente a varie profondità, si potrà purgare di nuovo tutta quest'aria.

41. *Terzo*, per fare l'esperienza del §. 610. Parte seconda che ri<sup>Tav. 10.</sup> guarda il bollimento dell'acqua nel voto, alla campana, g, posta sopra<sup>Fig. 2.</sup> il piatto, y, si adatta un tubo, che comunica col collo della caraffa, x, dentro cui sta l'acqua, e il cannello del termometro sospeso in mezzo con due turacciuoli di sovero, che si pongono nel collo della caraffa, su cui si notano con i fili i gradi del termometro per dimostrare, che nel voto l'acqua bolle al grado 64; il vaso del fuoco si pone su la tavola z.

42. *Quarto*, quando vogliamo votare d'aria una caraffa, per esem<sup>Tav. 10.</sup> pio A, si ponga sotto il cilindro D, a cui s'applichi il coperchio F<sup>Fig. 4.</sup> d'ottone per mezzo della cera. Nel tubo F della stessa materia vi sono varj cerchi di cuojo ingrassato, per gli quali passa il filo d'ottone E, alla cui estremità v'è il pezzo d'ottone C, dentro il quale si ferma il turacciuolo B di cristallo coperto di cera, che si tiene fermo per mezzo della vite, d, sopra l'orlo della caraffa A. L'anello d'ottone, che sta sopra F, si cala sino in F stringendo la vite; altrimenti nel votar l'aria dal cilindro D, quella, che è di fuori, spingerebbe giù il filo d'ottone E, e il turacciuolo B chiuderebbe prima del tempo la caraffa A. Votato d'aria il cilindro D insieme con questa, aprendo la picciola vite, che sta sopra F, si comprime il filo E, e per conseguenza il turacciolo B chiude la caraffa; onde questa rimane vota, quando si torna a dar l'aria al cilindro D.

43. *Quinto*, per sperimentare se il suono nel voto si senta, sopra il<sup>Tav. 9.</sup> cuscino di lana B si pone un pezzo di piombo A, su cui perpendico<sup>Fig. 10.</sup> lar.

larmente stanno eretti due fili grossi d'ottone, dai quali sta sospeso un campanello per mezzo di fili di seta. S'adopera la lana, e il piombo, acciocchè il moto del campanello non si comunichi al piatto, e da questo all'aria esteriore; ciò non riflettendo alcuni, credettero, che il suono ancora senz'aria potesse comunicarsi. Si adatta il grosso filo d'ottone EG, alla cui estremità è unita la coda GI per muovere il campanello; prima di votar l'aria si cala la vite H coll'anelletto in F, acciocchè il filo EG non scenda dentro. Votata l'aria, girando il filo d'ottone EG, si muove il campanello, ma il suono non si sente. In vece del campanello si pone da alcuni uno svegliarino a due campane, e dandogli la corda, che dura mezz'ora tosto col ferro GI s'alza una punta, e si pongono in moto le campane per mezz'ora continua, e più se si vuole.

*Tav. 10. Fig. 5.* 44. *Sesto*, quando si deve sperimentare l'effetto, che produce qualche polvere versata sopra qualche liquore nel voto, si pone il fluido nel vaso H, e dentro il pezzo d'ottone A fermato sul piatto si mette la polvere; all'estremità del filo grosso d'ottone E, che passa per lo coperschio F, s'applica la riga d'ottone G, che movendola fa scendere la polvere nel vaso H. Se in vece di questo si ponga un ferro rovente; potranno sopra di esso gettarsi dei corpi, per osservare, come s'abbrugiano nel voto; il zolfo manda un poco di fiamma, che tosto s'estingue, e la campana si riempie di fumo, e il mercurio nel cancello di fuori scende; locchè indica, che dal zolfo esce una materia elastica; gli altri corpi gettati sopra un ferro rovente producono molto fumo, e nell'aprir la campana si trovano tutti consumati.

*Tav. 9. Fig. 21.* 45. *Settimo*, per mescolare insieme due liquori, si pone uno di questi nel vaso D, e l'altro nella caraffa A, che sta sospesa nel pezzo d'ottone B; è sostenuto il suo corpo dalla foglia d'ottone BC. Votata d'aria la campana, per mezzo del filo grosso d'ottone FEG, si preme il collo della caraffa; onde s'obbliga il liquore di essa a scendere nel vaso D. Tentando varj liquori si osserverà, che alcuni fanno abbassare il mercurio, altri no; molti producono caldo, altri freddo; alcuni fermentano, altri no ec. ma rari producono fiamma.

*Tav. 11. Fig. 3.* 46. *Ottavo*, se s'immerge il tubo BCA dentro l'acqua fino in C, otturando col dito D l'apertura di sopra, elevandolo dal vaso, l'acqua CB resterà sospesa dentro il tubo: se si alza il dito scende immediatamente; chiudendolo di nuovo torna a fermarsi. La ragione di questo fenomeno l'abbiamo già assegnata nel §. 883., e legu. della prima parte; qui solamente osserviamo, che se l'apertura B fosse larga, la colonna d'acqua BC premerebbe con più forza l'aria; essendo le pressioni de' fluidi, come la base, e l'altezza; onde la solidità dell'aria, e la sua forza elastica, che esercita contro la superficie dell'acqua in B, non farebbero capaci di mantenere l'acqua sospesa, ma dividendone le parti s'infinuerebbe l'aria nel tubo, e l'acqua, come più grave scenderebbe.

47. No.

47. *Nono*, si rende ragione della *Fontana intermittente*. Sia il vaso *ABBC* di latta, ed abbia una figura esagona, perchè possa dai sei lati *K, K* ec. gettare acqua; il cannello *DA* arrivi fino in *C*. Il vaso *N* è voto di dentro, ed ha saldato il bacino *MM*, in mezzo del quale v'è un foro, che lo fa comunicare col vaso *N*, e vi sta fermato il tubo *F*, che in *G* ha un'apertura. Dentro questo tubo, o al di fuori si pone il cannello *ED*. Il forame, che sta in mezzo al bacino *MM* si può aprire, e chiudere ad arbitrio per mezzo d'una lastra, che gli sta sopra ed è così lunga, che corrisponde in *L*. Levando il vaso Esagono *BAB* dal cannello *F*, per mezzo del tubo *CD* si riempia d'acqua, che non potrà uscire dalli sei fori *K, K* ec. perchè sono sottili §. 46. si riponga di nuovo come si vede in figura, il peso, che ha l'acqua di sopra la farà scendere per gli fori *K, K* ec. e nel tempo stesso per l'apertura *G* entrando l'aria nel tubo *DC*, e nel vaso *BAB*, seguirà ad uscire, cadendo nel bacino, e da questo nel vaso *N*. Ma se spingendo in dentro la lastra *L*, si chiuda il foro del bacino, l'acqua obbligata a restare in esso, sollevandosi otturerà l'apertura *G*, onde non potendo entrare più aria nel vaso *BAB*, cesserà l'acqua d'uscire per gli cannelli sottili *K, K* ec. aprendo di nuovo il foro del bacino, l'acqua per esso scendendo nel vaso *N*, darà adito all'aria d'entrare di nuovo in *A*, onde torneranno i cannelli a versar l'acqua.

48. *Decimo*, può facilmente concepirsi l'*Archibuso a vento*, detto ancora *Pneumatico*. Si formi la canna di metallo *AK*, dentro cui si pone la palla *K* sopra la quale si comprime la carta. Intorno al tubo ve n'è un altro *CSERLD*. In *L* v'è un'animella forte di cuojo ingrassata, che per mezzo della forte molla *R* tiene otturato il foro della canna *KA*. Col beneficio dello stantuffo *SNM* si condensa l'aria nel tubo esteriore *CERD*; imperocchè spinta questa collo stantuffo apre la valvola *P*, e da questa passa in *EC, OD* dove si condensa. Il ferro *O*, che è grilletto del fucile di questo schioppo, che abbiamo in disparte delineato, passa per un legno coperto di cuojo ingrassato, e s'unisce colla valvola *L*. Quando si tira in dietro il grilletto, s'apre un poco la valvola *L*, e l'aria condensata in *CERD* col suo elaterio spinge violentemente la palla *K*, come fosse la polvere comune, che s'usa; indi la molla *R* premendo di nuovo la valvola *L* impedisce, che l'aria condensata proseguisca ad uscire; di modo che ponendovi un'altra, o più palle successivamente, si possono più volte colla stessa carica far uscir fuori.

49. *Undecimo*, si spiegano i *Barometri*, l'invenzione de' quali la dobbiamo interamente ad Evangelista Torricelli, per mezzo dei quali si misura continuamente la compressione dell'atmosfera. Per formare un esatto Barometro, questa è la regola. Si prenda una libbra di mercurio, o quanto se ne ricerca per poter empire soprabbondantemente il cannello di cristallo *ABC*, e posto per dentro una caraffa di collo stretto

stretto capovoltandola, si lasci a poco a poco scendere in un altro vaso; indi si faccia più volte passare per una pelle di camoscio, premendolo sotto il torchio; si lavi inoltre nell'acqua forte; e s'usino più diligenze acciocchè sia bene depurato; locchè non così facilmente s'ottiene. Dopo averlo purgato si faccia bollire al fuoco dentro un vaso di terra inverniciato, che si cuopra leggermente, in questo modo si libera dall'umido, e dall'aria, che contiene. Sia pronto il cannello di cristallo ABC ermeticamente chiuso in A, e uscito di fresco dalla fornace; acciocchè l'aria non si sia attaccata alla sua cavità interna. Il diametro di questo sia di 2, ovvero 3 linee, l'altezza di 33, in 34 pollici del Reno, e si scaldi leggermente, e da per tutto ugualmente. Dentro di esso si ponga un filo pulito di ferro caldo, dalla parte aperta C, che arrivi fino al fondo A, e all'orlo C un imbuto di vetro; o pure si faccia fare alla fornace un picciolo imbuto, il cui collo sottile sia lungo come il cannello CA, e senza adoperare filo di ferro si ponga questo nel tubo. Si versi dentro questo imbuto non interrottamente il mercurio caldo, avvertendo che il cannello, il filo di ferro, o l'imbuto siano anch'essi caldi. Empiuto il cannello d'argento vivo s'estragga diligentemente il filo di ferro, o l'imbuto; se l'argento vivo non bolliva, quando s'è posto nel tubo, s'espunga orizzontalmente, e con diligenza dalla parte A il tubo al fuoco, per fare, che tre, o quattro pollici di mercurio, cominciando da A bollano dentro il cannello, e col filo di ferro, che arrivi in A, si vada movendo, perchè l'aria possa uscire dall'estremità C col moto del filo. Si tenga per 48 ore il tubo coll'estremità C aperta in alto, per dar tempo all'aria d'uscire perfettamente. Indi con un corto imbuto s'empia interamente il cannello di mercurio bollente, che verso C sarà rimasto non pieno, a cagione dello spazio occupato dal filo di ferro, quando s'infondeva l'argento vivo; stando così voltato all'ingiù il tubo, s'inferisca in C un vaso, a d e b, tondo, o quadro, che sia, purchè la sua capacità possa misurarsi, e sia piano di sotto; più largo è, più esatto ancora sarà il Barometro. Tenendo compresso il vaso contro l'estremità C del cannello si ponga questo sopra il piede C, e il cannello si leghi con fili sottili di ottone dentro un canale fatto sopra la tavola CD; fermato in questa maniera il tubo, e il vaso, dimodocchè l'estremità del cannello C, tocchi il fondo, si rivolti la tavola come si vede in figura, per sospenderla dal punto C. Siccome la pressione dell'aria non tiene sospeso il mercurio, che a 30 pollici al più, e il tubo è alto 33; così scenderà il mercurio, da A fino all'altezza, che è proporzionale all'attuale pressione dell'atmosfera, lasciando verso A, 3 pollici, o più voti perfettamente d'aria. La tavola CD deve essere di legno secco, e grossa; perchè non si storca col tempo. Se avremo un altro barometro esatto, si guardi a che altezza è in questo il mercurio; supponiamo, che sia a pollici 28 di Parigi, o

30 in

30 in circa del Reno; si noti sulla tavola CD all'estrema superficie, dove è il mercurio da una parte 28, dall'altra 30; e poi scendendo, i pollici 27, 29; 26, 28; 25, 27. non ricercandosene di più. Imperocchè secondo le osservazioni fatte dal Muffchenbroek nel 1735; la minima altezza del mercurio nel Barometro è di  $27 \frac{1}{6}$  pollici del Reno; la massima 30; onde tutta la variazione consistendo in tre pollici, questi solamente divisi in linee devono notarsi. Così ancora secondo gli Accademici di Parigi la minima altezza è di 26 pollici Parigini, e 4 linee; la massima di 28 pollici, e 4 linee. Nel notare l'altezza del mercurio nel cannello, conviene porre l'occhio nello stesso piano della sua superficie; perchè ponendolo più alto, o più basso, la rifrazione, che patisce il raggio visuale, nel passare per la grossezza del cristallo, fa comparire più bassa, o più alta la superficie del mercurio nel cannello, onde segnando sulla tavola, si commetterebbe errore. Ma se per notare i pollici sopra la tavola, non vi sia altro Barometro esatto, in questo caso, cominciando dalla superficie, de, del mercurio nel vaso, a numerare i pollici, si salga sino all'estrema superficie verso A; se si trova, che il mercurio sta alla massima altezza, cioè a pollici 30 del Reno, quivi si segni il 30, e di sotto 29 ec. come abbiamo esposto; ma se si trova più basso; cioè che la superficie del mercurio corrisponda per esempio a 28 pollici, e mezzo del Reno; in questo caso è segno, che essendosi diminuita la pressione dell'atmosfera è sceso il mercurio dal cannello nel vaso, ab; onde s'è alquanto innalzata la superficie, de, da dove abbiamo cominciato l'enumerazione; e questo innalzamento è in ragione inversa della superficie, de, che è la base del vaso, alla superficie, o base del cannello; sapendosi dalla Geometria, che due cilindri uguali reciprocano le basi, e le altezze; perciò se la colonna del mercurio scesa aveva di base 4 linee quadrate, e d'altezza 18 linee; essendo la stessa colonna scesa nel vaso che ha una base larga, se la superficie, de, farà 36. linee quadrate, facendo la proporzione inversa  $36 : 4 :: 18 : x$ , troveremo  $x = 2$  linee; e perciò la stessa colonna mercuriale avrà in, de, l'altezza di 2 linee. Dunque in questo caso non dovremo cominciare la divisione dei pollici dalla superficie de, ma due linee più sotto; così salendo troveremo il vero numero, che corrisponde all'altezza, che ha il mercurio nel cannello. Perciò non essendovi Barometro esatto, a cui riferire il nostro, per farne la graduazione, dovremo esplorare la superficie, o base del cannello, e del vaso, che la determineremo per mezzo de' loro diametri; cominceremo a contare dalla superficie, de, salendo verso A, sino ai 30 pollici, e notando a che linea corrisponde l'attuale superficie del mercurio; indi osservando quante linee sta sotto il 30, per sapere l'altezza della colonna di mercurio, che è scesa nel vaso, ab, da cui per mezzo della proporzione inversa ricaveremo, quanto più in sotto della superficie, ed, debba cominciarli a numerare i pollici. Se la base del vaso fosse confide-

rabilmente grande, rispetto a quella del cannello, non si ricerca questa accuratezza; ma in tal caso, o converrebbe, che il valo fosse assai largo, locchè è incomodo per trasportarlo da un luogo ad un altro, o il cannello assai stretto, locchè spesso per la forza attraente tra il mercurio, e il vetro renderebbe immobile l'argento vivo. Qui si deve con diligenza osservare che un barometro di braccia uguali misura sempre la metà delle variazioni che indicano le altre due specie di barometri, o che hanno braccia disuguali, o che sono un tubo immerso in un vaso di Mercurio. Sia un barometro formato da un cannello rivoltato, cosicchè abbia due braccia tra di loro parallele, di diversa lunghezza, ma di uguale grossezza. Si diminuisca la forza premente dell'aria, cosicchè equivalga ad una linea di abbassamento di Mercurio, non si abasserà quello nel braccio più lungo d'un' intera linea ma di una mezza linea solamente per conservar l'equilibrio di prima; perchè d'una mezza linea si alzerà nel braccio più corto. Perciò nel braccio più lungo indicherà il Mercurio solo la metà dell'abbassamento che indica un' altro barometro di braccia disuguali. Per essere sicuro, che dentro il Barometro non vi sia aria; s'alzi, e s'abbassi leggermente la tavola in un luogo oscuro; se nella parte vota verso A si vede lume, indica questo, che v'è rimasta dell'aria, e perciò il Barometro è un Fosforo, ma non perfetto Barometro; perchè quel poco d'aria impedisce, che la pressione dell'esteriore sopra la superficie, d e, non s'eserciti interamente. Per rendere più sensibili queste variazioni nel peso dell'aria il Signor Prinns adopera un cannello conico, aperto nella sua base, e chiuso alla punta, ~~senza porvi alcun vaso sotto~~, ma chiudendo solamente la base C largamente con bombace. Siccome la massima altezza del mercurio in un tubo cilindrico, la cui base fosse uguale a quella del conico C, sarebbe di 30 pollici; così se la stessa colonna di mercurio dovrà situarsi nel cannello conico, che va sempre diminuendosi, più che e' accostiamo al suo vertice A, occuperà un'altezza maggiore di 30 pollici, a proporzione che il tubo si ristringerà più, o meno; onde il pollice primo, o trentesimo d'argento vivo occuperà nel cannello fatto conico 2, ovvero 3 pollici d'altezza; perciò le linee, o dodicesime parti faranno più sensibili; il pollice ventinovesimo di mercurio avrà l'estensione di due pollici, ec. Per formare questi Barometri si ricerca un tubo alto 40, ovvero 45 pollici, non solamente per supplire alla variazione maggiore dei tre pollici di sopra; ma acciocchè la colonna del mercurio sia lontana dalla base C, di modo che abbassandosi non debba uscire dal cannello, si richiede inoltre il votare esattamente d'aria il cannello, e usare diligenza somma nel rivoltarlo, e nel muoverlo dopo che si è fatto. Sono comodi a trasportarsi, perchè basta rivoltarli colla punta A di sotto, e tenerli in questa forma per tutto il viaggio. Per dividerli è necessario avere un altro Barometro cilindrico esatto. Solevano prima di questa invenzione, per rendere più visibile il can-

cangiamento, servirsi di un tubo cilindrico più lungo di quello, che abbiamo descritto, che 9 pollici distante dal punto A era piegato sotto un angolo ottuso; in questo modo diminuito il peso del mercurio, perchè obbligato a salire per un piano inclinato verso A, i pollici quivi erano più lunghi; onde la scala della variazione era maggiore.

50. Molte sono le cagioni, che accrescono il peso dell'atmosfera. 1, i Venti non costanti, che radunando l'aria più in un luogo, che in un altro, la rendono quivi più densa. Onde è, che sotto la Zona torrida, dove i venti non cangiano, ma sempre regna lo stesso, non s'osserva alcuna considerabile variazione, secondo, che nota Allejo nelle Transazioni Inglese. 2, il Freddo, che accrescendo la densità dell'aria, obbliga questa a scendere più bassa, onde diminuita la sua forza centrifuga, s'accresce la centripeta, o la sua gravità. 3, i Vapori, e le Esalazioni; non quando salgono in aria, ma dopo che sono giunti all'altezza conveniente al loro peso, e si sono egualmente distribuiti nell'atmosfera; e compongono un sol corpo quieto con essa, locchè accade in tempo sereno. Quando s'innalzano, spingendo l'aria all'insù, diminuiscono la sua compressione. Onde osserviamo, che nel tempo buono, e sul principio d'estate, in cui la terra molto traspira, il mercurio sta alto nel barometro. Molte altre sono le cause, che diminuiscono il peso dell'aria. 1, alcuni venti, che spirando da terra in alto, spingono l'aria all'insù, e la impediscono di comprimere i corpi. 2, il calore del sole, o da altra causa sotterranea prodotto, che dilatando l'atmosfera, la slontana da terra, e accresce la sua forza centrifuga. Quindi osserviamo, che nei massimi calori estivi di Luglio, o Agosto il mercurio nel barometro è più basso, che in tempo d'inverno; quantunque dilatandosi anche esso a cagione del caldo, occupi più spazio nel cannello, che quando è freddo. 3, dopo una pioggia dirotta, per la quale si sgrava l'aria di quantità di vapori, e d'esalazioni, che erano in essa 4, se l'aria da qualche vento particolare, o dalle esalazioni, che escono in qualche luogo determinato della terra, è posta in una specie d'effervescenza, e perciò si rarefa, e sale in alto; locchè avviene, quando è imminente qualche tempesta d'aria. Da queste cagioni si ricava, che per mezzo del barometro non possiamo determinare il tempo buono, o cattivo. Quando il Cielo è sereno, il mercurio sta sollevato, quando è imminente la procella s'abbassa, ma non sempre, che si deprime, o s'innalza indica tempo cattivo; o buono. L'uso adunque sicuro del barometro è di notare la maggiore, o minore compressione dell'aria. Sebbene in Paesi diversi, e nello stesso Paese in tempi diversi, varia la pressione dell'aria, ciò non ostante in cialchedun paese si dà la massima, e la minima altezza del Mercurio nel Barometro in certi tempi dell'anno che è diversa; onde anche diversi sono in cialchedun paese i limiti delle variazioni del Mercurio, come apparisce dalla tavola seguente.

Paesi

Paesi diversi.	Altezza massima.	Altezza minima.	Variatione in Poll. Parigi.
Londra.	Poll. Ingleſi. 30. $\frac{3}{8}$	Pol. Ingl. 28.	2 $\frac{9}{40}$
Parigi.	Pol. Par. 28. $\frac{3}{5}$	Pol. Par. 26. $\frac{3}{5}$	2.
Olanda.	Pol. Ren. 30.	Pol. Ren. 26. L. 10	2. 10. Lin.
Napoli.	Pol. Par. 28. L. 2.	Pol. Par. 26. L. 3	1. 11. Lin.
Perù.	Pol. Par. 28.	Pol. Par. 27. L. 9	3. Lin.
Tra i Tropici.	Pol. Par. 26. L. 11	Pol. Par. 26. L. 6	5. Lin.
Lima.			7. Lin.
Quito.	Pol. Par. 20. $\frac{1}{4}$	Pol. Par. 26. L. 1. $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$ Lin.
Java.	Pol. Par. 28. L. 5	Pol. Par. 28. L. 2. $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ Lin.
Capo di bona Speranza.			9 $\frac{1}{2}$ Lin.
Madera.	Pol. Ingleſi. 30. $\frac{15}{100}$	Pol. Ingl. 29. $\frac{15}{100}$	1 $\frac{15}{100}$ L. In.
Upminſter			Pol. Ingl. 2 $\frac{5}{100}$
Pietro burgo.			3 $\frac{31}{100}$

51. L'abbaffamento dell'argento vivo, quando è imminente il tempo cattivo, e l'innalzamento nel buono, diverſamente lo ſpiegano il Leibniz, e il Ramazzini. Ponete, dicono eſſi, in un fluido qualche corpo della ſteſſa ſpecifica ſua gravità, premerà il fondo del vaſo, come faceva la mole antagoniſta del fluido eſcluſa. Reſtando la ſteſſa maſſa del corpo, accreſcetene la denſità, diminuendo il ſuo volume; quantunque rimanga lo ſteſſo pelo aſſoluto, ſi ſcemerà lo ſpecifico, e pelerà più della mole antagoniſta di fluido, che ora eſclude. In queſto caſo premerà il fondo del vaſo, meno di prima; imperocchè il pelo, che perde è uguale a quello della mole antagoniſta, che è minore di prima, e con queſto ſolamente, operando nelle parti del fluido, inſieme con eſſe agiſce contro il fondo; il rimanente del pelo ſerve per far diſcendere il corpo, che è divenuto più grave del fluido, in cui ſi trova. Accreſcete ora il volume del corpo, laſciandogli la ſteſſa maſſa, diverrà più leggiero del fluido, e col ſuo intero pelo operando ſolamente contro le parti del liquore unitamente a queſte premerà il fondo; perciò la preſſione, che fa, farà molto maggiore, che quando era più grave del fluido. Sottiſtuite al liquore l'aria, e al corpo la nuvola, e queſta ſi farà più denſa dell'aria, coſicchè comincerà a cadere in forma di pioggia, premerà meno l'aria di ſotto, onde il mercurio ſcenderà nel cannello; ſi rarefaccia la nube, accaderà il contrario. Confermano queſto raziocinio idroſtatico coll'esperienza fatta dal Signor Hooke, e dopo 40. anni ripetuta dal Leibniz, e ad iſtanza di queſto da Bernardino Ramazzini nato nel 1633. a Carpi vicino a Modena nella ſua opera intitolata *Ephemerides Barometricæ anni 1694.* riſtampata con aggiun-

giunte a Padova nel 1712. Tutte le opere di questo celebre Autore furono ristampate unitamente a Ginevra nel 1717. L'esperienza è la seguente. Si sospenda all'estremità d'una bilancia un vaso alto 10 piedi e pieno d'acqua, e dentro questa sia sospeso un corpo più pesante di essa attaccato alla stessa estremità del braccio. Dall'altra estremità si ponga un contrappeso sufficiente. Posta così la bilancia in equilibrio, si tagli il filo, a cui sta sospeso il corpo con diligenza, quando questo scende nell'acqua, la bilancia traboccherà dall'altra parte; dal che si ricava, che il peso cadente gravita meno di quello, che quando è sospeso.

52. Il discorso idrostatico fatto da questi autori è esattissimo; non si nega di più l'esperienza di Hooke; ma si desidererebbe solamente, che fosse ripetuta con quelle circostanze, che osservò l'Autore stesso nel 1662., in cui la fece. Vide l'Hooke bensì sul principio, che il corpo scendeva nell'acqua, innalzarsi la bilancia da questa parte; ma poco dopo osservò ancora ritornare la bilancia in equilibrio, e quando il corpo arrivò al fondo del vaso traboccò, dove era questo. Allorchè il corpo scende, acquista come tutti i gravi cadenti della velocità, e perciò accresce la sua forza ogni momento, e questa finalmente diviene maggiore di quello, che sia la diminuzione del peso prodotta nell'atto, che scende il corpo, onde è che la bilancia scende in fine dalla parte del vaso. Tale hanno trovata questa esperienza il Musschenbroek, l'Ambergero in *Specimine Physico*, e Rowingio nella *Dissertazione de Barometris*. Da questo ricaviamo, che sebbene la diminuzione dell'aria prima della tempesta possa ripetersi dal diventare i vapori più densi; ciò non ostante la continuazione della scela dell'argento vivo nel barometro deve spiegarsi dallo sgravarsi, che fa l'aria di questi vapori, quando piove.

53. Una bella, e nuova Teoria fondata sulle osservazioni espone il Signor Giovanni Andrea de Luc Ginevrino nelle sue Ricerche sulle Modificazioni dell'Atmosfera Tomo 2 Parte 4, Capo 9, stampate in Ginevra nel 1772. in due tomi in quarto. Essendo questa Teoria più d'accordo colle osservazioni, e più corrispondente ai Fenomeni, l'esporrò nella sua estensione. Osserva il Signor de Luc che il fuoco ha più d'affinità col vapore, che coll'aria. Perchè nei luoghi più bassi è più caldo, che nei più alti, ove non arrivano i vapori; e perchè l'aria si oppone alla dilatazione del fuoco, ed è causa colla sua compressione che stia sempre in un luogo. Molte altre osservazioni porta il celebre autore per provare lo stesso. Contenendo i vapori assai fuoco, ed accrescendosi il loro volume, ne viene in conseguenza che una colonna d'aria piena di vapori pesa meno che una colonna d'aria sola. Perciò si può stabilire per principio che i vapori s'alzano in aria perchè sono specificamente meno pesanti dell'aria. Il mare di continuo svapora, ma queste parti di vapore trovano l'impedimento dell'aria nel salire, quan-  
do

do la loro specifica gravità non è di molto minore di quella dell'aria. Allora l'aria racchiude un fluido meno pesante di lei nelle sue colonne; dunque le colonne d'aria piene di vapori pesano meno di quelle che ne sono prive; e perciò quando spirano venti che portano vapori, il Mercurio deve abbassarsi. Da questo principio di sopra esposto si spiegano facilmente tutti i Fenomeni del Barometro. Ma si può opporre, dice l'Autore, che quando i vapori si disperdono nell'aria dell'Atmosfera, cresce questa di massa, che prima non vi era. Dunque l'aria vaporosa deve pesar più dell'aria semplice, contro ciò che l'Autore ha posto. Risponde egli che l'accrescimento di materia nell'Aria è insensibile. Quando è una pioggia diretta, piove al più in un giorno un pollice d'acqua, che corrisponde in circa ad una linea di Mercurio; onde è insensibile in ciascuna colonna. A ciò si aggiunge che quando piove in un luogo, salgono i vapori in un'altro, e perciò non essendo universale la pioggia, non può il barometro dimostrare in tutta l'aria la linea d'accrescimento.

54. Quindi si spiegano i seguenti fenomeni. 1. Se l'aria mescolata di vapori è trasportata dai venti dalla superficie del mare, sino a paesi lontani, il Barometro quivi calerà. Ma non farà alcuna mutazione se quest'aria è poca, o se non trova ostacolo da formar nuvole, come sono i monti, o se i venti sono rapidi, e la portano via. 2. Se questa aria vaporosa è in gran copia, o si raduna dai venti in un luogo, i vapori uniti acquistano forza di respinger l'aria, e salgono sino a quello strato d'Atmosfera ove sono in equilibrio con essa, come fanno le gocce d'aria che sono restate nel fare il barometro tra le parti del mercurio, scuotendosi si uniscono, e formata una ampolla sensibile superano la resistenza del Mercurio che le teneva depresse, e salgono in alto. 3. Se per la copia dei vapori, o per l'appoggio che ricevono da un vento contrario, o per altri vapori già uniti in quel luogo, si condensano, e formano tante nubi, o piccole gocce d'acqua, diventando più pesanti dell'aria, cadono in pioggia, e le parti del fuoco unite o si disperdono per l'aria, o sono attratte dai monti. 4. L'Aria vaporosa può essere a poco a poco portata insensibilmente in un luogo, senza che noi ce ne accorgiamo, ed essendo il tempo sereno, occuperà l'aria sola, e di notte cadendo i vapori caderà la *Rugiada* se è d'estate, o la *Gelata* se è d'inverno, e questo sarà il segno che i vapori hanno occupato l'aria. In questo caso si vede il Barometro calare. 5. Il vento Scirocco, o il Libeccio vengono rispetto a Napoli dal mare, onde portando molti vapori, fanno sempre abbassare il Barometro. In altri paesi, secondo la situazione si abbassa ad altri venti. I venti che portano la serenità, e fanno alzare il Barometro sono in Napoli il vento di Settentrione, e il Ponente. 6. Sovente però accade all'opposto i venti che rasserrenano portano pioggia, e quei che portano pioggia rasserrenano. Ciò accade quando si trovano molte nuvole già unite

unite dove spira il vento che rasserena , che è il primo caso , o pure i venti che portano pioggia non trovano al mare che pochi vapori da trasportare , che è il secondo caso . 7. Se quando si forma la pioggia e già cade , cessa il vento che porta i vapori , l'acqua continuando a cadere stralcina con se i vapori sopraggiunti , si rasserena il tempo , e il Barometro sale ancorchè piova . 8. Quando il barometro sale per questo motivo , può piovere ancora per qualche tempo ; ma se questa mutazione è prodotta da un vento che porta aria secca , scioglie questa le nubi addensate , e i vapori si mescolano di nuovo coll'aria , svaniscono le nuvole , e il Barometro cala . 9. Se molti vapori s'uniscono in un luogo , e salgono fino a che si equilibrano coll'aria pura , e si uniscono in nuvole , se un vento le porta altrove tutte insieme , senza che si mescolino colle colonne d'aria , il Barometro non si abbasserà . Pioverà in questo nuovo luogo , e non pioverà , ove prima erano le nuvole , sebbene quivi il Barometro sia calato prima di condensarsi le nuvole . 10. Il Barometro riceve l'impressione di tutta la colonna dell'aria , che se è vaporosa lo fa calare , se è sola aria lo fa salire , ma l'Igrometro §. 56. non riceve l'impressione che di quello strato d'aria , ove sta ; onde le sue variazioni non ponno essere uniformi , nè proporzionali a quelle del Barometro . Ma se l'aria mescolata coi vapori scende fino a terra , allora avranno l'Igrometro e il Barometro qualche corrispondenza . 11. Il calore dilata l'aria e diminuisce il suo peso , ma l'azione del caldo è maggiore su i vapori col dilatarli . Onde quanto maggiore è la diversa temperie del caldo in estate , e del freddo in inverno , come accade nei paesi settentrionali , tanto maggiore è la variazione del Barometro . Perciò grande è questa verso i Poli e piccola verso l'Equatore , ove è più uniforme in tutto l'anno la variazione del caldo , e del freddo . 12. Quando si unisce alla causa principale che è il peso minore della colonna vaporosa d'aria sopra quella d'aria sola , le altre cause sinora esposte , e la massa dei vapori che accresce il peso della colonna d'aria , accadono tutte quelle che pajono irregolarità nei Barometri , che lungo farebbe l'espore . Con queste , ed altre dottrine ricavate da molte osservazioni fatte nella pianura , e su de' monti insegna de Luc a costruire un Barometro di facile trasporto su le montagne , a cui è annesso ancora un termometro , che serve a misurare il caldo , o il freddo della atmosfera per li quali il mercurio dilatandosi nel barometro per lo caldo sale , o condensandosi pel freddo scende , quantunque non si cangi la pressione dell'aria . Ma siccome recentemente hanno fatto varie mutazioni a questo barometro per renderlo più atto al trasporto , meno difficile a costruirsi , e più accurato , così mi ristringerò a descrivere quello , che ha ultimamente eseguito il celebre artefice di macchine Fische Ramsden Inglese . Questo nuovo Barometro lo ha fatto venire da Inghilterra con altre macchine Fische dello stesso autore il dottissimo D. Giovanni Vivenzio medico di S.M.

la Regina, Principi e Principesse Reali, ed onorario di camera del Re. Ha egli oltre le Teorie e Pratiche della Medicina un particolare genio per la Fisica, e Istoria naturale, e una singolare abilità nel porre in opera

*Tav. II. n. 2. Fig. 1.* le macchine. Il Barometro si vede intero nella Tavola II. Fig. 1. 2., che per più comodo della tavola si è delineato spezzato. La cassetta yW contiene dentro il recipiente, o vaso di legno, col fondo di pelle, doppia in cui sta il Mercurio, ed in esso è immerso il tubo ACB continuato del Barometro. (Fig. 1.) Sotto il vaso che contiene il Mercurio vi è una rotella d'ottone fissata a una verga d'ottone che termina quadrata in W, ove si pone la chiave g, la quale girando, la rotella, su cui appoggia il fondo di pelle del vaso, (Fig. 2.) si spinge in alto, e con essa sale il fondo di pelle, onde restringendosi la capacità interiore del vaso, avendo prima chiuso il buco Z colla chiave b, perchè non esca il Mercurio, salirà questo nel cannello BC, sino in A, e non potendosi in questo modo muovere, potrà trasportarsi il Barometro senza pericolo che si rompa il cannello. Dovendo adoprarli si farà ciò che sono per esporre.

*Tav. II. n. 2. Fig. 1. 2.* Avendo fissato il Barometro in una situazione perpendicolare all'Orizzonte, si aprirà la vite W (Fig. 2.) tanto che potrà voltarsi per mezzo della chiave, g, (Fig. 1.) ; quindi aprite la vite d'avorio, b, (Fig. 2.) che sta applicata, e chiude il buco, y, e aperto questo buco voltate la chiave, g, che avete applicata in W in senso contrario, sino a che, non essendo più spinto in alto il Mercurio dal fondo dove sta, che è di pelle, la sua superficie nel vaso Z tocchi il bottone d'avorio Z. Questo contatto è il punto ove si comincia a contare i pollici d'altezza, questo punto si chiama *la linea del livello*; onde si sarà sicuri che la superficie del Mercurio nel tubo dimostra bene l'altezza. Il contatto della superficie del Mercurio nel vaso, col bottone d'avorio in Z si vede chiaramente coll'immagine del bottone nella superficie del Mercurio, come in uno specchio.

Questo contatto dovrà guardarsi ogni volta che si vorrà osservare l'altezza del Barometro, se pure l'altezza del Mercurio nel cannello non fosse presso poco la stessa che nell'osservazione antecedente. Deve ciò farsi perchè altrimenti vi sarebbe qualche picciolo errore nelle vere altezze del Barometro, che nascerebbe dalla quantità del Mercurio, che sale, o scende nel tubo, e che per conseguenza farebbe alzare, o abbassare la sua superficie nel vaso, o riservatojo y (Fig. 2.)

A B (Fig. 1.) è il tubo, o cannello del Barometro, che contiene il Mercurio. In C è la superficie del Mercurio, e d, è l'indice, che si fa salire, o scendere per mezzo della chiave g, posta come in figura, e ciò fino a che il taglio, e d, e un consimile dietro al tubo, che si muove insieme con, e d, siano al contatto, o tangenti della superficie C. Con questo metodo si determina esattamente il livello del Mercurio, e perciò la colonna di Mercurio dalla superficie C sino a quella in Z (Fig. 2.) del riservatojo

tojo. Con ciò si evita la parallassi da qualunque causa dipenda, che potesse accadere per qualunque situazione dell'occhio, dell'osservatore.

KL è una piastra di metallo in cui sono incise due diverse divisioni. Quella che è vicino al tubo AB nota i pollici Inglesi, ciascuno dei quali è diviso in 10 parti uguali, e suddiviso ciascuno in centesime, per mezzo del Nonnio, o Vernier, h d. Il Nonnio è quello strumento con cui in Fisica, e in Astronomia §. 90. si suddivide in parti insensibili una linea retta, o un'arco di cerchio. Pietro Nunez Portoghese nel 1492 fu il primo a idearlo, onde dal suo cognome si chiama *Nonnio* ancora oggidì, quantunque si faccia ora con più esattezza, secondo il metodo consimile inventato da Pietro *Vernier* Catalano, come si può vedere nel suo opuscolo stampato il 1631. Perciò il *Nonnio* presente deve chiamarsi *Vernier*. Questo strumento trattandosi di linea retta, che deve suddividersi farà un pezzo di riga d'ottone mobile che si applicherà alla linea retta da suddividersi; trattandosi di cerchio, farà un piccolo arco §. 90. Astronomia, applicato, e mobile sul limbo del cerchio. Per esempio trattandosi qui di un pollice Inglese diviso in 10. parti uguali per fare il Vernier si pigliano 11 di queste parti, e se ne formi una riga, h d, che possa salire e scendere, ma questa riga si divida in 10 parti uguali tra di loro. Se il primo punto di divisione del pollice si metta a paro col primo del Vernier, la prima parte di questo supererà la prima del pollice di  $\frac{1}{10}$ , onde indicherà  $\frac{1}{10}$  di  $\frac{1}{10}$  cioè  $\frac{1}{100}$  di pollice, che farà sensibile, ed in essa potranno scorgersi a occhio, ancora  $\frac{1}{2}$ , ed  $\frac{1}{3}$  ancora di questa centesima, cioè  $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{1}{300}$  &c. Così un pollice si dividerà in parti minutissime. Se si tratta di pollice Francese, che è diviso in 12 parti uguali, e ciascuna di esse in 10, collo stesso metodo si determinerà  $\frac{1}{120}$  di pollice, col Vernier, i f, ed  $\frac{1}{240}$ ,  $\frac{1}{360}$  &c. Vedasi sul Vernier il §. 90. dell'Astronomia. L'altra divisione nota i pollici Francesi, ciascuno dei quali è diviso in 12 linee, e ciascuna linea è suddivisa in 10, cioè a dire in 120 parti di pollice per mezzo del Vernier, i f, che è unito al primo Vernier, e si move con esso per mezzo della chiave, g.

M n è un Termometro di Mercurio colla scala di Fahrenheit, M r da un lato, e di Reaumur S n, dall'altro. Vicino a questa vi è ancora la terza scala, t u, che serve per la correzione del Barometro. Il suo zero corrisponde al grado 55 di Fahrenheit, ove è il temperato di questo termometro. I numeri di sopra al zero in questa scala terza notano quante centesime di pollice Inglese, o centoventesime di Francese devono sottrarsi dalla altezza del barometro per la temperie dall'aria più calda del temperato. I numeri sotto il zero in questa terza scala indicano quante centesime, o centoventesime devono aggiungersi all'altezza indicata dal barometro pel freddo maggiore del temperato.

y, y, sono due indici che si possono far salire, o scendere, colla chiave g, posta nel buco q, e possono moverli fino a che sieno all'estrema

superficie del mercurio nel Termometro . Ciò fatto la linea , o il taglio dell'indice, y, mostrerà nella scala terza di correzione, t u, quante centesime bisogna aggiungere , o levare dall'altezza del Barometro osservata .

La ragione di questa correzione nasce perchè la gravità specifica dei corpi è più o meno grande in ragione della loro densità . Ora è certo che a misura che il mercurio sarà più rarefatto dal calore , salirà più alto nel barometro , quantunque la pressione dell'atmosfera non sia più grande . Onde si è dovuto pigliare un certo grado di calore per servir di punto fisso di paragone ; locchè fu notato al grado 55 di Fahrenheit , e a questo si riduce ogni altra rarefazione, o condensazione colla scala terza descritta , che fu stabilita dopo replicate sperienze fatte con somma esattezza fu d'una colonna di 30 pollici di mercurio ; computando per  $\frac{1}{16}$  di linea nel Barometro ogni grado che si alza , o si abbassa il Mercurio nel Termometro . Ciò non ostante è ben facile di concepire, che se le altezze del barometro sono molto lontane da quella di 30 pollici , locchè può accadere , quando si fanno delle osservazioni su le montagne affai alte, o nelle cave molto profonde, e che la temperie dell'aria è molto lontana dalla media ( 55 gradi di Fahrenheit ), allora bisognerà ricavare la vera correzione, con una regola del 3 , da quella che sarà notata nella tavola . Per esempio se l'altezza del Barometro è solamente 26 pollici Inglese, e il freddo è a 39 gradi e  $\frac{1}{2}$  di Fahrenheit ; le 5 centesime che sono di fronte a questo grado nella scala di correzione devono esser ridotte a , o 4 centesime , e  $\frac{1}{3}$  per mezzo della proporzione seguente . Pollici 30 : 05 :: poll. 26 : 043 , e per conseguenza la vera altezza del barometro in tale circostanza sarà 30. 043 pollici ; cioè 30, e  $\frac{43}{1000}$  .

Ma nelle osservazioni ordinarie , ove l'altezza del barometro non è molto lontana da 30 pollici Inglese , nè la temperie dell'aria molto lontana dal zero della scala di correzione, allora le differenze non vanno più in là di qualche millesima di pollice , e per conseguenza basta di fare la correzione notata nella scala .

Finalmente quando si vorrà trasportare il barometro in qualche luogo si ha da chiuder bene il buco y colla vite d'avorio b , serrandolo quanto bisogna ; indi si volti la vite W colla chiave g, fino a che facendo sopra la base del recipiente che è di pelle , si restringa la capacità del recipiente, e il mercurio salga dentro il tubo BA fino in A . Così nel trasporto nè il Mercurio del recipiente, e riserbatojo, nè quello del cannello si moverà .

Riguardo alle parole poste comunemente a fianco dei Barometri , per predire il cangiamento di tempo , queste predizioni non ponno sempre esser vere , per causa di più altre circostanze dalle quali dipendono , che non sono legate col peso dell'Atmosfera . Ciò non ostante si trova per

per l'ordinario che se il Mercurio sale nel barometro annunzia *buon tempo*, al contrario se scende *il tempo si mette a cattivo*.

Esposto il nuovo Barometro di Ramsden costruito sui Principj di Tav. 11. n. 2. Fig. 3. 4.  
de Luc mi farà lecito di esporre un'altro nuovo Barometro portatile 11. n. 2. Fig. 3. 4.  
affai più semplice, naturale, e sicuro, che in questo Aprile 1778 ho  
ideato, e mandato a eseguire a Londra dallo stesso Ramsden, che spero  
avrà un felice successo. Il nuovo barometro portatile poco differisce  
dall'ultime invenzioni, nè in altro è diverso, che siccome nel comune  
la base è mobile nel vaso A Fig. 3., così in questo non è di pelle  
mobile, ma della stessa materia del vaso A, e la superficie, ci, del  
vaso A è mobile, ma regolatamente, come ora vedremo nella

### Descrizione.

Si faccia il vaso A x Fig. 3. d'avorio, col labro piano, de, la vite, dn, e m, e l'altro labro piano nm. La vite serve per invitarvi il coperchio B Fig. 4. 5, che anche esso è d'avorio. Si empia il vaso A x di Mercurio, e si chiuda colla pelle di guanto, cxi, ingrassata d'olio, che si ferma con un'anello d'acciajo fissato con viti sopra il labro, cxi, del vaso. La pelle è tanto lunga, che si può ripiegare sul labro, de, e fermarsi col labro interiore del coperchio B. Fig. 4. Sopra la pelle, cxi, Fig. 3. sta fermato un cannello, cri, di vitellino bene ingrassato, per cui passa il tubo del barometro, rs, che deve andare un poco forzato nel cannello di pelle, cri. Questo passa ancora forzato pel collo, xr, Fig. 4. del coperchio B, che sempre più lo stringe contro il tubo, rs. La superficie, cxi, Fig. 1. della pelle, e perciò ancora del mercurio sta esposta alla pressione uguale dell'aria esterna, o di quella che si trova nel coperchio B, quando si fa comunicare con essa. Si ponga il coperchio B Fig. 4. facendo passare pel buco, ci, e pel collo, xr, il tubo, sr, del Barometro, e si chiuda a vite. Se io voglio trasportare il barometro devo far salire il Mercurio fino in s Fig. 3. Ciò lo eseguisco colle due viti, ac, bi, Fig. 4. che in, ab, hanno la loro vite femina, e sono così attaccate al piccolo disco d'acciajo, ci, che si muovono intorno a se stesse nei buchi, ci, ove sono piantate. Onde stringendo le viti, ac, bi, Fig. 4. il disco ci, preme in giù la pelle, cxi, Fig. 3, e fa salire il Mercurio in s. Questa pressione, in vece del disco ci, e le viti si può eseguire col Sifone, abc, Fig. 5. d'avorio invitato sul coperchio B, e che abbia nello stantuffo una valvola che si apra al di dentro. Con esso la pressione farà più naturale, ed uguale; ma in questo caso si deve porre al labro nm, Fig. 3. un cerchio di pelle ingrassata, acciocchè l'aria condensata dentro il coperchio non possa uscire; e si ricerca verso l'estremità, c, del Sifone Fig. 5. un'altra valvola, che si apra al di dentro il coperchio, perchè l'aria condensata non spinga fuori lo stantuffo.

Tre

Tre sono i *Vantaggi* in questo nuovo barometro. 1. che la salita del Mercurio in, s, è più naturale non facendosi altro che crescere la pressione naturale dell'aria sul Mercurio; laddove nei Barometri comuni, anche ultimi si deve spingere da sotto in su tutto il corpo del mercurio contenuto nel vaso. 2. Chiudendo colla pelle flessibile il mercurio nel vaso non si impedisce la pressione dell'aria su di esso, ma, si separa dal contatto *immediato* dell'aria; e perciò non può sbattere insieme, e imbeverfi d'aria, come accade nei comuni, nè è soggetto ad uscire dal vaso. 3. quando si leva la pressione dell'aria violenta per far calare di nuovo il Mercurio alla altezza della pressione naturale, si sa subito la linea del livello, senza altra operazione, come si ricerca negli ultimi barometri di fondo mobile.

55. L'aria adunque è di continuo soggetta a rarefarsi, e condensarsi, come dimostra il barometro; di più essendo pesante, se non vi fosse altra cagione, già naturalmente le parti superiori dell'atmosfera premendo le inferiori, le renderebbero più dense; onde per queste due cagioni è molto arduo il poter determinare la sua vera altezza. Se l'aria fosse da per tutto, e sempre della stessa densità, essendo il suo peso a quello del mercurio, come  $\frac{7}{1000}$ , ed  $\frac{1}{4}$  al numero 14000; pollici 11200 peserebbero tanto, quanto un pollice di mercurio; perciò posta l'altezza del mercurio nel barometro 30 pollici Renani, l'altezza dell'atmosfera sarebbe 336000, ovvero piedi 28000, che fanno passi 5600, ovvero miglia 5,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{10}$ . Il Newton, posto che il dilatamento dell'aria sia reciprocamente, come il peso comprimente, ricavò per mezzo della proprietà dell'iperbola, che all'altezza di miglia 70 la rarefazione sia 1000000; all'altezza di 140 sia 10000000000000; all'altezza di 210 sia 10000000000000000000, la quale essendo una considerabilissima rarefazione, che appena può essere prodotta da tutte le cagioni, che dilatano l'aria; ne viene in conseguenza, che l'altezza dell'atmosfera non può essere maggiore di miglia 210. Allejo per determinarla si servì della rifrazione, che patiscono i raggi prima di nascere il Sole, o nel crepuscolo, la quale dipende dalla densità, ed altezza dell'atmosfera; quanto questa è più alta, tanto più prontamente storcerà i raggi a noi, prima che il sole salga sul nostro orizzonte. Con questo metodo stabilì, che l'aria era alta sopra la superficie della terra 45 miglia Inglesi, e Delahire la trovò di 51. Questa maniera però è soggetta a molti errori, come si può vedere nell'Astronomia.

56. *Duodecimo*. Il *Termoscopio* è quello strumento, con cui si misura il caldo, e il freddo dell'aria; *Igrometro*, con cui si determina l'umidità, o siccità. L'umido dell'aria nasce dai vapori, il secco dall'abbondanza d'evaporazioni. Per formare un' *Igrometro*, o *Notiometro*, il di cui inventore è Francesco Folli, secondo Redi, opere Tomo I, sogliono alcuni conficcare nel centro d'una tavola rotonda uno stelo di quei, che produce l'avena, o qualche pianta avenacea nella sua estremità;

mità; o pure un pezzo di corda sottile di violino non inoliata, e coperta di un cannello di vetro per difenderla dalla polvere. Sopra questa punta incollano una sfera di carta acuminata, e dividono in gradi il cerchio descritto sopra la tavola. In tempo umido s' imbeve di vapori lo stelo, o l' intestino, e gonfiandosi fa girare la sfera; in tempo secco contraendosi, si rivolge nella parte contraria. Lo stesso accaderà, se sospeso ad un chiodo un cantino di violino, si attacchi alla sua estremità una palla di piombo per tenerlo teso, e da questa esca una sottile punta, che servirà di indice. Ma dalla stessa descrizione apparisce, che molto incerto è questo stromento; perchè i corpi dopo avere imbevuta una porzione d'umidità a loro conveniente, sebbene questa cresca nell'aria, più non ne afforbiscono. Presentemente in Londra fanno degli Igrometri molto più accurati degli antecedenti descritti, e appena soggetti ad errore. Uno di questi da me ultimamente veduto, ed esperimentato per qualche tempo è il seguente. Consiste questo nella cassetta AB lunga quasi tre piedi di Londra, a cui è annessa un'altra cassetta ED lunga due piedi. Dal perno C pende una funicella CB non troppo ritorta, ma consistente di canape fino, che alla sua estremità, b, ha un'uncino con cui si sostiene l'asta d'acciajo, a b d e, impernata in, a. Acciocchè l'uncino in, b, faccia l'azione di sostenere, e tener tesa la corda CB, vicino ad esso vi è un'altro uncino, x, che ha attaccato un peso, c, di poche oncie. In, h i, vi è un canale per cui scorre la riga, m n, che ha annesso un'arco di 20, ovvero 30 gradi, d d, che può arrivare sino alla punta, e, stendendosi la funicella CB pel tempo secco, cala il peso, c, e fa abbassare la sfera, x, e; nel tempo umido si raccorcia la fune CB, alza il peso, e la sfera. Perchè poi sia difesa principalmente dalla polvere la funicella, vi è la cassa FGHI, che la serve di coperchio, ma che in I ha un cristallo per vedere la sfera. L'osservazioni diverse che con questa macchina si faranno insegneranno facilmente il peso, c, che si ricerca perchè non sia nè poco, nè troppo. Il *Termoscopio*, o *Termometro* fu inventato da un uomo rustico bensì, ma naturalmente industrioso, nè privo di tutte le cognizioni, nato in Nortlandia, chiamato Drebellio, come si può osservare nel Trattato di un anonimo, dei barometri, termometri, e notiometri stampato in Amsterdam nel 1688., e appresso Cauvino nel Lessico filosofico, e appresso Mullero nel Collegio sperimentale par. 1. La sua costruzione è la seguente. Si faccia una palla grossa di vetro, a cui si unisca un lungo tubo, come si vede nella figura. Indi levando dalla medesima una porzione d'aria s'immerga in un vaso pieno d'acqua, o d'altro liquore, che salirà dentro il tubo a qualche altezza, per esempio alla metà, o alle tre quarte parti. Si divida la lunghezza del tubo in tante parti uguali, ciascuna delle quali si chiama grado, e si notino questi sopra la tavola ogni 5, ovvero 10, col metodo, che si vede. Applicando la mano alla palla, rarefacendosi l'aria,

Tav. 8.  
Fig. 6.Tav.  
10.  
Fig. 8.

L'aria, obbligherà il liquore a scendere; onde la sua discesa denoterà il caldo; condensandosi l'aria tornerà a salire; e perciò la salita indicherà il freddo. Questa maniera di Termometro è molto incerta; perchè restando lo stesso grado di calore nell'aria, se qualche cagione ne accresce il peso, restando più compresso il liquore di prima nel vaso, salirà in alto; onde dimostrerà ancora l'accrescimento del peso. Ciò non ostante molto dobbiamo al primo inventore, che ne ha aperto strada di formarli; si osservi sopra di ciò Boerraave nel tomo I della Chimica, dove parla del fuoco, esperienza 3.

<sup>10.</sup> *Tav.* 57. Al Termometro imperfetto di Drebellio ne sostituirono un altro più accurato gli Accademici di Firenze, che descrivono sul principio de' Saggi di naturali Esperienze. Fecero soffiare al lume di candela una palla, a cui unirono un tubo, come si vede in figura; indi prepararono in un vaso dello spirito di vino, ove era stato in infusione un granello di Kermes, per darle il color rosso, e renderlo visibile; locchè ancora si fa colla lagrima di Kermes, detta ancora langue di Drago. Ciò fatto scaldando il globo, e il tubo, immerfero la sua estremità nello spirito, sinocchè si riempì quasi la metà del cannello. Lasciato raffreddare il tutto, notarono, ove si trovò lo spirito nel cannello, e questo è il grado temperato; indi circondato di neve, o ghiaccio il globo, condensandosi, e perciò abbassandosi il liquore, segnarono il punto, in cui era disceso; e divisero questo spazio in 20 parti uguali, che dissero gradi di freddo. Esposta poi la palla al calore dell'Estate, notando il punto, ove era salito, divisero questo spazio sopra il temperato in 80 parti uguali, che dissero gradi di calore. Chiusa da poi l'estremità del tubo ermeticamente, fu costruito il Termometro, la cui lunghezza era divisa in 100 gradi. Questa specie di Termometri, sebbene sia sufficiente di dimostrare quanto un corpo è più caldo d'un altro; ciò non ostante è soggetta a tre incomodi. Primo, questi gradi di caldo non si riferiscono ad alcun corpo in natura noto; di modo che non può determinarsi esattamente con essi il calore. Secondo, non possono i Termometri paragonarsi tra loro, per ripetere le esperienze fatte in altri paesi, e confrontarle; attesochè questa divisione in gradi è quasi interamente arbitraria. Terzo, lo spirito di vino, come dimostra Alejo nelle Transazioni Inglese num. 197 non si dilata a proporzione del calore, ma sul principio è velocissimo, e più di quello, che porti il caldo, verso il fine si innalza più adagio. Nè a questi inconvenienti si può rimediare colle altre quattro maniere di Termometri, che descrivono quivi gli Accademici, perchè queste sono dello stesso tenore.

58. Il Sig. Amontons nelle Memorie del 1702. pensò d'adempiere queste condizioni, e insegnare il modo di formare un termometro comparabile cogli altri, nella stessa maniera, che tra loro facilmente paragoniamo i barometri. Per formare questo strumento universale si serve di due principj, che già sono dimostrati. Primo, che l'elaterio è propor-

porzionale alla forza comprimente; onde l'elasticità dell'aria s'accre-  
 scerà più dallo stesso grado di caldo, quando è più, che allora che è  
 meno compressa. Secondo, che l'acqua è capace solamente d'un deter-  
 minato grado di caldo, sebbene lungo tempo si tenga al fuoco esposta.  
 Ciò posto mise nel tubo, gh, una porzione determinata di Mercurio, la  
 quale comprimeva in una maniera determinata l'aria della palla k.  
 Espose questa nell'acqua bollente, la quale rarefacendo l'aria dentro di  
 essa, spinse questa in alto il Mercurio del tubo. Notò l'altezza, a cui  
 era salito, e quivi scrisse sulla tavola *il grado d'acqua bollente*, cioè  
 212, tutti i gradi sotto questo servirono ad esso per notare il caldo,  
 e freddo diverso dell'aria, la quale non mai si scalda più dell'acqua  
 bollente. Ma siccome l'aria della palla, k, è soggetta ancora alla com-  
 pressione dell'esteriore, essendo il tubo in, g, aperto; così era necessario,  
 che ancora a questo si dovesse aver riguardo. Perciò questa specie di ter-  
 mometri si deve sempre paragonare con un barometro. Supponiamo, che  
 uno di questi sia stato formato, quando il barometro era all'altezza di  
 28 pollici; e che si voglia osservare il giorno appresso, se s'è avvanza-  
 to il caldo, o il freddo; s'osservi quanti gradi è salito il mercurio nel  
 tubo, o quanti è disceso; indi si guardi il barometro; se è salito l'  
 argento vivo nel termometro, e nel barometro sta ai 27 pollici, e  $\frac{1}{2}$ ,  
 devono dall'altezza del primo togliersi queste 6 linee d'abbassamento;  
 se si troverà nel barometro a pollici 28  $\frac{1}{2}$ , dovranno aggiungersi sei  
 linee. Nel primo caso si tolgono, perchè il mercurio del termometro  
 è salito in alto non solamente per lo dilatamento dell'aria della pal-  
 la, k, prodotto dal caldo, ma ancora per quello nato dalla diminu-  
 zione del peso dell'aria esterna in, g; lo stesso si deve dire, ma in  
 senso contrario nel caso secondo. Questa specie di termometri sarebbe  
 universale, se lo stato dell'aria da per tutto dove si fanno, fosse lo  
 stesso; ma la sua dilatabilità varia per molte ragioni; onde non poten-  
 do restar sicuri della qualità dell'aria racchiusa in, k, e della qualità  
 dell'acqua, con cui si misura il grado 212, non tutte ricevendo lo  
 stesso grado di caldo; così è difettosa questa maniera di termometri.  
 Per altro è molto lodevole, anzi necessario il costume di paragonare il  
 termoscopio al barometro, quantunque di qualche incomodo in pratica,  
 come osserva il Nolet nella Lezione 14. Esper. 3. all'applicazione.

59. L'ingegnoso, e diligente artefice Fahrenheit si servì della stessa  
 maniera di tubo, che aveva adoperato l'Accademia del Cimento; ma  
 giudicò, che il liquore più opportuno dovesse essere l'argento vivo,  
 secondo i documenti dati da Allejo, al che s'aggiunge, che per mezzo  
 di questo fluido, possiamo misurare un calore assai più considerabile,  
 che collo spirito di vivo. Ritrovò inoltre varj gradi di freddo fino alli  
 40, sotto quello indicato dal ghiaccio, ponendo sopra la neve dello  
 spirito di nitro, il qual pensiero gli fu suggerito dall'intenso freddo dell'  
 anno 1709. secondo, che riferisce Boerhaave nel primo tomo della Chi-

mica, parlando del fuoco dopo l'esper. 3. a cui il Fahrenheit comunicò questo ritrovamento. Laonde inerendo a questi principj daremo una più sicura, ed universale costruzione d'un Termometro, secondo che l'espone il Musschembroek nella prima aggiunta ai Saggi di naturali esperienze dell'Accademia del Cimento, e nel §. 948. del Saggio di Fisica, stampato a Leiden nel 1739. Si formi un cilindro di cristallo d'una competente capacità, chiuso di sotto, a cui si unisca un tubo sottile alto due piedi, e mezzo, la cui capacità sia a quella del globo, come 670. 11124; in questo modo la divisione in gradi di tutti i termometri, che si faranno, sarà la stessa. Depurato bene il mercurio, si ponga a bollire dentro un vaso di terra polito, per escludere l'aria, e scaldato il cilindro, e il tubo, s'immerga l'estremità di questo dentro il vaso di mercurio; quando l'aria esteriore premendolo, lo ha fatto occupare due terzi della cavità del cilindro, s'esponga questo al fuoco, acciocchè bolla; in questo modo s'escluderà interamente l'aria dal mercurio, e dal tubo; rivoltata di nuovo l'estremità di questo dentro il vaso di mercurio bollente si finisce d'empierlo il cilindro, e si lascia entrare il mercurio, sinchè occupa poco meno d'una quarta parte del tubo; locchè fatto, tosto si chiuda ermeticamente la sua estremità. S'esponga al fuoco il cilindro, fino a che il mercurio bolla, e si noti l'altezza, alla quale è salito nel tubo, ligandovi un filo, per poi a questo punto notare il grado 600 sopra la tavola, quando ad essa s'adatta il termometro; di tanti gradi di caldo è capace l'argento vivo. Levato il cilindro dal fuoco scenderà il liquore; posto allora nell'acqua bollente, si noti il segno, a cui sale, ed essendo l'acqua ben purgata, e il barometro all'altezza di quasi 28 pollici Parigi si noti su la tavola corrispondente a questo punto il grado 212. Fahrenheit fu il primo a riflettere, che nei termometri benchè chiusi, dovevasi aver riguardo all'attuale compressione dell'aria. S'immerga indi il cilindro, lasciandolo prima raffreddare, nell'acqua prossima alla congelazione, e si noti nella tavola il grado 32. Si ponga di poi nella neve, e aspergendo questa di sale ammoniaco, poco dopo che sarà sceso maggiormente il mercurio, si noti su la tavola un zero. Si versi successivamente sopra la neve, per 4 volte varie oncie di spirito di nitro, s'abbasserà sensibilmente il mercurio sotto il zero, ed a questo punto, ove è disceso, si noti il numero 40; che indicherà il massimo freddo finora a noi noto in natura. Questa è la più esatta maniera di costruire i termometri universali, quando s'usi diligenza nel votare esattamente d'aria il mercurio, il cilindro, e il tubo, e s'adoperi l'acqua pura, per notare il grado 212, essendo il mercurio all'altezza di quasi 28 pollici nel Barometro. Dobbiamo questo metodo all'industrioso Fahrenheit, e al diligentissimo Musschenbroek; dal metodo dei quali però ci siamo qualche poco discostati a tenore delle osservazioni, che gli stessi hanno lasciate.

Tav.  
10.  
Fig. 9.

60. Il Signor de Reaumur nelle Memorie dell'Accademia del 1730.  
ado

adopera un altro metodo ; ch'egli giudica universale ; si serve dello spirito di vino corretto con un poco d'acqua , secondo ch'egli insegna , per dargli un determinato grado d'espansione , e di questo riempie la palla , e una quarta parte del tubo . Indi s'accerta della capacità d'amendue ; locchè fatto , divide il tubo in modo , che ciascuna porzione della sua capacità contenga una millesima parte del liquore già posto dentro il globo , e il cannello ; in questa maniera divide in gradi il tubo . Nota zero a quel punto , dove è il mercurio , quando si pone la palla nell'acqua , che già comincia a gelarsi . Quando adunque il liquore scaldandosi sale 5 , o 6 gradi sopra il zero , che è il termine della congelazione dell'acqua , allora è segno , che il volume di questo , il quale era mille , è divenuto 1005 ovvero 1006 ; per lo contrario scendendo sotto il zero alquanti gradi indica , che tante millesime si è condensato . In questa specie di termometri , il grado dell'acqua bollente è 80 ; quello del calore animale  $32 \frac{1}{2}$  ; quello delle grotte sotterranee  $10 \frac{1}{2}$  ; e quello del ghiaccio mescolato col sal comune è 15 gradi sotto il zero . Ingegnoso è questo metodo del celebre Autore , e sicuro per quello , che riguarda il grado fisso del freddo ; ma però incerto per parte del liquore , che adopera , il quale non è così semplice , come il mercurio , nè così costante , e la sua dilatabilità non è regolata ; a questo s'aggiunge , che non possiamo con esso misurare molti gradi di caldo .

61. I Termometri presentemente in uso , oltre infiniti altri , che sono meno perfetti , come si può vedere nella Fisica di Desagulier stampata in due tomi in quarto a Parigi nel 1751. Tomo 2 Lezione 10 sono quello di Reaumur , di Fahrenheit , di de l'Isle , e di de Luc §. 49. Il Termometro del Signor de Luc non è diverso da quello di Reaumur , o Fahrenheit , ma solamente espone con somma accuratezza le diligenze , e cautele che devono adoprarli per farli con tutta esattezza , come si può vedere nel Volume 1 dell'opera già citata , seconda parte Capo secondo . Molte di queste cautele abbiamo già esposte nel descrivere i Termometri particolari . I Termometri che ora fanno colla doppia graduazione di Reaumur , e Fahrenheit arrivano solo al caldo dell'acqua bollente e sono lunghi poco più di sei pollici . La palla non ha più di quattro , o 5 linee di diametro , ed è situata sopra la tavola di divisione , che è di metallo , o di avorio , in modo che non la tocca , ma è tutta circondata d'aria , perchè possa indicare il caldo dell'Atmosfera che è diverso da quello degli altri corpi . Il tubo attaccato alla palla è capillare , avendo  $\frac{1}{3}$  di linea di diametro . Vediamo ora in una occhiata come si corrispondono nei tre antecedenti termometri le graduazioni diverse , che si fanno in essi .

	Termometro di Fahreneith.	Termometro di Reaumur.	Termometro di de l' Isle.
Calore dell' acqua bollente.	212.	80.	0.
Calore del Corpo umano.	96.	33.	96. $\frac{2}{3}$ .
Congelamento.	32.	0.	150.

Per mezzo di accurati Termometri, cioè quelli che nello stesso luogo indicano lo stesso grado di caldo, e di freddo si può determinare quello che si osserva nell'aria di paesi diversi, che può chiamarsi *caldo*, e *freddo assoluto*. Ma se il Termometro non è accurato servirà solo a determinare il *caldo* e il *freddo relativo*, cioè di jeri, e d'oggi, d'un'acqua, o di un'altra, ma non potrà esser d'uso per paragonare il caldo o freddo di due luoghi diversi, richiedendosi per far questo che i due termometri vadano ugualmente nello stesso luogo a dimostrare i gradi di caldo, o di freddo. Adoprando Termometri accurati si è scoperto che l'uomo può vivere in un caldo, e freddo molto maggiore di quello, che fu determinato dal dotto Boerrave. Credette questo celebre autore che l'uomo non potesse vivere in una Atmosfera più calda del sangue umano, avendo osservato che al grado 52 del Termometro di Reaumur, che è 19 gradi e mezzo più del calore umano, segnato nello stesso Termometro a gradi 32  $\frac{1}{2}$  morivano alcuni uccelli, e quadrupedi. Ma tale opinione è stata smentita dalle posteriori osservazioni fatte in paesi diversi, come dottamente espone il Signor Abate Spallanzani Regio Professore di Storia naturale nell'università di Pavia, che ora meritamente è stato scelto per rimpiazzare la stessa incombenza nella Università di Padoa già occupata dal S. Vallisnieri figlio del celebre Vallisnieri. Ciò ha esposto il Signor Spallanzani in una dissertazione che sta negli Opuscoli di Milano Volume 19. Essendo il calore umano a gradi 32  $\frac{1}{2}$  abbiamo dalle osservazioni dei viaggiatori che alla Apamea, e al Capo di bona speranza in Africa il calore dell'Atmosfera all'ombra è gradi 36, e pure in essa vivono gli abitanti di quei luoghi. Alla Carolina se il termometro dall'ombra si ponga in bocca di un'uomo, in vece di alzarli si abbassa, segno evidente che l'Atmosfera è più calda del corpo umano. Si veda Haller Fisiologia Tomo 2, e Rolanson Volume 24 degli opuscoli di Milano. In questa dissertazione esamina l'autore il caldo delle mani, dei piedi, del petto, del basso ventre, e dell'Atmosfera in tutti i mesi dell'anno, e riferisce molte utili osservazioni. Costa inoltre dalle sperienze che il corpo umano soffre il caldo dei bagni che sale a 36, e 40 gra-

40 gradi. Così il dottissimo Signor D. Pietro Moscati Medico dello Spedale maggiore di Milano riferisce nel volume 14 degli opuscoli che ivi si riscalda fortemente una camera per asciugare le biancherie dei bambini, ed il calore in essa sale a 44 gradi di Reaumur. Ciò non ostante niente patiscono le donne ivi addette al continuo servizio dell'ospedale, nè hanno bisogno di altro che ogni mezz'ora uscir fuori della camera a pigliar aria. Eccellivo ancora è il calore nelle fornaci di cristallo a Venezia, onde gli artefici di tanto in tanto escono fuori in una camera meno calda. Il Signor Fordyce in Gennaio 1774 comunicò alla Società Reale varie sperienze fatte con calore molto maggiore, al quale ciò non ostante ha retto la macchina umana per alquanti minuti senza perire. Lo stesso Signor Fordyce stette per 5 minuti in una camera scaldata, e ben chiusa fino a gradi 26 di Reaumur, indi la fece scaldare fino a gradi 35, e quivi cominciò a grondar di sudore. Dopo dieci minuti passò a un caldo di 39 gradi, e lo soffrì per 20 minuti. Il calore del suo corpo era giunto a 30 gradi, e mezzo, il polzo era accelerato facendo 145 battute a minuto, laddove in un uomo sano ne fa 60. Le vene s'ingrossarono, la pelle divenne rossa, ma la respirazione non fu incomodata. Un'altra volta resse a un calore di 44 gradi, e gli effetti furono gli stessi. Un'altra volta esso con altre 4 persone ressero a un caldo di gradi 62  $\frac{1}{2}$  per più di 20 minuti. Dopo un'ora di riposo si esposero a un calore di 74 gradi, cioè 6 gradi meno dell'acqua bollente, e lo soffirono per 10 minuti. Si espole uno di essi solo al grado 79 che è un grado sotto l'acqua bollente e vi stette per 3 minuti, calando da lì un poco il termometro per li vapori del corpo. Quello che si è osservato intorno al caldo dell'Atmosfera, si è ancora sperimentato rispetto al freddo. Ha creduto Boerhave che gli uomini e gli animali, e le piante non potessero vivere a un freddo 14 gradi e mezzo sotto della congelazione, o del zero nel Termometro di Fahreneith. Ma le osservazioni de' viaggiatori, e di altri hanno dimostrato il contrario. Per varj anni a Pietroburgo il freddo è stato a 27 gradi sotto il zero, e un'anno a 30. A Quebec il freddo scese sotto il gelo gradi 33, e il Maupertuis ne soffrì uno a Tornea gr. 37. Nella Siberia, a Tomsch, a Kirenga, a Yeniseik è giunto qualche volta a gradi 53, e mezzo, a gradi 66  $\frac{1}{2}$ , e perfino a 70 sotto il zero di Reaumur. Ciò non ostante vivono quegli abitatori in freddi così eccessivi, adoprando il fuoco, e altre cautele per difenderse ne quanto più possono, ma sono per lo più mutili di qualche parte del corpo, che perdendo interamente il moto, si stacca dal restante, come un dito, un'orecchia, il naso, un braccio, una gamba ec. Più del fuoco, che non sempre arriva a scaldarli, loro giova l'andar a caccia, o a tagliar legna nei boschi, o stare in moto.

62. Abbiamo a sufficienza data un'idea della Macchina Pneumatica, e suoi usi differenti per misurare la diversa compressione dell'aria naturale,

rale,

rale, e per la rarefazione della medesima. Daremo ora una sufficiente, e breve idea della *Macchina per comprimere l'aria in un dato luogo*, gli usi della quale sono gli stessi che di quella per rarefarla. Consiste questa in un piatto d'ottone doppio, fermato sopra un piede alto come quello della macchina per rarefar l'aria. Vicino al piatto in vece di trombe si ferma a vite un sifone perpendicolare, che comunica per un canale col piatto. Nello stantuffo vi è una valvola §. 6. che si apre al di dentro; acciocchè alzando lo stantuffo possa l'aria esterna entrare nel Sifone. All'estremità di questo è un'altra valvola, perchè spingendolo dentro lo stantuffo possa l'aria scesa in esso, scaricarsi, e condensarsi nella campana. Ai due lati opposti del piatto vi sono due colonne di legno, sulle quali si ferma a vite una traversa grossa d'ottone, che tiene calcata la campana contro il piatto, acciocchè l'aria in essa condensata non sbalzi in aria la campana. La campana si fa di forma ovale, di panza larga, e di sopra, e di sotto col collo stretto; essendo la compressione dell'aria nei fluidi, come la base nell'altezza, e perciò l'aria della panza snervando la pressione dell'aria condensata. Nel piano del piatto al di fuori vi è un cannello di cristallo lungo sei pollici chiuso di fuori, e che comunica col piatto, e dentro vi è l'aria comune con una goccia di Mercurio, che sta verso il piatto. Questa goccia nel condensarsi l'aria nella campana stringe l'aria del cannello, e così dal suo moto si determina la compressione, essendovi la scala di sei pollici divisi in linee accanto al cannello. La campana, o è aperta col suo piatto incerato, o chiusa, come nella Macchina del Boyle, ma sempre panzuta, e di figura ovale. Con questa si fanno tutte le sperienze come in quella del Boyle; e così si vedono gli effetti dell'aria condensata, come nell'altra quelli della rarefatta. Essendo 4, in 5 linee la grossezza del cristallo della campana, si può condensar l'aria 4 volte più dell'ordinaria.

## C A P O II.

*Il Suono.*

63. **I**L Suono è un moto nell'aria prodotto; locchè lo ricaviamo dall'osservare, che quando l'aria non si move, non sentiamo alcun suono; inoltre per mezzo della macchina descritta alla tavola 9 dell'aria Fig. 10. votando esattamente la campana di vetro, quantunque s'agiti il campanello, ciò non ostante più non si sente il suono. Non però ogni moto d'aria produce il suono, come osserviamo in molti venti, che spirano senza alcun sibilo, ed altresì agitando l'aria leggermente colla mano. Il moto, che si ricerca, deve essere d'ondeggiamento; di modo che si corrughino le parti dell'aria, come dimostrano le seguenti.

64. 0/.

64. *Osservazioni.* Si tenda una corda, acciocchè le sue parti, essendo toccata, si vibrino, e formi questa in tutta la sua lunghezza varie onde; in questo caso produrrà un suono nell'aria. Con un arco fatto di crini di cavallo strofinati con pece greca si passi sopra le corde del violino, s'eciterà il suono; perchè la pece rendendo sopra la superficie dei crini obbliga le parti della corda a vibrare; ma se questi s'ungono di materia grassa, le corde non soneranno. Battete una campana, manderà suono; dopo che è svanito, durerà ancora un mormorio intorno ad essa, se allora s'accosta assai vicino un corpo duro al suo orlo, siccome le sue parti elastiche seguono ancora a vibrarsi, toccando il corpo duro poco lontano torneranno di nuovo a mandare il suono. Riempite un bicchiere, che abbia il piede, d'acqua, e col dito indice bagnato, girate lentamente sopra il suo orlo, indi accrescere la sua velocità, e la compressione del dito, offerverete, che quando l'acqua comincia ad incresparsi, tolto si sente il suono. Le parti del vetro compresse si vibrano, e questo moto comunicato all'acqua passa nell'aria onde immediatamente si produce il suono. Un'ingegnoso artefice oltremontano, che anni sono fu in Napoli da varj bicchieri di grandezze diverse cavava un concerto armonioso. Beniamino Franklin nel volume 15 degli Opuscoli di Milano dell'anno 1776. descrive una macchina, che fa un concerto di bicchieri col girare un manubrio, inventata dal Signor Puckeridge gentiluomo Irlandese.

65. Da queste osservazioni segue, che i corpi elastici sono più adatti degli altri a mandar suono; perchè più facili a vibrarsi, e con ciò ad incresparsi l'aria. Una corda comune, quando si tende, e acquista l'elaterio, diventa sonora. Se il campanello, con cui si fa l'esperienza nel voto, tocca il piatto d'ottone, si sente il suono, quantunque l'aria non sia dentro la campana. Il suono adunque non è altro, che un moto ondeggiante nell'aria, prodotto dalla vibrazione d'un corpo specialmente elastico; dal che nasce, che infinite possono essere le varietà del suono. Ciò non ostante relativamente all'orecchio si può dividere in due specie; dal che ha avuto origine la Musica. Se battendo due corde tese, la prima faccia un suono vigoroso, e spiritoso, questo si chiama *suono acuto*; se la seconda produca un suono languido, e più lento, si dice *suono grave*. Il principio dell'uno, e dell'altro è arbitrario, non avendo la natura sopra di ciò stabilito alcun limite; nel cembalo per esempio il suono acuto è alla lettera C, che sta nel mezzo. Il suono d'un corpo sonoro dipende dal numero delle vibrazioni, che fa la corda in un tempo determinato. L'esperienza ha dimostrato, che se battendo una corda tesa di qualche lunghezza, in un minuto secondo faccia un suono, o alcun numero determinato di vibrazioni, ponendo sotto la metà di questa un ponticello di legno, che alquanto innalzandola la divida, come in due parti uguali, toccata la metà di questa corda farà due suoni, o il doppio di vibrazioni in un  
minu-

minuto secondo; se si tocca la quarta parte di tutta la corda, ponendo sotto questa il sostegno, farà nel tempo stesso 4 volte più vibrazioni. Il numero adunque delle vibrazioni è inversamente, come le lunghezze della corda. Da queste osservazioni ebbero origine i *tuoni fondamentali della Musica*. Imperocchè se i numeri delle vibrazioni di due corde fatte nel tempo stesso siano uguali, le corde si dicono unisone; se sono come 2:1 si dice il *tuono dell'ottava*; onde toccando la metà della corda avremo l'ottava; se sono come 3:2, si chiama *la quinta*; se come 4:3, *la quarta*; se come 5:4, *la terza maggiore*; se come 6:5, *la terza minore* ec. Ma sopra questi tuoni della musica può vedersi Atanasio Kircher, che diffusamente la tratta in teorica, e in pratica nella sua *Musurgia universalis*, stampata in Roma nel 1650; la pratica poi è in questa parte quella, a cui si deve ricorrere per determinare il suono grato, o ingrato all'orecchia. Molte cose utili intorno alla Musica Teorica e Pratica ha esposte il Signor Rameau nella dimostrazione del principio dell'Armonia ec. In 8 a Parigi 1750. e nella Raccolta di Musica in 4, due volumi a Parigi 1760.

66. Rimangono ora alcune *considerabili proprietà* del suono; e *Prima*, consistendo questo in un moto ondeggiante dell'aria, si diffonderà in giro in quella maniera che abbiamo osservato accadere nelle onde dentro dell'acqua, §. 674. 675. Parte seconda, e perciò tutto quello, che di queste abbiamo dimostrato, potrà ancora applicarsi al moto del suono, e spiegarli molti fenomeni, che lo riguardano. Per esempio essendo in molti a parlare in una camera, si sentono le voci di tutti, senza che si confondano, come appunto accade nelle onde dell'acqua, che si muovono senza impedirsi; il suono passa per ogni minimo foro d'una camera, nè per questo la voce si confonde ec. Questa diffusione delle onde dell'aria non va in infinito, ma ha i suoi limiti, i quali però non possono definirsi, dipendendo dalla costituzione dell'aria, dai corpi, che la circondano, i quali bene spesso diminuiscono, o accrescono il suo moto, e da altre cause esteriori. Quindi un colpo di cannone alle volte si sente lontano 50 miglia, alle volte 66, e qualche volta nel mare fino a 200 miglia Inglese.

67. *Seconda*, il suono non si diffonde con una massima velocità, come la luce; perchè da lontano scaricandosi un cannone molto tempo prima si vede questa, di quello che si senta il suono. Questa celerità non è in tutti i luoghi della terra la stessa, Gassendi osservò, che il suono in un minuto secondo descrive piedi Parigini 1473; gli Accademici di Firenze piedi 1185; Cassini, Ugenio, e Roemero nel tempo stesso piedi 1172; Flamstedio, ed Allei 1070; l'Accademia di Parigi 1080; e Cassini il giovine nelle Memorie del 1738 stampate a Parigi nel 1740 stabilisce la velocità del suono in un minuto secondo di piedi 1038. Questa differenza dipende dalle costituzioni dell'aria diverse ne' luoghi, dove sono state fatte l'esperienze; onde a torto il

De.

Deream pretende per alcune sperienze fatte in Inghilterra solamente, che qualunque sia la costituzione dell'aria, il suono abbia sempre la stessa velocità. Secondo le osservazioni di Cassini il giovane nel luogo citato, il vento perpendicolare alla direzione del suono non muta la sua velocità; ma questa s'accresce, se spira il vento a seconda, si diminuisce se soffia al contrario del suono. Di più il caldo, il freddo, il buono, o cattivo tempo, la notte, e il peso diverso dell'aria niente influiscono alla sua celerità si sente bensì di notte più lontano il suono, e più distinto; perchè l'orecchio non è disturbato da altri strepiti. Prendendo un termine di mezzo tra tutti quelli stabiliti della velocità del suono supporremo; che questo descriva 1080 piedi in un minuto secondo, dal che ricaviamo il modo di determinare all'ingrosso la distanza d'una nave nel mare, che dà il segno collo sparo d'un cannone, o pure la distanza d'un fulmine, che cade. S'osservi quanti minuti secondi passano dal vedere la luce al sentire il suono; moltiplicando questi per 1080 avremo presso a poco la distanza della nave o della saetta.

68. *Terza*, il suono va con una velocità equabile, o uniforme come hanno dimostrato con molte sperienze gli Accademici Fiorentini, e il Deream nelle Transazioni Inglese, e lo ha confermato Cassini il giovane nelle Memorie del 1738; avendo più volte osservato, che se impiegava 10 minuti a descrivere uno spazio dato, ne metteva 5 a percorrere la metà di questo.

69. *Quarta*, i suoni quantunque siano disuguali, hanno ciò non ostante la stessa velocità. Ciò osservarono replicatamente gli Accademici di Firenze, e il Deream, quali facendo scaricare nel tempo stesso un cannone, un archibuso, e un moschetto posti alla distanza, a cui arriva il suono dell'archibuso, nello stesso momento sentirono tutti tre. Il suono più forte certamente si diffonde a maggiore distanza, che il suono più debole; ma in quello spazio ove si diffonde questo, tutti due camminano colla stessa velocità. È stata confermata questa proprietà del suono ancora da Cassini il giovane.

70. *Quinta*, il suono ripercotendosi dai corpi, come le onde, viene perciò accresciuto dalla vicinanza delle mura; onde osserviamo, che i tamburi sonati vicino alle mura della Città fanno più strepito, che in campagna. La strettezza del luogo ancora accresce il suono; onde parlando in un pozzo, o dentro una grotta, o sonando le campane nei luoghi circondati immediatamente da i monti, si rende più sensibile il suono. Quindi Pantoto medico Francese riferisce, che un urinatore volendo sonare dentro la campana urinaria un corno da caccia, tanto fu lo strepito, che fece, che fu sorpreso da una fiera vertigine. Kirker *Phonurgia lib. 1. Sect. 2.* riferisce che negli acquedotti Romani la voce si sente 500 piedi lontano. In una camera del palazzo del Re di Prussia vi è un canale semicilindrico, che da un angolo d'un mu-

ro sotto il pavimento passa all'altro; se qualch'uno colla faccia volta-  
ta verso l'angolo parla, sarà sentito solamente da quello, che sta all'  
altro angolo. Le volte delle camere a proporzione della loro figura  
accreiscono il suono, secondo che descrive Kircker *Musurgia lib. 9. §. 4.*  
e Palchio in *Inventis novo antiquis*, cap. 7. Queste osservazioni diede-  
ro occasione al Cavalier Morlandi Inglese d'inventare nel 1670. la *trom-  
ba parlante, o di mare*, per mezzo della quale si fa sentire la voce  
molto lontano. E' questa una tromba, ch'egli non fece altro che per-  
fezionare, dandole una figura parabolica, e perciò più atta ad accresce-  
re la voce; perchè, secondo che riferiscono le istorie, d'una tromba  
meno perfetta si serviva Alessandro Magno per radunare l'armata; ne  
fece ancor una il Kircker, e dopo lui il P. Salar nel 1654. che era  
lunga 5. piedi, e  $\frac{1}{2}$ . Ma il Signor Hase ne descrive una più utile delle  
altre, forma il principio della tromba, che è di latta di figura ellitti-  
ca; così che, dove si pone la bocca per parlare, che vi è un largo  
labro sia un foco dell'ellissi, e dove cade l'altro foco della medesima,  
vi sia ancora il foco della parabola, colla quale è formato il restante  
della tromba. Il moto ondeggiante dell'aria, che parte dal foco dell'  
ellissi battendo nell'interiore superficie ellittica, deve per le proprietà di  
questa curva raccogliersi tutto nell'altro foco; onde da questo partendo  
unito, che è altresì il foco della parabola, urtando nella cavità para-  
bolica, colla quale è formato il restante della tromba, si rifletterà  
uscendo fuori dalla medesima per direzioni parallele tra loro; essendo  
proprietà della parabola, che le particelle di materia, per esempio  
quelle del lume, le quali partono dal suo foco, urtando ne' lati di  
questa debbano riflettersi ~~tra loro parallele~~. In questa maniera parte  
per lo raccoglimento della forza sonora, che si fa per mezzo dell'el-  
lissi, parte per le varie riflessioni della medesima, che sono accresciute  
di forza dall'elaterio della latta, e parte per la determinazione paral-  
lela, che ricevono le parti dell'aria dalla figura parabolica il suono ac-  
cresciuto si diffonderà in una considerabilissima distanza.

71. *Sesta*. Quando nel riflettersi il suono tra la prima, e seconda  
riflessione passa qualche tempo, allora non confondendo l'anima il suo-  
no diretto col riflesso, li percepisce distinti, e perciò sente ripetuta la  
voce tante volte, quante sono le riflessioni separate, che si fanno della  
medesima; questo è ciò, che si dice *Ecca*. Sturmio in *Physica eclecti-  
ca* stabilisce, che per riflettersi la voce una volta si ricerca la distanza  
di piedi 200, per riflettersi due volte 300; questo però ha bisogno d'  
ulteriori osservazioni, e giudico, che sarà molto difficile il determinarsi  
dipendendo da molte circostanze, variata una delle quali, la distanza  
ancora deve mutarsi; vedasi sopra di ciò il libro 2., della par. 2. *Ma-  
gie universalis natura, & artis* del P. Gasparo Scotto Gesuita, stam-  
pata a Erbilpoli nel 1657. Molte sono le *Ecca* in varj luoghi della  
terra. Kircker trovandosi a Siracusa nel 1638. visitò quella, che sta  
fuori

fuori di Città, detta volgarmente orecchia di Dionigi tiranno di Siracusa, o pure orecchia d'Archimede. Suppone il volgo, che facesse Dionigi architettare da Archimede un'orecchia grande, incavata nel sasso dentro il suo palazzo, che terminava nella carcere vicina, per potere sentire ogni parola de' prigionieri; ma siccome questo Re, ed Archimede vissero in tempi diversi, come osserva il Cavalier Mirabella nella sua Siracusa, e Buonanni nelle antichità di questa Città, così quest'orecchia deve riconoscerne un altro artefice. Osservò Kirker, che per mezzo di questa, la voce, ed ogni picciolo strepito considerabilmente s'ingrandiscono, e sono ripetute; ma questa ripetizione di voce non potè osservare lo Scotti, che fu a visitarla nel 1646. forse com'egli dice, per essersi mutata la costituzione del luogo. Plutarco nel lib. 4. c. 20. *de placitis Philosophorum*, riferisce, che nelle piramidi d'Egitto 4, o 5 volte è ripetuta la voce; vedasi sopra di ciò Kirker in *Oedipo Ægyptiaco*, tom. 3. Plinio nel lib. 36. cap. 15. della Storia Naturale riferisce, che vicino alla porta di Cizzico v'erano sette torri, che più volte moltiplicavano la voce; e nel Portico, detto *Heptaphonon* dai Greci, in Olimpia si sentiva sette volte. Pausania ne riferisce un'altra in *Corinthiacis*, ed una in *Eliacis*. Fuori della porta Capena di Roma, due miglia nella via Appia al Sepolcro dei Metelli, detto ora Capo di Bove, sino ai tempi di Boiffardo, come espone esso nella Topografia di Roma, v'era un'Ecco, che ripeteva 8 volte distintamente la voce, e poi molte volte in confuso; Kirker però, e lo Scotti non ve la trovarono. Un'altra Ecco si trova in Palermo, un'altra fuori d'Erbipoli. Tra le più celebri però si numera l'Ecco Carentonia che descrive Gassendi nel tom. 1. lib. 10. in *Diogenem Laertium*. L'edificio, da cui è mandata, è lungo, e senza tetto, dall'una, e dall'altra parte ornato di colonne, e 30 volte rimanda la voce. L'altra Ecco celebre è quella della Villa Gonzaga, ora detta Villa Simonetta. In essa vi è un Palazzo di figura rettangolare, a cui però manca un lato, e gli altri tre sono tutti sostenuti da 3 ordini di colonne, e la fabbrica superiore è circondata da una loggia larga 8 passi, o braccia Milanese, e sei oncie. La lunghezza del lato di mezzo, che non ha il suo corrispondente è 26 passi, e 4 oncie; la altezza sino alla loggia 16 passi, e 4 oncie. La lunghezza di ciascuno degli altri due lati, che sono tra loro paralleli, ed ugualmente alti di quello di mezzo è di 33 passi, e 3 oncie. In questi due lati non vi sono finestre, eccettuate 3 porte, che corrispondono su la loggia nel lato destro, quando si entra. Sotto il tetto in mezzo al lato sinistro v'è una finestra, dalla quale mandando una voce si sente ripetuta 24 volte. Celebre è ancora l'Ecco di Pavia, che è una delle tre riferite da Cardano, e dopo lui dal Kirker, la quale sta nella fabbrica vicino al Palazzo Ducale, detta comunemente il Salone, o l'Arsenale, di figura rettangola, lungo 124 braccia Romane, largo 24; alto 35. Ha due

porte, una nel lato Boreale, alta 6 braccia, larga 4, l'altra uguale nel lato opposto di mezzo giorno, sopra la quale v'è una finestra assai grande, e due laterali più picciole. La porta Boreale è lontana dalle porte della Città 30 passi. Ponendosi un uomo nel mezzo del Salone, se sono aperte tutte due le porte si sente l'Ecco, 11 volte, chiudendo quella di mezzo giorno, 8, chiudendole tutte due, 6 volte solamente. L'altra Ecco celebre, è quella di Oxford, nella sala di Woodstoch, che al riferire di Roberto Plot ripete la voce 17 volte.

## C A P O III.

*La Luce diretta, o l'Ottica.*

72. **I**L fuoco sia quello del Sole, il naturale dei fosfori, o il fuoco comune, sono quei corpi, che producono il lume, come già in parte abbiamo osservato, e si vedrà più chiaramente ancora parlando della natura del Sole. Per mezzo del lume si fa la nostra vista, quando questo riflettuto dagli oggetti esteriori cade sopra i nostri occhi; ciò non ha bisogno di dimostrazione; perchè ritrovandoci all'oscuro, quantunque abbiamo gli occhi, ciò non ostante non possiamo osservare i corpi, che sono fuori di noi. Quei corpi, che mandano il lume, si dicono *Luminosi*, quei, che lo riflettono *Illuminati*. Quando la nostra vista si fa per mezzo del lume mandato immediatamente dal corpo luminoso, o dall'illuminato, che noi guardiamo, si dice *Visione diretta*, e di questa propriamente parla quella scienza, che è chiamata *Ottica*. Se la nostra vista si faccia ~~per mezzo d'un altro corpo~~, che riflette ai nostri occhi la luce di quello, che è luminoso, o illuminato, come quando per mezzo d'uno specchio vediamo gli oggetti; questa si dice *Visione riflessa*, e la scienza, che ne tratta *Catottrica*. Se noi vediamo qualche oggetto per mezzo di raggi, che passano per qualche corpo diafano, come il vetro, questa è la *Visione rifratta*, e la scienza, che ne parla, vien detta *Diottrica*. Queste tre scienze comunemente passano sotto nome di *Ottica*; noi però le separiamo.

73. Molti Autori hanno scritto di queste tre scienze. Qualche cosa al riferire di Laerzio ne cominciò a dire Democrito, indi secondo Suida Eudosso Cnidio, e Filippo Mendeo discepolo di Platone, che comentò i suoi luoghi matematici. Nella Libreria Viennese si trova la *Diottrica* di Erone Alessandrino manoscritta in 30. fogli. Ma tra tutti gli antichi monumenti rimane presentemente l'*Ottica*, e *Catottrica* di Euclide, fiorito nel 272. prima della nostra Era, benchè molto imperfette, stampate in latino da Zamberto nel 1546. a Basilea, e in Italiano da Ignazio Dante, colle cose *Ottiche* di Eliodoro fiorito nel secolo sesto, dopo l'Era, e stampate in Firenze nel 1573. Alhazeno Arabo scrisse nel secolo undecimo più diffusamente di tutti l'*Ottica*, che Fe-

deri-

derico Risnerio ridotta in 7. libri stampò a Basilea nel 1572. In maggior ordine ridusse questa scienza Vitellione Polacco fiorito nel secolo decimo terzo, dividendola in 10. libri, che uscirono per opera di Giorgio Tanstetter, e Pietro Apiano a Norimberga nel 1535. e Reilnero nel suo *Thesaurus Opticæ* ristampò nel 1572. colle opere di Alhazeno. Giovanni Keplero non ricusò di commentarlo nei suoi *Paralipomena in Vitellionem*, stampati nel 1604. a Francfort. Lungo farebbe il tessere un' Istoria di tutte le altre Ottiche, noi esporremo le più principali. Giovanni Keplero pose in miglior ordine la Diottrica, come si vede in quella, che stampò in Augusta nel 1611. e dopo esso il Cartesio nella sua Diottrica; meglio ancora l'espose Willelmo Molyneux nella Diottrica nova stampata in Inglese nel 1692. e l'Ugenio, come apparisce nei 4. volumi delle sue opere, i primi dei quali furono stampati a Leiden nel 1724. gli altri in Amsterdam nel 1728. ottimo ancora è il *Tentamen Dioptricæ* di Niccolò Hartsoecker stampato a Parigi nel 1694. la Dioptrica del P. Cherubino Capuccino stampata a Parigi nel 1671. e la visione perfetta nel 1678. L'Ottica la trattò Cristoforo Scheiner nel suo Trattato *De Oculo*, stampato ad Inspruch nel 1619. Tutte le Scienze del lume le spiegò ancora Zaccaria Traber Gesuita *In nervo Optico*, che uscì a Vienna nel 1675. e intorno alla pratica delle medesime scrisse Giovanni Zhan *in oculo artificiali* ristampato a Norimberga nel 1702. e Antonio Maria Schirleo de Reita *in oculo Enocbi, atque Elia* stampato ad Anversa nel 1645. Degne però sopra tutte d'esser lette sono le Lezioni Ottiche, e Geometriche, che uscirono a Londra nel 1674. di Ilacco Barrow, che nel 1675. espone analiticamente le Opere d'Archimede, d'Apollonio, e di Teodosio; celebre anche è l'*Optica promota* di Giacomo Gregori, uscita nel 1663. David Gregori diede un compendio di tutte due queste opere ne' suoi *Elementi di Diottrica, e Catottrica*, che furono ristampati dal Desagulier, con aggiunte a Londra nel 1735. Ma sopra tutte merita lode l'Ottica di Newton tradotta in latino da Samuel Clark, che fu ristampata a Ginevra nel 1740. a cui devono aggiungersi le Lezioni Ottiche dello stesso Autore, stampate di nuovo tra tutti gli Opuscoli suoi, che in tre tomi uscirono ancora a Ginevra. L'Ottica colle sue Lezioni ove dimostra geometricamente le proprietà del lume, cogli opuscoli spettanti alla luce, che erano nelle traslazioni, sono state insieme stampate nell'anno 1749. a Padova. Degna ancora d'esser letta, ed è la più compiuta di tutte, è l'Ottica di Smith tradotta dall'Inglese dall'Abbate Pefenas, e ristampata in due tomi in quarto a Parigi nel 1767. colle note di MS. Robins, le *Lectiones Opticæ* di de la Caille ristampate in 4. dall'Abbate Boscovich a Vienna nel 1757; secondo l'Edizione Francese del 1756. il Saggio d'Ottica sulla graduazione del Lume di Bouguer, stampato a Parigi in 12 nel 1729, e la Teoria della Visione del Sig. Berkelei tradotta in Italiano a Venezia nel 1732.

Tra

Tra gli scritti Ottici devono eziandio annoverarsi le osservazioni fatte da alcuni Autori, per mezzo di microscopj perfettissimi. Tra queste, oltre l'opere di Leeuwenhoek che abbiamo già riferite, si numera la *Micrographia* di Roberto Hooke, che uscì in Inglese nel 1667. a Londra; la *Micrographia curiosa* di Francesco Griendels Wan Aach stampata a Norimberga nel 1687. e la *Micrographia curiosa Philippi Bonanni* stampata a Roma nel 1691.

74. Nell'Ottica dovendo parlare della luce diretta, esporremo prima le sue proprietà, indi come si faccia la visione, e i suoi principali fenomeni. *Intensità* del lume, significa l'efficacia, che ha di illuminare. Questa dipende dalla *quantità* de' raggi, dalla loro *velocità*, e dallo *spazio*, in cui si diffondono per la proposizione 49. 50. 51. della prima parte. §. 1088. sino a 1098.

### T E O R E M A I.

*Se un corpo radia per raggi paralleli tra loro, in uno spazio non resistente, l'intensità del lume rimarrà sempre la stessa.*

75. **E**ssendo i raggi paralleli, non possono unirsi più in un luogo, che in un altro, e rimanendo lo stesso corpo, nè essendovi resistenza nel mezzo, non si accrescerà la loro quantità, nè si muterà la velocità. Dunque l'intensità del lume rimarrà la stessa. *Come doveva dimostrare.*

### T E O R E M A II.

*Tav. 12. Fig. 1. Se il corpo lucido A radia per raggi divergenti AB, AC, AD, in un mezzo, che non resiste, le intensità a diverse distanze saranno inversamente, come i quadrati delle medesime dal corpo luminoso.*

76. **C**io è stato già dimostrato universalmente di tutte le qualità nella prop. 49. della 1. parte.

### T E O R E M A III.

*Tav. 12. Fig. 2. Se il corpo lucido E radia in un mezzo non resistente per raggi convergenti AD, BD, le intensità in C; G saranno reciprocamente come i quadrati delle distanze CD, GD dal punto D, ove concorrono.*

77. **I**mperocchè non si muta il numero, e la celerità dei raggi; perchè resta lo stesso corpo, e il mezzo, loro non resiste; Dunque unendosi nel punto D, se li concepissimo partire da questo punto, andrebbero per le linee divergenti DA, DE, DB, e perciò l'intensità in C

in  $C$  farebbe all'intensità in  $G$  reciprocamente, come il quadrato  $CD$  al quadrato  $GD$ ; perciò lo stesso accaderà, sebbene siano mandati dal corpo  $MACB$ , formando sempre gli stessi coni luminosi  $AEBDC$ , e  $mFDG$ . *Locchè dovea dimostrare.*

78. Il primo teorema avrebbe luogo in natura, se non vi fosse l'aria, che colla sua resistenza diminuisse l'intensità del lume. Rimangono ancora diminuiti i raggi nei casi del secondo, e terzo teorema; ma essendo l'aria della stessa densità, quivi essendo ancora costante la diminuzione, che patiscono i raggi, si verificheranno, ciò non ostante, l'uno, e l'altro teorema. Dalla resistenza del mezzo nasce, che il lume non può propagarsi ad una distanza infinita. Il terzo teorema si verifica negli specchi concavi, coi quali si raccolgono i raggi del Sole, che dopo riflettendosi dallo specchio convergenti si uniscono in un punto, detto il *Foco* dello specchio, ove dimostrano un'attività considerabile. Il Signor Bouguer ha fatto nel suo Saggio d'Ottica §. 73. molte esperienze sopra l'azione, che esercita la densità dell'aria a diverse altezze d'un corpo lucido dall'orizzonte, sopra i raggi di luce, che manda in terra e ha trovato che l'aria colla sua densità, e perciò resistenza interclude l'adito, e fa riflettere, indietro molti raggi mandati dalle stelle, che verrebbero a noi se non vi fosse l'aria. Ma questa intercezione tanto è maggiore quanto la stella è più bassa sull'orizzonte, e tanto è minore quanto più la stella è vicina al Zenit. Trova adunque che di 10000 raggi mandati da una stella in terra, essendo questa sull'orizzonte, cioè a zero di altezza ne giungerebbero in terra solamente 5; all'altezza di 40 gradi dall'orizzonte ne arriverebbero 7237; all'altezza di 90 gradi, o essendo la stella al Zenit ne giungerebbero 8123. Nella tavola sottoposta vi è il numero dei 10000 raggi che perverrebbero a noi secondo le altezze diverse dall'orizzonte.

Gradi di altezza.	Numero di raggi.	Gradi di altezza.	Numero di raggi.	Gradi di altezza.	Numero di raggi.
0.	5.	8.	2423.	30.	6613.
1.	47.	9.	2797.	35.	6963.
2.	192.	10.	3149.	40.	7237.
3.	454.	11.	3472.	50.	7624.
4.	802.	12.	3773.	60.	7866.
5.	1201.	15.	4551.	70.	8016.
6.	1616.	20.	5474.	80.	8098.
7.	2031.	25.	6136.	90.	8123.

Lo stesso Bouguer nell'opera citata, con replicate esperienze ha trovato che il lume del sole è trecento mila volte in circa più forte che quello della Luna, quando è piena, ed è alla media distanza da terra. Onde nasce che essendo così languido il lume della Luna riflettuto, quan-

quantunque si raccolga, e unisca con specchio concavo, non dà sul termometro alcun minimo indizio di calore. Di più ha dedotto dalle sue esperienze che diminuendosi il lume, o raggio solare un bilionesimo di volte, cioè 1000000000000, non è più sensibile all'occhio. Onde se un corpo non lascia passare per entro di se, che una bilionesima; cioè  $\frac{1}{1000000000000}$  di un raggio solare non sarà diafano, ma opaco. Vedi parte prima §. 1096, 1097, e segu.

## T E O R E M A IV.

*Tav. 12. Fig. 3.* Se il diametro,  $KI$ , dell' oggetto illuminato sta alla distanza,  $HK$ , del corpo  $KI$  dall' occhio posto in  $H$ ; come  $1 : 2000000$ ; i raggi  $HI$ ,  $HK$ , sono paralleli per riguardo ai nostri sensi.

79. **M**isurando  $HK$  la distanza dell' oggetto dall' occhio, sarà perpendicolare alla  $IK$ , perchè la distanza è la linea più breve tra corpo, e corpo, e tale è appunto la perpendicolare per la Geometria. Essendo dunque l'angolo  $K$  retto, avremo per la trigonometria  $KH : IK$ ; come  $KH$  seno tutto, alla  $IK$  seno dell'angolo  $H$ . Preso adunque in trigonometria il seno tutto diviso in parti Trigonometriche 100000000: avremo questa proporzione 2000000 : 1 :: 100000000 :  $x$ ; onde  $x = 50$  parti Trigonometriche. Cercando nelle tavole estese Trigonometriche di Samuele Pitisco, o d' Ulacq. l'angolo, che corrisponde a parti 50, si troverà prossimamente un minuto secondo; dunque tanto sarà l'angolo  $H$ . Essendo perciò così picciolo l'angolo  $H$ , non potrà dai sensi distinguersi, onde ancora l'angolo  $I$ , sarà retto, onde  $KH$ ,  $IH$  tra loro sensibilmente parallele. Come dovea dimostrare.

80. Poniamo ora  $KI$  la pupilla dell' occhio, ed in  $H$  un' oggetto luminoso, che manda i raggi divergenti  $IH$ ,  $KH$ . Essendo la larghezza della pupilla, o il suo diametro non maggiore di 2 linee Parigine: se l'oggetto sarà lontano dall' occhio 4000000 linee di Parigi, i raggi  $IH$ ,  $KH$  quanto al senso si giudicheranno paralleli; perchè la stessa ragione passa tra  $2 : 4000000$ , che tra  $1 : 2000000$  da noi supposta nel Teorema. Onde se un oggetto luminoso, o illuminato sarà da noi supposto nel Teorema. Onde se un oggetto luminoso, o illuminato sarà da noi lontano linee 4000000, o piedi Parigini 27777, ovvero passi 5555 in circa, i raggi; che da questo escono saranno rispetto all' occhio paralleli; ma se la distanza è minore, come accade nel lume, che di notte si tiene nella camera, allora i suoi raggi saranno sempre divergenti. Essendo il semidiametro della terra rispetto alla distanza del Sole da noi insensibile, e perciò la terra tutta considerandosi, come un punto rispetto alla distanza del Sole, ne seguirà dallo stesso teorema, che i raggi del Sole, benchè escano da lui divergenti, si giudicheranno come

come paralleli. Per dimostrare, che il diametro della terra è quasi un punto, rispetto al diametro dell'orbita dal sole descritta intorno la terra, basta il considerare, che quando il Sole descrive l'Equatore, vediamo la metà del suo corso in quel giorno; locchè non potrebbe accadere, che essendo noi nel centro della terra, o pure essendo la superficie di questa insensibile rispetto alla distanza del sole. Si prende il giorno dell'Equinozio; perchè essendo noi nella sfera obliqua, tutti i circoli diurni descritti dal sole devono essere tagliati disugualmente rispetto a noi dal nostro Orizzonte visibile. Può ancora lo stesso parallelismo dimostrarsi col considerare, che i raggi solari presi in terra, ove è la loro massima divergenza vanno ad unirsi nel Sole, e perciò ad una distanza quasi infinita rispetto ai nostri sensi.

## T E O R E M A V.

*Le particelle della luce sono sottilissime.*

81. **S**E in una camera perfettamente oscurata, si faccia un sottilissimo foro al legno della finestra, e per questo entri un sottile raggio di Sole, dipingerà con chiarezza, e distinzione tutti gli oggetti esterni nel muro opposto; dunque correnti di luce passano per un minuto foro senza disturbarli; locchè non si può concepire, che supponendo le parti lucide quasi infinitesime. Lo stesso si deduce dall'osservare, che tutti gli oggetti esteriori devono mandare infiniti raggi nell'angusta pupilla dell'occhio, e pure nel suo fondo anche assai angusto si dipingono con chiarezza; e distinzione. Di più il Sole, e le stelle sono da noi lontanissime, mandano da per tutto raggi in questo immenso spazio, e noi vediamo chiaramente, e distintamente le loro immagini. Dunque ec.

## T E O R E M A VI.

*Il corpo illuminato manda i raggi per qualunque direzione.*

82. **S**IA l'oggetto DN, ovunque si pone l'occhio in B, F, C, G, <sup>Tav. 12.</sup> H, I; sempre si vede; ma noi vediamo per mezzo dei raggi <sup>Fig. 4.</sup> della luce; dunque il corpo illuminato, per ogni parte li manda. *Come doveva dimostrare.* Dunque se si piglia qualunque particella della superficie d'un corpo vedendosi questa da noi, ovunque situamo l'occhio, manderà questa un numero prodigioso di raggi in giro, e divergenti, che formeranno in aria un cono lucido, la di cui base sarà verso la pupilla. Vien detto questo Cono, *Pennicillo Ottico* §. 102. Ma se l'oggetto sta lontano §. 79. allora questi raggi che sono divergenti, quanto ai nostri sensi sono paralleli.

83. Questo stesso Teorema poteva dimostrarsi per mezzo del Teor. 5. perchè essendo le parti lucide insensibili, qualunque superficie di corpo benchè liscia al nostro occhio, sarà molto scabrosa rispetto alle infinite parti lucide; perciò i globetti della luce si rifletteranno per ogni parte. Mi sono ciò non ostante astenuto di servirmi di questa dimostrazione; perchè il Newton dalla stessa ricava, che la riflessione delle parti lucide, non si fa per alcun urto della luce nelle parti solide dei corpi, ma per una forza repellente, che in essi si trova, dalla quale nasce, che prima che tocchino la superficie sono rigettate. Ciò crede dimostrare per mezzo d'alcune osservazioni, colle quali fa vedere nella sua Ottica, che la luce riflette da alcuni corpi prima di toccarli. Ma siccome intorno a ciascun corpo v'è la propria atmosfera assai più densa dell'aria; così non ho dubbio, che possano alcuni raggi lucidi rifletterli, prima di giungere alla superficie del corpo; e con questo si possono spiegare i fenomeni osservati dal Newton. Quanto poi alla sottigliezza delle parti lucide rispetto alla superficie de' corpi, da questo appunto nasce, che ora appaiono di color bianco, ora d'altri colori. Quando la superficie d'un corpo è tutta ugualmente irregolare, allora questo comparisce bianco, perchè da tutti i lati riflette i raggi; così osserviamo, che accade ad una lastra d'argento, quando non è levigata, ma piena di minutissimi fori; per lo contrario diviene oscura, allora che si spiana la sua superficie, o s'imbrunisce. Nel primo caso la luce per tutte le parti si riflette, nel secondo la sua riflessione è più regolata; onde è, che in un punto solo si vede lucida; cioè quando l'occhio si mette in quel punto dove ribalza il raggio; locchè meglio si concepirà nel teorema seguente.

84. Da questa riflessione irregolare de' raggi, nasce la loro *Inflessione*, o *dispersione*, la quale dimostrammo col Newton ne' §. 583. 584. della prima parte. Quando un raggio, quantunque sottili cade sopra un corpo irregolare, o scabroso, si divide in altri, e ciò è quello, che dicono *dispersione del lume*, che fu prima del Newton osservata dal P. Grimaldi Gesuita nel suo trattato *De lumine*. Questa dispersione è più, o meno regolare a proporzione della minore, o maggiore scabrosità della superficie de' corpi.

85. Da questo teorema ne segue, che la luce è un *vero corpo*, o per dir meglio particelle, che continuamente escono dal Sole, e scendono a noi, contro a quello che dicevano i Cartesiani, i quali supponevano, che fosse un'impressione prodotta nei globetti del secondo elemento, dal vorticoso girare del sole intorno al proprio Asse. Si spiegano inoltre alcuni Fenomeni. 1, Se l'occhio farà in A, vedrà solamente il punto D dell'oggetto, essendogli occultati gli altri punti dopo D. 2, Sia l'occhio in BF, e la pupilla non minore di questa distanza dei raggi paralleli DB, NF, vedrà DN per raggi paralleli. 3, La larghezza della pupilla sia minore della distanza EC di due raggi paral-

Tav.  
72.  
Fig. 4.

paralleli DC, NE, stando in E, ovvero in C vedrà l'oggetto DN per raggi convergenti ED, EN, o pure CD, CN; lo stesso accaderà trovandosi in HI, se i due raggi HD, IN possono entrare nella pupilla. 4, Sia la pupilla dell'occhio in EG, così che i raggi ED, GD entrino dentro di essa, vedrà il punto D per raggi divergenti. Dunque nello spiegare la visione degli oggetti, e delle loro parti, possiamo prendere raggi paralleli, convergenti, e divergenti. Non tutti però i raggi degli oggetti arrivano al nostro occhio, ma molti se ne disperdono, altri riflettuti debolmente non vi arrivano, altri arrivando vi non hanno efficacia tale da muovere i nervi ottici.

## T E O R E M A VII.

*L'angolo d'incidenza nei raggi è uguale a quello di riflessione.*

86. **E**Ntri un raggio di luce in una camera oscura, e cada sopra una superficie levigata, come farebbe quella d'uno specchio, si vedrà sensibilmente l'angolo d'incidenza, e quello di riflessione, e misurandoli si troveranno perfettamente uguali. Sia lo specchio DN posto sopra una tavola orizzontale, si ponga in H un picciolissimo globo, e misurato l'angolo HDK, si faccia BDA a questo uguale, posto l'occhio in B, l'oggetto H si vedrà in D, e non altrove. *Come dover dimostrare.*

87. Non v'è dubbio, che le particelle della luce sono minutissime rispetto alle parti de' corpi; ma prendendo una somma di queste sensibile, cioè un intero raggio, divenendo questo sensibile rispetto alla superficie del corpo, la maggior parte di esso, si rifletterà con un angolo uguale a quello d'incidenza. Porzione del raggio resta imbevuta dal corpo, alcune parti si disperdono, altre non arrivano, altre non sono all'occhio efficaci; ma quelle, che vi giungono, e sono all'occhio sensibili, lo saranno ancora alla superficie del corpo, e perciò faranno l'angolo d'incidenza uguale a quello di riflessione. Così osserviamo, che un gitto d'acqua cadendo obliquamente, e con massima velocità contro un piano di marmo, quasi tutto si riflette sotto un angolo uguale, e la maggior parte de' globetti dell'acqua seguono la direzione del torrente. Ma se la superficie de' corpi è scabrosa, allora quasi tutto il raggio si disperde in più altri, e va per molte direzioni; ciò non ostante considerando ciascuna particella minima del corpo, e i sottilissimi fili, o raggi, nei quali si disperde il maggiore, ciascuno di questi rispetto alla particella, su cui cade, essendo sensibile, farà l'angolo di riflessione uguale a quello d'incidenza, ma questo non potrà osservarsi, che con un occhio armato di microscopio; ciò dà molto lume per sciogliere infinite questioni, che si fanno intorno alla luce.

## T E O R E M A VIII.

*La luce si propaga successivamente dal Sole, e va con una velocità quasi infinita.*

88. **R**oemero fu il primo di tutti, che dimostrò con osservazioni Astronomiche, che il moto della luce non è istantaneo. Per poter ciò concepire, sia  $T$  il Sole,  $BCED$  l'orbita della terra,  $I$  sia Giove,  $S$  uno de' suoi satelliti, cioè quello, che gli è più vicino, osservò Roemer, e dopo esso Cassini, che essendo la terra in  $C$ , nel qual caso si vede Giove opposto al Sole, perchè riferiamo questi due corpi a due punti opposti del cielo, contemplando l'eclissi del satellite  $S$ , quando comincia a restar coperto dall'ombra di Giove, e la sua emersione, quando cioè si trova in  $A$ , e di nuovo torna a vedersi, il tempo dell'immersione, ed emersione del satellite intimo, è minore, che quando si vede Giove in congiunzione col Sole, o pure quando la terra si trova in  $E$ . Lo stesso accade essendo la terra in  $D$ , e poi passando in  $B$ ; il tempo tra l'immersione, e l'emersione in  $D$  è maggiore, che in  $B$ , la differenza essendo li 14 minuti primi, o pure secondo Bradley di 16 minuti primi, <sup>26</sup> ovvero 14 secondi. Dunque quando si vede emergere il satellite  $A$  dall'ombra di Giove, cioè quando la luce da esso riflessa torna a scendere a noi, impiegherà, essendo la terra in  $E$ , minuti primi 14 di più, che essendo in  $C$ ; e perciò la luce, per descrivere il diametro  $GH$  dell'orbita terrestre, consumerà 14 minuti primi, onde a percorrere il semidiametro  $TG$ , o per arrivare dal Sole a noi vi metterà 7 minuti primi; essendo noto, che la luce nel riflettersi non perde la sua efficacia, onde tanta forza ha il raggio, che dal Sole  $T$  va al satellite  $A$ , che il riflesso  $AC$ , ovvero  $AE$ . Dunque la luce si propaga successivamente, nè il suo moto è istantaneo; ciò che era in primo luogo da dimostrarsi. Ma il diametro  $GH$  è di piedi 941577536000, che la luce descrive in 14 ovvero 16 minuti primi, e 14"; dunque il lume è spinto dal Sole con una infinita velocità. *Come dovea in secondo luogo dimostrare.*

89. Da questo teorema di nuovo si ricava, che la luce non dipende da una impressione, prodotta dal Sole nelle particelle dell'aria, la quale si comunicherebbe istantaneamente; ma consiste in una vera emanazione di minime particelle, che dal Sole scendono a noi per linea retta. Quando queste perdono la direzione rettilinea, non sono più luce, ma fuoco. Che la luce vada per linea retta lo dimostrano tutti i fenomeni. Oppongono ciò non ostante i Cartesiani; se la luce consistesse in particelle mandate dal Sole, chiuse improvvisamente le finestre, e le porte d'una camera, rimanendo ancora in essa la luce entrata, continuerebbero a vedere gli oggetti; locchè essendo contrario alla sperienza, ne segue,

segue, che la luce è una semplice impressione. A questa difficoltà si risponde, che interrotto il commercio colla luce di fuori, perde moltissimo del suo vigore quella della camera; di modo che non può rendersi più sensibile all'occhio, avvezzo al moto gagliardo del lume esteriore, l'impressione, che gli fa quella di dentro. Così osserviamo, che entrando dentro una camera chiusa, ove sia qualcuno da qualche tempo, noi non vediamo gli oggetti della camera, mentre quello, che vi sta dentro tutti li distingue. A questo s'aggiunga, che la luce andando con somma rapidità, ed essendo assorbita dai corpi, secondo che dimostrammo nel cap. 3. della Sezione 3. della parte 2. in picciola quantità può restare tra le parti dell'aria, e quella, che vi rimane perde per la resistenza di questa, l'impressione rettilinea, e perciò la natura di luce. Alla stessa difficoltà sono soggetti quei, che tengono il Sistema Cartesiano.

90. Dimanderà forse alcuno, perchè la luce essendo velocissima, quando scende dal Sole a noi, non fa alcun nocimento ai corpi, su i quali cade? Sappiamo che la forza d'un corpo si misura dalla massa, e velocità, che ha; la prima nella luce è picciolissima, ma la celerità, come abbiamo dimostrato, è quasi infinita; dunque per questa ragione dovrebbe almeno la luce fare lo stesso effetto, che una palla di cannone. S'aggiunga a questo, che il lume viene continuamente, come un torrente; onde la sua massa ancora diventa di qualche considerazione.

91. A questa ricerca, che fa una forte obiezione non solo contro il Sistema de' Newtoniani, ma ancora contro qualunque altra ipotesi di moto impresso; rispondiamo facendo il computo della forza attuale, che può avere la luce paragonata con una palla di cannone. Supponiamo che una palla pesi 10 libbre, ovvero grani 76800, e faccia in un minuto secondo, come portano le osservazioni, piedi 600. La luce scorrendo in 8. min. primi, o pure 480 secondi, 470788768000 piedi 88.; farà in un minuto secondo piedi 980809933  $\frac{1}{3}$ ; onde la velocità della palla sarà a quella della luce, come 600 a questo numero; ovvero come 1: 1634683. Se dunque il lume debba avere la stessa forza della palla di cannone, dovrà la sua massa essere reciproca alla velocità; perciò chiamatala, x; si faccia questa proporzione 1634683: 1:: 76800: x; sarà,  $x = \frac{76800}{1634683}$  parti d'un grano. Ma le parti della luce sono infinitamente più picciole, se si fa il computo; perciò non potranno mai avere una forza considerabile. Entrando la luce per un foro, il cui diametro sia d'una linea, o di 10 particelle, o punti; entrerà per uno spazio composto di 100 punti quadrati. Supponiamo che nel muro opposto, ove il raggio solare, che entra per lo foro dipinge con distinzione, e chiarezza gli oggetti esterni, occupi l'immagine di questi, 4 piedi quadrati; locchè è molto minore del vero; essendo il piede di 1440 punti composto, e perciò due piedi di 2880; quattro piedi quadrati conteranno particelle, o punti quadrati 8294400, che

che diviso per 100, darà 82944; dunque il sottilissimo raggio, che passa per un punto quadrato del foro, se fosse tutto solido, e senza voti di mezzo, dovrebbe dividersi in particelle 82944 per potere nel muro dipingere con esattezza gli oggetti esterni; ma le parti della luce non si confondono tra loro nel passare per lo foro; e perciò tra esse devono esservi la metà almeno di spazi voti; dunque il raggio, che passa per lo foro si dividerà almeno in parti 165888, ciascuna delle quali è di molto più picciola, che quella, che abbiamo trovato dovrebbe essere, per avere la forza d'una palla di cannone. Quanto alla continua corrente di luce rispondiamo, che deve produrre qualche effetto considerabile, e questo appunto è il sensibile riscaldamento, che soffrono i corpi esposti ai raggi del Sole; onde la forza di questi s'esercita a muovere le loro parti insensibili, e renderle volatili.

### DELLA VISIONE, E SUOI FENOMENI.

Tav. 92.  
17.  
Fig 6.

**P**ER concepire come si produca la vista in noi, sia GHFEDBACKIG il bulbo dell'occhio, BAG il nervo ottico, che è un fascetto di fibre nate dalla sostanza callosa del cervello, e chiuse dentro due membrane, che sono l'allungamento della pia, e dura madre del cerebro. Il bulbo dell'occhio è composto di cinque membrane, *Cornea, Sclerotica, Uvea, Coroide, Retina*; e di tre umori *Aqueo, Cristallino, e Vitreo*. La Sclerotica è la membrana esteriore dell'occhio FEDB, GIKC, che nasce dalla dura Madre; questa è coperta da un'altra sottile membrana bianca, detta *Adnata*, che forma il bianco dell'occhio. Dalla sua parte anteriore FHG non ha la *adnata*, ma è interamente trasparente, e dura, e forma una protuberanza, che la chiamano *Cornea*. L'*adnata* serve per muovere l'occhio. Il diametro di questo preso dalla concavità H fino al nervo, a, è di linee parigine  $11, \frac{1}{3}$ , la cornea è porzione d'una sfera, il cui diametro è linee  $7, \frac{1}{2}$ , la sua grossezza è  $\frac{1}{4}$  di linea; la larghezza, o corda, FG, linee  $5, \frac{1}{2}$ . Quantunque la cornea sia una continuazione della sclerotica; ciò non ostante, dove si connette con essa, si assomiglia ad un ligamento, che vien detto *Ciliare*. Sotto la sclerotica immediatamente sta l'*Uvea* espressa per le lettere LSbg, MTCc, che nasce dalla pia Madre; di modo che forma l'interiore cavità dell'occhio. Questa dalla parte posteriore in Sbg, TCc, essendo di color nero, rende l'occhio, come una camera oscura, e si dice *Coroide*. Dalla parte anteriore in L o, M u, dove corrisponde sotto la cornea, per i suoi varj colori, che ha, si chiama *Iride* dell'occhio, e trasparisce sotto la cornea. Questa iride, o pure uvea colorita, in mezzo ha un rotondo foro LM, detto *Pupilla* che pare nero per lo colore della coroide, che per mezzo di esso si vede. Finalmente le fibre Aa, del nervo ottico dilatandosi sopra la coroide fino in R, Q formano una biancheggianta, e mucosa membrana, detta

detta *Retina*, nella quale si dipingono le immagini degli oggetti esteriori. Da i ligamenti ciliari, che sono intorno la cornea in G, F escono molte fibre in giro dentro la cavità dell'occhio, dette *Processi ciliari*, che noi esprimiamo in un piano, colle lettere P, O: da questi resta sospesa una lente N, simile a quella de' microscopj, che divide l'interiore dell'occhio in due cavità FHGPO, che è più piccola, PTQRSO, che è maggiore. La prima cavità è ripiena d'un umore, che per essere simigliante all'acqua, dicefi *umore acqueo*. La capacità HoLMu, è di linee cubiche 11,  $\frac{5.4.2}{1000}$ ; la cavità LONPM, è di linee cubiche 7,  $\frac{3.5.4}{1000}$ ; tutte due contengono 4 grani, ed  $\frac{8}{100}$  di peso, d'umore acqueo, la distanza HN, detratta la grossezza della cornea è linee 1,  $\frac{1}{4}$ . La lente N, è composta d'una sottilissima trasparente membrana, detta *Aranca*, che contiene un umore chiarissimo, ma quasi congelato, detto perciò *Umore cristallino*. La parte davanti vicino alla pupilla è porzione d'una sfera, il cui diametro è di linee 8, e in alcuni di 12; la parte di dietro di linee 5, e rare volte 5,  $\frac{1}{2}$ . La larghezza OP è di linee 4, la grossezza N della lente di linee 2. L'umore cristallino nei giovani è più molle, nei vecchi più duro. Questa lente N per mezzo dei processi ciliari P, O s'accosta, o discosta dalla pupilla LM, e si fa più, o meno convessa. Il rimanente dell'occhio OSRQTP è pieno d'un umore meno denso del cristallino, e più dell'acqueo, detto perciò *Umore vitreo*, che sta racchiuso in una membrana, detta *Jaloide*. Quando l'umore cristallino diviene opaco, e perciò non dà più il passaggio ai raggi della luce, onde la pupilla comparisce bianca, si dice allora, che l'occhio ha la *Cataratta*. Per liberarsi da questa inferiscono un aco sottile e tagliente in P, con cui rompendo i processi ciliari abbassano la lente N, sotto l'umore vitreo, per tornare a dare il passaggio dei raggi nel fondo dell'occhio; perciò quest'operazione si chiama *abbassamento della cataratta*. In questo caso, per supplire alla lente N, s'adoperano gli occhiali convessi.

93. *Osservazioni*. Ponete uno specchio sopra i legni della finestra, ed accostandovi ad esso guardate la pupilla degli occhi; indi applicando le mani alle tempie, impedito, che la maggior parte del lume non vi venga su gli occhi, osserverete tosto la pupilla dilatarsi, levando le mani, si restringerà. Accostate una candela accesa agli occhi di qualcheduno, vedrete la pupilla restringersi, scostatela, tornerà a dilatarsi. Dunque la pupilla in un lume vivo, si fa minore, in un lume debole maggiore; perciò di giorno sarà più picciola, che di notte. Così ha provveduto sapientemente la natura, acciocchè la luce gagliarda non offendesse la delicata tessitura dell'occhio.

94. *Osservazioni*. Coprite una lente di cristallo, b a, convessa da tutte due le parti di carta grossa nera, lasciandovi due piccioli fori, per i quali possano passare due raggi solari a S, bS, o pure due raggi di lume di candela. Si ponga la carta bianca DF, dietro la lente, sco-

scostandola a poco a poco dalla medesima v' accorgerete, che i raggi sono convergenti, e s'uniscono nel punto *C*, detto il *Foco*, della lente, alla distanza del semidiametro della medesima. Scostando più allora la carta, osserverete, che diventano divergenti. Quando è di notte nel punto *C* del foco si vedrà l'Immagine della fiamma a rovescio, la quale rimarrà, sebbene chiudiate uno dei fori, *a*, ovvero, *b*, della carta, ma sarà meno chiara. Se accostate la carta *DF* alla lente, vedrete doppia l'immagine della fiamma, e rovesciata, una che nasce dal raggio, *aC*, l'altra dal raggio, *bC*; locchè proverete chiudendo ora uno, or l'altro dei fori, e notando quale delle immagini della fiamma svanisca. Scostando dal foco *C* la carta tornerete a vedere una doppia immagine della fiamma a rovescio, ma quella, che nascendo dal raggio, *aC* era sinistra, si dipingerà a mano dritta. Gli stessi fenomeni accaderanno, se di giorno opponete la lente ai vetri d'una finestra in qualche distanza, si vedrà l'immagine di questi ora doppia, ora semplice, dipinta nella carta, secondo che questa s'avvicina, o allontana.

95. Arrivando alla lente i raggi del Sole paralleli, e quei dell'oggetto vicino, o della fiamma della candela divergenti, come abbiamo dimostrato nel Teorema 4, e suoi Corollarj, ricaviamo da queste osservazioni, che i raggi di luce paralleli, o divergenti, cadendo sopra una lente convessa convessa, s'uniscono dopo essa in un punto, che sta lontano dalla lente, quanto è il suo semidiametro, e dopo s'incrocicchiano e tornano a separarsi, diventando divergenti. Inoltre ogni raggio porta con se l'Immagine dell'oggetto esteriore, e questa si dipinge a rovescio in qualunque caso.

96. *Osservazioni.* Prendete un occhio di bove, e levatelo dalla parte di dietro con diligenza la Sclerotica, parte della Coroide, e della Retina, senza rompere l'Jaloide, ove sta racchiuso l'umor vitreo, ponete la pupilla di questo al foro d'una camera oscura, e di notte avanti alla fiamma d'una candela. Vedransi nell'Jaloide dipinte le immagini degli oggetti esteriori, o la fiamma della candela, e queste saranno a rovescio. Lo stesso accaderà, se al foro della finestra s'applichi una lente convessa, nella carta, o muro opposto si vedranno dipinte a rovescio le immagini degli oggetti, quando la carta non è più lontana dalla lente di quello, che porta il suo foco, o il suo semidiametro §. 94.

97. Per mezzo di tutte queste osservazioni si dimostra evidentemente il modo, con cui si fa la nostra vista. I raggi, che dagli oggetti si riflettono verso i nostri occhi, entrano nella cornea, che è trasparente e convessa, onde da questa saranno resi convergenti, siano divergenti, o paralleli; e si piegheranno ancora per mezzo dell'umore acqueo, e molto più per la lente cristallina, ma l'umor vitreo correggerà la troppa convergenza, che gli potrebbe dare l'umore cristallino, rendendoli tanto convergenti, che il loro foco, o punto d'unione cada precisamente nella retina, e quivi dipinga l'immagine degli oggetti esteriori,

§. 96.

§. 96. Questa scuoterà le fibre del nervo, e producendo nel cervello un' impressione determinata, s' ecciterà per la legge d' unione tra l' anima, e il corpo un' idea particolare nella nostra mente, che la farà venire in cognizione dell' oggetto esteriore, che ha presente.

98. L' oggetto adunque della nostra vista è la luce, e i colori, e quantunque noi vediamo l' estensione dei corpi; ciò non ostante, questa è molto diversa dall' estensione, che tocchiamo. La prima, che possiamo dire *Estensione visibile* altro non è, che un colore determinato, il quale occupa qualche luogo particolare; la seconda, che diremo *Estensione tangibile*, perchè in noi viene, per mezzo del tatto, è una determinata resistenza, una liscezza, o asprezza, un grado di caldo, o di freddo, che nei corpi sentiamo, toccando la loro superficie. Da tutte due è diversa l' *Estensione reale*, o *assoluta*, la quale è da noi concepita per mezzo di queste proprietà, ma non ne possiamo giudicare, che relativamente, come più volte abbiamo dimostrato. Quando noi distingueremo esattamente queste tre estensioni, non faremo soggetti a molti errori, e si spiegheranno con facilità i fenomeni della nostra vista, e degli altri sensi. Nè è così facile in pratica il fare questa separazione; perchè l' uso continuo ci ha fatto insieme confondere queste tre estensioni; di modo, che supponiamo, che l' estensione visibile sia la stessa, che la tangibile, e questa la stessa della reale, quando questa è impervia ai nostri sensi, nè la distinguiamo, che per mezzo delle sue qualità, o impressioni fatte sopra i nostri sensi. Sento passare una carrozza, apro la finestra, e la vedo, scendo nella strada, e la tocco; la carrozza da me sentita, quella che ho veduta, ed ho toccata sono diverse; perchè la prima altro non è, che uno strepito, o moto prodotto nell' aria, che determinatamente muove i nervi dell' orecchia; la seconda è luce, che movendo il nervo ottico fa l' impressione dei colori; la terza altro non è, che una particolare resistenza, liscezza, e grado di caldo, che sento. Ciò non ostante da noi per l' uso si confondono, e crediamo d' aver sentita, veduta, e toccata la stessa carrozza. Per confermare questa teoria, che darà molto lume, a ciò che si dirà in appresso, esporremo il caso d' un giovane di 13 anni nato cieco, a cui Cheselden celebre Chirurgo di Londra abbassò da amendue gli occhi le cataratte, che gl' impedivano di vedere, nè poteva distinguere altro, che la luce dalle tenebre, e qualche colore vivo, quando era bene illuminato. Questa storia la riferisce il Cheselden nelle Transazioni Inglesi dal 1720. al 1730. num. 402. *Transactiões*, ove ancora descrive d' aco particolare, con cui fece l' operazione.

99. *Osservazioni*. Dopo che il giovane ebbe recuperata la vista, avendogli il Cheselden depressa la cataratta da un occhio, non distingueva con questo più i colori, i quali era affuefatto a distinguere per mezzo di deboli impressioni. Non giudicava più delle distanze dei corpi, ma

gli pareva, che tutti toccassero i suoi occhi; di modo che non poco ne restò atterrito. I corpi lisci, e regolari facevano in esso una grata impressione; ma non sapeva che cosa si trovasse nei corpi, per la quale gli piacevano. Non distingueva le cose per mezzo della loro figura, e grandezza. Ogni giorno consumava alquante ore a vedere, e poi toccare le cose vedute, per imparare a distinguerle colla semplice vista, di molte però si dimenticava. Essendogli portato avanti un gatto a lui familiare, non lo riconobbe, che dopo averlo toccato. Dopo alquanti giorni avendogli posto avanti lo stesso gatto, e un cane, non li distinse, che per mezzo del tatto. Si maravigliava, che le cose grate al palato, non fossero ancora tali agli occhi. Essendogli posti davanti dei quadri, credette sul principio, che non rappresentassero altro, che superficie colorite; dopo due mesi finalmente asserì, che esprimevano corpi solidi; si maravigliava però, che alla vista tali gli comparissero, quando al tatto gli parevano piani, e interrogò i circostanti, se la vista, o il tatto erano quelli, che lo ingannavano. Sul principio ogni cosa gli pareva grande, ma vedendone una maggiore, formava tosto idea, che la prima fosse più picciola. Sapeva per mezzo del tatto, che la camera era minore della casa, ma non poteva concepire, come ciò si distinguesse per mezzo della vista. Dopo un anno, che s'espose alla luce interamente libera, guardando da un luogo eminente molte campagne, e colline, asserì, che questa era una nuova specie di vista. Dopo questo tempo gli abbassò l'altra cataratta il Cheselden, e guardando con questa gli oggetti, non li vedeva così grandi, come coll'altro occhio già da un anno assuefatto a vedere; aprendoli tutti due gli parevano quasi due volte più grandi, ~~che con quello di nuovo recuperato~~, ogni oggetto però non lo vedeva doppio, ma semplice.

100. La vista nostra sempre segue la condizione dell'immagine dipinta nella retina, secondo che questa è maggiore, o minore; più o meno vigorosa, chiara, o distinta, tale ancora farà la sensazione da essa prodotta nell'anima. La visione per dirsi perfetta, deve essere *chiara*, e *distinta*. Acciocchè sia *chiara*, si ricerca una determinata quantità di raggi, che uscendo da un oggetto abbastanza illuminato, abbiano forza di muovere la retina dell'occhio. Questi raggi non devono essere, nè in gran quantità, nè pochi; l'uno, e l'altro pregiudica alla chiara visione. Quindi la natura formò la pupilla, che si dilatasse in un lume debole per ricevere maggior copia di raggi, e s'impicciolisse in un lume forte, per escludere quelli, che renderebbero confusa la vista. L'*oscurità* di questa dipende dal picciolo numero di raggi, o dalla debole forza, che hanno di scuotere il nervo ottico. Quando sono in gran quantità, allora la troppo violenta impressione che fanno, confonde l'immagine, perchè la pupilla molto si restringe, e non entra in essa quel sufficiente numero, che si ricerca, per vedere chiaramente. La visione *distinta* allora si produce, quando i diversi raggi, che ven-  
gono

gono da tutti i punti dell'oggetto, s'uniscono in diversi punti della retina, e vi producono l'immagine dell'oggetto. Ma questa deve essere dipinta non nel luogo, a, dove termina il nervo ottico, per l'abbondanza, che quivi è di vasi sanguiferi, i quali non sono destinati a portare l'impressione fino al cervello. La nostra vista sarà *confusa*, quando i diversi raggi provenienti dall'oggetto, s'uniscono in diversi punti, prima d'arrivare alla retina, o pure sono tanto divergenti, che non s'unirebbero, se non che dietro la retina, se questa non vi fosse. Nell'uno, e nell'altro caso, l'immagine non sarà dipinta nel fondo dell'occhio.

Tav.  
12.  
Fig. 6.

101. Da questo nascono due vizj, ai quali gli occhi umani sono soggetti. Se la cornea è troppo curva, o pure è porzione d'una picciola sfera, e così ancora la lente cristallina, allora i raggi s'uniscono prima della retina dentro l'umor vitreo, che non essendo capace di mandar l'impressione al cervello, ne nascerà perciò una vista confusa; imperocchè i raggi dopo di essersi uniti, facendosi divergenti secondo le osservazioni poste di sopra, non fanno un'impressione distinta nel fondo dell'occhio. Quelli che sono soggetti a questo difetto si dicono *Miopi*. Se la cornea è meno convessa, e porzione di maggior sfera, come ancora l'umore cristallino, unendosi i raggi, secondo, che osservammo alla distanza del semidiametro della lente, non caderà il loro foco nella retina, ma dietro di essa; e perciò vedranno confusamente; questi tali diconsi *Presbiti*. Li *Miopi* vedranno gli oggetti vicini distinti, e i lontani confusi. Imperocchè avendo nell'occhio una gran forza di piegare, o rifrangere i raggi, e gli oggetti vicini mandandoli divergenti agli occhi, saranno questi piegati a dovere, cosicchè il loro foco caderà nella retina; ma per lo contrario gli oggetti lontani mandando raggi paralleli, saranno dall'occhio miope uniti prima della retina, e l'immagine dell'oggetto dipingendosi nell'umor vitreo, non potrà giungere a fare impressione nel cervello. I *Presbiti* per lo contrario vedranno distintamente gli oggetti lontani, ed i vicini in confuso, per la poca forza, che hanno d'unire i raggi divergenti, che vengono dagli oggetti vicini. Al primo difetto sono soggetti principalmente i giovani, o perchè hanno l'occhio così formato dalla natura, o perchè le loro fibre sono naturalmente assai risentite; al secondo difetto sono soggetti, per l'ordinario i vecchi per lo rilasciamento naturale delle loro fibre. Per rimediare al difetto della vista da lontano dei miopi, s'adoperano occhiali formati di lenti concave, che i raggi paralleli rendono divergenti; i presbiti per lo contrario hanno bisogno di lenti convesse, che accrescendo la lor potenza rifrattiva, rende paralleli i raggi divergenti, che vengono dagli oggetti vicini. Dalla spiegazione di questi due difetti apparisce, in che debba collocarsi una *Vista perfetta*; ma siccome non sempre gli oggetti sono alla stessa distanza da noi, e perciò cadono i loro raggi sotto una varia divergenza; così la

natura ha disposto la lente cristallina, che possa accostarsi, o discostarsi dalla cornea; incurvarsi, o appiarsi più, o meno, secondo il bisogno.

102. Prima d' esporre i fenomeni della vista, premettiamo alcune definizioni necessarie. Sia l' oggetto DF, considerando i due raggi DA, FA, che, venendo dalle sue estremità, s' uniscono nella retina, l' angolo DAF, si chiama l' *Angolo ottico*. Se si prendono tutti i raggi, che vengono da tutte l' estremità dell' oggetto, questa si dice *Piramide ottica*, la quale perciò ha per base l' oggetto, e il suo vertice nell' occhio. Se si prenda un solo punto d' un oggetto, e si considerino i raggi divergenti, che escono da esso, e che per conseguenza hanno la pupilla per base, questo si chiama *Pennicillo ottico*. Tra tutti i raggi, che cadono nella pupilla, quello, che passa per lo suo centro, vien detto *Asse ottico*. *Orottere della visione* è la linea retta, che si tira dal punto, dove gli assi ottici concorrono sopra l' oggetto, ed è parallela alla linea, che unisce i centri delle pupille degli occhi.

## T E O R E M A IX.

*Gli oggetti, che vede un sol' occhio, sono compresi sotto un angolo retto.*

103. **S**opra il piano CB si ponga un bastone perpendicolare in A; e collocato l' occhio in A, di modo, che non veda altro, che il punto B, e gli altri punti a sinistra di questo non mandino i raggi nell' occhio, s' apra ~~quanto più si può l' occhio~~, vedrà molti punti nella linea BCD; sia G l' ultimo, che vede, si tiri il raggio visuale AC. L' angolo B è retto per la costruzione; dunque l' angolo BAC, sotto il quale vede tutti i punti visibili, è minore del retto. *Come dovea dimostrare.*

104. La verità di questo teorema può confermarfi colla sperienza; Posto sopra un piano orizzontale appoggiato un quadrante d' ottone orizzontalmente, si mette nel suo centro una riga, che lo divida in due parti uguali, e sopra questa vi siano nel mezzo della sua larghezza situate due punte perpendicolari, e lontane una dall' altra. Messo l' occhio nel centro del quadrante, diriggete la vista in modo verso la prima punta, che questa vi copra la seconda; così sarete sicuro, che il raggio visuale, o l' asse ottico è una linea retta, che divide il quadrante in due parti uguali. Stando in questo modo osserverete, che non si può vedere alcun oggetto situato fuori dei lati del quadrante. Quindi con due occhi non possiamo vedere altro, che gli oggetti, che sono compresi sotto due angoli retti, cioè in un semicircolo.

T E O.

## T E O R E M A X.

*Il minimo visibile è della stessa grandezza in tutti gli Uomini, ed Animali, e l'occhio umano in qualunque situazione vede sempre lo stesso numero di punti minimi visibili.*

105. **P**arlato degli elementi dei corpi abbiamo dimostrato, che per riguardo alle forze naturali si danno delle parti infettili; non è difficile altresì il dimostrare, che rispetto ai nostri sensi si danno relativamente a tutti i minimi punti. Se con un ago tocate la mano, l'impressione fatta sarà sensibile; se adoperate un sottile crino sarà minore; se un capello ancora minore; e finalmente adoperando una punta ancora più sottile, svanirà ogni impressione prodotta sul senso del tatto; questo si dice il *minimo tangibile*; così ancora un grano d'arena si vede comodamente dall'occhio; ma lo stesso si potrà affottigliare in modo che appena a gran stento si distingua; questo sarà il *minimo visibile*; su di ciò non v'è alcun dubbio. Quello, che devo dimostrare nel teorema si è, che questo minimo visibile è sempre lo stesso ad occhio nudo, o armato di microscopio, ed a qualunque altro minutissimo occhio d'animale, che abbia una vista più acuta dell'uomo. Questo teorema lo dobbiamo al Berkelei; come ancora molti altri rischiaramenti, che fece all'Ottica nella sua Teoria della visione; non mi servirò del suo metodo di dimostrare, perchè troppo sottile, e metafisico. Per adoperare adunque altra dimostrazione stabilisco prima questo *Affirma Ottico*. Quando due occhi in qualunque modo formati vedono due oggetti della stessa estensione visibile, devono ancora vedere lo stesso numero di minimi punti visibili in tutti due gli oggetti; altrimenti non li vedrebbero della stessa grandezza, contro l'ipotesi. Onde il minimo visibile di ciascuno di questi oggetti avrà la stessa estensione visibile. Ciò posto, avanti l'occhio destro d'un uomo si ponga una penna, e avanti l'occhio sinistro un capello, tra il quale, e l'occhio si tuate un microscopio, che ingrandisca il capello, come la penna. Questi due occhi vedono due oggetti sotto la stessa estensione; dunque vedranno lo stesso numero di minimi visibili, e il punto minimo visibile del capello sarà uguale al minimo visibile della penna. Ma l'occhio sinistro armato di microscopio, ha una maggior forza visiva, che l'occhio nudo; dunque qualunque occhio, sebbene d'un animale minutissimo, che per conseguenza distingue più le parti reali d'un corpo, di quello che l'occhio umano, vedrà sempre lo stesso minimo visibile. *Come dovea dimostrare in primo luogo.*

106. Per rischiarare questa dimostrazione, che interamente convince, ma non illumina la nostra mente, conviene riflettere la distinzione da noi posta tra l'estensione visibile, la tangibile, e la reale, §. 98. Il  
mini.

minimo punto reale d'un capello è di tanto minore del minimo punto reale d'una penna, quanto tutto il capello è più piccolo della medesima, secondo che dimostrammo, parlando della divisibilità dei corpi nella prima parte; ma noi non giudichiamo dell'estensione reale per mezzo della vista, che secondo l'impressione fatta nella retina; dunque in questa avendo dimostrato, che il minimo visibile è lo stesso, ne verrà in conseguenza, che ancora sarà tale rispetto al capello, ed all'occhio. La differenza, che passa tra un occhio nudo, e quello armato di microscopio, o pure tra gli occhi microscopici dei minimi animali, non consiste in altro, che nella proporzione, o corrispondenza che l'uso ne ha insegnato di trovare tra i minimi visibili veduti coll'occhio nudo, e i minimi punti tangibili; e per lo contrario nella somma sproporzione, che v'è tra i minimi visibili veduti coll'occhio armato di microscopio, e i minimi tangibili del capello. Ciò viene a maraviglia confermato dalle osservazioni del cieco nato, §. 99. Noi che siamo avvezzi a confondere per l'uso l'estensione visibile colla tangibile, e reale, giudichiamo, che siccome il minimo tangibile del capello è più piccolo di quello della penna, così ancora lo debba essere il minimo visibile.

107. Ma replicherà qualcheduno, non può negarsi, che noi sotto l'occhio sinistro armato di microscopio abbiamo parti d'estensione minori di quelle, che sono nella penna posta sotto l'occhio destro; dunque vediamo una parte minore, che coll'occhio dritto. Sebbene la prima proposizione sia vera, ciò non ostante l'illazione è falsa. Sotto il nostro occhio sinistro sta una parte minore d'estensione, ma noi per mezzo del microscopio, vedendola ~~ingrandita~~, ~~la vediamo~~ sotto la stessa estensione visibile, che quella coll'occhio nudo. Onde è che gli animali piccioli vedono le parti d'estensione nei corpi, che noi semplicemente col microscopio possiamo osservare; ma il loro minimo visibile è lo stesso del nostro; perchè l'occhio armato di microscopio; non differisce punto da quello d'una picciola bestia, a cui l'occhio ingrandisca gli oggetti, come fa a noi lo strumento. Nè vale opporre, che essendo la tessitura della retina d'un animale più delicata della nostra, il minimo punto visibile di quello sarà minore del nostro; perchè secondo l'assioma, e la supposizione fatta, che un microscopio ingrandisca a noi gli oggetti, come l'occhio d'un animale, il minimo visibile in amendue deve essere lo stesso. La delicatezza delle fibre della retina dell'animale, fa solamente, che quei raggi riflettuti dalle infinitesime parti degli oggetti, che farebbero in noi una debole impressione, nell'occhio dell'animale la facciano sensibile, ed al contrario; acciocchè diventi considerabile all'occhio nostro si ricerca, che accresciamo la forza dei raggi unendoli per mezzo della lente di cristallo, così solamente possiamo vedere le infinitesime parti degli oggetti, che non è capace l'occhio nudo di distinguere. Da questo si può dedurre, che ~~il vero uso dei microscopi~~  
non

non è ingrandire l' oggetto visibile , ma il tangibile , cioè il rendere all' occhio nostro efficaci quei raggi , che sono mandati dalle minime parti dell' oggetto debolmente , o pure , che si disperdono , o non arrivano all' occhio ; e quello , che fa naturalmente l' occhio della formica a questo animale , fa il microscopio , o l' occhio artificiale a noi . Ma fuggiungerà taluno , che la nostra dimostrazione s' appoggia sull' ipotesi , che noi vediamo due oggetti disuguali colla stessa estensione ; ma se noi vedessimo uno di questi più piccolo , non si può negare , che il minimo visibile di questo sarebbe minore dell' altro . A ciò si risponde , che farebbe ciò non ostante lo stesso ; perchè la maggiore , o minore estensione visibile dipende non dalla grandezza diversa dei punti , ma dal loro numero maggiore , o minore . Così esponendo un corpo sotto il microscopio , perchè vediamo quelle parti di lui , che prima non distinguevamo , comparisce più grande .

108. Nella seconda parte del teorema dobbiamo dimostrare , che ovunque situiamo l' occhio , sempre vediamo lo stesso numero di minimi visibili . Sia l' occhio situato sopra un luogo eminente , e guardi varie campagne , monti , colline ec. , si ponga avanti l' occhio una carta scritta di carattere minutissimo ; cosicchè gli copra la vista di prima . Questa carta con i suoi minimi visibili copre altrettanti minimi visibili della prima veduta ; ma i minimi visibili sono tutti uguali , per la prima parte , dunque tanti minimi visibili sono nella carta , quanti nell' estensione visibile delle campagne , colline ec. Se accade il contrario , la carta non ne coprirebbe tutta la vista di prima . Dunque l' occhio ovunque posto , vede sempre lo stesso numero di minimi visibili . *Locchè dovea in secondo luogo dimostrare .*

109. Per illustrare questa seconda parte si offervi , che avendo noi la carta scritta avanti , vediamo con somma distinzione tutti i caratteri scritti , le parti loro , i punti , ed ogni minima cosa , che si trova sopra la carta . Scoftatela a poco a poco dall' occhio , comincerete a vedere qualche oggetto nelle campagne , ma perderete a proporzione tanti punti visibili nella carta , finalmente non vedrete più le lettere scritte in essa , e acquisterete molti altri punti nelle campagne . Concepite , che la carta seguiti a scostarsi da voi , diverrà sempre più picciola , e se vada nelle campagne , la perderete interamente di vista , tornando a recuperare quella di tutti i minimi visibili delle colline , monti ec. Lo stesso ancora accade nei microscopi , più ingrandiscono le parti d' un corpo , meno porzione di questo si vede , come ne insegna l' esperienza . L' inganno di credere , che in un luogo aperto vediamo più punti , che in una camera chiusa , consiste in voler paragonare l' estensione visibile , colla tangibile ; l' estensioni visibili sono le stesse , ma le reali sono differentissime . Osservate da lontano una torre , che possiate distinguerla per tale , la giudicherete subito della grandezza , di cui per l' ordinario si fabbricano ; guardate da lunge un altro oggetto , che vi paja della stessa grandezza della torre , ma che non  
pos-

possiate immaginarvi, che sia, nel giudicare della sua grandezza, prenderete grossissimi equivoci, secondo, che vi fingerete l'oggetto, che può rappresentare. Amendue si vedono sotto la stessa estensione visibile; la diversità adunque del giudizio intorno la loro grandezza consiste nel paragonare la loro estensione cogli oggetti tangibili, che ci fingiamo essere rappresentati da queste immagini, lebbene uguali. Paragonate un uomo avvezzo per lo più a stare nella sua camera con uno, che va sempre per la Città, e questo con chi se la fa in campagna. Il primo vi noterà ogni minuta cosa della sua camera, che sfugge agli occhi del secondo, e del terzo, essendo questi assuefatti di vedere una grande estensione tangibile sotto una picciola estensione visibile. Possiamo con ragione paragonare ciò, che è soggetto al senso della vista, colla maniera di pensare d'uno, che governa solamente la sua casa, con quello che ha il comando d'una Città, o quello, che è destinato per le cure d'un Regno intero. Quanto è diverso il modo di pensare di tutti tre, il Re sotto un numero determinato di idee, deve comprendere le viste degli altri due, chi governa una Città sotto lo stesso numero abbraccia molto minori cure; e quegli, che ha custodia della sua casa, meno ancora s'estende coi suoi pensieri; tutti però sono ugualmente solleciti del buon governo, ed hanno ugual numero d'occupazioni; benchè queste siano in tutti tre d'un peso diverso. Ma tempo è oramai di passare alla spiegazione de' Fenomeni.

### P R O B L E M A I.

*Spiegare come dipingendosi l'immagine d'un oggetto in tutti due gli occhi, non ne vediamo, che uno.*

110. **G** iudicano alcuni, che la ragione per cui avendo due occhi, ciò non ostante non vediamo due oggetti, sia perchè i nervi ottici si uniscono in uno, prima d'arrivare al cervello, onde le due impressioni diverse ne formano una sola. Altri come il Cartesio non vedendo questa immaginaria unione dei nervi, che è interamente contraria alle osservazioni Anatomiche, hanno creduto, che l'unione dei filamenti di tutti due i nervi si faccia nel cerebro; di modochè ciascun filamento del nervo destro s'unisca con ciascheduno del sinistro. Ma ancora quest'opinione è ideale, perchè sappiamo dall'Anatomia, che i nervi ottici escono da due luoghi distinti del cervello, che sono chiamati *Talami*. Onorato Fabri nella sua Fisica, e con esso la maggior parte degli ottici giudicano, che il non vedere l'oggetto raddoppiato, dipenda dall'unione, che si fa degli assi ottici, quando guardiamo un oggetto; imperocchè per poterlo vedere è necessario, che gli assi ottici s'uniscano negli stessi punti dell'oggetto. Questa è la vera soluzione del Problema, se si considera matematicamente; ma fisicamente, l'anima

ma non si può accorgere di questa unione, degli assi ottici, che si fa fuori di lei, se non che per l'uguale contorcimento, che facciamo degli occhi, quando rimiriamo un oggetto. Quindi se per qualche malattia, o pure ponendo un dito a traverso sotto uno degli occhi, e premendolo all'insù, mentre guardiamo qualche oggetto, resta disturbata l'uguale contorsione, e perfetto accordo tra tutti due gli occhi, immediatamente vediamo l'oggetto raddoppiato. Il vino ancora bevuto in abbondanza produce una tale oscillazione nei nervi ottici, che distrugge il loro consenso, onde si vedono gli oggetti moltiplicati.

## P R O B L E M A II.

*Esporre come dipingendosi nella retina l'immagine a rovescio, vediamo ciò non ostante l'oggetto dritto.*

III. **P**ER sciogliere questo Problema il Cartesio, e con esso tutti gli altri ottici, si servono dell'esempio d'un cieco, il quale con due bastoni incrocicchiati toccasse un oggetto; sebbene col bastone, che tiene nella mano dritta toccasse la parte sinistra dell'oggetto, e col sinistro la destra; ciò non ostante determinerebbe esattamente la parte dritta, e sinistra del medesimo. Lo stesso ancora accade in noi; sebbene il raggio della parte superiore dell'oggetto si dipinga nell'inferiore parte della retina, e il raggio dell'inferiore nella superiore; ciò non ostante la nostra mente avvedendosi di questo incrocicchiamento; che si fa de' raggi visuali nell'occhio, riferisce il raggio dipinto nella parte inferiore all'estremità superiore dell'oggetto, da cui proviene; onde è, che noi vediamo gli oggetti, come realmente sono fuori di noi. Questa sebbene ingegnosa spiegazione non può adottarsi; perchè l'incrocicchiamento de' raggi, facendosi nell'umore vitreo, non può esserne sensibile; atteso che unicamente le impressioni fatte nella retina sono quelle, che per mezzo del nervo ottico noi sentiamo. Solamente quando si studia l'ottica impariamo, che a ragione della rifrazione de' raggi, devono questi incrocicchiarsi negli umori dell'occhio.

112. Per dare adunque una giusta spiegazione del fenomeno osserviamo, che l'immagine dipinta nell'occhio non si può dire assolutamente a rovescio, ma solo relativamente all'oggetto reale, e tangibile paragonando l'immagine dipinta nella retina colla positura dell'oggetto esterno troviamo, che dove questo ha il capo, sono i piedi dell'immagine, e per lo contrario; onde quando diciamo, che l'immagine è a rovescio, ci figuriamo di contemplare il fondo dell'occhio d'un altro uomo. Ma l'immagine considerata semplicemente; come dipinta nella retina, è dritta. Imperocchè un uomo, per esempio, allora si dice dritto, quando tiene i piedi attaccati alla terra, e il capo in aria; ma l'uomo dipinto nel fondo della retina, che perciò diremo *l'uomo visibile,*

*bile*, ha i suoi piedi visibili, attaccati alla terra visibile; perchè anch' essa è dipinta nella parte stessa, o superiore dell'occhio; e tiene il capo visibile nell'aria visibile, dunque l'immagine dell'uomo nel fondo dell'occhio dipinta è diritta; ed è solamente a rovescio, quando si paragona coll'uomo tangibile. Ma noi quando facciamo il giudizio della positura degli oggetti per mezzo della vista, ne giudichiamo solamente secondo l'immagine dipinta nella retina; non già come si è creduto comunemente, facendo il paragone dell'uomo visibile col tangibile, ne vediamo cogli occhi altrui, ma coi propri; dunque dobbiamo vedere gli oggetti diritti e non a rovescio. A questo s'aggiunge, che se l'oggetto è alto, giudichiamo ancora della sua situazione dall'abbassamento o inalzamento degli occhi, e del capo, quando osserviamo la parte inferiore, o superiore, siccome se vogliamo accertarsi dalla positura dell'oggetto per mezzo del tatto, non possiamo errare, dovendo alzare la mano per toccare la cima, e abbassarla per toccare l'estremità inferiore.

## P R O B L E M A III.

*Rendere ragione del modo, con cui vediamo le distanze:*

113. **P**ER esporre gli Ottici, come noi giudichiamo della distanza degli oggetti, dicono, che se questi sono lontani, determiniamo la loro distanza per mezzo dei corpi frapposti, i quali sappiamo, che occupano un luogo determinato; ma negli oggetti vicini, nei quali la distanza degli occhi ha una ragione sensibile alla lontananza degli oggetti, credono, che misuriamo questa per mezzo dell'angolo formato dalli due assi ottici, che concorrono nell'oggetto, il quale tanto è minore, quanto è più lontano il corpo, che noi vediamo; che se non solamente la distanza degli occhi, ma ancora l'apertura della pupilla ha una ragione considerabile alla lontananza del corpo, allora giudichiamo della medesima per la divergenza dei raggi, che si riflettono dai punti diversi dell'oggetto. Quello giudichiamo più vicino, che raddia per raggi più divergenti, e quello più lontano, che manda i raggi meno divergenti.

114. La prima spiegazione, che riguarda gli oggetti lontani molte volte accade veramente in pratica, quando facciamo giudizio delle distanze; ma le altre due non sussistono, che matematicamente considerate; perchè l'angolo fatto dagli assi ottici, e la divergenza dei raggi, non ne sono sensibili. Perciò noi misuriamo le distanze 1, per lo *conoscimento* particolare degli occhi, imperocchè quanto più vicino è l'oggetto, tanto più dobbiamo per vederlo piegare gli occhi verso il naso; questo moto a noi è sensibile, non già l'angolo fatto da i raggi visuali. 2, dalla *confusione*, colla quale vediamo l'oggetto, se il dia-

metro

metro della pupilla è sensibile rispetto alla sua lontananza. Uno, che ha buona vista legge distintamente i caratteri minuti alla distanza di 8 pollici; ma se s'avvicina la carta, cominciano a comparire confusi. 3. dallo *stringimento* degli occhi; perchè accostandosi un oggetto, per evitare in parte la confusione, restringiamo gli occhi. 4, paragonando l'idee visibili colle tangibili, delle quali ne sia nota l'estensione; così giudichiamo degli oggetti lontani. Questa spiegazione è confermata dalle osservazioni fatte sul cieco nato da Cheselden.

115. La distanza adunque maggiore, o minore, essendo sempre un sol punto nel fondo dell'occhio, non possiamo determinarla, che per mezzo dell'uso, come abbiamo esposto. Questi moti non hanno certamente alcuna connessione colle diverse lontananze, ma interamente dipendono dall'esercizio; siccome da un improvviso rossore, che vediamo alle volte comparire su la faccia di qualcheduno, ricaviamo la sua verconda, la quale non ha alcuna naturale connessione col color rosso. Per sempre più confermare questa spiegazione di Berklei giudico opportuno d'applicarla alla soluzione d'un dubbio Catottrico, che ha tenuto per molto tempo occupati gli ottici, secondo che osserva Isacco Barrow nell'ultima sua lezione, e che obbligò, come egli stesso nota, il Tacquet nel fine della sua Catottrica di porre in dubbio il principio, su cui tutta l'aveva fondata. Sia lo specchio concavo BEG, ed avanti ad esso l'oggetto A, che mandi il raggio AB. La sua immagine, come dimostreremo comparirà in alcune occasioni fuori dello specchio in C, dove il raggio BC riflesso concorre con AE perpendicolare alla superficie BEG, il qual raggio si dice *Cateto d'incidenza*; questo è il principio fondamentale della Catottrica, cioè che l'immagine debba sempre comparire nel punto dove s'uniscono il raggio riflesso col cateto d'incidenza. Lasciando l'oggetto in A; si ponga l'occhio in E, apparirà l'oggetto A dentro lo specchio, quanta è la distanza AE; scostando l'occhio si farà confusa l'immagine, e parrà, che si accosti alla superficie dello specchio; non mai però si vedrà in C, secondo il principio della Catottrica; e ciò sarebbe contrario alla ragione; perchè gli oggetti sempre siamo soliti a vederli avanti a noi. La stessa difficoltà si trova in Diottrica; se dietro una lente convessa, si ponga un oggetto, che si guardi per mezzo di essa. Alcuni per ispiegare questo fenomeno ricorrono ai raggi BC, EC, che entrano convergenti nell'occhio; ma se reggesse questa spiegazione, dovremmo vedere l'oggetto dentro lo specchio ad una distanza infinita. Tutto ciò essendo contrario alla esperienza, dimostra evidentemente, che noi giudichiamo delle distanze per mezzo della confusione diversa; quindi più ci discostiamo dello specchio, comparendone ancora più confuso l'oggetto, lo vediamo avvicinarsi.

Fig.  
13.  
21.

*Determinare, come vediamo la grandezza, e il moto degli oggetti, colla distanza, che hanno tra loro.*

116. **G**Li Ottici comunemente spiegano la prima parte del Problema per mezzo dell'angolo ottico, e della ragione, che passa tra questo, e la distanza, come primo di tutti notò il Wallis nelle <sup>12.</sup> *Trasfazioni Inglese*. Siano due oggetti uguali  $DF, df$ , a diverse distanze dall'occhio, siccome le basi sono uguali, e le linee,  $dA, fA$ , s'uniscono più lontano delle linee  $DA, FA$ , così per la Geometria l'angolo  $dAf$  sarà minore dell'angolo  $DAF$ ; onde l'oggetto,  $df$ , comparirà minore di  $DF$ ; che se fosse tanto più grande di  $DF$ , che l'angolo,  $dAf$ , diventasse uguale all'angolo  $DAF$ , in questo caso sembrerebbero amendue uguali. Non è difficile l'elaminare con questo metodo tutti gli altri casi; locchè noi giudichiamo superfluo, perchè questa divergenza dei lati, o diversità d'angoli, non è sensibile all'occhio. Il vertice  $A$  solamente è quello, che ferisce la retina; ma questo è un punto; onde è lo stesso in tutti gli angoli; dunque per suo mezzo non possiamo distinguere la varietà degli angoli.

117. Le vere cagioni, per mezzo delle quali misuriamo le grandezze visibili degli oggetti, sono 1, la grandezza maggiore, o minore dell'immagine dipinta nella retina. 2, la confusione, o distinzione di questa; se l'immagine è confusa, comparisce maggiore, se distinta minore. 3, l'impressione vigorosa, o debole fatta negli occhi; nel primo caso vedremo l'oggetto minore, nel secondo maggiore. Questa spiegazione si conferma applicandola ai fenomeni. Avvicinandosi la notte, e perciò debilitandosi naturalmente l'impressione fatta dai raggi, gli oggetti compariscono maggiori. Quando la Luna è vicina all'orizzonte, comparisce maggiore, che essendo verso il Meridiano, o vicina al nostro vertice. Nel primo caso tra essa, e il nostro occhio si trova più quantità d'aria, che quando la Luce si vede nel Meridiano; onde i raggi soffrendo una maggior rifrazione, fanno un'impressione più debole, essendo la luna orizzontale. Ciò si conferma ancora colle osservazioni Astronomiche, dalle quali apparisce, che le rifrazioni orizzontali sono massime, le meridiane di niun valore. Che l'aria sia in maggior copia nel primo caso, è facile il concepirlo, se vogliamo misurare l'altezza da terra sino all'estremità dell'atmosfera, che ne è verticale, e l'estremità dell'orizzontale, troveremo in questo caso di più, tutto quel tratto di terra, che sta tra il nostro occhio, e l'orizzonte. Quindi non essendo in tutti i luoghi, e in ogni tempo l'aria verso l'orizzonte della stessa densità, accade, che più in un tempo, che in un altro vediamo la luna maggiore sull'orizzonte.

118. Wal-

118. Wallis, e con esso gli altri Ottici per rendere ragione della maggior grandezza della luna orizzontale ricorrono all'angolo ottico paragonato colla sua distanza, la quale comparisce maggiore sull'orizzonte, per cagione che tra l'occhio, e la luna in questo caso vi sono le campagne, le colline, e le case. A questo aggiunge il Mallebranche la volta del Cielo, che noi vediamo, quando la luna è sull'orizzonte. Questa spiegazione però con un'osservazione si rende insufficiente. Guardate la luna orizzontale, ponendo l'occhio dietro un muro, per coprirvi la vista delle campagne, o pure guardate la luna per dentro un tubo senza vetri, ciò non ostante vedrete la luna ingrandita come prima. Dunque la vera cagione del fenomeno non è altro, che la maggior debolezza dell'impressione. Ma non ogni confusione, o debolezza produrrà questo effetto, ma solamente quella a cui siamo assuefatti dall'uso, a connettere una maggiore grandezza dell'oggetto; onde è, che se avanti l'occhio si ponga un vetro offuscato dal fumo, guardando con esso la luna sul meridiano non la vedremo ingrandita; perchè a questa specie di confusione, o debolezza non siamo avvezzi d'unire una grandezza maggiore.

119. La seconda parte del Problema riguarda il modo, con cui distinguiamo il moto, e la distanza, che hanno gli oggetti tra loro. Questi li concepiamo per mezzo del moto dell'immagine nel fondo dell'occhio, del girare, che facciamo gli occhi per vederli, quando si muovono, e della relazione, che facciamo tra le idee visibili, e tangibili. Onde è che in molte occasioni non possiamo distinguere il moto, e la distanza, che tra loro hanno i corpi. Quantunque però noi giudichiamo della distanza, grandezza, e moto dei corpi, dalle circostanze sensibili, che abbiamo già esposto, non per mezzo degli angoli, della divergenza, convergenza, o parallelismo dei raggi; ciò non ostante ci serviremo di questi per ispiegare gli altri fenomeni, che dai Problemi esposti dipendono, acciocchè più brevemente ci esprimiamo.

### SPIEGAZIONE DI ALTRI FENOMENI CONCERNENTI LA VISIONE.

120. **S**E due oggetti saranno lontanissimi, la loro distanza comparirà picciolissima, e spesso compariranno uniti. Imperocchè l'angolo, sotto il quale si vede questa distanza è minimo; onde vediamo amendue i corpi senza un sensibile girare, o moto degli occhi.

121. Se l'occhio si troverà tra due parallele AD, BE essendo queste assai lunghe, sembreranno convergenti verso E, D, e ad una distanza considerabile comparirà, che s'uniscano; perchè l'angolo, sotto il quale si vede la loro distanza DE, sempre più s'impicciolisce, e finalmente diventa insensibile. Ciò l'osserviamo ne' lunghi viali, ove dall'una, e l'altra parte siano piantati degli alberi paralleli; lo stesso s'osserva

Tav.  
12.  
Fig.  
10.

serva ne' lunghi corridoi. Di quà si ricava la regola di Prospettiva, che per rappresentare in un piano un corridojo, che abbia i muri paralleli, dobbiamo delinearli convergenti; perchè così all'occhio compariscono le linee parallele.

122. Se si ponga l'occhio in  $B$ , e si guardi il piano orizzontale  $AD$ , le parti di questo più lontane sembreranno più alte; onde il punto  $D$  comparirà più alto del punto  $C$ , e se il piano è lungo, l'ultimo punto del piano di sotto si vedrà in  $E$ ; imperocchè essendo  $BA$  perpendicolare al piano  $AD$ , e la  $BE$  parallela, farà l'angolo  $ABE$  retto; onde per lo Teor. 9 farà  $DE$  l'ampiezza della vista, che è compresa sotto l'angolo retto: ma  $DE$  finalmente svanisce; dunque il punto  $D$  sarà più alto di  $C$ , e perciò coinciderà col punto  $E$ , quando  $AD$  sia lunga. Per la stessa ragione, se si ponga l'occhio in  $A$ , e si guardi il piano di sopra  $BE$ , i punti di questo più lontani dall'occhio, compariranno più bassi. Ciò s'osserva ne' lunghi corridoi, dove osserviamo, che il pavimento di sotto, pare che s'alzi, quello di sopra s'abbassi, quando amendue sono paralleli. Da questo non solo si ricavano altre regole di Prospettiva; ma inoltre il modo di determinare, se i pavimenti siano stati formati tra loro paralleli.

123. Se dietro un oggetto lontano non ve ne sia altro; e comparisca chiaro, e distinto, lo concepiremo ad una distanza quasi infinita, se s'oscurerà, concepiremo minore la sua distanza. Quindi a cielo sereno le stelle, i pianeti, e la luna stessa ci pajono poste nella stessa superficie del firmamento, e il cielo ci pare più alto; all'incontrario se il cielo è annuvolato, o l'aria più di vapori ripiena in un luogo, che in un altro, o la luna comparisce maggiore del solito, o qualche pianeta più oscuro, o tra esso, e l'occhio si trova una nuvola, allora pajono le stelle, e il cielo più vicini; e molto a noi prossimi sembrano i pianeti che sono più oscuri, o che hanno davanti una nube. Quindi si spiega, perchè nei luoghi soggetti ai vapori, il cielo ci apparisce più basso.

Tav.  
12.  
Fig.  
21.

124. Se due oggetti  $C$ ,  $D$  si muovano colla stessa velocità, il più lontano  $D$  lo giudicheremo, che si muova più tardi: imperocchè se dopo un minuto vada  $C$ , in  $H$ ,  $D$  sarà in  $F$ , descrivendo  $DF$  uguale alla  $CH$ ; ma  $DF$ , come più lontana deve comparire minore della  $CH$ ; dunque sembrerà, che il corpo  $D$  abbia descritto uno spazio minore del corpo  $C$ . Da questo ne segue, che se  $D$  si muoverà realmente più tardi di  $C$ , paragonando noi i moti d'amendue, ci comparirà  $C$  muoversi più velocemente di quello, che realmente faccia. Imperocchè supponiamo, che  $D$  descriva lo spazio  $DE$  nel tempo stesso, che  $C$  percorre  $CM$  più grande, se fossero ugualmente lontani questi due corpi dall'occhio, posta  $DE$  la metà di  $CM$ , facendo  $CL$  uguale alla  $DE$ , la vedremmo tale, quale è veramente; ma essendo  $CL$ , ovvero  $DE$  più lontana, comparirà minore della metà di  $CM$ ; e perciò  $CM$  appa-

apparirà maggiore di due volte CL; onde sembrerà più grande di quello, che è realmente; e perciò il corpo C si vedrà muoversi più veloce di quello, che sia di fatto.

125. Se due corpi C, D si muovano con velocità proporzionali alle loro distanze AC, AD compariranno andare colla stessa celerità: imperocchè la celerità di C, sta a quella di D, come AC: AD, secondo l'ipotesi; ma le celerità sono, come gli spazj GM, DF; dunque avremo ancora la celerità C, a quella di D, come CM: DF; e perciò per l'uguaglianza sarà AC: AD:: CM: DF. Ma per la proporzione di queste linee, deve essere AMF una sola linea retta, e li triangoli CAM, DAF devono essere simili; dunque l'angolo A sarà lo stesso; e perciò gli spazj CM, DF comparendo sotto lo stesso angolo, si vedranno uguali tra loro; dunque i corpi C, D sebbene si muovano con disuguale velocità, sembrerà non ostante, che vadano colla stessa.

126. Se DE sia lo spazio descritto dal corpo D in un minuto secondo, e la linea DE; DA::1:1400, con qualunque velocità si muova il corpo D, comparirà, che stia fermo; imperocchè essendo l'angolo D retto, DE sarà tangente dell'angolo DAE, posto AD come seno tutto, o raggio del circolo descritto col centro A. Fatta adunque la proporzione; come 1400:1; così AD seno tutto alla DE tangente dell'angolo DAE, si troverà che al numero 4 proporzionale corrisponde nelle tavole Trigonometriche, un angolo minore di 15 minuti secondi; tale adunque sarà l'angolo DAE; che perciò essendo insensibile, lo spazio DE non potrà distinguersi per mezzo dell'occhio; onde sembrerà, che l'oggetto D non si muova; nè si renderà sensibile il suo moto, che essendovi in D qualche punto fisso da riferirlo, dopo che avrà descritto uno spazio maggiore DF, ovvero DG. Ma se camminando l'oggetto D in F, ancora l'occhio A si muova per la linea AN parallela, allora non potrà in conto alcuno distinguersi il suo moto. Indi non distinguiamo il moto dei corpi celesti, quantunque descrivano uno spazio considerabile in ogni minuto secondo per la loro massima distanza da noi. Tirata BKI parallela alla DFG, a cagione dei triangoli simili DAE, BAK accaderà lo stesso all'oggetto B, che lentamente si muova da B in K, quantunque sia all'occhio vicino: perchè ED:DA::KB:BA. Onde si spiega, per qual ragione non possiamo distinguere il moto lentissimo della sfera di un picciolo orologio. La spiegazione di questi fenomeni dà molto lume alla scienza di Prospettiva, ed alla Astronomia.

*La Luce riflessa, o la Catottrica.*

**Tav. 127.** **S**ia avanti lo specchio  $CBD$  il punto  $A$ , i raggi  $AB$ ,  $AC$  si dicono *Incidenti*;  $AD$  perpendicolare allo specchio, *cateto d'incidenza*;  $Bb$ ,  $Cc$ , i raggi riflessi, se da' punti  $b$ ,  $c$ , si calino le perpendicolari allo specchio  $OCB$ , queste sono i *cateti di riflessione, o dell'occhio*; e le perpendicolari innalzate dai punti  $B$ ,  $C$ , *cateti di obliquazione*. L'angolo  $ABD$ , ovvero  $ACD$  è l'angolo d'incidenza, ai quali per lo teorema 7 devono essere uguali quelli di riflessione corrispondenti  $bBO$ ,  $cCO$ . Le stesse definizioni servono per gli specchi convessi, come nella figura 15,  $GCN$ , e per gli concavi, come nella figura 18,  $BD$  concependo nel punto, dove cade il raggio sopra allo specchio, una tangente, che rappresenterà lo specchio piano, il quale tocca in quel punto il concavo, o il convesso.

## T E O R E M A XI.

*L'immagine d'un oggetto posto avanti uno specchio piano, comparisce tanto dentro allo specchio, quanto questo ne è lontano, e si vede in quel luogo dove il raggio riflesso s'unisce col cateto d'incidenza, e comparisce della stessa grandezza dell'oggetto.*

**Tav. 128.** **R**adj il punto  $A$  d'un oggetto per li raggi  $AB$ ,  $AC$ ; si prolunghi indefinitamente il cateto  $AD$ , verso  $a$ , e l'occhio sia in  $bc$ , dove si riflettono i raggi. L'angolo  $ABD$  esterno è maggiore dell'interno  $ACD$ ; dunque ancora il suo uguale di riflessione  $bBO$ , sarà maggiore dell'altro riflesso  $cCO$ . Ma  $bBO$  con  $CBa$ , fanno due retti; dunque  $cCO$ , ovvero  $BCa$ , con  $CBa$ , saranno minori di due retti; perciò i due raggi riflessi,  $bB$ ,  $cC$  prolungati concorreranno dentro lo specchio per la geometria, e rappresenteranno il punto  $A$  dentro lo specchio. Ma nei due triangoli  $ABD$ ,  $aBD$  gli angoli al punto  $D$  sono retti, e gli angoli  $ABD$ ,  $aBD$  sono ancora uguali, perchè  $ABD = bBO$ , che gli è verticale; dunque essendo  $BD$  comune a tutti due i triangoli, sarà  $DA = Da$ ; e perciò il raggio riflesso  $bB$  prolungato nello specchio concorrerà col cateto  $A Da$ . Lo stesso dimostrerò nei triangoli  $ACD$ ,  $aCD$  dell'altro raggio riflesso  $cC$ ; dunque amendue i raggi,  $bB$ ,  $cC$ , che doveano concorrere dentro lo specchio, s'uniranno in  $a$ , tanto distanti dallo specchio  $D$ , quanto è il punto  $A$ . Perciò l'immagine di questo, non essendovi maggior ragione, per cui debba vedersi più in  $B$ : che in  $C$ , comparirà nel loro concorso in  $a$ , tanto dentro lo specchio, quanto il punto  $A$  ne sta lontano; onde si troverà,

verà, ove i raggi riflessi prolungandoli concorrono col cateto d'incidenza Aa. La stessa dimostrazione potendosi fare di tutti gli altri punti, o parti dell'oggetto, che si pone avanti lo specchio in A, ne verrà in conseguenza, che la sua immagine sarà della stessa sua grandezza. *Come dovea dimostrare.*

129. Quindi gli specchi piani non mutano l'immagine dell'oggetto, ma se questo si accosta allo specchio, sembrerà, che ancora l'immagine si accosti, se si discosta, ancora l'immagine entrerà più dentro lo specchio; e se l'oggetto si muove parallelo allo specchio, verso la stessa parte si moverà l'immagine, dentro lo specchio; ma siccome rispetto a questa, la parte destra dell'oggetto viene dalla parte sinistra di essa, perchè l'immagine sta rivoltata di faccia verso l'oggetto reale, così apparirà l'immagine camminare verso la sua sinistra, quando l'oggetto si porterà a destra.

130. Se lo specchio è di vetro vi faranno due immagini; perchè i raggi incidenti, non solamente riflettono dal foglio di stagno bagnato di mercurio, che si pone dietro il cristallo per formare lo specchio; ma ancora dalla prima superficie del cristallo; quest'immagine però è meno vigorosa della prima; perchè pochi raggi riflette la superficie del cristallo, essendo diassano. Queste due immagini sono distanti una dall'altra, quanta è la grossezza del cristallo; e si confondono insieme, se è sottile; ma se è grosso, si fanno qualche impedimento. Queste due immagini si vedono separate qualche volta di notte, quando s'accosta la fiamma della candela ad uno specchio. Se questo sia formato di qualche metallo, la di cui superficie sia esattamente pulita, allora vi sarà una sola immagine, e questa più distinta, che quella degli specchi di cristallo. Per formare gli specchi metallici, si fa una composizione separata di 8 parti di rame, una di stagno d'Inghilterra, e 5 di marcaffita; o pure 10 parti di rame, 4 di stagno, e un poco d'antimonio, e di sale ammoniaco, insieme liquefatti, ed agitati con una spatola, sino che sia svaporato ogni fumo, dal quale dobbiamo guardarci. Queste composizioni formano un metallo bianco, e perciò l'immagine, che rappresentano, non comparisce oscura, nè tinta d'alcun colore; come accaderebbe, se si formassero di rame, o d'argento. Un'altra maniera di metallo misto è descritta nell'articolo 1 del Capo 2, d'un'Opera uscita in Amsterdam nel 1741, che ha per titolo *Construction d'un Telescope par Reflexion ec.* ove insegna le pratiche spedite, e sicure per formare tutte le specie di cannocchiali comuni, e di riflessione, tanto Gregoriani, che Newtoniani. Questo metallo si fa di 20 once di rame fino, 9 di stagno Inglese ridotto in grani, ed 8 once d'arsenico. In questo modo non solo s'ottiene una mistura, che pulita manda un'immagine chiara; ma ancora distinta, perchè è salda, e senza pori sensibili; locchè è uno de' considerabili, e più facili difetti, che s'incontrano negli specchi metallici. Così formati gli specchi, so-

pra una tavola piana di metallo si spianino per mezzo dell'acqua, e smeriglio passato per setacci uguali, o decantato nell'acqua, avvertendo di non portarlo in giro, ma ora per lo suo lungo, ora per lo suo largo strofinarlo, se andasse in giro, diverrebbe porzione di qualche sfera, di cinquanta, o cento palmi. Per esser sicuro di portarlo uguale sopra la lastra s'attacchi con pece ad un pezzo di piombo, che abbia la stessa figura dello specchio. Indi per pulirlo s'adopera dello stagno abbruciato, e ridotto in polvere sottilissima, e poi si tiene custodito dentro una scatola di metallo non coperta di dentro.

*Tav. 13. Fig. 13.* 131. Sia lo specchio piano  $AF$  piegato all'orizzonte sotto l'angolo semiretto  $AED$ , avanti esso si ponga un oggetto  $BC$  perpendicolare all'orizzonte, la sua immagine comparirà dentro lo specchio orizzontalmente in  $LI$ . Imperocchè prolungata  $CB$  in  $A$ ;  $CG$  in  $F$ , si compia il quadrato  $AIFC$ . Tirato il diametro  $CI$ , e la parallela ad esso  $BL$ ; essendo per ipotesi  $CFA$  semiretto; e perciò uguale all'angolo  $IFM$ , lo specchio  $AF$  sarà l'altra diagonale del quadrato, onde  $CM = MI$ ; e  $BL$  sarà divisa dallo specchio in due parti uguali; dunque per lo Teor. 11 il punto  $B$  apparirà in  $L$ , il punto  $C$  in  $I$ ; lo stesso dicendosi di tutti gli altri punti di mezzo, l'immagine sarà orizzontalmente in  $LI$ . Per lo contrario, se l'oggetto  $CG$  si porrà orizzontale avanti lo specchio, comparirà dentro di esso perpendicolare in  $IH$ ; la dimostrazione è la stessa tirando  $GH$  parallela alla  $CI$ .

*Tav. 13. Fig. 14.* 132. Se si dispongano molti specchi  $BC$ ,  $CD$ ,  $DE$ ,  $EF$  nella periferia d'un cerchio  $AF$ ; ponendo l'occhio al suo centro in  $G$  si vedrà questo tante volte moltiplicato, quanti sono gli specchi. Imperocchè per la natura del circolo, i raggi  $GB$ ,  $GC$  &c., e le perpendicolari tirate dal punto  $G$ , alla superficie degli specchi  $BC$ ,  $CD$  ec., sono nel tempo stesso raggi incidenti, riflessi, e cateti. Perciò secondo il Teorem. 11. vi saranno tante immagini dell'occhio, quanti sono gli specchi. Dunque in  $G$ , dove si trova l'oggetto, s'uniranno ancora tutte le immagini riflesse dallo stesso; altrimenti l'occhio non vedrebbe se stesso moltiplicato; ma queste immagini non s'uniscono, che alla distanza del semidiametro  $GB$ , del cerchio, ove sono collocati gli specchi. Se però questi non fossero situati nella periferia d'un cerchio, ma diversamente disposti; così che tutti portassero l'immagini dell'oggetto nello stesso luogo, allora l'unione di tutte l'immagini andrebbe a molto maggiore distanza; e potrebbe portarsi fino a 500 piedi. A tale distanza però non si renderebbe sensibile l'immagine d'un oggetto illuminato, ma bensì quella d'un luminoso. Con questo fondamento sperimentò in Francia il Signor Abbate Nollet di mandare per mezzo di otto, o dieci specchi piani alla distanza di 15 piedi nella sua camera le immagini del sole, sopra la palla d'un termometro, e ne provò un sensibile calore prodotto da queste immagini moltiplicate, che si raccolgono tutte in uno spazio determinato; vedasi sopra di ciò il Signor

gnor Abbate Nollet, nel tomo 4, Lezione 13, Sezione 2, Esper. 8. Continuarono per più anni le stesse fatiche in Parigi, per ridurre, a forza di moltiplicare gli specchi, efficace l'immagine del sole di liquefare lo stagno, e il piombo a distanza considerabile di 200, e 500 piedi; e il Signor Buffon, come si vede nelle Memorie del 1747. ne diede un buon saggio, bruciando alla distanza di 200 piedi del legno, liquefacendo lo stagno a 150, e il piombo a 140. La difficoltà per portare i raggi a maggiore distanza negli specchi piani consiste nel dilatamento, che si fa dell'immagine riflessa, perchè già osservò Fay, che uno specchio piano d'un piede quadrato dilata l'immagine dieci volte più della grandezza propria; onde l'intensità d'essa si diminuisce sensibilmente. Per mezzo di questo metodo si rende credibile ciò, che narra Zonara tom. 2 degli Annali, Tzetze Chiliade 2 delle Storie, ed altri, intorno Archimede, che bruciò le Navi de' Romani alla distanza di 30 passi, mentre assediavano Siracusa; ed a Proclo, che incendiò l'armata di Vitaliano quando assediava Costantinopoli. Questi due fatti storici, furono per molto tempo posti in dubbio dagli Ottici; supponendo, che solamente per mezzo degli specchi concavi potessero raccogliersi i raggi solari, e renderli efficaci d'abbruciare. Questi come vedremo uniscono i raggi solari in un punto, chiamato Foco, e li rendono efficaci d'incendiare i corpi; ma siccome il punto, ove si uniscono è distante dallo specchio la quarta parte del suo diametro, così essendo state le navi de' Romani lontane da Siracusa 30 passi, secondo che osserva Kircher, lo specchio concavo d'Archimede dovrebbe esser stato porzione d'una sfera di 60 passi, ovvero 300 piedi di raggio, a formar la quale non sono stati capaci tutti gli ottici posteriori ad Archimede, quantunque la nostra ottica sia molto più perfetta, che quella degli antichi. Molto meno si rendono probabili queste storie, dicendo, che Archimede abbia adoperati specchi parabolici, per mezzo dei quali, secondo la proprietà di questa curva, si mandano i raggi condensati ad una distanza infinita; perchè sino ad ora non si è trovato il modo di formarli, per qualunque diligenza si sia usata; là dove antichissimo è l'uso degli specchi piani e il modo di mandare a molta distanza l'immagine del sole; è facilissima per gli antichi, che non avevano l'Ottica perfezionata, l'applicazione di molti specchi per moltiplicare l'immagine nel luogo stesso; per lo contrario non è stato così agevole ai moderni il pensare, che le immagini moltiplicate potessero arrivare ad abbruciare, avendo sempre supposto le osservazioni, che si ricercasse l'unione perfetta de' raggi in un punto, per renderli efficaci. Questo è un esempio tra gl'infiniti altri, con cui si dimostra, che il troppo speculare nelle scienze, fa deviare dal semplicissimo ordine della natura.

## T E O R E M A XII.

*L'immagine d'un oggetto posto avanti uno specchio convesso si vede nel concorso del raggio riflesso col cateto d'incidenza, e più vicina allo specchio dell'oggetto, e minore.*

Tav. 133. **S**ia il punto  $Q$  di qualunque oggetto posto avanti lo specchio convesso  $MCF$ ,  $QC$  il raggio incidente,  $CA$  il riflesso;  $I$  il centro della convessità dello specchio; è chiaro, che il cateto d'incidenza  $QNI$ , d'obliquazione  $BCI$ , detto anche *Asse*, di riflessione  $AGI$ , concorreranno per la natura del cerchio nel centro  $I$ . Dunque se al punto d'incidenza  $C$  si concepisce lo specchio piano tangente  $DCP$ , è chiaro, che il Cateto d'incidenza calato dal punto  $Q$  sopra di esso caderà tra il punto  $O$ , e il punto  $P$ ; così ancora quello di riflessione tra il punto  $D$ , e il punto  $E$ . L'immagine adunque del punto  $Q$ , che per la stessa dimostrazione dello specchio piano, deve cadere in  $L$ , dove s'uniscono il raggio riflesso  $AL$ , e il cateto  $QL$ , sarà più vicina al punto  $O$  dello specchio piano, di quello, che se l'immagine fosse riflessa dallo specchio stesso  $CP$ ; ma il punto  $N$ , dello specchio convesso è sotto il punto  $O$ ; dunque molto più sarà il punto  $L$  vicino alla superficie convessa  $CN$ , di quello che allo specchio piano  $CP$ , e perciò il punto  $Q$  sarà più lontano dal punto  $N$ , che la sua immagine  $N$  dentro lo specchio convesso. Lo stesso potendosi dimostrare di tutti i cateti degli altri punti  $I$ , l'immagine dell'oggetto posta in  $Q$ , sarà dipinta in uno spazio più angusto, di quello che se lo specchio fosse piano. Dunque l'immagine dell'oggetto comparirà minore. *Come dovea dimostrarsi.*

134. Per meglio ciò concepire, sia l'oggetto  $AB$  avanti lo specchio convesso; il punto  $A$ , secondo ciò, che abbiamo dimostrato, si dipinge in  $H$ ; e l'altra estremità  $B$  in qualche luogo della linea  $CI$ ; essendo  $CBI$  nel tempo stesso raggio incidente, riflesso, e cateto d'incidenza; ma lo spazio angolare  $HIC$  è minore di  $AIB$ ; dunque l'immagine sarà minore.

Tav. 135. Sia l'arco  $BD$ , o l'angolo  $ACF$  del cateto d'incidenza, e obliquazione doppio dell'angolo d'incidenza  $ADB$ , l'occhio posto in  $E$  vedrà l'immagine del punto  $A$  nella superficie dello specchio in  $B$ . Imperocchè essendo  $CD$  perpendicolare alla superficie  $BD$ , e perciò facendo angoli uguali con essa, detratti da questa gli angoli d'incidenza, e di riflessione uguali, sarà l'angolo  $ADF$  uguale all'angolo  $EDF$ , ed ancora al suo verticale  $BDC$ . Ma per ipotesi l'angolo  $C$ , è uguale all'angolo d'incidenza, e al riflesso; dunque il terzo angolo  $CBD$  del triangolo, che è compimento ai due retti, sarà uguale all'angolo  $EDF$ , e perciò ancora all'angolo  $BDC$ . Dunque  $CB$  è uguale alla  $CD$ ; onde  $B$  è nella superficie dello specchio.

136. Se

136. Se l'angolo GCD farà maggiore dei due d'incidenza, e riflessione, l'occhio in E vedrà il punto A fuori dello specchio. Imperocchè FDE, è uguale al suo verticale GDB; ma l'angolo G è maggiore delli due ADF, ED per l'ipotesi, i quali formano con ADF, FDE due retti; dunque DBC, che anch'esso forma due retti cogli altri due angoli del triangolo BDC sarà minore di ADF, ovvero di FDE, ovvero di BDC. Dunque in questo triangolo il lato CB sarà maggiore di CD; e perciò l'immagine B del punto A si troverà fuori dello specchio convesso.

Tav.  
13.  
Fig.  
17.

T E O R E M A XIII.

*Se avanti lo specchio concavo FEK si ponga l'oggetto AB; così che i raggi incidenti AF, BK prolungati avanti lo specchio cadano nel centro C, posto quivi l'occhio, vedrà l'oggetto, amplificato dentro lo specchio.*

137. Imperocchè essendo per ipotesi Cfa, CKc, nel tempo stesso raggi incidenti, riflessi, e cateti, in essi dovrà vedersi l'immagine; ma lo spazio, aCc, si dilata; dunque l'immagine abc apparirà maggiore dell'oggetto. Come dovea dimostrare. Ma il luogo dell'immagine non potrà sempre determinarsi in tutti i casi nella stessa maniera dovendo sempre considerarsi, se i raggi riflessi cadano paralleli, convergenti, o divergenti nell'occhio, per poter stabilire, se l'immagine si veda chiara, o confusa; dipendendo da questo, come osservammo ne' problemi ottici la maggiore, o minore distanza, a cui si vede l'oggetto dentro lo specchio. Questo caso già da noi è stato esaminato, quando essendo C il centro, l'oggetto sta in AB; allora i cateti BF, AG incrocicchandosi nel centro, l'immagine farà in DE; e perciò se l'occhio sarà vicino alla superficie dello specchio FG, l'immagine si dipingerà dietro ad esso.

Tav.  
13.  
Fig.  
19.  
Tav.  
13.  
Fig.  
20.

138. Sia lo specchio concavo DCB, e il punto M illuminato, o luminoso radj nello specchio col raggio MD parallelo all'asse, o al diametro dello specchio IC, e l'angolo MDH del raggio incidente, e del cateto di obliquazione sia uguale a gradi 60; l'immagine del punto M comparirà in C nella superficie dello specchio. Perchè essendo MDH = 60, ancora l'angolo di riflessione CDH = 60; e per le parallele MD, IC farà eziandio CHD = 60; dunque ancora il terzo HCD = 60; e perciò HD = HC; onde il raggio riflesso DC si va ad unire nell'estremità C del raggio, o nella superficie dello specchio.

Tav.  
13.  
Fig.  
18.

139. Se l'angolo d'incidenza ABH farà minore di 60 gradi, il raggio riflesso BE s'unirà coll'asse CH in qualche punto E; di modo che CE farà minore della metà di CH. Imperocchè l'angolo ABH, d'incidenza uguaglia quello di riflessione HBE; ma per le parallele AB,

AB,

$AB$ ,  $IC$ , l'angolo  $ABH = BHE$ ; dunque ancora  $HBE = BHE$ ; e perciò  $BE = EH$ ; ma  $BE \neq EH$  sono maggiori di  $BH$ , ovvero  $CH$ ; dunque levata la comune  $EH$ , sarà  $BE$  maggiore di  $EC$ , e perciò  $EC$  minore di  $BE$ , cioè di  $EH$ ; onde sarà più picciola della metà del raggio  $CH$ . Di più calando  $EG$  perpendicolare sopra  $BH$ , la dividerà in due parti uguali, per la  $BE = EH$ ; onde  $HG$ , o pure  $HF$  farà la metà del raggio. Preso adunque  $HE$  per seno tutto, essendo l'angolo in  $G$  retto, sarà  $HG$  seno dell'angolo  $GEH$ , e perciò coseno dell'angolo  $GHE$ , o del suo uguale  $ABH$ . Essendo  $HE$  la distanza del foco dello specchio dal suo centro, avremo questo *Teorema fondamentale* per determinare, data qualunque incidenza di un raggio parallelo all'asse, il foco ove s'unisce con esso; *La distanza del foco  $E$  dal centro dello specchio, sta alla metà del raggio; come il seno tutto, al coseno dell'angolo d'inclinazione*. Per la costruzione data, è chiaro, che  $FE$  è la differenza, che passa tra il foco, e la metà del raggio; cioè la differenza tra il seno tutto  $HE$ , e il coseno  $HF$ . Onde si può determinare, data la larghezza dello specchio quanto il foco  $E$  de' raggi paralleli sia lontano dal punto  $F$ , che è la metà del raggio, o la quarta parte del diametro. Se l'angolo d'inclinazione  $ABH$ , sarà di 3 gradi, e perciò la larghezza dello specchio sarà di 6, la linea  $FE$  sarà  $\frac{1}{457}$  del raggio  $HC$ ; se l'inclinazione sarà di 6 gradi, e perciò la larghezza dello specchio di 12, sarà  $EF \frac{1}{353}$  del raggio; se l'inclinazione  $ABH$ , a cui è uguale  $BHC$ , sarà di 18 gradi, e perciò la larghezza dello specchio di 36, sarà  $FE \frac{1}{36}$  del raggio  $CH$ . Da questo si raccoglie, che quando sopra uno specchio concavo, cadono i raggi paralleli, vengono questi da tutta la superficie raccolti in diversi punti dell'asse  $CH$ ; i quali però non sono sensibilmente distanti dal punto  $F$ , che è la quarta parte del diametro; onde in pratica si dice che il foco di questi raggi è alla quarta parte del diametro dello specchio; e per lo contrario, se i raggi cadessero nello specchio divergenti dal foco  $E$ , si rifletteranno dal medesimo paralleli in  $BA$  &c. locchè serve per formare i telescopj Catadioptrici.

\*140. Questo ha dato occasione di formare i specchi *caustici*, ovvero *Ustorj*. Imperocchè raccolti con uno specchio concavo i raggi del Sole che per la loro distanza si reputano paralleli tra loro, s'uniranno in un punto lontano dallo specchio, quasi la quarta parte del suo diametro, e quivi raccolti accrescendosi la loro densità dimostreranno sensibile il calore. *Manfredo Septala* Canonico Milanese al riferire di *Scoto* nella magia universale, ne formò uno, con cui alla distanza di 16 passi abbruciava il legno; *Villet* artefice Francese ne formò un altro, che *Tarvernier* donò al Re di Persia; ma sopra tutti è celebre quello che fece il Sig. *Tschirnausen*, e che riferisce negli Atti di Lipsia del 1687: la larghezza di questo specchio era quasi 3 braccia di Lipsia; onde poteva raccogliere una considerabile quantità di raggi; l'aveva for-

formato d'una lastra di rame grossa, quasi due coste di cortelli, perchè facilmente potesse maneggiarsi. Un legno accostato al suo foco, che è lontano due braccia, tosto s'infiamma, l'acqua immediatamente cuoce le uova; lo stagno, e il piombo grossi 3 pollici, tosto si liquefanno a goccia; trafora una lastra di ferro, o di acciaio in 6 minuti, il rame, e l'argento nel tempo stesso si liquefanno; in poco tempo le tegole si cangiano in vetro di color giallo ec. Lo stesso Autore, come apparisce nell'Istoria dell'Accademia Reale del 1699. formò una lente di cristallo, che presentemente si trova a Berci nel gabinetto del Conte d'Onsen-Brai convessa dall'una, e dall'altra parte di 12 piedi di raggio, il cui peso è 160. libbre di Francia. Con essa raccolti i raggi del Sole, ed uniti alla distanza di 12 piedi, come vedremo in Diottrica, bruciano tosto il legno, liquefanno il piombo, e vitrificano le pietre; il suo foco è largo un dito, e mezzo. Se dopo essa si ponga un'altra lente per restringere più i raggi, e ridursi in un foco di 8 linee; gli effetti saranno più sorprendenti. Zaccaria Trabero nel nervo ottico insegna il modo di formare specchi concavi grandissimi di legno, coperti di varj pezzi d'orpello, che producono un considerabile incendio. Presentemente in Londra ne formano di grandissimi, applicando una larga lastra di cristallo, sopra un modello convesso di creta fina bene atciugata, e poi dando loro a grado a grado il fuoco, fino che divenga morbido il cristallo, e si adatti alla forma convessa. Questo metodo è più facile in pratica che lavorando gli specchi metallici o di vetro sopra una patina convessa d'ottone, per dargli la giusta concavità; locchè riesce di sommo tedio, e fatica, nè sempre s'ottiene di poterlo eseguire, per gli varj intoppi, che si trovano. Presentemente il Signor di Trudaine ha fatto a sue spese eseguire dal Signor Bernieres una gran Lente che è sopra tutte quelle sino ad ora vedute. Ha curvato questo artefice due cristalli piani rotondi di grossezza 6 linee, in una porzione di sfera che ha di raggio 8 piedi. Ha incollato nel loro orlo questi due cavi cristalli; cosicchè formano una lente che ha empito di spirito di vino, ed ha questa lente 4 piedi di larghezza, e nel centro è grossa 6 pollici e cinque linee. Per la sua ampiezza raccoglie molti raggi e li unisce alla distanza di 10 piedi, e 10 pollici in un Foco largo 15 linee. Con essa ha liquefatto l'oro, l'argento, e il rame, anche in gran massa in meno d'un mezzo minuto. Se con una seconda lente si restringe il foco, il ferro battuto si liquefa quasi nel tempo stesso che i metalli colla sola lente. Se di questo ferro fuso se ne pone porzione sui carboni accesi, produce gran quantità di scintille, come le stelle artificiali. Questo è un fenomeno novo, e sorprendente.

141. Se i raggi cadono nello specchio concavo dal suo foco si rifletteranno paralleli §. 139.: ma se cadono da un altro punto qualunque non faranno tali. Per determinare generalmente qualunque caso possibile. Sia AB un raggio incidente infinitamente vicino all'asse, o raggio di  
mez-

96 CAPO IV. LA LUCE RIFLESSA, O LA CATOTT.

<sup>Tav.</sup> <sup>13.</sup> <sup>Fig.</sup> <sup>21.</sup> mezzo perpendicolare AE allo specchio concavo BEG; sia C il centro dello specchio; il raggio CE si dica, r; la distanza AE del punto radiante, d; il raggio AB dopo la riflessione s'unisca in F coll'asse AE; si chiami FE, x; sarà FC, r - x. Essendo AB infinitamente vicino all'asse AE, saranno l'angolo A, e i due angoli al punto B infinitesimi: onde BC, EC ed ancora BF, EF si potranno prendere, come linee uguali. Per la Trigonometria l'angolo FCB, sta all'angolo FBC, come BF: CF; ed inoltre l'angolo A all'angolo ABC, come BC: AC, e componendo saranno i due angoli A, ABC, ovvero il loro esterno FCB, all'angolo ABC, ovvero al suo uguale FBC, come AC \* CB, o pure CE, cioè tutta AE, alla AC; ma per la prima proporzione lo stesso angolo FCB sta all'angolo FBC, come BF, ovvero EF: CF, dunque AE: AC :: EF: CF; e perciò avremo d: d - r :: x: r - x; onde moltiplicando gli estremi, e i mezzi avremo dr - dx = dx - rx; e trasponendo sarà ancora 2dx - rx = dr, e perciò  $x = (rd: 2d - r)$ : applicando questo canone generale ai casi particolari, si determinerà tutto ciò, che deve accadere. Fingiamo per esempio, che il punto A sia lontano quasi infinitamente; onde il raggio r rispetto alla distanza d sia infinitesimo, ed AE, AC possano riputarsi uguali, avremo 2d - r = 2d; e perciò  $x = (rd: 2d) = \frac{1}{2}r$ , onde il foco F dei raggi, che vengono sullo specchio da una distanza infinita, cioè, che sono paralleli; si troverà nella metà del raggio CE, come abbiamo determinato nel §. 139.

<sup>Tav.</sup> <sup>13.</sup> <sup>Fig.</sup> <sup>22.</sup> 142. Collo stesso metodo si determina il concorso del raggio riflesso col cateto d'incidenza nello specchio convesso. Sia CD il raggio incidente infinitamente vicino all'asse CB; e DH sia il raggio riflesso, che prolungato concorre in E coll'asse. Il raggio dello specchio BF si chiami r; BE si dica x, sarà FE, r - x; CB si chiami, d, sarà CF, d \* r. Essendo gli angoli C, F, FDE infinitesimi, avremo CD = CB; EB = ED. Inoltre per gli angoli CDI, IDH ugali tra loro, e ciascuno al suo verticale, saranno ancora uguali EDF, FDG. Per la Trigonometria abbiamo EDF: DFE :: EF: DE, ovvero BE; e di più l'angolo F: C :: CD, ovvero CB: FD, ovvero FB. Onde componendo in questa ultima proporzione avremo F \* C, cioè per l'angolo esterno uguale, FDG: F :: CB \* FB, ovvero CF: CB; ma FDG = EDF; dunque EDF: DFE :: CF: CB; Onde paragonando questa colla prima proporzione, sarà EF: BE :: CF: CB; onde r - x: x :: d \* r: d; e perciò dr - dx = dx \* rx; 2dx \* rx = dr;  $x = (dr: 2d * r)$ . Per mezzo di questo canone si determinerà il punto del concorso del raggio riflesso col cateto; e perciò il luogo dell'immagine in qualunque calo degli specchi convessi. Supponiamo che il punto radiante C sia lontano dallo specchio il suo semidiametro, essendo in tal calo CB = BF, ovvero d = r, sarà  $x = (rr: 3r) = \frac{1}{3}r$ ; onde il raggio riflesso HDE concorrerà alla terza parte del raggio BF.

CAPO

CAPO V.

*La Luce rifratta, o la Diottrica.*

143. **S**upponiamo che,  $aBH$  sia un mezzo refringente, per esempio Tav. 13.  
 acqua, vetro, o cristallo, il raggio,  $dg$ , cada sopra di esso, Fig. 23.  
 si dice *raggio incidente*; cadendo obliquamente nel vetro, non anderà  
 dirittamente in  $l$ , ma si piegherà in  $gi$ , accostandosi alla perpendicolare,  
 $gh$ , calata dal punto d'incidenza;  $gi$ , si chiama *raggio rifratto* o *linea*  
*di rifrazione*, e il punto,  $g$ , si dice *d'incidenza* o *di rifrazione*. La  
 perpendicolare  $bg$ , si chiama *Asse d'incidenza*;  $gh$ , *Asse di rifrazione*;  
 $dgf$ , *angolo d'incidenza*;  $dgb$ , *angolo d'inclinazione*;  $lgi$ , *angolo di ri-*  
*frazione*;  $igh$ , *angolo rifratto*. *Lente convesso-convessa* è un cristallo, a Tav. 14.  
 cui si è data un'elatta figura convessa dall'una, e l'altra parte, come Fig. 27.  
 $CBDI$ . Se da una parte è piana, dall'altra è convessa, come  $ABI$ ,  
 si dice *piano-convessa*; se da una parte è piana, dall'altra è concava,  
 come  $IGHL$  si dice *Lente piano-concava*; se da tutte le due parti è Tav. 13.  
 concava,  $LMON$ , allora è *Lente concavo-concava*, se da una parte è Fig. 26.  
 convessa, dall'altra è concava, si chiama *Menisco*, o *Lunetta*. *Foco*  
*reale* della lente è quel punto, dove attualmente s'uniscono i raggi do- Tav. 14.  
 po esser passati per la lente; *Foco virtuale*, è quello dove s'unirebbero Fig. 30. 31.  
 se non fossero resi divergenti, o paralleli, dalla lente, e si determina 32.  
 prolungando i raggi incidenti, fino che dall'altra parte della lente s'  
 uniscano; come il raggio,  $Cg$ , che dalla lente concavoconca è disperso Fig. 31.  
 in  $BA$ , prolungato in  $c$ ,  $F$ , s'unirebbe coll'asse  $IF$ , il punto  $F$  si  
 chiama *Foco virtuale*, o *immaginario*.

T E O R E M A XIV.

*Se un raggio passa da un mezzo più raro in uno più denso, si  
 piega, o rifrange verso la perpendicolare, o l'asse; se da  
 uno più denso passa in uno più raro, se ne slontana; e  
 il seno dell'angolo d'inclinazione, ha a quello  
 del rifratto una ragione costante.*

144. **Q**uesto Teorema è stato confermato per mezzo di replicate Tav. 13.  
 osservazioni, ed esperienze fatte sopra i raggi cadenti dall' Fig. 23.  
 aria nell'acqua, nel vetro, nel cristallo, o in qualunque  
 altro mezzo trasparente più denso dell'aria; nei quali costantemente  
 hanno osservato, che il raggio non seguita ad andare per linea retta,  
 quando entra nel mezzo più denso, ma si piega verso la perpendicolare,  
 se cade obliquamente sopra lo stesso; e per lo contrario si slontana dal-  
 la perpendicolare, quando dal mezzo più denso esce in un mezzo più  
 raro.

raro. Così il raggio,  $dg$ , cadendo obliquamente sopra il piano trasparente, a  $B$ , non prosegue il suo moto in  $l$ , ma si sforce accostandosi alla perpendicolare,  $ch$ , e va in  $gi$ ; per lo contrario se il raggio,  $ig$ , dal mezzo più denso esca in uno più raro, si scosterà dalla perpendicolare, andando in  $gd$ . Calata da qualunque punto del raggio incidente,  $dg$ , per esempio dal punto,  $e$ , la perpendicolare,  $eC$ , si chiama *Seno d' inclinazione*,  $ef$ , *Coseno*. Fatta  $gi \perp ge$ , calando la perpendicolare,  $ih$ , sarà questa *seno dell' angolo rifratto*. Tra questi seni ancora hanno osservato, che si dà una ragione sempre costante. Imperocchè se il raggio cade dall'aria nel cristallo,  $eC$ , sta alla,  $ih$ , come  $3:2$ , secondo Ugenio, ovvero come  $31:20$ , secondo Newton. Se il raggio cade dall'aria nell'acqua piovana, come  $4:3$ , o pure secondo Newton, come  $529:396$ . Se dall'aria cade nello spirito di vino, come  $100.73.30$  dal voto cade nell'aria, come  $3851:3850$ . *Locchè dovea dimostrare.*

145. Osservò però prima di tutti il Newton, che il raggio solare è composto di 7 altri, ciascuno de' quali ha la sua particolare rifrangibilità; perciò nel determinare quella di tutto il raggio, si è servito della rifrangibilità, media. Questa distinzione apparirà meglio, parlando dei colori. Quando il raggio cade perpendicolare sopra qualunque mezzo, non si sforce dalla sua direzione: e perciò il raggio perpendicolare è irrefratto. La causa di questa rifrazione de' raggi comunemente l'attribuiscono con i Cartesiani alla resistenza, che fa il mezzo, quando il raggio obliquamente vuole attraversarlo. Per lo contrario giudica il Newton, che la rifrazione non nasca da alcuna resistenza, ma dalla forza, con cui il raggio obliquo è disugualmente tirato dal mezzo. Questa opinione pare più conforme alle osservazioni; perchè la resistenza, che oppone il mezzo, produrrebbe solamente la riflessione del raggio; ma non già l'obbligherebbe a traversar il corpo diafano; acciocchè passi il raggio, è necessario, che le particelle del corpo lo tirino a se in una maniera costante, ed uniforme. Se il raggio sarà tirato più da una parte, che dall'altra, allora piegherà verso quella, che ha più forza; come accade, quando è obliquo alla superficie trasparente. Ma se il raggio è tirato ugualmente da per tutto, allora passerà il vetro irrefratto; locchè accade, quando è ad esso perpendicolare. I Cartesiani avevano adottata la spiegazione cavata dalla resistenza; perchè osservando, che il moto della luce si fa per linea retta, stabilivano i corpi diafani esser quelli, che hanno i pori disposti in linea retta, per dar libero il passaggio alla luce; onde questi raggi essendo obbligati a scorrere per gli pori rettilinei de' corpi diafani, secondo che li trovavano disposti, erano necessitati altresì deviare dalla prima direzione. Ma le osservazioni hanno dimostrata insufficiente questa idea de' corpi diafani. Imperocchè la carta non è di natura sua diafana, se si bagna d'acqua, o d'olio diventa perfettamente diafana, quantunque si renda più densa di prima, e s'otturino i pori per mezzo del fluido. Da questa, e da molte

te altre consimili esperienze si ricava, che la natura de' corpi diafani non consiste nei loro pori, e disposizione rettilinea, che possano avere; ma più tosto in esser composti di parti, che hanno la stessa forza attraente, come appunto diventa la carta, quando è inzuppata di qualche fluido; per lo contrario corpi opachi si diranno quelli, che avendo nelle loro parti diversa virtù attraente, tirano irregolarmente, e disperdono per tutte le direzioni i raggi della luce, onde questi in parte si riflettono, e in parte restano affogati nel corpo.

146. Dal Teorema fondamentale della Diottrica ricaviamo le regole Tav. 13. Fig. 23. per esaminare i casi diversi dei raggi, che cadono sopra le lenti. 1, siano i raggi AB, FH perpendicolari, e tra loro paralleli; ovvero i raggi obliqui paralleli BC, HL; che cadano sopra il cristallo BH, usciranno ancora paralleli in BE, HI, ovvero in BD, HG. Imperocchè i raggi perpendicolari non si rifrangono; quelli, che cadono obliqui, essendo tra loro paralleli, faranno gli angoli ABC, FHL uguali; ed essendo per lo Teorema costante la ragione tra il seno d' inclinazione, e il rifratto, ancora gli angoli rifratti faranno uguali; e perciò i raggi BD, HG paralleli.

147. 2, Se il raggio GF parallelo all'asse AB cada nel piano HI Tav. 13. Fig. 25. della mezza lente HCI, che non sia troppo larga, nell'uscire s'unirà nel punto D alla distanza del diametro della convessità della lente; onde essendo CM raggio della convessità, farà CD uguale a 2 CM. Imperocchè tirato il raggio ME, essendo questo per la natura del cerchio perpendicolare alla periferia HEG, farà asse rispetto al raggio ED, che esce dalla lente, dunque per lo Teorema uscendo nell'aria, si scosterà dall'asse, e perciò convergerà verso CD, e questa sarà uguale a due volte CM, secondo le osservazioni, e per le proprietà, che si dimostrano dei seni d' inclinazione, rifratti, e di rifrazione paragonati col semidiametro della lente, e col raggio rifratto, secondo che dimostra Wolfio nel cap. 3. della Diottrica. 3, quindi se dal fuoco D cadano i raggi divergenti sopra la convessità d'una mezza lente, usciranno paralleli in FG, BA &c. 4, collo stesso metodo si dimostra, che se il raggio DE parallelo a quello di mezzo CB, cada sopra la convessità Tav. 13. Fig. 26. della mezza lente ABI, uscirà in G convergente, unendosi in H col raggio FH, alla distanza del diametro della convessità, posto che questa non sia troppo larga, o pure, che è lo stesso; si prenda il raggio DE vicino all'asse CBF. Quindi ne segue, che è lo stesso rivoltare il piano, o il convesso della mezza lente, verso l'oggetto luminoso, che manda sopra di essa i raggi paralleli, quando questi sono vicinissimi all'asse.

148. 5, Essendo una lente convessoconvessa sopra cui cada il raggio Tav. 14. Fig. 27. EG parallelo all'asse AB, s'unirà dopo la lente in F alla distanza del semidiametro della convessità CBD. Imperocchè la lente convessoconvessa è composta di due mezza lenti; ma ciascuna ha la sua forza

rifrattiva d'unire i raggi alla distanza del diametro; dunque essendo due le forze, ed uguali, l'uniranno alla metà della distanza, cioè al loro semidiametro; onde se con mezza lente il raggio sarebbe cammi-

**Tav. 14. Fig. 28.** nato per IH, essendo intera, andrà per IF. Ciò però accaderà nei raggi vicini all'asse, e non computando la grossezza della lente. 6, essendo la sfera di cristallo EBC, sopra cui cade il raggio AB parallelo all'asse DE, s'unirà in F alla distanza della quarta parte del diametro, o alla metà del raggio. Imperocchè se fosse una lente, s'unirebbe al semidiametro, ma è sfera intera, e perciò alla grossezza della lente s'è aggiunto il semidiametro, e qualche particella di più; dunque il foco non sarà lontano dalla superficie da dove esce, che la metà di prima, cioè la quarta parte del diametro. Questa dimostrazione meglio si concepirà, se si finga prima una mezza lente; in essa il raggio ABC s'unirà in H, indi essendo lente intera alla distanza del semidiametro; onde essendo sfera dovrà unirsi alla metà del raggio.

**Tav. 14. Fig. 29.** 149. 7, Sia l'oggetto GH, che radj nella lente, tutti i raggi, che dal punto inferiore H cadono nella metà superiore della lente FF, s'uniranno in D, e quei, che da G cadono nella metà inferiore s'uniranno in E, come è chiaro dai casi precedenti; onde l'oggetto si dipingerà a rovescio in DE dopo la lente. Se s'applichi l'altra lente C avanti questa immagine, per la stessa ragione tornerà a raddrizzarsi in AB.

**Tav. 14. Fig. 30.** 8, se il raggio AbB parallelo all'asse FED cade nella lente pianoconcava GILH, uscendo divergerà in BC, e sarà F il suo foco virtuale. Imperocchè sia D il centro della concavità IBL, tirata DBc, sarà questa l'asse al punto B; ma il raggio uscendo nell'aria, deve slontanarsi dall'asse per lo Teorema; dunque si allontanerà dalla BD, e perciò rispetto alla FD si farà divergente. Concependolo prolungato

**Tav. 14. Fig. 31.** in d, F, sarà questo il foco virtuale. 9, cada il raggio AB parallelo all'asse EGI, nella lente concavoconcava LMON, e sia BD il raggio della prima concavità LGN, entrando dentro la lente, diverrà convergente verso BD per lo Teorema, e perciò divergente dall'asse DG. Posto gi il raggio dell'altra concavità MHO, nell'uscire da questa divergerà dall'asse GI del punto g, e perciò sempre più si slontanerà dal primo asse IHE, onde andrà in gC molto divergente. Prolungandolo in c, F, farà F il suo foco virtuale. Perciò le lenti concavoconcave rendono gli oggetti più divergenti, che le loro metà, o le pianoconcave.

**Tav. 14. Fig. 32.** 10, Sia il Menisco CBEH sopra cui cada il raggio AB parallelo all'asse DE, e sia F il centro della concavità inferiore CH, e sia G il centro della superiore, o della convessità BEH. Se la concavità CH, è uguale alla convessità BEH, e perciò sono tra loro parallele, o non terminano a taglio, come nella figura si pone, allora il Menisco, o la Lunula equivale ad una lastra piana di cristallo, e i raggi non si uniscono in un punto che è il foco, ma entrando paralleli tra di loro, escono paralleli. Perchè quanto si accostano all'asse

DEF

DEF nell'entrare per la convessità BEH, e per il mezzo più denso, che è il cristallo; tanto si discostano nell'uscire per la concavità CH, e pel mezzo più raro che è l'aria. Se la *concavità è minore* della convessità, il Menisco equivale ad una Lente piano concava, o concavo concava, e perciò non ha foco reale, ma *virtuale*, o immaginario; e impiccolisce gli oggetti. Se la *concavità è maggiore* della convessità, allora il Menisco equivale ad una lente piano convessa, o convesso convessa, ha il suo foco reale, e ingrandisce gli oggetti. Il singolare u'o dei Menischi lo vedremo in più luoghi del Capo 6 parlando dei cannocchiali. Per ora basti il notare che i Menischi raccolgono più raggi delle lenti convesse, e fanno due o tre volte più campo delle lenti convesse, e molto meno aberrazione. Costa dalla sperienza che i raggi che cadono sulla superficie convessa di una lente, sebbene paralleli all'asse, quando cadono sotto un'angolo di 47, o 48 gradi, o maggiore, non entrano, ma si riflettono dalla superficie della lente. Ora è facile il vedere che sulla superficie convessa più presto, i più lontani dall'asse fanno un tal'angolo, che sulla superficie concava, onde questa trasmette più raggi della convessa. 11. Per determinare il Foco delle lenti daremo due spedite Regole, per ogni specie di lenti convesse, e di Menischi, non computando la grossezza del vetro. La Regola per le Lenti convesse è la seguente. La somma dei raggi delle convessità, sta ad uno dei raggi, come il doppio, o il diametro dell'altro raggio sta alla distanza del Foco dalla Lente. Sia il raggio di ciascuna convessità 5 pollici. Si faccia  $10:5::10:5$  pollici che sarà il foco della lente convesso convessa di uguale convessità da amendue le facce. Il raggio d'una convessità sia pollici 4, dell'altra pollici 3. Si faccia  $7:3::8:3\frac{3}{7}$ . Sia un raggio poll. 6, l'altro poll. 4. Si faccia  $10:4::12:4\frac{4}{5}$ . La regola per li Menischi, che fanno come le Lenti convesse è la seguente. La differenza dei raggi, sta al raggio della convessità, come il doppio, o il diametro della concavità sta alla distanza del foco. Tre casi ponno accadere. 1. Se il raggio della convessità è minore. 2. Se è uguale. 3. Se è maggiore, e in questo solo caso il Menisco fa come una lente convessa. Sia nel 1.º caso minore, e sia di 2 palmi il raggio della concavità; di 4 quello della convessità, avremo  $2-4$  ovvero  $-2:4::4:-8$ . Essendo negativo il foco, caderà nella parte opposta della Lente, cioè il Menisco valerà una lente concava, e ciò in tutti i casi nei quali la concavità è minore della convessità. Sia nel secondo caso il raggio della concavità uguale a quello della convessità; e sia il primo palmi 2, quello della convessità palmi 2, avremo  $2-2$ , cioè  $0:2::4:\frac{8}{0} = \infty$  perchè il zero entra infinite volte nei numeri. Dunque il foco anderà in infinito; cioè i raggi entrando paralleli all'asse usciranno paralleli. Dunque il Menisco equivalerà a un vetro piano. Sia il raggio della concavità, 4, della convessità 2 palmi, avremo  $4-2$ , cioè  $2:2::8:8$ ; Equivalerà dunque il Menisco

foco ad una lente convessa, che abbia 8 palmi di foco. Perciò se il raggio della concavità è doppio di quello della convessità il foco del Menisco è doppio del raggio della concavità, o come il suo diametro. Sia il raggio della concavità 18, della convessità 6, sarà  $18 - 6$  cioè  $12:6::36:18$ . Onde quando il raggio della concavità è triplo di quello della convessità, il foco è uguale al raggio della convessità. Sia il raggio della concavità 24, della convessità 6, avremo la proporzione  $24 - 6 = 18:6::48:16$ . Andando di questo passo crescendo il raggio della concavità, calerà sempre più il foco del Menisco. Per lo contrario se restando la stessa concavità, cala il raggio della convessità si diminuirà in maggior proporzione il foco che crescendo il raggio della concavità. Così se il raggio della concavità sia 24, della convessità 5. Sarà  $19:5::48:12\frac{1}{5}$ . Se il raggio della concavità sia 24, della convessità 4 avremo questa proporzione  $20:4::48:9\frac{3}{5}$ . Se crescerà il concavo, e calerà il convesso si diminuirà sempre più il foco. Sia il concavo 30, il convesso 3, avremo  $27:3::60:6\frac{2}{3}$ . Sia il concavo 32, il convesso 2, avremo  $30:2::64:4\frac{1}{5}$  ec. Con le sopra descritte due regole si può facilmente in pratica far un menisco di qualunque foco si sia per mezzo delle proporzioni finora esposte. Da queste stesse proporzioni si può ricavare le Formule per sciogliere i tre Problemi che riguardano i Menischi. Problema 1. dati i due raggi trovare il foco. Sia R il raggio della concavità; r il raggio della convessità; il foco si chiami x. In vigore della proporzione sarà  $R - r: r:: 2R: x$ ; onde avremo  $xR - xr = 2Rr$ , ed  $x = \frac{2Rr}{R-r}$ . Problema secondo. Sia dato il Foco, e il raggio della convessità, ritrovare il raggio della concavità. Si dica x questo raggio, ed f il foco; Avremo  $x - r: r:: 2x: f$ ; onde  $xf - rf = 2xr$ , e inoltre  $xf - 2xr = rf$ , e finalmente  $x = \frac{rf}{f-2r}$ . Problema terzo. Dato il foco, e il raggio della concavità, trovare il raggio della convessità. Questo si chiami x, avremo  $R - x: x:: 2R: f$ , onde  $2xR = Rf - xf$ , e inoltre  $2xR + xf = Rf$ , e perciò  $x = \frac{Rf}{2R+f}$ .

Tav. 150. Per determinare tutti gli altri casi delle lenti, e dimostrare  
 13. geometricamente quelli, che abbiamo espolti, stabiliremo due Teoremi  
 Fig. fondamentali. Cada il raggio ED parallelo all'asse MB, sebbene lonta-  
 24. no, nella convessità ABD, posto DH raggio di questa, sarà il raggio  
 DH al raggio rifratto DI, come il seno dell'angolo di rifrazione a  
 quello d'inclinazione; e di più HI: ID, come il seno dell'angolo ri-  
 fratto a quello d'inclinazione. Imperocchè essendo per la natura del cer-  
 chio HD perpendicolare al punto D, sarà questa l'asse della rifrazione,  
 che patisce il raggio DE, e l'angolo EDG d'inclinazione, il quale per  
 le parallele ED, MB sarà uguale all'angolo BHD; e l'angolo HID  
 parimente uguale all'angolo di rifrazione IDL; onde per la Trigonometria, ove si dimostra che i lati sono come i seni avremo HD: DI;  
 come il seno dell'angolo di rifrazione HID al seno di quello d'inclina-  
 zione.

nazione BHD; ed in oltre HI: ID, come il seno dell'angolo rifratto FDG, ovvero HDI a quello d'inclinazione BHD. *Locchè devea dimostrare.*

151. Posta la stessa costruzione, dico, che IB distanza del foco dalla lente è alla distanza IH dal centro d'essa in maggiore ragione, che il seno d'inclinazione a quello dell'angolo rifratto, essendo ED lontano dalla MB. Imperocchè IB come perpendicolare, è maggiore di ID; ma ID: IH, come il seno d'inclinazione al rifratto per lo Teor. precedente; dunque IB: IH sarà in maggior ragione, che questi due seni. Ora date le leggi, che conservano tra loro i seni, §. 144., potranno esaminarsi i casi delle rifrazioni nelle lenti.

C A P O VI.

*I Microscopj, i Tubi Otticj, e i Colori.*

152. **M***icroscopio* è quella macchina Ottica con cui guardando un'oggetto vicino, si vede ingrandito, o per dir meglio è quella macchina con cui si rendono efficaci i raggi debolmente riflessuti dalle minime parti dell'oggetto, onde poi si vede un maggior numero di parti nella superficie dell'oggetto, e perciò questo apparisce sotto una maggior superficie, locchè deve intendersi per la parola *Ingrandimento*.

153. *Il Tubo Ottico, Telescopio, o Cannocchiale* è quella macchina Ottica con cui guardandosi un'oggetto lontano, si vede ingrandito, e si distingue che cosa è. Per dir meglio il Tubo è quella macchina con cui si rendono efficaci quei raggi riflessuti dall'oggetto che per la loro distanza dall'occhio sono così deboli che non possono fare in esso alcuna impressione. La picciolezza delle parti dell'oggetto nel Microscopio, e la distanza nel Telescopio rendono i raggi inefficaci a fare impressione nella Retina.

154. *Dei Microscopj due sono le specie. Microscopio semplice*, che è formato da una lente convessa, o da un globo di cristallo, e *Microscopio composto* che è formato da due, da tre o più lenti.

155. *Dei Tubi sei sono le specie. Tubo Galileano; Tubo teatrale; Occhialetto, o Spioncino; Tubo celeste, o Astronomico*, detto ancora *Telescopio*; *Tubo terrestre* detto comunemente *Cannocchiale*, perchè destinato a veder gli oggetti sulla terra; *Tubo Catadiottrico*, o sia *Gregoriano*, o *Newtoniano* dal loro inventore Giacomo Gregory, o Newton; e *Tubo Acromatico*, o senza i colori dell'Iride, detto anche *Dollondiano* dal suo inventore Dollon Inglese. Alcuni Astronomi col nome di *Telescopio* intendono un tubo Catadiottrico, noi riserviamo il nome di *Telescopio* al tubo Astronomico, sia tubo Catadiottrico, o cannocchiale comune, ma a due sole lenti, perchè il tubo terrestre ne ha tre almeno, come vedremo.

156. Prima di scendere alla descrizione, e costruzione dei Microscopj, e dei Tubi dobbiamo esporre alcune notizie preliminari intorno al moto, e direzione dei raggi della luce, che cadono sulle Lenti diverse, per poter spiegare l'ingrandimento, il campo, e la chiarezza che fanno i Microscopj, ed i tubi.

157. I. Il lume va sempre per linea retta. L'Esperienza ne insegna che un raggio di luce entrando in un tubo ricurvo aperto da tutte due le parti, non esce fuori, ma si disperde. Se il tubo sarà dritto, entrando da una parte uscirà per l'altra. II. Quindi l'oggetto si vede sempre in quella direzione con cui entra nell'occhio, quantunque nel suo cammino si rifrangano, o si rifletta più volte. Così ponendo in un bacino una moneta nel fondo, e ritirandosi tanto, che non si veda più, se si ponga dell'acqua nel bacino tornerà a vedersi; perchè i raggi di luce, che da un mezzo più denso come l'acqua passano in uno più raro che è l'aria si scostano dalla perpendicolare, §. 144; e perciò si piegano, e giungono all'occhio, e la moneta si vede nel luogo ove non è, cioè nella direzione con cui entra nell'occhio dopo la rifrazione.

Tav.  
14.  
Fig.  
37.

158. III. Esaminiamo ora l'effetto che produce una sola lente, o due Menischi posti vicini a tamburo, che si guardano colle loro convessità, che fanno meglio, quando con essi si osserva un oggetto. Sia,  $a b$ , la metà del diametro di un'oggetto, e perciò  $sa, b$ , il suo centro. Si considerino in un oggetto vicino i raggi,  $an, af$ , che divergenti cadono sulla lente,  $nci$ , si rifrangeranno tutti in  $nm, sl, se$ , uscendo dalla lente, o paralleli, o quasi tali. Il solo raggio principale,  $acd$ , così detto perchè passa pel centro,  $c$ , tirato ugualmente dal cristallo della metà della lente uscirà irrefratto, come accade all'asse ottico,  $bcm$ . Lo stesso accaderà al pennicillo ottico §. 102 che dal centro,  $b$ , dell'oggetto cade nel mezzo della lente, e del pennicillo che cade nella metà,  $ci$ , dall'altro punto estremo dell'oggetto; tutti questi raggi usciti dai tre punti dell'oggetto, che formano l'estremità, e il centro di esso, usciranno paralleli dalla lente, e così caderanno nell'occhio, onde si dipingerà nella retina l'immagine dell'oggetto dritta. Pigliando tutti gli altri pennicilli mandati da ciascun punto della superficie dell'oggetto, si vedrà questo dritto, chiaro, distinto, e ingrandito. Dritto, perchè non si incrociano i raggi prima di entrare nella lente. Chiaro perchè la superficie della lente raccoglie molti raggi, e rinforza i deboli. Distinto perchè rende tutti i raggi efficaci; e entrando paralleli nell'occhio, gli umori di esso li uniscono in un punto nella Retina §. 95. Ingrandito perchè l'angolo sotto del quale si vede colla lente è maggiore che quello con cui si vede a occhio nudo. L'angolo della metà dell'oggetto a occhio nudo è,  $bca$ ; colla lente è,  $bmo$ , vedendosi l'oggetto per la direzione,  $mno$ , §. 157. II. questa si chiama *Lente Esploratrice*.

159. Rimane ora a determinare la regola, e quantità dell'ingrandimento

mento, che è la seguente. Sia ABC l'occhio, DaE la lente, a b, il suo Tav. 14. Fig. 33.  
foco, F b G l'oggetto. Si tirino i raggi estremi Fac, GaA che si  
incrociano acciocchè si dipinga in ABC l'oggetto a rovescio, e così si  
vedrà dritto §. 111. Si faccia come, ba, foco della lente, sta ad 8 pol-  
lici; così il diametro dell'oggetto a occhio nudo, a quello veduto colla  
lente. Sia il foco della lente un pollice, starà il diametro dell'ogget-  
to naturale FbG, a quello dell'ingradito, fcg, come 1: 8. Onde l'  
oggetto si vedrà in, fcg, otto volte più grande, e 8 pollici lontano.  
La sua superficie sarà 8 via 8, cioè 64 volte maggiore di prima, o  
come il quadrato del diametro, e la sua solidità sarà come il cubo di  
8, cioè 512.

160. Deve dimostrarsi questa regola. Abbiamo dalla sperienza che  
un'oggetto allora si vede distinto, quando, è alla distanza di 8 pollici  
da chi ha bona vista. Questo a maggiore distanza ancora lo vedrà, ma  
non così distinto, e con fatica dell'occhio. Ma l'oggetto FG e la  
sua imagine, fa g, stanno nello stesso spazio angolare, fa g, e i triangoli  
fa g, FaG sono simili. Dunque, ab, sarà, ad, ac; come FG: fg, e  
dovendo, ae, essere 8 pollici, sarà 1: 8:: FG: fg.

161. IV. Molti altri casi dei raggi che cadono sopra lenti diverse  
gli abbiamo già esaminati dal §. 146. al §. 151, che conviene tener  
presenti quando si tratterà in particolare dei Microscopj, e dei tubi.

## I MICROSCOPJ.

162. **I**L Microscopio semplice §. 154. è quello che è composto di una  
semplice lente, come abbiamo osservato nella tavola 14. Fig. Tav. 14. Fig. 34.  
37. La lente si chiude nel *Bussolino* N fatto di ottone, e questo si fer-  
ma a vite in N nel cannello d'ottone H A C G, che abbastanza si  
concepisce colla figura. L'apertura di esso verso l'occhio deve essere un  
piccolo foro, e ben pulito, l'altra verso l'oggetto deve essere due terzi  
della larghezza della lente. Gli oggetti si pongono tra due talchi nei  
fori della *Stecca* F. S'interisce questa stecca in R tra due lamine a  
molla che la comprimono. Il manico PQ serve per tenerlo in mano.  
La lunga vite ACB serve per accostare, o discostare la stecca, o l'  
oggetto dalla lente, acciocchè cada nel foco di essa, e possano i raggi  
che cadono divergenti, uscir paralleli verso l'occhio; altrimenti la vi-  
sione non sarebbe distinta. Molte altre forme di Microscopj semplici,  
e composti, e il modo di farli, ed operarli, principalmente se sono  
palline piccole di cristallo, si ponno vedere diffusamente trattati colle  
figure, nelle Nuove osservazioni Microscopiche da me stampate in quar-  
to nel 1776, alle quali mi rimetto.

163. Con questo microscopio semplice si forma il *Microscopio Solare*,  
detto anche di *Liberkune* perchè inventato da questo Medico, e Mate-  
matico Prussiano. Se si vedono con esso gli oggetti per rifrazione si

chiamata di *Liberkune*, se per riflessione si dice di *Beniamino Martin* perchè da esso ritrovato, e posto in esecuzione. Questi fa in Inghilterra tutte le specie diverse di Macchine Ottiche con gran perfezione.

Tav. 15. Fig. 40. 164. Il Microscopio di *Liberkune* o di rifrazione è il seguente. ACDB è una piastra d'ottone in mezzo alla quale vi è il disco NR incavato nella periferia, per la quale passa la funicella incrociata EXZ che gira per la rotella incavata x, che da dietro si volta con chiave per girare il disco NR, e insieme con esso lo specchio piano, a Q, che è posto a cerniera sul disco NR. Questo specchio, a, si alza, e si abbassa per mezzo del filo d'ottone PO. In, b, vi è una lente di poco più d'un palmo che raccoglie i raggi del Sole Sab, riflettuti dallo specchio, che può muoversi in giro e alzarli, o abbassarli per andare a incontrare il Sole, e diriggerlo nella Lente, bc. Dalla parte che non si vede, è fermato a vite il tubo HGFE dentro il quale va il tubo HILG che in M è più ristretto acciocchè possa entrare nell'apertura AC del Microscopio semplice. Si adatta con 4 viti ai legni della finestra, da i quali si siano tolti i vetri la piastra AGDB cosicchè questa parte collo specchio, a Q sia fuori della finestra. Il tubo MEF corrisponde dentro la camera. In M si applica il Microscopio semplice della Fig. 34. Tav. 14; in cui si è adattata la stecca al foco della lentina. Essendo ben chiusa la camera, che non v'entri lume si gira la rotella x da dentro, acciocchè lo specchio si rivolti al sole; indi si allunga, o accorta l'asta PO, perchè il raggio del Sole Sa, si dirigga in, a b, dentro la lente. Questa unendo i raggi e mandandoli verso M illumina bene l'oggetto posto nella stecca, che mandando i raggi verso la lentina, dipingono con gran chiarezza nel muro opposto, o su d'un telaio l'immagine dell'oggetto alla distanza di 6, di 10 e più palmi prodigiosamente ingrandito, ma non esente dall'Iride, o dai colori del Prisma.

Tav. 15. Fig. 40. 165. Il Microscopio di *Martin*, o di riflessione si fa anche esso in una camera oscura, e serve per vedere gli oggetti a lume riflesso. La sua costruzione è alquanto diversa dall'antecedente. Vi è lo specchio Q a fuori della finestra, ma la lente illuminatrice, b, è larga 4 pollici, e  $\frac{1}{4}$ ; ed ha 16 pollici di foco. In vece del tubo stretto EMF, vi è un lungo cassettoncino che impedisce che la lente illuminatrice non illumini la camera. Prima che il cono radiofo si unisca vi è uno specchio piano, che riflette i raggi di fianco alla finestra, ove è posto l'oggetto da vedersi a lume riflesso. In faccia all'oggetto è situata la lentina piccola chiusa in un tubo, che può accostarsi, o discostarsi dall'oggetto, acciocchè questo venga nel foco di essa. All'altra estremità del tubo che è più larga vi si pongono due lenti tra loro contigue una di vetro, l'altra di cristallo d'Inghilterra, dette Acromatiche, che sono in combinazione colla piccola lente, e servono per toglier l'iride che questa farebbe, e per rinforzare i raggi. La Lente illuminatrice raccoglie i raggi solari che gli invia lo specchio piano che sta fuori della finestra. Questi

Questi raggi quasi uniti in un foco sono diretti all'oggetto da uno specchio piano, che sta dentro la camera chiuso in un cassettoncino dentro il quale passa ancora il cono radioso della lente illuminatrice. L'oggetto che sta posto a mano dritta della finestra, è chiuso anche esso in un cassettoncino col microscopio semplice, viene illuminato abbondantemente da questo cono, onde manda la sua immagine viva nella lente, che la ingrandisce. Passati i raggi per questa, si trasmettono alle due lenti acromatiche, onde spogliati dei colori dipingono in una tela bianca che gli si pone a qualche distanza l'immagine dell'oggetto opaco con una sorprendente chiarezza. Se si vuole più ingrandito l'oggetto si discosta la tela, o la carta dalle lenti acromatiche. La descrizione di questo Microscopio fatta dallo stesso Martin si può vedere nel volume 10 degli Opuscoli che si stampano a Milano dal 1775.

166. La seconda Specie è il *Microscopio composto*, §. 154, che si fa unendo dentro il foco, nel punto della massima illuminazione, 2, o più lenti di foco diverso, e combinate a due a due a quella distanza, che si vede un lume vivo, ponendo l'occhio alla più piccola, cioè a quella che ha il foco più curto, detta perciò *Lente acuta*, o *d'ingrandimento*. Nel §. 149, numero 7 si vede descritto il Microscopio a due lenti e il cammino che fanno i raggi dentro di esse. GH è l'oggetto che si vuol vedere. FE è la *lente oggettiva* che è più acuta dell'altra C. La Lente F coi raggi FD, FE dipinge in DE l'oggetto ingrandito, e a rovescio. Così a rovescio entrano i raggi nella lente C, detta *oculare*, perchè quivi si pone l'occhio. I raggi che escono dalla lente C dipingono al muro, o nell'occhio l'immagine AB dritta. Nei microscopj a due lenti l'oggettiva F è più acuta, e l'oculare C è più dolce. Si pongono le due lenti dentro foco, cioè che non si veda gli oggetti lontani, o che non siano le lenti distanti la somma dei loro fochi, ma meno; e devono essere tanto distanti che non si vedano ne anche gli oggetti vicini, ma guardando per esse il lume, di giorno si devono situare in quel punto ove comparisce il lume più vivo. Questa sorta di Microscopio composto è poco in uso perchè fa il campo troppo piccolo, e non ha tutti quegli usi ai quali si adopra il Microscopio composto.

167. Un'altra sorta di *Microscopio composto* è quello a tre Lenti. descriverò le regole di formarne uno dei più perfetti. La lente più acuta è l'oggettiva, e di questa se ne preparano cinque, o sei di varia acutezza per fare diverso ingrandimento, secondo che occorre. L'oculare è meno acuta di ciascuna delle oggettive. Tra queste due lenti si pone una lente più larga, e meno acuta anche dell'oculare, e formata di vetro puro di Francia, o d'Inghilterra. La media si combina fissa, o mobile coll'oculare nel punto di massima chiarezza, ma che non si veda per esse alcun oggetto, nè vicino, nè lontano. L'oculare, e la media sono nel cannello vicino all'occhio, e possono scostarsi insieme

dalla *oggettiva*. Quanto più si scostano, tanto più si accresce l'ingrandimento, e quanto più dolce è la lente media, tanto più ingrandisce il Microscopio, quanto è più acuta, tanto meno ingrandisce. Si fa la media di vetro per togliere ogni aberrazione dei raggi, che fa l'oggetto appannato e coi colori. Li seguenti Fochi delle lenti formano uno dei migliori Microscopj. Si faccia l'*Oculare* di linee 12 Parigine di foco: e sia larga lin. 13, e lontana dalla media 3 pollici, ma si possa se si vuole, scostare, o accostare di più, secondo l'urgenza. L'apertura all'occhio sia linee 6. Comunemente l'oculare, e la media sono fisse. La *Lente Media* che è di vetro sia di Foco Poll. 3. lin. 8. La sua larghezza lin. 18. e sia fissa, e lontana dalla oggettiva poll. 3. L'*Oggettiva* sia mutabile di 2, di 1, linea, di  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ , e anche pallina acutissima. La media, e oculare nei comuni microscopj non sono fisse, ma possono discostarsi, o accostarsi.

168. Per determinare l'ingrandimento di qualunque Microscopio a tre lenti, si ponga un'oggetto sotto il Microscopio a segno che si veda distinto. Indi si misuri la distanza dell'oggettiva dall'oggetto, che sarà diversa dal suo foco. Si misuri inoltre la distanza di tutte tre le lenti. Da questa si levi il foco dell'oculare. Si divida questo residuo per la distanza dell'oggettiva dall'oggetto; e si noti il quoto. Quindi si dividano 8 pollici §. 159. 160. pel foco dell'oculare; questo secondo quoto si moltiplichi pel quoto antecedente, il loro prodotto darà l'ingrandimento del Microscopio.

169. I *Microscopj composti* si possono fare ancora a quattro, fino a cinque lenti, non computando, che una sola oggettiva, sebbene varie ve ne siano. Lungo sarebbe il descriverli tutti: I Signori Beniamino Martin, Nearne, Ramsden, e Dollon ne fanno di varie sorta, ponendovi sempre fissa una lente Acromatica. Presentemente il corpo del Microscopio è formato in modo sul suo piede che l'oggetto sta fisso, e l'oggettiva colle altre lenti può camminare per tutto il campo del Microscopio. Ne ho veduto uno così fatto da Martin, che era comodissimo a muoversi; e faceva l'oggetto al sommo chiaro, e distinto, con un campo considerabile; ed era composto di 4 lenti, una delle quali di vetro, o Acromatica.

170. Gioverà qui descrivere il gran Microscopio Acromatico da me veduto nel 1773, e inventato li 18 Maggio 1771 all'Aia da L. F. delle Barre, che è stato approvato nell'anno 1777 dall'Accademia di Parigi. Con questo si ponno fare tutte le specie di Microscopj composti finora noti, e perciò vien detto universale. Il tubo del Microscopio è composto di 4 tubi d'ottone, che uno entra dentro l'altro. Il primo tubo verso l'occhio è composto di due altri tubetti fermati a vite, ciascuno lungo 14 linee. La lente, o le lenti oculari si pongono nel secondo tubetto, e quando sono acute si leva il primo tubetto, e si ferma a vite col secondo tubetto un'altro più curto, cioè lungo una linea, che

che ha all'occhio l'apertura più stretta, ed è fatto a guisa di coperschio, acciocchè l'occhio sia più vicino alla lente oculare. Alla metà del primo tubo, o al principio del secondo tubetto si invita ora un'oculare, ora 2, ora 3, essendo ciascuna lente, che può servire per oculare, chiusa in un buffolino d'ottone, lungo linee 5. che ha da una parte la vite maschia, dall'altra, la madre vite. Questo secondo tubetto, che è di lin. 14, dalla parte ove entra nel secondo tubo è spaccato in 8 parti alla lunghezza di lin. 10. acciocchè molleggi nel secondo. Il *secondo tubo* è lungo linee 22. Alla sua estremità si ferma a vite la Lente fatta di vetro, o Acromatica, che sta chiusa anche essa in un buffolino a due viti, e sempre si pone tra le oculari, e l'oggettiva. Il *Terzo tubo* dentro il quale va il secondo, è lungo pollici 4, ed ha, dove entra nel quarto, 8 spaccature ciascuna lunga un pollice, per poter molleggiare. Il *quarto tubo* è lungo pollici 2, lin. 5, e termina in un becco ove si colloca la lentina oggettiva. E' lungo il becco 7 linee, ed ha la vite da fuori per situarvi uno specchio d'argento, largo pollici 2 lin. 3. ed ha di foco poll. 1. linee 3. Si pone questo specchio quando si vuol osservare gli oggetti opachi per bene illuminarli. Oltre questo vi è il solito specchio piantato sul piede del Microscopio che serve per illuminare di sotto gli oggetti trasparenti. Ha questo di larghezza pollici 3; di Foco poll. 3 lin. 3. Oltre questo vi è ancora, per gli oggetti opachi, la lente illuminatrice, che è larga poll. 1 lin. 3, di foco poll. 2. Lungo farebbe il descrivere il piede su di cui è piantato il microscopio, ed è facile il formarlo da chi ne ha veduti altri.

171. Vi sono tre *Lenti oggettive*, che si fermano a vite successivamente nel becco. Sono tutte tre piano convesse. La più acuta ha di foco una linea; la seconda 3 linee, la terza 4 linee. La *prima* delle *Oculari*, e la *seconda* hanno ciascuna di foco pollici 2. La *terza* ha di foco pollici 2, lin. 7. si può mettere ciascuna di queste lenti sola per oculare, o pure due, cioè prima, e seconda, prima, e terza, seconda, e terza, o con ordine retrogrado terza, e seconda, terza, e prima &c. ponno ancora porsi tutte 3 le oculari, e queste ancora combinate tra loro diversamente, e con oggettive diverse, siano una per una, a due a due, o a tre. Quindi apparisce l'uso universale di questo microscopio. La lente acromatica, che sempre sta tra le oculari, e l'oggettiva ha di foco poll. 2, lin. 3. Ciascuna di queste 4 lenti non computando l'oggettiva è larga poll. 1 lin. 5.

172. Tra i Microscopj composti deve numerarsi il *Microscopio Catadiottrico, o riflettente*, cioè con un specchio concavo, e una lente, inventato da Newton. Si può fare in due modi. 1. Si colloca l'oggetto tra 'l centro, e il foco dello specchio concavo, i raggi dell'oggetto ingrandito, riflettendosi dallo specchio si uniranno, cioè formeranno l'immagine dell'oggetto di là dal centro. Poco lontano da questo si ponga una lente acuta, posto l'occhio in questa si vedrà l'immagine sempre più gran-

grande, 2. si collochino in linea due specchi acuti, bucati in mezzo uno concavo, l'altro convesso, cosicchè questo colla sua convessità guardi la concavità di quello, e sia posto tra 'l centro e il foco di quello. Tra questi due punti, ma fuori dello specchio convesso si collochi un piccolo oggetto, e poco distante dal buco del concavo di fuori si ponga una lente acuta. I raggi dall'oggetto caderanno nella cavità dello specchio, e riflettendosi per dipingere l'immagine ingrandita dell'oggetto, urteranno nello specchio convesso, che li diriggerà alla lentina, dalla quale si trasmetterà all'occhio l'immagine più ingrandita dalla lente.

173. Comodi sono i Microscopj composti pel gran campo che hanno, per mezzo del quale possono delinearli gli insetti per intero, per vederè la loro forma ingrandita; ma poi per descrivere le loro parti bisogna adoprare Microscopj semplici, che fanno sempre più distinto, chiaro, e naturale l'oggetto, e si può avere, massime colle palline un prodigioso ingrandimento, che se si tenta d'averè col microscopio composto, l'oggetto diventa oscurissimo.

### I TUBI OTTICI.

174. L'altra macchina Ottica di considerazione sono i *Telescopj* §. 153, o parlando generalmente i *Tubi Ottici*, dei quali si numerano sei specie §. 155. Il primo, e più antico, è il *Tubo*, detto *Galileano*, che è composto di una lente cava all'occhio, e di una convessa verso l'oggetto. Alcuni hanno preteso che gli antichi avessero i tubi, quantunque non si faccia menzione di questo da alcun' antico autore. Di questo sentimento è Mario Bettino nei suoi *Apiarij*, e Giambattista Porta nella sua *Diottrica*, e *Magia naturale* stampata nel 1589. Il primo che pare, che abbia avuto qualche idea del *Tubo Ottico* per vedere gli oggetti lontani è stato Rogero Bacono Francese Inglesè prima del 1292 in cui morì, come si può vedere nell'opera grande, che sta tra le opere sue stampate a Londra 1733, ove dice. Dopo aver parlato della visione fatta per raggi riflessi, venendo a quella per raggi rifratti dice. *De visione fracta majora sunt; nam de facili per canones supradictos; quod maxima possunt apparere minima, & e contra ( ecco il Microscopio ) & longe distantia videbuntur propinquissima, & e converso &c. ( ecco i Tubi ).* Ma più chiaramente descrive il tubo Galileano Giambattista della Porta nella sua *Magia naturale* Lib. 17. Cap. 10, stampata nel 1589 in cui viveva. Dice esso. *Concava lentes, quae longe sunt, clarissime cernere faciunt convexae propinqua &c. e poco dopo si utramque recte componere noveris & longinqua, & proxima, majora, & clara videbitis.* Fu facile a mio credere a Bacono, e a Porta il combinare insieme il cavo e il convesso; perchè prima di essi erano già stati inventati gli *Occhiali cavi* per li Miopi, e gli *Occhiali convessi* per li Presbiti. Si trovò in Firenze una  
lapi.

lapide fatta molto prima del 1292, come riferisce Manni negli *Opuscoli scientifici, e Filologici di Calogerà del 1738*, in cui espone il primo autor degli occhiali, e dice così. *Qui dice Salvino d'Armato degli Armati primo inventor degli Occhiali. Dio gli perdoni la peccata*. Questa lapide è prima del 1280. Pose quindi in esecuzione il modo di far gli occhiali Fra Alessandro Spina Dominicano prima del 1313. Quantunque Bacone, e Porta abbiano descritto la prima specie di tubo Ottico, prima del 1292 il primo, e Porta prima del 1589 non prima del 1590 troviamo disteso per l'Europa l'uso dei cannocchiali per mezzo d'un'artefice Olandese, chiamato Zaccaria Hans, o Zaccaria Joannides, che forse è stato il primo che abbia trovato il modo di lavorare le lenti in Middelburg. Nella stessa contrada successivamente si posero in Middelburg Giovanni Zaccaride figlio di Zaccaria, Giovanni Laprey, o Lippersein, e altri. Tra questi senza alcuna ragione si numera Mezio, e Drebellio, che nel 1620 andarono in questa contrada per verificare, comprando dei tubi da Giovanni Zaccaride, che suo padre Zaccaria era stato il primo inventore dei tubi. Si veda su di ciò Pietro Borelli Medico del Re di Francia nel suo libro *de vero Telescopii inventore* stampato all'Aia nel 1655. Essendosi per l'Europa sparsa la voce di questo novo strumento inventato da Zaccaria Joannide a Middelburg, giunte agli orecchi ancora di Galileo verso il 1609, come esso stesso asserisce nel suo *Nunzio sidereo* stampato nel 1610, in cui dice, che da mesi 10 in circa, gli era giunta a notizia questa scoperta, ed esso vi si applicò, e senza aver veduto l'istromento ne fece uno, con cui si distinguevano a meraviglia i corpi terrestri e celesti coll'aver combinato insieme un cavo, e un convesso di qualche piede di foco. Avendo il Galilei di molto perfezionato il tubo d'Olanda, ed avendo con esso fatte molte scoperte in Cielo, tra le quali i 4 satelliti di Giove, le Fasi di Venere, e adombrato l'anello di Saturno &c. e di più avendo ideato il tubo senza aver veduto quello d'Olanda, meritamente ha acquistato il nome di *Tubo Galileano*; quantunque accennato da Bacone, chiaramente esposto dal Porta, ed eseguito da Zaccaria Joannide.

175. Il *Tubo Galileano* è composto d'una lente piano cava, o cavo cava all'occhio, e d'una lente piano convessa, o convesso convessa verso l'oggetto. L'oculare è lavorata in patina di  $\frac{1}{2}$ , di uno, o due pollici di raggio, e la oggettiva ha di foco un mezzo, uno, o due palmi. Il Cannocchiale è composto di due tubi, che uno entrando dentro dell'altro possono allungarsi, o accorciarsi. Si ponga l'oculare cava all'estremità d'un tubo, e l'oggettiva a quella dell'altro. Si allunghi o accorci il tubo in modo che il foco reale dell'oggettivo cada nel foco virtuale del cavo, sarà il tubo posto a segno, e si vedrà l'oggetto lontano *dritto, chiaro, distinto, e ingrandito*, ma dentro un piccolo campo, che sarà tanto minore, quanto è più lungo il foco dell'oggettivo.

Imper-

Imperocchè i raggi degli oggetti lontani cadono sull'obiettivo paralleli, indi da questo sono fatti convergenti, e si unirebbero in un foco, ma prima di unirsi, trovando il cavo, su cui cadono convergenti, si piegheranno in fuori, e diverranno tra loro paralleli, ma divergenti in fuori, come accade al raggio CB nella Fig. 30. Tav. 14., che non si unisce in F, ma diverge in BO. Entrando nell'occhio prima di incrociarsi, e uniti, e tra loro paralleli dipingeranno nel fondo dell'occhio l'immagine a rovescio, che perciò comparirà *dritta* §. 92, III. e sarà *chiara*, perchè sono raccolti dall'obiettivo, e sarà *distinta* §. 92. L'immagine ancora sarà *ingrandita* per la loro divergenza, che fa un'angolo maggiore all'occhio di quello che ad occhio nudo. Ma il campo del cannocchiale sarà assai piccolo, perchè i fascetti dei raggi mandati da varj punti dell'oggetto sono tra di loro assai divergenti, sebbene i raggi dei quali sono composti siano tra di loro paralleli. Ma angusta è la pupilla dell'occhio riguardo allo spazio angolare compreso tra i fascetti divergenti; dunque poca porzione di raggi entrerà nell'occhio, e perciò piccolo sarà il campo in cui si vede l'oggetto, benchè quella parte che si vede si offervi chiara per l'unione di molti raggi fatta dall'obiettivo.

176. Per la gran picciolezza del campo è nato che presentemente questa prima specie di tubo si fa di curto foco, onde l'obiettivo non ha più che 4, 5, o al più 6 pollici di foco, e se ne fa uso solamente per li teatri, o per scoprire o spiare gli oggetti vicini. Quindi questa *seconda specie* di tubo vien detto *Tubo teatrale, Spioncino, e Occhialetta* §. 155. Il campo di questi è competente, massime se per obiettivo si adoprano due *Menischi posti a tamburo*, colle loro *convessità* che si guardano, e tra loro distanti due, o tre linee di Parigi. Si ponno ancora formare all'uso di Dollon *Acromatici*. Descriverò prima uno formato da Dollon *Acromatico*. Aveva questo all'occhio sotto il coperchio una rota nella di cui periferia v'erano incassate quattro oculari diverse, per far varj ingrandimenti, che col beneficio di una molletta si presentavano successivamente al buco dell'apertura oculare, e finalmente calcando la molta si presentava la lamina che chiudeva. Ciascuna oculare era cavo cava e dei seguenti fochi lin. 12. Lin. 9. lin. 6., lin. 4. L'obiettivo era composto di un cristallo, detto *Flintglass* cavo cavo, che si chiudeva in mezzo a due lenti convesso convesse di vetro d'Inghilterra, detto *Craunglass*. La lente media aveva di cavità da ciascuna parte pollici 4. La lente interiore di vetro, dove entrava nel cavo, e di fuori era di 6 poll. di convessità. La lente esteriore dove entrava nella cavità era poll. 5. di convessità, e di fuori verso l'oggetto di poll. 3. Colla oculare più acuta ho vedute le macchie nel Sole, e tutti gli altri oggetti li faceva con gran precisione, niente torbidi e senza Iride.

177. Sino dal 1763 ho tentato di adoprar per obiettivo due semi-lenti

lenti piano convesse, e successivamente nel 1765, e 1767. due Menischi, o concavo convessi posti a tamburo §. 176. e mi sono riusciti due *Spioncini* perfetti, e con un campo maggiore di tutti gli altri, uno dei quali serve per li Presbiti, e quelli che hanno buona vista, e l'altro per li Miopi. Prima di me aveva già tentato nel 1685. l'uso di due lenti piano convesse nel timpano Francesco Grindel ab Aach., come riferisce il Padre Giovanni Zhann Premostratese nel suo *oculo artificiali Teledioptrico* pag. 234. riferendo la lettera di Grindel a lui scritta; ma non andò avanti la scoperta per la difficoltà allora di lavorare le lenti. A me non era nota questa lettera quando cominciai a adoprare le semilenti nel timpano, o a tamburo.

178. Lo *Spioncino per li Presbiti* è il seguente. Ciascuna cavità dell'oculare è 2 pollici, ed essa è larga un pollice. Ciascuna convessità dei Menischi a tamburo è di 4 pollici, la concavità di 19 poll. Tutti due uniti a tamburo hanno di foco poll. 4, lin.  $1 \frac{1}{2}$ . Ciascun Menisco è largo un pollice, e 10 linee. Nè vi è diaframma all'oculare. Ciò non ostante fa chiaro, distinto, e senza Iride, ed ha un campo il triplo di quello di Dollon.

179. Lo *Spioncino singolare per li Miopi* è il seguente. L'oculare da una parte ha di cavità 3 pollici, dall'altra  $2 \frac{2}{3}$ . Ciascun Menisco ha di convessità pollici 5, di concavità 19. ed è largo un poll. e 10 linee, senza alcun diaframma all'oculare.

180. La terza specie di Tubo ottico è il *Tubo celeste, o Astronomico* detto anche Telescopio, il tubo Galileano essendo imperfetto pel piccolo campo che fa, acquistò pregio, per mezzo di Francesco Fontana prima del 1608. in Napoli, e di Giovanni Keplero in Germania prima del 1611. Vedi *Novae caelestium terrestriumque verum observationes Francisci Fontana* Neapoli 1646, e *Joannis Kepleri dioptrica* anno 1611. Sostituirono questi osservatori al cavo dell'occhio una lente convessa convessa, o due lenti vicine, e in questo modo formarono il *Telescopio*. Questo, incrociandosi i raggi che vengono dall'oggettivo prima di entrare nell'oculare, fa l'immagine a rovescio, ma in un gran campo si vede l'oggetto. Serve il Telescopio per li corpi celesti che essendo rotondi poco importa che si vedano a dritto, o a rovescio.

181. Più campo, chiarezza, e distinzione, e senza alcuna Iride acquisterà il *Telescopio*, ne storcerà l'oggetto se si adoprano tutti Menischi. Sia l'oggettivo un Menisco, che rivolga la sua cavità all'oggetto. L'oculare sia composta di due Menischi acuti, posti a tamburo vicini, colle loro cavità di fuori, si avranno tutti i vantaggi accennati quà sopra. Avendo comunicato nel 1766 questa invenzione all'Abbate Hell Astronomo di Vienna mi rispose nel 1766 compitamente così. *Della vostra scoperta faccio menzione a carte 63 della mia dissertazione sul Satellite di Venere, dove prometto che scriverò sopra l'uso singolare della vostra combinazione in Astronomia, e certamente armerò tutti i miei*

*Telescopj*, che hanno il *Micrometro* in vece dell'oculare comune delle vostre lenti combinate a tamburo. Perchè oltre che fanno un campo quasi doppio delle comuni hanno questo di singolare, che i fili laterali del *Micrometro*, che le lenti convesso convesse acute mostrano inarcati, colla vostra combinazione si vedono drittissimi, i quali due effetti nell'*Astronomia* sono di gran conseguenza. Si noti che allor che scrissi all'Abbate Hell non adoprava ancora Menischi, che fanno molto migliore effetto delle lenti piano convesse. Per determinare l'ingrandimento nei *Telescopj*, si offervi quante volte il foco dell'oculare entra in quello dell'oggettivo, il quoto indicherà l'ingrandimento. Il foco dell'oculare sia un pollice, dell'oggettivo sia 5 piedi, o pollici 60, starà il diametro dell'oggetto visto a occhio nudo, all'ingrandito come 1 : 60, e però il tubo ingrandirà 60 volte.

182. La quarta specie di tubi ottici è il *Tubo terrestre*, detto comunemente *Canocchiale*. Fu facile agli ottici dopo applicata la lente convessa all'oggettivo. aggiungergli due altre lenti combinate insieme a due a due nel punto in cui si vede l'oggetto distinto, di ridurre il tubo celeste al terrestre, con raddrizzare l'oggetto, con cui si rendono atti i tubi a vedere gli oggetti sopra la terra. Quindi togliendo le due lenti medie si riduce il canocchiale a *Telescopio*, e ponendole si muta il *Telescopio* in canocchiale. Le tre lenti del canocchiale si combinano comunemente alla distanza della somma dei loro fochi, a due a due; cosicchè guardando per esse a due, a due si veda l'oggetto chiaro, e distinto. Alcuni le combinano a due, a due *in punto confusionsis*, ma il canocchiale fa torbido. L'appannamento, e l'iride non si leva nei canocchiali comuni, se non si fa piccola l'apertura dell'oggettivo, e del diaframma oculare. Ma l'oggetto così non comparisce chiaro, e il campo è piccolo. Se in vece di ciascuna lente si pongano tre Menischi a tamburo, che fanno sei lenti, e si combinino a due a due, pigliando due Menischi a tamburo per una lente, e siano combinati nel punto di distinzione, e si pongano due oggettivi a tamburo, uno all'ultimo, e l'altro in fine dell'antepenultimo tubo; cosicchè possano scostarsi tra di loro, quando si tirano fuori i tubi; se inoltre si ponga nel foco interiore dell'ultimo Menisco a tamburo dalla parte interiore un diaframma stretto 3 linee, si avrà un canocchiale assai più chiaro, distinto, con poca iride e appannamento, qualunque sia l'apertura dell'oggettivo, o di due, o di tre pollici, ed avrà il tubo un campo considerabile; e scostando gli oggettivi farà più ingrandimento. Vedremo in appresso come si renda perfettissimo, con varie combinazioni di lenti §. 189.

Tav. 183. Per concepire come nei canocchiali l'oggetto è ingrandito, è  
 14. dritto, è chiaro, e distinto. Sia l'oggetto BA, sia DL l'oggettivo, o  
 Fig. Menisco a tamburo. Siano, a G, bc, de, tre lenti, o tre menischi a tam-  
 25. buro. Si pigliano quei raggi dell'oggetto che si incrociano coll'asse pri-  
 ma

ma di giungere all'obiettivo §. 82. Sia uno di questi,  $xCF$ , che incrocia l'asse,  $xCF$ , cadendo divergente dall'asse, uscirà parallelo ad esso in  $FC$ . Incontrando la lente,  $no$ , si unirà in  $H$ , e l'angolo  $nHG$  sotto cui si vede l'oggetto sarà maggiore di  $BCx$  sotto cui si vede lo stesso ad occhio nudo. Cadendo in,  $bic$ , uscirà parallelo in,  $bd$ , e cadendo in,  $mg$ , uscirà in,  $dI$ . L'angolo,  $dIg$ , sotto cui si vede l'oggetto, sarà maggiore di,  $nHG$ , e molto più di  $BCX$ . Onde l'oggetto comparirà *ingrandito*. La regola per determinar l'ingrandimento è la stessa che nei Telescopj. Per dimostrare che l'oggetto sarà *dritto, chiaro, e distinto*, sia l'oggetto lontano  $AB$ , che radia per raggi tra loro paralleli  $AE, FB$ , che così cadono nell'obiettivo  $HILG$ , dopo trasmessi si uniranno nel suo foco dipingendo per l'incrociamiento l'immagine,  $ba$ , rovescia. Ivi essendo ancora il foco della Lente  $MCN$  caderanno in essa divergenti, e perciò usciranno paralleli, all'asse,  $Cd$ , perchè vengono dalli fochi,  $ba$ . Dunque cadendo tali nella lente  $OdP$ , usciranno convergenti, unendosi nel foco di essa, e dipingendo l'immagine  $RS$  dritta. Cadendo sulla oculare  $TeQ$  i coni radiofi  $TRe, QSe$  divergenti usciranno paralleli, entrando così nella pupilla,  $hi$ , quivi rifratti dagli umori dell'occhio dipingeranno l'immagine,  $mnr$ , *chiara, distinta, e ingrandita*, che perciò essendo a rovescio del vero oggetto, si vedrà dritta §. 111. 112. Tirando,  $bFd, aHC$  farà  $Cd$ , l'ingrandimento, che si misura col dividere il foco dell'obiettivo per quello dell'oculare, quando sono tre lenti solo combinate nel punto di distinzione.

184. Per li Telescopj, e Cannocchiali comuni fatti con lenti convesse, se si vuole ingrandire l'oggetto 100, e 200 volte è necessario di fare gli obiettivi di 30, 40, e 50 piedi, allora se le oculari saranno Menischi, e gli obiettivi o due Menischi, o Acromatici si avrà un' estremo ingrandimento unito ad una sorprendente chiarezza, e distinzione. Ma in questo caso essendo il tubo assai lungo è soggetto a storcersi, e con somma difficoltà si muove. Per agevolar questo l'Ugenio dà questo metodo. Si pianta in terra l'asta  $GDA$  che abbia l'apertura  $AH$  per la quale scorra la riga  $CED$ , a cui è annessa l'orizzontale  $FEf$ . Questa ha annessa in  $M$  una palla chiusa tra due mezze sfere che si allargano, e serrano colla vite  $M$  acciocchè la palla giri libera e ferma dentro di esse. A questa palla sta annessa la riga d'ottone  $KML$ , che tiene il tubo dell'obiettivo  $IK$ . Il braccio d'ottone  $N$  ha la palla d'ottone  $N$  per far equilibrio col buffolino, e tubo  $IKM$ . Per mezzo della cordicella  $AHG$  si alza la riga  $DE$  in  $C$ , in  $g$  &c. o si abbassa, secondo che l'oggetto è alto o basso dall'orizzonte. In  $H$  vi è il contrapelo dell'obiettivo, perchè stia fermo, ove si alza. All'estremità  $L$  vi è un cordoncino  $LU$  che passa pel foro  $U$ , e s'avvolge alla vite  $TQ$  e può allungarsi, tirandola a 30, e 40 palmi. In  $PO$  sta la lente oculare che si tiene dalla mano  $R$  appoggiata in  $R$  da una scaletta, perchè stia ferma.

185. Dal fino ad ora esposto intorno i Cannocchiali, e loro Combi-

nazione a tre lenti, si vede la necessità di esaminare in qualunque altra specie di combinazioni a, 4; a, 5; a, 6 lenti il camino che per esse fanno i raggi. Questa necessità cresce se nella costruzione dei canocchiali si considera l'*Aberrazione*, che fa ciascuna lente. Perciò prima di descrivere le diverse combinazioni delle oculari nel canocchiale daremo un'idea di questa aberrazione della luce. Questa materia l'ha esposta generalmente secondo l'uso dei Matematici il Signore d'Alembert nella sua opera delle *Ricerche su differenti punti importanti &c.* stampata a Parigi nel 1756 in 4 tomi in quarto. Ma esso considera generalmente, dato qualunque numero di lenti convesse, o concave, compresi l'obiettivo, che essendo tutte dello stesso cristallo, la rifrazione segue sempre la stessa legge di 3: 2. §. 144, perciò l'aberrazione segue sempre la stessa legge come fosse una sola lente, la quale sempre fa aberrazione. Quindi ne ricava che non si può togliere l'aberrazione dei tubi ottici che adoperando due mezzi di refrangibilità diversa che sono il vetro, e il cristallo, detti perciò *Tubi Acromatici*, dei quali parleremo a suo luogo. Meglio ha esposto la materia che riguarda le combinazioni il Signor Ludlam in una dissertazione inserita nel volume 16 del 1776 degli opuscoli di Milano. Per determinare quale debba essere la combinazione, secondo il numero, e la convessità delle lenti esamina il camino che per esse deve fare la luce secondo la diversa loro disposizione, e quindi spiega come possa evitarsi l'aberrazione. Molte cose utili in pratica insegna, come vedremo in appresso.

186. *Aberrazione del lume* è un deviamiento di esso dalla strada che dovrebbe tenere secondo che finora abbiamo esposto nella *Catottrica*, e *Diottrica*. Abbiamo per esempio dimostrato che i raggi di luce cadendo paralleli tra loro su d'una lente uscendo da essa si uniscono in un solo punto coll'asse, che chiamasi il foco. Già però è vero solamente di quei raggi che cadono vicinissimi all'asse. Gli altri che cadono più lontani, e quelli che cadono all'estremità in giro delle lenti, cioè nei loro orli, o si uniscono in varj punti a lungo dell'asse, o in varj punti intorno l'immagine principale formata dagli altri raggi. Già dimostrasi evidentemente colla sperienza. Questo deviamiento che si osserva nei raggi diverso dal foco principale determinato colla teoria è ciò che si chiama *Aberrazione*. L'*Aberrazione* è di due sorta, cioè *Aberrazione di rifrazione*, e *Aberrazione di sfericità*. La luce, secondo che ha dimostrato il Newton è un fluido eterogeneo composto di 7 specie diverse di particelle, che fanno nell'occhio un'impressione di colore diverso, come vedremo in appresso. Ciascun raggio di queste 7 specie diverse ha la propria riflessione, e rifrazione. Facendo passare un raggio di luce per un prisma equilatero di cristallo si apre in 7 colori, rosso di sopra, di cedro, giallo, verde, celeste, purpureo, e violetto, tra questi il rosso è il meno refrangibile, e il violetto è refrangibile più di tutti, e il verde ha una refrangibilità media. Raccolti si 7 raggi coloriti  
con

con una lente fanno il bianco nel foco. Ora quando i raggi passano per una lente e vanno a unirsi nel foco per formare l'immagine dell'oggetto il violetto che è più refrangibile di tutti si piega più presto di tutti e si unisce in un foco nell'asse; appresso viene il purpureo indi il celeste, il verde &c. e ultimo di tutti è il rosso. Dunque nell'asse vi sarà una serie di 7 fochi, e perciò di 7 immagini colorite una appresso dell'altra. Queste, prolungandosi i raggi di luce, e tagliando l'asse, e divenendo i raggi divergenti circondaeranno la vera immagine e la dipingeranno intorno coi colori dell'Iride. La larghezza di queste immagini da ciascuna parte dell'obiettivo nei Canocchiali è  $\frac{1}{5}$  della lunghezza del foco dell'obiettivo, o della sua apertura. Nelle Lenti oculari è  $\frac{1}{8}$  della distanza del loro foco. Quindi l'immagine principale dell'oggetto sarà nebbiosa e confusa. Questo è quello che si chiama *Aberrazione di refrangibilità*, che si minora con far l'apertura dell'obiettivo stretta, o facendo l'obiettivo Acromatico, o coi Menischi, come vedremo. Nelle Lenti oculari non è molto sensibile pel loro corto foco.

187. La seconda specie è l'*Aberrazione di Sfericità*. Nasce questa dalla figura sferica che hanno le lenti, per cui i fascetti dei raggi che da ciascun punto dell'oggetto cadono nel mezzo si uniscono in un punto che è il foco; gli altri, che cadono verso l'orlo della lente, essendo assai obliqui si uniscono in tanti fochi, intorno al foco principale, e dipingono varie languide immagini intorno ad essa, che rende nebbiosa, confusa e sfigurata l'immagine principale. Quindi si rimedia con dar poca apertura all'obiettivo, la quale però rende oscuro l'oggetto. Si evita, ancora in parte col porre nel foco dell'oculare un cerchio d'apertura stretta tinta di nero, che si chiama *Diaframma*.

188. Quantunque alcuni Ottici abbiano creduto che l'aberrazione di Sfericità non fosse di gran considerazione perchè è  $\frac{1}{8}$  del foco della lente §. 186., e le lenti hanno sempre un corto foco; ciò non ostante l'esperienza ha dimostrato sempre che dovesse considerarsi ugualmente che l'aberrazione di rifrazione. Un' esempio esser ne possono i canocchiali perfettissimi fatti da Dollon, e da Ramsden in Londra. In questi oltre di aver corretto, come vedremo in appresso, con porre per obiettivo un cavo cavo di cristallo posto in mezzo a due obiettivi convesso convessi di vetro fino, l'aberrazione di rifrazione, hanno dovuto porvi 4 lenti oculari combinate dentro foco, e dolci, o di foco lungo, per correggere l'aberrazione di sfericità, e così hanno formato, e fanno amendue questi artefici i più perfetti canocchiali che possano desiderarsi. Fu ciò da me notato nel tomo ottavo degli elementi di Fisica che uscì nel 1769, ed ultimamente Ludlam §. 185. ha dimostrato, che nei canocchiali deve considerarsi ancora il camino dei raggi di luce.

189. Per rendere più perfetti i canocchiali comuni già descritti §.

182. è necessario esporre il cammino che fanno i raggi nei canocchiali , secondo le osservazioni da me fatte per più anni , e secondo quelle ultimamente fatte da Ludlam. Se si vuole che col canocchiale si veda distinto tutto l'oggetto , tanto le parti di mezzo , quanto l'estreme , e che si veda dritto è necessario notare le cose seguenti. 1. Acciocchè il canocchiale possa fare l'oggetto distinto devono collocarsi le lenti tra di loro in modo che i raggi di luce escano in ciascun fascetto tra di loro paralleli dalla prima oculare ; perchè così entrando nell'occhio dipingeranno l'immagine con distinzione. 2. I raggi che passano per le lenti , se arrivano a unirsi prima che incontrino la lente vicina , questo punto ove si uniscono si chiama *Foco Reale* , perchè quivi si forma l'immagine dell'oggetto , che si vedrebbe , ponendo ivi una carta bianca. Se i raggi non si uniscono prima d'incontrare la lente , ma dopo di essa , quel punto ove prolungati si unirebbero si chiama *foco immaginario* , perchè in esso ponendo una carta , non si vedrebbe alcuna immagine. Ora per sapere quando l'oggetto si vedrà dritto col canocchiale si contino le immagini reali , se sono pari , l'oggetto si vedrà *dritto* , se dispari a *rovescio*. Nel Telescopio in cui vi è una sola immagine reale , e perciò dispari , l'oggetto è rovescio , nel canocchiale Galileano in cui l'oculare è cava , e perciò non forma immagine , l'oggetto è dritto. 3. L'aberrazione , qualunque siasi , abbiamo veduto che dipende principalmente dai fascetti di raggi laterali all'asse , che cadono obliqui sulle lenti. Per diminuirla di molto bisogna stringere l'apertura delle lenti oculari più che si può , e fare le lenti di foco più lungo che si può ; perchè i fascetti laterali cadano meno obliqui che si può sulla lente. Si eccettua l'oculare , che quando è piano *convessa* , può essere molto acuta. Di più quanto maggiore è il numero delle oculari , tanto minore è l'aberrazione , perchè si possono adoprare lenti più dolci senza pregiudicare l'ingrandimento. Ma ciò deve avere il suo limite ; perchè un troppo numero di rifrazioni farebbe languida l'immagine. 4. Quindi si vede il singolare uso dei Menischi in vece di lenti convesse. Quando i Menischi hanno la cavità voltata all'oggetto i fascetti laterali cadono meno obliqui sulla cavità , e in generale , qualunque faccia mostri ai raggi il Menisco sempre fa divergere i raggi che entrano , o escano dalla loro cavità , ed essendo l'orlo del menisco come un prisma in giro , scioglie il raggio nei suoi colori , che poi uniti dalla convessità del Menisco danno nel foco il color bianco , §. 186 , e perciò liberano dall'Iride il canocchiale. Fa il menisco quello che farebbe un prisma posto a una data distanza dall'oggettivo. Questo raccoglierebbe i raggi in un punto senza colori.

190. Per dare una più chiara idea del cammino che fanno i raggi nelle oculari esporrò la combinazione di 5 lenti che riferisce Ludlam , e due combinazioni di 4 lenti l'una , ricavate da due perfettissimi canocchiali di Dollon , e una combinazione a tre lenti fatta da me coi Menischi ,

nischi a tamburo; che faceva con gran distinzione, e chiarezza.

191. Nella combinazione di Ludlam entrano i raggi degli oggetti lontani tra di loro paralleli, nell'obiettivo, e da esso escono convergenti, e cadono prima di unirsi, come un fascetto nell'orlo superiore dell'ultima oculare, e da questa, escono più convergenti, e si uniscono in un punto, ove formano la prima immagine reale, ivi incrociandosi cadono divergenti nell'altra lente che viene dopo, andando verso l'occhio, onde escono paralleli, e così cadendo nell'altra lente verso l'occhio, escono convergenti. Prima d'unirsi nel foco, trovano la quarta lente che li rende più convergenti, e si uniscono in un foco, ove dipingono la seconda immagine reale. Indi cadono divergenti sulla convessità della quinta lente, o sia oculare, che è piano convessa, col piano all'occhio, dal quale escono paralleli; e perciò §. 189. fanno l'oggetto dritto, e distinto. L'oculare è piccola, la terza, e quarta dopo l'oculare sono un poco più grandi; la seconda e quinta sono più grandi di tutte.

192. Nella mia combinazione coi Menischi a tamburo ogni obiettivo di cristallo ha di foco piedi Parigini 5, pollici 11. Tutti due vicini hanno di Foco piedi 3. La combinazione è lunga 7 pollici.

	Piedi.	Poll.	Lin.
Il primo Menisco oculare solo ha di foco _____	0.	2.	0.
Tutti due insieme a tamburo hanno di foco _____	1.		
Il secondo Menisco oculare solo ha di foco _____	3.	6.	
Tutti due insieme a tamburo hanno di foco _____	1.	9.	
Il terzo Menisco oculare ha di foco se è solo _____	3.	6.	
Unito coll'altro ha di foco _____	1.	9.	
I primi due tamburi verso l'occhio son combinati dentro foco, e la distanza tra di loro pigliandola in ciascheduno dal loro mezzo è _____	2.	4.	
I secondi due tamburi sono combinati fuori foco, e la distanza loro è _____	4.		
La prima oculare a tamburo è larga _____	0.	10.	
La seconda è larga _____		6.	
La terza è larga _____	1.		
Il diaframa della prima oculare è largo _____		7.	

193. Il primo canocchiale di Dollon ha un'obiettivo composto di tre. Quello di mezzo è cavo cavo di cristallo bianco, e i due che lo tengono in mezzo sono convesso convessi di vetro celeste. Il foco di tutti tre uniti è di piedi 2, pollici 5. I semidiametri delle patine in cui sono lavorati cominciando dall'esteriore obiettivo la sua prima convessità è linee 315, la seconda che entra nel cavo è lin. 450., il cavo è lin. 235, il secondo cavo è lin. 315, il primo convesso del terzo obiettivo è lin. 320, e altrettanto è il secondo convesso. La larghezza di tutti tre gli oggettivi è due pollici. Il tubo della combina-

binazione è lungo 8 pollici. La somma di tutte 4 le convessità, divisa per 4 dà il foco dell'obiettivo.

	Piedi.	Poll.	Lin.
La lente prima oculare è piano convessa col piano all'occhio. Ha di foco _____	0.	1.	1.
_____ è larga _____			9.
_____ è lontana dalla seconda _____	0.	2.	0.
La lente seconda è piano convessa col piano all'occhio, e ha di foco. _____	0.	1.	9.
_____ è larga _____	0.	0.	10.
_____ è lontana dalla terza _____	0.	3.	6.
La lente terza è convesso convessa, e ha di foco _____	0.	1.	5.
_____ è larga _____	0.	0.	8.
_____ è lontana dalla quarta _____	0.	2.	0.
La lente quarta è convesso convessa, e ha di foco _____	0.	1.	5.
_____ è larga _____	0.	0.	7.
Il cristallo delle lenti è celeste.			
Il diaframma dell'oculare è largo _____	0.	0.	7.
Il buco ove si pone l'occhio è largo _____	0.	0.	4.

194. Il secondo Canocchiale visto da me di Dollon, oltre molti altri che tralascio, avea un'obiettivo acromatico, e tutti tre gli obiettivi insieme avevano di foco piedi 3, pollici 7. I semidiametri delle patine ove erano lavorati, cominciando dalla convessità dell'obiettivo esteriore, erano come i seguenti numeri, già descritti nel canocchiale antecedente 315, 450, 235, 315, 320, 320. La larghezza dei 3 obiettivi è poll. 3. lin. 2. Il tubo della combinazione è lungo pollici 8. lin. 8. Per misurare così in questa, come nell'antecedente combinazione il foco delle lenti piano convesse, ho voltato il convesso verso l'oggetto, la di cui imagine si dipingeva sopra una carta bianca.

	Piedi.	Poll.	Lin.
La prima lente oculare è piano convessa, col piano all'occhio, e ha di foco _____	0.	1.	0.
_____ è larga _____	0.	0.	7.
_____ è lontana dalla seconda _____	0.	2.	0.
La seconda lente è piano convessa, col piano all'occhio. Ha di foco _____	0.	1.	9.
_____ è larga _____	0.	0.	10.
_____ è lontana dalla terza _____	0.	3.	8.
La terza lente è convesso convessa. Ha di foco _____	0.	1.	6.
_____ è larga _____	0.	0.	8.
_____ è lontana dalla quarta _____	0.	2.	1.
La quarta lente è convesso convessa. Ha di foco _____	0.	1.	4.
_____ è larga _____	0.	0.	6.

Il cri-

I TUBI OTTICI, E I COLORI. 121

Il cristallo delle lenti è celeste. Piedi. Poll. Lin.  
 Il diaframma dell'oculare è largo \_\_\_\_\_ o. o. 7.  
 Il buco ove si pone l'occhio è largo \_\_\_\_\_ o. o. 4.

195. A queste due combinazioni perfettissime di Dollon aggiungeremo per l'uno, e l'altro canocchiale la combinazione a due lenti per vedere il Sole di giorno, e i pianeti di notte.

Canocchiale primo di Dollon.

Prima combinazione.

Poll. Lin.

La lente oculare è piano convessa, col piano all'occhio, e  
 ha di foco \_\_\_\_\_ o. 4.  
 \_\_\_\_\_ è larga di fuori l'apertura \_\_\_\_\_ o. 1.  
 \_\_\_\_\_ è larga l'apertura di dentro \_\_\_\_\_ o. 3.  
 La lente seconda è piano convessa, col piano all'occhio, ha  
 di foco \_\_\_\_\_ 1. 0.  
 \_\_\_\_\_ è larga l'apertura da ambe le parti \_\_\_\_\_ o. 8.  
 \_\_\_\_\_ è lontana dall'oculare \_\_\_\_\_ 1. 4.  
 Guardando per esse non si vede nè l'oggetto lontano, nè il vicino.

Seconda combinazione.

La lente oculare è piano convessa, col piano all'occhio, ha  
 di foco \_\_\_\_\_ o. 1.  
 \_\_\_\_\_ sua apertura di fuori è \_\_\_\_\_ o. 1.  
 \_\_\_\_\_ sua apertura di dentro è \_\_\_\_\_ o. 2.  
 \_\_\_\_\_ Apertura del Diaframma è \_\_\_\_\_ o. 2.  
 La lente seconda è piano convessa, col piano all'occhio. Ha  
 di foco \_\_\_\_\_ o. 6.  
 \_\_\_\_\_ l'apertura è \_\_\_\_\_ o. 5.  
 \_\_\_\_\_ è lontana dall'oculare \_\_\_\_\_ o. 7.

Canocchiale secondo di Dollon.

Prima combinazione.

Poll. Lin.

196. La lente oculare è piano convessa, col piano all'occhio. Ha di foco \_\_\_\_\_ o. 3.  
 \_\_\_\_\_ sua apertura è \_\_\_\_\_ o. 3.  
 \_\_\_\_\_ il Diaframma è \_\_\_\_\_ o. 4.  
 La lente seconda è piano convessa, col piano all'occhio. Ha  
 di foco \_\_\_\_\_ o. 10.  
 \_\_\_\_\_ sua apertura è \_\_\_\_\_ o. 7.  
 \_\_\_\_\_ è lontana dall'oculare \_\_\_\_\_ o. 10.

Seconda combinazione.

La lente oculare è piano convessa, col piano all'occhio. Ha  
 di foco \_\_\_\_\_ o. 2.  
 \_\_\_\_\_ sua apertura è \_\_\_\_\_ o. 2.  
 \_\_\_\_\_ il Diaframma è \_\_\_\_\_ o. 3.

La lente seconda è piano convessa, col piano all'occhio. Ha

di foco	-----	o.	4.
----- Sua apertura è	-----	o.	6.
----- E' lontana dall'oculare	-----	o.	5.

197. Dalla descrizione delle tre specie di combinazioni a tamburo con tre lenti §. 192, a 4 lenti §. 193. 194, e a 5 lenti §. 190. 191 non solo si forma idea del modo di fare combinazioni esatte per qualunque lunghezza d'obiettivo, ma si scorge inoltre la necessità di osservare il camino, che fanno le lenti nel canocchiale per evitare le due specie di aberrazione. Si ricava inoltre, che col semplice obiettivo Acromatico, ancorachè si facesse di cristallo, e di due specie di vetro, non si eviterebbe interamente l'aberrazione, specialmente di sfericità, che producono le lenti oculari, la quale è di uguale considerazione di quella di rifrazione; che che ne dicano molti Ottici in contrario. Le diligenze usate nelle combinazioni di Dollon, e in quelle dei canocchiali di Ramsden, che sono il doppio, e il triplo minori di quelli di Dollon, e fanno maggior effetto dimostrano che per fare ottimi canocchiali è necessario saper ben combinare le lenti per evitare l'aberrazione di sfericità.

198. La quinta Specie di tubi Ottici è il *Tubo Catadiottrico*, o *Gregoriano*, o *Newtoniano*. Viene così detto perchè formato di raggi riflessi e rifratti, cioè di specchi, e di lenti. Sino dal 1616 cominciarono gli Ottici, vedendo l'imperfezione dei tubi di cristallo, a pensare di applicar ai canocchiali gli specchi di metallo, che riflettono più regolarmente i raggi di luce, di quello che li trasmettono i cristalli. Fu questi il P. Zucchi Gesuita di Parma che ne fece il primo tentativo, e vide qualche cosa, benchè imperfettamente per l'ignoranza a quei tempi di fare gli specchi. Ciò descrive nella sua *Ottica Filosofica* stampata a Lione nel 1652, parte 1 Capo 14, Sez. 5, pag. 126. Quello che aveva tentato il P. Zucchi, pose meglio in esecuzione Giacomo Gregory nella sua *Optica promota* stampata in Inghilterra nel 1663. Successivamente il Newton fece alcune mutazioni al tubo Catadiottrico di Gregory, nel 1666, e nel 1672 lo pose, benchè imperfettamente in esecuzione, nè si rese perfetto che nel 1719 per opera di Giovanni Hadley che istruì gli artefici a lavorare i specchi di metallo. Altre mutazioni fece al tubo di Gregory, Cassegrain, nel 1672, che Newton esamina nelle *Trasazioni*.

199. Il *Tubo Gregoriano* così si forma. Si faccia il tubo d'ottone c m n k, aperto in c k, e con piccola apertura di poche linee in, f h. Si pone in, m f h n, uno specchio concavo di qualche piede bucato in mezzo. In, f h, si ferma a vite la combinazione, f g h, d'una, o due lenti piano, o concavo convesse; secondo che deve servire di notte, o di

Tav.  
15.  
Fig.  
41.

di giorno. In, d, vi è un anello con vite a cui è annesso il braccio, d e, collo specchietto concavo, e, poco più grande di, f h. L'asta, a b x y c, passa per l'anello, b, e non può andare col filo, t b, nè avanti, nè indietro, ma bensì può girare dentro l'anello, b. Questa asta passa a vite nell'anello, d, e siccome in, y x, vi è un'apertura al tubo, voltando colla rotella, a, l'asta, a b c, lo specchietto, e, si accosta, o discosta dal grande, m n. La visione si fa così. Cadono i raggi paralleli nello specchio cavo, m n, e si riflettono convergenti verso lo specchietto, e, ma il loro foco, o unione deve farsi tra il foco, o il semidiametro dello specchietto, e, acciocchè dopo essersi incrociati cadano in esso divergenti, onde si rifletteranno paralleli verso le lenti, che sono nel tubo f g h. Il buco, g, dove si pone l'occhio deve essere appena una linea, altrimenti il canocchiale degenera in confusione. Le Misure per farne di grandezze diverse, secondo la costruzione di molti fatti da Shoort in Londra sono le seguenti.

Foco del gran specchio.		Foco del piccolo specchio.		Larghezza del grande.		Larghezza del piccolo.		Aumento del diametro dell'oggetto.
Poll.	Linee.	Poll.	Lin.	Poll.	Lin.	Poll.	Lin.	Aumento.
5.	6.	1.	1.	1.	6.	0.	4.	39. $\frac{1}{2}$
9.	6.	1.	5.	2.	3.	0.	6.	60.
15.	6.	2.	2.	2.	4.	0.	6.	86. $\frac{1}{2}$
36.		3.	5. $\frac{1}{2}$	6.	3. $\frac{1}{2}$	0.	7. $\frac{1}{2}$	165.
60.		5.		9.	2.	0.	8. $\frac{1}{2}$	243.

200. La stessa è la costruzione di quello di Chassegrain, con questo solamente che lo specchietto, e, non è concavo, ma convesso. Quantunque levino questa specie di tubi l'aberrazione di rifrazione, ed essendo curti ingrandiscano prodigiosamente gli oggetti; ciò non ostante sono soggetti a molti incomodi. 1. Il buco dell'occhio è così stretto che fatica l'occhio, e si stenta a trovare l'oggetto. 2. essendo piccolo il campo, l'oggetto facilmente si perde. 3. non fanno così naturali come quei che sono diottrici. 4. il loro ingrandimento è accompagnato sempre da una oscurità. 5. l'Aberrazione di sfericità non si leva. 6. sono difficili a situarsi, e un poco che si sbaglia nelle misure non fanno niente. 7. I specchi essendo di metallo sono soggetti ad esser corrosi dai sali dell'aria, e perciò ad appannarsi senza alcun rimedio.

201. A meno inconvenienti è soggetto il tubo catadiottrico di Newton, sebbene per la difficoltà di formare, e pulire gli specchi di metallo fu dimenticato per quasi 50 anni, sino a che l'Alley lo rimise in campo. Si fa il tubo esagono A G di legno Americano, detto Moogo-  
ni, che è duro, consistente, e non si torce, benchè sia sottile. In

Tav. 15. Fig. 38.

C si apre per porvi in G uno specchio grande senza buco, e cavo. Per non lordarlo si piglia col manico B. In D vi è una tavoletta che va avanti e indietro, e ad essa si ferma la piastra, *df*, d'ottone, ove in *d*, si ferma a vite il tubo della combinazione, che corrisponde ad uno specchio piano interiore che sta attaccato alla piastra, *df*, e va avanti e indietro con essa, e colla combinazione, secondo che l'oggetto è più lontano, o vicino. La piastra, *df*, camina colla tavoletta D. Il tubo si appoggia in E sopra l'ala O, e la sua opposta. In HK vi è un cannello che si volge intorno a se stesso, e tira la fune FGK per abbassare, o alzare la bocca A del tubo. La cassetta LHKO serve per muovere il tubo orizzontalmente girando intorno l'asse N. Siccome l'oggetto si guarda in *d*, e perciò di fianco, vi è il piccolo tubo di un palmo Z che si dirige all'oggetto, che quando è nel campo del tubo Z, è ancora nel campo del tubo AG, onde dall'occhio in *d*, si può vedere.

Tav. 202. Per concepire il camino dei raggi. Sia AHBCD il tubo, EBCF lo specchio grande intero. Cadano i raggi La, Gb tra di loro paralleli da un'oggetto lontano; si rifletteranno verso lo specchio piano bislungo MN convergenti in *d*, *c*, di qua si rifletteranno, incrociandosi prima in N, nella Lente, *eg*, da dove uscendo paralleli, ricevuti così incrociati l'immagine comparirà a rovescio, cioè sarà dipinta dritta nella retina, col beneficio di due altre lenti combinate insieme comparirà dritto, cioè si dipingerà a rovescio nella Retina; e si dirà canocchiale. L'ingrandimento dell'oggetto si ha dividendo il semidiametro dello specchio grande per l'oculare.

203. Questo canocchiale è meno soggetto ad aberrazione del Gregoriano, ha un poco più di campo, ed è comodo, perchè gli oggetti terrestri si vedono sedendo, e li celesti stando in piedi, ancorchè siano nel vertice nostro, laddove negli altri canocchiali gli oggetti del Zenith sono a vedersi incommodissimi.

204. La sesta, e ultima Specie di Tubi Ottici è il Tubo acromatico che è composto di tre oggettivi soprapposti, essendo di cristallo bianco, e cavo cavo quello di mezzo, e convessi convessi, e di vetro celeste gli altri due. Con questa invenzione si toglie l'iride nei canocchiali, o l'aberrazione di refrangibilità; ma quella di sfericità non si toglie se nonchè adoprando le regole date e le combinazioni particolari esposte dal §. 188. sino al §. 198. Eulero è stato il primo, vedendo gli incomodi del tubo catadiottrico, che cominciò a pensare di correggere nei tubi diottrici l'aberrazione di rifrangibilità, e fu animato a tentar questo dall'osservare che nel fondo dell'occhio si dipinge l'immagine degli oggetti esterni con somma chiarezza e distinzione, e senza Iride, perchè i raggi di luce passano per tre mezzi aqueo, vitreo, e cristallino che sono di diversa rifrangibilità, onde correggono la diversa rifrangibilità dei raggi di luce. Si veda su di ciò la sua dotta dissertazione nelle Memorie dell'Accademia di Berlino del 1747. Applicando il calcolo,

lo, posti 3, o 4 Mezzi di diversa rifrangibilità, trova che si può correggere la diversa rifrangibilità ai raggi naturale. Dollon nelle *Trasfazioni Inglese* del 1753 fu di contrario sentimento, dicendo che nell'ipotesi di Eulero non si formerebbe alcuna immagine, essendo i raggi emergenti paralleli all'incidenti. Si confermò Dollon nella sua opinione da ciò che dice Newton nella ottava esperienza della *Proposizione 3. Lib. 1. Parte 2* della sua *Ottica*, di varj tentativi fatti coll'acqua, e il cristallo, e tutti in vano. Klingestierna Professore in Upsal in una memoria mandata a Dollon nel 1755 difende Eulero, e asserisce che con diversi mezzi refringenti si può realmente distruggere la diversa rifrangibilità. Ciò persuase Dollon di quello che aveva scritto Eulero, e dopo varj tentativi fece tre prismi cogli angoli acuti che potevano separarsi e unirsi. Quello di mezzo era di cristallo, e gli altri due di vetro. Guardando per ciascheduno di vetro, o pel solo di cristallo, e per questo, ed uno di vetro sempre si vedevano i colori; guardando per tutti 3, quantunque si rifrangessero i raggi in tutti i casi, non si vedeva alcun colore, e l'oggetto compariva chiaro, e distinto. Questa osservazione la comunicò al Signor Farner collega di Klingestierna nel 1759. Fu dunque fuori d'ogni dubbio quello che avanzò Eulero nella sua dissertazione. Da questo anno si applicò Dollon a trovare la concavità, e convessità conveniente agli oggettivi perchè facessero lo stesso effetto dei tre Prismi. Lo stesso fecero ancora più Matematici. Si possono su di ciò vedere Clairaut nelle memorie di Parigi del 1756, 1757, 1762. Eulero nelle Memorie di Berlino Tomo 22, e in quelle di Parigi 1765. Alembert negli opuscoli Tomo 3 del 1764, e nel Tomo 4 di detti. L'Abbate Boscovich nelle cinque dissertazioni *de Lumine* stampate a Vienna nel 1767. L'Abbate Pelenaz nella nuova edizione dell'*Ottica* di Smith fatta a Avignone nell'1767, e altri. Si possono ancora consultare principalmente per li Microscopj semplici, e pel modo di fare, e adoprare le palline di un massimo ingrandimento le nuove *osservazioni Microscopiche* da me stampate nella fine del 1776, ove descrivo ogni sorta di Microscopj semplici e composti. Alcuni hanno dubitato dell'uso delle palline, e del modo di farle; ma l'esperienza ha smentito questo dubbio; perchè alcuni che si sono posti a farle col metodo da me comunicatogli, che già da molto tempo ho reso pubblico, vi sono perfettamente riusciti. Tra questi numero il Signor Boisgelin custode del Palazzo del Re a Verlaglie, e due Signori Inglese Scott, e Nuck che ne hanno fatto d'ingrandimento sorprendente senza perdere di chiarezza, e terminazione. Il Signor Scott che 7 anni fa era in Napoli, e veniva spesso da me per impararle a fare, in questo anno 1778 me ne ha portate di perfettissime, fatte e chiuse da lui nei cappucci.

## I COLORI DEI CORPI.

205. **S**piegati i Microscopj, e i Tubi Ottici passiamo ora a discorrere de' *Colori naturali dei corpi, e degli apparenti*, così detti comunemente. Le antiche Scuole supposero, che i colori fossero qualità reali, o semisostanze aderenti ai corpi, e perciò in essi permanenti. Ma dopo che il Cartesio introdusse il metodo meccanico di ragionare, esclusi gli accidenti Peripatetici, si spiegano i colori per mezzo della diversa disposizione, che hanno le superficie dei corpi, dalla quale nasce, che non tutti riflettendo i raggi nella stessa maniera, non possono nella retina produrre la stessa impressione; e perciò debbono i corpi comparire di colori differenti. Che per formare i colori, si ricerchi una determinata struttura delle parti superficiali dei corpi, non ha bisogno d'essere dimostrato; perchè tutte le osservazioni più comuni lo pongono fuori d'ogni dubbio. Ciò posto i moderni stabilirono, che il color bianco consistesse in una riflessione totale dei raggi, che cadono sopra i corpi; e il color nero nella disposizione, che hanno questi di assorbirli interamente; il celebre Mariotte nel suo *Essay de la Nature des couleurs* porta moltissime osservazioni, colle quali rende molto probabile questa opinione. Gli altri colori di mezzo tra questi due nascono dalla diversa mistura de' medesimi, o pure dall'unione della luce coll'ombra. Ha avuto per più anni molto applauso questo sistema, sino che comparve una nuova teoria intorno ai colori dei corpi, che nel 1676. espone il Newton nelle *Trasazioni Inglese*. Dimostra questi con replicate osservazioni, che ogni raggio di luce creduto prima omogeneo, e composto di sette specie di particelle differenti, la figura delle quali sebbene non possa esplorarsi, per essere estremamente picciole, ciò non ostante si deduce dalle loro proprietà diverse, che sono la diversa riflessione; e rifrangibilità, che hanno. Prima del Newton aveva già Francesco Maria Grimaldi della Compagnia di Gesù osservato nel 1666. nel suo *Trattato Fisico Matematico De Lumine, coloribus, & iride*, che il lume passando vicino ad un corpo si divideva in più raggi; locchè egli chiama *dispergimento*, ma il Newton fu il primo a dimostrare, che il raggio si divide in sette altri, ciascuno dei quali ha la propria riflessibilità, e rifrangibilità; onde essendo composto di particelle, che hanno una figura determinata e diversa da quella degli altri, produrrà ancora nella retina una impressione differente di colore.

Tav. 206. Per poter dimostrare il Newton questa diversa rifrangibilità dei raggi, si servì del prisma di cristallo AB, esattamente lavorato, ed equilatero, di modo che ciascun delli 3 angoli sia di gradi 60. Possono ancora questi prismi, o trigoni formarli isosceli, secondo, che porta il bisogno dell'esperienze. Questo prisma si ferma tra le due tavole CdSC, come si vede nella figura, o pure s'inferisce nei fori d, a,

d, a, quando si vuole situare perpendicolare; indi questa cassa si dispone, come nella figura 42. Avanti i legni della finestra CC, si colloca una delle tavole T, t, della fig. 41 per mezzo di viti. In esse vi sono varj fori, e, e, ovvero D, E, coperti dalle piccole tavole, n, n, m, d, g, f, le quali hanno fori di diversa grandezza, e, f, g, per fare entrare nella camera, che deve essere perfettamente oscurata, un raggio di Sole, ora più grande, ora più picciolo. Posto tutto all'ordine, come si vede nella fig. 42. fece le seguenti.

207. *Esperienze.* Il raggio solare, passando per lo prisma AB, appoggiato su la tavola G, si giri in modo, che nell'uscire da questo divenga orizzontale, come si vede espresso. Alla distanza di 15, o 20 piedi, si ponga la carta bianca T, l'immagine del Sole portata dal raggio, che sarebbe rotonda, si troverà allungata in R, V, della lunghezza, che è espressa nella figura 43; di modo che essendo obbligato a passare per lo prisma, si distribuirà in sette raggi tinti di colore diverso; locchè non potrebbe accadere, se ciascun raggio non fosse composto di altri, che hanno ciascheduno una particolar forza di rifrangersi. L'immagine è situata in modo che in R si trova il colore violetto, in V il colore rosso. La lunghezza di questa immagine è rappresentata in A, e, terminata da due periferie di cerchio BAD, bed, il centro delle quali è in C, c. Lo spazio CE è tutto di color rosso; ml, di color d'oro, li, giallo; ih verde, hg celeste, gf, indico, fac, violetto. È composta questa immagine del Sole allungata di sette cerchi, formati dai raggi diversi, nei quali si distribuisce il raggio del Sole; quanto più si stringe in larghezza l'immagine, tanto più ancora si distinguono uno dall'altro i colori. Dividendo tutta la sua lunghezza Ce in 360 parti uguali, di queste ne occupa il color rosso 49, il color d'oro 27, il giallo 48 ec. come si vede notato. Questi raggi passando per l'aria, tingono degli stessi colori le particelle, che in essa volano. Se un corpo di qualunque colore si ponga, dove è il raggio violetto, comparirà di questo colore, se s'illumini col raggio indico, apparirà tinto d'indico; se nel celeste, sembrerà celeste ec. Si ponga tra il prisma, e l'immagine dipinta una delle tavole T, che impedisca tutti i colori di cadere sulla carta, eccettuato uno, qualunque si sia, per esempio il verde. Questo con un altro prisma ricevuto di nuovo si rifrangano, si allungherà, non perdendo però il proprio colore; si raccolga con una lente apparirà nel suo foco lo stesso colore. Ma se tutti i raggi già rifratti dal prisma si uniscano per mezzo d'una lente larga, allora nel foco di questa comparirà di nuovo il colore bianco della luce.

208. Cadendo i filamenti, dei quali il raggio solare è composto, nella stessa maniera sopra la prima faccia del prisma; perchè sono tra loro paralleli; e dopo la rifrazione dividendosi, ne viene in conseguenza, che non hanno tutti la stessa rifrangibilità; il color rosso, che meno degli altri si storce dal suo cammino, ha la minima rifrangibilità;

Tav.  
16.  
Fig.  
42.

Tav.  
16.  
Fig.  
43.

tà ; il colore violetto , che più se ne slontana , la massima ; quei di mezzo una rifrangibilità mezzana . Dividendosi il raggio solare in sette colori diversi colla semplice rifrazione , e questi rimanendo gli stessi , quantunque si rifrangano con un altro prisma , o si raccolgano con una lente , o si riflettano da qualunque corpo , si rende manifesto , che il raggio solare è composto di sette colori diversi , ovvero di sette raggi , che hanno una diversa rifrangibilità , la quale non si muta , nè per una nuova rifrazione , nè perchè si riflettono da qualche corpo ; ciò si conferma ancora dall' osservare , che uniti di nuovo tutti insieme , formano il color bianco della luce . La stessa rifrangibilità diversa si dimostra , aprendo il foro A , nella figura 42 , e guardandolo , come si vede in essa , per mezzo d' un prisma , posto avanti gli occhi , non comparirà rotondo , ma lungo ; che se nella stessa positura si guarda l' immagine RV , si vedranno i sette colori separati , per la nuova rifrazione , che patiscono nel prisma .

209. *Esperienza*. Si ponga il prisma avanti il foro della camera , così che le rifrazioni del lume , nell' entrare , ed uscire dal prisma siano uguali ; di questo ne faremo certi , movendo intorno il suo asse il trigono , fin tanto che l' immagine RV , che ora si dipingerà in alto della carta , ora in giù , comparisca stazionaria , indi ricevasi allora l' immagine dentro un altro prisma ; soffrendo i raggi questa nuova rifrazione , si dipingerà nella carta la stessa immagine , ma obliquamente posta rispetto alla prima ; di modo che il color celeste della seconda sarà più lontano dal celeste della prima , che il rosso dal rosso . Con questa esperienza si conferma di nuovo la diversa rifrangibilità dei raggi , e che il raggio rosso è meno rifrangibile di tutti gli altri .

210. *Esperienza*. Si ponga un prisma isoscele , che abbia due angoli semiretti colla sua base parallela all' orizzonte . Il raggio , che cade sulla faccia vicino al foro , in parte si rifletterà dalla base nella parte superiore del muro , e in parte sarà rifratto , e dipingerà l' immagine nella parte inferiore . Il primo colore , che mezzo si riflette , e mezzo si rifrange , è il violetto , l' ultimo è il rosso . Dunque i raggi del Sole , altri sono , che si riflettono più prontamente , altri più tardi . Quelli , che sono più rifrangibili , sono ancora più facili a riflettersi .

211. Molte opposizioni furono fatte a questo sistema , vivendo il Newton dal Mariotte , dal P. Pardes , e da altri , alle quali rispose , confermando sempre più la propria teoria con nuova serie d' osservazioni ; di modo che gli oppositori stessi ne restarono appagati , come si può vedere nelle Transazioni Inglese . Il Cavaliere Rizzetti di Treviolo , nel suo Trattato *De Lamine , & Coloribus* , pretese di rievocare in dubbio l' esperienze di Newton , e di tornare a stabilire il sistema dei colori , che li fa consistere nel diverso mescolamento della luce coll' ombra . Ma avendo il Desagulier con somma diligenza di nuove ripetute l' esperienze nel 1728. avanti persone accreditate in Londra con prismi ac-

cura-

curatamente formati, le trovò in tutto conformi a quelle del Newton nella sua Ottica; onde conchiude, che i prismi, dei quali s'era servito il Rizzetti, erano imperfetti, e perciò non potevano separare con esattezza il raggio solare, nei suoi componenti. La stessa Teoria fu confermata ancora con replicate esperienze dai Fisici più rinomati, e dalle più celebri Accademie di Europa. Ciò non ostante il P. Castel Gesuita nella sua Ottica dei colori stampata a Parigi nel 1740. pretese di nuovo rendere sospette l'esperienze da tanti confermate, e stabilire un nuovo sistema intorno ai colori, fondato sopra le osservazioni ricavate dall'arte dei tintori. Inveisce senza alcun fondamento contro il Newton, asserendo, che egli non abbia mai misurate, nè calcolate le rifrazioni diverse dei raggi, o le l'ha fatto, non l'ha eseguito con accuratezza, Condanna la più parte dei Fisici Newtoniani, come poco Geometri; rende sospetti i prismi piccioli, dei quali si servono, e la distanza molto grande, nella quale ricevono l'immagine colorita; asserendo, che ricevuta l'immagine ad una distanza più picciola con un prisma maggiore, appariscono diversamente i colori. Questo Autore fatto arbitro della natura pretende, che il raggio solare nell'uscire dal trigono, si divida in 4 principali colori, cioè rosso, giallo, celeste, e violetto, che è l'ultimo di tutti; trova però in mezzo a questi il color d'oro, il giallo, il color d'agata ec. L'enfatiche espressioni di questo autore, il condannare i Fisici Newtoniani, come poco Geometri, quando più tosto accade il contrario, il non curare la distanza, che si ricerca per la giusta separazione dei raggi; e di più il non fare alcun conto di escludere interamente i raggi riflessi dai corpi, e dall'atmosfera, per fare la vera analisi d'un raggio diretto; asserendo egli, che non è di necessità il fare le sperienze nella camera oscura, sono tutti motivi, per gli quali non diamo un estratto del suo sistema; nè rispondiamo alle eccezioni, che dà a quello del Newton; nè lo faremo finchè non formerà più giusta idea dei raggi semplici, e della loro unione.

212. Dimostrata la diversa rifrangibilità, e riflessibilità de' raggi, così spiega i colori de' corpi il Newton. Guardando tutte le superficie dei corpi per mezzo dei microscopj, si osserva, che le loro parti sono a guisa di sottili laminette trasparenti; onde è, che battendo i raggi sopra queste sono secondo la loro diversa densità, e rifrangibilità dei raggi, in maniere diverse riflessi e rifratti. Se tale è la disposizione delle parti d'un corpo, che la maggior parte dei raggi vengano da esse rifratti, apparirà di color nero; così osserviamo, che un'ampolla formata d'acqua, nella quale sia stato sciolto il sapone, se si tiene sospesa in aria, si va sempre più affottigliando dalla parte superiore, e quivi finalmente si spezza; in questo luogo, ove è più sottile, trasmettendo tutti i raggi, apparisce di color nero, negli altri, essendo più densa, di colori diversi. Se la disposizione delle parti di un corpo è tale, che riflettano tutti i raggi, comparirà di color bianco; se riflette solamente

il color rosso, e trasmette gli altri, si vedrà rosso, se il celeste, sembrerà celeste ec. Ma se il corpo rifletta il celeste, e il rosso, trasmettendo gli altri, nascerà un color misto. In questo modo dalla diversa combinazione dei sette colori primarij, ripete la tanta varietà di colori che si osserva nei corpi naturali. Per la diversa qualità di parti, delle quali i corpi naturali sono composti, nasce, che non ve n'è alcuno, il quale rifletta solamente uno de' raggi omogenei; onde è, che il color rosso, che si vede col prisma, non si osserva mai così vivo in alcun corpo naturale. Il Newton nell'esp. 15. della sua Ottica, mescolando l'orpimento, che è d'un bel color giallo, con un color purpureo, col verderame, e col celeste arrivò a formare un color cenerino ma non mai un color bianco. Il non riflettere questo è stato motivo, che molti hanno fatto delle opposizioni al sistema di Newton. Da ciò che finora abbiamo esposto si ricava la diversità, che passa dal guardare un oggetto per raggi riflessi, o per rifratti. Ciò si osserva, ponendo qualche fluido tinto di qualche colore dentro una caraffa di vetro, se l'occhio si pone tra il lume, e la caraffa, e perciò si guarda il liquore per raggi riflessi, comparirà diversamente colorito, che ponendo la caraffa tra l'occhio, e il lume, e perciò osservandolo per raggi rifratti. Quindi si spiega il fenomeno, che osservò Allejo, stando nel fondo del mare nella campana urinatoria, che vide la parte superiore della sua mano di color di rosa, l'inferiore di color verde. Nel primo caso, osservava la mano illuminata dai raggi trasmessi dalle acque del mare, che per la più parte sono rossi; perchè le acque del mare, guardate a lume riflesso, non compariscono di questo colore; nel secondo caso vedeva la sua mano per mezzo dei raggi riflessi dalle acque, che per la più parte sono verdi. Tralascio un numero considerabile di osservazioni, colle quali si conferma il sistema dei colori Newtoniani, che si possono vedere nella Ottica, e nelle Lezioni Ottiche di Newton ristampate a Padoa nel 1749, e in altri moderni libri già citati.

## C A P O VII.

*Le Meteore.*

213. **D**All' esposizione, che abbiamo fatto della natura dell'aria evidentemente apparisce, altro non essere, che un fluido elastico, dentro il quale nuotano tutte le parti più sottili, e volatili dei corpi, che vengono continuamente da essi esalate. Queste diversamente insieme unendosi, producono varj effetti nell' Atmosfera, che vengono detti *Meteore*. Per andare con ordine, le divideremo in *Meteore Aquose*, *Luminose*, *Ignee*, ed *Aeree*; secondo le quattro specie diverse di parti, che in gran copia si trovano nell' Atmosfera, che sono i Vapori dell'acqua, il Lume, le particelle del fuoco, e della Materia elettrica,

trica, e il Flogisto, e finalmente tutto l'aggregato insieme dei vapori dell'acqua, delle esalazioni mandate dai corpi diversi, e dalla terra, e finalmente delle parti naturali, elementari dell'aria, le quali tutte costituiscono l'aria, che è un fluido che ha diversi moti, detti *venti* i quali solo devono considerarsi quando si tratta delle *Meteore vere*.

## DELLE METEORE AQUOSE.

214. **L**E *Meteore Aquose* sono quegli effetti naturali che vengono prodotti dai vapori che di continuo si sollevano in aria dall'acqua, o dalle altre sostanze che la contengono. Queste sono le otto seguenti. La *Nebbia*, le *Nuvole*, la *Ruggiada*, la *Brina*, la *Pioggia*, la *Grandine*, la *Neve*, il *Turbine*, o il *Nembo*, o la *Bufera*. Tra le *Meteore aquose* la prima da considerarsi è la *Nebbia*, che se è folta si dice *Caligine*, la quale altro non è, che vapori, ed esalazioni radunate per qualche causa esteriore o lasciate dal Sole, dopo che è tramontato in qualche luogo particolare. Se la nebbia è per la maggior parte composta di vapori, non è nociva; diversamente però accade, se vi sono delle esalazioni, nel qual caso si rende più, o meno dannosa, secondo la qualità delle medesime. Onde osserviamo, come nota il Des Landes nei suoi Trattati fisici cart. 99. che spesse volte produce delle malattie, e guasta le biade; vedasi sopra di ciò ancora il Lancisi, dove parla dell'aria infetta delle paludi, e della insalubrità di quella delle campagne Romane. Quest'esalazioni si vedono spesso sopra la superficie dell'acqua sotto la forma d'un sottile velo di color rosso. La nebbia per lo più comparisce, dopo il tramontare del Sole; perchè le particelle più grosse de' corpi, tenute sospese in aria dal calore, cessando questo, ricadono per lo proprio peso; quindi subito dopo il tramontare, l'aria di qualunque luogo è nociva. Comparisce ancora la nebbia nel levare del Sole, quando la notte è caduta su la superficie della terra molta ruggiada, la quale vien tosto sollevata in alto dal calore del Sole. La nebbia è maggiore d'inverno, che d'Estate, per la minor forza del raggio solare, e per essere le notti più lunghe, onde in questo tempo l'alito, ch' esce da bocca raffreddato dall'aria si condensa, e comparisce sotto forma di nebbia; per la stessa ragione la traspirazione insensibile del corpo, resta attaccata ai vetri delle finestre in tempo d'Inverno, perchè la loro superficie è raffreddata dall'aria esteriore. Per lo contrario d'Estate, ponendo dell'acqua fredda in un bicchiero, tosto osserviamo una specie di ruggiada fuori di esso; perchè i vapori, che sono nell'aria sciolti, si condensano per lo freddo, intorno la superficie del vetro; che se questa si pulisca perfettamente, lavandola, e strofinandola con pezza bianca, non accade l'effetto; perchè i vapori non sono attratti, ma anzi vengono ributtati per la loro elasticità dal vetro. Questa circostanza singolare mi fece per la prima volta osservare,

e ciò fu molte volte replicato, il Padre del presente Marchese di Salza che è dilettaute anche esso della Storia naturale, e di tutto ciò che al pubblico vantaggio può confluire; e la sperienza quantunque fosse da noi fatta con l'acqua a maggior segno raffreddata, e in tempo assai caldo, in cui gli altri bicchieri tutti si appannavano sensibilmente, ciò non ostante quello, che era pulito con diligenza, non contraeva esteriormente alcuna umidità. I venti, che spirano dalla parte, ove è il mare portando una gran quantità di vapori, rendono nebbiosi i luoghi ad esso vicini; per lo contrario i venti, che spirano dalle montagne, dissipano la nebbia. Vicino a queste per lo più v'è una folta nebbia, perchè quivi dai venti sono spinti, e condensati i vapori.

215. La nebbia non si può vedere, che ad una certa distanza; perchè le particelle dei vapori trasmettono la maggior parte dei raggi della luce, e pochi ne riflettono; onde si ricerca un' estensione considerabile di parti vaporose per poterle vedere, essendone in tal caso maggiore il numero; o pure, che nel luogo, ove siamo, la nebbia sia molto densa. Onde se la nebbia non è densa, quello che ci sta dentro non la vede, che molto lontana da lui, e crederà che un luogo distante sia immerso nella nebbia, dove che un altro spettatore, che si trova in questo, giudicherà per lo contrario di non essere esso immerso nei vapori, ma bensì il primo spettatore trovarsi dentro una folta nebbia. Se qualcuno si trova dentro una nebbia densa, non la vedrà, che a pochi palmi di distanza, e andandole incontro, sembrerà, che questa si allontani continuamente da lui; e perciò non potrà mai raggiungerla, sebbene in essa sia immerso. Per mezzo dei raggi, dai vapori trasmessi, accade sovente, che noi vediamo la nebbia tinta di varj colori, i quali si cangiano a misura, che il Sole si solleva, e per conseguenza, secondo che sono diversamente rifratti dentro le picciole gocce, delle quali sono composti i vapori. Ma se questi, quantunque in gran copia per l'aria dispersi, sono equabilmente diffusi, di modo che siano della stessa densità, allora trasmettendo tutti i raggi, comparirà il Cielo sereno, nè potrà distinguersi offuscato dai vapori; come appunto, se guardassimo per un cristallo di qualunque grossezza il Cielo. Da questo si ricava, che può accrescersi la densità dell'aria, e ciò non ostante essere serena, come accresciuta la densità della carta, quando si bagna d'olio, diventa trasparente; la diversità però si scorderà solamente dopo una pioggia dirotta, colla quale l'aria si sgrava de' vapori. Vedasi sopra di ciò l'istoria dell'Accademia Reale del 1721. e Dechaes dove parla dell'Iride dalla nebbia prodotta.

216. La *Nebbia* non si vede mai nei venti impetuosi, che la disperdono, ma quando è poco, o niente di vento, e a cielo tranquillo; più si produce d'inverno che di estate; perchè nasce dagli aliti, e vapori mandati dalla terra, e dai corpi che si condensano pel freddo dell'aria. Nei luoghi vicini al Polo Settentrionale, come a Spitzberga, a  
Tor-

Tornea , nella Groenlandia , nella Baia d'Hudson , a Terra nuova , nell' Acadia , nell' Isola Regia , nella Siberia &c. sono quasi continue le nebbie , perchè le acque , le nevi , e i giacci svaporano di continuo , nè vi sono venti gagliardi ; onde vi sono di primavera , e d'inverno , e nella Groenlandia ancora di estate . In Olanda sono per lo più la nebbie dopo che hanno soffiato o il vento Libeccio , o l' Ostro , o l' Oriente , che portano molti vapori dal vicino Oceano . La Nebbia se è composta in gran parte da vapori acquosi non rende inabitabile il luogo , ove regna , purchè si usi dai Cittadini del luogo la pulizia nelle case , e vi siano molti fochi . Così si osserva che a Venezia , e in tutta l'Olanda quasi continua è la nebbia , e ciò non ostante vivono gli abitanti sani , e robusti , e s' invecchiano . All' opposto accade nei luoghi paludosi , e massime d' acqua dolce §. 214 .

217. *La seconda Meteora è la Nuvola* , la quale altro non è , che una nebbia sollevata in alto , la quale più , o meno condensata dai venti veste diverse figure , e colori . Cabeo nel salire le montagne , vide l' aria della cima serena , e l' inferiore coperta di nubi ; scendendo dal monte , quando entrò in queste , altro non vedeva , che minime gocce , le quali verso le radici del monte , trovava sempre più grandi ; di modo che formavano perfette gocce di pioggia . Bernardo Lamy stando sopra la cima di altissimi monti , sentiva i tuoni , e vedeva sotto di se le faette . Lo stesso attestano Frezier , Mariotte , Peyssonel , Bouguer , ed altri , che hanno viaggiato sopra le montagne . Se la velocità del vento è considerabile , le nuvole si dividono , come in tanti fili , perpendicolari , orizzontali , paralleli , o pure che escono da un punto come centro , secondo la direzione dei venti ; questo fenomeno si chiama *piede del vento* , e viene descritto nell' Istoria dell' Accademia Reale del 1732 .

218. *Le Nubi* o spinte dal vento , o premute dall' aria perchè più leggere di essa salgono a diverse considerabili altezze nell' Atmosfera . Spesso si vedono due , o tre ordini di nuvole , una sopra dell' altra . Ma fino a che altezza salgano nell' aria le nubi , Riccioli pretende , dalla misura Geometrica dell' altezza di alcuni monti , che uguagliavano , o sorpassavano le nuvole , che la altezza delle nubi più alte non sia maggiore di 25000 piedi , o Tese  $4166\frac{1}{2}$  ; nè si è allontanato molto dal vero . Imperocchè la cima del Pico di Teneriffa è spesso coperta da nuvole , e questo monte è alto Tese 2566 , o piedi 15396 . Inoltre secondo le osservazioni di Bouguer le nubi che producono la neve , della quale è di continuo coperto il monte Chimboraco nel Perù , sono più alte della sua cima 300 , e 400 Tese . L' altezza della cima di questo monte è di Tese 3217 alle quali aggiunte 400 , farà l' altezza intera delle nuvole di Tese 3617 , o di piedi 21702 , che poco differiscono da 25000 stabilite da Riccioli . Parlando dell' Elettricità abbiamo osservato colla sperienza del cervo volante , e dell' Aste

Asta elettrica che alcune nuvole sono ripiene di materia elettrica, che portano con se dalla terra, e altre nubi non ne hanno; onde spiegheremo molte meteore lucide, e le ignee.

219. *La Rugiada è la terza Meteora.* Questa è un fluido eterogeneo composto di vapori, di particelle saline, oleose ec. secondo la diversa qualità de' Paesi. Quindi alcuni buoni Alchimisti hanno sperato, di trovare in essa un perfettissimo mestruo, per risolvere l'Oro nei proprj elementi; vedasi sopra di ciò Nollio, nella medicina ermetica, e Nardio in *disquisitione Physica de Rore*. Quei che hanno più giudiziosamente tentato per mezzo della risoluzione chimica di scoprire la natura della ruggiada, sono Sennerto *Epitome Physic.* lib. 4. cap. 8; Dechaes *tractatu de meteoris*, par. 15, Stanufio *tractatu de meteoris*. Resta in un trattato a parte, Henshaew, nella Rep. delle lettere tom. 1, anno 1708, e molti altri. Meglio di tutti però conobbe Gio: Bodino nato ad Angers, nel 1530, che per determinare qualche cosa intorno la ruggiada, era necessario esaminarne l'origine, o le cause, dalle quali è prodotta; onde nel suo *Theatrum Universe nature*, stampato a Leiden nel 1596, stabilisce due sorte di ruggiada; quella che cade dall'aria in tempo di notte, e quella che viene continuamente traspirata nell'aria, ed è la traspirazione delle piante.

220. Quello che Bodino aveva asserito, confermarono con molte osservazioni Musschembroek, e Fay in Parigi nelle Memorie del 1739, e Gertsen nel trattato *de Rore*; e Giacomo Krigout. Distinguono questi Autori tre specie di ruggiada; la prima sono i vapori sollevati da terra; la seconda è la traspirazione insensibile delle piante; la terza sono i vapori, che cadono dall'aria; così dimostrano le seguenti.

221. *Osservazioni.* Dopo il tramontare del Sole, si sospendano molti piatti di metallo non puliti, o pure tondini larghi di vetro, a diverse distanze da terra, dopo qualche ora troverete nella loro parte inferiore attaccata una gran quantità di ruggiada, se il Sole di giorno è stato caldo, e picciola quantità in tempo di freddo; se sarà un luogo abbondante di materia solforata, di minerali, d'alberi, e d'animali, questa ruggiada abbonderà di sali, e di zolfi; se vi saranno solamente acque, sarà acquosa. Dunque parte della ruggiada nasce dalla traspirazione della terra, che a proporzione della sua densità, conserva lungo tempo il calore ricevuto dal Sole. Musschembroek cinse il gambo d'un papavero di due mezze lastre di piombo, che s'univano perfettamente, lasciando un foro in mezzo, per cui passava il gambo stesso. Sopra questo piatto pose una campana di vetro, otturando gli spiragli con cera: di modo che nè la traspirazione della terra, nè la ruggiada cadente potessero entrarvi; e ciò non ostante osservò dopo qualche tempo, sopra le foglie del papavero copiosa ruggiada. Lo stesso più volte provò Gertseno; e Kolbes, nella descrizione del capo di buona speranza. Osserva, che prima del 1708. la ruggiada non era melata, per il Paese incolto; e solamente così divenne.

venne, dopo che gli Olandesi cominciarono a coltivarlo. Lo stesso confermano l'osservazioni fatte da Hales; nella Statica de' vegetanti. Quindi si vede, che le gocce della rugiada sono diverse di figura in moltissime piante, per la varietà dei tubi capillari, dalli quali traspirano, ed hanno ancora diversa qualità; lo stesso mele altro non è, come osservammo, che una rugiada condensata. Per dimostrare il Musschembroek, che la terza specie di rugiada è quella, che cade dall'aria, preparati tre pezzi di tela, ciascuno largo 3 piedi  $\frac{1}{2}$ , li distese sopra 3 cornici di legno inverniciato, e ai 31. di Maggio del 1737. spirando un vento orientale ne attaccò uno alle mura del suo osservatorio, un altro lo lasciò esposto al vento, e il terzo lo distese orizzontalmente sopra lo stesso osservatorio. Vide tre ore prima di mezza notte, che i due primi erano accresciuti 100. grani di peso, il terzo 122.; a mezza notte 235. grani, e il terzo 302.; 4 ore, dopo mezza notte i due primi 308. grani: il terzo 425. La prima, e terza specie di rugiada, difficilmente s'unisce colle lastre di ferro, tinte di color nero, e col rame non ben pulito, e col piombo dipinto; ma in gran copia s'attacca al ferro scabroso. Sopra i piatti d'oro, d'argento indorato, o pure argento lustro, sopra il rame, e l'ottone, il piombo, o lo stagno puliti, e sopra l'argento vivo non cade. Appena se ne trova sopra la marcasita, e il bismuto, e le pietre di color celeste, in picciola quantità sopra i legni di questo colore, e sopra le pelli tinte di qualunque colore. Minor quantità se ne trova sopra il colore di cinabro che sopra il celeste, minore sopra questo, che sopra il verde, minore sopra il verde, che sopra il grigio; d'Inverno però, e di Primavera s'attacca promiscuamente a tutti i corpi, e i colori. Ciò accade, perchè i vapori non sono ugualmente tirati da tutti i corpi; onde dove picciola è l'attrazione, per la loro forza elastica ribalzano, nè restano aderenti alla superficie del corpo.

222. La quarta Meteora è la Brina. Se la Rugiada, o nasca dalla traspirazione delle piante, o sia il vapore esalato dai corpi terrestri, incontra l'aria notturna fredda, si gela in forma di picciole gocce sulla superficie della terra, o delle foglie e sulle erbe, e si chiama Brina. Brina ancora si chiama se venga formata dalla Nebbia gelata. Così osserviamo all'esteriore dei vetri delle finestre gelarsi d'inverno il vapore dell'aria, se l'aria interna è più fredda dell'esteriore, o gelarsi di dentro se l'aria è meno fredda dell'esteriore. Così ancora viaggiando, si osserva una ora prima, che levi il Sole gelarsi internamente sui cristalli della carrozza l'insensibile traspirazione del nostro corpo, in forma di vaghe ramificazioni.

223. La quinta Meteora è la Pioggia, che nasce dell'unione de' vapori, per mezzo della quale resi più gravi dell'aria, cadono in terra. Il diametro delle gocce appena è la quarta parte d'un pollice del Reno, ma nel Paese dei Neri in Africa quasi arriva ad un pollice; forse per

se perchè resistendo meno l'aria, come più calda, le parti dei vapori unite nello scendere, più non si separano, ma di continuo nuove ad esse s'aggiungono.

224. Molte sono le cause, che obbligano i vapori a condensarsi; le principali sono la diminuzione del peso dell'aria, e del moto, che spinge i vapori in alto; il freddo, che li condensa, e la natura di alcune particelle, che facilmente insieme s'uniscono. Un'altra causa è la Elettricità. Sovente accade che una nuvola poco elettrica si incontra con un'altra molto Elettrica, allora questa comunica alla prima quasi tutta l'Elettricità, onde resta più leggera la prima sale in alto nell'Atmosfera, e la seconda privata d'Elettricità che la rendeva più rara, si condensa, e scende in pioggia. La principale cagione però sono i *Venti*; e in *primo luogo* quando spirano da alto, e perciò comprimono, e condensano le nuvole; *in secondo luogo* i venti marini, che spingono, e portano nuovi vapori verso le montagne, e le selve; onde è, che nei luoghi montuosi piove più, che nel piano; così nella Provincia di Lancastria piovono ogni anno 41 dita d'acqua, secondo che osserva Townlei, e nella Città di Upminster.  $19\frac{1}{2}$  al riferire di Deream. Dalla stessa cagione si ripete l'effetto singolare osservato in tutto quel tratto di terra dell'Indie Orientali, che è diviso da un giogo di monti. La prima parte di questo paese comincia dal seno di Cambaja, e stendendosi verso Ostro, e includendo Baglana, e la terra di Malabar termina al capo Comorino; in questa comincia la State di Settembre, e dura fino ad Aprile, essendo l'aria secca, e serena; dove che nell'altro tratto di terra, dove sta Coromandel, e Gologonda, è Inverno, e quasi perpetua pioggia. Dal mese d'Aprile fino a Settembre, nella prima parte è Inverno, nella seconda è State; perchè nella prima spira in questo tempo un vento di mare, nella seconda un vento di terra. Lo stesso s'osserva nel capo più orientale dell'Africa, e dell'Arabia; nel Perù, e nel Chili rispetto al Brasile; vedansi le Transazioni Inglesi n. 17. In *terzo luogo*, quando due venti spirano contrarj, producono una pioggia gagliarda.

225. Essendo l'aria il ricettacolo universale di tutte le parti volatili, l'acqua piovana sarà molto impura; ciò si conferma dall'osservare, che presto si putrefa. Quindi accade qualche volta, che *la pioggia è Julfurea*; e così riferisce Spangenberg essere accaduto nel Ducato di Mansfeld nel 1558. un'altra ne descrive Olao Wormio a Copenaghen nel 1646. Ne cadde una consimile a Brunsvich l'Ottobre del 1721. come riferisce Siegesbek nelle Memorie di Breslavia; nel 1653. osservò Scheuzer, che unita alla pioggia cadde una materia combustibile, simile alla polvere dei Pini novelli, dei quali v'era una selva vicina al luogo, ove cadde questa pioggia. *Una pioggia falsa* riferiscono essere caduta nella Contea di Susa in Inghilterra, nata da un tempostoso vento di mare, che portò i vapori salini 15 miglia lontano. *Una pioggia di*

*mare.*

*materia pingue* cadde in Irlanda nel 1695. Le piogge sanguigne rammentate da Omero, da Plutarco, da Dione avanti la morte di Nerone, da Livio, da Plinio, e da Giulio Offequente, o devono attribuirsi a minimi insetti di color rosso, che alcuni anni in gran quantità si schiudono, o alle loro uova, o a i loro escrementi, che in gran copia volano per l'aria e mescolati coi vapori tingono le gocce di rosso, come osservano Mereto, e Reaumur. Altre specie di piogge, colle quali sono cadute cenere, sassi ec. meritamente le giudicano i moderni per favolose; se pure non dipendono dall'eruzione di qualche montagna ignivoma, come osservammo, parlando di queste.

226. Non piove ugualmente per tutta la terra. In parte dell'Egitto superiore appena ogni due, e tre anni cade qualche goccia di pioggia e supplisce alla pioggia il fiume Nilo, che traendo la sua origine dai monti dell'Abissinia inonda le campagne in certi tempi dell'anno, e le tiene coperte per qualche mese, rendendole fertili col limo che lascia. Altrove supplisce alla scarsa pioggia le folte nebbie, o la copiosa rugiada notturna. In qualunque parte dell'Arabia le piogge sono scarse, come in Egitto. Nella Colonia Francese di Pondicheri, su la costa di Coromandel non piove in tutto l'anno se non per 7, o otto giorni in fine d'Ottobre. Vi sono per lo contrario dei Paesi nei quali quasi sempre piove. La Condamine nel viaggio del fiume delle Amazoni riferisce, che in un luogo selvoso d'America, per andare da Loka a Jaen, di 11, e alle volte 12 mesi dell'anno appena si trova un giorno senza pioggia. A Leiden in Olanda di rado passa una settimana senza pioggia. Nel centro dell'Isola di S. Maurizio piove tutto l'anno. In alcuni luoghi piove nei mesi d'inverno, come per lo più nelle Zone temperate. In altri piove da Gennajo fino ad Aprile, come nella città d'Aleppo. In altri piove da Maggio fino ad Agosto, come nell'Isola Amboina, e al Promontorio di bona Speranza. In altri, come al Malabar piove da Aprile a Settembre. In altri come nell'Isole Caroline piove direttamente per tre settimane verso il fine di Luglio, o di Agosto. Infinite altre varietà si osservano nella pioggia secondo la situazione diversa dei luoghi. In Napoli per l'ordinario la stagione della pioggia è l'inverno, ma alle volte questo è asciutto, e la pioggia è copiosa di primavera, o di estate. Le stesse vicende si osservano nei paesi vicini se piove in un luogo, nei paesi vicini il cielo è sereno; ma di frequente la pioggia è quasi universale.

227. La quantità della pioggia che cade un'anno per l'altro è ancora essa diversa in varie Regioni. Nella Tavola inferiore poniamo la quantità media di pioggia caduta un'anno per l'altro, e per più anni osservata dai Filici, e misurata in pollici Parigi di altezza.

Luoghi.	Poll. Parigini.	* Luoghi.	Poll. Parigini.
Aia. —————	27.	Middelburg. —————	33.
Algeri. —————	27.	Milano. —————	33. 8 lin.
Arlem. —————	24.	Modena. —————	43.
Berlino. —————	20.	Padoa. —————	32. 4 lin. $\frac{2}{3}$
Carolina meridion. —	41.	Parigi. —————	20.
Charlestown. —————	51.	Pisa. —————	34.
Delft. —————	27.	Plimout. —————	31.
Dodrecht. —————	40.	Roma. —————	20.
Edinburgo. —————	22. $\frac{1}{2}$	Ulma. —————	26.
Hardervich. —————	27.	Venezia. —————	33. 11 lin.
Isole di Fiandra. —	24.	Upsal. —————	15.
Lancastro. —————	41.	Upminster. —————	19. 6 lin.
Leiden. —————	29. $\frac{2}{3}$	Vittemberg. —————	16.
Lione. —————	37.	Utrecht. —————	24.
Lilla. —————	23.	Zurigo. —————	32.
Madera. —————	31.	Zirikzee. —————	27.

228. *La festa Meteora è la Grandine.* Quando nell'aria vi sono molte particelle frigorifiche, i vapori di questa nel condensarsi, imbevendo ne gran copia, si congelano; onde formano una goccia d'acqua congelata, che noi chiamiamo *Grandine*, la quale è composta di molte altre insieme unite, come apparisce nell'osservarle. Quindi Scheuzero, e Frommondo osservano, che gli acini di questa sono minori nei luoghi eminenti, che nelle pianure. Se l'aria vicino a terra è quieta, e non tanto fredda, i grani di essa di dentro sono duri, e nella superficie molli; se dai venti è agitata, hanno una figura irregolare, e nel cadere si sente dello strepito, perchè urtano uno contro dell'altro. Secondo la diversa agitazione, che si trova nell'Atmosfera, varia ancora la figura della grandine, ora essendo a guisa di globo, ora di mezzo globo, di cono, di piramide, d'un uovo ec. e rade volte cade, come pezzi di ghiaccio. Il peso degli acini di grandine, alle volte è stato di  $\frac{2}{3}$  libbra, alle volte di  $\frac{3}{4}$ . Nelle Memorie di Breslavia notano un acino di grandine caduto vicino a Crembio nel 1720. che pesava libbre 6. Muschembroeck osservò ad Utrecht, li 24 di Luglio del 1736. una grandine, i cui acini più piccoli erano, come un uovo di colombo, i maggiori, come quello d'una gallina, il peso dei grani mezzani era di once 2, altri pesavano  $\frac{3}{4}$  di libbra, altri una libbra. Tanto è il peso alle volte, e la velocità, con cui cadono le grandini, che nel 1717. le campagne intorno a Reggio di Calabria per 20 miglia furono tutte rovinare, e 300 uomini uccisi; e nel 1720. vicino a Presburg in Ungheria restarono uccisi molti volatili, e lo stesso anno a Zomosch in Polonia gli acini della grandine forarono i tetti delle case.

229. *La*

229. *La settima Meteora Acquosa è la Neve.* Se i vapori nel condensarsi vengono a poco a poco congelati da non molta quantità di particelle frigorifiche, formeranno allora un'acqua condensata, e rara, che si dice *Fiocchi di neve*. Questa è di molte figure, alle volte è caduta in forma di stella, composta di 6 raggi, alle volte come 6 gigli, che nascono da un sol punto, come osserva il Cassini nelle Memorie del 1692. alle volte a guisa di 6 rami d'albero, che abbiano origine da un centro; alle volte a guisa d'una rosa esagona, simile a quella, che si forma colle fettucce di seta; altre particolari figure descrive Oookio nella Micrografia; ordinariamente è composta di minimi fili, ciascuno dei quali è formato da piccolissime gocce. Guardata ciascuna particella di neve separatamente dalle altre è diafana; e perciò trasmette tutti i raggi; unite però insieme sono di color bianco; perchè i raggi trasmessi, data una certa densità, finalmente tutti si riflettono. La neve è così rara, e leggiera, che il Signor Sedilò nelle Memorie Matematiche del 1692. un monticello di neve alto cinque, o sei pollici, quando fu sciolto non produsse, che un pollice d'acqua; Dela Hire nel 1711. da 12 pollici ne ricavò 1, come si osserva nella Storia del 1712. Veidlerò nelle Osservazioni Meteorologiche trovò l'anno 1728. la neve più rara 9 volte dell'acqua; e Musschembroek 24 volte. Non sempre quando cade la neve è tempo mite, perchè Musschembroek nel 1729. 1740. 1741. 1760. la vide cadere in tempo rigidissimo. Come si vedono spesso in alcuni luoghi piogge dirotte in certi tempi, così ancora accade della neve. Così nelle Isole del ferro spesso è sì copiosa la neve che copre le pecore per un mese, nè si distingue più dove sono, che per un denso vapore che si vede uscir dalla neve. Nella parte montuosa della Smolandia cadde la neve in una notte all'altezza di mezzo uomo nel 1707. L'anno 1729 in febbrajo nei confini della Svezia, e Norvegia; quasi in un colpo cadde tanta neve che coprì 40 case, e affogò quelli che vi erano dentro. Lo stesso riferisce Volzio che accadde in Slesia, e in Boemia. Maupertuis descrive la copiosa neve che cade in Lapponia, così copiosa che portata sulle strade dal vento acceca, e copre, e uccide i passeggieri. Consimile rischio si corre nel *Piano di cinque miglia*, che sta tra Napoli, e Abruzzo. In questo vallone si spicca alle volte un piccolo volume di neve dalla cima dei monti che lo circondano, e rotolando pel loro declive, quando giunge al piano del vallone è diventato una palla esterminata di neve, che opprimerebbe i calessi con li passeggeri, se non si procurasse di schivarlo. Ma spesso i sottili fiocchi di neve sono portati in giro dal vento nel vallone, come una minuta arena, in tanta copia, che toglie il respiro, e uccide alle volte. Un simile effetto della copiosa neve provarono gli Inglesi nella Baia d'Hudson; e riferisce Boguer di quei che salgono sul monte Asonay nel Perù.

230. *L'ottava Meteora acquosa è il Turbine, detto dai Greci Typhon, che*

se accade in mare vien detto *Tromba d'acqua*, o *Busera*; altro non è, che una nube presa in mezzo, e condensata da due venti contrarj, dai quali è portata a terra, o sopra il mare in giro, indi trasportata con impeto per lungo tratto di paese. Se in mezzo ai vapori si trovano molte esalazioni, queste accese dall'urto, e strofinamento abbrugiano ciò, che trovano; ma in caso contrario, solamente per l'impeto, con cui sono trasportate, svellono alberi da terra, fanno cadere edificj, rovinano ciò, che incontrano. Nel mare, se una di queste nuvole è portata in giro rapidamente da due venti contrarj, forma una lunga colonna in mezzo vota, per la forza centrifuga, che acquistano i vapori obbligati a girare; onde dentro di questa, parte per la piccola quantità d'aria, che vi resta, parte per la spinta vorticosa comunicata ancora alla superficie del mare, salgono le acque ad una altezza considerabile, e in gran quantità; sinchè col proprio peso ricadendo, dissipano il turbine. Uno di questi turbini vide sul mare nelle Dunes il Signor Gordon nel 1701. spirando Grecale assai freddo, essendo il cielo sereno, eccetto che a Settentrione verso Maestro: vedansi le *Traslazioni Inglese*. Tre di questi ne vide in Mare Stuart l'Agosto del 1701. nelle Coste di Barbaria. Il Signor Pryme ne descrive un'altro veduto da esso nel 1687. nella Provincia d'Iork, di cui fu casualmente spettatore, e vide aver avuto l'origine da due venti opposti, che posero in mezzo una nuvola. Richardson ne osservò un'altro nella Lancastria nel 1718.; ed un'altro ne viene descritto nell'Istoria dell'Accad. Regia nel 1727. tra Puisseger, e Capestano. Un altro turbine vide a Leiden il Muffchembroeck, che rovinò tetti, e muri di case, e svelse dalle radici alberi di teglia di 100 anni. Di molta considerazione ancora sono stati i due turbini accaduti in Roma la State del 1749. si vedano gli Atti; Memorie. e *Traslazioni delle Accademie*.

231. Le Trombe d'acqua sono di varia grandezza. Alcune hanno per diametro della base quattro, o 5 tese, qualche volta 50, alle volte il diametro della base è alla loro altezza, come 40:3, Lucrezio Caro nel libro 6 verso 423 descrive con molta proprietà una tromba.

*Nam fit, ut interdum tamquam demissa columna  
In mare de caelo descendat, quam freta circum  
Ferviscunt graviter spirantibus incita flabris:  
Et quaecumque in eo tum sunt deprensa tumultu  
Navigia, in summum veniunt vexata periculum.  
Hoc fit, ubi interdum non quit vis incita venti  
Rumpere, quam cepit nubem; sed deprimat, ut sit  
In mare de caelo tamquam demissa columna  
Paullatim, quasi quid pugno, brachiique superne  
Conjectu trudatur, & extendatur in undas:  
Quam cum discidit, hinc prorumpitur in mare venti*

*Vis,*

*Vis, & fervorum mirum concinnat in undis.  
 Verfabundus erim turbo descendit, & illam  
 Deducit pariter lento cum corpore nubem.  
 Quam simul ac gravidam detrusit ad equora ponti,  
 Ille in aquam subito totum se immittit, & omne  
 Excitat ingenti sonitu mate fervere cogens.  
 Fit quoque, ut involvat venti se nubibus ipse  
 Vortex, conradens ex aere seminā nubis,  
 Et quasi demissum caelo praestera imitetur.  
 Hic ubi se in terras demisit, dissolvitque:  
 Turbinis immanem vim promovit, atque procella.*

Alle Trombe si riferisce l' *Essidria*, o *Squarciamento di nube*. Accade alle volte che qualche nuvola piena di materia elettrica, spinta da qualche vento urta in un'altra che ha poco di elettricità, e glie la comunica tutta, quindi nasce che i vapori dei quali la nube è composta non essendo più dilatati dalla materia elettrica si uniscono insieme con impeto, si condensano, e cade la nube in terra in forma di un torrente d'acqua, che rovina le campagne, e le abitazioni.

232. Dopo le Meteore aquose si devono esporre le *Meteore lucide*, che sono 11 di numero; espresse coi seguenti nomi. 1. l' *Iride*. 2. l' *Alone*, o *Corona*. 3. il *Parelio*, e *Paraselene*. 4. il *Crepuscolo*. 5. il *Lume Zodiacate*. 6. l' *Aurora Boreale*. 7. la *Stella cadente*. 8. *Castore* e *Polluce*. 9. il *Folletto*. 10. il *Foco fatuo*. 11. la *Bolide*, o *Globo*. Le prime tre, che sono l' *Iride*, la *corona*, e il *Parelio*, e *Paraselene* essendo un lume o colore prodotto dai vapori dell'acqua, molti le pongono tra le Meteore aquose, che chiamano *enfatiche*. Noi dall'effetto che producono le numeriamo tra le lucide, qualunque ne sia la cagione.

## L E M E T E O R E L U C I D E .

233. **L**A prima delle Meteore Lucide è l' *Iride*, o l' *Arco Baleno*. Questo arco viene formato in Cielo, quando le parti dei vapori cominciano insieme ad unirsi, e formare delle gocce considerabili, che stanno quasi per cadere; se in questo caso si trova il Sole dietro lo spettatore, e avanti ad esso queste gocce quasi cadenti, i raggi solari entrando in esse si rifrangeranno, e perciò si divideranno ne' loro colori primarij; onde riflettendosi dalla parte interiore della goccia arriveranno all'occhio, facendo in esso la sensazione dei colori del prisma, come dimostra il Newton nella sua *Ottica*. Questo si chiama l' *Arco primario*, perchè è composto di colori vivissimi, il superiore de' quali è rosso carico, dopo il quale vi è il color d'oro, indi il giallo ec. come nei colori del prisma, e l'ultimo di tutti è il violetto, che si vede nella parte concava di questo arco primario. Lo stesso arco si vede cinto da un

un altro concentrico, formato cogli stessi colori, ma più slavati, e disposti con ordine contrario; di modo che nella sua parte concava, ha il rosso corrispondente al rosso della parte convessa del primo arco, e nella sua parte convessa avrà il violetto. Questa differenza nasce dalla situazione del Sole, e delle gocce, imperocchè nel primo arco il raggio solare entrando nella parte superiore della goccia, si riflette una volta sola dalla sua superficie concava, e uscendo dall'inferiore arriva all'occhio; per lo contrario nell'Arco secondo, perchè è superiore al primo, il raggio, che giunge all'occhio, entra nella parte inferiore della goccia, fa due riflessioni, e così giunge allo spettatore. Più diffusamente può vedersi tutto ciò calcolato con somma chiarezza dal Muschembroek nel suo Saggio di Fisica. Accadono ancora nelle folte nebbie delle Iridi Lunari, ma queste hanno i colori più smorti, nè sono così frequenti; una ne osservai alle rive del Tevere in Roma nel 1739. in una sera molto nebbiosa; e un'altra nel 1742, alle ore 3 Italiane in tempo del Plenilunio. Gli antichi ebbero qualche idea della maniera con cui si produce questo arco. Lucrezio Caro Libro 6 verso 523 così lo espone.

*Hinc ubi Sol radiis tempestatem inter opacans  
Adversa fulsit nimborum aspergine contra:  
Tum color in nigris existis nubibus arqui.*

Il primo che ne diede un'accurata spiegazione fu Marcantonio de Dominis Vescovo di Spalatro nel suo libro *de radiis visus, & lucis* stampato a Venezia nel 1611. Dopo di esso spiegò meglio questo arco il Cartesio, e con tutta l'esattezza il Newton dopo aver ritrovata col prima la Teoria dei colori. Vedasi la sua *Optica* Lib. 1 Parte seconda. Il Signor Ewards li 5 Giugno del 1757, come riferisce nel volume 50 Parte 1 delle Traduzioni, vide verso Oriente che era occupato da densa nuvola un'Iride solare dopo tramontato il Sole. Come l'Iride si spiega il Fenomeno visto da Bouger, e Ulloa sul monte Pamamarca del Perù che è riferito nelle Memorie di Parigi 1744. Nel nascer del Sole una nube che li circondava, sciolta dal Sole si allontanò da essi, mentre che il Sole continuava ad alzarsi sull'orizzonte dietro le loro spalle. Quando fu 10 tese lontano, ciascuno vide nel vapore la propria immagine, e non quella del compagno, come un'ombra circondato avendo il capo di 3 cerchi colorati.

234. La seconda *Meteora* lucida è quella *Corona*, o anello, detto *Alone*, di cui qualche volta si vede cinta la Luna, il Sole, o qualche Pianeta, che tal volta occupa 2, 3, 29, 42, e fino a 90 gradi di cielo; alle volte è una sola, ma Snellio ne ha osservato fino a sei. Queste corone per lo più sono bianche, e rade volte colorite, come l'Iride, in questo caso i colori sono assai deboli. Questi Aloni sono formati dai vapori dell'aria, che si trovano tra l'occhio dello spettatore, e il

e il pianeta, nè dipendono come alcuni hanno creduto dalle Atmosfere di questi; perchè non sempre si vedono, e non mai quando il Cielo è sereno; e nascendo un forte vento si dissipano. Sono più frequenti delle Iridi; perchè non si ricerca altro, che un'aria vaporosa per produrli; onde il Musschembroek nel 1735. vide 20 volte il Sole cinto da una corona. Se queste corone cominciano a svanire dalla parte superiore, indicano vento Boreale, se dall'ocaso vento Occidentale ec.

235. Il terzo fenomeno lucido è il *Parelj*, e la *Paraselene*; il primo consiste in vedere più Soli; il secondo in vedere più Lune, nel tempo stesso. Gassendi negli anni 1635. 1636. vide due *Parelj*, come riferisce nel lib. 10. *Diogenis Laertii*; quattro ne osservò in Roma Scheinero, che Cartesio, e Ugenio i primi spiegaron con qualche probabilità; Evelio nel 1661. vide 7 Soli a Danzica; de la Hire osservò due *Parelj* nel 1689. ed uno nel 1692. Cassini ne riferisce due del 1693. Gray nelle *Trasfazioni Inglese* n. 262. descrive quei, che osservò nel 1700. ed Allejo quei del 1702. al n. 278. delle stesse *Trasfazioni*; in queste di Gray, e d'Allej il Sole finto compariva con due lucide code. Maraldi descrive nelle *Memorie* del 1721. quello, che vide, e Malezieu quello del 1722. Wilton nelle *Trasfazioni* n. 398. ne descrive due da esso osservati, e Verdries uno veduto a Gessa nel 1726. Musschembroek riferisce i *Parelj* comparir in Harlem nel 1734. e Garceo nel lib. *De Meteoris* espone tutti quelli, che osservarono gli antichi; descrive ancora le *Paraselene* da essi vedute, e quelle del 1312. 1314. 1549. ec. In Inghilterra nel 1118. e nel Ducato di Wurtemberg nel 1514. 1553. comparvero delle *Paraselene*; Cassini ne vide una nel 1693. In Olanda ne videro una nel 1735. e in Ungaria un'altra nel 1729. a Leiden due ne racconta Musschembroek nel 1734. Da questa breve Storia dei *Parelj*, e *Paraselene* si deduce, che questi fenomeni non sono così rari, come alcuni hanno creduto. Il luogo dei *Parelj*, e delle *Paraselene* è nella nostra Atmosfera; perchè non accadono, che quando vi sono de' vapori in aria, e delle nuvole rare; quando si vedono in qualche luogo, non si osservano in altri; per esempio a Utrecht non videro le due *Paraselene* di Leiden del 1734. lo che indica non essere fenomeni molto alti, e perciò nascere nell'aria. Di più s'osservano in tempi freddi, e quando dispaiono, cade la pioggia, o la neve.

236. Questa ultima circostanza rende molto probabile la spiegazione data dall'Ugenio di questi fenomeni. Giudica egli, che allora accadano quando in aria si trovano de' vapori condensati, e congelati dal freddo in forma di piccioli cilindri, con una goccia di vapore congelata in fondo, se questi si ritrovano di lato al Sole, o alla Luna, i raggi di questi battendo sulla superficie dei cilindri, e riflettendo ai nostri occhi rappresenteranno un altro, o più Soli, e più Lune, e quei che cadono nelle gocce, che sono sotto i cilindri faranno comparire una corona.

Ciò

Ciò si conferma dall'aver Maraldi osservato, che nel 1721. la notte appresso ai Parelj comparì, cadde della neve in forma di piccioli cilindri; di più i Pescatori Olandesi, che vanno a Spitzberga a prendere le Balene, osservano, che la neve cadente sopra il mare di figura cilindrica, forma varj colori sopra di essa. Inoltre Ugenio avendo sospeso in aria varj cannelli di vetro, che avevano un sottil cilindro di legno nel loro asse, e tra questo, e il vetro v'era dell'acqua, rivoltandoli al Sole lateralmente, discostato da essi osservò un Pareljo artificiale.

237. *La quarta Meteora lucida è il Crepuscolo matutino, o l'Alba, o l'Aurora, e il Crepuscolo Vespertino.* Prima che il Sole nasca, quando ancora sta sotto l'Orizzonte 18 gradi, cioè, facendo il Sole in un'ora 15 gradi di camino, quando vi manca un'ora, e un quinto per levarsi sull'orizzonte, già i suoi raggi solari piegati dall'Atmosfera vengono benchè deboli a noi. Questa luce sebbene fiacca si chiama il Crepuscolo matutino, o l'Alba. Lo stesso accade ancora dopo che è tramontato per un'ora, e  $\frac{1}{5}$  continuando i suoi raggi ad illuminarci, e questo si chiama *Crepuscolo Vespertino*. Cominciando in questo tempo a cadere i vapori dall'aria, impropriamente in molti luoghi d'Italia si dice che *cadono i Crepuscoli*. La Rifrazione prodotta dall'aria nei raggi di luce è la causa più principale del Crepuscolo. Ma a questo ancora influisce molto la riflessione dei raggi di luce fatta dalle particelle dell'Atmosfera. Molte cose spettanti alla Rifrazione possono diffusamente vederli nel §. 115, e seguenti dell'Astronomia.

238. *La quinta Meteora lucida è il Lume Zodiacale.* Ha questo lume un colore bianco, come la via lattea, e termina in punta. Taglia l'Ecclittica obliquamente, poco discostandosi da essa. Segue costantemente il moto del Sole. Da tutto questo si ricava che il lume Zodiacale sia prodotto dall'Atmosfera Solare radunata più in una che nell'altra parte del Zodiaco. Giandomenico Cassini insieme con Fazio de Duilliers sono stati i primi a osservarlo. Non scostandosi molto dall'Ecclittica; quindi è che in molti tempi dell'anno, confondendosi col Crepuscolo non si vede. Onde è che si vede solamente nel fine d'inverno, e principio di Primavera dopo che il Sole è tramontato, o di Autunno avanti che il Sole nasca.

239. *La sesta Meteora lucida, è l'Aurora Boreale.* Consiste questa in un lume, che comparisce alle volte di notte verso il Settentrione, detto *Aurora*, perchè rassomiglia all'illuminazione, che producono nell'Atmosfera i raggi del Sole, quando sta per nascere; *Boreale*, perchè sempre nei nostri climi è comparita verso il Settentrione. Rispetto a quei che sono nell'Emisfero Australe non si vedono le Aurore Boreali, ma bensì se ne vedono altre consimili verso il Polo Australe, che possono chiamarsi *Aurore Australi*. Ciò ha confermato il Capitano Cooch Inglese nell'ultimo viaggio fatto tra nevi, e ghiacci verso il Polo Australe

Aurale essendo il primo di tutti giunto fino al grado 72 di Latitudine Australe. Ha impiegato il Capitano Cook per far questo viaggio 4 anni, cioè dal 1772 fino al 1775, e ha dato relazione di tutto ciò che ha veduto in due tomi in 4 stampati nel 1776 in Inglese con 50 tavole in rame. L'anno scorso nella fine del 1777 uscì da Parigi la traduzione che ne hanno fatto in Francese. Quella che comparve nel 1737. verso le 3 della notte, visibile alla maggior parte d'Europa, era un semicerchio molto lucido, il cui diametro su l'orizzonte Boreale occupava 67 gradi, e l'altezza era di 8, in 9, in Venezia, e a Roma 57. Cinto era da una parte, e dall'altra da due, come vastissime ale di un colore affai rosso, e mandava da tutta la sua circonferenza grossi torrenti di luce. Prima di rendersi questo fenomeno così distinto, comparvero verso le 2 della notte sopra l'orizzonte Boreale varie, come colonne di fuoco. Questa luce sensibilissima risplendeva così vivamente, come la Luna. Poco diverse sono state da questa le altre Aurore Boreali, che sino dai tempi antichi sono state conosciute da Aristotele, da Plutarco, da Seneca, da Plinio ec. sotto nome di *Soles Nocturni*, *Fulgores*, *Celi Ardores* &c. Dall'anno 500. sino al 1550 ne troviamo notate appresso gli Autori 27; dal 1550. sino al 1622. ve ne sono state 31; da quest'anno sino al 1707. se ne videro 4; dal 1707. sino al 1716. ne abbiamo avute 7; dal 1716. al 1731. se ne videro 173. In tutto questo spazio di tempo se ne sono vedute di Gennaio 21. di febbrajo 28. di Marzo 23. d'Aprile 12. di Maggio 1. di Giugno 5. di Luglio 7. d'Agosto 9. di Settembre 34. d'Ottobre 53. di Novembre 26. di Dicembre 15.

240. La maggior parte degli antichi, che parlarono di queste Aurore, tra i quali Seneca, e molti de' moderni hanno creduto, che le travi accese vedute in aria, le aurore Boreali, le corone ec. altro non siano, che esalazioni grosse, e sulfuree accese nell'aria, e diffuse in essa equabilmente; ma siccome le aurore si vedono da molte nazioni nel tempo stesso; così più moderni hanno giudicato, che fosse una materia più rarefatta, e perciò sollevata ad una considerabile altezza nell'atmosfera, e capace di riflettere il lume ad una considerabile distanza; così giudica il Musschembroek nel Saggio di Fisica, dove parla delle Meteore ignite; asserendo che queste nuvole estremamente rarefatte, e luminose, incontrando maggior resistenza verso Borea, devono essere spinte da questa verso mezzo giorno. Suppone egli, che questa materia traspirata dalla terra settentrionale, incontrando nell'aria alcune parti, che l'obbligano a fermentare, sia da qualche vento boreale trasportata verso il mezzo giorno. Ma l'altezza di queste aurore, secondo che osserva il Mairan nel suo Trattato compiuto, che forma la parte seconda del tomo dell'Accademia Reale di Parigi del 1731, è molto maggiore di quello, che porti l'estensione della nostra aria; che che ne dica Cristoforo Mejer, che fu il primo a spiegarle per mezzo delle

esalazioni, che fermentano, l'anno 1726. nella dissertazione *de Lucis Boreali* inserita nel tomo 1. degli Atti di Pietroburgo. A questo si aggiunge, che non si può render ragione della loro apparenza costante, verso il polo a noi visibile, e non altrove. Suppone adunque il Mairan, che la materia delle aurore sia l'atmosfera solare, la quale se si ferma nel Zodiaco, per dove cammina il Sole, produce il continuo lume Zodiacale, osservato dal Cassini nel 1674. di cui parlo nell'Astronomia §. 154; per lo contrario se per qualche cagione incontrando l'Atmosfera terrestre viene spinta verso i poli, produce l'aurora. Vedasi sopra di ciò la dotta Dissertazione del Dottor Eusebio Sguario, che uscì nel 1738. in Venezia. Se però vi è luogo a conghietture in materie così difficili, son di parere, che le Aurore Boreali probabilmente siano, non tanto l'atmosfera solare, quanto i continui torrenti della sua luce, che scendendo verso la terra sono obbligati a radunarsi in gran copia ai poli, e quivi ammassati se si mescolano co i vapori, e l'esalazioni terrestri, producono tutti i varj fenomeni lucidi, che in essi poli di continuo s'osservano; per lo contrario le stesse particelle di luce raccolte in gran copia nell'altra parte dell'atmosfera terrestre formano l'Aurore boreali, che si rendono visibili ancora nei lontani paesi. Questa luce del Sole vibrata, di continuo si raduna verso i Poli, dove trova meno resistenza, perchè ivi il lume non esercita molto la sua forza, come nelle Zone temperate, e nella torrida, e perchè ivi le parti dell'Atmosfera hanno meno forza centrifuga. Se dunque la luce si mescola ivi coi vapori, e esalazioni terrestri che siano ripiene di elettricità, sale più in alto dell'Atmosfera verso la parte dei Poli, e quindi noi, che siamo di quà dall'Equatore vediamo dalla parte del Polo Boreale quel lume vivo, e colorito che chiamiamo Aurora Boreale. Per la stessa ragione quei che sono di là dall'Equatore vedono l'Aurora dalla parte del Polo Australe.

241. All'Aurora Boreale, ma più placida come dice il Muffchenbroek, si riducono altri Fenomeni simili, ma non così brillanti, che di tanto in tanto si osservano in Cielo. Questi lumi dalla figura diversa che hanno, si chiamano *Saetta*, o *Freccia*, *Lancia*, *Dardo*, *Trave*, *Capra saltante*, *Botino*, e *Pitia*. Botino chiama Seneca un lume che pare, che venga da una caverna; e Pitia dice lo stesso un lume che ha la figura di una Botte. Frequenti sono questi Fenomeni lucidi sì al Polo Boreale, che, secondo le fresche relazioni, al Polo Australe, e quindi si ricompensano in parte le lunghe notti che quivi sono di più mesi, aggiungendo a questi Fenomeni i due crepuscoli di più giorni che sono dopo tramontato, e quando si accosta il Sole all'orizzonte per i gradi sotto di esso.

242. La settima Meteora lucida sono le *Stelle cadenti*. Sono queste simiglianza d'una stella, e si vedono di notte per lo più scorrere improvvisamente da una parte all'altra del Cielo lasciando una momentanea

nea

nea striscia di luce. Si vedono queste per l'ordinario le notti calde di Primavera, d'Estate, e d'Autunno nè per lo più arrivano a terra. Ciò non ostante Krafft nel Vol. 3 delle sue Prelezioni Fisiche, ne ha vedute molte la notte dei 25 di Novembre 1741, che era serena, e il freddo era a zero del Termometro. Gassendi inoltre nella sua Fisica Sez. 3. Lib. 2 Capo 7 ne vide una prima di Mezzogiorno in forma di una Fiammella che cadde in terra. Molti altri autori ne hanno vedute varie cadere in terra, e lasciate ivi vestigie d'un foco spento, o una materia tenace, e glutinosa che non bruciava. Così riferiscono Fludd, e Brusseo al dire di Gassendi nel luogo citato Libro 3. Mezzelio Efemeridi Germaniche dei Curiosi decade 2, Anno 9, osserv. 72. Sigeberto nella sua Cronica, Patrizj che se la vide cader ai piedi, ma senza vestigio di fuoco, come riferisce Resta nella sua Meteorologia Lib. 1. Trattato 3. e quello che dà peso a tutte queste osservazioni è la testimonianza di Musschenbroek che asserisce d'averne anche esso vedute molte cadere in terra.

243. La spiegazione di questa, e di altre Meteore lucide, e delle ignee devono ripetersi principalmente dalla materia elettrica, o sia il fuoco da per tutto equabilmente disperso, che per varie cause accidentali si raduna più in un corpo che in un'altro, e quindi nasce che secondo le disposizioni di questo, o di altri corpi intermedj si producono effetti diversi. Parlando nella seconda parte della Fisica degli effetti elettrici, ne abbiamo veduto moltissimi esempj negli effetti diversi della elettricità. Con questa si imitano i lampi, i Fulmini, le Aurore Boreali &c. per mezzo della macchina elettrica, e senza di questa, col beneficio del cervo volante, e delle punte poste sopra le case si fa scendere l'elettricità dal cielo in varie guise, come abbiamo dimostrato con Francklin nel luogo citato della seconda parte. Se alcuno ne desidera una più precisa spiegazione può leggere l'opera della Formazione del Tuono, della Folgore, e d'altre Meteore stampata in Napoli nel 1772 e la continuazione di essa nel 1773 col titolo *Riflessione* &c. fatte dal dottissimo, e accurato istorico naturale D. Giuseppe Saverio Poli Professore nella Reale Accademia del Regio Battaglione Ferdinando.

244. *L'Ottava Meteora Lucida è Castore, e Polluce, o il Fuoco di S. Elmo.* Consiste questa Meteora in più fiammelle che si vedono saltellare per le funi, l'antenne, per gli alberi e ornamenti delle navi principalmente nei temporali, o si fissano sopra qualche punta prominente di qualche edificio. Molto antica è l'osservazione fatta dai naviganti di questo fuoco. La stessa ancora fu osservata da tempo antico in terra, simile alla forza che hanno le punte metalliche di tirare il fuoco elettrico scoperta da pochi anni dal Franklin, ma anticamente osservata sotto il nome di Fuoco di S. Elmo; nel castello di Duino al mare in Istria, posseduto dai Conti della Torre. Su d'un bastione di questo Castello è piantato un'antico brandistocco da tempo immemora-

morabile. A questo, quando il Cielo minaccia tempesta, il soldato di sentinella accosta una vecchia alabarda, che ivi sta a posta, e quando vede uscir delle scintille dalla punta del Brandistocco, a cui ha accostato la punta dell' Alabarda, o vede una fiammella sopra di esso, avvisa col suono d'una campana i marinai, che stanno a pescare, acciocchè si ritirino, perchè è prossimo il temporale. La spiegazione di questo, e delle altre meteore lucide, e ignite possono vederli con tutta la precisione e chiarezza esposte nelle due ora citate operette del Signor Poli. Di questo fenomeno parla Imperati Benedittino in una sua lettera fino dal 1602. Vedasi la dissertazione su di ciò del Medico Giovanni Bianchini fatta li 16. Dicembre 1758 in forma di lettera da Udine nel Friuli.

245- *La Nona Meteora lucida è §. 232 il Folletto.* E' questo un lume vagante per l'aria che è rotondo, o conico, o cilindrico, o di altra figura. Alle volte sono, come la fiamma della candela, alle volte, come un fascio di virgulti che brugiano, alle volte, come un cilindro di un piede di diametro, è 12, ovvero 15 di altezza. Per l'ordinario compariscono le notti d'Estate, e di Autunno, e vanno di quà, e di là per l'aria, e se uno l'inseguita fuggono, se fugge è inseguito da loro, onde vanno a seconda del vento, che produce l'uomo nel correre. Sono frequenti nei luoghi grassi, oliosi, e paludosi, nei cimiterj, e Letamaj; e quindi il volgo li piglia per anime dei morti. Nelle campagne di Bologna si vedono ancora d'inverno, e in tempo freddo, e nevoloso, venendo da un luogo detto *Fossa quadra*, e dirigendosi verso il ponte della *Calcarata*. Più grandi di tutti sono nei campi della *Bagnara*, e della *Barivella*. In Spagna e in *Etiopia* sono frequenti. Dipendendo la loro origine da luoghi, ove è materia accendibile, probabilmente sono materia di fosforo prodotto dalla putrefazione d'animali, e piante, da terreni pieni di materia accendibile, e sono di natura dei Fosfori. Oltre questi folletti che sono innocenti, per lo più come i Fosfori, vi sono ancora i *Folletti* chiamati *incendiarj*, che oltre il lume che mandano, abbruciano ancora per dove passano; onde questi propriamente spettano alle Meteore ignite. Anticamente al dir di Tacito si vedevano nel castello Hyoe del ducato di Giuliers. Nel secolo scorso si sono visti nel villaggio Bonecourt. In questo secolo si sono veduti in Olfazia, nelle campagne della Città di Kil, e nelle Campagne di Treviso in Italia, che si sono veduti dal 1706 fino a tutto il 1724. Inferocirono questi, gli ultimi tre anni, e oltre il bruciare le campagne dove passavano, se trovavano un fosso asciutto vi scendevano dentro per risalirlo, se vi era acqua davano uno slancio per passare di là. Si vedevano sempre due, o tre ore dopo mezza notte; e cominciarono nella terra di Gotico. Un' esatta descrizione ne dà nel 1725, il celebre Ludovico Riva che fu professore di Meteore a Padoa. Vedansi inoltre sopra di questi folletti *Aranferni Osservazione, e scoperta dei fuochi*

*ebi* &c. Vallisnieri tomo 1 delle sue opere, e l'Istoria di Parigi del 1754, ove descrive i fuochi veduti in questo anno nella Marca Trevigiana nel Borgo Lorio, che sono un poco diversi dagli antecedenti descritti.

246. *La decima Meteora Lucida è il Fuoco fatuo, o lambente.* E' questo un lume che non brucia, come quello di S. Elmo che si è visto alle volte intorno il capo dei fanciulli, o quando qualcuno si pettinava intorno ai capelli, o intorno i crini dei cavalli, o i peli dei gatti stropicciati a contrapelo. Tito Livio riferisce ciò essere accaduto a Servio Tullio ragazzo, quando dormiva, e Virgilio lo riferisce nel lib. 2 di Iulo figlio d'Enea.

*Ecce levis summo de vertice visus Julii  
Fundere lumen apex, tactuque innoxia molli  
Lambere flamma conas, & circum tempora pasci.*

Valerio Massimo, Plinio, Fortunio Liceto delle lucerne antiche, Scalligero, Cardano, Bartolino *de luce animalis* Capo 10, e nell'istoria 70, e altri ne riferiscono varj esempj. A nostri giorni Symmer coll'elettricità delle calzette ha posto fuori d'ogni dubbio che i Fuochi lambenti sono effetto della materia elettrica.

247. *L'undecima Meteora lucida, è la Bolide, o il Globo lucido.* Questo da Aristotele vien detto *Capra*, da Gassendo *Face*, lo chiamiamo globo, perchè è per lo più rotondo. I Globi di rado si vedono, e da per tutto, ma nella Città di S. Maria della Parilla sono frequenti, come riferisce Ulloa nelle Memorie di Parigi del 1751. La loro *Grandezza* è diversa. Seneca *Questioni naturali* Libro, e Capo 1 ne riferisce uno grande, come la Luna, lo stesso si osserva nelle *Tranfazioni* num. 462. 463. Gassendi nella *Fisica*, Sezione 3, Lib. 2 Capo 7, ne vide alcuni che avevano un diametro doppio del lunare, e perciò quattro volte più grandi della Luna. Nelle *Tranfazioni* num. 494, e Volume 47. ne descrivono alcuni della grandezza della macina d'un molino. Kirchio nel 1686 ne vide uno a Lipsia di diametro come il semidiametro della Luna. Queste grandezze diverse nascono dalla distanza diversa in cui sono da terra. La loro *distanza* e gli *Effetti* sono diversi. Quello di Kirchio illuminò l'aria che si poteva leggere. Lo stesso effetto produsse quello veduto da Balbo a Bologna di diametro, come la Luna, o che aveva lo stesso diametro di questa. Determinarono i luoghi dai quali si vide, e ne ricavarono che doveva essere lontano da terra poco meno di 20000 passi. Sparse per tutto un'odore di Zolfo, e con strepito svant. Lo stesso accadde di quello veduto gli 8 Aprile 1676 in Monterchio, ma era basso, perchè bruciava le cime degli Alberi. Nelle *Tranfazioni* num. 494 riferiscono quello veduto da un vascello in mare, che alla distanza di 50 braccia crepando fece uno stre-

strepito come 100 cannoni scaricati insieme, cinse la nave di mero solfo, una parte dell'albero di maestra mandò in seicento pezzi, 5 uomini caddero morti, e uno fu bruciato. Altri casi consimili si leggono negli Atti delle Accademie. Si muovono i globi con varia celerità; quello di Gassendi fece in 50 battute di polzo 20 miglia Italiane. Quello veduto a Ravina, e da Montanari li 31 Marzo 1676 venendo dalla Dalmazia scorre tutto il mare Adriatico, facendo 160 miglia Italiane in un minuto primo. Alcuni altri globi sono stati immobili, come quello di Kirchio, così ancora quello veduto in Francia li 4 Novembre 1753 a Berry stette immobile a 25. piedi da terra. Questi globi dagli effetti che producono, devono attribuirsi a materie accendibili. Onde anderebbono tra le Meteore ignite. Ma siccome tra questi globi si devono numerare ancora quelli che si vedono verso i due Poli della terra, e che non sono nocivi, ma illuminano solamente, come le Aurore Boreali, così per questi il luogo proprio è tra le Meteore lucide, come abbiamo veduto nei Folletti.

### LE METEORE IGNEE.

248. **T**ra le Meteore ignee si numerano 1. Il Folletto incendiario §. 245: 2. Il Globo che abbrugia §. 247. 3. Il Lampo, e il Tuono. 4. la Saetta, o il Fulmine, dei due primi abbiamo già parlato nelle Meteore Lucide §. 245. 247. Rimane ora a discorrere degli altri due.

249. La terza Meteora ignea è il Lampo, e Tuono. È il Lampo, o la Folgore, o il Baleno un'improvviso, gagliardo, momentaneo splendore dell'aria in qualche parte, ove sono nubi, o vapori, che poi si comunica a tutto il restante dell'aria. Folgoreggia il Cielo ugualmente se è sereno, che nuvolo, principalmente di estate, che è ingombrato di vapori, che non tolgono la serenità, e quando è gran caldo. Nell'Isola Giamaica, ove il caldo è eccessivo, balena ogni notte in Luglio, Agosto, e Settembre. Secondo i Paesi diversi, varia ancora è la distanza tra baleno e baleno. A Pietroburgo ogni 40" secondi folgora, a Leiden ogni 30", come osserva Musschenbroek, ma spesso tra 1, 2, e più minuti primi. Tutti i Fenomeni elettrici dimostrano ad evidenza che il baleno, il tuono, o il fulmine sono prodotti dalla materia elettrica che sta nelle nuvole. Franklin col beneficio delle punte metalliche, e col cervo volante nel tempo stesso che ha resa sensibile l'elettricità delle nuvole, ha dimostrato che da questa dipendono le Meteore ignee. Lo ha provato colla propria funesta esperienza Riemann a Pietroburgo, confermando colla sua morte l'elettricità dei fulmini. Il Baleno è una debole elettricità dei vapori dell'aria, che passa da una all'altra parte dell'aria, ove ne è poca. Il Tuono è un'elettricità più gagliarda che passa da una nuvola all'altra che non ne ha, e ciò lo fa con gran strepito per  
la

la resistenza che trova nell'aria; come appunto accade quando coll'arco d'ottone si scarica la boccia di Leiden, o il quadrato Magico. Il *Fulmine*, è un' esorbitante quantità di materia elettrica, che radunata in alcune nuvole si scarica d'improvviso in altre, che non ne hanno. Il caso di Ricmann ne è una prova evidente. Dunque queste tre Meteorre ignee non differiscono che nel più, e nel meno di Elettricità.

250. *La quarta Meteora ignea è il Fulmine e Saetta.* E' questo un violento fuoco scagliato con massima velocità dalle nubi in forma di un globo ardente, che brucia, spezza, liquefa, o riduce in cenere i corpi che incontra. I *Fenomeni del Fulmine* sono i seguenti. 1. I Fulmini non sono frequenti da per tutto. Nella Groenlandia appena tuona o saetta, come riferisce Hans Egede. Lo stesso accade nella Baia d'Hudson al riferire di Ellis, benchè per 6 settimane fosse stato caldo; ma quando tuona, fanno i tuoni un' orrendo mugito, e abbrugiano gli alberi. Nella Scizia e le parti Settentrionali d'Asia, e d'Europa, nell' Etiopia, e Egitto, appena cadono fulmini, come notò Plinio, e Olao magno. Così si osserva in Scozia, in Ibernia, e in Inghilterra. Non sono frequenti in Napoli, e in Sicilia i fulmini, ma quando vengono ne caderanno 5, o sei in un minuto. A Tubinga in 9 anni furono 131 temporali, come osservò Krafft. A Delft, e a Leiden 15 volte l'anno è Temporale, massime negli anni caldi; nei freddi appena 5, come osserva Musschenbroek. 2. I Fulmini in tre maniere possono uccidere o pel timore dell'orrendo strepito che fanno, o rarefacendo l'aria d'intorno, o condensando il sangue, e i fluidi del corpo. Nel 1750 una moglie d'un molinajo in Olanda fu colpita da un fulmine che abbruciò il molino, ma estratta tosto dalla fiamma ritornò in se senza alcun danno. Lo stesso accadde a un giovine nel 1717 a Amburgo, che restò per un poco stordito, e poi si ricuperò. Du Verney nella Storia dell'Accademia di Parigi, e Pitcarnio *de motu sanguinis* avendo aperto molti uccisi da fulmini vi trovarono i polmoni rilasciati come accade agli animali morti nel vuoto. Nel 1680 in Francia due uomini furono gittati a terra da un fulmine. Il primo morì, non avendo nè segno di lesione, nè di abbruciamento nel corpo. Il secondo che morì dopo 8 ore era bruciato dal lato destro, ma aveva intatte le vesti. Vedi il Diario dei Sapianti nel 1684. 3. i Fulmini colpiscono per lo più i luoghi eminenti; ciò è un effetto naturale; perchè i luoghi alti s'incontrano i primi. 4. I Fulmini spesso fanno stravaganti effetti. Vicino a Roven in Francia cadde nel 1755 un fulmine nella Polveriera ove erano 800 botti di polvere, fracassò due botti senza dar fuoco alla polvere. Liquefa i metalli lasciando il vaso ove sono. Liquefecce un vaso di stagno, e i denari che erano dentro un fazzoletto, lasciando questo intatto. Vedi Kundmann *in rarioribus natura, & Artis Sect. 2. Art. 24.*

## LE METEORE AEREE, O LI VENTI.

251. **O**gni moto dell'aria si chiama *Vento*. Molte *Cause* nell'aria possono produrre il vento. E' l'aria un fluido, come abbiamo veduto, che è elastico; quindi affetta sempre l'Equilibrio nelle sue parti, onde se si rarefa in un luogo, l'aria contigua che è più densa ivi si dilaterà, e produrrà un moto, che si chiama Vento. Se si condensa l'aria in un luogo, crescendo ivi la sua densità, e perciò l'elaterio, si dilaterà occupando i luoghi vicini, per rimettersi in equilibrio. Molte possono essere le cause della rarefazione, e condensazione. Il caldo, la fermentazione &c. il freddo, lo svaporamento &c. onde molte sono le cagioni dei Venti. Commodamente a tre possono ridursi. *All'Attrazione della Luna, e del Sole sull'aria; alla Rarefazione, e alla Condensazione di questa.* Come influisca l'Attrazione dell'aria al suo moto, o al vento rimane a vedersi, avendo poco fa osservato, come le altre due cause lo producano. Parlando delle Maree abbiamo osservato che per l'azione dei due luminari maggiori sulle acque del mare, queste alzandosi nei luoghi opposti, e abbassandosi nei laterali, mutano la loro figura sferica in sferoidica, ed essendo l'azione del Sole, e della Luna continua sulle acque, e movendosi la Luna intorno la terra, e questa intorno al Sole, ne verrà che la sferoide acquistata dalle acque muterà sito ogni momento, rivolgendo il suo asse più lungo a diversi punti del Cielo. Quindi tutto il corpo dell'acque del mare sarà in un moto continuo. Ora quello che accade al mare per l'azione dei due luminari, dovrà prima accadere all'Atmosfera; onde questa sarà in un moto continuo, cioè vi sarà in essa un vento perenne; e siccome, secondo la situazione dei luoghi del mare rispetto alla terra, e riguardo agli altri luoghi, produce molte variazioni nelle Maree; così le stesse cagioni le produrranno nei venti.

252. I Venti possono considerarsi o riguardo al *Luogo dell'Atmosfera* da cui soffiano; o riguardo alle *Cause* che li producono. Rispetto al *Luogo, o Regione dell'Aria* dalla quale spirano si dividono in 32 Venti. Omero nell'*Odissea* non riconobbe che i quattro venti principali che spirano dalle quattro parti del Mondo, Oriente, Occidente, Mezzogiorno, e Tramontana. Ai suoi tempi non si erano ancora arrischiati gli uomini di andare in alto mare, ma navigavano sempre a vista della terra. Col progresso del tempo essendosi più perfezionata la Nautica, massime coll'invenzione della bussola, arrivarono a determinare con maggiore esattezza i 4 punti principali del Mondo, e avendo bisogno della direzione dei venti, che si chiamano *Rombi*, li divisero secondo le occorrenze in altri quattro intermedj indi in altri 8, e finalmente perfezionata la Nautica, meglio distinguendo i venti, divisero tutto il cerchio, chiamato *Rosa dei Rombi* in 32 parti uguali, ciascuna

scuna delle quali contiene  $11 \frac{1}{4}$  gradi, e  $\frac{1}{4}$  del cerchio; e di fatto moltiplicando 32 per  $11 \frac{1}{4}$ , il prodotto è 360, cioè la periferia del cerchio. Ciascun vento adunque, o Rombo di vento è lontano dall'altro  $11 \frac{1}{4}$  gradi, e  $\frac{1}{4}$  di cerchio; onde con più esattezza al presente si può regolare in alto mare della nave il cammino.

253. I nomi di ciascheduno dei 32 venti si esprimono meglio in Francese, che in Italiano, e perciò daremo prima i nomi Francesi, indi gli Italiani corrispondenti. *Est*, Levante; *Ovest*, Ponente; *Sud*, Ostro; *Nord*, Tramontana; Tra il Nord e l'Ovest si dice *Nord-Ovest*, Maestro; Tra il Nord e l'Est si chiama *Nord-Est*, Greco; Tra il Sud, e l'Ovest, si dice *Sud-Ovest*, Garbino, o Libeccio; Tra il Sud e l'Est vi è *Sud-Est*, Sirocco; Tra il Nord, e Nord-Ovest vi è *Nord-Nord-Ovest*, Maestro Tramontana; Tra il Nord, e Nord-Est vi è *Nord-Nord-Est*, Tramontana Greco; Tra il Sud e Sud-Ovest vi è *Sud-Sud-Ovest*, Ostro Garbino; Tra il Sud e Sud-Est vi è *Sud-Sud-Est*, Ostro Sirocco. Tra il Nord-Ovest, e Ovest vi è l'*Ovest-Nord-Ovest*, Ponente Maestro; Tra il Nord-Est, e l'Est vi è *Est-Nord-Est*, Greco Levante; Tra il Sud-Ovest e l'Ovest vi è *Ovest-Sud-Ovest*, Ponente Garbino; Tra il Sud-Est e l'Est vi è *Est-Sud-Est*, Levante Sirocco. Ciascuno di questi 16 venti ha di fianco un'altro che si dice un quarto, o quarta di vento che piglia il nome da quello che gli viene appresso col aggiunta di  $\frac{1}{4}$ , onde con 16 quarte formano in tutto 32 venti.

254. I Venti ancora si dividono §. 252 riguardo alle Cause, che li producono, e questi sono di quattro Sorta; cioè 1. *Venti generali*, e *costanti*. 2. *Venti anniverfarj*. 3. *Venti marini*, e *terrestri* detti anco *Altani*. 4. *Venti liberi*, o *vaghi*.

255. I *Venti generali* spirano solamente tra i Tropici, o nella Zona torrida, nell'Oceano Atlantico, Etiopico, Pacifico, e parte dell'Indiano. Fuori dei Tropici soffiano i venti anniverfarj, e liberi. Dei venti generali e costanti parla molto bene Allei Traduzioni n. 182, Dampier nel Trattato dei venti, e Alembert dei venti a Parigi 1747, e Frisio de *Gravitate universalis*. Nell'Oceano Atlantico, ed Etiopico spira un perpetuo vento Orientale, detto Levante diretto a Borea nell'Atlantico, e ad Ostro nell'Etiopico. Perchè li Bastimenti che vanno in America, passate l'Isole Canarie, alla distanza di 8 miglia sperimentano il vento Borea, che si accosta al Levante. Questo vento perpetuo da gradi 28, a 23 è debole da 23, a 12, o 14 è veemente. Ciò avviene perchè dai gradi 14 ai 23 liberamente scorre tra l'Isole Antille che sono tra il Seno del Messico e l'Oceano Atlantico; al contrario dal grado 23 al 28 questo vento orientale trova la Florida, o il continente di America che frena, e spezza il suo impeto. Quei però che vanno alle Isole Caribe vedono che il vento viene dalla parte di Levante. Nel seno del Messico è placido. Da Cartagine a Porto Belo spirano venti Boreali, o del Sud. Lo stesso vento Orientale si trova in molti luoghi del

Mar Pacifico e Indiano. Hanno però in questi mari molte anomalie che nascono dai Continenti, e dai venti anniverfarj, come nel mare Indiano che per sei mesi spirano da una parte, e per sei altri da un'altra.

256. La prima specie di venti la rifondono alcuni dal corso del Sole che si fa sempre sulla Zona torrida, onde l'aria si rarefa molto da Oriente verso Occidente, che è il moto diurno del Sole. Galileo li ripete dal moto della terra. Ma è più probabile che abbiano la stessa origine che le Maree dall'attrazione dei due Luminari, che è una causa più costante della rarefazione, e perciò più atta a spiegare i venti generali, e costanti.

257. La seconda specie abbraccia i *Venti anniverfarj* un'esempio di questi lo abbiamo veduto nel §. 255. nel mare Indiano, che per sei mesi spira per una direzione, per sei altri in direzione opposta. Tra i venti anniverfarj si numerano ancora le *Etesie* degli antichi, sono distinti tra di loro pel tempo, la durata, e la direzione. In Grecia, Tracia, Macedonia, e l'Arcipelago cominciano li 6 di Luglio, e spirano dal Settentrione per 40 giorni, e così rinfrescano l'aria nei caldi eccessivi della stagione. Nel golfo di Narbona nel tempo stesso spirano il Levante, e l'Ostro, in Spagna il Levante, e a Napoli il Ponente da Giugno a tutto Agosto, dal mezzogiorno, sino a 21. ora Italiana. Alle bocche del Nilo le Etesie sono i venti settentrionali, che vengono costantemente all'ora 9 di mattina Francese. In Olanda sono Etesie i venti Settentrionali, che ritornano ogni anno a Settembre, e durano per tutto il mese.

258. La terza specie sono i *venti marini*, e *terrestri*, che regolarmente soffiano in alcuni paesi. In molti luoghi, spirano i *venti di mare* e cominciano 3 ore prima di mezzo giorno placidamente, e sempre vanno crescendo, indi 3 ore dopo mezzodì si fanno più forti, e cessano a 5 ore, per ritornare il giorno appresso. Questa specie di venti regnano per lo più nei Promontorj, e nei Seni; ove sono miti. I *Venti di terra*, dai Continenti, e dall'Isole soffiano verso il mare, nei Promontorj non soffiano, e forti sono nei Seni. Nascono questi venti dal calore del Sole che ora rarefa l'acque del mare, ed ora la terra; onde si rompe l'equilibrio dell'aria.

259. La quarta, e ultima specie sono i *Venti Liberi* che spirano nelle Zone Frigide, e Temperate. Non conservano questi alcuna regola nè di tempo, nè di durata, e dipendono dalla rarefazione, o condensazione dell'aria secondo le diverse circostanze del sito dei luoghi, delle selve, dei monti, dei laghi, dei fiumi, delle nevi che cadono sui monti vicini &c. Il monte Gennaro carico di nevi produce Borea in Roma, i monti d'Avella che sono parte degli Apennini lo eccitano in Napoli. Lo stesso monte Gennaro di là dai monti produce l'Ostro, nella Sabina il Levante, in parte dell'Abruzzo il Ponente. Quasi da per tutto le nevi che cadono sui monti, colla loro copiosa esala-

esalazione di particelle Saline producono nei piani sottoposti un vento freddo. In Olanda, ove non sono montagne spirano i venti seguenti ogni anno. Borea per giorni 42, Maestro per 33, Ponente per 77, Libeccio per 58, Ostro per 33, vento orientale, o Euro per 26, Levante per 53, Greco per 43. Su di questi venti, si veda Musschenbroek nella sua *Introductio ad Philosophiam naturalem* ristampata a Leiden in due tomi in 4 nel 1762.

260. E' necessario di avvertire intorno ai venti che solamente i 4 venti cardinali Est, Nord, Ovest, Sud sono gli stessi, o spirano dalla stessa parte del Mondo per tutti i luoghi della terra; perchè l'Orizzonte taglia da per tutto i Meridiani ad angoli retti, quantunque questi convergano verso i Poli, e i Rombi dei venti si esprimano per una curva particolare, §. 690. Parte 2. Fisica detta Lissodromica. Per lo contrario gli altri venti intermedj secondo i diversi luoghi della terra hanno ancora nomi diversi; perchè la linea dei Rombi dei venti è una spirale, detta Lissodromica, e perchè i Meridiani convergono verso i due Poli del Mondo, onde la stessa linea di Rombo fa sempre angolo diverso coi Meridiani che incontra. Spira in Olanda il Libeccio, che viene dalla parte dell'Equatore, e quivi col Meridiano faccia un'angolo di gradi 45, lo stesso vento farà un'angolo maggiore cogli altri Meridiani quanto più ci accostiamo al Polo, e perciò altrove si chiamerà Ostro Libeccio, o altro vento laterale. E tutto ciò credo che sia sufficiente per dare un'idea della Scienza della natura, o Fisica, e della Storia naturale.

F I N E .

## I N D I C E

## DELLE MATERIE DELL' ATMOSFERA.

## A

**A**berrazione del lume che cosa è §. 185. 186. 187. 188.  
 Acqua corregge l'aria §. 36.  
 Acque acidole. §. 23. modo per farle. §. 24.  
 Alba, §. 237. Uedi Aurora.  
 Aliti §. 1. 2.  
 Aloue, o Corona spiegata. §. 234.  
 Angolo Ottico §. 102. d'incidenza, d'inclinazione, e di rifrazione, e ritratto §. 143.  
 Archibusq d'aria infiammabile. §. 28. a vento §. 48.  
 Arco Baieno. §. 233. Vedi Iride.  
 Ardores caeli; vedi Aurore.  
 Aria di che composta. §. 1. 26. elementare. §. 7. dimostrata §. 2. 3. Fattizia §. 2. sua pressione, o col peso, o coll' elaterio dimostrata. §. 7. altra esperienza per la pressione §. 9. altre per l' Elaterio §. 9. Peso naturale dell'aria §. 10. Altre esperienze per la pressione dell'aria §. 12. 13. primi inventori di questa §. 14. la pressione che fa sopra i corpi §. 14. Se la pressione nasce dall' orror del vacuo, o da suzione, o da altro §. 15. Aria sottile non si dà. §. 15. Peso dell'aria dimostrato §. 16. Elaterio dimostrato §. 16. parti dell'aria. §. 17. Aria fissa che cosa è §. 17. Legge con cui si rarefa nella macchina del Boyle. §. 18. Fenomeni che dipendono dal peso, e elaterio dell'aria spiegati. §. 19. Forza attraente dimostrata. §. 20. 21. conservazione dei corpi nel Voto §. 21. Specie diverse d'aria. §. 22., e segu. Vedi Specie diverse d'aria. Se tutte queste specie d'aria sono tra loro diverse. §. 38. Macchine e Istromenti per far varie esperienze su d'essa §. 39. e segu. Vedi Macchine, e Istromenti per far varie esperienze su d'essa §. 39. e segu. Vedi Macchine, e Istromenti, Barometri. §. 49. cause che accrescono e diminuiscono il peso dell'aria. §. 50. Altezze del Barometro in Paesi diversi §. 50. Il salire e scendere nei tempi buoni e cattivi spiegato §. 50. 51. 52. Nuova Teoria dell'aria di de Luc. §. 53. 54. Fenomeni spiegati secondo questa §. 54. carte 40. Barometri diversi. Carte 42. e segu. Nonnio, e Vernier carte 43. Termometro col Barometro. Carte 43. sua altezza. §. 55. Umido, e secco dell'aria misurato. §. 56. Caldo, e Freddo nell'aria fino a che segno soffribile. §. 61. Macchina per com-

primere l'aria. §. 62. Suono nell'aria §. 63, e segu. vedi Suono.  
 Asse d'incidenza, e di rifrazione. §. 143.  
 Atmosfera. Sezione 4. §. 1. e segu. Dei corpi. §. 26. Vedi Aria, Barometri, Peso, Elaterio, sua altezza. §. 55.  
 Attrazione dell'aria dimostrata. §. 20.  
 Aurora spiegata, e sua quantità. §. 237. Boreale, e Australe. §. 239. Ai tempi antichi conosciute coi nomi *Soles nocturni*, *Fulgores*, *Ardores Caeli* &c. §. 239. Spiegazione delle Aurore. §. 240.  
 Altri Fenomeni consimili ad esse. §. 241.  
 Australe Polo sono giunti al Grado 72. §. 239. carte 145.

## B

**B**aleno. §. 249.  
 Barometri. §. 49. e segu. loro inventore, e maniera di farli. §. 49. loro varia altezza carte 35. 38. modo di farne la divisione se non si ha altro Barometro, che chiamano trovar *la linea del livello*. Carte 35.  
 Barometro Fosforo, e Conico di Prinn. carte 36. Se predicono il tempo buono, e cattivo §. 50. Fenomeno singolare nel tempo buono, e cattivo §. 50. 51. 52. Nuova Teoria dei Barometri di de Luc. §. 53. 54. e segu. Barometro nuovo di de Luc, di Ramsden, e Nairne. Carte 41, e segu. Nonnio, o Vernier spiegato carte 43. Termometro applicato al Barometro, con una scala particolare carte 43. 44. modo di trasportarlo. Carte 44. Nuovo Barometro comodo da trasportarsi, sicuro, e più semplice da me inventato carte 45.  
 Baroscopio. Vedi Barometri.  
 Boile sua macchina §. 3. Vedi Macchina Pneumatica.  
 Bolide. §. 247. Uedi Globo lucido.  
 Botino. §. 241.  
 Brina che cosa è §. 222.  
 Bufera §. 230. 231. vedi Turbine.  
 Buffolino dei Microscopj. §. 262.

## C

**C**aldo, e freddo nell'Atmosfera fino a che segno soffribile. §. 61.  
 Camino dei raggi nei Cannocchiali. §. 185. 186. 189. 190. 191.  
 Campana si attacca al piatto quando si vota d'aria per la pressione dell'aria esterna §. 7.  
 Cannocchiali §. 153. fino a 160, e §. 174. e segu. Vedi Tubi Ottici. Camino.  
 Capra saltante. §. 241. Capra o Globo lucido. §. 247.

Carta

Carta non è penetrata dell'aria. §. 7.  
 Calore, e Polluce. §. 244. osservato inter-  
 ra a Duino per la forza che hanno le pun-  
 te metalliche di tirare l'Elettricità. §. 244.  
 Ca. eto d'incidenza §. 115. 127. di riflessio-  
 ne e obliquazione §. 127.  
 Ca. ottica, o luce riflessa §. 127. e segu.  
 Definizioni. §. 127. determinar il sito  
 dell'immagine in uno specchio piano. §.  
 128. Lo specchio Piano non muta l'ima-  
 gine, ma segue questa la distanza, e il  
 moto dell'oggetto. §. 129. I specchi di  
 cristallo hanno due immagini, di metallo una  
 e modo di far questi. §. 130. Loco dell'  
 immagine nei specchi inclinati all'Orizzonte  
 §. 131. Moltiplicazione dell'immagine nei  
 specchi posti in giro. §. 132. Molti spec-  
 chi piani, che mandano l'immagine del So-  
 le in un punto, possono bruciare, come  
 forse fece Archimede. §. 132. Sito, e  
 grandezza dell'immagine in uno specchio  
 convesso §. 133. 134. Quando si vede l'  
 immagine sulla superficie dello specchio  
 §. 135. Quando si vede fuori. §. 136. Si-  
 to, e grandezza dell'immagine dell'ogget-  
 to in uno specchio concavo. §. 137. Ca-  
 so particolare. §. 137. Quando si vede  
 sulla superficie. §. 138. Quando fuori;  
 e Teorema fondamentale per determinare  
 il sito dell'immagine. §. 139. Specchi  
 caustici, o ustori, i più celebri. §. 140.  
 Determinare come si riflettono i raggi da  
 uno specchio concavo, secondo i punti di-  
 versi dai quali vengono. §. 141. 142.  
 Cavalletto d'Ugenio per li tubi Ottici lun-  
 ghi. §. 184.  
 Cheselden chirurgo Inglese. Vedi Cieco na-  
 to.  
 Cieco nato guarito da Cheselden, e suoi fe-  
 nomeni per spiegare la vista. §. 99.  
 Colori naturali opinioni diverse. §. 205. La  
 luce è eterogenea ed ha diversa rifrangibi-  
 lità, e riflessibilità secondo Newton.  
 §. 206. 207. 208. 209. 210. Objezioni fat-  
 te a questo Sistema sciolte. §. 211. Come  
 si spiegano i colori in sentenza di Newton.  
 §. 212.  
 Compressione dell'aria vedi Aria.  
 Coppetta antica, e moderna. §. 3.  
 Corona §. 234. Vedi Alene.  
 Crepuscolo spiegato, e sua quantità. §. 237.

D

Dardo. §. 247.  
 Diottrica o Luce rifratta. §. 143. e  
 segu. Definizioni. §. 143. Vedi Lente,  
 Raggi, Rifrazione, Asse, Foco, Angolo.  
 Legge con cui si rifrangono i raggi di lu-  
 ce passando per più mezzi, e causa della  
 rifrazione. §. 144. 145. Casi diversi dei  
 raggi di luce che cadono sopra mezzi di-  
 versi. §. 146. e segu. Regole per le lenti,  
 e li Menischi §. 149. Raccolgono questi  
 più lume che le lenti convesse. Carte 101.  
 Determinare generalmente tutti i casi del-

le lenti §. 150. 151. Vedi Microscopi,  
 Tubi ottici, e Colori §. 152, e segu. Tu-  
 bi Ottici §. 153. Microscopio §. 152. Va-  
 rie specie di tubi §. 155. Notizie prelimi-  
 nari per li Tubi, e Microscopi §. 156.  
 157. 158. Loro ingrandimento §. 159. 160.  
 Microscopio semplice a una lente, o pallina.  
 §. 162. Vedi nuove Osservazioni Microscopiche.  
 Microscopio Solare di rifrazione. §.  
 163. sua descrizione. §. 164. Solare di ri-  
 flessione. §. 165. Microscopio composto. §. 166.  
 descrizione del più perfetto. §. 167. In-  
 grandimento, come si determina. §. 168.  
 Varie sorta di Microscopi composti. §.  
 169. Microscopio Acromatico univer-  
 sale. §. 170. 171. Microscopio Catadiottri-  
 co. §. 172. Uso dei Microscopi composti.  
 §. 173. Tubi ottici §. 153. varie specie §.  
 155. Notizie preliminari per li tubi, e  
 Microscopi §. 156. 157. 158. Loro ingran-  
 dimento. §. 159. 160. loro Storia, e au-  
 tori §. 174. Tubo Galileano, suo uso e  
 difetti §. 175. Tubo teatrale, o Spioncino.  
 §. 176. Spioncino a 4. mutazioni del ca-  
 vo §. 176. di Menischi a tamburo. §. 176.  
 Loro uso singolare. §. 177. 181. Spionci-  
 no per li Presbiteri. §. 178. per li Miopi.  
 §. 179. Tubo celeste, o Telescopio §. 180.  
 Invenzione, e valore dei Menischi. §. 181.  
 Tubo terrestre, o Cannocchiale, e modo  
 di combinar le lenti. §. 182. Ingrandi-  
 mento dell'oggetto, chiarezza e distinzi-  
 one. §. 183. Cavalletto d'Ugenio per li  
 tubi lunghi. §. 184. Camino dei raggi, e  
 loro aberrazione. §. 185. 186. e segu.  
 Tubi Acromatici. §. 186. L'Aberrazione  
 è doppia. §. 186. 187. 188. Camino dei  
 raggi esaminato. §. 189. 190. 191. Singo-  
 lare uso dei Menischi. §. 181. 183. Car-  
 te 118. Cannocchiale a Menischi. §. 192.  
 Cannocchiale di Dollon, o Acromatico  
 descritto. §. 193. Altro consimile. §. 194.  
 Combinazioni di tutti due pel Cielo. §.  
 195. 196. Conseguenza generale per le  
 combinazioni. §. 197. Chi inventò il tubo  
 Catadiottrico. §. 198. Tubo Catadiottrico  
 Gregoriano §. 199. di Chassegrain. §. 200.  
 di Newton. §. 201. 202. 203. Acromati-  
 co. §. 204. Autori che parlano, di pal-  
 line Carte 125. Colori dei raggi di luce,  
 e dei corpi. §. 205. fino a 213.

E

Ecco che cosa è, e varj celebri Ecco. §.  
 71.  
 Elaterio dell'aria dimostrato. §. 16. non si  
 fa ancora da che nasca §. 17. in parte  
 spiegato. §. 17. Fenomeni dipendenti da  
 esso spiegati. §. 19. 21.  
 Esalazioni §. 1. 2.  
 Effidria, o squarciamento di nube nasce dal-  
 la elettricità. §. 231.  
 Estensione visibile, e tangibile sono diverse.  
 §. 98.

F

- F**Acco, o Globo lucido. §. 247.  
 Fiochi di neve. §. 229.  
 Flogisto o Fuoco concentrato. §. 17.  
 Folli Francesco inventor dell'Igrometro. §. 56.  
 Foco delle Lenti. §. 94. Reale, e virtuale, o immaginario. §. 143.  
 Folgore. §. 249. vedi Lampo.  
 Folletti descritti, e spiegati. §. 245. Folletto incendiario. §. 248.  
 Fontana intermittente. §. 47.  
 Forza attraente dell'aria dimostrata. §. 20.  
 Freccia. §. 241.  
 Freddo è caldo nell' Atmosfera fino a che segno soffribile. §. 61.  
 Fulmine varj effetti spiegati, e sua causa. §. 250.  
 Fuoco concentrato. §. 17. Fuoco di S. Elmo. §. 244. Vedi Castore, e Pollice.  
 Fuoco fatuo, o lambente spiegato. §. 246.

G

- G**lobo lucido, o Bolide, detto anche Capra, o Face, esposto, e spiegato. §. 247.  
 Globo incendiario. §. 248.  
 Grandine come si forma, e suo peso diverso. §. 228.  
 Guerichio Ottone inventor della macchina Pneumatica. §. 3.

I

- I**grometro, suo inventore è Folli, d'ultima invenzione accurato. §. 56.  
 Intensità del lume. §. 75. e segu.  
 Iride, o Arco baleno primario e secondario. §. 233. Spiegazione, e Fenomeno di Bouguer. §. 233.  
 Istromento per far tutti i moti nel voto. §. 7.

L

- L**ampo, e Tuono loro Fenomeni spiegati. §. 249.  
 Lancia. §. 241.  
 Lente convessa, cava, e cavo convessa, o Menisco. §. 143. Lente esploratrice. §. 158.  
 Lenti a tamburo. §. 176. 177. 178. 179. 181. 188.  
 Linea del livello nei Barometri, modo di trovarla. §. 49. carte 35.  
 Luce da chi prodotta, e il suo trattato diviso in Ottica, Diottrica, e Catottrica. §. 72. Autori che ne hanno parlato. §. 72. 73. Vedi Ottica, Diottrica, e Catottrica. Come si propaga §. 75. e segu. Quanta ne arriva dal Sole, le Stelle &c. a noi, secondo l'altezza del corpo luminoso dall'orizzonte. §. 78. Quando i raggi si reputano paralleli. §. 79. 80. Le parti della luce sono sottilissime. §. 81. Il corpo illuminato manda i raggi per ogni direzione. §. 82. 83. Come si fa la riflessione. §. 83. Inflessione, e dispersione del lume. §. 84. La luce è corpo. §. 85. L'angolo d'incidenza è uguale a quello di riflessione. §. 86. E ciò sebbene le parti della luce siano sottilissime. §. 87. La pro-

pagazione della luce è successiva, e si fa in 8 minuti dal Sole a noi. §. 88. È una vera emanazione del Sole. §. 89. Perché colla sua velocità non rovina tutti i corpi. §. 90. 91. Visione e suoi Fenomeni. §. 92. e segu. Vedi Visione. Luce riflessa, vedi Catottrica. Luce rifratta, vedi Diottrica. La luce è eterogenea, e composta di parti che hanno diversa rifrangibilità, e riflessibilità. §. 206. a 212.  
 Lume zodiacale sua forma, moto, e spiegazione. §. 238.  
 Luminoso corpo. §. 72.  
 Luna orizzontale perchè apparisce maggiore. §. 117. 118.

M

**M**acchina per far tutti i moti nel voto. §. 7. per la caduta dei gravi. §. 8. per accendere la polvere. §. 8. per far una pioggia lucida. §. 10.  
 Macchina Pneumatica, o Boileana §. 3. inventata da Guerichio, e perfezionata da Boyle §. 3. di Nollet §. 3. di Auksee, di Gravesand, di Desagulier, e di Muscembroek §. 3. e segu. più spedita a valvole §. 4. Altre Inglese ultime più perfette di Smeaton §. 5. 6. e segu. Legge con cui si rarefa l'aria. §. 18.  
 Macchine, e istromenti diversi per far molte esperienze sull'aria. §. 39. e segu. Macchina per trovare l'attuale compressione che fa. §. 39. Macchina per sperimentar l'aria prodotta dal fuoco. §. 40. per provar a che grado bolle l'acqua nel voto. §. 41. per votar d'aria una caraffa, e mantenerla così. §. 42. per provar se il suono si sente nel voto. §. 43. per veder gli effetti di varj corpi insieme misti nel voto. §. 44. Lo stesso con due liquori. §. 45. Per far sospendere un fluido nell'aria. §. 46. Fontana intermittente. §. 47. Archibuso a vento. §. 48. Barometri. §. 49. e segu. Termoscopio. §. 58. Vedi Barometri, Termoscopi, o Termometri, e Igrometri. Macchina per comprimer l'aria in una campana. §. 62.  
 Materia sottile Cartesiana non si prova. §. 15.  
 Menisco §. 143. Regole per li Menischi e loro proprietà. §. 149. Raccogliono più lume delle lenti convesse §. 149. carte 101. Due menischi posti a tamburo. §. 176. Loro uso singolare. §. 181. Cannocchiale a Menischi. §. 192.  
 Meteore. §. 213. e segu. loro divisione. §. 213. Meteore aquose. §. 214. la Nebbia. §. 215. 216. le Nuvole. §. 217. 218. La Rugiada §. 219. 220. 221. La Brina. §. 222. La Pioggia. §. 223. Cause di essa. §. 224. Natura. §. 225. Vedi ciascuno dei detti titoli. Tempo in cui piove in varj luoghi. §. 226. Quantità diversa di pioggia. §. 227. La Grandine. §. 228. La Neve. §. 229. Il Turbine, o Trom-

ba. §. 230. 231. Vedi tutti i detti titoli.  
 Meteore lucide. §. 232. L'Iride. §. 233.  
 Alone, o Corona. §. 234. Parello, e Pa-  
 rafelene. §. 235. 236. Crepuscolo, o Al-  
 ba. §. 237. Lume Zodiacale. §. 238. Au-  
 rora Boreale. §. 239. 240. Stella cadente.  
 §. 242. 243. Castore, e Polluce. §. 244.  
 Folletto. §. 245. Fuoco fatuo. §. 246.  
 Bolide. §. 247. Vedi ciascuno dei detti  
 titoli. Meteore ignee. §. 248. e segu.  
 Folletto incendiario. Globo incendiario.  
 §. 248. Lampo, e Tuono. §. 249. Fil-  
 mine. §. 250. Vedi ciascuno dei detti ti-  
 toli. Venti. §. 251. e segu.  
 Microscopio che cosa è §. 152. Microscopio  
 semplice e varie sorta: §. 162. Solare di  
 rifrazione. §. 163. Sua descrizione. §. 164.  
 Solare di riflessione. §. 165. Microscopio  
 composto. §. 166. Descrizione del più  
 perfetto. §. 167. Ingrandimento, come si  
 determina. §. 168. Varie sorta di Micro-  
 scopi composti. §. 169. Microscopio Acro-  
 matico universale. §. 170. 171. Microscopio  
 Catadiottrico. §. 172. Uso dei Micro-  
 scopi composti. §. 173.  
 Minimo visibile uguale in tutti gli occhi.  
 §. 105. 106. Obiezione sciolta. §. 107. Il nu-  
 mero dei minimi visibili è lo stesso ovun-  
 que sia l'occhio. §. 108. 109.  
 Miopi, loro difetto, e rimedio. §. 101.  
 Mofete §. 22. 23.

N

**N**ebbia, se è folta si dice Caligine, da  
 che nasce, e suoi Fenomeni. §. 214.  
 Non si vede che ad una data distanza. §.  
 215. E' continua verso i Poli. §. 216.  
 Neve, suoi Flocchi, come si forma, rarefa-  
 zione, quantità. §. 229.  
 Nuvole, o nubi che cosa sono, salgono me-  
 no dell'altezza dei monti. §. 217. Loro  
 altezza da terra quanta è; dipende dall'  
 elettricità. §. 218.  
 Nonnio, e Vernier spiegato carte 43.

O

**O**ccchialeto §. 176.  
 Occhio e sua descrizione. §. 92. come  
 si fa la vista. §. 93. 94.  
 Orottere della visione. §. 102.  
 Orrore del vacuo. §. 15.  
 Ottica §. 72. e segu. Intensità del lume per  
 la resistenza dell'aria, e secondo l'altezza  
 diverse dall'Orizzonte. §. 78. Quando i  
 raggi d'un oggetto lontano si ponno ripu-  
 tar paralleli. §. 79. 80. Le parti della lu-  
 ce sono sottilissime. §. 81. Il corpo illu-  
 minato riflette i raggi per ogni direzione. §.  
 82. 83. Come si fa la riflessione §. 83. Inflexio-  
 ne e dispersione del lume. §. 84. La luce è  
 corpo. §. 85. L'angolo d'incidenza è uguale  
 a quello di riflessione. §. 86. E ciò sebbene le  
 parti della luce siano sottilissime. §. 87. La  
 propagazione della luce è successiva, e si  
 fa in 8 minuti dal Sole a noi. §. 88. E'  
 una vera emanazione del Sole. §. 89. Per-

chè colla sua velocità non rovina tutti i  
 corpi. §. 90. 91. Visione e suoi Fenome-  
 ni. §. 92. e segu. Vedi Visione.

P

**P**alline fatte accuratamente. carte 125.  
 Parafelene. §. 235. vedi Parafelene. §.  
 235. 236.  
 Parello. Varj riferiti. §. 235. Loro spiega-  
 zione. §. 236.  
 Peso dell'aria dimostrato. §. 16. Fenomeni  
 da esso dipendenti spiegati. §. 19. 21. cau-  
 se che lo accrescono e diminuiscono. §. 50.  
 Piante correggono l'aria. §. 36.  
 Pioggia lucida di Mercurio nel voto. §. 10.  
 Pennicillo Ottico. §. 82. 102.  
 Piede di vento che cosa è. §. 217.  
 Pioggia da che nasce. §. 223. Varie cause  
 di essa. §. 224. Piogge diverse straordina-  
 rie. §. 225. Tempo in cui piove in varj  
 luoghi. §. 226. Quantità di piogge di-  
 verse. §. 227.  
 Piramide Ottica. §. 102.  
 Pitia. §. 241.  
 Piulco. §. 3.  
 Pneumatica, vedi Macchina.  
 Polo Australe sono giunti al gr. 72. Carter 45.  
 Polluce, e Castore. §. 244.  
 Presbiteri loro difetto, e rimedio. §. 101.  
 Pressione dell'aria. Vedi Aria.

R

**R**aggi del lume. Vedi Luce, e Ottica,  
 incidenti. §. 127. 143. Effetti quando  
 passano da un mezzo raro ad uno più den-  
 so, o al contrario. §. 144. e segu.  
 Rarefazione dell'aria come si fa nella mac-  
 china Pneumatica, e legge per determi-  
 narla. §. 18.  
 Rifrazione, e Rifratto. §. 143. come si fa da  
 un mezzo a un'altro. §. 144. come si fa.  
 §. 145. Casi diversi nelle Lenti. §. 146. e  
 segu. Legge con cui si fa la rifrazione.  
 §. 144. Vedi Diottrica.  
 Rugiada varie opinioni su di essa. §. 219. Ve-  
 ne sono tre specie. §. 220. Osservazioni  
 su di ciò. §. 221.

S

**S**acca. §. 241. 250.  
 Schioppo d'aria infiammabile. §. 28. d'  
 aria sola. §. 48.  
 Secco, e umido dell'aria come si vede §. 56.  
 Smeaton corregge la Macchina del Boyle. §. 5.  
 Smerisma §. 3.  
 Specie diverse d'aria §. 22. Aria fattizia di  
 Boyle §. 22. delle Mofete. §. 23. Aria  
 fissa §. 23. macchina per farla. §. 24. Aria  
 infiammabile, e nitrosa §. 25. da che di-  
 pendano le diverse specie d'aria. §. 26.  
 Enumerazione delle specie d'aria. §. 27.  
 Aria fissa, o Mofetica §. 22. 23. Aria in-  
 fiammabile per tutto diffusa. §. 28. Modi  
 di ricavarla §. 28. Schioppo con essa forma-  
 to §. 28. Aria nitrosa. §. 29. Alcalina §.  
 30. Acido-marina. §. 31. Acido-vitriolica  
 §. 32. Acido-vegetabile §. 33. Acido-fluore.  
 §. 34.

§. 34. Aria flogificata, o corrotta . §. 35. Modi di correggerla adoprati dalla natura, e dall'arte . §. 36. Aria deflogificata, più salubre della comune . §. 37. Se tutte queste arie siano di natura diverse . §. 38. Specchi e loro fenomeni vedi Catottrica. Modo di fare quei di metallo . §. 130. Specchio d'Archimede, come fatto §. 132. Specchi caustici, o ustori §. 140. Spioncino a due lenti a tamburo, e Acromatico §. 176. per li Presbiteri . §. 179. Per li Miopi . §. 180. Squarciamento di nube, o Effidria . §. 231. Stecca dei microscopj . §. 262. Stelle cadenti viste cadere in terra . §. 242. sono prodotte, come le altre Meteore lucide dalla Elettività . §. 243. Stromento per far tutti i moti nel voto . §. 7. Suono nell'aria che cosa è . §. 63. Condizioni che si ricercano pel suono . §. 64. Tuoni musici che sono . §. 65. Proprietà del suono §. 66. e segu. non si confondono i suoni . §. 66. è il suono meno veloce della Luce, sua velocità determinata . §. 67. Non ha sempre la stessa velocità §. 67. carte 57. Va con velocità eguabile . §. 68. I suoni disuguali anno la stessa velocità §. 69. Si accresce dai corpi vicini §. 70. Tromba parlante §. 70. Carte 58. Si spiega l'Ecco, e varj celebri Ecco §. 71. Suzione se abbia luogo nella pressione dell'aria §. 15.

## T

**T**elescopio §. 153. 155. 174. 180. Vedi Tubi Ottici. Termometro applicato al Barometro, e sua scala . Carte 43. Varie specie di termometri . §. 56. e segu. I tre più accurati di Fahrenheit, e di Réaumur, e di de l'Isle, modo di farli . §. 59. 60. 61. paragone tra di loro . §. 61. Termoscopio vedi Termometro. Trave . §. 241. Tromba parlante, o di mare, di Morlandi Carte 58. Tromba d'acqua . §. 230. 231. Vedi Turbine. Tubo per far tutti i moti nel Voto §. 7. Tubi Ottici §. 153. varie specie . §. 155. Notizie preliminari per li tubi, e Microscopj §. 156. 157. 158. Loro ingrandimento : §. 159. 160. Loro Storia, e autori . §. 174. Tubo Galileano, suo uso, e difetti §. 175. Tubo Teatrale, o Spioncino . §. 176. Spioncino a 4. mutazioni di lenti Acromatico . §. 176. e di Menischi a tamburo . §. 176. loro uso singolare §. 177. 181. Spioncino per li Presbiteri . §. 178. per li Miopi . §. 179. Tubo celeste, e Telescopio §. 180. Tubo terrestre, o cannocchiale; e modo di combinar le Lenti . §. 182. Ingrandimento dell'oggetto, chiarezza, e distinzione §. 183. Cavalletto d'Ugenio per li tubi lunghi . §. 184. Camino dei raggi, e loro aberrazione . §. 185.

186. e segu. Tubi Acromatici . §. 186. L'aberrazione è doppia . §. 186. 187. 188. Camino dei raggi elaminato . §. 189. 190. 191. Singolare uso dei Menischi . §. 181. 188. carte 118. Cannocchiale a Menischi . §. 192. Cannocchiale di Dollon, o Acromatico descritto . §. 193. Altro confimile . §. 194. Combinazioni di tutti due pel Cielo . §. 195. 196. Conseguenza generale per le combinazioni §. 197. chi inventò il tubo Catadiottrico . §. 198. Tubo Catadiottrico Gregoriano . §. 199. di Chaffegrain . §. 200. di Newton . §. 201. 202. 203. Acromatico §. 204. Autori che ne parlano . Carte 125. Autori di palline . Carte 125. Turbine, Tromba, o Bufera, come si genera, varj turbini riferiti . §. 230. Conosciuto dagli antichi, ad esso si riferisce l'Effidria . §. 231.

## U

**U**Mido, e secco dell'aria determinato . §. 56.

## V

**V**Alvole primo modo di formarle . §. 4. secondo §. 6.

Vapori §. 1. 2. 3.

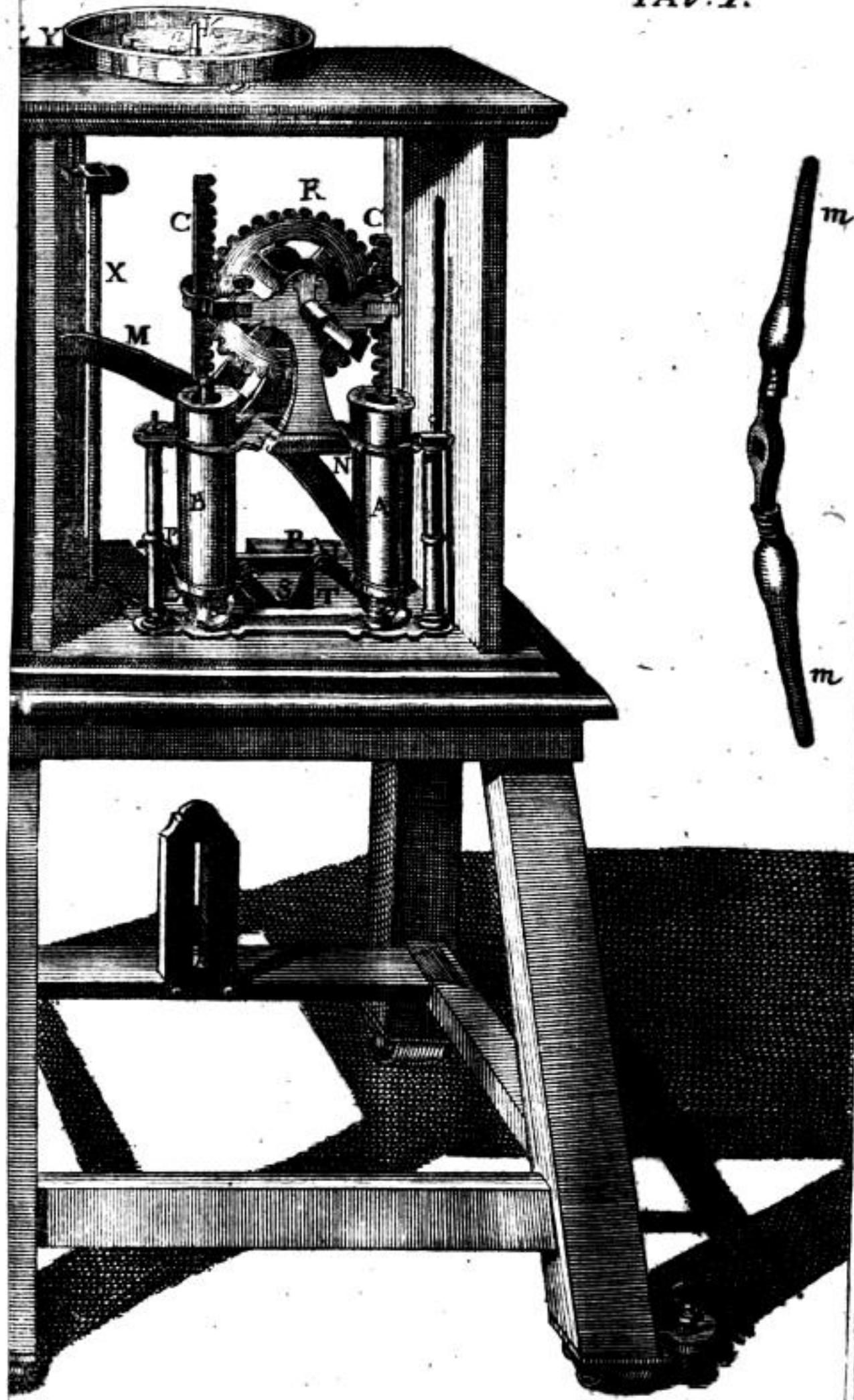
Venti che sono. Nascono da 3 cause . §. 251. Riguardo al luogo da cui spirano, sono 32 . §. 252. Nomi Francesi, e Italiani . §. 253. Divisione dei Venti §. 254. Venti generali . §. 255. Loro spiegazione . §. 256. Venti anniversarj . §. 257. Venti marini, e terrestri . §. 258. Venti liberi . §. 259. I venti mutano nome in diversi luoghi . §. 260.

Vernier, e Nonnio spiegato carte 43.

Vessica, e carta non vi penetra l'aria . §. 7. Visione e suoi Fenomeni §. 92. e segu. Descrizione dell'occhio §. 92. Osservazioni per spiegar la Visione . §. 93. 94. 95. 96. Lente e suo foco §. 94. La vista spiegata . §. 96. 97. Oggetto della vista è la luce e i colori solamente . §. 98. Estensione visibile e tangibile . §. 98. Caso d'un giovane nato cieco, che ricuperò la vista, con cui si spiegano tutti i Fenomeni di essa; riferito da Cheselden . §. 99. Visione chiara, e distinta, oscura, e confusa §. 100. Due vizj degli occhi, e loro rimedj . §. 101. Gli oggetti che vede un solo occhio sono sotto un'angolo retto . §. 103. 104. Il minimo visibile è uguale in tutti gli occhi . §. 105. 106. obiezione sciolta . §. 107. Ovunque sia l'occhio vede sempre lo stesso numero di minimi visibili . §. 108. 109. Perché con due occhi vediamo un solo oggetto . §. 110. Perché l'immagine che si dipinge nella retina è a rovescio, e l'oggetto lo vediamo dritto . §. 111. 112. Come vediamo le distanze . §. 113. 114. 115. Come vediamo la grandezza, e il moto degli oggetti §. 116. fino a 119. Altri Fenomeni concernenti alla visione spiegati . §. 120. fino a 126.

Voto, sua macchina conosciuta dagli antichi §. 3. perietto dell'Accad. del Cimento . §. 3.

TAV. I.

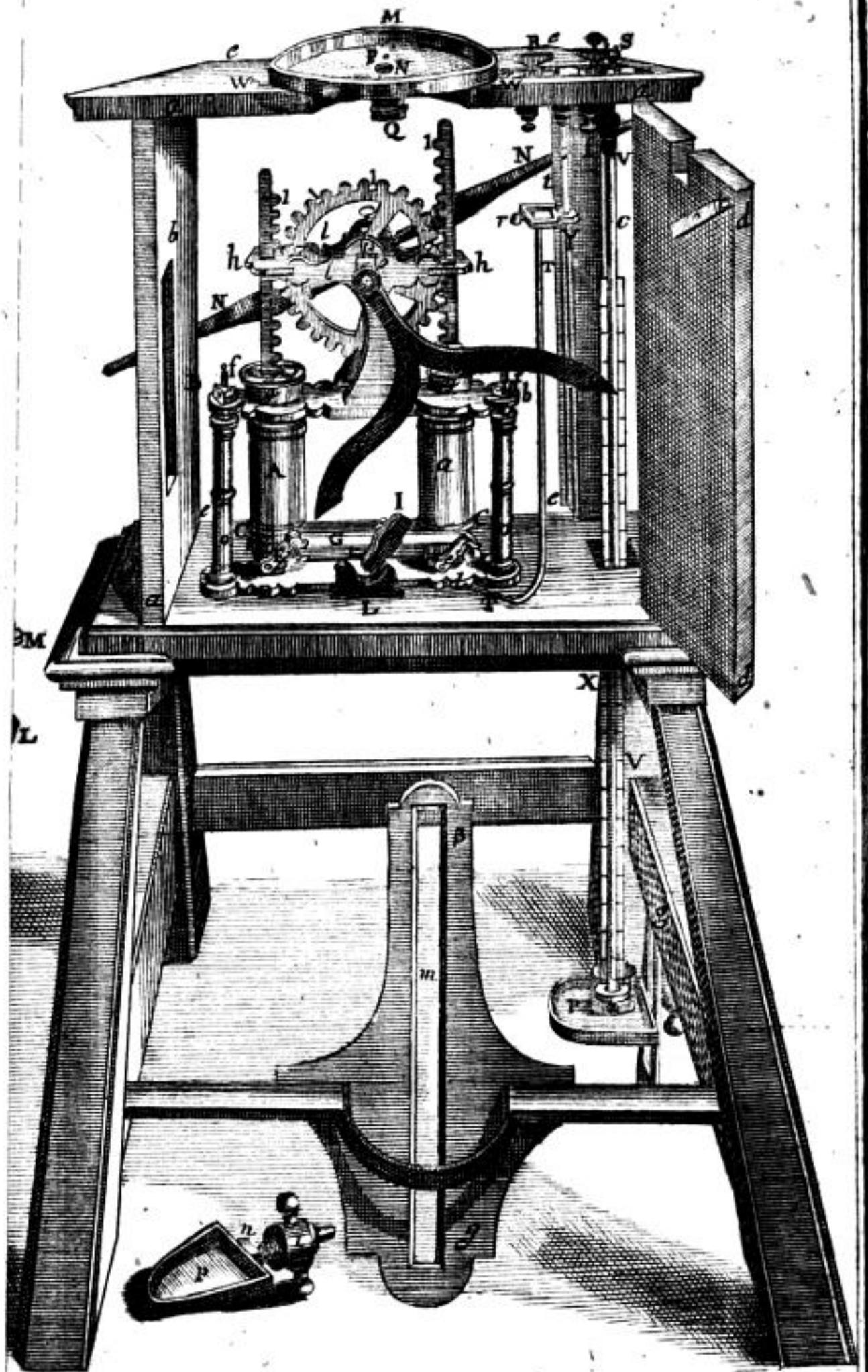


Filippo de Grado Scul.

1848

1848

TAV. II.

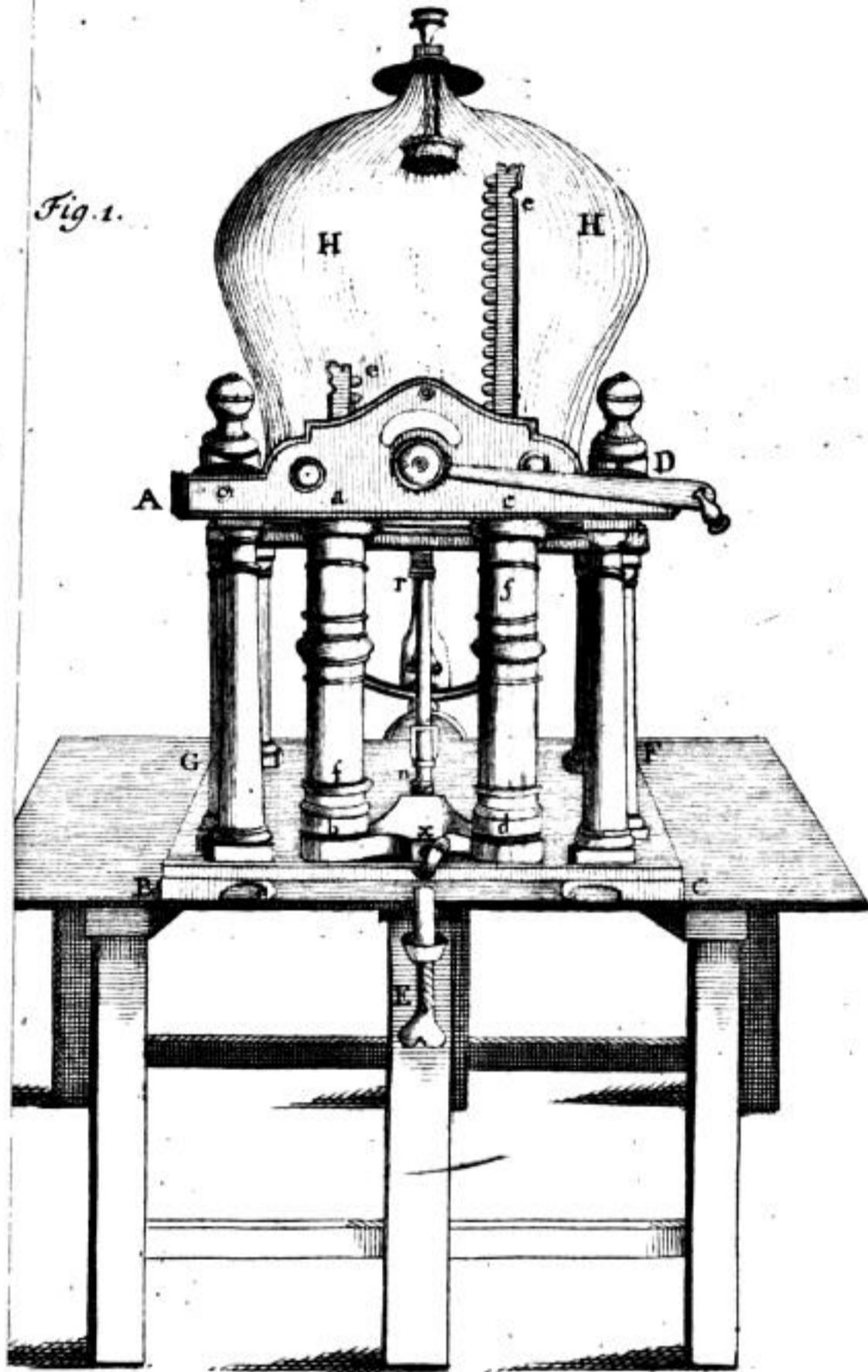


J. Jolin. et Sculp.

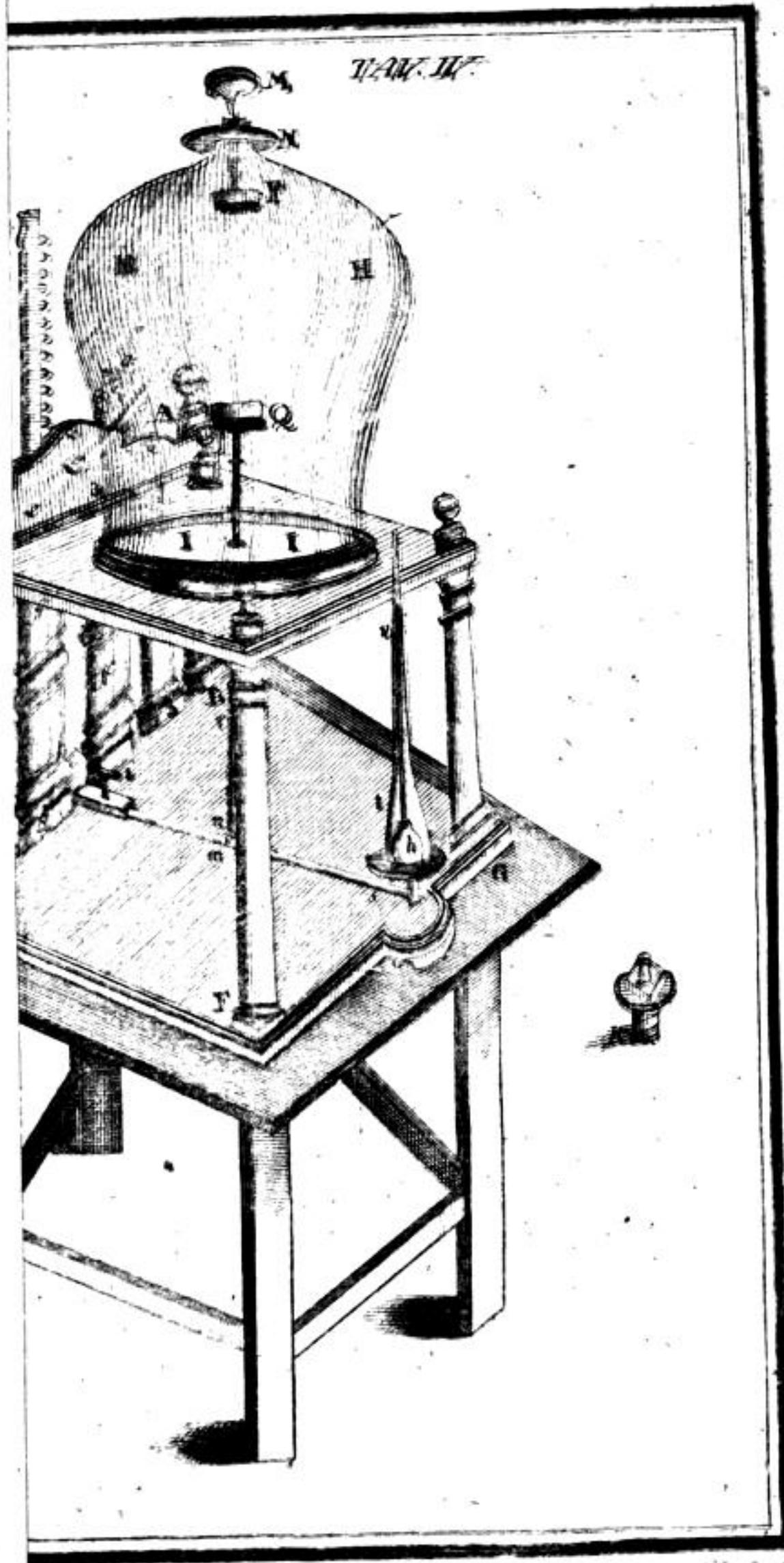
Il nome di questa città è...

Il nome di questa città è...

Fig. 1.







... ..

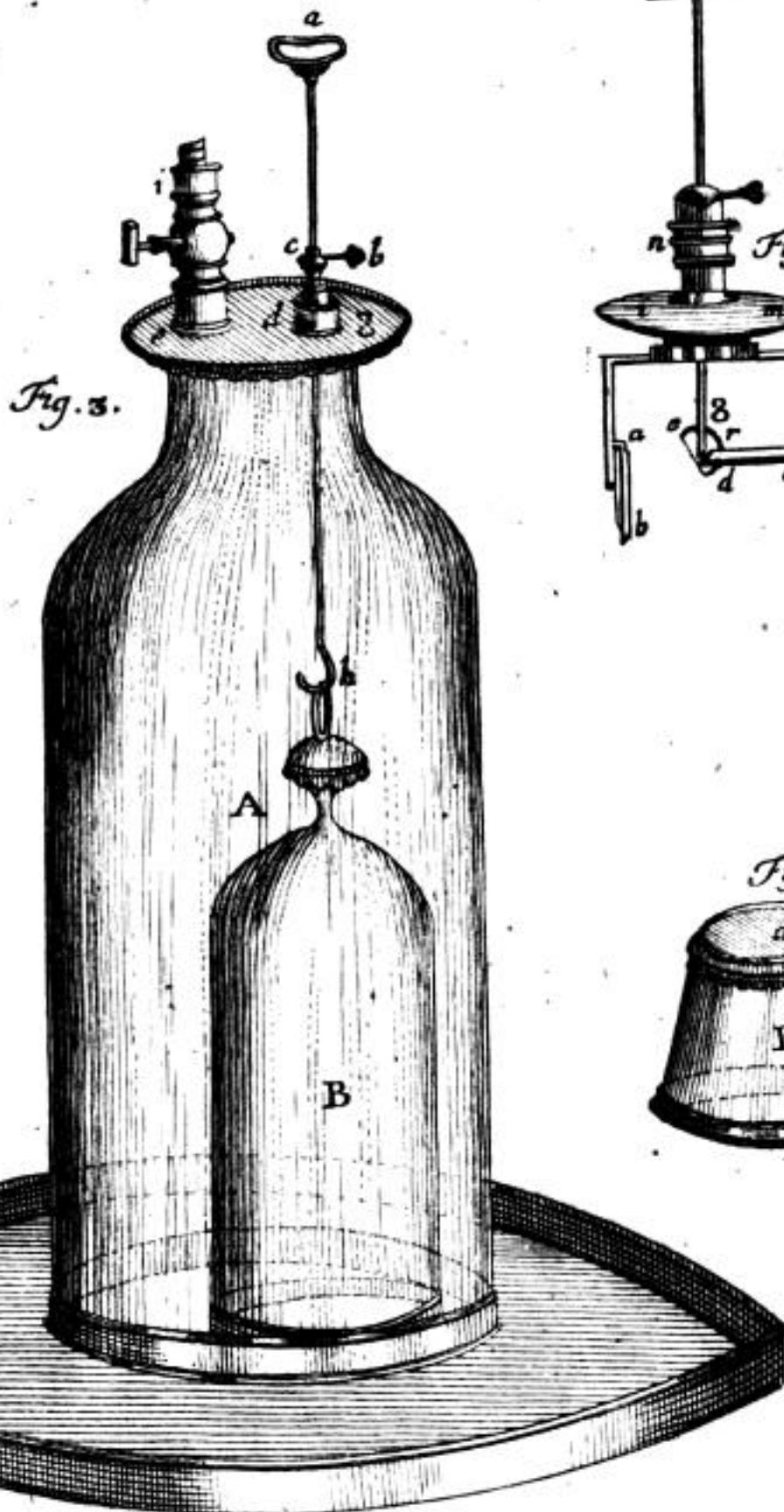




Fig. 3.

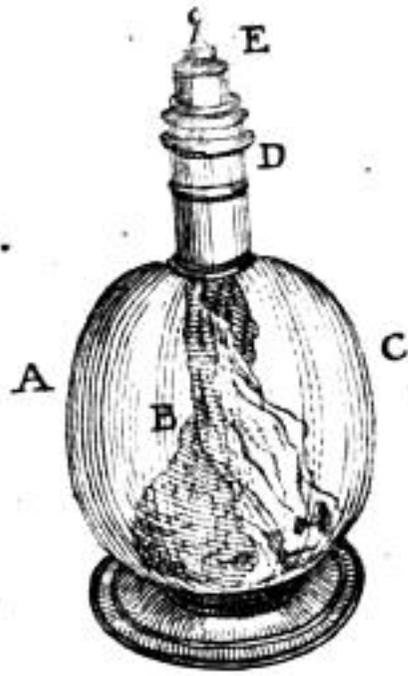
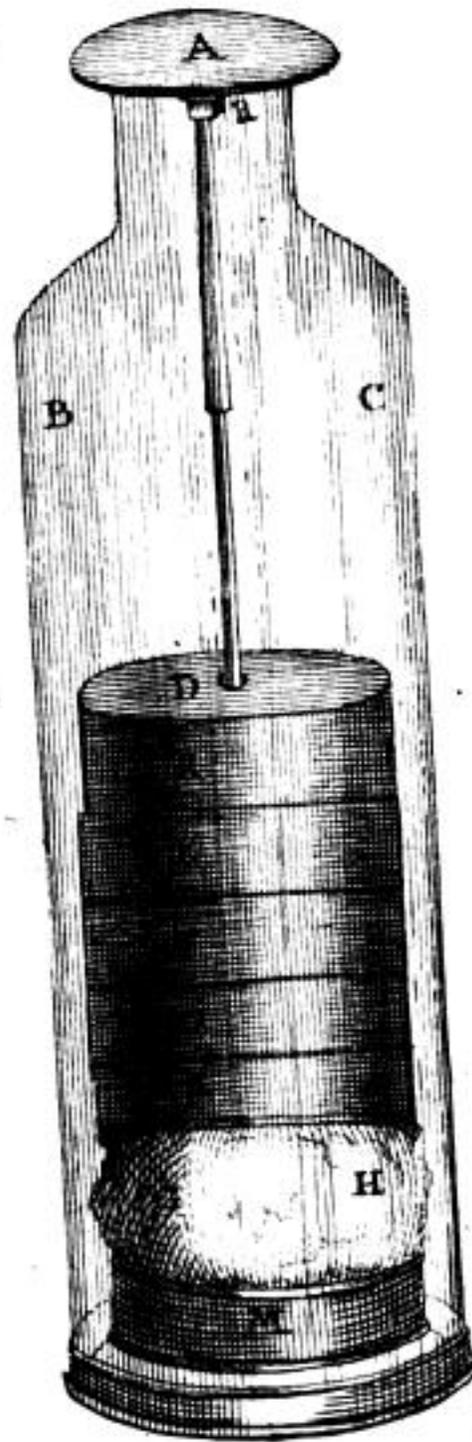
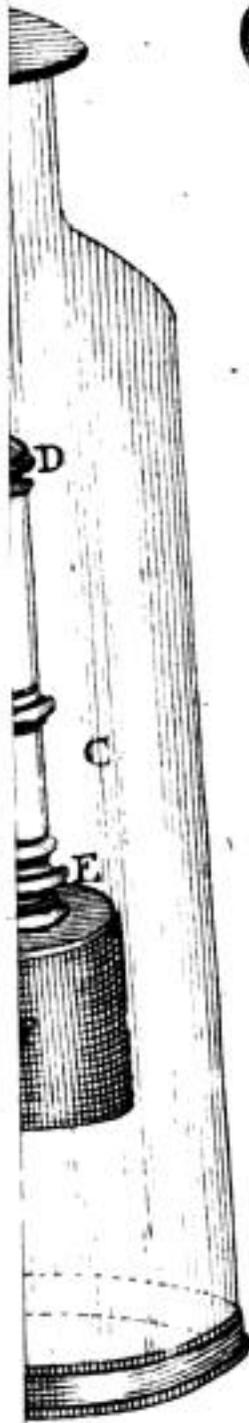
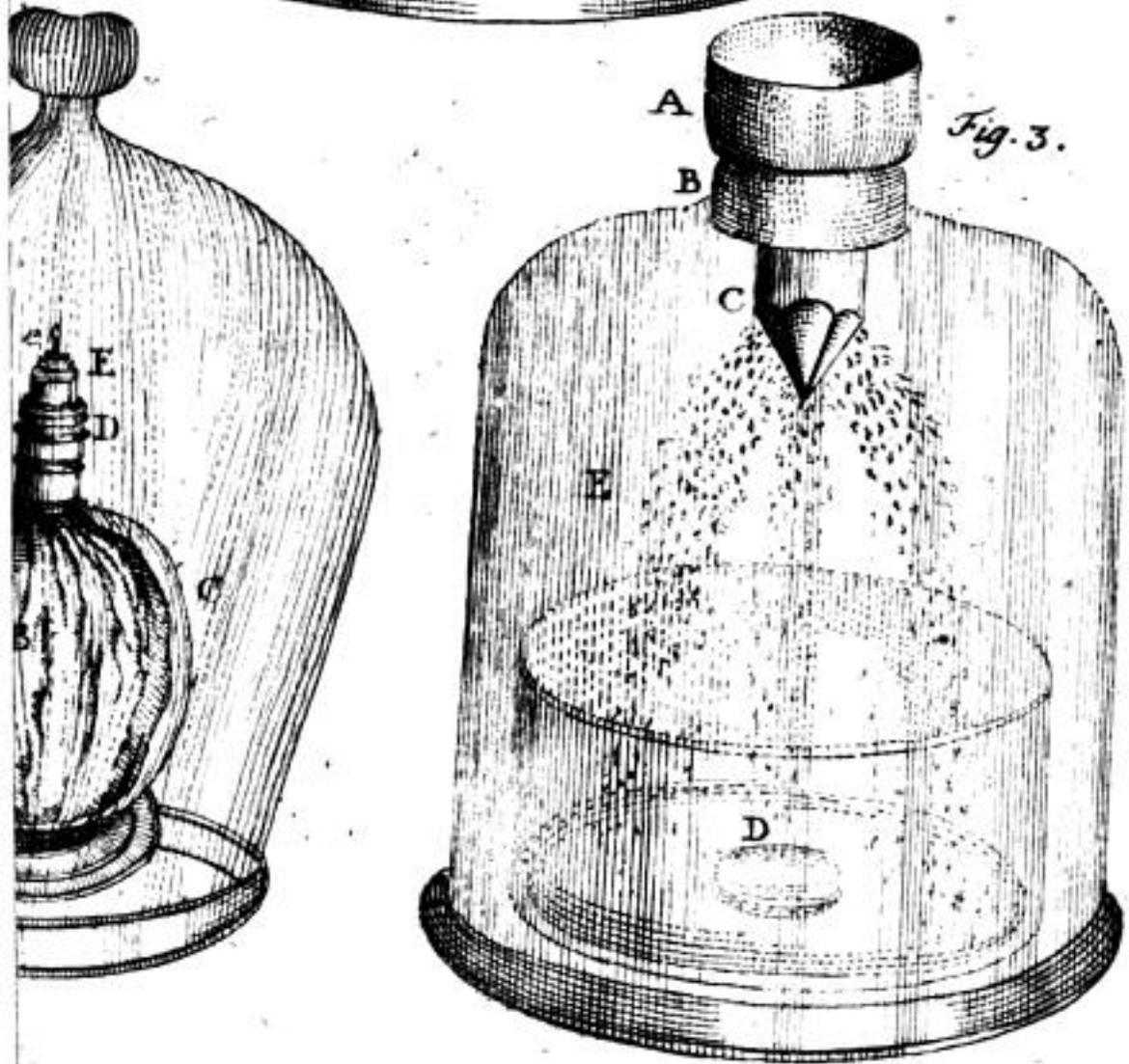
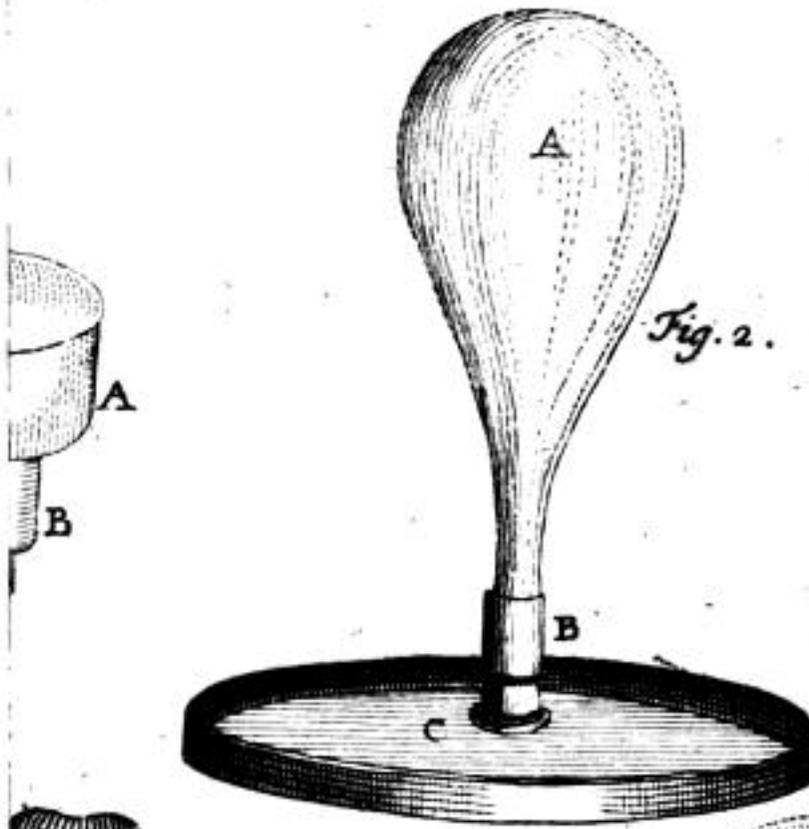


Fig. 2.

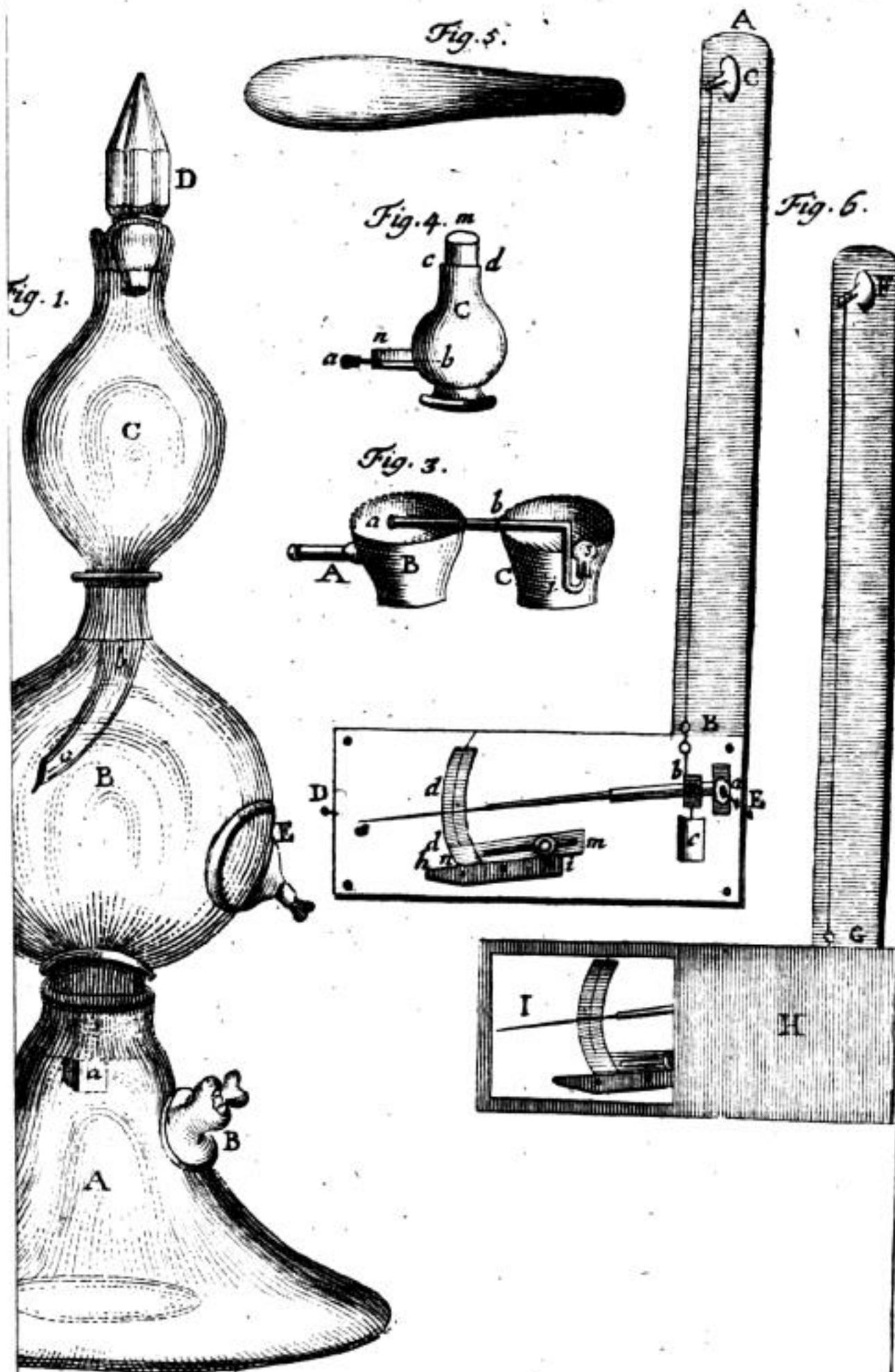








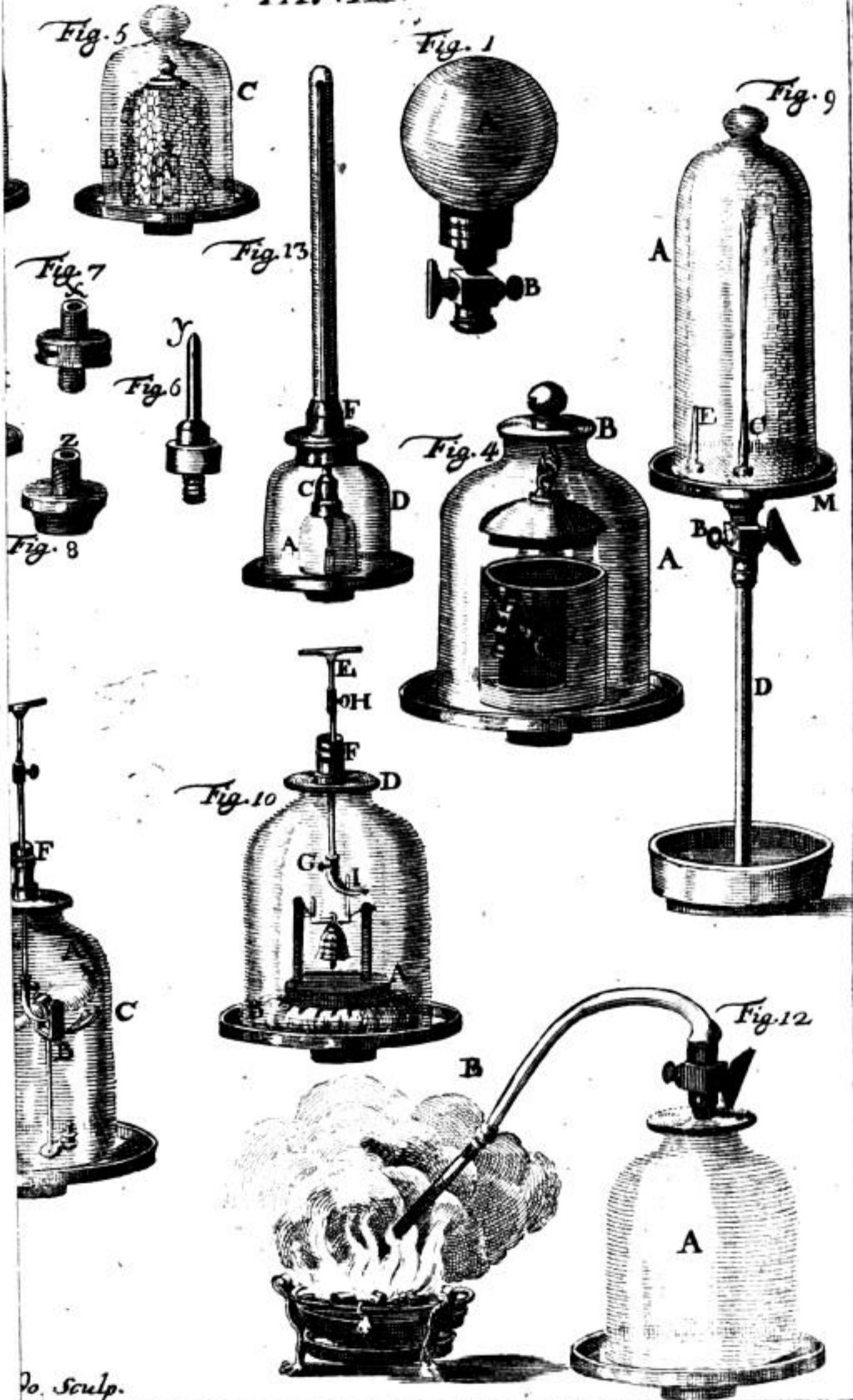
TAV. VIII.





TAV. IX.

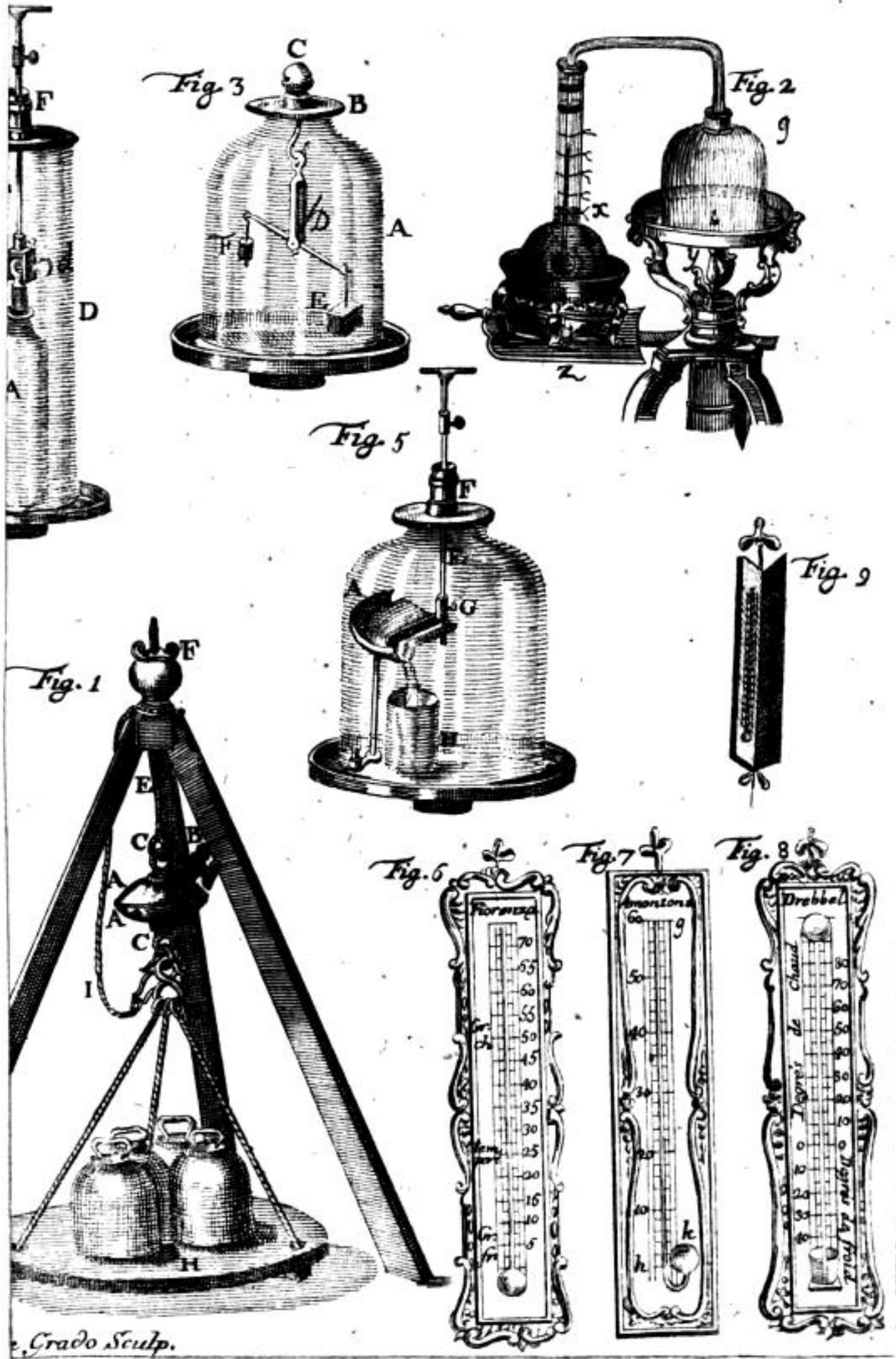
Parte terza



Sculp.



TAV. X.



Grado Sculp.



Fig. 2.



Fig. 1.

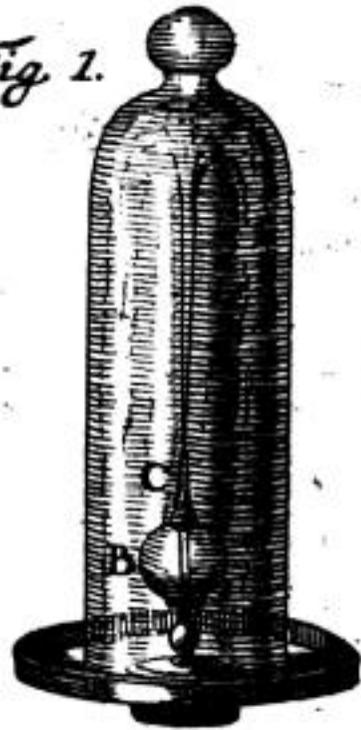


Fig. 6.

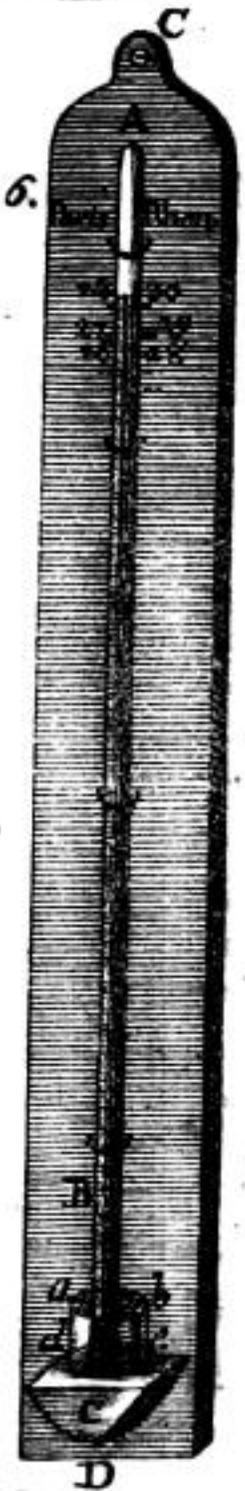
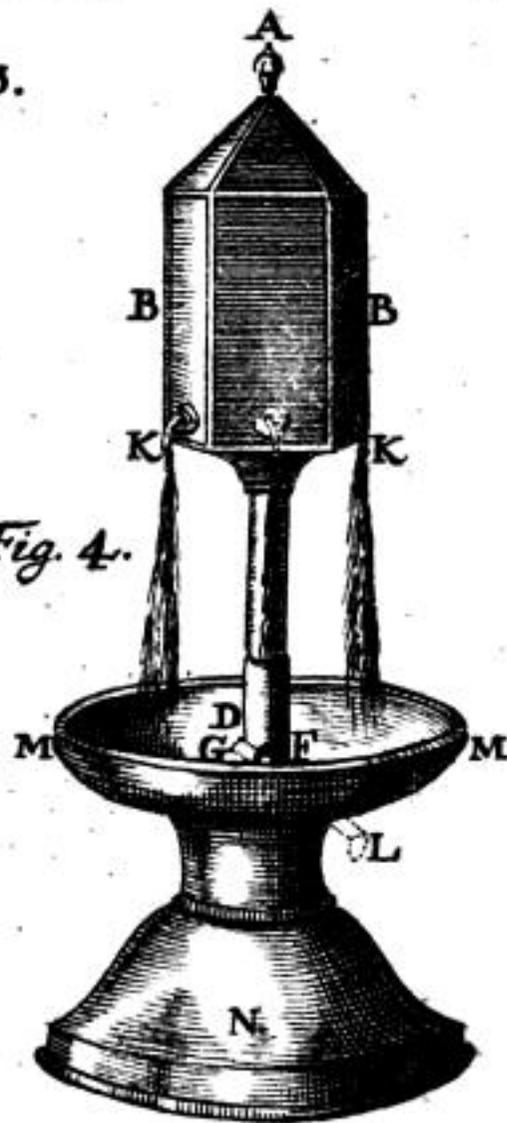


Fig. 3.



Fig. 4.



Grado Sculp.



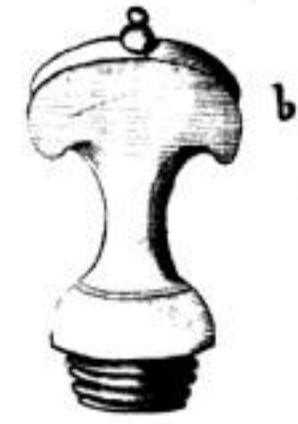
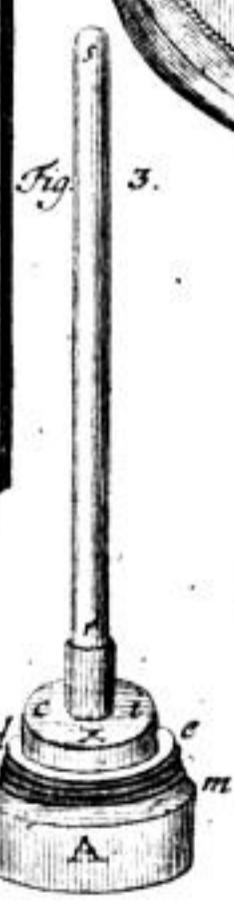
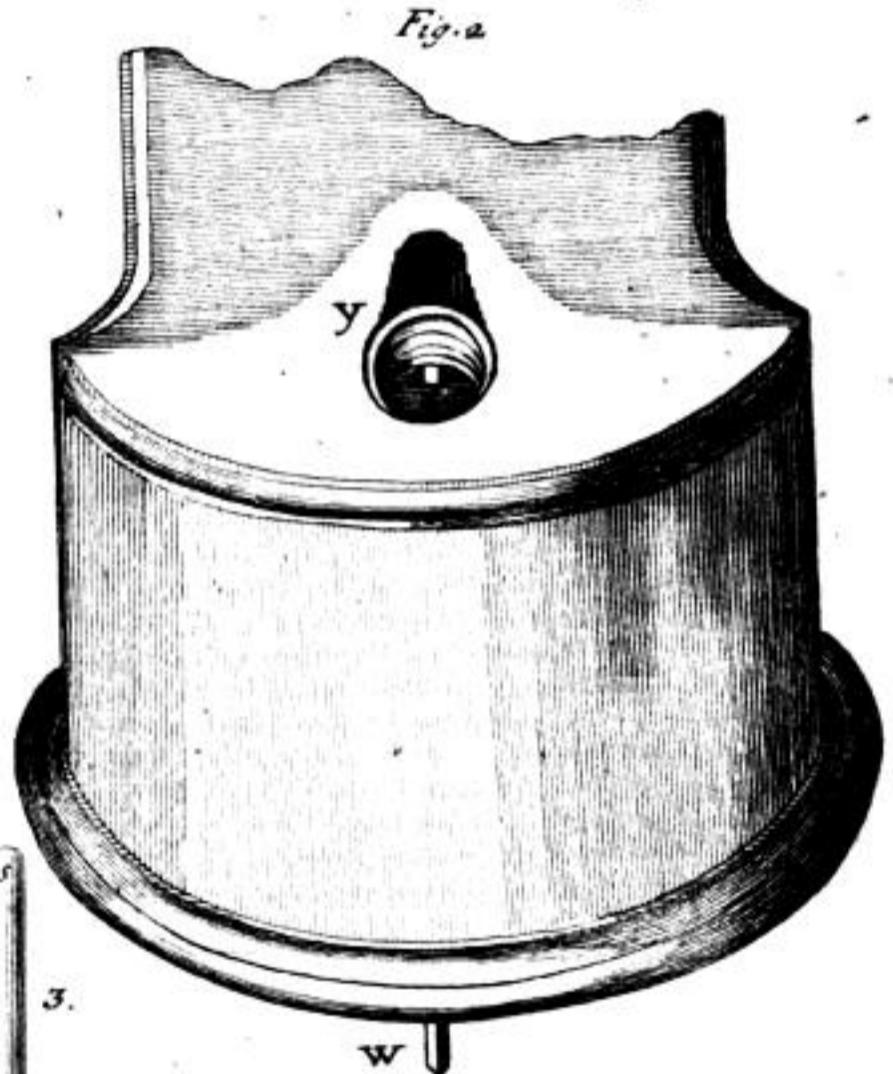
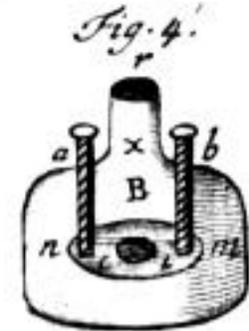
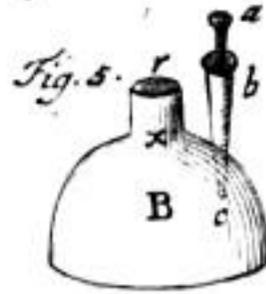
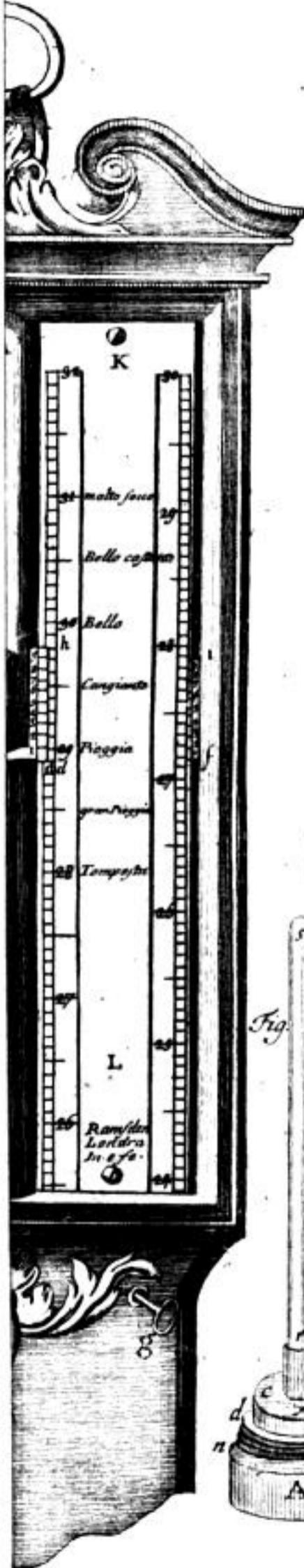
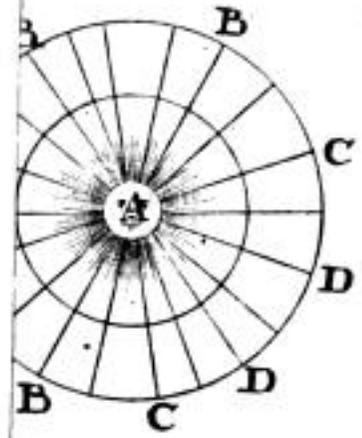




Fig. 1



TAV. XXV.

Parto terra

Fig. 2

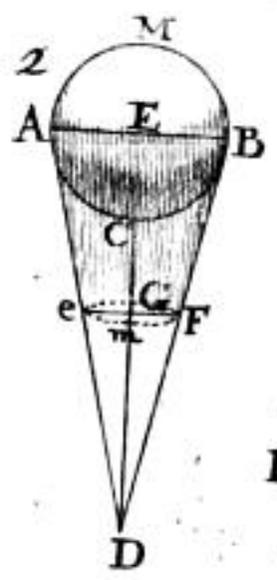


Fig. 3



Fig. 4

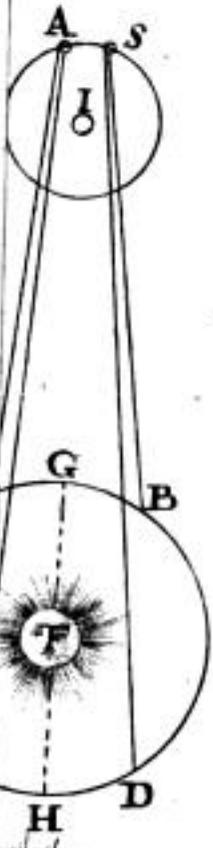
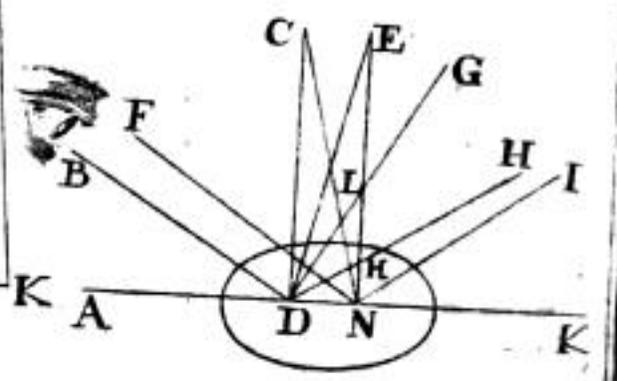


Fig. 6.

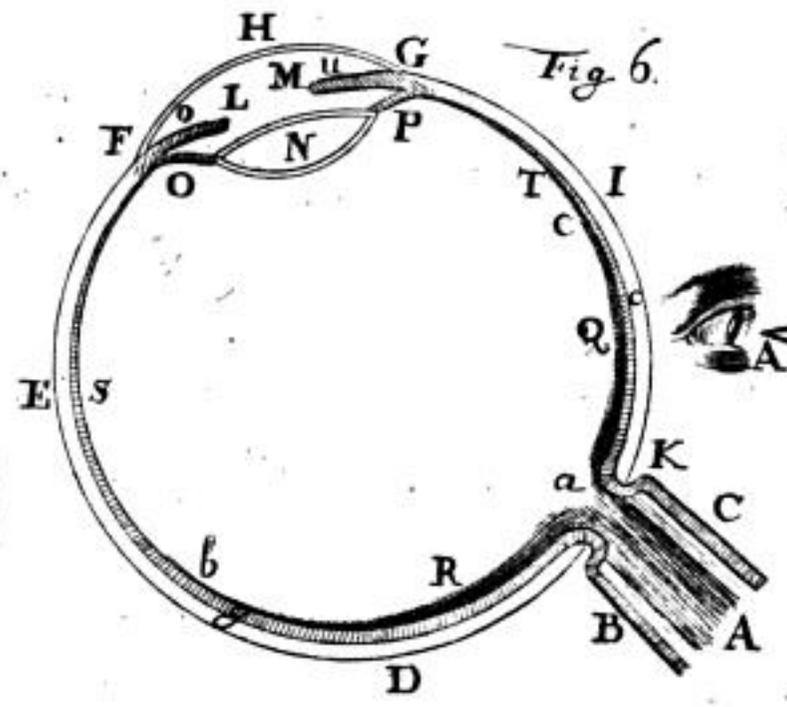


Fig. 8

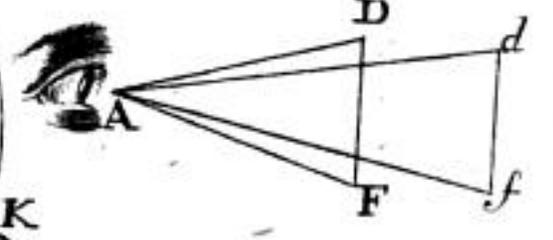


Fig. 7

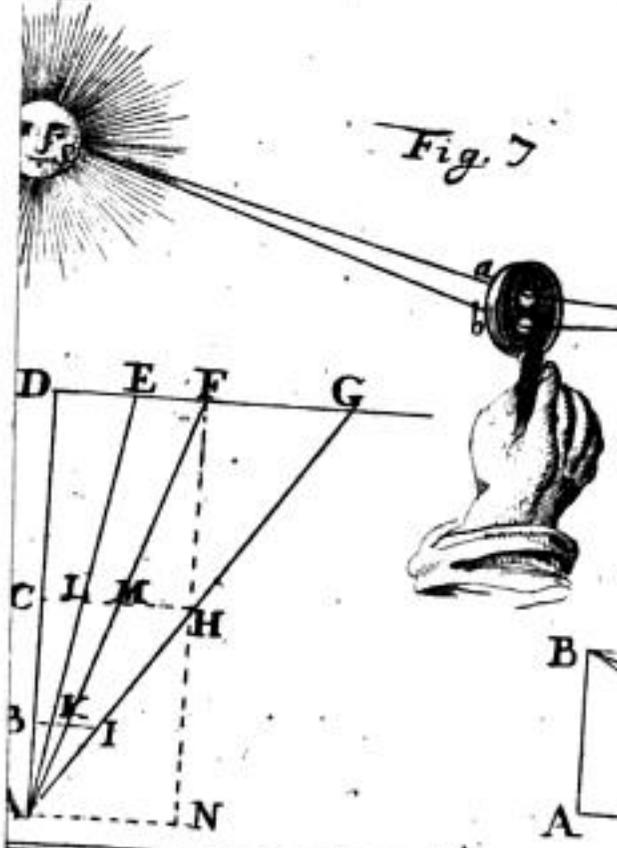


Fig. 9

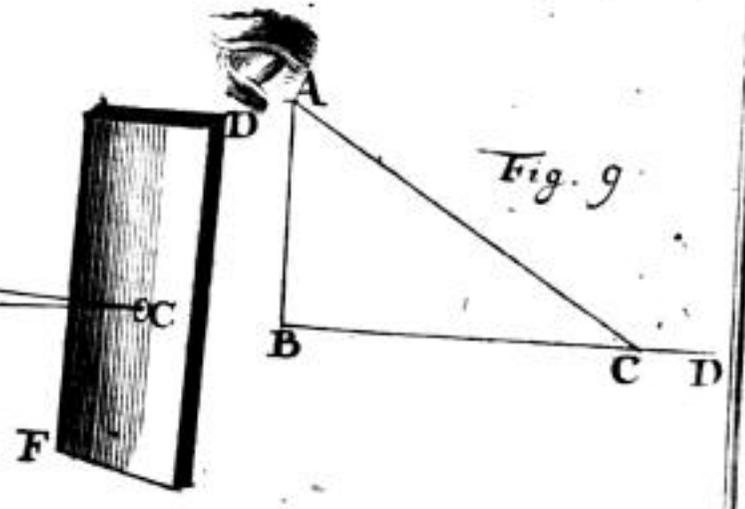
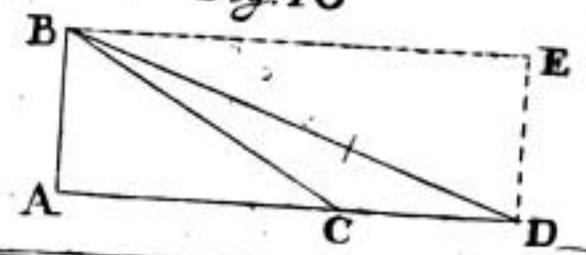


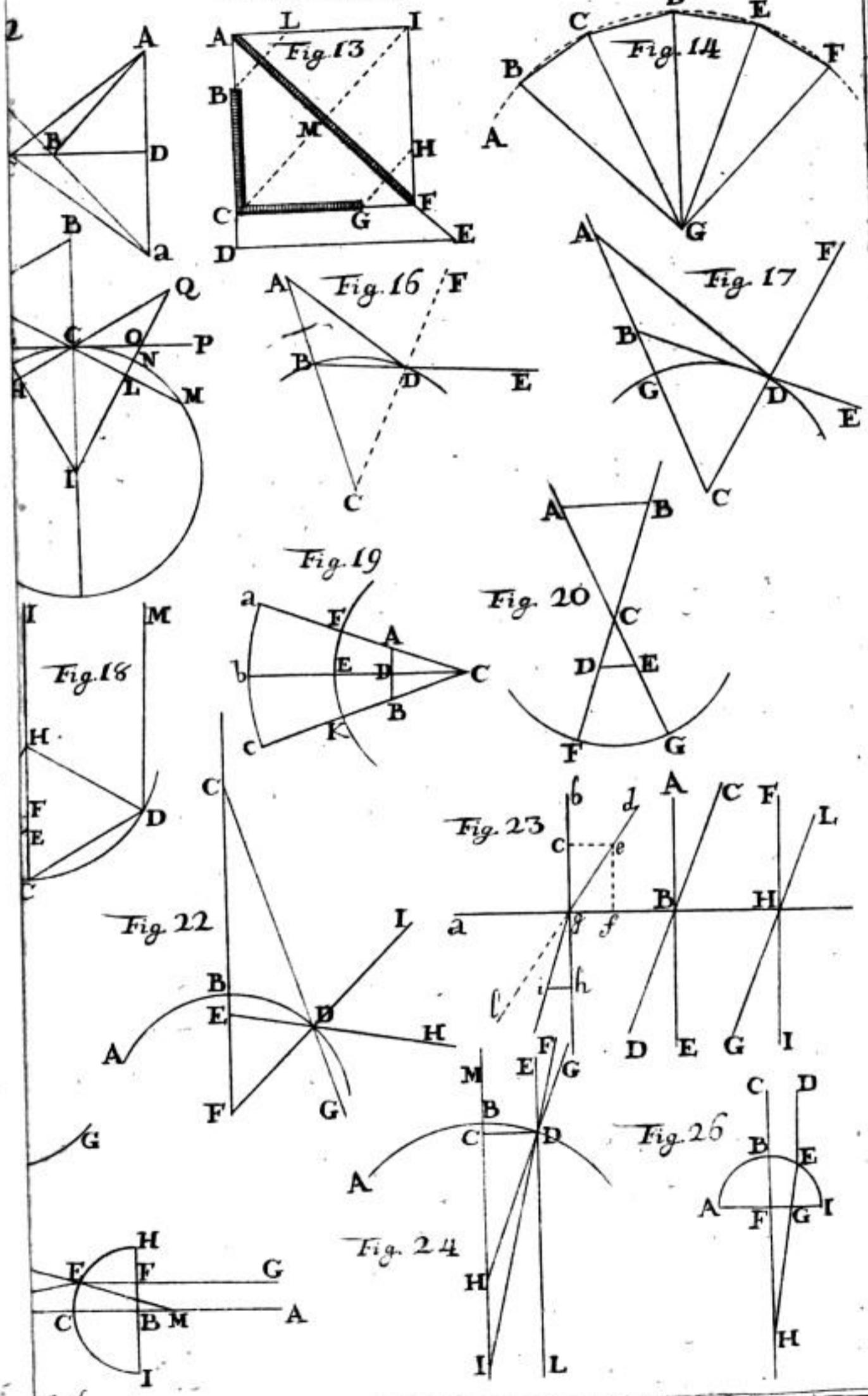
Fig. 10



Filip. 2o. Grado. f.



TAV. XIII.



Scul



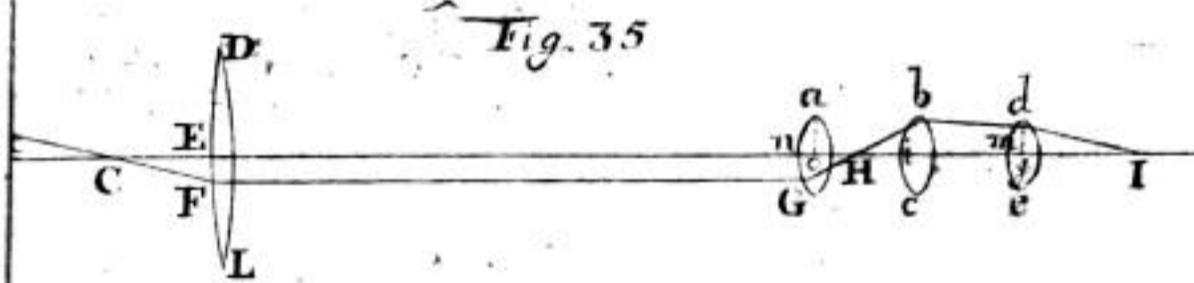
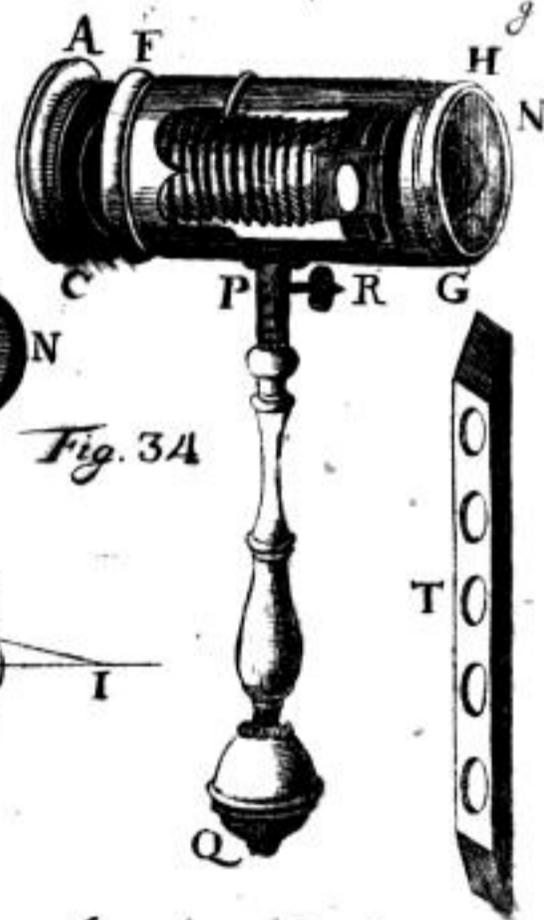
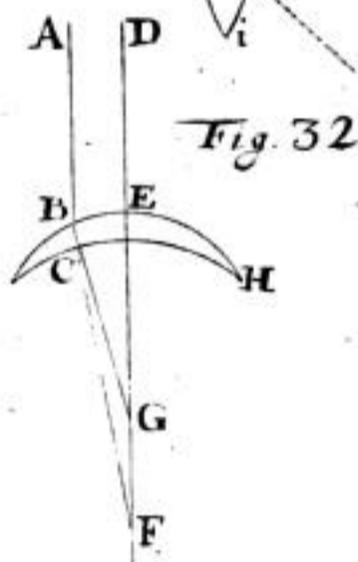
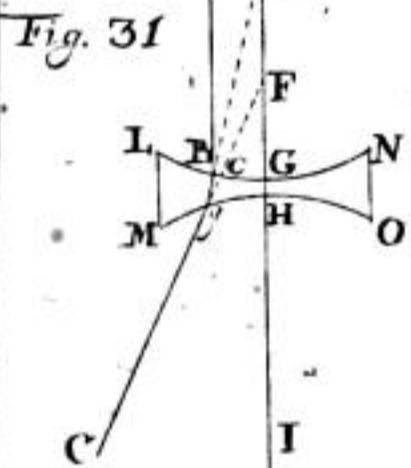
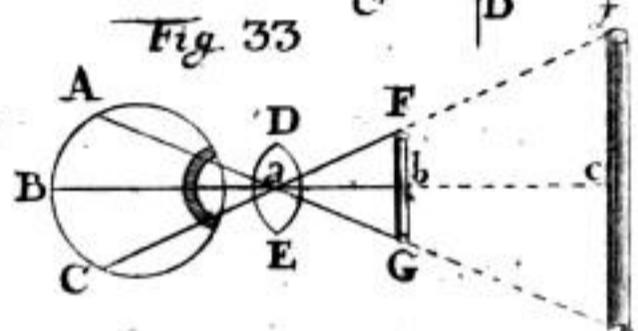
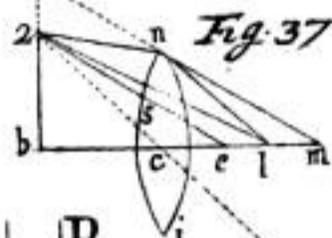
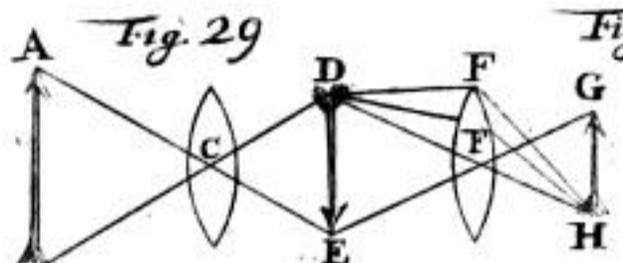
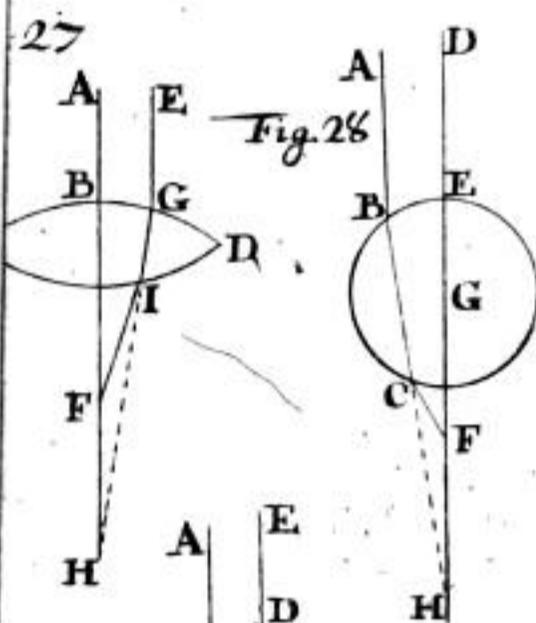
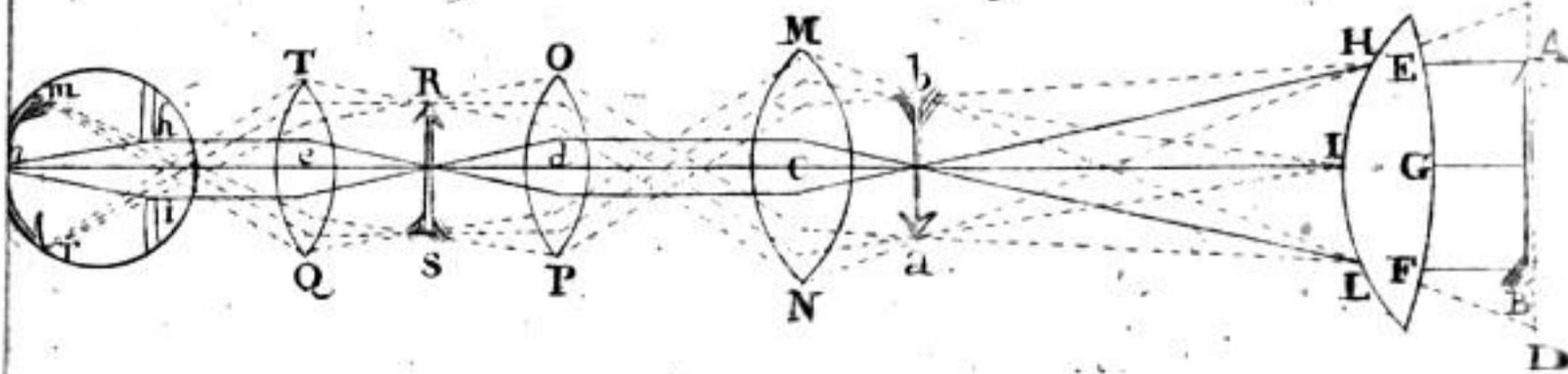
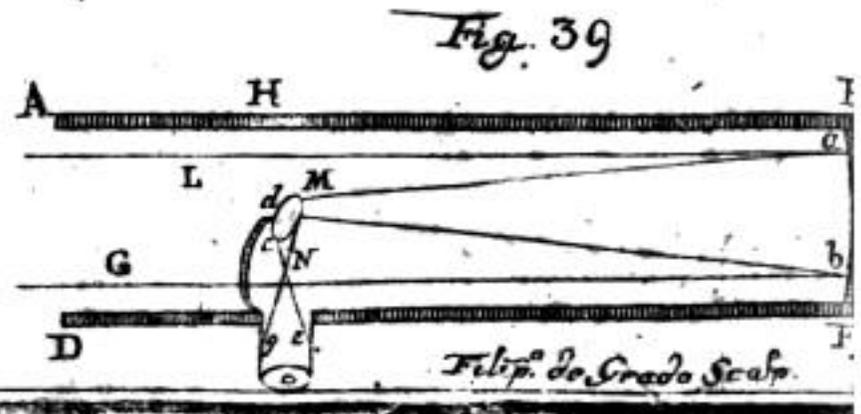
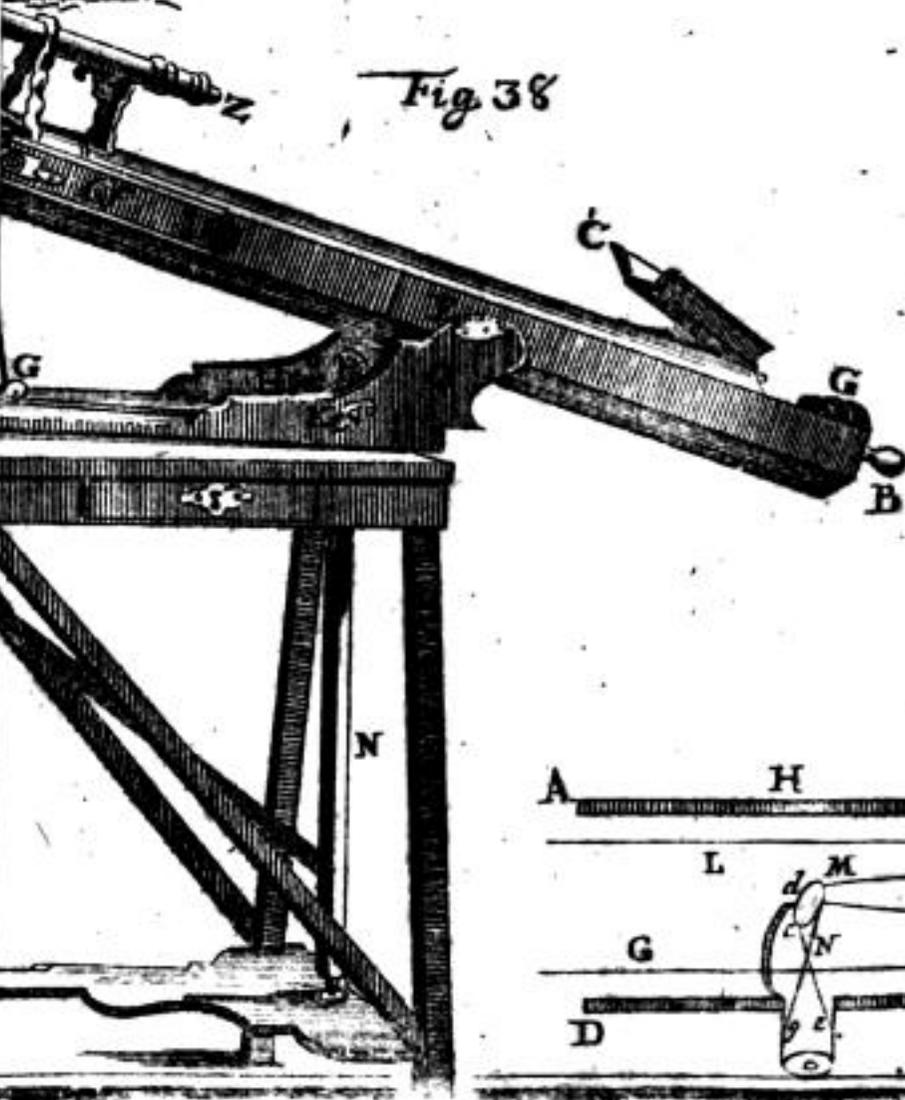
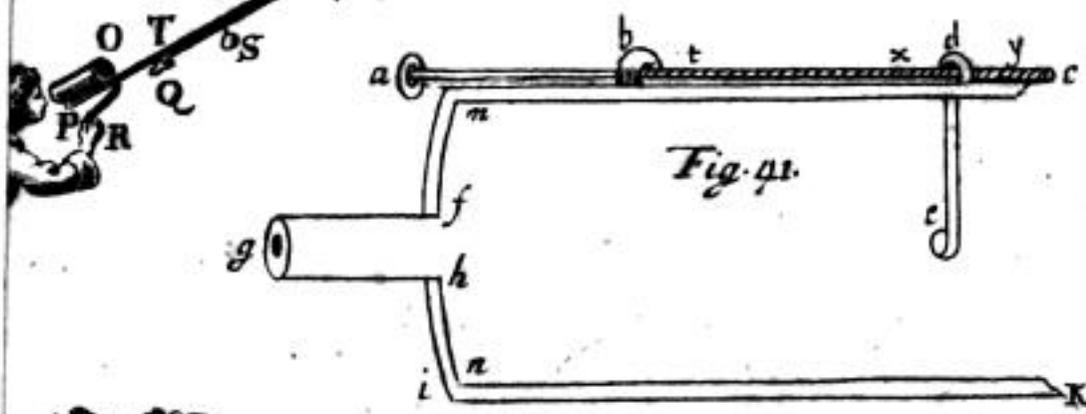
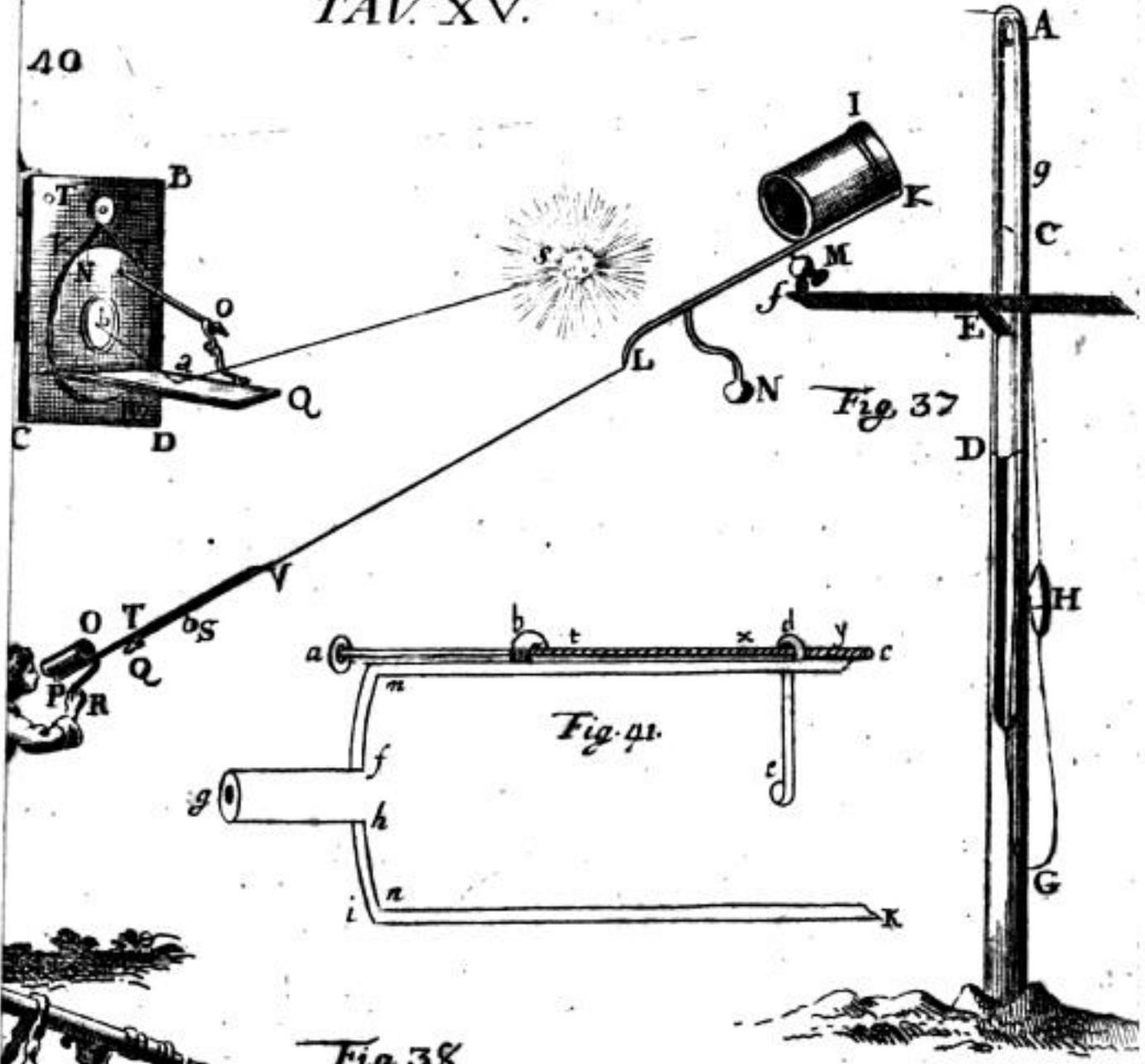


Fig. 36



Filippo de' Grob. Sc.





Filip. de Grado Sculp.





L. Cærul. Virid. Flav. Aur. Rub. B

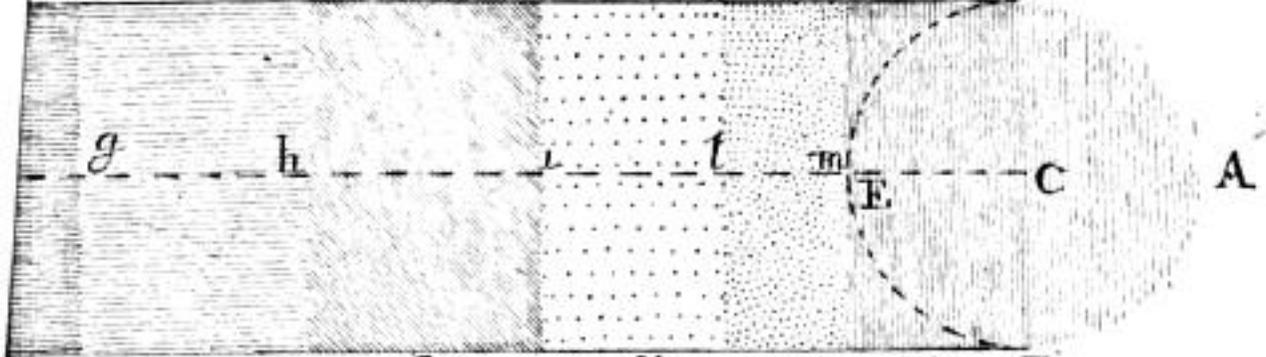
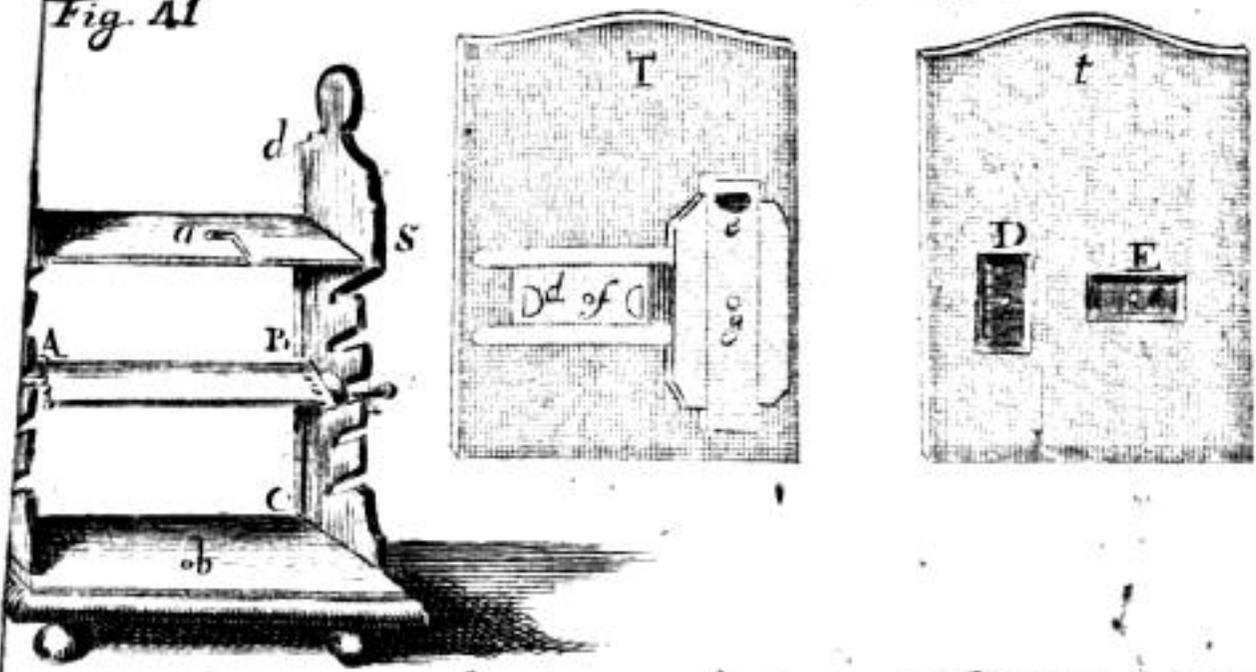


Fig. M



Filip. de Grado Sculp.

Museo Nazionale di Storia Naturale

# ASTRONOMIA.



# SEZIONE V. LO SPAZIO CELESTE

## L' ASTRONOMIA.



I. Alle viscere della terra siamo a grado grado saliti nella Fisica particolare alla sua superficie, descrivendo sempre tutti quei Corpi, che abbiamo incontrato, e i Fenomeni più singolari che la natura in esse ne ha fatti presenti; dalla superficie siamo saliti più in alto nella Regione dell' Atmosfera, che cinge la terra fino ad una determinata altezza da essa, esaminando le parti sottili che la compongono, e i Fenomeni diversi che ne derivano. Proseguiamo ora il nostro non mai interrotto cammino in questo vasto, e interminato spazio mondano comunemente detto lo *Spazio celeste*, in cui alcun limite non ritroviamo, ammirando in esso una prodigiosa quantità di corpi sferici nuotanti, parte lucidi, e parte opachi, tra i quali numeriamo ancora la terra, e che sono insieme collegati con due sole forze di gravità vicendevole, e di forza centrifuga per le tangenti del cammino che fanno uno intorno dell' altro. In questo spazio illimitato, oltre il Sole e la Luna che sono all'occhio sensibili ritroviamo un prodigioso numero di corpi molto minori, in apparenza lucidi, rotondi, e di grandezze diverse, che *Astri*, o *Stelle* si chiamano comunemente. Da questa prima apparenza non possiamo formare alcun giudizio sicuro della loro grandezza, e reale distanza da noi; potendo accadere che siano tutti grandi, come, e più ancora del Sole, ma posti a distanze più lontane di esso, e queste può essere che siano tra loro diverse, onde nasca la diversità di grandezza tra di essi. Potrebbe ancora accadere, come credeva Democrito, che gli Astri non fossero più grandi di quello che si vedono; nell' uno e l' altro caso salvandosi la loro apparenza. Oltre questa prima comparsa, se l' uomo che osserva il Cielo si trovi in un luogo da per tutto aperto, senza alberi, case, e montagne, o sia dentro una nave cosicchè non veda altro che acqua, e Cielo osserverà in secondo luogo la superficie del mare dolcemente incurvata, e voltando gli occhi in giro gli parrà che termini col cielo, il quale a guisa di una gran Volta si appoggi sulle acque, questo termine circolare della

nostra vista si chiama *Orizzonte*. Gli parrà adunque alzando gli occhi in alto di vedere il Cielo stellato a guisa di una vasta sfera nel centro della quale stia la terra, su cui esso si appoggia. Fissando più particolarmente gli occhi sui corpi celesti si accorgerà l'Osservatore, che si muovono, e crederà che il Sole, la Luna, e le Stelle girino in 24 ore da Oriente in Occidente intorno ad esso. Se osserverà più attentamente la Luna, e il Sole gli comparirà che ogni giorno restino indietro verso la parte di Oriente; onde che abbiano un *moto proprio da Occidente in Oriente*, mentre nelle Stelle non vedrà questo moto che dopo una lunga, e accurata *serie di Osservazioni*. Ma riflettendo che la Terra è un corpo rotondo di forma sferoidica; come abbiamo dimostrato sul principio della Parte seconda, si accorgerà l'Osservatore, che se la terra sta nel centro della Sfera celeste, non può esso starvi, perchè posto sulla superficie della medesima; onde comincerà a dubitare di questa apparenza. Andando di questo passo si accorgerà che sebbene fosse più lontano insieme con tutta la terra dal centro dello Spazio mondano, in cui stasse il Sole, ed essa girasse intorno a questo; pure l'apparenza di star nel centro farebbe la stessa, quando il semidiametro dell'orbita che descriverebbe la terra intorno al Sole avesse una ragione insensibile alla distanza da noi alle stelle fisse, essendo questa considerabile. Riflettendo poi l'Osservatore quello che accade ad uno che viaggia in mare che non si accorge, se la barca è grande, del moto di essa; ma crede di star fermo, e che i monti, e la cale si movano in senso contrario al suo moto — — — *montesque, urbesque recedunt*. Gli verrà il dubbio che i moti osservati nei corpi celesti non siano veri, e reali, ma apparenti.

2. Per togliere tutti questi dubbj, e poter determinare il sito in cui sono i corpi celesti, l'ordine che conservano, e i loro veri moti, non già gli apparenti, è necessario, di esporre ciò che può condurre al fine desiderato, o allo scopo a cui questa Scienza viene diretta. Due punti principali ha di mira l'Astronomia. Il *primo* è di determinare la natura dei Corpi celesti, il loro numero, le loro distanze da terra, il loro sito in Cielo, in qualunque momento di tempo piaccia all'Astronomo di determinarlo. Il *secondo punto* di stabilire il moto di questi Corpi, le positure diverse che acquistano col moto tra di loro, l'orbita che descrivono intorno al Sole, o alla terra, e tutte le apparenze che dimostrano agli occhi dello spettatore in qualunque momento dell'anno. Per conseguire questo doppio fine nella Astronomia conduce molto in *primo luogo* il dare un saggio della Storia di essa, e del metodo dagli antichi tenuto di stabilire il sito, l'ordine, e il moto dei corpi celesti. E' di necessità in *secondo luogo* l'esporre la Teoria della Sfera, e dei triangoli sferici che si concepiscono nel vasto spazio mondano, per descrivere i siti, e i moti dei corpi celesti. A questo si aggiunga un'idea delle *illusioni ottiche*, o degli inganni dell'occhio, che crederà moto reale di un corpo celeste, quello che sarà moto proprio dello spettatore. Deve  
l'Osser-

l' Osservatore in *terzo luogo*, munito di queste dottrine, passare ad esporre la fabbrica mondana per mezzo di più accurate osservazioni, e sciogliere tutti i Problemi che spettano all' Astronomia. Si ricerca in *quarto luogo* che per mezzo della Meccanica, e principalmente del Trattato delle Forze centrali spieghi l' Astronomo con quali forze si muovono intorno un centro comune questi corpi della natura, e come conservano tra di loro un regolato equilibrio. E' d' uopo in *quinto luogo* insegnare, trovandosi già fatte le Tavole del moto dei corpi celesti, che si chiamano ancora *Efemeridi*, il modo di determinare in ciascun tempo dell' anno il sito, e il moto del Sole, della Luna, e delle Stelle. Finalmente è molto vantaggioso esaminare i moti celesti non solo dalla terra, ma ancora dal sole, e dagli altri Pianeti.

3. Quindi si vede la necessità di dividere questa Sezione in sette Capi. Il *primo Capo* conterrà la Storia dell' Astronomia. Il *secondo Capo* l' Astronomia Teorica. Il *terzo, e quarto* l' Astronomia Pratica. Il *quinto Capo* l' Astronomia Fisica. Il *Sesto Capo* l' Astronomia calcolatoria, o Arimmetica. Il *settimo* l' Astronomia comparativa; cioè la spiegazione dei Fenomeni se l' Osservatore fosse coll'occhio nel Sole, nelle Stelle, nei Pianeti, o nelle Comete.

4. L' Oggetto dell' Astronomia, come finora abbiamo veduto sono i *Corpi celesti* che nuotano in questo vasto spazio del Mondo. I Corpi celesti detti ancora *Astri* generalmente, sono o *Stelle*, o *Pianeti*, o *Comete*. Hanno di comune tutti questi Corpi, che sono lucidi, e si muovono tutti di *moto ordinario* da Oriente in Occidente nello spazio di 24 ore. Hanno di particolare, che le Stelle, come il Sole, sono lucide da per se stesse, cioè mandano il lume; i Pianeti per lo contrario, e le Comete sono opachi, e compariscono lucidi, perchè riflettono il lume del Sole. Di più le Stelle conservano sempre la distanza stessa, che hanno avuto tra di loro, e perciò si chiamano *Fisse*; ma i Pianeti cangiano di continuo la distanza tra di loro, e tra le Stelle; e i Pianeti inoltre hanno di continuo un sensibile *moto proprio* da Occidente in Oriente, per cui in tempi diversi descrivono le loro orbite intorno al Sole; per lo contrario le Stelle hanno lo stesso moto, ma insensibile, e che non si può determinare, che dopo una lunga serie di anni; ma con tutto questo moto conservano sempre tra di loro la stessa distanza; ~~l~~chè non si osserva nelli Pianeti, e nelle Comete.

5. Il numero delle Stelle, o dei corpi lucidi da per se, secondo le osservazioni del celebre Astronomo la Caille fatte verso il Polo Australe è di più di 10000. Il numero dei Pianeti è 16. Tra questi corpi, sei girano intorno al Sole in tempi diversi, il più prossimo al Sole essendo Mercurio, indi Venere, la Terra, Marte, Giove, e il più lontano di tutti Saturno. Vengono questi chiamati *Pianeti primarj*. Gli altri dieci che si dicono *Pianeti secondarj*, perchè girano intorno ai primarj sono la *Luna* che si rivolge in quasi un mese intorno la terra  
mentre

mentre questa in un'anno gira intorno al Sole; quattro Lune, o *Satelliti*, che caminano intorno a Giove, e cinque intorno Saturno. Se vi siano altri Pianeti secondarj, e precisamente intorno a Venere, come ultimamente hanno alcuni creduto, non si è finora determinato. Il tempo, che impiega ciascun Pianeta, primario a girare intorno al Sole, chiamato il *Tempo periodico* sta espresso in questa Tavola, computandolo dal ritorno di ciascun Pianeta a ciascuna stella, detto perciò *Rivoluzione siderale*.

	Giorni.	Ore.	Min. pr.	Min. 2 <sup>a</sup> .	Min. terzi.
Mercurio —————	87.	23.	15.	37.	0."
Venere —————	224.	16.	49.	12."	7."
La Terra —————	365.	6.	9.	11."	2."
Marte —————	686.	23.	30.	43."	3."
Giove —————	4332.	8.	51.	25."	6."
Saturno —————	10761.	14.	36.	42."	5."

Il numero delle Comete che si trovano rammemorate dagli Autori ascende a 453 fino all'anno 1771, secondo la generale raccolta di tutti quei che ne hanno parlato, fatta da Stanislao Lubienietz Polacco fino al 1667, nella grande opera sulle Comete intitolata *Theatrum Cometicum* in due volumi in foglio ad Amsterdam nel 1667. e ristampata a Leiden nel 1681. Era di necessità l'espone in breve la natura e il moto dei corpi celesti per poter concepire ciò che si esporrà nella Storia della Astronomia. Ho scelto il Sistema Copernicano; perchè tutti i Fenomeni del Cielo, e le Leggi della Meccanica si accordano in dimostrarlo.

## C A P O I.

*Storia dell' Astronomia.*

6. **S**ulla origine dell' Astronomia si disputano il primato i *Babilonesi*, gli *Egiziani*, i *Fenicj*, e li *Cinesi*. Ma se si paragonano insieme tutti gli antichi Storici che di queste quattro Nazioni hanno parlato sarà agevol cosa il concludere che debba darsi la preminenza ai *Babilonesi*. Non si può certamente accordare ad essi quella antichità che vantano nelle loro osservazioni; ma dir lo stesso si deve degli *Egiziani*, e dei *Cinesi*. Vantavano i *Babilonesi* al dir di Cicerone libro 1 de *Divinatione* 470000 anni di osservazioni, che poi Diogene Laerzio ristrinse a 48863, e altri a 3476; e Calistene riferì ad Aristotele che i *Babilonesi* avevano solamente 2233 anni di osservazioni prima dell' Era cristiana che fu nel 4000 dal Mondo creato. Periodo che non avrebbe dell' improbabile. Gli *Egiziani* anche essi al dire di Erodoto vantavano Annali di Osservazioni celesti di 11340 anni. La stessa antichità vantaron ancora i *Fenicj*, che quella dei *Babilonesi*, e *Egiziani* dai quali  
ave-

avevano appreso l' Astronomia. Onde Talete Milesio che era Fenicio al riferir di Clemente Alessandrino Stromati Lib. 1 andò in Egitto per diventar sapiente. Non minore antichità nelle Osservazioni vantaronò i Cinesi; ma il P. Gaubil nella sua opera in 4.ª uscita a Parigi, nel 1729, e 1732, col titolo, Osservazioni Matematiche, Astronomiche etc. cavate dagli antichi Libri Cinesi fa vedere che il primo Imperatore che fondò l' Impero della Cina chiamato Fo-hi viveva nel 2639 prima dell' Era Cristiana; e che da questo anno sino al 1122 prima dell' Era non si trova nei libri Cinesi che una sola Ecclissi confusamente rammemorata, che accadde nel 2155 secondo il P. Gaubil. Dopo l' anno 1122 sino al 721 non si trova che un' altra Ecclissi notata, che accadde li 6 Settembre del 776 prima dell' Era. Non ostante questa antichità vantata dai Babilonesi, o Assirj ugualmente che dagli Egiziani, e Cinesi devono i primi preferirsi ai secondi nello studio dell' Astronomia.

7. La Città di Babilonia fu fondata da Giove Belo l' anno 1320 prima dell' Era cristiana secondo Plinio Lib. 6. nella spaziosa, e piane campagne di Sennaar molto adattate a fare le Astronomiche Osservazioni; onde fu agevole ai Caldei popoli d' una provincia di Babilonia applicarsi alle osservazioni celesti. Ciò si conferma perchè Semiramide fece in Babilonia fabbricare il celebre tempio di Giove Belo, che era alto, e largo 100 Tele secondo Erodoto Lib. 1, sopra il quale vi erano 7 torri sulle quali, al riferire di Diodoro di Sicilia facevano i Caldei, come da un' alta Specola, o Osservatorio le loro osservazioni astronomiche. Di questo tempio, secondo Erodoto restavano ancora le vestigia 440 anni prima di Gesù Cristo. Onde si può concludere che i Caldei almeno 800 anni prima dell' Era volgare si applicavano ad osservare il Cielo. Tra questi Caldei fu celebre Beroso, che visse ai tempi d' Alessandro Magno, e secondo Vitruvio Capo 9 inventò l' orologio solare ad anello. Di questo Beroso non rimangono che frammenti conservatine dagli Storici antichi. Onde supposta è l' opera che va sotto questo nome, e parto di un certo Annio Viterbese Dominicano, che nel secolo scorso l' inventò di pianta. Ma ciò che pone quasi fuori d' ogni dubbio che gli Assirj, o Babilonesi, e tra questi i Caldei siano stati i primi a contemplare il Cielo, si è che Ipparco, e Tolomeo che girarono l' Oriente per cercare notizie d' Astronomia non ne trovarono in Egitto, ma bensì nella Caldea che era Provincia di Babilonia, e in Babilonia stessa. Raccolse Ipparco, che fiorì nel 160 prima dell' Era le Ecclissi osservate dai Caldei, e di queste, e altre raccolte pure dai Caldei si servì Tolomeo per formare il suo Almagesto nell' anno 125 sino al 147 di Cristo. Questo Almagesto è il più antico libro conservato dal tempo sull' Astronomia.

8. Ma per restringere in tanta confusione di Istoricisti quello che può dirsi dell' Astronomia divideremo in tre Periodi la Storia dei suoi progressi. Il primo Periodo comincia l' anno 2300 avanti l' Era Cristiana, e ter.

e termina nel 720. Il *secondo periodo* comincia l'anno 720, e termina nel 400 avanti l'Era. Il *terzo Periodo* comincia l'anno 400 prima dell'Era e giunge fino ai tempi presenti. Nel primo, e secondo periodo avendo fatti pochi avanzamenti l'Astronomia meritamente si possono pigliare per la sua infanzia. Dal 400 prima dell'Era si può dire che cominciò ad avanzarsi; ed ora è quasi arrivata al colmo della perfezione, determinandosi i moti dei corpi celesti appena con qualche minuto secondo di differenza.

9. L'*origine prima* dell'Astronomia la cominciamo dall'anno 2300 prima dell'Era in cui accadde il diluvio universale; perchè dei tempi anteriori non abbiamo che memorie confuse, involte nelle favole, e nell'oscurità dei tempi. Adamo certamente dovette avere da Dio i primi rudimenti delle Scienze, e delle arti necessarie per la vita, per istruirne i suoi Posterì. Onde Jabel seppe fare le capanne pastorali, Caino seppe coltivare la terra, Lamec fu cacciatore, Tubalcain seppe fare tutti i lavori di rame e di ferro; Noe fu perito nel tessere, e nelle opere della lana etc. come abbiamo dalla Genesi. Ma intorno all'Astronomia non abbiamo alcun monumento prima del diluvio che fosse dagli uomini esercitata. Racconta certamente Giuseppe Ebreo nelle sue Antichità Giudaiche Lib. 1. Cap. 2. 3. 4. che i discendenti di Seth avendo per antica tradizione che il Mondo due volte avea da perire, una coll'acqua nel diluvio universale, l'altra col fuoco nel Giudizio universale, per conservar le notizie Astronomiche le scolpirono su due colonne, una di pietra per salvarle dall'acqua, e l'altra di mattoni per salvarle dal fuoco. Quella di pietra si salvò dal diluvio, e ai tempi dell'autore ve n'erano ancora i vestigi in Siria. Ma niun altro autore fa menzione di questo così celebre fatto, onde è, che non hanno gli Storici dato retta a questo racconto. Ciò non ostante serve questa storia sebbene favolosa per comprovare che verso il diluvio, e dopo vi era il genio per l'Astronomia.

10. Dal 2300 fino al 720 prima dell'Era che è il *primo Periodo* dell'Astronomia si trova qualche cosa di più preciso, ma sono tanto involte le cognizioni Astronomiche nelle favole, che meritamente si può questo primo Periodo chiamare *Tempo Mitologico dell'Astronomia*. Abbiamo da Diodoro di Sicilia che gli *Atlanti* furono il popolo più culto dell'Africa, e il loro Regno si estese da per tutto. Il loro primo Re fu *Urano* che ebbe 45 figli, tra i quali 18 da Titea, detti *Titani*. Ma i più celebri tra i figli d'Urano furono *Atlante*, e *Saturno*, che si divisero il Regno dell'Africa, ad *Atlante*, che per la sua Perizia dell'Astronomia lo dipinsero con un mondo sulle spalle, toccarono le spiagge marittime. *Atlante* fece parte delle sue cognizioni ad *Ercole Tebano* che viveva nel 1300 avanti l'Era comune; e questo le comunicò ai Greci. A queste favole di Urano, *Atlante*, ed *Ercole* si aggiungano molti altri nomi lasciatici da *Luciano* di uomini celebri nell'

nell' Astronomia, tra i quali *Orseo*, *Tiresia*, *Atreo*, *Tieste*, *Bellofonte*, *Dedalo*, *Pasifae*, *Fetonte*, e *Endimione*; che per essersi molto applicato a contemplare la Luna, finsero i Poeti che fosse amante di essa. Nel 1300 il *Centauro Chirone*, nato in Tessaglia, come riferisce *Clemente Alessandrino* nei *Stromati Lib. I.* insegnò agli uomini il culto divino, e le figure celesti, o *Costellazioni*. Nel tempo stesso nacquero tra i Greci le 12 *Costellazioni del Zodiaco*, e altre nel Cielo. Ma non solo in questo tempo, ma anche nel 710 avanti l' Era in cui finisce il I. periodo non era troppo avanzata l' Astronomia, non conoscendosi dei Pianeti altro che *Venere*, come più brillante di tutti; perchè *Esiodo*, e *Omero* non fanno menzione d'altro, che di questo Pianeta.

11. Qualche cosa di più preciso abbiamo nella Storia dei *Babilonesi* ma ciò verso il fine del primo periodo, o 800 anni prima dell' Era, quantunque *Babilonia* fosse fondata §. 7. nel 1320. Celebre fu presso i *Caldei Beroso*, come apparisce dai frammenti delle sue opere trasmesse dagli antichi. Questo *Beroso*, secondo *Vitruvio Capo 9* inventò l' orologio solare, che senza una almeno superficiale notizia dell' Astronomia non può formarsi. Secondo *Censorino de die Natali Capo 19*, *Plutarco in Numa*, e *Solino Capo 3*, l' anno primo dei *Caldei* fu di un mese, o 30 giorni, indi di 3 mesi, e di 4; indi l' anno dei *Patriarchi* fu di 336 giorni, e poi di 354, che è l' anno Lunare, composto di 12 mesi, sei dei quali di 29 giorni, e sei di 30; e l' anno a tempo di *Mosè* nel 1550 fu di 360 giorni, e finalmente l' anno dei *Caldei* nel 746 prima dell' Era ai tempi di *Nabonassar* fu di giorni 365, sei ore meno del vero corso annuo del Sole. Tardi ancora conobbero i *Caldei* l' *Ecclissi*, quattro delle quali ne ha conservate *Tolomeo §. 7.* che sono dal 720 in poi, cioè in fine del primo periodo.

12. È cosa molto naturale che i primi uomini per distribuire l' opere, e i lavori, e per segnare le azioni cospicue, o gli avvenimenti diversi pigliassero i *Giorni* per loro misura, o la dimora del Sole sopra, e sotto dell' *Orizzonte*, da ciò passarono forse ad una misura più lunga del tempo, che sono i *Mesi*. Il Pianeta più ovvio dopo il Sole, è la Luna, le di cui *Fasi* sono sensibili, cioè il *Plenilunio*, e *Novilunio*. Osservarono forse che da una Luna nuova all' altra vi passano ora 29, ora 30 giorni; onde fu loro agevole di pigliarli, come misura più lunga del tempo che i giorni, e più adattata per registrare le azioni eroiche, e gli avvenimenti naturali che accadevano alla giornata. Da questa misura del tempo saranno passati ad una più lunga di 3, o 4 mesi, indi a 12 mesi, o 360 giorni; e finalmente a 365, ed a 365 giorni e un quarto, che è il tempo impiegato dal Sole a girare intorno alla terra; e così formarono idea dell' *Anno Solare*.

13. Come gli *Africani* vantano gli *Atlanti*, e i *Caldei Beroso*, così gli *Egiziani* si gloriano di due *Mercurj*. Il primo chiamato *Tibor*, che fu a tempo del diluvio; il secondo, detto *Mercurio Trismegisto*, che fu

nel 1500 avanti l'Era comune. Platone nel suo Fedone riconosce Thot per primo inventore di tutte le cognizioni presso gli Egiziani, ma Diogene Laerzio riconosce Nilo, o Vulcano figlio di Nilo; nato in Rodi, ma stabilito in Egitto. Diodoro di Sicilia nel Lib. 1 della sua Storia, dice che si vantavano gli Egiziani d'aver mandato da per tutto Colonie, e specialmente in Babilonia per stabilirvi preti, detti Caldei, che si applicassero all'Astronomia; dice inoltre che *Sasiche*, il quale è forse il *Sesac* della S. Scrittura insegnò agli Egiziani la Geometria, e la Teoria dei corpi celesti; locchè proverebbe che i Caldei furono in questi studj prima degli Egiziani §. 10. Ma se *Sasiche* si piglia per *Sesostri*, secondo Erodoto, farebbe nata tra gli Egiziani la Geometria, e Astronomia 1000 anni, o al più 1570 anni, prima dell'Era, secondo altri. Attribuisce inoltre agli Egiziani Erodoto lo stabilimento dell'anno di giorni 365. Macrobio nel Sonno di Scipione Lib. 1. Capo 19 dice inoltre che gli Egiziani scoprirono che Mercurio cingeva immediatamente il Sole, ed era cinto da Venere. Se fosse ciò vero, non sarebbe ciò accaduto che 400 anni prima dell'Era Cristiana; come vedremo in appresso. Convengono Erodoto, e Dione in fare gli Egiziani autori della *Settimana*, e di avere a ciascun giorno assegnato il nome di un Pianeta. A Lunedì la Luna, a Martedì Marte &c. Ma più antico è il nome della Settimana, sapendosi che nella Creazione del Mondo Iddio *septima die requievit*. Strabone però asserisce che ai suoi tempi, cioè a quelli di Augusto non trovò alcun vestigio d'Astronomia in Eliopoli degli antichi Preti Egiziani, tra quelli che ivi erano allora. Forse gli autori Greci hanno esaltato la dottrina degli Egiziani per essersi fatti gli stabilimenti dei Greci dalle Colonie venute da Egitto.

14. I Fenici che furono una Colonia degli *Edomiti* venuta dell'*Idumea* che stava alle spiagge del mar rosso ricevettero le loro Cognizioni dai Caldei e dagli Egizj. Di questi Edomiti parla il Profeta Abdia, dicendo. *Numquid non in die illa, dicit dominus, perdam Sapientes de Idumea*. S. Clemente Alessandrino Stromati Lib. 1. dice che Talete che era Fenicio frequentava i Preti di Egitto per diventar Sapiente. Dobbiamo però ai Fenici l'arte di navigare coll'adoprar le stelle per guida, e principalmente la Costellazione, detta l'Orsa maggiore, che sta verso il Polu. L'uso di questa nella Nautica insegnò ai Greci *Talete* 600 anni prima dell'Era. Celebri furono in questa arte 1000 anni prima dell'Era i *Pilovi di Hiram* che insegnarono agli Ebrei l'arte del navigare, quando i Greci erano ancora timidi di viaggiare. Ma dopo che i Greci furono dai Fenici istruiti fecero la celebre spedizione degli *Argonauti*, o Principi Greci sulla nave Argos 35 anni prima dell'assedio di Troja, e tragittarono la Propontide, oggi Mare di Marmara tra lo stretto dei Dardanelli, quello di Costantinopoli, e del Mar nero per andare a Colco situato in fondo del Golfo della Tessaglia, ove il nuovo Re Acte, uccise Eriffo antico Re si era impoessato del suo Trono

fone, o velo d'oro; e ciò fecero i Principi Greci ad istigazione di *Giasone* figlio di *Esone* Re di *Tessaglia*. Questo viaggio allora così strepitoso presso gli Storici, lo fanno ora comunemente tutte le barche di *Turchia*.

15. Il secondo Periodo dell' Astronomia è dall' anno 720. sino al 400. prima dell' Era Cristiana. *Claudio Tolomeo* nel suo *Almagesto*, che è il più antico libro che abbiamo di Astronomiche Osservazioni raccolte da esso dal 135. sino al 147. dell' Era Cristiana, descrive la più antica *Ecclisse* osservata dai *Caldei* nel 720. prima dell' Era, e altre fatte dagli stessi nel 492, 384. 383. prima dell' Era. *Talete* di *Mileto*, e oriundo dai *Fenicj*, fiorito nel 600. avanti l' Era Cristiana dopo esser stato per più anni in *Babilonia*, e in *Egitto* ad istruirsi portò in *Grecia* molte notizie, principalmente intorno l' Astronomia per le quali fu posto nel numero dei 7. Sapienti. Tra queste insegnò ai Greci la causa vera delle *Ecclisse del Sole*, e della *Luna*, e il modo di computarle: onde al riferire di *Erodoto* Lib. 1, di *Cicerone de Divinatione* Lib. 1. e di *Plinio* *Istoria naturale* Lib. 2. predisse agli *Jonj* l' *Ecclisse* totale del *Sole*, che accadde li 18. Maggio del 603. prima dell' Era. Conobbe la rotondità della terra; conobbe in essa diverse Zone formate dai circoli *Tropici*, e *Polari*; parlò del *Zodiaco*, del *Meridiano*, e del *Diametro* apparente del *Sole*. *Anassimandro* dopo *Talete*, uno dei più celebri scolari della Scuola *Jonia* di *Talete*, nato nel 610. prima dell' Era stabilì in *Lacedemonia* un' orologio a *Sole*, e un *Gnomone* che notava gli *Equinozj*, e i *Solstizj*, e secondo *Diogene Laerzio* fu il primo a fare le *Carte Geografiche*, e secondo *Plinio* Lib. 2. misurò con esattezza l' *obliquità* della via del *Sole*, o della *Ecclittica*, ed insegnò a paragonare le *Stelle* all' *Ecclittica*, in vece dell' *Equatore*; e il primo insegnò il moto della terra, secondo *Eudemo* nella sua *Storia dell' Astrologia*. Disse che il sole era 28. volte più largo della *Terra*, e altre cose spettanti all' *Astronomia*. *Anassimene* suo scolaro anche esso si segnalò in questi studj. *Anassagora* altro scolare di *Anassimandro*, che insegnò la *Filosofia* in *Atene* nel 480, predisse la grande *Ecclisse* accaduta il primo anno della *Guerra del Peloponeso*, che fu il 431. *Pitagora* Greco, che nacque 540. anni prima dell' Era fu celebre *Astronomo* e *Mattematico*. Insegnò che il fuoco, o il *Sole* stava nel centro del *Mondo*, e la terra cogli altri *Pianeti* gli giravano intorno, al riferir di *Plutarco* nella vita di *Numa*. Afferì inoltre che ogni stella era centro d' un' altro *Mondo*, e che infiniti *Mondi* stavano in questo spazio infinito. *Democrito* che successe a *Anassagora*, ed era nato il 470. prima dell' Era insegnò al dir di *Plutarco* Lib. 2, e 3 che nella *Luna* vi erano montagne, e giudicò che la *Via lattea* fosse un' aggregato di *Stelle*. Ma tutti questi *Filosofi* Greci non portavano delle loro opinioni che probabili congetture. *Filolao* di *Crotone*, che viveva nel 450. prima dell' Era, e fu scolare di *Pitagora*, e di *Archita* *Tarentino* con

più precisione di tutti gli altri Pitagorici portò le ragioni a favore del moto della Terra. Disse anche esso che il Sole essendo immobile nel centro dell' Universo, la Terra girava obliquamente intorno ad esso nell' Ecclittica nello spazio di 365. giorni, da Occidente in Oriente, e intanto la terra si rivolgeva secondo la stessa direzione intorno al proprio asse nel tempo di 24 ore. Onde come col primo moto compariva che il sole di moto annuo girasse intorno la terra; così col moto secondo appariva che il Sole e le Stelle girassero in 24. ore intorno la terra in senso contrario, cioè da Oriente in Occidente. Niceta Siracusano seguì *Filolao* al dire di Cicerone. Chiaro ancora fu tra i Pitagorici *Eudosso* di Gnido nato nel 421, e morto nel 368. prima dell' Era, onde Cicerone lo riguarda nel Lib. 2. de *Divinatione* come Principe degli Astronomi. Fece egli una Sfera in cui rappresentava il sito dei corpi celesti, ma poco al vero uniforme; cosicchè alcuni credono che fosse una copia di quella fatta nel 1352. a tempi del Centauro Chirone. Ciò non ostante Ipparco cita Eudosso con lode, e Arato si servì delle sue opere per fare il Poema sopra l' Astrologia.

16. Nel terzo Periodo dell' Astronomia, che comincia il 400. prima dell' era, e giugne sino ai nostri giorni, quei progressi che aveva cominciato a fare nel secondo periodo, e che non erano tanto involuti nelle favole, continuò a farli, e ad avvanzarli, liberata intieramente dal favoloso velo sotto cui era involta. Ma questi progressi non furono in tutte le parti di questo periodo uguali; perchè non erano pratici intieramente di osservare, in parte per mancanza di istrumenti per fare le Osservazioni, in parte per difetto di perfezione nei medesimi, e in parte ancora perchè si richiedono dei secoli per alcuni moti insensibili, che si osservano nel Cielo. Perciò meritamente dividiamo questo lungo Periodo che abbraccia 22. Secoli, in quattro Tempi. Il *Primo Tempo* comincia il 400 prima dell' Era, e termina nel 641. dell' Era Cristiana, tempo in cui fu bruciata la celebre Biblioteca di manuscritti, che erano in Alessandria dai Saracini, o Arabi, o Mori che sino dal 612. dell' Era nostra, scosso il giogo Romano s' erano impadroniti della Siria e dell' Egitto; e abbraccerà la Scuola Greca, e Alessandrina. Il *Secondo Tempo* è dal 641 sino al 1396, che abbraccerà la Scuola degli Arabi. Il *Terzo Tempo* comincerà dal 1396. e terminerà nel 1666. in cui furono stabilite le Accademie in Europa. Il *Quarto Tempo* abbraccerà la Storia del 1666 sino al presente anno 1778.

17. Nel primo Tempo del terzo periodo che comincierà il 400 avanti l' Era, e termina nel 641. dell' Era, li primi cento anni si nomina *Platone*, ed *Eudosso* che viaggiarono nell' Egitto per raccogliere Cognizioni nel 370, prima dell' Era, e *Pitea* nel 356, che a riferir di Cleomede Lib. 1. fece a Marsiglia la prima osservazione del Solstizio d' estate, e secondo Ipparco citato da Strabone trovò che quivi l' altezza del Gnomone da esso piantato perpendicolare alla terra, era alla lunghezza

ghezza della sua ombra come 600, 209, onde dedusse l'obliquità dell' Ecclittica. Vedi Gassendi Opere Tomo 4. e 5. Si cominciò però a pensare più seriamente ai computi dei moti celesti dal 283 prima dell' Era in avanti. Tolomeo Filadelfo Re d' Egitto coltivò oltre le altre Scienze ancora l' Astronomia, onde nel 283. prima dell' Era fece venire da Grecia, e da Alessandria capitale dell' Egitto i Sapianti, e gli alloggiò nel suo palazzo dandogli un congruo effegnamiento, e i mezzi per faticare sulle Scienze, e questa unione di Letterati fu detta la Scuola Alessandrina. Strabone nel Libro 17. della sua Geografia descrive questa Scuola che cominciò dal 283. avanti l' Era, e durò sino al 634 dopo l' Era, in cui avevano già invaso l' Egitto i Saraceni. In questa Scuola si segnalavano i primi Timocaride, e Aristillo, delle Osservazioni dei quali si servì Ipparco, al dire di Tolomeo per scoprire il moto lentissimo delle stelle in longitudine da Occidente in Oriente. Anzi lo stesso Tolomeo nel suo Almagesto si è servito di molte osservazioni fatte da essi, la più antica delle quali è del 294 prima dell' Era. Timocaride osservò il lembo boreale della Luna toccare la stella boreale nella fronte di scorpione, della quale osservazione si serve de la Lande nella sua Astronomia ristampata a Parigi in tre tomi in 4°. nel 1771 e nelle Memorie dell' Accademia del 1778 per stabilire colle osservazioni il moto delle stelle ancora in latitudine. Celebre fu anche nell' Astronomia Arato che nel 270. prima dell' Era, alla Corte di Antigono Gonata Re di Macedonia compose un Poema sull' Astronomia. Contemporaneo ad esso fu Aristarco di Samo che fu uno dei primi a difendere Filolao sul moto della terra, e Tolomeo riferisce un' osservazione fatta sopra il Sostizio da lui. Abbiamo inoltre di esso un libro delle Distanze, e grandezze del Sole, e della Luna conservato da Pappo Alessandrino nel libro 6 delle Raccolte di Matematica. Accurato Astronomo della Scuola Alessandrina fu Eratostene nato a Cirene nel 276 avanti l' Era, chiamato in Alessandria dal Re Tolomeo Evergete per suo Bibliotecario, che vi stette sino all' età di 80 anni in cui divenuto cieco si lasciò morire d' inedia. Fece fare un gran cerchio di bronzo per osservare il passaggio del sole per l' Equatore nell' Equinozio, e di questo si servirono Ipparco, e Tolomeo. Fu il primo a pensare di misurare la circonferenza della terra, come abbiamo veduto nella Parte 2. §. 24. Ma sopra tutti gli Astronomi della Scuola Alessandrina si distinse Ipparco di Nicea in Bitinia, nel 160. prima dell' Era. Fece questo Astronomo una raccolta delle antiche Ecclissi da Caldei osservate, delle quali si servì Tolomeo nel suo Almagesto. Inventò un modo di misurare la distanza del Sole della terra per mezzo delle Ecclissi Lunari. Fu il primo ad osservare che le Orbite dei Pianeti non sono concentriche, ma eccentriche alla terra, e al Sole; e perciò il Sole non sta nel centro di esse, osservò inoltre che il moto dei Pianeti era ineguale, locchè principalmente fece vedere nella Luna osservando il

moto

moto dei suoi nodi, o intersezioni dell'orbita lunare colle orbite degli altri pianeti. Fece inoltre il primo un Catalogo delle stelle fisse, che ne ha conservato Tolomeo nel suo *Almagesto*, ma accresciuto fino al 63. dell'Era Cristiana in cui viveva. Paragonando le Osservazioni fatte da esso sulla Costellazione detta Spiga della Vergine con quelle fatte da Timocaride un secolo prima si accorse che le stelle avevano un lentissimo moto da Occidente in Oriente, riguardo ai punti Equinoziali, locchè si chiama *Precessione degli Equinozj*. Stabilì inoltre che l'Anno non era, come lo aveva stabilito Calippo Greco nel 330. prima dell'Era di giorni 365. e  $\frac{1}{4}$ ; ma determinato con più accuratezza era di giorni 365: ore 5. minuti primi 55', e secondi 12", quale numero è 6' minuti primi meno di quello che ora si è determinato. Compose ancora Ipparco un libro sulla misura della terra contro quella di Eratostene. Dopo Ipparco fiorirono ancora *Possidonia* d'Apamea in Siria, che si stabilì a Redi 80 anni prima dell'Era; *Gemino* 76 anni prima dell'Era, e *Cleomede* sul principio della medesima. Ma più di tutti dopo Ipparco si distinse *Tolomeo* nato a Peluso in Egitto che dal 125, fino al 147. dopo l'Era fece le sue osservazioni sopra le stelle fisse, e racchiuse tutte quelle fatte prima di lui nell'*Almagesto*, o gran Costruzione, quale opera sola è a noi giunta intera tra tante altre perite nel fuoco della Libreria Alessandrina. L'*Almagesto* fu tradotto dal Greco in Arabo indi in latino, e stampato a Venezia nel 1515. Ma la migliore traduzione fatta dal Greco in latino fu quella di Giorgio da Trabisonda, detto Trapezunzio è stampata a Venezia nel 1527., e ristampata a Basilea nel 1541. e 1551. Dopo Tolomeo non si trova nelle Storie altro Astronomo che *Teone* fiorito nel 365 di Gesù Cristo in Alessandria. Nello stesso anno abbiamo di esso una Ecclisse osservata, e un Commento sopra l'*Almagesto*. Da questo tempo fino al 500 di Cristo non abbiamo che una Ecclissi osservata da Tio.

18. Il secondo Tempo del terzo Periodo dell'Astronomia comincia nel 641, e giunge fino al 1396. in tutto questo tempo si segnarono gli Arabi, o i Saraceni. Verso il 612 avendo gli Arabi scosso il giogo dei Romani a tempo dell'Imperatore Eraclio, s'impadronirono della Siria, e dell'Egitto, stendendo le loro conquiste in Asia, in Africa, e nella Spagna in Europa. Nel 641 sotto Omar loro Califo secondo, o secondo successore di Maometto fu presa Alessandria da *Arou Ebnò l. Aas* loro capo, e fu abbruciata la Libreria Alessandrina unica al Mondo per la raccolta di manoscritti degli Antichi in ogni lingua. Pochi solo di questi furono sottratti dal fuoco. Onde si perdettero in un momento le fatiche di molti secoli, e le notizie dei tempi trasandati. Rimase adunque gli Arabi, e insieme con essi l'Europa in una perfetta ignoranza dal 641 fino all'827, e l'Europa continuò ad esservi fino al 1300. Nell'814 giunto *Almanone* Arabo all'Impero, poco dopo, cioè nell'827 cominciò a dimostrare il suo genio per le Scienze facendo tradurre in Ara-

Ara-

Arabo l' *Almagesto* di Tolomeo. Osservò l' obliquità dell' Ecclittica, trovandola di gradi  $23^{\circ}$  minuti  $35'$ , e fece da bravi artefici costruite Istrumenti Astronomici; e nei campi di Siniar alle sponde del mar rosso fece misurare un grado della terra. Molti furono in questo tempo gli Arabi che si applicarono all' Astronomia. *Alfragano* nell' 800 scrisse gli *Elementi* dell' Astronomia, che si stampò la prima volta a Ferrara nel 1493. Fiorì anche nell' 879 *Albategnio* Principe Arabo, che scrisse la *Scientia Stellarum*, che si stampò in latino a Norimberga nel 1537. e di nuovo più corretta colle note di Regiomontano a Bologna nel 1645. Fiorì anche *Ibn Ioanis*, che al gran Cairo osservò tre Ecclissi del 977. 978. 978. che sono l' uniche osservazioni Arabe delle quali si possa far uso. De la Lande nella sua Astronomia se ne serve per determinar l' ineguaglianza secolare della Luna. Verso il 1080 fiorì *Arzachel* che fece *Tavole astronomiche* più accurate di quelle d' Albategnio; che aveva corrette quelle di Tolomeo. Lungo farebbe il tessere una Storia di tutti gli Arabi che furono celebri nell' Astronomia. Possano vedersi nel Catalogo dei manoscritti Arabi della celebre Libreria dell' Escuriale poco lontano da Madrid. In questo tempo in cui fiorirono gli Arabi, vi furono ancora verso il fine alcuni altri che si distinsero in Europa. Verso il 1236 protestò le lettere *Federico II* Imperatore, ristabilendo l' Università di Napoli, e fondando nel 1237 quella di Vienna: diede nuova faccia alle scuole di Bologna, e Salerno, e fece tradurre dall' Arabo più libri di Medicina, e Filosofia, e l' *Almagesto* di Tolomeo. Fu celebre in questi tempi *Giovanni di Sacro Bosco* Inglese pel suo *Trattato de Sphæra*, e morì nel 1256. Celebre ancora pel genio Astronomico fu *Alfonso Re* di Castiglia, che prima del 1240. chiamò a Toledo i più celebri Astronomi di quel tempo Cristiani, Mori, Giudei per far le *Tavole Astronomiche* più corrette di quelle di Tolomeo, e furono compiute nel 1252. Comparirono la prima volta stampate a Venezia nel 1483 col titolo *Tabulae Alphonsinae* presso lo stampatore Radolt, e sono rarissime. Furono indi più volte ristampate nel 1492. 1521. 1545, e furono più corrette delle ultime di Arzachel, ma ancora mancanti.

19. Il terzo Tempo del Periodo terzo Astronomico comincia dal 1396, e va sino al 1666. Comincia questo tempo dall' anno 1496 in cui nacque nell' Isola di Creta *Giorgio di Trabisonda*, perchè originario di questa Città, detto anche *Trapefunzio*, che dilatò il gusto della lingua Greca già introdotto da *Emanuele Crisolora* nato a Costantinopoli, ma oriundo di Roma nel 1387. A questo autore che morì nel 1415. di 47. anni in Costanza a tempo del Concilio, e a *Trapefunzio* morto nel 1480 deve l' Europa l' essere rifiorito in essa il Greco genio, che produsse molte traduzioni più accurate dei Greci manoscritti, che quelle che erano già comparse tradotte dall' Arabo. *Trapefunzio* tradusse dal Greco l' *Almagesto* di Tolomeo, che poi fu stampato a Basilea nel 1541, e 1551. Tradusse ancora i *Commentarj* di Teone, sopra l' *Al-*  
mage-

*magesto* §. 16, e molti altri libri immediatamente dal Greco. Contemporaneo a Trepelunzio fiorì *Giorgio Purbachio* nato a Peurbach, Città sui confini dell' Austria, e della Baviera che corresse le Tavole Alfonsine, e nel 1460 pubblicò le sue Tavole sulle Ecclissi, e le sue Teoriche. Insegnò Matematica in Bologna, Padoa, e Vienna, e morì nel 1461. Bianchini da Bologna insegnò l' Astronomia nel 1458. in Ferrara, e stampò le sue tavole, che sono di più uso delle Alfonsine. Celebre Astronomo di questo tempo fu ancora *Giovanni Muller* di Konigsberg, o Regio monte, detto perciò *Regiomontano*. Studiò a Vienna sotto Purbachio, e osservò con esso le Ecclissi della luna nel 1457, 1460. e 1461 indi ottenne ivi la Cattedra di Purbachio. Nel 1470 andò a Norimberga per li turbidi della guerra in Boemia e fu accolto da *Bernardo Valtero* uomo ricco e amante dell' Astronomia, che gli fece fare degli istrumenti coi quali osservarono la Cometa del 1472, sulla quale fece un Trattato *Regiomontano*. Sisto IV. lo fece venire a Roma nel 1475 per la riforma del Calendario, ma morì nel 1476, come dicono avvelenato dai figli di Trepelunzio per aver trovato degli errori nelle traduzioni del loro Padre. *Bernardo Valtero* che era nato nel 1430, gli sopravvisse fino al 1504, in cui lasciò molte osservazioni comprate dal Senato di Norimberga e stampate nel 1544. da Schoner, e di queste si fa uso anche al presente. Si segnalò tra gli Astronomi in questi tempi *Niccolò Copernico* nato a Thorn nella Prussia Reale li 19. Gennajo 1472. Venne in Italia di 23. anni e si fermò in Bologna presso l' Astronomo *Domenico Maria*; indi passato a Roma fu fatto Lettore di Matematica, e nel 1500 fece alcune Osservazioni celesti; di poi fatto da suo Zio che era Vescovo di Varmia Canonico di Frawenberg si diede tutto alle Osservazioni fino dal 1507; e nel 1530 terminò la sua opera del Sistema Mondano in cui pone il Sole nel centro del sistema del mondo, e la terra la reputa come un Pianeta, spiegando così facilmente tutti i Fenomeni del Cielo. Uscì alla luce questa opera a Norimberga nel 1543 col titolo *de Revolutionibus orbium caelestium* dedicata al Pontefice Paolo Terzo. Fu di nuovo stampata questa opera a Basilea nel 1566 colla narrazione prima su di essa fatta da Gioacchino Retico uditore di Copernico e diretta a Gio: Sconero. Dopo Copernico fiorirono *Gioanni Werner* nato a Norimberga nel 1468, che osservò la Cometa del 1500. *Erasmo Rheinold* nato a Turingia nel 1511, che nel 1551 diede alla luce le *Tabule Prutenicae* dedicate al Duca di Prussia, che sono più accurate delle Alfonsine, e di quelle di Copernico che sono mancanti dei calcoli. *Guglielmo quarto Langravio d' Affia Cassel* nato nel 1532, che coll' ajuto di *Rothman*, e *Birgio* famoso per far istrumenti fece fabbricare una *Specola*, o *Osservatorio Astronomico* ove fece molte Osservazioni celesti, in parte stampate a Leiden nel 1618, in parte rimaste manoscritte a Cassel, che sono le più accurate prima di Ticone. *Gerardo*

cardo Mercatore nato in Fiandra nel 1512, che fece nuovi Globi terrestri, e molte carte Geografiche.

20. Ma fra tutti gli Astronomi di questi tempi si distinse *Ticone Brabe* nato a Knudstorp in Svezia li 13 Dicembre 1546. Nel 1576 fu chiamato dal Re di Danimarca *Federico I* che gli regalò l'Isola *Uenna*, anticamente detta *Venusia*, che sta in faccia a Copenaghen, e qui vi gli fece fabbricare un Castello in forma di Osservatorio di 60 piedi ciascun lato, che chiamò *Uraniburg*, e gli fece fare moltissimi Istrumenti per l'Astronomia. Ivi per 15 anni di osservazioni stabilì i fondamenti dell'Astronomia, ajutato da *Melchiorre Jostelio*, e da *Christiano Longomontano*. Ma dopo la morte di *Federico* l'invidia dei suoi emuli l'obbligò lasciar *Uenna* e ritirarsi a Copenaghen coi suoi istromenti, ma ne anche ivi potè stare, e andò prima cogli istromenti Astronomici a *Rostoch*, indi a *Wandesburg*, e di lì a *Praga* nel 1599: ove l'Imperator *Rodolfo II* gli diede una considerabile pensione, e un castello per fare le Osservazioni celesti lontano 5 miglia da *Praga*. Quivi *Ticone* oltre gli altri due Osservatori chiamò in ajuto per osservare *Keplero*. Tediato *Ticone* della solitudine si ritirò a *Praga*, ove l'Imperatore gli comprò una commoda abitazione per continuare con più fervore le Osservazioni, come fece, ma nel 1601 morì in età di 55 anni. Le opere di *Ticone* sono le seguenti. *Epistolarum Liber I. Uraniburgi* 1596 in 4°: *Astronomia instaurata Progymnasmata pars prima* anno 1602 in 4°, ristampato nel 1648 coll'aggiunta *de Mundi aetherei recentioribus phanomenis*. *Liber de Cometa* anno 1603. *Epistolarum Astronomicarum libri duo*, *Francofurti* 1610 in 4°: *Historia caelestis*, *Augustae Vindelicorum* 1666 due volumi in foglio stampata coll'assistenza di *Lucio Barreto*, cioè il P. *Alberto Curzio*. Contemporaneo a *Ticone*, e dopo di esso continuò le osservazioni *Giovanni Keplero*, che fu il primo a scoprire le leggi con cui si muovono i Pianeti; e queste furono da *Isacco Newton* successivamente dimostrate, e applicate a tutte le disuguaglianze ancora del moto nella Luna, onde si perfezionò l'Astronomia Fisica. Nacque *Keplero* a *Wiel* nel ducato di *Wirtemberg* li 27 Dicembre 1572. Fu scolaro di *Mestlino* e nel 1595 stampò il *Mysterium Cosmographicum*, pel quale *Ticone* nel 1600 lo chiamò a *Praga*. Ma appena stette con *Ticone* due mesi, che questo morì, e gli lasciò in deposito tutte le sue osservazioni, sulle quali compose *Keplero* la sua insigne opera *Commentarium de Stella Martis* in cui fu il primo a dimostrare che l'Orbita dei Pianeti è Ellittica, e il Sole non sta nel centro ma in uno dei due Fochi dell'Ellissi. L'Imperator *Mattia* lo chiamò a *Lintz*, da cui passò a *Ulmi* nel 1626 per stampar le sue *Tabulae Rudolpbinae*. Nel 1629 andò a *Sagan* presso il Duca di *Fridland*, e nel 1630 fu fatto professore di Matematica a *Rostoch*. Andato a *Ratisbona* per avere il resto delle pensioni morì li 15 Novembre 1631 d'anni 59. Le sue Opere sono il *Mysterium Cosmographicum* a *Tubinga*

1596 , e 1621. *Paralipomena ad Vitellionem* , a Francfort 1604. *de Stella nova in pede Serpentarii* a Praga 1606. *Astronomia nova de Stella Martis* a Praga 1609. *Dioptrica* ad Augusta 1611; e Londra 1653. *Epitome Astronomiae Copernicanae* 1618. 1621. 1622. *Harmonices Libri* 5. a Lintz. 1619. *de Cometis* ad Augusta 1619. *Tabula Rudolphina* ad Ulma 1627. Le sue lettere stampate in foglio a Lipsia nel 1718 , e altre opere di minor considerazione.

21. Dopo Keplero si rese celebre *Nepero* Barone Scozzese per l'invenzione dei Logaritmi, che stampò a Edimburgo nel 1614 , che sono di un gran compendio nei calcoli Astronomici. *Filippo Lansbergio* nato a Gand nel 1560 è rinomato anche esso per le *Tavole Astronomiche* stampate nel 1632 , di cui per molti anni si sono serviti gli Astronomi. *Errico Briggs* Professore di Geometria a Oxford calcolò con indicibile pazienza le *Tavole grandi dei Logaritmi* , e morì di 74 anni li 26 Gennajo 1630. Dopo di questo venne *Geremia Oroccio* , che nel 1635 fece delle Osservazioni celesti in Inghilterra e morì nel 1641 di 22 anni. Ma tra tutti gli Astronomi che fiorirono quello che in questi tempi aprì una nuova strada alla Fisica , all'Astronomia , e a tutte le Scienze dipendenti da queste , fu *Galileo Galilei* nato in Firenze nel 1564 , e morto nel 1642. Introdusse nella Fisica la Meccanica , e le Matematiche , e colla invenzione del cannocchiale fece in Cielo nuove scoperte. Trovò che Giove era circondato da 4 *Lune* , o *Satelliti* , che esso in venerazione dei suoi Sovrani , chiamò *Stelle Medicee* . Scopri delle macchie nere nel Sole , la Librazione della Luna , e l'uniforme accelerazione dei corpi gravi che cadono liberamente . Furono tutte le sue opere ristampate in 4.° a Padoa in 4 Tomi nel 1744. Contemporaneo a Galilei fu *Cristiano Severini* , detto *Longomontano* , figlio di un villano di Danimarca , che nacque nel 1562 , visse 8 anni con Ticone , e morì a Copenaghen nel 1647. Stampò l'*Astronomia Danica* colle *Tavole* . Celebri furono ancora in questi tempi *Michele Florent van Langren* d'Anversa , che stampò nel 1645 la *Selenografia* , o descrizione delle macchie Lunari . *Andrea Argoli* Napoletano , che calcolò l'*Efemeridi* , o il moto dei Pianeti dal 1600 , sino al 1700 ; ma i primi 20 anni non sono stampati . Fu lettore a Padoa , e morì nel 1650. *Tomaso Street* , che stampò a Londra nel 1661 le *Tavole Caroline* . *Adriano Auzout* che fece a Parigi molte Osservazioni celesti , che *Monnier* nella sua *Istoria celeste* espone . Si riguarda *Auzout* come l'inventore del *Micrometro* col filo mobile per misurar le distanze dei corpi celesti . *Giambattista Riccioli* nato a Ferrara nel 1598 fu rinomato pel suo *Almagesto novo* , e la sua *Astronomia* , e *Geografia* riformata , che sono vaste collezioni spettanti all'Astronomia . Morì nel 1671. *Niccolò Mercatore* di Holstein in Danimarca stampò la sua *Cosmografia* nel 1651 , le *Istituzioni Astronomiche* nel 1676 , la *Logaritmotecnia* nel 1678 , e altre dissertazioni che sono nelle *Trasazioni Inglese* n.°.

13. 57. *Giovanni Evelio* nato a Danzica li 28. Gennajo 1611 dopo molti viaggi fatti dal 1630 al 1634, nel 1640 si diede interamente in Danzica all' Astronomia. Onde nel 1641 fece costruire un' Osservatorio, e molti istrumenti Astronomici. Pubblicò nel 1647 la sua *Selenografia* in foglio, ove minutamente descrive la Luna. Stampò nel 1668 la sua *Cometografia* in foglio, e nel 1673 la prima parte della sua grande Opera intitolata *Machina celestis*, e nel 1679. la seconda parte di questa, ove pone una lunga serie di proprie osservazioni, ma non vi sono le ultime. Essendosi dato foco nello stesso anno a tutta la sua casa, colla robba, quindi è rarissima questa seconda parte. Stampò inoltre molte altre opere tra le quali nel 1685 *l' Annus Climactericus*; nel 1690 *Firmamentum Sobieskianum*; nel 1690 *Prodromus Astronomiae, & novae Tabulae Solares, cum catalogo Fixarum* 1888; nel 1662. *Mercurius in Sole visus*; nel 1665. *Prodromus Cometicus*; nel 1666 *descriptio Cometae anni 1665*; *Epistolae de Cometis annorum 1672; 1677.* Il Signor dell' Isle essendo a Danzica nel 1726 comprò 17 volumi manoscritti; quattro dei quali sono la raccolta delle sue Osservazioni, e 13 sono le lettere, e risposte di varj Astronomi; ed ora si trovano questi all' Accademia di Marina in Parigi. *Seto-Ward* nato in Ertford in Inghilterra nel 1617, e morto nel 1689 fu fatto Professore d' Astronomia a Oxford nel 1649, indi Vescovo di Salisbury stampò nel 1653 un Trattato sulle Comete, e nel 1656 la sua *Astronomia Geometrica* ove spiega l' *Ipotesi Ellittica* del moto dei Pianeti introdotta già da Keplero.

22. Il *Quarto, e ultimo tempo* del terzo Periodo della Storia Astronomica comincia nel 1666. e continua sino al presente anno 1778. Ticone, Keplero, Galilei, e Evelio colle loro Opere, e nuove scoperte avevano già eccitato i Saggi di Europa a tentar altre strade per perfezionare le Scienze tutte, ma senza le Accademie, che fossero dei Sovrani protette non potevano i particolari soccombere per molto tempo alle spese, che seco portano le Accademiche Adunanze. Sino dal 1325 si fece una privata adunanza in Tolosa, e nel 1565 un'altra in Colenza di Calabria da Bernardino Telesio; e nel 1603 un'altra in Roma da Federico Cesi Principe di S. Angelo, giovine di 17 anni, che teneva in sua casa, col titolo di Accademia dei Lincei; e tante altre che si possono vedere nella Prefazione alla Parte prima della Fisica. Ma queste ebbero poca durata; perchè non furono dai Sovrani autorizzate. Di tutte quelle Accademie che cominciarono, tre sole continuano ancora, e ogni anno pongono al Pubblico un tomo di dissertazioni fatte dagli Accademici particolari. La *prima Accademia*, è quella della *Società Reale d' Inghilterra*, li di cui Atti vanno sotto il titolo di *Trasfazioni della Società Reale*. Cominciò privata nel 1645 per opera di Teodoro Haak, che era del Palatinato; ma dopo che vi si interpolò la Regia Autorità cominciò a uscire un Tomo delle Trasfazioni nel 1665, che attual-

mente ancora di anno in anno continuano ; di modo che nel 1774 uscì il Tomo che spetta all'anno 1771. Si veda su di questa, e le altre la Prefazione della prima parte della Fisica. Nell'anno stesso 1665 uscì li 5 di Gennajo il primo tomo del *Giornale dei Sapienti* per opera del Signor de Sallo Consigliere del Parlamento di Parigi col quale si istituì il commercio letterario tra l'Inghilterra e la Francia. Opera, che sebbene privata, tuttora persiste, ed ora principalmente per l'assistenza particolare che gli fa l'Astronomo della Lande; onde meritava di essere quivi annoverata.

23. *La seconda Accademia*, che ancora persiste è l'Accademia Reale di Parigi che cominciò privata fino dal 1610 presso il P. Marino Merfeno dei Minimi, e si rese pubblica, pigliando forma d'Accademia nel 1666. e nuova forma gli diede Luigi XIV. nel 1699. I suoi Atti, un tomo dei quali si stampa ogni anno, hanno per titolo *Istoria, e Memorie dell'Accademia Reale di Parigi*.

24. *La terza Accademia* è quella di Lipsia che si rese pubblica nel 1682 in cui uscì il primo Tomo col titolo *Atti di Lipsia*, che continuano fino al giorno presente. Queste tre Accademie hanno fruttato moltissime dissertazioni sopra punti particolari di tutte le Scienze; cosicchè hanno molto influito al loro avanzamento.

25. Gli Astronomi più cospicui che uscirono dopo l'Istituzione delle Accademie furono i seguenti. *Christiano Huygens di Helichem* in Olanda, ove nacque nel 1619. Scopri che Saturno non era tricorporeo, o composto di tre globi uniti, come credettero Galileo, ed Evelio, ma che era circondato da un'anello staccato dal suo corpo, e alquanto largo. Diede alla Luce questa nuova scoperta nel suo *Systema Saturnium* che uscì nel 1659. In questa opera ancora diede parte al pubblico di aver scoperto un *Satellite* intorno a Saturno, come Galileo ne aveva trovati 4 intorno a Giove §. 21. Questo Satellite fu il quarto intorno a Saturno, avendo Giandomenico Cassini nel 1684 scoperto il primo, secondo, terzo, e quinto; dimodo che si sa al presente che Saturno è cinto da cinque *Lune, o Satelliti*, come Giove da quattro, e la Terra da una. Nel 1673. stampò il suo *Horologium oscillatorium* in cui insegna a determinare il centro d'oscillazione, e la durata uguale delle vibrazioni per mezzo della cicloide. Essendo Huygens morto in Olanda nel 1695, suo fratello stampò il suo *Cosmotheoros* nel 1698, in esso porta delle congetture che i Pianeti siano abitati. Molte altre opere postume uscirono di questo autore, e tutte le sue opere furono stampate in tre tomi in 4°. nel 1724; e 1728. Celebre fu anche in questi tempi *Richer* che nel 1671 andato all'Isola di Cajenna vicina all'Equatore per ordine dell'Accademia di Parigi nel fare alcune osservazioni si accorse che la *Gravità era minore che nei luoghi più vicini ai Poli*; onde dai Poli andando verso l'Equatore si diminuiva; quale osservazione fu molto utile per l'Astronomia. Morì Richer nel 1696. Astronomo  
rino-

rinomato fu ancora *Ismael Bouillaud* nato a Loudun nel 1605, le di cui osservazioni si trovano manoscritte nella Biblioteca Reale a Parigi. Stampò l'*Astronomia Filolaica*, e morì a Parigi nel 1694. Si segnalò ancora in questi tempi *Roberto Hooke* nato in Inghilterra nel 1635, e morto a Londra nel 1702. Stampò nel 1675. le sue osservazioni sulla Parallaxi annua, nelle quali positivamente asserisce che i *Pianeti si attraggono* vicendevolmente, come aveva già congetturato Keplero, e poi Isacco Newton ha dimostrato. Trovò inoltre l'*Aberrazione delle Stelle*. Si distinse anche in questi tempi *David Grègori* nipote di *Giacomo Grègori* Inglese, che stampò l'*Optica promota* in cui descrive i cannocchiali di riflessione da se inventati, collo specchio bucato in mezzo, che poi ridusse Newton a specchio intero. Fu David Grègori fatto professore di Astronomia a Oxford nel 1691, e nel 1702 stampò gli *Elementi dell' Astronomia*, che più copiosi furono ristampati a Ginevra nel 1726. Morì David nel 1708. Fiorì anche in questi tempi *Guglielmo Whiston* che nel 1696 pubblicò la sua Teoria della Terra, e nel 1707 le sue *Lezioni Astronomiche* fatte a Cambridge; e altre opere. Celebre ancora fu *Mattia de Chazelles* nato a Lione nel 1657 che fece a Marsiglia e nel suo viaggio in Levante molte importanti osservazioni Astronomiche, e morì li 16. Gennajo 1710.

26. Si distinse tra gli altri *Giandomenico Cassini* nato a Perinaldo nella Contea di Nizza nel 1625. Nell'età di 25 anni, che fu nel 1650 successe nella cattedra di Matematica a Bologna a *Bonaventura Cavalieri* che fu scolaro di Galileo. Osservò col *Marchese Malvasia* la Cometa del 1652, e ne stampò le *Osservazioni* nel 1653. Scrisse nel tempo stesso su un *Problema* tentato da Keplero che consiste in trovare geometricamente l'Apogeo, e l'Eccentricità d'un Pianeta. Nel 1653 essendo stata risarcita la Cattedrale di S. Petronio a Bologna, ove *Ignazio Dante* nel 1575 aveva tirata la Meridiana, Cassini ne fece una nuova, sopra la quale scrisse il suo *Specimen Observatorum Bononiensium Equinoctii Verni* anno 1656 in foglio. Fu fatto soprintendente delle acque in tutto lo Stato Pontificio. Nel 1663 stampò in Bologna *Nova Eclipsium methodus*. Osservò, e scrisse sulle Comete del 1664, e 1665, e in questo anno dedusse ancora dalle macchie la rotazione di Giove, e di Marte intorno al proprio asse, e ne stampò a Roma nel 1665. Si occupò molto nel determinare il moto dei Satelliti di Giove, e ne fece l'*Efemeridi* impresse a Roma nel 1666 colle sue *Opere Astronomiche*, che furono ristampate a Roma nel 1668 col titolo *Ephemerides Bononienses Mediceorum Siderum*. Nel principio del 1669 *Colbert* primo Ministro del Re di Francia che aveva resa pubblica l'Accademia di Parigi lo fece Accademico, e gli ottenne da *Papa Clemente XI* di poter venire a stare per 6 anni a Parigi, in cui poi si fissò. Nel 1671 intraprese con scelti istrumenti una nuova serie di *Osservazioni*, e nel 1672 determinò la Parallaxi del Sole,

Sole, e nel 1680<sup>o</sup> osservò, e scrisse sulla celebre Cometa che comparve. Nel 1683 scoprì il *Lume Zodiacale*, e quattro altri Satelliti di Saturno §. 21. oltre quello osservato da Huygens. Nel 1695 fece un viaggio a Bologna, e trovata esatta la sua Meridiana di S. Petronio, determinò l'*Obliquità dell' Ecclittica*, e stampò la *Meridiana del Tempio di S. Petronio in 4<sup>o</sup>*. Bologna. 1695. Nel 1700 continuò a stendere la Meridiana di Parigi per tutta la Francia, cominciata già da Piccard, e osservò la *Librazione della Luna*. Stampò inoltre varie altre Opere, e molte dissertazioni nelle Memorie dell' Accademia, e finalmente divenuto cieco, come Galileo finì di vivere nel 1712, lasciando per suo successore *Gian Giacomo Cassini* suo figlio, che morì nel 1756.

27. Celebre fu ancora *Giovanni Picard* nato a Fleche nell' Angioino, che nel 1652 osservava già il Cielo a Parigi. Nel 1669 intraprese a *misurare il Grado di Meridiano*, e di questo si sono serviti gli ultimi Accademici. Fu nel 1671 inviato a Uraniburg per determinare più esattamente la sua Longitudine, e Latitudine, e ciò fece per poter trasportare le Osservazioni di Ticone al Meridiano di Parigi; portò con esso le Osservazioni di Ticone, e indusse Roemer a venire a Parigi. Nel 1673 stabilì l'Osservatorio, e ebbe l'ordine di stendere per la Francia la Meridiana di Parigi, ma essendo morto nel 1682 vi andò de la Hire, e dopo la morte di questo, vi andò Cassini, come poco fa abbiamo veduto. Benemerito dell' Astronomia fu ancora *Kirch* nato a Guben nella bassa Lusazia. Stette nel 1640 per qualche tempo con Evelio, e pubblicò l'Efemeridi nel 1681; indi si stabilì a Berlino nel 1700, ove fece un gran numero d'Osservazioni, e morì nel 1710. *Olao Roemer* si segnalò anche esso. Nacque in Danimarca nel 1644, e venne a Parigi con Piccard nel 1672. Scoprì che *la Luce del Sole non viene a noi istantaneamente, ma impiega 8 minuti primi*; locchè cagiona l'*Aberrazione*, che deve computarsi nell' Astronomia. Ritornò a Copenaghen nel 1681, ove fece varie osservazioni, e morì nel 1710. Si distinse ancora nell' Astronomia *Francesco Noel*, che dal 1684 sino al 1708 fece delle Osservazioni nelle Indie Orientali, e le stampò col titolo *Astronomia Cinese* nel 1710. Si distinse ancora *Filippo de la Hire* nato a Parigi nel 1640. collo stampare le sue *Tavole Astronomiche* nel 1687. Fece un gran numero di Osservazioni, e ricerche Astronomiche dal 1685 sino al 1718 in cui morì, e i suoi manuscritti furono lasciati dal Sig. de l' Isle, che aveva con esso commercio. Lasciò due figli Accademici di Parigi, uno dei quali *Gabriele* morì un'anno dopo il padre, nel 1719. Si segnalò ancora *Giovanni Keill* nato in Scozia nel 1671, che fu medico di professione, e Professore di Astronomia a Oxford, ove pubblicò le sue *Lezioni Fisiche, e Astronomiche* nel 1718. di queste fece una bella edizione con molte aggiunte il Signor Monnier col titolo *Institutiones Astronomicae Parisiis* 1746. in 4<sup>o</sup>: Morì Keill nel 1721.

28. Più di tutti gli antecedenti Astronomi si affaticò in questa Scienza *Giovanni Flamsteed*, che nacque a Derby, in Inghilterra nel 1646. Nel 1676 dell'età di trenta anni entrò al possesso dell'Osservatorio di Greenwich due leghe lontano da Londra, che fece costruire, e corredò di perfetti istrumenti Astronomici il Re Carlo II. Morì Flamsteed nel 1719 dell'età di 73 anni, dopo aver fatte continuamente per lo spazio di 47 anni Osservazioni celesti. Nel 1725 comparve il frutto di tutte le sue assidue fatiche nell'opera postuma che uscì alla luce di lui in tre Tomi grandi in foglio, col titolo *Historia celestis*. Nel primo Tomo di questa grande Opera si contengono tutte le Osservazioni fatte prima a Derby, indi a Greenwich sulle Stelle fisse, i Pianeti, le Comete, le macchie del Sole, e i Satelliti di Giove. Nel secondo Tomo sono i passaggi osservati pel Meridiano di molte Stelle, e Pianeti, coi luoghi loro, che ne risultano. Il terzo Tomo contiene dei Prolegomeni sull'Istoria dell'Astronomia, la descrizione degli Istrumenti di *Ticone Brahe*, e i Cataloghi diversi delle Stelle fatti da *Tolomeo*, *Ulug Beigh Principe Tartaro*, *Ticone*, *Langravio d'Assia*, *Evelio*, il catalogo delle Stelle Australi, che noi mai vediamo; perchè sono sempre sotto il nostro Orizzonte, fatto da *Abraamo Sharp*; e finalmente il suo Catalogo, che è più copioso di tutti descrivendo 3000 Stelle, ed ha per titolo *Catalogus Britannicus*. In questo si nota la Longitudine, Latitudine, Ascensione retta, Distanza del Polo, e le variazioni in Ascensione retta, e declinazione, che rispondono a ciascun grado di variazione in Longitudine di 3000 Stelle. Opera vasta, e immortale e di un'uso continuo presso gli Astronomi. Aveva già da molto tempo intrapreso ancora Flamsteed con lunga serie di Osservazioni, di provare la *Parallassi annua* delle Stelle fisse, per cui ciascuna nel moto annuo della terra comparisce in Cielo descrivere un piccolissimo cerchio: Questa Parallassi se fosse dimostrata, farebbe per conseguenza dimostrato ancora il moto della terra. Ma *Casini* nelle Memorie del 1699, ed *Eustachio Manfredi* nel libro *de annis inerrantium stellarum aberrationibus* stampato a Bologna nel 1729 fecero vedere che il moto annuo da esso osservato nelle Stelle, non corrispondeva, anzi era totalmente contrario alla Teoria del moto della Terra. Quindi *Bradley* giudicò che questo moto osservato in ciascuna stella ogni anno dipendesse dalla successiva propagazione della Luce, già da *Roëmero* osservata §. 27.

29. Quello che ha fatto Flamsteed in quella parte di Astronomia che riguarda le Osservazioni Celesti ha fatto *Isaaco Newton* nella parte Meccanica, avendo stabilito con immediate Osservazioni la *Forza attraente* sospettata già da *Keplero*, §. 19. e confermata da *Roberto Hooke* §. 25. Per mezzo di questa forza ha con somma semplicità collegati insieme i corpi celesti; cosicchè agevolmente spiega i loro moti diurno, e periodico, e le disegualità che in essi si osservano. Nacque *Isaaco Newton*

ton in Inghilterra nel 1642, e morì nel 1727. Avendo dimostrato che la Gravità non solo si trova nei corpi terrestri, ma ancora tra tutti i corpi celesti, e che è vicendevole, gravitando non solo la Luna verso la terra, locchè dimostrò con immediate osservazioni, ma ancora la Terra verso la Luna, gli fu agevole, calcolando queste Forze di spiegare non solamente i moti ordinarij dei Pianeti, ma ancora le loro disuguaglianze, e gli altri moti più lenti, che si osservano in Cielo; cosa da molti tentata, ma che ancora non vi era alcuno riuscito; non corrispondendo la Teoria colle Osservazioni, principalmente nei moti della Luna intorno la terra, che sono molto irregolari. Mentre faticava sul Sistema celeste con nuovi Principj di Matematica, si applicò ancora a discifrare la natura della Luce, che trovò composta di sette raggi di natura diversa, a ciascuno dei quali era annessa una sensazione di un colore diverso. Nel 1669 successe ad Ilacco Barrow nella Cattedra di Matematica a Cambridge. Sino dal 1681 aveva dato saggi di una nuova specie di calcolo in Algebra, detto calcolo differenziale, e integrale, del quale poi la gloria della prima invenzione gli contrastò il Leibnitz; quando forse ammandue lo trovarono contemporaneamente. Il Libro dei suoi Principj uscì per la prima volta nel 1687; che poi fu ristampato più volte con nuove aggiunte. Visse 85 anni prospero, e solamente gli ultimi 20 giorni scopertasi la pietra soffrì, senza però darne alcun segno, atrocissimi dolori. Le sue Opere sono *Principia Mathematica Philosophiae naturalis cum perpetuis Commentariis P.P. Minimorum Jacquier, & Le Seur. Colonia Allobrogum 1760. Tomi 4 in 4°*. In questa opera espone, e calcola i moti dei corpi celesti. *Optica, & Lectiones Opticae Tomo 1 in quarto a Padova 1749. Arithmetica universalis, ove dà i Principj dell'Algebra, stampata a Leiden nel 1732. Opuscula Mathematica, Philosophica, et Philologica a Ginevra, e Lausanna 3 tomi in 4° 1744*. In questi Opuscoli sono raccolti varj Trattati, come la quadratura delle Curve. L'enumerazione delle linee di terzo ordine. L'Analisi per le Equazioni infinite, ed il Metodo differenziale &c. Vi è ancora la sua Cronologia, il Commentario sulla Apocalisse &c.

30. Grande Astronomo fu ancora *Monsignor Francesco Bianchini* nato a Verona nel 1662, morto a Roma nel 1729. Ha fatto molte Osservazioni Astronomiche che furono stampate a Verona in foglio nel 1737. Oltre di queste stampate dopo la sua morte, diede esso alla luce nel 1728 a Roma in foglio *Hesperii, & Phosphori nova phenomena*; ove descrive il disco, le fasi di Venere, e la sua rotazione intorno all'asse, che si fa non in 23 ore, come Cassini aveva detto, ma in 24 giorni, e 8 ore. Avendo a tempo di Clemente XI, e per suo ordine tirata una Meridiana nella Chiesa della Certosa in Roma, che tutta via sussiste, descrisse il metodo da esso tenuto per tirarla nell'opera *de Gnomone Clementino*. Celebre è ancora *Giacomo Filippo Maraldi* nato a Perinaldo nella

nella Contea di Nizza nel 1665, morto a Parigi nel 1729, fece molte Osservazioni, e chiamò a se nel 1728 *Giandomenico Maraldi* suo nipote che è Astronomo dell' Osservatorio di Parigi. Celebre ancora fu *Eugenio de Louville* nato nel 1671. Nel 1704 cominciò a osservare a Parigi, e morì a Carrè in Orleans nel 1732. Varie sue Memorie principalmente sull' Obliquità dell' Ecclittica si trovano in quelle dell' Accademia Reale. Onore degli Astronomi Italiani fu *Eustachio Manfredi* nato in Bologna nel 1674. Fece molte Osservazioni Celesti nelle Occasioni. Stampò l' Efemeridi, o Tavole dei moti celesti di 10 in 10 anni, e questa opera la continua in Bologna il Dottor *Eustachio Zannotti*. Stampò ancora *de Gnomone Meridiano Bonononiensi* in 4°. a Venezia, e dopo la sua morte uscirono le sue *Instituzioni Astronomiche* in 4°. a Bologna. Dotto Astronomo fu ancora *Christfried Kirch* che nacque a Guben nel 1694, e fece molte Osservazioni a Danzica, indi a Berlino, ove visse, e calcolò l' Efemeridi colle tre sue sorelle; indi nel 1730 stampò le sue Osservazioni scelte, e morì nel 1740. Indefesso Astronomo fu ancora *Luigi dell'Isle della Croyere*, che ebbe per fratelli *Giuseppe Nicola de l'Isle*, e *Guglielmo de l'Isle* primo Geografo del Re di Francia. Andò Luigi nel 1727 a fare delle osservazioni nelle parti settentrionali della Russia, e nel 1733 a Kamffchatka, da dove partì li 12 Aprile 1741 per la Costa Occidentale d' America. Morì nel suo ritorno a vista del Porto di S. Pietro e Paolo li 2 Novembre 1741. Le sue osservazioni manoscritte sono nell' Accademia di Marina in Francia.

31. Non meno indefesso nelle Osservazioni fu *Edmondo Halley* nato a Londra nel 1658. Succedette a Flamsteed a Greenwich. Nel 1676 andò all' Isola di S. Elena per far il Catalogo delle Stelle Australi, che pubblicò nel 1679. Ivi osservò nel 1677 il passaggio di Mercurio sul Sole. Nel 1679 si portò a Danzica per comunicar con Evelio. Scorse indi l' Italia, e la Francia per conoscere i migliori Astronomi. Nel 1683 diede la sua Teoria delle variazioni della Bussola, e molte altre memorie, che sono nelle Traduzioni Inglese. Nel 1698 scorse l' Oceano Atlantico per verificar la sua Teoria delle Variazioni. Nel 1701 scorse la Manica per osservar le Maree. Nel 1703 successe a Wallis nella Cattedra di Geometria a Oxford, e nel 1720 fu fatto Astronomo a Greenwich. Nel 1705 pubblicò il ritorno delle Comete; locchè prova che hanno un dato periodo d'anni, come i Pianeti, per girare intorno al Sole. Ciò si è verificato nella Cometa del 1682, il di cui periodo lo fa di anni  $75 \frac{1}{2}$ , e perciò era la stessa che si vide negli anni 1531, e 1607, e che fu predetto da esso che sarebbe tornata nel 1759, come di fatti è accaduto. Intraprese di osservare tutte le disuguaglianze del moto della Luna, avendo l'età di 65 anni, e vi si impiegò per 18 anni, e il 25 Gennajo 1741 compì felicemente le Osservazioni, e poco dopo morì. Queste Tavole della Luna uscirono nel 1749, e di nuovo nel 1754 con quelle del Sole per opera dell' Abbate Chappe.

32. Valente Astronomo fu ancora *Giacomo Cassini* figlio di *Giandomenico* § 26. che nacque a Parigi nel 1677, e morì nel 1756. Ha fatte più Osservazioni, e Memorie che sono stam pate in quelle dell' Accademia. Nel 1740 stampò a Parigi in quarto in due Tomi gli Elementi dell' Astronomia *M. F. Cassini de Thury* suo figlio; nel 1735 fu fatto Astronomo dell' Accademia, e già uno dei suoi figli corre la stessa carriera del Padre, e ha fatto nel 1768 un viaggio in America per osservare le Longitudini, e nel 1770 era già Aggiunto dell' Accademia per la Astronomia. Indefesso ancora è stato *Pietro Bouguer* nato a Croisic nel 1698, che fu uno degli Accademici mandati all' Equatore nel 1735 per la misura della Terra su cui stampò un Trattato col titolo *Figura della Terra* in 4°. a Parigi 1749. Vi è di esso ancora il *Maneggio dei Vascelli* in 4°. a Parigi 1757, e il *Trattato di Navigazione* compendiato dal Sig. de la Caille sull' edizione del 1753, che uscì nel 1760. Vi è inoltre il *Saggio d' Ottica* sulla graduazione del lume a Parigi 1729, e molte dissertazioni nelle Memorie. Morì Bouguer a Parigi nel 1758. Si segnalò ancora tra gli Astronomi *Luigi Moureau de Maupertuis* nato a S. Malò nel 1698, che fu uno degli Accademici mandato al Polo nel 1736 a misurar il grado di Meridiano terrestre, su cui stampò *la Figura della Terra* in 4°. a Parigi 1738. Tutte le sue Opere, che sono molte, oltre quelle nelle Memorie dell' Accademia, uscirono, la seconda volta a Lione in 4 tomi in 8°. nel 1768. Morì a Basilea nel 1759. Celebre Astronomo fu eziandio *Tobia Mayer*, che nacque a Marbach nel Wirtembergesel' anno 1723. Ancora giovane diede varie dissertazioni Astronomiche nelle Memorie di Gottinga, e principalmente le Tavole più corrette della Luna, che il Sig. della Lande ristampò nella *Conoscenza dei tempi* del 1761. Le preparò successivamente più corrette, ma morì a Gottinga nel 1762, tempo in cui morì ancora Bradley che le aveva perfezionate in modo, che l' errore era di un solo minuto. Nel 1763, e 1764 erano in mano di Bliff Astronomo d' Inghilterra, e successor di Bradley, che morì nel 1764. Usciranno queste Tavole Lunari quando la Vedova di Mayer avrà per esse qualche ricompensa. Peritissimo Astronomo fu ancora *Nicola Luigi de la Caille* nato a Rumigni in Tierca nel 1713. Fu un' Astronomo il più abile, indefesso, e sollecito di tutti gli antecedenti in osservare, e calcolare i moti dei corpi celesti. Stampò per varj anni l' Efemeridi, e le Tavole del Sole. Andò a Capo di bona Speranza, ove misurò un grado di Meridiano, ed ivi osservò nell' Emisfero Australe 10000 Stelle, e di 1942 diede le Tavole colle loro Longitudini, Latitudini &c. Travagliò sulla Parallassi, e le Rifrazioni, e morì a Parigi nel 1762. Molte dissertazioni su diversi capi d' Astronomia sono nelle Memorie dell' Accademia Reale. Varie Opere ha stampato a Parigi, che sono. Lezioni elementari di Matematica in 8°. 1764. Lezioni d' Ottica in 8°. 1756. Lezioni di Meccanica in 8°. 1757. Lezioni d' Astronomia in

in 8°. 1761. Indefesso ancora fu nell' Astronomia *Giacomo Bradley* nato nella Contea di Gloucester nel 1692. Di 26 anni, cioè nel 1718 già osservava il Cielo. Per la morte di Keill fu fatto nel 1721 a Oxford Professore Saviliano, e nel 1731 fu posto a Grenvick per la morte di Halley. E' stato il primo a computar l' *Aberrazione del lume* nell' osservare la picciola Ellissi che pajono descrivere le stelle pel moto annuo della terra, che Hooke, e Flamsteed §. 25. 28. spiegavano pel moto stesso della terra, che doveva produrre questa *annua Parallassi*. Morì Bradley nel 1764. Lodevole Astronomo fu ancora *Pietro Horrobow* nato in Danimarca nel 1679. Dall' anno 1692 osservò di continuo il Cielo sino agli ultimi suoi giorni. Le sue opere sono *Clavis Astronomie*, e *Basis Astronomie*. Morì a Copenaghen di 85 anni nel 1764. Celebre ancora fu *Giuseppe Nicola de l' Isle* fratello di Luigi de l' Isle §. 30. che nacque a Parigi nel 1688, e morì di 80 anni nel 1768. Colle sue ricerche e corrispondenze cogli altri Astronomi ha influito molto all' avanzamento dell' Astronomia, sull' origine della quale ha molto faticato. Ha fatto ancora una quantità prodigiola d' osservazioni, e di computi. I suoi manuscritti sono all' Accademia di Marina in Verlaglies. Stampò nel 1738 le sue memorie a Pietroburgo, e molte altre ne inserì negli Atti dell' Accademia, e nelle Memorie di Parigi §. 23. Stampò ancora alcune lettere sul ritorno della Cometa d' Allei nel 1759, e sul passaggio di Venere nel Sole del 1761. Molto benemerito dell' Astronomia è ancora il Signor *de la Condamine* che morì nel 1776. Andò cogli altri Accademici all' Equatore nel 1736, e nel 1751 stampò la *Misura dei 3 primi gradi del Meridiano* in tomi tre in quarto a Parigi. Fece in quel tempo il viaggio del fiume delle Amazoni, che stampò in 8°. nel 1745. Molte altre Memorie di esso sono inserite in quelle dell' Accademia. Degno ancora di cui faccia menzione, quantunque sia vivente è l' accuratissimo Signor *Girolamo de la Lande* nato a Beurg nel Bressiano Provincia di Francia nel 1732. Ha questo celebre Astronomo meritamente supplito alla perdita di tanti valenti Astronomi in questo secolo. Molte Memorie vi sono di esso in quelle che escono ogni anno dall' Accademia. Sono più anni che fa la *Conoscenza dei Tempi*, o l' annue Efemeridi dei Corpi celesti. Sono varj anni che dirige il Giornale dei Saggi con molto vantaggio dei Letterati. Nel 1764 diede alla luce la sua Astronomia in due Tomi in 4°. a Parigi; l' ha ristampata in tre Tomi in 4°. nel 1771 più copiosa; cosicchè nulla ora resta a desiderare. Da questa ho estratto il presente compendio della Storia dell' Astronomia. Si desidera ora che per vantaggio di questa Scienza gli conceda una lunga ferie d' anni il Signore. Chi desidera altre notizie dell' Astronomia può consultare la *Storia dell' Astronomia* di Giovanni Federico Weidlero stampata in 4°. nel 1741, o l' *Istoria della Matematica* di Cristoforo

Heilbronner stampata in 4°. in Lipsia nel 1742; o l'Istoria Matematica di Montucla stampata a Parigi in 2 tomi in quarto nel 1758.

## C A P O II.

*Astronomia Teorica.*

23. **L'** Osservatore che in tempo di notte serena alza gli occhi in Cielo si vede da per tutto circondato dagli Astri; onde crede che esso insieme colla terra siano nel centro di questo vasto spazio mondano, che concepisce come una gran palla; anzi una *Sfera*, perchè da per tutto v'è la sua estensione in infinito. Giudica inoltre che tutti gli Astri siano come piantati sulla superficie di questa sfera ad una quasi infinita distanza da lui. Questa però è una semplice apparenza; perchè se la terra realmente fosse nel centro del mondo, l'osservatore che sta sulla sua superficie sarebbe lontano da questo centro, quanto è il semidiametro della terra. La stessa apparenza sarà se la terra descrivesse un'orbita intorno a questo centro, allora l'Osservatore ne sarebbe lontano quanto è il semidiametro della sua orbita. Giova però sul principio il credere l'Osservatore nel centro del Mondo, per meglio concepire il moto dei corpi celesti. Anzi nel fare le Osservazioni intorno agli Astri, detti *Stelle fisse* §. 3. non vi è alcun divario in queste, o si concepiscano fatte dal centro dello spazio mondano, o fatte siano dalla superficie terrestre, o siano fatte andando in giro la terra. Perchè il semidiametro della terra, anzi quello anche della sua orbita ha una ragione insensibile, che cioè coi sensi non può determinarsi, al semidiametro mondano, come vedremo a suo luogo.

34. Formata così all'ingrosso l'Osservatore un'idea del sito in cui si trovano esso, e le *Stelle*, se attentamente considera il Cielo per più ore, e per più giorni osserverà inoltre che tutte le stelle vanno da Oriente in Occidente nello spazio di 24 ore, e tornano tutti i giorni a far lo stesso, conservando sempre tra di loro la stessa distanza; e perciò sono dette *Stelle fisse*. Questo si chiama *Moto comune*, o *diurno*, che si vede sensibilmente nel Sole di giorno, e nella Luna di notte, dai quali moti hanno forse preso motivo i primi uomini di osservarlo ancora nelle *Stelle*. *Oriente* chiamo quel luogo del Cielo ove il Sole, e la Luna nascono, o si rendono sensibili sul nostro *Orizzonte* §. 1.

35. Osservandosi più attentamente, e per più giorni la Luna, e il Sole si accorgerà principalmente intorno la Luna, che ogni 24 ore restano indietro verso Oriente, se si piglia un punto, o qualche stella per paragonarli. Lo stesso, si osserverà in 6 di quegli Astri che abbiamo detti *Pianeti* §. 4. 5. che paragonandoli a qualche stella fissa, che giudichiamo immobile, troverà che dopo il corso fatto intorno la terra

col

col moto diurno si trovano sempre più verso Oriente di prima. Questo stesso moto si osserva ancora in quelle stelle che riguardiamo stabili, benchè lentissimo, non facendo verso Oriente che un solo grado di cerchio in 72 anni; e perciò ogni anno non facendo che 50" minuti secondi, onde in un giorno non fanno che 8<sup>n</sup> minuti terzi di grado. Questo, che è in tutti i corpi celesti da Occidente in Oriente si chiama *Moto proprio*, o *Periodico*. Se il moto comune, e il proprio degli Astri sia in essi vero, e reale, o pure apparente sospendiamo per ora il giudizio, riserbandoci a fare in appresso Osservazioni più diligenti. Gioverà intanto il credere così, perchè tale è l'apparenza, e ne condurrà agevolmente a determinare i moti veri, e reali; come anche la supposizione che l'Osservatore sia nel centro del Mondo §. 33.

36. da tutto ciò che abbiamo detto finora; e di cui non si può formare che un'idea confusa si vede la necessità di fissare in Cielo alcuni punti immobili, e alcune strade, o cerchj, perchè lo spazio mondano è una Sfera §. 33, per mezzo dei quali si possa determinare il moto, e la strada che fanno i corpi celesti. Accadde ai primi Osservatori del Cielo, quello che ai primi nocchieri, che si arrischiarono d'andare in alto mare. Sino a che navigarono a vista di terra, pigliando questa per un punto fisso regolarono il loro cammino dalle varie distanze da essa. Ma quando vollero scostarsi in modo da terra che non vedevano più che il Cielo e l'acqua; siccome sulla superficie dell'acqua non vi sono segnate le strade, come in terra, nè potendogli più questa servire di guida, così dovettero ricorrere alle stelle fisse, e alle diverse direzioni dei venti che soffiano da punti di terra determinati, e così andarono determinando le diverse strade sulla superficie dell'acqua, che o sono circolari, o linee curve, dette *Loxodromiche*. Si veda la Nautica nella Parte seconda della Fisica. Alzando dunque gli occhi in Cielo vede l'Osservatore tutti i corpi celesti in moto da Oriente in Occidente, nè vi sono strade assegnate in questo vasto spazio mondano, per le quali camminano le Stelle, e i Pianeti. Deve perciò cercare alcuni punti immobili colla direzione dei quali possa segnare le strade diverse che tengono nel moverli i corpi celesti. Queste strade diverse sono i *Circoli della Sfera*; perchè segnati sulla superficie della Sferamondana. Vedremo a suo luogo che le orbite dei pianeti che descrivono col moto proprio non sono circolari, ma *Ellittiche*; ciò non ostante col moto diurno camminano circolarmente; e di più i cerchj istessi che concepiremo nella Sferamondana serviranno a determinare le *Orbite ellittiche* dei Pianeti. Convienedunque determinare questi cerchj nel Cielo; esporne le loro proprietà, e quelle ancora dei *Triangoli Sferici* che formano i medesimi colle loro intersecazioni. Per non dilungarci troppo non daremo di tutte le proprietà dei cerchj, e dei triangoli le dimostrazioni; ma ci serviremo di questi *Teoremi*, come di tanti *affiomi* già dimostrati nella dottrina dei *Sferici*, e nella *Trigonometria Sferica*.

I CER.

## I CERCHJ, E LE LORO PROPRIETA'.

Tav. 1. 37.  
Fig. 1.

**S**ia il semicerchio  $PEp$  che nella Sfera Mondana si concepisca girare intorno il suo diametro  $Pp$  fino a che ritorna nel luogo di prima, descriverà questo semicerchio una Sfera. La stessa Sfera descriverà il semicerchio  $Epe$ , se gira nel modo stesso intorno il diametro  $Ee$ . Lo stesso accaderà se qualsivoglia semicerchio giri intorno qual si sia altro diametro. Avremo ancora la stessa Sfera se il cerchio intero  $EPep$  faccia un solo mezzo giro intorno il diametro  $Pp$ ; ovvero  $Ee$ . Il diametro  $Pp$  intorno a cui si concepisce girare il mezzo cerchio  $PEp$ , o tutto il cerchio  $PEpe$  si chiama *Asse* della Sfera, di cui l'estremità  $P, p$ , si dicono *Poli*; e il circolo  $PEpe$  si chiama *Circolo genitore*, o *Cerchio massimo*. Siccome qualunque diametro può pigliarsi per produrre la stessa Sfera, e ogni diametro passa pel centro  $C$  del cerchio, o della Sfera, così tutti i *Cerchj massimi* passano pel centro della Sfera, e sono uguali tra loro. Il cerchio che sta in mezzo ai Poli, il di cui diametro è la linea  $Ee$ , come nella Fig. 2.  $Eaee$  si chiama l'*Equatore* o *cerchio orario*, e sta tra li Poli  $P, p$  Fig. 1. I cerchj,  $ho, HO$  si dicono *Cerchj Diurni*, o *Paralleli*. Il cerchio  $EPep$  nell'una, e l'altra figura che passa per li Poli  $P, p$ , e per li punti verticali  $E, e$ , dello spettatore posto in  $C$ , si chiama *Meridiano*. Il punto  $E$  che sta sopra il vertice dello spettatore in  $C$  si dice *Zenith*, e l'opposto,  $e$ , *Nadir*. Se il cerchio massimo passa per il *Zenith*, e *Nadir* semplicemente, e taglia perpendicolarmente l'*Orizzonte*, si dice *verticale*, e tra questi chiamasi *Verticale primario* quello che passa anche per l'intersezione dell'*Equatore*, e dell'*Orizzonte*, o per li veri punti di Oriente, e Occidente. E' dunque il Meridiano uno dei Cerchj verticali; perchè passa per li punti verticali. Dunque ogni Meridiano è *Verticale*, ma non ogni *Verticale* è Meridiano, perchè non passa per li Poli.

Fig. 2.

38. Ogni cerchio grande, o piccolo si divide dai Geometri in 360 parti uguali tra loro, che diconsi *Gradi*. Ogni grado si divide in 60 parti uguali che chiamansi *Minuti primi*, o assolutamente *Minuti*. Ogni minuto primo si divide in 60 parti uguali, dette *Minuti secondi*, o assolutamente *Secondi*. Ogni secondo si divide in 60 Terzi &c. I gradi si esprimono col zero, e i minuti con una lineetta. Onde  $52^{\circ}, 19'$ ;  $23''$ ;  $37'''$  significa  $52^{\circ}$  gradi,  $19'$  minuti primi;  $23''$  minuti secondi;  $37'''$  minuti terzi. Dunque divisa la circonferenza del cerchio in 4 parti uguali  $PE, Ep, pe, eP$ , locchè si fa tirando due diametri  $Pp, Ee$  che si taglino ad angoli retti, ciascuna quarta parte, come  $PE$ , conterrà 90 gradi; perchè 90 in 4 fa 360. Onde l'*Equatore*  $Ee$  Fig. 1. e 2. sarà da per tutto distante 90 gradi dai Poli del Mondo  $P, p$ .

39. Dalla Genesi della Sfera che abbiamo osservata si vedono chiaramente

mente i due punti fissi, ai quali si possono paragonare i moti dei corpi celesti, che sono i *Poli del Mondo*, e i due punti verticali dello Spettatore. Girano tutte le Stelle, e i Pianeti §. 34. ogni giorno da Oriente in Occidente; onde tutta la Sfera Mondana deve girare intorno un'asse le di cui estremità, o i Poli sono immobili nel Cielo. Ma nei Poli del Mondo non vi è alcuna Stella, bensì 2 gradi lontano dal Polo Settentrionale vi è una Stella, per mezzo della quale insegneremo a trovare il Polo di Settentrione. E lo stesso potendosi trovare verso il Polo Meridionale, avremo in Cielo due punti fissi ai quali si potranno riferire i moti dei corpi celesti. Oltre questi due punti, si può agevolmente determinare in Cielo i due punti verticali *Zenith*, e *Nadir*, e i cerchi massimi che passano per essi, detti *Circoli Verticali*. Quello dei cerchi verticali, che oltre i due punti verticali passa ancora pei due poli del mondo, si dice particolarmente *Meridiano*. Tenendo in mano un pendolo la sua superiore estremità determina il *Zenith*, e l'inferiore il *Nadir*; e la direzione tende al centro della terra; onde il cerchio sul di cui piano sta il filo a pendolo passerà pel centro del Mondo, e però sarà *Cerchio Massimo*. Ma questi due punti sono particolari a ciascun luogo; perchè ogni punto della Sfera ha il suo *Zenith* e *Nadir*; onde non sono punti fissi universali come i Poli. Molti altri punti fissi troveremo nella Sfera Mondana dei quali parleremo nei luoghi convenienti.

40. Questi cerchi della Sfera, o si esprimono per brevità coi loro diametri solamente come nella Fig. 1. l'Asse Pp, o l'Equatore Ee <sup>Tav. 1. Fig. 1.</sup> o coll'intero cerchio posto in prospettiva, come nella Fig. 2. l'Equatore EAaecE, o il Meridiano PApA, o col mezzo cerchio, come nella Fig. 3. l'Equatore Ee, e i cerchi Tt ad esso paralleli. <sup>2. 3.</sup>

41. Oltre l'Equatore, il Meridiano, e i *Circoli Verticali*, hanno ancora gli Astronomi considerato quel cerchio che termina tutto d'intorno la nostra vista supposto un'uomo in mezzo all'Oceano §. 1. e che si chiama *Finitore*, *Terminatore*, o *Orizzonte*. Questo varia secondo che l'osservatore muta luogo sulla terra, o che si cangiano il suo *Zenith*, e *Nadir* §. 39. Se l'Osservatore ha per *Zenith* l'Equatore E, e per <sup>Fig. 2.</sup> cioè i Poli P, p, sono nel suo Orizzonte, allora il Meridiano PApA gli serve d'Orizzonte. Il *Zenith*, e *Nadir* si chiamano i Poli dell'Orizzonte, e non essendovi la sfericità della terra, ma essendo l'uomo nel centro, e la terra essendo piana, l'Orizzonte sarebbe un cerchio massimo, che passerebbe pel centro, e perciò il *Zenith* E sarebbe §. 38. lontano 90 gradi dai punti P, p, dell'Orizzonte. Questo allora si chiama *Orizzonte razionale*, o *vero*. Ma essendo la terra sferica, la sua curvità impedisce all'uomo di vedere la metà della Sfera terrestre. Perciò la curvità della terra impedirà all'uomo di avere per orizzonte il razionale P, p Fig. 1. ma secondo che sta più alto, o più basso avrà <sup>Tav. 1. Fig. 1.</sup> per orizzonte un cerchio minore più vicino al vero Pp, come, h o, se <sup>Fig. 1.</sup> è più

è più in alto dalla superficie della terra, o più lontano dal vero Pp, o come HO se sta più basso. Quindi se un' uomo si ponga coll'occhio sulla superficie del mare ha un' Orizzonte limitatissimo. Quando l'Orizzonte non è il vero, ma ad esso parallelo, e minore si chiama allora *Orizzonte sensibile, o Fisico*. Ma se si guardano le stelle, o la sfera celeste, l'esperienza insegna che sempre si vede la metà del Cielo; perchè tanta è la distanza delle stelle fisse a noi che il diametro della terra, anzi il diametro della sua Orbita §. 33. se gira intorno al Sole ha una ragione insensibile alla distanza delle Stelle.

Tav. 1.

Fig. 3.

4.

42. Oltre l'Orizzonte §. 41, e gli altri cerchj quivi nominati hanno inoltre concepiti gli Astronomi due cerchj paralleli all'Equatore Ee, e da esso distanti gradi  $23 \frac{1}{2}$ , che si chiamano *Tropici, o cerchj di ritorno* che servono di limite del moto proprio del Sole, della Luna, e degli Astri, come l'Equatore serve di regola pel moto diurno del Sole, della Luna, e degli Astri §. 3. Oltre i due Tropici si concepiscono ancora nella Sfera celeste i due cerchj, no, no, detti *Cerchj Polari*, che sono lontani dai Poli, P, p, ciascheduno gradi  $23 \frac{1}{2}$ . Onde essendo TE gr.  $23 \frac{1}{2}$ , Pn gr.  $23 \frac{1}{2}$ , sarà nT distanza dei polari dai Tropici, gradi 43; detraendo da PE che è gradi 90, Pn, TE che sono gr. 47. Oltre

Fig. 4.

i Tropici, e i Polari concepiscono ancora molti altri cerchj minori paralleli all'Equatore detti perciò *Circoli paralleli, o diurni o orarj* perchè vengono ogni giorno, o in 24 ore descritti da ciascuna Stella, secondo la sua distanza diversa dall'Equatore. Oltre i cerchj finora esposti, concepiscono ancora gli Astronomi un cerchio obliquo Tmt, che tocca in t, T, i due Tropici, ed è cerchio massimo della Sfera, e si chiama *Ecclittica*, e denota la strada apparente del Sole intorno alla terra. L'Angolo EmT, ovvero il suo opposto, tme, col quale l'Ecclittica taglia l'Equatore è di 23 gradi, e min. 29'. I due punti dove l'Ecclittica tocca i Tropici in T, t, si chiamano *Punti Solstiziali*; perchè il Sole ivi giunto non prosegue il suo cammino diurno descrivendo sempre cerchj diurni minori verso il Polo P, ovvero p, ma torna indietro accostandosi di nuovo all'Equatore descrivendo cerchj sempre maggiori fino a che arriva a descrivere l'Equatore Ee. Onde i Tropici furono detti *Circoli di ritorno*. Se P è il Polo Boreale, nel punto T è la Costellazione, detta di *Cancro*, e in t, è quella detta di *Capricorno*, onde il Tropico Tst si dice *Tropico di Cancro*. Per la stessa ragione il tropico Tt si dice di *Capricorno*. I due punti m, e il suo opposto di sotto la sfera dove l'Ecclittica taglia l'Equatore si dicono *Equinoziali*; perchè ivi giunto il Sole descrivendo quel giorno l'Equatore, che come cerchio massimo è diviso dall'Orizzonte in due parti uguali, 12 ore sta sopra, e 12 sotto l'orizzonte, onde si fa l'*Equinozio*; cioè il giorno è uguale alla notte, per tutta la terra. In m è la *Costellazione, o unione di Stelle*, chiamate *Ariete*; nel punto opposto ad m è l'altra, detta *Libra*,  
o *Bi.*

• *Bilancia*. Questi quattro punti principali dell' Ecclittica sono espressi nel distico seguente.

*Hæc duo Solstitium faciunt Cancer, Capricornus:  
Sed noctes æquant Aries, & Libra diebus.*

L' Ecclittica così si chiama perchè quando la Luna si trova in essa, o ad essa vicina, e la terra si trova in mezzo tra la Luna e il Sole, l' ombra della terra offusca, o *ecclissa la Luna*; e quando la Luna si trova in mezzo tra la terra, e il Sole si *ecclissa la terra*, e perciò dal corpo lunare viene coperta porzione del Sole a noi; onde noi la diciamo *Ecclissi del Sole*.

43. Per concepire il moto proprio, e diurno del Sole, posto che, esso si muova; Camini il Sole per l' Ecclittica da Ariete, m, verso Cancro T. Il primo giorno, essendo in, m, descriverà, col moto diurno l' Equinozio, e intanto col moto proprio in fine di quel giorno sarà andato in, u; onde il secondo giorno col moto diurno comune a tutti gli Astri descriverà un cerchio minore, ma *parallelo all' Equatore*; così il terzo giorno si troverà di moto proprio nel punto X dell' Ecclittica, onde di moto diurno descriverà un cerchio ancora minore, ma *parallelo all' Equatore*; e così di mano in mano si troverà dopo tre mesi, di moto proprio in T, e allora descriverà il Tropico T t, avendo scorse tre Costellazioni, per descrivere ciascuna delle quali impiega trenta giorni. Lo stesso si concepisca delle altre tre quarte parti della Ecclittica, essendovi in essa 12 Costellazioni, o unioni di stelle, i nomi delle quali cominciando da m, ove è l' Ariete, e andando verso T, dove è il Cancro, sono espressi nel seguente distico.

*Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo.  
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Capor, Amphora, Pisces.*

Ciascuna di queste Costellazioni, o unione di stelle viene rappresentata dagli Astronomi col segno, che di sopra vi è scritto, come si vede qui sotto.

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Ariete,	Toro,	Gemini,	Cancro,	Leone,	Vergine.
♎	♏	♐	♑	♒	♓
Libra,	Scorpione,	Sagittario,	Capricorno,	Aquario,	Pelci.

44. La Spiegazione finora fatta del moto diurno, e annuo del Sole, e degli Astri l' abbiamo posta secondo l' apparenza, e per brevità d' espressione, non già perchè sia vera. Qual forza Meccanica è quella che può trasportare intorno la terra che è piccolissima rispetto al Sole, e alle Stelle questi gran corpi. Quale velocità si ricercherebbe nelle Stelle da

noi lontanissime per descrivere in 24 ore la loro Orbita vastissima intorno la terra. Se il diametro dell'orbita delle stelle fosse sia, come lo fa Ticone di 28000 semidiametri una stella col moto diurno descriverà 900 miglia Germaniche; onde avrà una velocità sorprendente. Ma per lo contrario se il moto diurno delle stelle è apparente, e non reale, nato dalla rotazione della terra intorno al proprio asse, ciascun punto dell'Equatore descriverà in un secondo passi 250 Geometrici, che è una velocità conveniente. Ma di questo a suo luogo §. 214.

45. L'Ecclittica ha i suoi Poli, come l'Equatore §. 38; e siccome l'Ecclittica si discosta dall'Equatore 23 gradi, e min. 29' e tanto sono distanti i Cerchj Polari dai Poli dell'Ecclittica saranno in qualche punto della periferia dei cerchj Polari, cioè in, n, o; onde, on, sarà l'asse dell'Ecclittica Tmt, e lontani 90 gradi da essa. I Poli dell'Equatore P, p, sono i poli intorno ai quali si fa il *moto diurno* del Sole, e degli Astri; e si chiamano ancora *Poli del Mondo*, o della *Sfera celeste*. I Poli dell'Ecclittica sono quelli intorno ai quali si fa il *moto proprio del Sole*. Poli ancora d'un cerchio si chiamano largamente quei due punti opposti ciascuno dei quali è ugualmente lontano della Periferia, sebbene queste distanze di uno e l'altro siano diverse. Così girando la Sfera celeste sull'asse del Mondo Pp, non solo le stelle che sono sotto l'Equatore, Eme, hanno per Poli, P, p, ma ancora quelle che sono in T, e in, n, hanno gli stessi Poli P, p, sebbene la distanza Pf sia minore di, fp; perchè PT, Pt, ovvero Pn, Po &c. sono tra loro uguali; ma minori di pT, pt. Onde si dice che girando la sfera celeste intorno ai Poli P, p, ancora girano intorno gli stessi Poli le Stelle in T, in, n, &c.

46. Il Polo P si chiama *Settentrionale*, e il Polo, p, *Meridionale*, tra Tt, o il Tropico di Cancro § 43. ed, on, sta l'Europa. Il Punto E si chiama il punto del *Vero Oriente*, e il punto, e, del *Vero Occidente*. Il Sole nasce, e tramonta in questi due punti solo due volte l'anno, cioè in E li 21 di Marzo, in, e, li 21 di Settembre, e in questi due giorni descrive il Sole l'Equatore, onde è l'Equinozio §. 42. In tutti gli altri giorni dell'anno per cagione del moto proprio il Sole nasce, e tramonta in varj punti tra TT, e li 21 di Giugno, e 21 di Dicembre descrive i Tropici Tt, Tt. I quattro punti P, p, E, e si chiamano i *Punti Cardinali*. Quando in un dato luogo se ne fa uno, si trovano subito gli altri tre, per mezzo del seguente distico.

*Ad Boream terræ, sed Cæli mensur ad Austrum.*

*Præco Dei exortum videt, Occasumque Poeta.*

Il Geografo si concepisce tener la faccia rivolta al Settentrione P, e perciò nella parte superiore delle Carte Geografiche è il Settentrione, o Borea. Il punto opposto, p, sarà il Polo Meridionale, a destra in  
E sarà

E sarà l'Oriente, a sinistra, in e l'Occidente. L'Astronomo si rivolta a Mezzogiorno in, p; onde il punto opposto P sarà il Settentrione, e avrà a sinistra l'Oriente E, a destra in, e, l'Occidente. Con questo metodo si trovano i 4 punti cardinali dal Sacerdote, e dal Poeta. Con questo metodo si spiega l'espressione che fanno i Poeti per cattivo augurio dicendo *a leva intonuit*. Avendo il Poeta la faccia a Occidente, in, e, avrà a sinistra il Polo Meridionale, p.

47. Gli stessi cerchj che finora abbiamo concepiti sulla superficie del Cielo, nella Sfera celeste, gli stessi ancora si concepiscono sulla superficie del globo terrestre, o sia, o non sia la terra nel centro di questo vasto Sistema; perchè la terra, e la sua distanza dal centro del Mondo si reputano un punto rispetto all'estensione vastissima di esso. Quindi se un'Osservatore sta sotto l'Equatore in E, in C, in e, in A etc. <sup>Tav. I.</sup> <sup>Fig. 5.</sup> Poli del Mondo P p faranno nel suo Orizzonte Pp; ovvero PaPa. Si dice allora che l'Osservatore è nella *Sfera retta*; perchè tutti i cerchj diurni del Sole e gli Astri fanno angolo retto coll'Orizzonte Pp. Se l'osservatore cammina di quà, o di là dall'Equatore, Ee, verso O, <sup>Fig. 5.</sup> o pure R, allora il suo Zenith sarà in Z, e il suo orizzonte sarà OR, e dalla parte del Polo P a cui si è accostato, vedrà il Cielo sino in O, e dal polo, p, non vedrà che in R, restando pR sotto l'Orizzonte. Onde il Polo P comparirà elevato sul suo orizzonte, e perciò *Elevazione di Polo*, e *Distanza dall'Equatore* sono lo stesso. Perciò il Polo P comparirà innalzato, e, p, abbassato dall'Orizzonte OR. In questo caso l'Equatore Ee, ed i suoi paralleli che sono i cerchj diurni essendo obliquamente tagliati dall'Orizzonte OR si dirà che l'Osservatore è nella *Sfera obliqua*. Se l'osservatore continuando a camminare arriva <sup>Tav. II.</sup> <sup>Fig. 6.</sup> sotto il Polo, allora avrà l'Equatore per suo Orizzonte, e tutti i cerchj diurni descritti dagli Astri, essendo paralleli all'Equatore, faranno ancora paralleli all'Orizzonte; e perciò si dirà che sta nella *Sfera parallela*.

48. Quindi ne nasce che, secondo il luogo diverso in cui si trova l'Osservatore in terra, gli compariranno i moti dei corpi celesti *comune*, e *proprio* in tre forme, o positure diverse. Esporremo ora in breve i Fenomeni che ne risultano. Abbia un'Osservatore il suo Zenith sotto l'Equatore, e perciò i Poli del Mondo sull'Orizzonte, sarà nella *Sfera retta*. In questa posizione tagliando l'Orizzonte in due parti uguali non solo l'Equatore, ma tutti i cerchj ad esso paralleli, che sono descritti dagli Astri ogni giorno ne seguirà che metà di questi cerchj sarà sopra, e metà sotto l'Orizzonte, e perciò faranno i giorni uguali alle notti tutto l'anno, e gli Astri staranno 12 ore sopra, e 12 sotto l'Orizzonte. Onde avranno questi abitatori della sfera retta un perpetuo Equinozio. Di più li 20 di Marzo, e 20 di Settembre descrivendo il Sole l'Equatore, passerà pel Zenith di questi popoli. Non avranno nè autunno nè inverno, ma due primavere, e due estati, essendo il Sole sempre quasi a loro perpendicolare. Il caldo adunque essendo eccessivo quando il So-

le si accosta al Zenith, o si discosta, meritamente tutto lo spazio compreso tra li due Tropici  $Tt$ ,  $Tt$ , ove è compreso il camino proprio del Sole fu dagli antichi chiamato *Zona torrida* che perciò credettero inabitabile. Ma col viaggiare ivi hanno scoperto che sebbene nelle pianure e le valli eccessivo sia il caldo, pure viene temperato dal vento continuo che spira da ponente, e all'altezza dal mare di 1500 tese, è molto temperato; e nelle montagne alte 2500 tese vi è perpetua neve, e un freddo insopportabile, come nel Chili al Perù, e nelle Cordigliere. Nella Sfera retta dai 20 di Marzo fino ai 20 di Settembre stando il Sole dalla parte meridionale, l'ombra dei corpi, che sempre va dalla parte opposta al Sole, si dirige verso Settentrione, per sei mesi continui, gli altri sei mesi dell'anno, e nelli due Equinozi al mezzo giorno svanisce l'ombra. Tutti gli Astri nascono, o compariscono sull'Orizzonte ogni 24 ore; perchè 12 ore stanno sopra, e 12 sotto dell'Orizzonte. Nascono inoltre tutti gli Astri perpendicolari all'Orizzonte. I Popoli, e Luoghi che sono sotto l'Equatore sono i seguenti. In *America* passa per le Isole Galape, pel Porto Veio, e per Quito, per Macapa, e per l'imboccatura del fiume delle Amazoni. In *Africa* per l'Isola buon anno in faccia all'Etiopia, per l'Isola di S. Tomaso, pel Regno d'Anfico in Etiopia, e per altri luoghi di questa, e pel Regno di Jubo nel Zanguabar. In *Asia* per una delle Maldive, per l'Isola in faccia a Sumatra, per Sumatra che spacca in mezzo, per l'Isola, e Regno di Borneo che l'Equatore spacca in mezzo, per Drate nell'Isola Celebes, per l'Isola Gilolo, per la nova Guinea, e per terra alta.

49. Abbia l'osservatore il suo Zenith più verso un Polo, che l'altro, sarà il Polo a cui è più vicino innalzato sopra l'Orizzonte, e quello da cui è più discosto sarà sempre sotto il suo Orizzonte; onde questo circolo taglierà certamente l'Equatore in due parti uguali perchè è cerchio massimo, ma gli altri cerchj li dividerà disugualmente, e però saranno questi obliquamente tagliati; onde sarà nella *Sfera obliqua*. Perciò in questa sfera il solo Equatore  $E$  e sarà tagliato in due parti uguali dall'Orizzonte  $OR$ , di tutti gli altri cerchj paralleli ad  $E$  e, quelli che sono verso il Polo  $P$ , come,  $ih$ , saranno tagliati dall'Orizzonte in modo che la maggior porzione di essi,  $ht$ , sarà sopra l'Orizzonte, e la minore,  $it$ , di sotto; e quei cerchj che sono prossimi ai Poli  $P$ ,  $p$ , come,  $ac$ ,  $bd$ , non saranno tagliati. Per lo contrario quei cerchj diurni, o li *Paralleli*, o i *cerchj orari*, che sono dalla parte del Polo,  $p$ , che sta sempre sotto l'orizzonte, come,  $rm$ , saranno dall'Orizzonte tagliati in modo che la loro porzione più grande,  $xr$ , sarà sotto, e la più piccola,  $xm$ , sopra l'Orizzonte. Quindi se si considerano i *cerchj diurni* del Sole, quando questo si accosta al Polo  $P$  li giorni saranno più lunghi delle notti, quando è sull'Equatore, locchè accade due volte l'anno, sarà l'Equinozio, e quando va verso il po.

Tab. 1.  
Fig. 5.

il polo,  $p$ , faranno le notti più lunghe dei giorni. Lo stesso accaderà nella dimora delle Stelle sull'Orizzonte; e quelle Stelle che faranno tra il punto  $P$ , ed  $O$ , come in,  $ca$ , non tramonteranno mai, e quelle che sono tra il punto,  $p$ , ed  $b$ , come in,  $db$ , non nasceranno mai, o non compariranno sull'Orizzonte. Nella Figura 7. viene espressa la *Sfera obliqua* in cui il polo Boreale  $B$  sta sollevato dall'Orizzonte  $RH$ , e il polo Australe  $A$  sta sotto l'Orizzonte. Vi sono i cerchj polari  $MN$ ,  $PS$ . §. 42. E i Tropici  $ZaGgF$ ,  $IbCd$ , l'Equatore  $EdOQX$ , e l'Ecclittica  $EVOC$ . È rivoltata questa Sfera al contrario di quella della Figura 5, e qui si rappresentano le dodici Costellazioni, nelle quali si divide l'Ecclittica dagli Astronomi §. 43. di modo che essendo in  $X$  il segno di Ariete; venendo da Occidente in Oriente verso  $E$  ogni 30 gradi vi è prima Ariete, indi Toro, Gemini, e Cancro, che si vede in  $E$ , dipoi Leone, Vergine, la Bilancia in  $O$ , lo Scorpione, Sagittario, Capricorno in  $C$ , e Acquario, e Pesci che restano coperti dal globo nella figura. Caminando dunque il Sole col moto proprio da  $E$  per  $O$ ,  $C$ ,  $X$ ,  $E$ ; cioè da Occidente in Oriente, andando da  $C$  per  $X$  verso  $E$  sale, o si accosta ogni giorno verso noi Europei che stiamo tra  $E$ ,  $M$ , che dicesi *Zona temperata*, onde i sei segni che restano coperti dal globo, cioè Capricorno in  $C$ , Acquario, Pesci, Ariete in  $X$ , Toro, e Gemini si chiamano *Segni ascendenti*, e li segni Cancro in  $E$ , Leone, Vergine in  $V$ , Libra in  $O$ , Scorpione, e Sagittario si dicono *Segni discendenti*, perchè il Sole ogni giorno si discosta dal nostro Zenith, e in  $C$ , è più discosto dal nostro Zenith, che è quasi in  $E$ . Si dividono ancora i *Segni Celesti in Settentrionali, e Meridionali*. Da  $X$  venendo in  $E$ , e in  $O$ , cioè Ariete, Toro, Gemini, Cancro, Leone, e Vergine §. 43. sono i *Segni Settentrionali*, perchè sono verso il Settentrione  $B$ ; gli altri sei, Libra in  $O$ , Scorpione, Sagittario, Capricorno in  $C$ , Acquario, e Pesci si chiamano *Segni Meridionali*; perchè descrivendo questi il Sole si accosta al Polo Meridionale  $A$ . La fascia, o zona  $ZEVOC$ , che è tagliata dalla Ecclittica  $EVOC$ , o via del Sole in due parti uguali, racchiude nella sua larghezza  $ZE$ ,  $CD$  le 6 orbite dei Pianeti, compresa la Luna, e si chiama *Zodiaco* dalla voce Greca *Zodion* che significa animale; perchè quasi tutte le 12 Costellazioni, e unioni di stelle rappresentano animali. La larghezza  $ZE$ , o  $CD$ , del Zodiaco è 16. gradi, cioè 8. gradi per parte, di quà, e di là dall'Ecclittica; perchè l'orbite dei Pianeti tagliano l'Ecclittica sotto un dato angolo, ma non si discostano da essa più di 8 gradi in circa. Questo discostamento si dice *Latitudine* del Pianeta. Dunque ciascuna orbita dei Pianeti fa un'angolo determinato coll'Ecclittica, e perciò questi ora sono di quà, ora di là dell'Ecclittica. I due punti dove l'orbita del Pianeta taglia l'Ecclittica si chiamano *Nodi*. L'angolo  $COQ$ , che fa questa coll'equatore è di gr. 23, min. 29. §. 42. L'angolo che fa l'orbita di Saturno

turno coll' Ecclittica è di 2, 30', 40". Quella di Giove gr. 1, 19', 23". Di Marte gr. 1, 50', 47". Di Venere gr. 3, 23', 8". Di Mercurio gr. 6, 54', 51". Della Luna è vario, e non minore di gr. 5, 4', nè maggiore di gr. 5, 17'. secondo Cassini. Come in B, A sono i poli del Mondo intorno ai quali si gira il Sole, e tutti gli Astri col moto diurno, così i Poli della Ecclittica, o via che il Sole descrive col moto annuo, sono in N, P perchè l' Ecclittica si scosta dall' Equatore per l' arco  $\text{ÆE}$  di 23 gr. e 29 min. E tanto è l' arco BN; così ancora si dica dell' arco CQ, AP §. 38. 45. In questa che si chiama *Sfera Armillare* dalle *Armille*, o anelli, o cerchj dei quali è composta abbiamo espresso per più chiarezza ancora i piani circolari, per concepire come si tagliano tra di loro. Essendo nella *Sfera obliqua* tutti i giorni fra di loro disuguali, e rispetto alle notti vi dovrà essere il minimo giorno, l' uguale alla notte, e il massimo. Il *minimo* sarà in C nel Solstizio d' inverno li 21 Dicembre, quando il Sole entra in Capricorno. L' uguale sarà in X, O, cioè in Ariete, e Libra li 20 Marzo, e circa li 21 di Settembre, nei quali punti accade l' Equinozio. Il massimo sarà in E, o Solstizio di Cancro, che accade circa li 21 di Giugno. Di fatto in questo giorno il Sole descrive il Tropico e il suo Arco diurno è, aZ Fg, laddove nell' altro Solstizio descrive il Sole di giorno il piccolo arco bld. Li due spazj tra i tropici, e i cerchj polari Settentrionale, e Meridionale o *Artico*, e *Antartico* si chiamano le *Zone temperate*, e li due spazj dei cerchj polari si chiamano le *Zone frigide*; perchè il Sole è molto obliquo ad esse non arrivando che ai Tropici. L' Europa, porzione dell' Asia, e dell' America sta nelle *Zone temperate*, ove il Sole non è così diretto, come nella *Zona torrida*, nè così obliquo, come nelle *frigide*.

*Tav. Fig. 8.* 50. Abbia l' Osservatore per suo Zenith, e Nadir i Poli del Mondo P, p; cioè un viaggiatore sia andato sotto uno dei Poli, si dirà essere nella *Sfera parallela*, e in essa l' Equatore serve per Orizzonte. In questa il Sole, e tutti gli Astri descrivono cerchj paralleli all' Orizzonte, o di sopra, o di sotto, e questi ogni 24 ore. L' Equatore Ec, fa da Orizzonte, e siccome la strada del Sole è tra i Tropici Tr, Tt; nell' Ecclittica Tetr, così rispetto al Polo Boreale P quando il Sole è in, e, cioè in Ariete sta 3 mesi a andare in, t, e tre altri a andare da, t, in, r, ove l' Ecclittica di nuovo taglia l' Equatore, che è la Libra. Perciò avrà l' Osservatore sotto P sei mesi di giorno; perchè la metà dell' Ecclittica, ctr, sta sopra l' orizzonte; onde comparirà il Sole per tre mesi descrivere cerchj paralleli all' orizzonte, e salire, e per tre mesi descrivere gli stessi scendendo verso l' Orizzonte. Dopo questo giorno di sei mesi verrà una notte di altrettanti mesi, quando descrive l' altra metà rTo della Ecclittica. I Corpi posti perpendicolari in terra nella *Sfera parallela* manderebbero la loro ombra che andrebbe in giro intorno a se stessi. Onde per fare un' orologio a Sole bastereb-

sterebbe nel centro di un cerchio diviso in 24 parti uguali piantare uno stilo, o gnomone perpendicolare. Le Stelle che sono nell' Emisfero Boreale, o Artico E P e c si vedranno sempre, e quelle dell' Emisfero Meridionale, o Antartico non si vedranno mai. L' ago magnetico non si fa se piglierebbe la direzione colla sua punta perpendicolare alla terra. Un' Inglese che nel viaggio settentrionale passò cinque gradi lontano dal Polo mi asserì che l' ago aveva la sua punta molto inclinata.

51. Tutto ciò che abbiamo detto del giorno, e della notte nelle tre posizioni della Sfera si verificherebbe a puntino se la terra non fosse circondata dall' atmosfera; ma essendovi l' aria intorno la terra, i raggi del lume che entrano in essa si piegano, o rifrangono verso terra prima che il Sole, o l' Astro realmente comparisca sull' Orizzonte, onde accelerano la sua veduta colla *Rifrazione*, e anticipano il giorno, e lo fanno di più durata. Inoltre la luce stessa si disperde, e riflette nelle parti dell' Atmosfera, locchè si chiama il *Crepuscolo*, e illuminandosi l' aria prima che salga l' Astro sull' Orizzonte anticipa il giorno più di quello che farebbe la posizione diversa della sfera, e prolunga ancora il giorno, dopo che il Sole, o l' Astro è tramontato. Onde la *Rifrazione*, e il *Crepuscolo matutino*, e *vespertino* fanno il giorno più lungo di quello che porterebbe l' inclinazione della Sfera. La *Rifrazione* a Parigi, la di cui latitudine, o distanza dall' Equatore è gr. 48. min. 50. secondi 12". accresce il giorno di 6 minuti, e più si accosta al Polo, più cresce; di modo che sotto il Polo si aumenta il giorno, che è di sei mesi, di 67 ore. Nel mese di Giugno a Parigi, e in tutti i luoghi che hanno più di gr. 48. min. 30 di latitudine, il Crepuscolo vespertino si unisce col matutino, e dura perciò tutta la notte. Più si va avanti verso il Polo, e più cresce il Crepuscolo; di modo che il Crepuscolo matutino comincia 52 giorni prima che il Sole comparisca sull' Orizzonte, e dura 53 giorni dopo che è tramontato. Onde sotto il Polo Artico aggiungendo a questi giorni gli 8 giorni che il Sole impiega di più a percorrere i sei segni Boreali, e le 67 ore che s' accresce per la *Rifrazione*, il giorno di sei mesi si accrescerà di mesi 3, giorni 25, ore 19; e perciò la notte scemerà d' altrettanto, e non sarà che di mesi 2, giorni 4. ore 5. Onde se vi fossero sotto i Poli abitanti si toglierebbe loro l' orrore di una notte lunga sei mesi. A questo si aggiunga che in questo tempo essendo tutto ricoperto di neve il lume crepuscolare sebbene leggero, pure per essere tutto riflettuto dal bianco della neve, si rende più sensibile agli occhi. A questo lume si aggiunga quello delle *Meteore lucide*, che sono frequenti al Polo Boreale, secondo che riferisce Maupertuis nella misura fatta ivi del grado di Meridiano; tutto questo renderà meno tediosa la notte di più di due mesi. Le *Meteore lucide* sono l' *Aurora Boreale*, che si vede anche verso il mezzo giorno, e i globi lucidi che si vedono salire dall' Orizzonte per alquante ore, fino a una certa altezza, e per alquante ore abbassarsi, e il lume della  
Luna,

Luna, che ogni mese si vede. Ma della Rifrazione e Crepuscolo ne parleremo più a lungo a suo luogo.

52. Cinque abbiamo veduto essere le *Zone* §. 49, che si concepiscono sulla superficie della terra prodotte dai cerchj finora considerati in Cielo per determinare il moto dei corpi celesti, e in terra per determinare ciò che nasce sulla sua superficie dal moto obliquo del Sole. La *Zona* 23 gr. e mezzo di quà e di là dall'Equatore, che è chiusa tra i due Tropici, e perciò ha di estensione 47 gradi, si chiama, *Zona torrida*; perchè il Sole, che col suo moto proprio descrive l'Ecclittica, non esce mai dai Tropici; onde è perpendicolare ora a un punto, ora all'altro di questa *Zona*; e perciò credevano gli antichi che abbruciasse questo tratto di terra, onde si rendesse inabitabile; ma l'esperienza ha dimostrato il contrario §. 48. Gli altri fenomeni della *Zona torrida* gli abbiamo già osservati §. 48. Le altre due *Zone* si dicono *temperate*, perchè avendo tutto l'anno il Sole obliquo non sono così scaldate come la *Zona torrida*, ne così poco scaldate, come le frigide alle quali giunge il Sole molto obliquamente. Cominciano la *Zona temperata* ai Tropici, cioè 23 gradi e mezzo lontano dall'Equatore, e arrivano fino ai cerchj polari, che essendo ciascuno lontano dal Polo 23 gr.  $\frac{1}{2}$ , farà coi gradi dei Tropici 47; onde essendovi 43 gr. per arrivare a 90, che è la distanza dell'Equatore dal Polo, ne viene in conseguenza che l'estensione di ciascuna *Zona temperata* sarà di 43 gradi di terra. A questi aggiunti 23  $\frac{1}{2}$  distanza del Tropico dall'Equatore, terminerà ogni *Zona temperata* a gradi 66  $\frac{1}{2}$ , ove è il cerchio polare, da cui per arrivare al Polo vi sono 23 gr. e mezzo, che uniti a 66  $\frac{1}{2}$  fanno 90. Di là dai 66 gr. e mezzo andando verso il Polo comincia la *Zona glaciale*, che fino al Polo ha d'estensione gr. 23  $\frac{1}{2}$ , a altrettanto essendovi di là dal polo, ne segue che l'intera estensione della *Zona glaciale*, di quà e di là dal Polo sarà di 47 gradi. Passati i gr. 66  $\frac{1}{2}$  nel Soltizio d'inverno, o quando il Sole è nei segni meridionali non si vede il Sole per qualche giorno, ma nel Soltizio d'estate si vede per 24 ore, onde il giorno è così lungo. Omero parlando nella sua *Odissea* dei *Lestrigoni* pare che noti questo giorno così lungo. La *Zona glaciale Artica* è abitata fino al grado 80, e più; perchè a Spitzberg, e in Groenlandia dove gli Olandesi ogni anno vanno alla pesca delle balene, vi è abitatori. Nell'America la Baia di Baffin al gr. 80 è abitata anche essa. Ma alla *Zona glaciale Antartica* non sono arrivati i viaggiatori che al grado 55 ove è la terra del fuoco. Inoltre dalla parte del Polo Artico i viaggiatori seguenti hanno oltrepassato i gradi 80 senza trovar ghiacci che l'impedissero. Il Capitano Tomaso Robinson giunse a gr. 81. Giacomo Hutton, e altri a gr. 81; 30. I Capitani Cheyne, e Thew, Cluny &c. a gr. 82. Giacomo Wath a gr. 83. 30. Il Capitan Johnson, e Daille a gr. 88. due navi Olandesi che riferirono al Cap. Goulden a gr. 89. Altra relazione di Olandesi al Signor Grey a gr. 89. 30. Si può credere che avverrà lo stesso

stesso al Polo Meridionale, essendo il Capitan Cook Inglese giunto nel 1776 fino al grado 72, come si può vedere nella sua storia uscita in Francese tradotta in due tomi in 4°. a Parigi in fine del 1777.

53. Secondo la diversa durata del giorno in diversi luoghi della terra dividono i Geografi la sua superficie in 24 *Climi* diversi. Per esempio sotto l'Equatore il più lungo giorno è di 12 ore, andando verso il polo il primo Clima è compreso tra il parallelo in cui il più lungo giorno è di 12 ore e  $\frac{3}{4}$ , e il parallelo in cui è di 13, e  $\frac{1}{4}$ . E perciò nel mezzo di questo primo Clima il più lungo giorno d'estate è di 13 ore. Il mezzo del secondo Clima ha il più lungo giorno di 13 ore  $\frac{1}{2}$ ; il mezzo del terzo Clima è di 14 ore; il mezzo del quarto è di 14  $\frac{1}{4}$ ; e così di mezz'ora in mezz'ora. Il terzo Clima è in Alessandria di Egitto; il quarto è a Babilonia, e Rodi; il quinto a Roma, il sesto a Venezia, e Milano; il settimo a Parigi. Questi si chiamano *Climi d'ore* per distinguerli dai *Climi di mesi*, che sono sei, nei quali il più lungo giorno è d'uno, o due mesi. Molte altre cose si dicono dei *Climi*, che noi giudicandole superflue le tralasciamo.

54. Dovendosi gli stessi cerchj che si concepiscono in cielo concepirsi ancora che taglino la terra §. 47, per non sbagliare nell'applicarli siano nella Figura 9. i due punti fissi nella Sfera P, Q chiamati *Poli* §. *Tab. 2. Fig. 9.* 37. e legu. P sia il Polo *Boreale*, o *Artico*; Q sia il Polo *Meridionale*, o *Antartico*. In questi due punti se vi fosse qualche stella non si moverebbe mai dal suo sito, ma non vi è §. 39. Se si tira PQ che si chiama *Asse del Mondo* determinerà sulla superficie della terra i due punti p, q che si chiamano *Poli terrestri*, e, p q, *Asse della terra*, p e q z. Il cerchio E Z Z di mezzo ai Poli che abbiamo detto *Equatore celeste* §. 37 determina in terra l'*Equatore terrestre*, e z z, che sta nello stesso piano di esso; perchè ambedue sono cerchj massimi. Che sia nello stesso piano si vede a occhio nella Fig. 7. nel cerchio A d Q. Avendo ambedue lo stesso centro del Mondo, e della terra T. Girando ogni 24 ore tutta la Sfera celeste intorno l'asse PQ, ciascuna stella comparirà descrivere un cerchio parallelo all'Equatore, più grande, o più piccolo secondo che è più vicina, o lontana dall'Equatore, e questo cerchio lo descriverà con velocità proporzionale ad esso. Ciascuno di questi cerchj ha il suo centro in qualche punto dell'asse. Per determinare in terra questi, chiamati *Cerchj diurni*, o *Paralleli*, sia in M una stella che descriva in Cielo in un giorno il cerchio MMLL, o questo sia il Tropico, o qualunque altro parallelo; si tiri la linea MC dalla stella al centro della terra, limiterà sulla sua superficie il punto m, che col moto diurno della terra descriverà il cerchio, m m ll, parallelo, e simile al cerchio celeste MMLL, ma non nello stesso piano; onde se MMLL sarà il *Tropico celeste*, ancora, m m ll, farà il *Tropico terrestre*. E se si prolunga MC, in T nel tempo che si descrive MMLL si descriverà in Cielo l'altro Tropico TTVV ad esso uguale, e parallelo, e il *Tropico terrestre*.

ttuu, parallelo, e simile ad TTVV, e uguale all'altro, m mll. Lo stesso deve dirsi dei Cerchj Polari IK, ik, xy, XY. L'Ecclittica celeste sebbene non formata dal moto diurno, essendo cerchio massimo, sarà nello stesso piano dell'Ecclittica terrestre, e si produrrà, come abbiamo detto, dell'Equatore.

55. Oltre i Circoli finora spiegati nella Sfera celeste, che sono, il Meridiano, l'Orizzonte, l'Ecclittica, e l'Equatore, che sono circoli massimi, e i due Tropici e i due Polari che sono circoli minori, perchè non passano pel centro della Sfera, nè sogliono concepire due altri massimi i Geografi, e gli Astronomi, che chiamano Coluri uno dei quali concepiscono che passi per li due punti equinoziali, e l'altro per li due punti solstiziali. Questi sono quei due cerchj, che fanno l'ossatura della Sfera armillare, senza i quali non avrebbero appoggio alcuno gli altri cerchj, e nella figura 7. il Coluro degli Equinozj è notato colle lettere AOBF, e quello dei Solstizj colle lettere HZBRDCAH. Molti altri cerchj massimi concepiscono gli astronomi in Cielo, come i cerchj di declinazione, di Latitudine, di Ascensione retta, di obliqua, gli Almucantarati &c. che spiegheremo nelle occasioni, bastando per ora quei cerchj, che si pongono nella Sfera artificiali.

56. Dal finora esposto in questo capo si ricava; che quattro specie di Sferre si possono formare per uso della Geografia, e Astronomia e sono la Sfera armillare, la Sfera o sistema Planetario, la Sfera o Globo celeste, e la Sfera, o Globo terrestre. La Sfera Armillare, §. 49, detta ancora artificiale è rappresentata nella figura 1. L'Orizzonte, BGA in essa è fisso perchè il Meridiano DHZLVMIRS si muove nelle fessure B, A dell'orizzonte per portare qualunque punto della Sfera sotto il Polo, o Zenith Z dell'orizzonte. La terra è posta nel centro della Sfera, e intorno ad essa si pongono i pianeti, e il Sole. Sono ancora sulla terra delineati i cerchj della Sfera. In X, O sono i cerchj polari. Sul piede della Sfera vi è la bussola della calamita per poterla situare col suo polo P diretto al Polo del Mondo, locchè l'indicherà l'estremità dell'aco incalamitato; dando all'aco la declinazione dovuta verso Occidente in Europa. I Cerchj della Sfera concatenati dai due Coluri sono in P, R impernati nel Meridiano DZV, dentro il quale si muovono liberamente. In KL vi è una mostra piantata sul Meridiano, e divisa in 24 parti uguali con un picciolo indice piantato nell'asse del Mondo, che serve per sciogliere sulla Sfera varj problemi, ma non con accuratezza; perciò tralasciamo di spiegarne l'uso, che presso tutti i Geografi si trova.

57. La Sfera; o Sistema Planetario è quella macchina composta di molte ruote dentate, che girandole fanno vedere come si muovono i Pianeti in Cielo, e dimostrano tutti i Fenomeni che accadono in esso. Antichissimo è il pensiero di costruire una macchina consimile. Archimede ne fece una di vetro, ma non si sa come fosse formata. Claudio l'ha lodata coi seguenti versi nell'Epigramma 3.

Jupi-

*Jupiter in parvo cum cernebat aethera vitro  
 Risit, & ad superos talia dicta dedit:  
 Hucine mortalis progressa potentia cura?  
 Jam meus in fragili luditur orbe labor.  
 Jura Poli, rerumque fidem legesque Deorum  
 Ecce Syracusius transtulit arte senex;  
 Inclusus variis famulatur spiritus astris,  
 Et vivum certis motibus urget opus,  
 Percurrit proprium mentitus signifer annum,  
 Et simulata novo Cynthia mense redit:  
 Jamque suum volvens audax industria mundum  
 Gaudet, & humana sidera mente regit.*

Il primo che pensò con una macchina dimostrare il moto della terra intorno al Sole, e il moto, e Fasi della Luna intorno la terra fu sul principio di questo secolo Giorgio Graham Inglese. Questa macchina fu copiata da un' Artista, e fatta pel Signor J. Rowley Conte d'Orrery. Il Signor Riccardo Steele in una sua opera, non sapendo l'inventore Graam, supponendo Orrery primo inventore, perchè le ne era fatta fare una, la chiamò Orreria. Desaguliers vi ha fatto varie aggiunte, e l'ha perfezionata, rappresentando in essa il moto di tutti i pianeti; come si può vedere nel suo Corso di Fisica Tomo 1 stampato a Parigi nel 1751. Nella Tavola terza ne diamo un'idea. Il piano ZX è formato di varie lamine concentriche, e un poco soprapposte. Nel fondo della cassa, ACB vi sono altrettante ruote dentate da ciascuna delle quali forgono due fili grossi di ottone, che passano per la lastra corrispondente, e si fermano a questa con bottoncini fatti a vite. A ciascuna di queste lastre vi è un buco, ove si pianta un pianeta. In S è il Sole, in m Mercurio, in V Venere, in T la terra, che seco porta la Luna, l, in M è Marte, in G Giove, in S Saturno. Girando colla manuela C le grandi ruote che sono nel fondo portano con se ciascuna in giro la lamina corrispondente su cui è piantato il Pianeta. Per girare le grandi ruote colla proporzione che impiegano di tempo i Pianeti in Cielo, vi è da S verso la manuela un cassettone di piccole ruote, che lungo farebbe il descrivere. Così sotto la terra T, e il Sole S, vi è un'altro cassettone di ruote, non solo per far girare la terra intorno al proprio asse, ma ancora per far che conservi l'asse proprio a se stesso parallelo, e per far che la luna mostri le sue fasi, al qual effetto la palla che rappresenta la luna sta dentro una mezza sfera, ed è mezza tinta di nero. Le due aperture che sono tutto in giro alla cassa servono per porre l'occhio in diversi piani per vedere il moto dei Pianeti. Il cassettone primo di ruote dentate, ove è la ruota che si muove colla manuela serve per fare che si muovano tutte le altre ruote grandi, e piccole, e se si tira un poco in fuori verso la manuela non si muovono

F 2 che

che i Pianeti inferiori alla terra, cioè Venere, e Mercurio. In questa macchina Planetaria si vede Saturno in, S, coll'anello lucido che lo circonda, e i cinque satelliti che girano intorno ad esso. Indi scendendo verso il Sole, in G si vede Giove circondato da tre fasce oscure, e intorno ad esso i suoi 4 satelliti. Indi in M si vede Marte, in T la terra colla Luna, l, che gli gira d'intorno. Indi Venere in V, e Mercurio in m. Per concepire l'illuminazione fatta della terra dal Sole si esprime da parte nella Fig. 2. la terra T col mezzo cerchio d'illuminazione A fissato sopra il piano della macchina, che non impedisce la terra di fare i suoi moti di inclinazione, e parallelismo dell'asse. Si vede nella Figura 3 come la terra T, per esprimere i suoi moti, è situata colle ruote convenienti, e la Luna come mostra alla terra le sue Fasi girandosi intorno a se stessa dentro una mezza corteccia immobile, e essendo tinta mezza nera, e mezza bianca. Si vede nella Fig. 4. i diversi aspetti che fa Saturno S col suo anello, rispetto alla terra, secondo che rivolta questo anello lucido a noi. Ciò è sufficiente per concepire l'idea della macchina detta il Sistema Planetario.

**Tav. 2.** 58. La terza è la *Sfera celeste*, ove sono delineate le Figure celesti, o *Costellazioni*, col numero delle Stelle che le compongono. Sopra le colonnette Q, R appoggia l'Orizzonte HVO dentro cui è mobile il Meridiano CPZBA. Il Polo P si pone tanto alto dall'Orizzonte H, quanta è l'elevazione del Polo di quel Paese ove si vuol fare le osservazioni; e colla bussola che sta al piede, si dirige il Polo P a quello del Mondo; allora questo piccolo globo rappresenterà le costellazioni, come sono situate in Cielo. Onde trovata in Cielo una di queste, e diretto il globo ad essa, guardando su questo si troverà agevolmente i nomi delle altre Costellazioni Celesti. Per esempio la costellazione S si chiama Orione, che ha agli Omeri due stelle, e tre al cingolo in linea retta, e tre altre in linea retta sotto la prima del cingolo, e un'altra sotto la terza del cingolo, e una al ginocchio destro, e una al piede sinistro. Guardando in Cielo non è difficile a distinguere Orione; facendo le stelle degli omeri, quelle del ginocchio, e del piede un gran quadrilatero in mezzo al quale vi sono tre stelle in linea, che sono quelle del cingolo, e tre di sotto in linea perpendicolare ad esse. Trovato Orione in Cielo si dirigga l'Orione S del globo all'Orione celeste; e poi si vedano sul globo le altre Costellazioni. Ma di queste a suo luogo.

**Tav. 2.** 59. La Quarta è la *Sfera terrestre*, ove sulla superficie del globo sono delineate le 4 parti del Mondo Europa, Asia, e Africa, che occupano la metà del globo, e si chiamano il *Mondo vecchio*, perchè noto agli antichi; e l'America settentrionale, e Meridionale, che occupa l'altra metà, e si chiama il *Mondo nuovo*, perchè scoperto nel secolo 15. Anche questo globo si può situare come sta situata la terra rispetto ad una data Città, ponendo il Polo uguale alla latitudine di quella Città, e colla

colla bussola rivolgendo tutto il globo fino a che il Polo corrisponda al Polo della terra, e ponendo la Città data sotto il Meridiano in Z. Ciò è sufficiente per dare una mediocre idea della Sfera celeste. Ma prima di entrare ad esporre la situazione, e i moti veri dei corpi celesti è necessario il trattarsi ad esporre le proprietà generali dei cerchi che abbiamo concepiti nella Sfera celeste, degli angoli che formano tra di loro, e dei triangoli sferici, che nascono dal concorso di 3 archi di cerchio. Non di tutto ciò daremo una accurata dimostrazione, ciò facendosi nel Trattato dei Sferici, e nella Trigonometria Sferica, ma semplicemente esporremo queste dottrine, come già dimostrate. Anzi i Principianti nell'Astronomia possono ancora tralasciarle, se vogliono, per non tediarli, e solamente consultarle quando saranno adoperate nel sciogliere i Problemi Astronomici.

PROPRIETA DEI CIRCOLI, E DEI TRIANGOLI DELLA SFERA.

60. **N**el contemplare le proprietà della Sfera, e dei triangoli formati sulla sua superficie da tre archi di cerchio sono convenuti tanto i Matematici, quanto gli Astronomi di non considerare se non che quei cerchi che passano pel centro della Sfera, detti *Cerchi massimi* §. 37. Questo lo hanno fatto per più comodità di concepire, e facilità di operare. Perché tutti i cerchi massimi hanno un diametro uguale, e perciò sono tutti tra loro uguali, passano per lo stesso punto che è il centro della Sfera, e tagliano sempre lo stesso asse §. 37. Non così accade agli altri cerchi minori, come abbiamo veduto ne *Paralleli* HO, ho, §. 37, che hanno per raggi le rette On, om, e <sup>Tav. 1.</sup> per centri i punti, n, m. Fig. 1.

61. Convien richiamare a memoria ciò che abbiamo detto della *Genesi della Sfera*, §. 37. che si concepisce nata da un semicircolo, che giri intorno il proprio diametro, che si chiamerà *Circolo massimo*, o *genitore della Sfera*. Onde tutti i cerchi massimi della Sfera passeranno pel suo centro, e saranno uguali tra di loro. Il diametro intorno a cui gira la Sfera si chiamerà *Asse della Sfera*, e le sue estremità saranno i *Poli della Sfera*, o di quel Cerchio massimo che sta in mezzo tra i Poli, come l'Equatore §. 37., ed è perciò 90 gradi distante da essi. Onde dato qualunque cerchio se si inalzi dal centro il suo diametro perpendicolare, l'estremità di questo si chiameranno *Poli del cerchio*, e saranno dalla sua periferia distanti 90 gradi. Dalla stessa *Genesi della Sfera*, quando si concepisce nata da un mezzo giro che fa un cerchio intorno il suo diametro ne nasce che tutti i *Cerchi massimi* si tagliano nella Sfera in due parti uguali. Onde i tre cerchi <sup>Tav. 2.</sup> MABD, DEAV si tagliano in AD in due parti uguali, e hanno il Fig. 4. centro comune C, sebbene non siano nello stesso Piano.

62. Per-

62. Perciò se siano due archi  $AG$ ,  $AF$ , che si taglino in  $AC$  non potranno mai chiudere spazio, nè incontrarsi se non ad una distanza  $AGD$ ,  $AFD$  di 180 gradi; perchè i cerchj massimi si tagliano in due parti uguali, onde ciascuna circonferenza farà gr. 180, o metà di 360. §. 38. Se si pigliano due archi  $AB$ ,  $AE$  ciascuno di 90 gradi, e per li due punti  $B$ ,  $E$ , ed il centro  $C$  si tiri il cerchio  $BENMO$ , sarà questo perpendicolare ai due  $ABD$ ,  $AED$ ; perchè dalla costruzione gli angoli  $ACB$ ,  $ACE$  sono retti, onde  $AC$  è perpendicolare alle due  $CB$ ,  $CE$ , e perciò anche al piano  $BENMO$  che passa per le rette  $CB$ ,  $CE$ . Dunque ancora i due cerchj  $ABD$ ,  $AED$ , che passano per la retta  $AD$  saranno perpendicolari al cerchio  $BENMO$ , e reciprocamente. Questo perciò non solo farà perpendicolare ai due cerchj  $ABD$ ,  $AED$ , ma ancora a tutti che passano per la retta  $ACD$ , potendosi a tutti gli altri applicare la stessa dimostrazione.  $AD$  si chiama l'Asse del cerchio  $BENMO$ , e i due punti  $A$ ,  $D$  i suoi Poli.

63. Da questo ne nasce che se il Punto  $A$  della Sfera è lontano 90 gradi da due altri  $B$ ,  $E$  presi su un' arco di gran cerchio, sarà  $A$  Polo di questo. Di più ne nasce che quando un' arco  $BF$  di gran cerchio è perpendicolare ad un' altro arco  $BE$  passa necessariamente, se si prolunga per li Poli di questo. Inoltre ne viene, che se due archi  $BF$ ,  $EG$  sono perpendicolari a un terzo arco di gran cerchio  $BE$ , il punto  $A$ , ove prolungati si incontrano i due primi archi è Polo di questo. Dunque se due cerchj massimi  $AFIG$ ,  $BFHG$  sono tagliati perpendicolarmente da un terzo, e massimo  $ABDEIK$ , e perciò questo passa per li Poli  $D$ ,  $E$  di quelli, e le linee  $DK$ ,  $EL$  sono gli Assi dei medesimi; sarà l'arco  $DE$  distanza dei Poli uguale all' arco  $BA$  distanza dei due cerchj. Perchè essendo per Ipotesi l'arco  $ABD$  di 90 gradi uguale  $BDE$ , tolto il comune  $BD$  rimarrà  $AB = DE$ . Questi due archi, come perpendicolari ai due cerchj  $AI$ ,  $BH$ , misurano le distanze, essendo la perpendicolare più breve di tutte per misurare la distanza tra due piani.

Angolo Sferico  $SAR$  è l'inclinazione di due piani circolari formata dai due archi di cerchio massimo  $RA$ ,  $SA$ . Dunque si misura nel modo stesso che l'inclinazione di due piani in Geometria. Cioè tirando  $RQ$  nel piano  $RAQ$ , ed  $SQ$  nel piano  $SQA$  perpendicolari ad  $AC$  comune sezione dei due cerchj. L'angolo  $SAR$  sarà uguale ad  $SQR$ . Si può avere ancora la misura dell'angolo  $SAR$  prolungando gli archi  $AS$ ,  $AR$  fino in  $E$ ,  $B$  che siano di 90 gradi, l'arco di cerchio massimo  $EB$  sarà la misura dell'angolo  $SAR$ . Si può avere ancora la misura dell'angolo  $SAR$  con tirare le tangenti  $AI$  all'arco  $AR$ ,  $AK$  all'arco  $AS$ ; l'angolo  $IAK$  fatto dalle tangenti è uguale all'Angolo Sferico  $SAR$ . Perchè essendo le tangenti tirate dallo stesso punto  $A$  perpendicolari ad  $AC$ , e nei piani circolari  $AQR$ ,  $AQS$ , l'angolo  $IAK$  sarà uguale all'angolo  $RQS$ , che abbiamo dimostrato uguale a  $SAR$ .

SAR. Si offervi di non confondere l'angolo fatto dalla tangente AI coll'arco RA, o della tangente AK coll'arco AS che sono infinitamente piccoli, coll'angolo KAI fatto dalle due tangenti, o coll'angolo SAR fatto dai due archi circolari SA, RA. Quindi gli angoli sferici avranno molte proprietà dei rettilinei.

64. Se sulla superficie della Sfera si pianti su qualunque punto della sua superficie, come A, la punta di un compasso ricurvo, come quelli coi quali si misura il diametro di una palla, e si facciano con varie aperture minori, o uguali a 90 gradi, gli archi RS, BE, HL &c. tra i cerchi AE, AB. Il solo arco BE fatto con 90 gradi sarà cerchio massimo; ma gli altri SR, LH quantunque di cerchi minori, conteranno un'ugual numero di gradi che BE, e faranno come in Geometria gli archi simili di cerchi concentrici.

65. *Triangolo Sferico* si dice quello che viene formato dal concorso di tre archi di cerchio massimo. La soluzione di quasi tutti i Problemi Astronomici è fondata sulla risoluzione dei triangoli sferici, per trovare il valore di un lato, o di un'angolo. Questa per l'ordinario si fa nell'Astronomia moderna per mezzo dei Seni, Coseni, tangenti, secanti, &c. che sono proporzionali ai lati; perciò è necessario darne in breve un'idea.

66. I Seni, Coseni &c. dei quali si parla nella Trigonometria piana sono comuni ancora alla Sferica. Onde è lo stesso trovar il seno di un'angolo, o di un lato che sia linea retta, che trovar il seno di un'arco. Sia dato un'Angolo ACB, o un'arco AB, si cali AP<sup>Tab. 2.</sup> perpendicolare al raggio BC, sarà AP il *Seno dritto*, o il *Seno* dell' <sup>Fig 6.</sup> Angolo ACB, o dell'arco AB, e il raggio BC si chiama il *Seno tutto*, BP che sta tra P, e l'arco si dice il *Seno verso*. Se alla estremità del raggio CB si alza la perpendicolare BD, che viene limitata dal raggio CA prolungato si chiamerà BD *Tangente* dell'Arco AB, o dell'angolo ACB. E la linea CD *Secante* di detto arco, o angolo. Se dalla estremità F del raggio FC perpendicolare a CB, si tira FE perpendicolare a CF, e si limita prolungando CD, indi dal punto A si tira AQ perpendicolare a CF. Essendo l'arco AF, o l'angolo ACF rispetto ad AB, o l'angolo ACB *Compimento* a un'angolo retto, si chiama AQ *Seno del compimento* di AB, o *Coseno* di AB, o dell'angolo ACB, si dirà QF *Seno verso del Compimento* di AB, o *Coseno verso*, &c. si chiamerà FE *Tangente del Compimento* di AB, o *Cotangente*, &c. e si dirà CE *Secante del Compimento* di AB, o *Cosecante* di AB, o dell'Angolo ABC. Nelle Formole Astronomiche per trovare i lati, o gli angoli d'un triangolo si esprime il Seno per *Sen*. Il Seno verso per *Sen.ver.* la Secante, la Tangente, il Coseno, *Cotangente*, per *Sec. Tan. Cos. Cot.*

67. Da queste definizioni dei Seni, Coseni &c. che sono comuni alla misura dei Triangoli, o Trigonometria piana e Sferica ne segue 1. che

**Tav. 2.** che il *Coseno*  $AQ$  è uguale alla parte  $PC$  del raggio, o *Seno tutto*,  $BC$   
**Fig. 6.** compresa tra il centro  $C$ , e il *Seno*  $AP$ . 2. che il *Seno verso*  $PB$  è uguale alla differenza tra il raggio  $CB$ , e il *Coseno*  $AQ$ , che è uguale a  $PC$ . 3. che il *Seno* di un qualunque arco  $AB$  è la metà della corda  $APG$  del doppio arco  $ABG$ ; perchè essendo  $CB$  perpendicolare ad  $AG$  divide la corda  $AG$ , e l'arco  $ABG$  in due parti uguali per la Geometria. 4. Il *Seno* di gr. 30. è uguale alla metà del raggio; perchè per la antecedente è uguale alla metà della corda di gr. 60, o del lato dell'esagono, che è uguale al raggio per la Geometria. 5. La *Tangente* dell'angolo di gr. 45. è uguale al raggio. Perchè le  $BCA$  è di gr. 45, ancora  $CDB$  farà di gr. 45; essendo  $CBD$  di gr. 90; e perciò  $BD = BC$ . 6. A misura che cresce l'arco  $AB$ , o l'angolo  $ACB$ , cresce il *Seno*  $AP$ , e cala il *Coseno*  $AQ$ . Quando  $AC$  coincide con  $FC$ , cioè l'arco  $BA$  diviene 90, il *seno*  $AP$  si muta nel raggio  $FC$ , e il *Coseno* è Zero. Lo stesso accade alla *Tangente*  $BD$  che cresce, come s'ingrandisce l'arco  $BA$ , e la *Cotangente*  $EF$  si diminuisce. Ma quando il punto cade in  $F$ , la *Tangente*  $BD$  diventa infinita, e la *Cotangente* è zero; perchè la *Secante*  $CD$ , che limita la *Tangente*  $BD$ , coincide allora con  $CF$ ; onde la *Secante*  $DC$ , e la *Tangente*  $BD$  diventano parallele, e perciò vanno in infinito. Onde per l'arco di 90 gradi, o per l'angolo retto il *Seno* è il raggio, o *Seno tutto*, il *Coseno* è Zero, la *Tangente* è infinita, e la *Cotangente* è zero. 7. Quando l'angolo  $ACB$ , o l'arco  $AFB$ , è maggiore di 90 gradi, cioè è ottuso, più è grande, più diminuisce il *Seno*  $AP$ , e più cresce il *Coseno*  $AQ$  al contrario della figura 6 quando l'angolo è acuto. Onde quando il punto  $A$  coincide con  $H$ , cioè l'angolo  $AFB$  diventa di gr. 180, il *Seno*  $AP$  è Zero, e il *Coseno* è uguale al raggio. Il *Seno*  $AP$ , e il *Coseno*  $AQ$  dell'angolo ottuso  $ACB$ , o dell'arco  $AFB$  sono gli stessi che quei dell'angolo acuto  $ACH$ , o dell'arco  $AH$ . Onde per avere il *Seno*, e il *Coseno* dell'angolo ottuso bisogna pigliare quei dell'angolo acuto, che è il supplemento a due retti, o 180 gradi. La *Tangente*  $BD$  dell'arco  $BFA$  che viene limitata dalla *secante*  $ACD$ , o raggio  $AC$  prolungato, cade in parte opposta a quella della Fig. 6, ma si può facilmente tirare  $HI$  perpendicolare a  $CH$ , e uguale a  $BD$ . Così ancora la *Cotangente*  $EF$ , cade nella parte opposta a quella di prima, ma l'una e l'altra sono uguali. Onde la *Tangente*, e *Cotangente* dell'angolo ottuso sono le stesse che quelle dell'angolo acuto, o del supplemento a due retti. Ma quando si pigliano per l'angolo ottuso quando il punto  $A$  coincide con  $H$  la *Tangente*  $HI$  è Zero, e la *Cotangente*  $FE$  è infinita, al contrario di quelle dell'angolo acuto nella Figura 6. Da tutto ciò si ricava che le *Tangenti* sono reciprocamente proporzionali alle *Cotangenti*.

**Tav. 2.** 68. Ripigliando ora i *Triangoli Sferici* §. 65. le proprietà dei quali  
**Fig. 4.** esporremo, anche relativamente ai *seni*, *Coseni* &c. degli *Archi* che li formano, abbiamo in primo luogo che gli *Archi*  $RS$ ,  $BE$ ,  $HL$  &c. so-

no proporzionali ai Seni degli Archi AR, AB, AH, che misurano le loro distanze dal Polo, o centro comune A; o ai Coseni delle loro distanze dal cerchio massimo BENM a cui sono paralleli. Perchè gli Archi RS, BE HL essendo simili, sono proporzionali ai loro raggi RQ, BC, HP, e questi sono nel tempo stesso Seni degli Archi AR, AB, AH, o Coseni degli Archi BR, Zéro, e BH. §. 67. n.º 6.

69. Per due punti presi ad arbitrio sulla superficie della Sfera non si può far passare che un solo arco di cerchio massimo; perchè questo cerchio ha da passare per un terzo punto che è il centro. Ma per tre punti dati non si può far passare che un solo piano, perchè per la Geometria solida ogni triangolo è in un solo piano, dunque &c.

70. Dei Triangoli che possono formarsi nella superficie della Sfera non solo non consideriamo, che quelli formati da tre archi di cerchio massimo, ma ancora consideriamo solamente quelli nei quali ciascun' arco è minore di gradi 180, quantunque si possono trovare dei triangoli nei quali un' arco sia maggiore di 180. Si fa questo per maggiore brevità, e facilità di operare sopra di essi, potendosi noi servire del triangolo che ha gli archi uguali al supplemento del primo. Così l' arco BEMMV essendo maggiore di 180, in vece di questo che unito cogli archi AB, AV, forma il triangolo ABEMV, piglieremo l' arco BOV che è il supplemento a 360, e perciò minore di 180, e sostituiremo al primo al triangolo BOVA, che si renderà noto per mezzo del primo.

71. Nei Triangoli Sferici, come nei rettilinei due lati sono sempre maggiori del terzo. E' noto da per se.

72. La Somma dei tre lati di un triangolo Sferico è sempre minore di 360 gradi. Perchè nel triangolo GAF, il lato GF è minore di GA con FA; ma GA + FA aggiungendovi GED, FBD fanno 360; dunque aggiungendovi GF saranno i tre archi, GA, GE, FA minori di 360.

73. Due Triangoli Sferici posti sulla stessa, o su Sfere uguali, allora sono uguali 1. Quando hanno un lato uguale vicino a due angoli uguali ciascuno a ciascuno. 2. Quando hanno un' angolo uguale compreso tra due lati uguali ciascuno a ciascuno. 3. Quando hanno i tre lati uguali ai tre lati ciascuno a ciascuno. 4. Quando hanno i tre angoli uguali a tre angoli ciascuno a ciascuno. I primi tre Teoremi si provano come nella Geometria sui Triangoli rettilinei. Il quarto così si prova. Siano i tre angoli E, D, F uguali ai tre e, d, f, ciascuno, a ciascuno, essendo sei archi di cerchj uguali, se si soprapponga il secondo al primo, combaceranno i tre archi coi tre archi, onde i triangoli saranno tra loro uguali. Tav. 4.  
Fig. 1.

74. In un Triangolo sferico Isoscele li due angoli opposti a lati uguali, sono uguali, e reciprocamente. Si dimostra soprapponendoli, come nella Geometria Piana, perchè in una sfera tutti i circoli massimi sono tra loro uguali.

75. In ogni triangolo sferico al più grande angolo è opposto il più gran lato, e reciprocamente. Perchè se l' angolo maggiore si concepisca soprap-

posto al minore uscirà fuori di esso, cioè l'arco opposto all'angolo maggiore sarà maggiore.

76. Molte altre proprietà hanno i Triangoli Sferici, che per brevità tralasciamo, essendosi prefissi solamente di dare un'idea dei principj, coi quali si sciolgono i triangoli sferici, cioè si trova il valore degli angoli, o dei lati, per mezzo dei Seni, Cosenti &c. acciocchè si possa concepire nella soluzione dei Problemi Astronomici l'Analogia, o la proporzione tra i lati, e Seni che adopreremo. Se si tratta di Triangoli rettangoli una sola proporzione basta, ma se sono obliquangoli se ne ricercano due. Molte sono le Formole per le Analogie degli uni, e degli altri, che espone per brevità in varie tavole de la Caille, e de la Landé nelle loro Astronomie, noi le tralasciamo. Ma non possiamo a meno di esporre i cinque Principj, sui quali si fondano tutte le proporzioni, che fanno queste Formole che si trovano presso gli autori citati. I due primi Principj servono per li Triangoli rettangoli, ove le formole sono minori di numero; i tre seguenti servono per li triangoli obliquangoli, ove i casi diversi sono maggiori di numero.

*Tav. 4.* 77. *Principio primo per li Triangoli Rettangoli.* Siano due Triangoli *Fig. 1.* EDF, BAC tali che i punti A, B, C siano Poli dei lati opposti E F, F D, DE dell'altro triangolo; dico che ciascuno di essi lati sarà supplemento dell'angolo opposto per arrivare a due retti, o 180 gradi. Sia A polo dell'arco EF, sarà  $EF \uparrow$  l'angolo A = 180 gr., e perciò EF sarà supplemento di A, a 180. Imperocchè essendo A polo di EF, sarà il punto E lontano da A, 90 gr. Onde E sarà polo dell'arco AC. Si prolunghino AC in G, AB in H. Essendo E polo di AC, sarà  $EG = 90$ ; ed essendo per la stessa ragione F polo di HI sarà  $EC \uparrow FH = 180$ . Onde anche  $EG \uparrow FG \uparrow, GH$ , ovvero  $EF \uparrow GH = 180$ . Ma GH è misura dell'angolo A; perchè AG, AH sono ciascuno di 90; dunque  $EF \uparrow A = 180$ , e perciò EF è supplemento di A. Collo stesso metodo si dimostra che ED è supplemento di C; DF è supplemento di B. dunque etc.

78. da questo Teorema ne nasce, che i tre angoli di qualsivoglia triangolo sferico sono minori di 540 gradi, e maggiori di 180, a differenza dei triangoli rettilinei che sempre hanno i tre angoli uguali a 180. Perchè i tre angoli A, B, C, coi supplimenti EF, DF, DE sono 3 volte 180, cioè 540; dunque i soli tre angoli A, B, C saranno minori di 540; Ma però maggiori di 180; perchè la somma dei tre lati EF, DF, DE è minore di 2 volte 180, o di 360 §. 72. dunque per li tre angoli A, B, C vi rimarrà più di 180.

79. Ne nasce ancora che in un triangolo sferico vi ponno essere tre angoli retti, che non fanno più di 270 gradi, e ancora tre angoli ottusi. Onde essendo indeterminata la somma dei tre angoli sferici, non si può, come nei rettilinei, dati due angoli trovare il terzo. Potendo nel triangolo sferico esservi due, o tre angoli retti, ciò non ostante ne con-

considereremo uno solo, sul quale caderà il discorso, e gli altri due li chiameremo obliqui.

80. *Principio secondo per la soluzione dei triangoli rettangoli.* In ogni triangolo Sferico, il Seno d'uno degli angoli, è al seno del lato opposto a questo angolo; come il seno d'un'altro angolo, è al seno del lato opposto allo stesso angolo. Onde se si tratta d'un triangolo rettangolo, siccome il Seno dell'angolo retto è il raggio §. 67. così lo stesso Teorema si esprimerà così. Nel triangolo rettangolo il Raggio, è al Seno dell'Ipotenusa; come il seno d'uno degli angoli obliqui, è al seno del lato opposto. La dimostrazione di questo, e dei tre Principj seguenti per gli angoli obliqui le tralasciamo essendo lunghe. Si possono vedere, oltre le Astronomie già citate di de la Caille, e de la Lande, nel Corso Matematico di Bezout diviso in 6 tomi in 8°. a Parigi 1775 Parte 2, §. 336, 349, 357, 358, 359.

81. *Principio terzo per li triangoli obliquangoli.* In ogni triangolo sferico ABC, se da un'angolo A si cala un arco di cerchio massimo AD <sup>Tav. 4. Fig. 2.</sup> perpendicolare al lato opposto BC, sarà il Coseno del Segmento BD, al Coseno del Segmento CD; come il Coseno di AB, al Coseno di AC.

82. *Principio quarto per li Triangoli obliquangoli.* Nello stesso triangolo, tirato l'arco AD, come sopra, sarà ancora. Il Seno di BD, al Seno di CD; come la Cotangente dell'angolo B, alla Cotangente dell'angolo C.

83. *Principio quinto per li Triangoli obliquangoli.* In ogni triangolo Sferico ABC se da un'angolo A si abbassa l'arco perpendicolare AD <sup>Tav. 4. Fig. 3.</sup> sul lato opposto BC, sarà la Tangente della metà di BC, alla Tangente della metà della somma dei due altri lati, come la Tangente della metà della loro differenza, è alla Tangente della metà della differenza dei due Segmenti CD, BD, o alla Tangente della metà della loro somma, se l'arco AD cade fuori della base BC prolungata, quando l'angolo A è molto acuto.

84. Esposte le proprietà dei Circoli della Sfera, e dei Triangoli formati dal concorso di essi sulla sua superficie, per far l'applicazione dei 5 Principj fondamentali per la soluzione dei Triangoli Sferici, ne porteremo alcuni esempj; Così si vedrà meglio come nascono tutte le Proporzioni, o Analogie, o Formole, che abbracciano la risoluzione di tutti i casi possibili dei triangoli della Sfera. De la Caille, de la Lande, e Bezout hanno steso le Tavole di queste Analogie, che contengono tutti i casi possibili; acciocchè veda l'Astronomo in un'occhiata qual formola si possa applicare per sciogliere il Problema che gli vien dato. A noi basterà di aver accennato ove si trovano queste tavole, e fatto vedere come si ricavano queste Analogie dai Teoremi già esposti.

85. *Esempio primo.* Nel Triangolo Sferico BAC essendo dati i due <sup>Tav. 4. Fig. 3.</sup> lati AB, AC, e un'angolo opposto B, trovare l'angolo opposto C all'altro lato AB. Fate pel Principio secondo §. 80. questa proporzione

G 2 Seno

Seno di AC : Seno di AB :: Seno dell'angolo B : Seno dell'angolo C; Questa Analogia si esprime dagli Astronomi in questo modo, per più brevità Sen. AC : Sen. AB :: Sen. B : Sen. C. Dunque nascerà da questa proporzione la seguente formola per trovar l'angolo C, che può essere più, o meno di 90.  $\text{Sen. C} = \frac{\text{Sen. AB} \times \text{Sen. B}}{\text{Sen. AC}}$ . Essendo nota questa seconda quantità, sarà noto ancora l'Angolo C per mezzo del suo Seno nelle tavole di Trigonometria.

86. *Esempio seconda.* Siano dati due lati AB, AC, e un'angolo opposto B, trovare il terzo lato BC. Dall'angolo A opposto al lato che si cerca BC sia calato l'arco AD perpendicolare a BC, dal §. 82. e 67. si ricava questa proporzione  $\text{Cos. B} : R :: \text{Cot. AB} : \text{Cot. BD}$ , la lettera R in tutti i calcoli significa il raggio. O pure §. 67. n°. 7. avremo ancora  $R : \text{Cos. B} :: \text{Tang. AB} : \text{Tang. BD}$ . Onde  $\text{Cot. BD} = \frac{R \times \text{Cot. AB}}{\text{Cos. B}}$ , e ancora  $\text{Tang. BD} = \frac{\text{Cot. B} \times \text{Tang. AB}}{R}$ . Che sono due formole per trovare il Semmento BD. Ma per trovare il Semmento secondo CD si faccia §. 81.  $\text{Cos. AB} : \text{Cos. AC} :: \text{Cos. BD} : \text{Cos. CD}$ . Onde si avrà  $\text{Cos. CD} = \frac{\text{Cos. AC} \times \text{Cos. BD}}{\text{Cos. AB}}$  che è la terza formola per l'altro Semmento CD.

87. *Esempio terzo.* Dati gli angoli B, C, e un lato opposto AB, trovare il lato intercetto BC. Fate lo stesso che nel §. 86, nel triangolo Rettangolo ADB sarà  $R : \text{Cos. B} :: \text{Tang. AB} : \text{Tang. BD}$ ; Onde avremo il primo Semmento, o la  $\text{Tang. BD} = \frac{\text{Cos. B} \times \text{Tang. AB}}{R}$  che è la prima formola. Per avere il secondo Semmento CD si faccia §. 82.  $\text{Cot. B} : \text{Cot. C} :: \text{Sen. BD} : \text{Sen. CD}$ ; onde sarà  $\text{Sen. CD} = \frac{\text{Sen. BD} \times \text{Cot. C}}{\text{Cot. B}}$ , e perciò si avrà BC prendendo §. 83. la somma di CD, BD, se AD cade nel triangolo, o la loro differenza se cade fuori. Con un metodo consimile si trovano le proporzioni, e formole per sciogliere in tutti i casi possibili i triangoli sferici rettangoli e obliquangoli. A noi basti aver accennato il metodo con cui son fatte le tavole di de la Caille, de la Lande, e Bezout, le quali per compendio delle operazioni Astronomiche si possono consultare.

## C A P O III.

## ASTRONOMIA PRATTICA.

*Istrumenti, Errori Ottici, e il Tempo.*

88. **L'** Astronomia Pratica da noi si chiama quella che espone le *Prattiche* per formare il *Sistema celeste*, conforme alle Osservazioni, e determinare, in qualunque momento di tempo il sito, il moto dei corpi celesti, e i loro congressi diversi, Congiunzione, Opposizione, Ecclissi &c. Per ottenere questo vi è bisogno delle Osservazioni,

zioni, oltre la Teoria data nel Capo secondo intorno la Sfera Mondana, e la Sfera semplicemente. Per fare le  *Osservazioni*  si ricercano varj  *Istromenti* , dalla perfezione dei quali nasce l'accuratezza delle  *Osservazioni* . Onde questa parte di  *Astronomia* , che è la  *Pratica*  conterrà varie  *Osservazioni* , e  *Problemi* , che esporremo coll'ordine più naturale, che da noi si potrà, e colla più semplice concatenazione di uno cogli altri. Ma prima daremo in questo Capo terzo un'idea degli  *Istromenti Astronomici*  per fare le  *Osservazioni* , e di varie  *Cagioni di errori ottici* , che accadono frequentemente, e che bisogna correggere nel sciogliere i  *Problemi* ; acciocchè si riduca quasi a zero l'errore che si commette, e che non passi in alcuni calcoli nei quali si ricerca l'accuratezza, uno, o al più due secondi di grado, o di tempo. Quindi parleremo ancora delle diverse specie che vi sono di  *Tempo* , e del modo di ridurre il  *Tempo*  in gradi di  *Cerchio* . Così i  *Calcoli Astronomici*  si renderanno al Cielo corrispondenti, e si potranno formare le  *Tavole Astronomiche*  accurate, per abbreviare le operazioni, e le  *Efemeridi*  esatte che ogni anno si fanno per esporre lo stato del Cielo ciascun giorno dell'anno. Riserberemo al Capo quarto che sarà ancora  *Astronomia Pratica*  le  *Osservazioni*  e i  *Problemi* .

89. Molti autori la prima parte di  *Astronomia* , che abbiamo chiamata  *Teorica*  la dicono  *Astronomia Sferica* , e quella che ora diciamo  *Pratica* , la chiamano  *Teorica* . E' lecito ad ognuno, secondo il metodo diverso con cui si trattano le Scienze, di dar nomi diversi alle loro parti; purchè questi nomi corrispondano al titolo che si dà alle medesime. Così de la Caille divide l' *Astronomia*  in  *Solare* , e  *Terrestre* ; perchè ora spiega i  *Fenomeni*  concependo l'osservatore posto nel  *Sole* , ora li spiega se è posto in terra.

ISTROMENTI ASTRONOMICI.

90. **I**L  *Quadrante*  è il più antico, il più comodo, e il più generale tra tutti gli  *Istromenti*  che adoprano gli  *Astronomi*  per fare le  *Osservazioni celesti* . Serve questo per misurare le altezze degli  *Astri*  dall' *Orizzonte* , le distanze dal  *Zenith* , e le loro distanze vicendevoli. Per formare un'accurata idea del  *Quadrante* , e degli altri  *Istromenti Astronomici*  ci serviremo delle figure, che ha poste con somma accuratezza de la  *Lande*  nella sua  *Astronomia* . Il  *quadrante Astronomico*  è l' *istromento*  rappresentato nella  *Figura 4. La Circonferenza, Tav. 4. o Limbo BDA d'ottone è connesso col piano circolare C d'ottone per mezzo delle tre righe CB, CD, CA, di ferro, ciascuna larga due pollici, e fortificate dalle barre di ferro AX, BX connesse, e saldate col piano circolare X. Il limbo, e il piano circolare C, ove in mezzo è il centro del quadrante BDA devono essere esattamente nello stesso piano. Si farà sicuri di questo se il filo a piombo Cq toccando leggermente il*

il piano  $C$ , tocca nella stessa maniera il limbo  $ADB$  in tutti i suoi punti. Se non scorre ugualmente libero sul limbo, è segno che questo è un poco più alto del centro  $C$ ; se scorre più libero sul limbo, è segno che questo è più basso del centro. In  $X$  è il centro di gravità di tutto lo strumento, e ivi è saldato il piano  $X$  d'ottone con un cilindro solido  $EX$ , che si pone nel cilindro voto esteriore  $E$ . Questo cilindro voto  $E$ , viene rappresentato a parte nella figura 5.  $EE$ , di sotto in  $e$ , ha saldato un cannello voto,  $e$ , che si pone nel cannello solido,  $n$ , ovvero  $F$  della fig. 5; cosicchè possa girare tutto il quadrante orizzontalmente, mentre per mezzo del cannello solido che sta dentro  $XE$ , gira verticalmente il quadrante. Acciocchè questo cannello solido non possa uscire dal voto  $XE$ , si pone in  $E$  una piastra tonda d'ottone fermata a vite nel centro del cannello solido. Il cannello della fig. 5. con tutte le sue parti; cioè  $FE$  della fig. 4. si chiama il *Ginocchio* del Quadrante. Sopra il tubo vuoto  $E$ , verso,  $p$ , della fig. 4. che corrisponde ad  $EE$ , ed,  $e$ , della fig. 5. vi sono delle viti per stringere il cannello solido che sta dentro  $E$  fig. 4. e 5. e dentro,  $e$ , come,  $n$ . Si fissa in  $MG$  un cannocchiale, che sia esattamente parallelo al lato  $BC$  del quadrante, acciocchè con esso, sia anche parallelo l'*Asse* del cannocchiale, cioè quella linea che passa pel centro di tutte le lenti. Per essere sicuro di questo parallelismo vedremo in appresso il metodo di assicurarsene. Se non fosse tale, quando ponendo l'occhio in  $M$  si pone il lato  $BC$  parallelo all'orizzonte il filo  $Cq$  del pendolo non caderebbe sul primo punto  $A$  della divisione; onde si errerebbe nell'operazione. La lunga cassetta  $CHZ$  fatta di lamina leggera d'ottone, è così adattata al piano  $C$  ove è il centro del quadrante che può liberamente girargli d'intorno, e comunque si muova il quadrante, la cassetta sta sempre perpendicolare alla terra, come un pendolo. La specie di chiave  $AA$  si pone nella lamina fissa  $C$  del quadrante Fig. 4, e si vede separata nella Fig. 6. L'aco che si vede nella fig. 6. passa pel pezzo d'acciajo,  $a$ , e si pianta nel centro del quadrante, come anche si vede nella Fig. 4, e acciocchè non si muova si serra con piccola vite posta nel pezzo,  $a$ . Da questo aco è sospeso con un cappio fermo il filo di seta, o di Pita  $Cq$  che forma il pendolo. Resta questo difeso dal moto dell'aria di modochè segna senza alcun equivoco il grado del limbo. Siccome sono sottilissime le linee, nella quale è divisa la periferia del quadrante, così in  $Z$  si pone una lente di microscopio per ingrandirle, con sopra un piccolo lume per illuminarle di notte. La divisione del limbo del quadrante deve cominciare in  $A$ , da 1 grado, e continuare sino in  $B$ , ove si scrive 90 gradi, cioè 90 parti uguali esattamente, e si devono dentro queste distinguere i minuti primi, e i secondi. Il duca di Chaulnes, in Francia, e il Signor Bird in Inghilterra hanno stampato su la maniera di fare con esattezza queste divisioni. In,  $ph$ , vi è un cerchio fisso di 6 pollici di diametro,

Tab. 4.

Fig. 6.

Tab. 4.

Fig. 4.

metro, che è il *cercchio azimutale*. In *k*, vi è un *traguardo* e *Alidada* attaccata ad *F* che gira col quadrante. Per essa si guardano i punti diversi dell'Orizzonte o i gradi dell'Azimut ai quali il piano è diretto, come vedremo nell'uso che si fa del quadrante per sciogliere i problemi particolari. *ON* è un cilindro di ferro di due pollici di diametro, e alto 3 piedi e mezzo; acciocchè il limbo *ADB* sia 2 piedi e mezzo alto da terra. Le quattro righe di legno *R, R, R, R*, si pongono negli incastri del cilindro; e dei piedi *P, P, P, P*, indi si chiude una chiave a vite che sta sotto *Q*; acciocchè si fermino le righe, e il piede tutto sia fermo. In *P, P* &c. vi sono quattro viti per situare il quadrante verticale; perchè il filo *Cq* vada libero nel girare il quadrante verticalmente, nè sia trattenuto dal limbo. Verso *M* nella figura 4 è <sup>Fig. 4.</sup> fermato a vite dietro il quadrante per mezzo di un cilindro *r*, il pezzo *BL*, che in grande si rappresenta colle stesse lettere nella Fig. 8. <sup>Fig. 7.</sup> L'altro pezzo della figura 7 è fermato colla Fig. 4. alla Riga detta di richiamo *IKL* colla vite *c*. Girando la vite *B* fig. 8. e 4. tira la verga *LI* verso *M*, e con essa tutto il quadrante, onde si può porre il filo su qualunque divisione del limbo, e questo è l'uso dei due pezzi descritti. Per dividere i gradi di cerchio in parti minutissime, e poterne determinare il numero, §. 54. Fisica parte 2.<sup>a</sup> inventò un metodo singolare, e spedito *Pietro Nunnes* Portoghese nel 1492 consistente in un'arco di cerchio applicato alla periferia del quadrante Astronomico, quale arco si chiama *Nonnio* dal suo autore. Si veda il suo Trattato de *Crepusculis*, stampato nel 1542. Di questo strumento si servì *Ticone* nelle sue Osservazioni. Ma più perfetto, più esatto, e semplice lo rese *Pietro Vernier* Catalano, come apparisce dal suo opuscolo stampato nel 1631 col titolo; *La costruzione, l'uso, le proprietà del nuovo quadrante*. Di questo si fa ora un'uso continuo, e viene descritto da *Beniamino Robins* nelle note sull'Optica di *Smith*, e dall'Abbate *Pezenas* nelle sue *Memorie ridotte all'Osservatorio di Marfiglia* anno 1755 Parte seconda, ove descrive molti istrumenti di Matematica. Questo arco per lo più si chiama *Vernier*, ma alcuni ancora dal primo autore lo dicono *Nonnio*, o *Nonnius*. Il *Vernier* è un pezzo d'arco, *a c*, della stessa curvatura <sup>Fig. 9.</sup> del limbo, *m n*, del quadrante, e ad esso applicato in modo che possa dolcemente muoversi avanti, e indietro. I quadranti per lo più sono divisi di 5' in 5' minuti primi, per abbreviare la divisione minuta; cosicchè ogni spazio di divisione contiene 5' minuti primi. Si pigliano nel limbo, *m n*, 21 di queste divisioni, e se ne formi l'arco, *a c*, del *Vernier*, ma si divida questo in 20 parti uguali. Ciascuna parte del *Vernier* sarà più lunga di quella del limbo di  $\frac{1}{20}$  parte delle divisioni del limbo. Onde se si pongono a paro, *c, d*, essendo, *cr*, più lunga di, *e d*, d'una ventesima parte di, *ed*, il punto, *r*, caderà più verso sinistra. Così la seconda parte del *Vernier* caderà  $\frac{2}{20}$  più a sinistra; e così di mano in mano sino a che l'ultimo punto, *a*, del *Vernier* caderà coll'ultimo pun-

punto, b, delle 21 parti, o divisioni prese nel limbo; perchè il Vernier assorbendo in ciascuna divisione  $\frac{1}{20}$  parte delle divisioni del limbo si troverà in fine aver assorbito  $\frac{1}{20}$ , cioè una divisione del limbo. Ogni divisione del limbo abbiamo detto che fa 5 minuti primi, o  $300''$  secondi; Onde  $\frac{1}{20}$ , cioè, 15, farà di  $15''$ , dividendo  $300''$  per 20. Perciò il Vernier, a c, ne farà vedere  $15''$ , e a occhio stimeremo la metà, o  $7''$ , e mezzo, la terza parte, o  $5''$ , la quinta, o  $3''$ . Ma si può ancora pigliando altro metodo di dividere, determinare ancora parti più picciole. Il Vernier si può ancora applicare al Barometro, come ho accennato Fisica parte seconda §. 54. dividendo un pollice in cecime, e in 100 parti per mezzo del Vernier; che deve essere in linea retta, e non in arco, come questo finora descritto, che serve per gli archi di cerchio in Astronomia. Con questo metodo senza fare una divisione assai minuta sull'arco del quadrante, che nei quadranti grandi è molto difficile a farla in parti uguali, e nei quadranti piccioli è quasi impossibile, potremo avere una minima parte di grado, di minuto primo, o secondo, adoprando una lente per poterla distinguere con accuratezza. Onde si vede l'uso singolare del Vernier, nel notare le parti minime impercettibili, senza farne l'attuale divisione.

91. Supponiamo ora che si debba pigliare l'altezza di una stella dall'Orizzonte. Posto l'occhio in M si muova il cannocchiale MG, e con *Tav. 4.* esso il quadrante fino a che la stella venga nel centro del cannocchiale, *Fig. 4.* si moverà contemporaneamente la cassetta CHZ, e il filo del pendolo Cq. Si noti quanti gradi siano nell'arco Aq ove il filo segna il limbo, *Tav. 5.* questo sarà l'arco di elevazione della Stella. Per dimostrarlo sia il qua- *Fig. 1.* drante ECD. Posto l'occhio in D, ove è il cannocchiale DC, si diriga alla stella S, e il filo CPM noti l'arco PE; farà questo l'elevazione della stella sull'Orizzonte. Perchè prolungata PG in Z, farà Z il Zenit tirando CX parallela all'Orizzonte, farà SX l'arco cercato d'elevazione, o, che è lo stesso l'angolo SCX farà uguale all'angolo ECP. Perchè gli angoli XCZ, ECD sono retti, e perciò uguali. L'angolo PCD è uguale al suo al vertice SCZ; dunque rimarrà  $ECP = XCS$ ; onde l'arco  $EP = SX$ .

92. Per esser sicuri che la stella sia nel centro del cannocchiale si pongono nel foco dell'oculare del cannocchiale *due fili incrociati ad angoli retti*, e ben stesi dentro un'anello d'ottone che si ferma con viti dentro il tubo del cannocchiale. Siccome stanno nel foco della lente oculare, così compariranno nel campo del cannocchiale, e limiteranno il centro di esso.

93. Per essere sicuri che la divisione del quadrante sia esatta il metodo da noi accennato §. 90 è il seguente. Quando si dirige il cannocchiale a qualche punto sull'Orizzonte deve il filo del Pendolo cadere esattamente sul primo punto della divisione che è 1; e allora l'altezza dell'oggetto è Zero. In questo modo abbiamo una regola per segnare sul

Sul limbo il primo punto della divisione. Supponiamo ora che guardando per OC l'oggetto lontano, vicino all'Orizzonte M il filo non cada in A, ove è il primo punto della divisione, ma in B, l'oggetto comparirà alto dall'Orizzonte per l'arco BA. Dunque il punto A non è il primo della divisione. Si noti quanti gradi, e minuti sia l'arco BA. Per sapere quanti minuti è l'errore; Si rivolti il quadrante cosicchè il tubo OC sia di sotto, e posto l'occhio in O si guardi lo stesso oggetto vicino all'orizzonte, ma lontano N. Indi si sospenda il filo del pendolo non dal punto A, ove comincia la divisione, ma dal punto D più lontano, attaccando il filo, DCP in D con cera, in modo che passi il filo DCP pel punto E che è il centro del quadrante, e si noti l'arco DA. Se l'arco DA non è uguale all'arco CA si pigli la differenza tra li due archi AB, AD, la metà di questa sarà quello che manca al quadrante per arrivare all'angolo retto. Sia AB di gradi 1, 20 minuti; sia AD di gradi 1, 24. La metà della differenza 4', che è 2' farà l'errore da correggere; onde l'altezza dell'oggetto dall'orizzonte sarà gradi 1, e 22'. Questo si chiama il *metodo di rovesciamento*. Per concepire questa operazione basta il riflettere che il punto dell'altezza, dell'oggetto dall'Orizzonte, o l'arco di elevazione deve essere in mezzo alla somma dei due archi BA, AD cioè deve essere l'arco vero di elevazione la metà di 2: 44'; cioè 1: 22'. Onde è che si deve pigliare 2' che è la metà della differenza, e aggiungerlo all'arco minore 1; 20'.

94. Il *secondo Istromento Astronomico* è il *quadrante fermo, o murale*, così detto perchè sta fisso al piano d'un muro posto esattamente sulla linea Meridiana. Primo inventore di questo fu Ticone, e di esso si servì per osservare i passaggi degli Astri pel Meridiano, e per determinare l'altezze meridiane, e con ciò formò Ticone la Teoria del moto del Sole. Come il *quadrante mobile* §. 90. si fa di raggio 3, o 4 piedi; così il murale si fa sino a 5; e 8 piedi. Il cannochiale in questo quadrante non è sul raggio, ma la parte dell'obiettivo sta posta poco lontano dal centro; e l'altra estremità, ove è l'oculare si muove sulla periferia del quadrante, e con una vite che sta in questa si può fermare ove si vuole.

95. Il *terzo Istromento Astronomico* è il *Sestante, o l'Ottante* che ha un'arco di 45 gradi, come il sestante di 60 gradi. Del sestante si è servito Flamstedio per molti anni per misurare le distanze delle stelle tra loro, e coi Pianeti. Il Sestante CDB così detto, perchè il suo limbo BD è la sesta parte della periferia del Cerchio, cioè contiene gradi 60, che sono sufficienti per le osservazioni, è composto delle due righe DC, BC, e dell'arco BD che contiene 60 gradi. De la Lande che lo descrive dice che ha di raggio 6 piedi di Parigi, 4 pollici, e 2 linee. In A è il centro di gravità di tutto il sestante, e ad esso sono saldati i raggi AC, AF &c. di ferro che lo tengono collegato. Al lato AB, per mezzo delle barre uguali E, E è situato parallelo il canoc-

chiale fisso TE. Al centro C è unito il cannocchiale mobile CO, che può girare per tutti punti dell'arco BD. Il Piede XQA del Sestante sta situato in X, ove termina in punta, e in Q. NN è un'asse fisso, e parallelo al tubo fisso ET. Su questo asse è collocato il semicerchio dentato NFF. Questo si muove colla ruota I, e il manubrio M che ha una vite senza fine, e serve per alzare, o abbassare il Sestante, e dirigere il cannocchiale TE ad una data Stella. All'asse NN è fissata la riga CG ad esso perpendicolare e a questa è fermato l'altro semicerchio dentato H. Quando colla manuela M si è diretto il tubo TE a una stella, per mezzo della ruota H, che si muove con un'altra manuela, si può girare intorno l'asse NN tutto il Sestante, essendo le due estremità di NN rotonde per non opporsi al moto, e col beneficio del cannocchiale mobile OC, che si gira intorno il centro C, si può dirigere CO a un'altra stella senza che la prima stella esca fuori del cannocchiale TE, e così si può misurare la distanza di due stelle. Sogliono alcuni adoprar con profitto un qualunque Settore di cerchio. Nelle Efemeridi uscite in questo anno 1778 in Milano sotto la cura di due celebri Astronomi gli abbati de Celaris, e Reggio si descrive un' esatto Settore Equinoziale fatto in Londra dal celebre Artefice Siffon.

Tav. 6. 96. Il Quarto Istrumento Astronomico è il Tubo Meridiano DC ;  
Fig. 1. cioè un cannocchiale a due lenti, oculare, e oggettiva, detto anche Telescopio, che è posto esattamente sulla linea Meridiana, e si muove nel piano del Meridiano. Con esso si osservano principalmente le differenze d'alcensione retta tra i pianeti, e le stelle. Si ponno fare queste operazioni col quadrante murale §. 94; ma è difficile questo a farsi esatto; per la difficoltà di formare il piano del muro nel piano del Meridiano. Romer nel suo ritorno in Danimarca nel 1689 fu il primo a costruirsene uno. L'Asse AMQB, è lungo due piedi, e mezzo; il cannocchiale DSTC è lungo 4 piedi, e nel cannello KL sta l'oculare, e nel KC l'oggettivo per tirar fuori o l'uno, o l'altro mettendolo al suo segno, e nel tempo stesso fare che stia in equilibrio ne' preponderi. Se ciò non ostante fosse più pesante da una che dall'altra parte, si tira il tubo più in quà, o più in là dal dado d'ottone EG ove sta posto, e fermato con vite. Si deve la sua base RYYP situare in terra in modo che il cannocchiale nel tempo stesso stia nel piano del Meridiano, e il suo asse AB parallelo all'Orizzonte. A questo effetto l'appoggio BV deve poterfi a capello alzare, o abbassare. Per muovere il cannocchiale, o alzarlo, e abbassarlo si adopra il semicerchio NA che ha 8 pollici e mezzo di diametro, ed è attaccato alla estremità A dell'asse. E il semicerchio diviso in gradi, e per mezzo della sfera O che deve terminare in punta, ed è attaccata con vite all'asse AM si numerano i gradi, e si muove l'asse MQ, e con esso il cannocchiale.

Tav. 6. 97. Il Quinto Istrumento Astronomico è il tubo Parallatico, o la Mac-  
Fig. 2. china

*tebina Parallatica* così detta, perchè destinata a seguire il moto diurno da Oriente in Occidente dalle stelle, ciascuna nel suo circolo parallelo all'Equatore §. 43. Acciocchè in questo istromento possa il cannocchiale, o Telescopio seguire il moto di un'Astro è necessario di situare il tubo in modo che sia sempre posto in una linea parallela all'asse del mondo, che possa girare sopra se stessa per quel verso che gira la sfera stellata intorno l'asse del Mondo, così il tubo descriverà lo stesso cerchio che descrive quell'Astro a cui è diretto, cioè un parallelo all'equatore, e seguirà l'Astro nel suo moto diurno. A questo effetto si fa il piede AFCED tale che AB sia alto 2 piedi, e perpendicolare alla traversa ED di 22 pollici. A questa è situata perpendicolare l'altra traversa BKN di 20 Pollici. Queste due traverse DBE, BkN si pongono in un piano orizzontale movendo le tre viti N, N, N fino a che la ampolla d'aria che sta nel tubo O sia esattamente in mezzo di esso se si situa in OH, e se si situa in PB. Questo tubo di cristallo si chiama la *Livella d'acqua*. Si fa della stessa grossezza in tutta la sua lunghezza, e si empie d'acqua colorita, lasciandovi una goccia d'aria, indi si chiude ermeticamente. La Colonna CYS è quella che deve fare colla traversa un'angolo SCB uguale all'elevazione del Polo di quel luogo, ove si fa l'osservazione. In questo caso se si pone BK sulla linea Meridiana l'asse CY sarà diretto verso il Polo del mondo, e rappresenterà l'asse della terra. Fermato il cannocchiale sul canale LL di 4, o 5 piedi di lunghezza, se si pone perpendicolare alla colonna SY, come sta in figura, allora il tubo descrive col moto suo un cerchio perpendicolare all'asse del mondo, cioè l'Equatore; onde col tubo così fermato si può seguire una stella che descriva l'Equatore. Se l'Astro è lontano 30 gradi dall'Equatore, o gradi 60 dal Polo, per mezzo della vite IW si inclina LL cosicchè faccia con SC un'angolo di 60 gradi dalla parte W, e si ferma il tubo coll'asta LK. Il semicerchio VWZT è diviso in gradi. Nel 1.º caso in cui l'angolo LSC è retto, il semicerchio C rappresenta l'Equatore, ed è diviso in modo che in, o, vi è segnato, o, indi di quà, e di là 1, 1; 2, 2; 3, 3; 4, 4; 5, 5; 6, 6; &c. fino a 90 che indica tutti i paralleli fino al Polo. Per situare il piede dell'istromento orizzontale, e verticale si adopra in oltre il pendulo r R. Le altre parti della macchina si vedono abbastanza in figura. Il primo che descrisse questa macchina fu Scheinero nella sua *Rosa Ursina*, nel 1626, e ne fa l'inventore Gruenberger.

98. Il *Sesto Istromento Astronomico è il Micrometro*. Questo è un'istromento composto di alcuni fili tra loro paralleli, e d'argento che si pongono stesi su di un'anello d'ottone nel foco del Telescopio acciocchè compariscano nel campo di esso. Indi essendo un filo immobile, e l'altro potendosi accostare, o discostare da esso si può pigliare il diametro, di una stella, o la distanza tra due stelle, o secondare la stella nel moto suo, e così misurarne il diametro, o la distanza, o determinare la differenzia

renza di declinazione, e ascensione retta di due stelle, come si vedrà nell'uso di questo istromento a suo luogo.

99. Il primo che inventò il Micrometro, benchè imperfetto fu Huygens nel 1659, e che descrive nel suo *Systema Saturnium*; ma il primo che adoprò i fili, o tutti due immobili, o uno mobile, l'altro no, fu Auzout, Francele nel 1666, o secondo altri Gascoigne Inglese nel 1641. Di molti Micrometri descriverò quelli, che sono più in uso. Il *Micrometro* o è semplice, o composto. Il più semplice si dice *Reticolo*, o *Micrometro a rete*; il più composto si chiama propriamente *Micrometro*, e questo o è *Micrometro a fili*; o è *Micrometro obiettivo*, detto anche *Eliometro*, o *Micrometro di Dollon*; perchè questo artefice ha fatto i migliori.

*Tav. 6.*  
*Fig. 3.* 100. Il *Reticolo*, o *Micrometro* semplice migliore è quello inventato in questo secolo da Bradley. È questo un cerchio rotondo di lastra d'ottone LBKD aperto in BEDF di figura romboidale e formato in modo che la diagonale BMD sia doppia della EMF; e l'altezza BM è uguale alla base EF. Di più la parte LEB della lamina è della sua naturale grossezza, e perciò opaca, e le altre tre parti LED, FKD, FKB sono assottigliate, colla lima in modo che sono trasparenti, e per esse di notte si può vedere il lume di una stella. Per formare questo che si chiama *Reticolo Romboidale* si faccia su una lamina d'ottone grossa una linea il quadrato AGHC. Si dividano i 4 lati ciascuno in due parti uguali in L, E, K, D. Si tirino BD, LK puntate, e BA, BC, DG, DH mezze nere, mezze puntate, queste formeranno il Romboide BEDF, che dopo segnato sulla lamina, si taglierà, e rimarrà aperto. Essendo AGHC quadrato, non è difficile il dimostrare dalla costruzione che BD è doppia di EF, e che  $BM = EF$ . Si ponga un filo sottile, e uguale d'argento steso in EF, in BD, ed in e d f, parallelo ad EF. Tirato il cerchio LBKD prima di tagliare il Romboide, si tagli questo, e i triangoli BGL, LAD &c. dalla lamina, e rimarrà il cerchio BLDK col romboide aperto BEDF, indi si scarniscano i semmenti LED, FKD, FKB. Sarà formato il reticolo Bradleiano. Questo cerchio deve poter entrare nel cannello oculare del Telescopio, e fissarsi nel foco della Lente oculare con 4 viti poste di fuori. Si chiama questo il *Reticolo Romboidale*, o *a fili fissi*. Serve questo Reticolo per paragonare un Pianeta, o una Cometa ad una stella che abbia presso a poco la stessa declinazione; o per paragonare le piccole stelle a qualcuna più grossa, che sia presso a poco nel medemo parallelo di esse. Così de la Caille ha fatto il Catalogo di 10000 stelle dalla parte meridionale del Cielo. Serve ancora per conoscere la differenza di declinazione tra due Astri. Sia dunque da conoscersi la differenza di declinazione che passa tra due stelle. Si volti il cannocchiale diretto già alla stella, intorno a se stesso fino a che il filo FE sia nella direzione del moto diurno che fa la stella. Indi si noti esattamente il tempo impiegato dalla stella ad andare

date da F in M, e in E, caminando sempre sul filo FME. Lo stesso si faccia coll'altra stella, facendola camminare da F per d, in e. Indi si riduca i due tempi in minuti di un grado di cerchio; avremo a quanti minuti di grado corrisponda la linea FE, e la linea F e; locchè servirà per conoscere il valore del reticolo, e abbreviare in appresso di molto alcune operazioni. Il tempo si muta in minuti di cerchio agevolmente se l'orologio è aggiustato in modo che ponga 24 ore giuste dal passaggio d'una stella pel Meridiano di quel luogo, al ritorno di essa al medesimo. Perchè allora si assegnano 15 gradi di cerchio ad ogni ora, o 60' minuti di tempo. Onde se supponiamo che abbia la stella impiegato 2' minuti a descrivere FE si farà questa proporzione minuti 60' : a gradi 15° :: 2' :  $\frac{1}{2}$  grado, cioè 30. minuti; e questo numero sarà il valore del reticolo; onde FE indicherà sempre 30' minuti di grado. Ciò basti per formar idea dell'uso del reticolo per ora, a suo luogo vedremo la soluzione del Problema. Siccome le Stelle hanno un piccolo diametro non è così facile il distinguere se la stella è passata un poco sopra, o sotto il filo, FE. Per determinarlo si osservi quando la stella arrivata in E scomparisce, perchè coperta dalla parte opaca ELB, se torna subito a trasparire per la lamina sottile ELD, è segno che è caminata sotto il filo FE; se ritarda alcuni minuti secondi a trasparire, è segno che è caminata sopra il filo FE; onde è stata qualche tempo nascosta sotto la parte EL, indi passando in ELD, perchè descrive una curva, torna dopo qualche tempo a trasparire. I fili del reticolo, quantunque lucidi, perchè d'argento, nelle notti oscure stentano spesso a vederli. Sogliono alcuni porre un lume per illuminarli, o avanti l'obiettivo, o facendo un'apertura a lato dell'oculare. Ma il lume fa sempre una aberrazione per cui o non si distingue la stella, o torti si vedono i fili. Il più sicuro rimedio è non tenere che pochissimo lume nella camera, ove si fa l'osservazione, e tener sempre chiuso quell'occhio che si pone al telescopio; acciocchè la pupilla si dilati assai, e riceva assai lume dalla stella.

101. Quello che propriamente si chiama *Micrometro a fili* è delineato nella Figura 1. Romer nel secolo scorso l'ideò, e ese.<sup>Tab. 7.</sup> guò il primo. Tra molti spieghiamo quello, che viene descritto <sup>n. 1.</sup> Fig. 1. e di cui fa uso il Signor de la Lande, che è poco diverso da quello che viene descritto da Smith nel 1738 nella sua Ottica. Questo Micrometro è una lamina lunga 8 pollici, e larga 4 espressa colle lettere ANBC. A questa sta disteso un filo d'argento che è  $\frac{1}{560}$  parte di pollice grosso, e un filo PO perpendicolare. Per stendere subito i fili si pongono tra due laminette elastiche che premute con una mano si aprono, e coll'altra tirato il filo, si lascia di premer le lamine, che restituendosi lo tengono calcato. Il filo fisso OP è con queste laminette fermato, e disteso sulla squadra fissa RQ. Le laminette descritte si vedono all'estremità del filo fisso orizzontale. Vi è il relajo  
di

di ottone *HIKL*, che ha due pollici, e 8 linee di larghezza, e altrettanto è alto. Questo spinto dalla vite lunga *CD* viene portato avanti, e indietro, e scorre dentro il canale *AN* fissato alla lamina immobile *AB*. Il cassettono *EF* è attaccato al telajo *HIKL*, e il dado *ED*, ove va l'estremità della vite, sta attaccato alla lamina immobile *AB*. Il cassettono *FGE* ove va la vite *CD*, oltre le spire in *E*, *F*, ha ancora le mezze spire in *G*. In *HL* sta disteso colle lamine già descritte il filo d'argento mobile *LK*, che portato dal telajo *HIKL* può discostarsi, o accostarsi al filo immobile *PO*, e combaciare con esso. Il più difficile nel Micrometro è di formare la vite *CD*; che deve avere le sue spire tutte uguali tra loro, per misurare sempre nello stesso modo le distanze. Questa vite è lunga 5 pollici, ed ha di diametro linee  $4\frac{1}{2}$ , ed ogni pollice di lunghezza vi sono 48 spire uguali tra loro. Maggiore è il numero delle spire che entrano in un pollice, o più piccole sono le spire, più esatto è il Micrometro. La Mostra, ed, che ha pollici  $2\frac{3}{4}$  di diametro, è divisa in 100 parti uguali. Per mezzo di 3 ruote, e tre assi dentati, che sono sotto la mostra, si fa che mentre la sfera *S* fa un giro, la vite *CD* faccia 100 spire; o voltate. La vite *C* ha impernato sul suo principio un'asse di 16 denti. Questo muove una ruota di 40 denti, e ha un pollice di diametro. Questa ruota ha impernato un'asse di 10 denti, che muove una ruota di 50. Questa con un'asse impernato di 10 denti muove la terza ruota di 80 denti che sta in mezzo del quadrante, di modo che la vite *CD* passa pel suo centro. Su questa ruota di 80 è fissato un quadrante di diametro pollici  $2\frac{1}{4}$ , diviso in cento parti, che traspariscono per l'apertura, e, e si regolano colla mostra, e indice esteriore *S*, indicando le voltate di vite fatte. Stando gli assi alle ruote, come  $1 : 2\frac{1}{2}$ ; come  $1 : 5$ ; come  $1 : 8$ ; moltiplicando gli assi, e le ruote avremo il giro dell'indice *S* al giro della vite *C*, ove è impernata la ruota terza di 80, come  $1 : 100$ , perchè  $1$  in  $1$ , in  $1$  fa  $1$ .  $2\frac{1}{2}$  in  $5$ , in  $8$  fa  $80 \div 20 = 100$ . La divisione della mostra, ed, deve cominciare da zero; cosicchè l'indice *S* segni zero quando il filo *LK* è in contatto col filo *PO* fisso. Se quando i fili si toccano l'indice segnasse più di zero ver: gr.  $6''$  devono levarsi dal computo questi  $6''$ ; se segnasse meno di zero, o meno  $6''$  devono aggiungerli al computo. Col pomo vicino al, e, si volta una vite perpetua che muove un poco, e piega la lamina immobile quando ve ne è bisogno.

102. Le operazioni che si fanno col Micrometro sono maggiori di numero, e più accurate, che quelle del Reticolo Romboidale §. 100. Serve il Micrometro per misurare il diametro del Sole, della Luna, e dei Pianeti, per determinare le differenze d'Ascensione retta, di declinazione, e degli Azimuti, e ciò senza dipendere dalla misura del tempo come nel Reticolo §. 100 verso il fine; serve inoltre per misurare la distanza tra due Pianeti, come tra Venere e Mercurio &c. Si può  
tro-

trovare ancora il valore di una spira di vite del Micrometro in minuti di cerchio misurando il diametro del Sole, che è già noto in minuti appresso gli Astronomi con tutta sicurezza. Si fa che il diametro del Sole sottende un' arco in Cielo di minuti  $31', 30'' \frac{1}{2}$ . Si ponga il filo PO che tocchi il limbo del Sole, e nel tempo stesso si mova il filo EL che tocchi il limbo opposto; indi accostandolo al filo PO si notino le voltate di vite ricercate perchè il filo descriva tutto il diametro del Sole, che essendo di minuti  $31', 30'' \frac{1}{2}$ , o di minuti terzi  $1134 \frac{30}{100}$  dividendo questo numero per le voltate delle spire avremo il valore di ciascheduna in minuti terzi. Gli altri usi del Micrometro si vedranno a suo luogo. I fili devono solo accostarsi appena, perchè altrimenti si attaccano insieme, e si comprimono. Il Micrometro si fissa in quella parte del tubo oculare ove cade il foco della Lente all'occhio, e questa si sospende con due alette di metallo attaccate al Micrometro in modo, che possa accostarsi, o discostarsi dai fili; locchè si può fare in più maniere.

103. Il *Micrometro obiettivo* vien detto ancora *Eliometro*, e *Astrometro*, o *Micrometro di Dollon*; perchè è composto di due obiettivi, o di due mezzi obiettivi, e si pone avanti al Telescopio, ove esser deve l'obiettivo; e perchè si misura con esso esattamente il diametro del Sole; e perchè l'ultimo che ora è in uso con due semiobiettivi è stato eleggito con accuratezza dal celebre Dollon artefice d'Inghilterra. Consiste questo Micrometro in un cannocchiale composto di due obiettivi dello stesso foco, o semi obiettivi con una sola oculare; di modo che essendo questi obiettivi posti in un piano separati, non uno addosso all'altro, fanno duplicata l'immagine dell'oggetto, ancorchè siano semiobiettivi, purchè siano separati, che se si uniscono in modo da fare un solo obiettivo, allora formano un'immagine sola. Il primo che pensasse a questa specie di Micrometri fu nel 1743. Servinton Savery Inglese; come si vede nel Tomo 48 delle Transazioni. Dopo esso ne diede un'accurata descrizione, e l'uso il Signor Bouguer come apparisce dalle Memorie dell'Accademia di Parigi del 1748. Ammendue questi autori adoprarono due obiettivi dello stesso foco, e diverse lunghezze, sapendosi che quanto è più lungo l'obiettivo tanto più ingrandisce, e perciò si vede con più distinzione il contorno delle immagini quando si mettono al contatto. Dopo il 1748 Giovanni Dollon, e Giacomo Short ammendue artefici di Londra videro gl'incomodi ai quali sono soggetti i cannocchiali lunghi per poter muovere i due obiettivi, che stanno nella estremità del tubo, e dall'altra parte osservarono che i cannocchiali corti fanno poco campo, e ingrandimento per potere ben distinguere il contorno delle due immagini; ed essendo molto difficile il fare due obiettivi dello stesso foco per combinarli con una sola oculare; viste tutte queste difficoltà si presero di fare il Micrometro con due mezzi obiettivi, come si vede nella Fig. 2, che

Tav. 7.  
n. 1.  
potef. Fig. 2.

potessero scorrere per la lunghezza del loro diametro, come si osservano in  $adBC$ ,  $fdED$ . Questi due mezzi oggettivi, che nella positura in cui sono delineati non si vedono tutti interi, movendo il superiore  $fED$  verso  $O$ , e l'inferiore  $aBC$  verso  $I$  si uniscono tutti due in un oggettivo che occupa tutto il campo del tubo  $LE[GdaL$ . Questo moto si fa colla piccola rota posta in  $P$ , che move le righe  $NM$ ,  $IH$  una a dritta, l'altra a sinistra nel tempo stesso; come or ora vedremo. Con questa invenzione applicata al Telescopio Gregoriano si sciolse- ro le tre difficoltà di sopra accennate. Il Telescopio Gregoriano fatto coi specchi, come abbiamo veduto nella Diottrica §. 199, è corto, e di due piedi di lunghezza fa l'effetto di un cannocchiale, comune di cristalli, che sia di molti palmi. Il campo che naturalmente in questi cannocchiali è stretto, si dilata coll'oggettivo composto di due metà, che si può fare di 40 palmi, e si accresce l'ingrandimento, senza allungare il cannocchiale, venendosi in questo modo a unire insieme due cannocchiali compiti, Diottrico uno, e Catadiottrico l'altro, sotto un oculare comune. A tutto ciò si aggiunge la facilità maggiore di formar- lo, non avendosi da far altro che un solo oggettivo, di che foco lun- go si vuole, e poi col diamante tagliarlo destramente in due parti ugua- li. Onde con questo metodo si evitano le difficoltà che vi sono nel mo- do di farlo secondo l'invenzione di Servington, e Bouguer, o pure di applicare il Micrometro oggettivo ai cannocchiali di ritrazione.

104. Per altro il Micrometro oggettivo generalmente parlando ha tre vantaggi sopra i Micrometri a fili. 1. Si osserva più facilmente il dia- metro, o la distanza di due Astri che col Micrometro a fili; perchè basta ridurre le due immagini degli Astri, o i suoi due limbi a contatto, che allora è misurato il diametro, o la distanza, e rimarrano sempre tali qualunque moto faccia l'astro, o il cannocchiale, o l'occhio; locchè non accade coi fili, e di più il contatto dei due limbi si vede in un punto, che nel Micrometro a fili devono collo stesso occhio osservarsi due contatti. 2. di più con semplici tubi quando sono lunghi non si può misurare col Micrometro a fili un diametro maggiore di 30, per- chè non entra nel campo del cannocchiale ne anche 30; e perciò non può determinarsi il diametro del Sole, e della Luna; Laddove col Mi- crometro oggettivo sebbene sia piccolo il campo, sempre potrà vedersi il contatto di due limbi, o la distanza di due astri, che ancora si misura col contatto dei due astri. Abbiamo però osservato che applicando i due mezzi oggettivi applicati al Telescopio Gregoriano si rende il cam- po, e l'ingrandimento maggiore. 3. Nel Micrometro a fili si vede il loro contatto col limbo di lato all'oggettivo, ma nel Micrometro oggettivo si vede in mezzo; ora è noto ai lavoranti d'Ottica, che per perfetto che sia l'oggettivo in mezzo, sempre nei lati è imperfetto.

105. Il Telescopio a cui applica Dollon nella sua estremità, ove è maggiore, il suo Micrometro oggettivo, non è composto all'uso comune dei

dei Gregoriani che abbiamo già veduti, Fisica §. 198. composti di due specchi concavi uno grande, e l'altro piccolo; ma è formato dallo specchio grande concavo, e dal piccolo convesso; così ha il tubo una maggiore terminazione, e campo; e se i semioggettivi siano di 40 piedi di foco, e il tubo di 2 piedi e mezzo di lunghezza si avrà maggior campo, e ingrandimento. L'oggetto lo fa a rovescio, che niente influisce alle misure.

106. La Macchina del Micrometro obiettivo è composta della lami-<sup>Tav. 7.</sup>na immobile OSSQRRRO, che ha l'apertura, o il campo LEfGa<sup>n. 1.</sup>L. SS, RR sono due canali ad essa fermati a vite. Per dentro a questi canali scorrono le due lamine mobili KLEMN, ABGHI, che sono mosse dall'asse P posto dentro la cassetta TT, una avanzando, l'altra retrocedendo, cosicchè possano i due semioggettivi ABC, DEF unirsi e formarne uno che occupi il campo LEfGaL, o discostarsi fino a che si tocchino colle loro estremità C, D. I centri di questi due semicerchj sono notati per poter aver nota in linee la distanza loro, quando si toccano colle estremità, che è uguale al diametro. Si ferma ciascun semioggettivo nel suo incastro colle travette e, e, d etc. In X, Y sta la divisione di Nonnio, o di Vernier in linee, e parti di linea; che si possono muovere un poco per mezzo della vite hkV. Lungo sarebbe il descrivere il metodo accurato di questa divisione, che si può vedere nelle Memorie ridotte all' Osservatorio di Marsiglia anno 1755, Parte 2 e nelle Note di Beniamino Robins sull' Ottica di Smith.

107. Sia ora con questo Micrometro obiettivo di Dollon da misurare il diametro del Sole, o della Luna, che sono minori di 40'. Quando i due semioggettivi ne formano uno, si vede col tubo una sola imagine del Sole. Subito che gli oggettivi si discostano si cominceranno a vedere due immagini del Sole una sopra dell'altra. Si vadano allora sempre più discostando gli oggettivi e ciò fino che le due immagini si tocchino in un punto, allora trattandosi d'una distanza infinita come è quella del Sole, in cui i raggi entrano paralleli, sarà l'angolo fatto nel centro dell'apertura del tubo dal diametro del Sole uguale all'angolo fatto dai centri degli oggettivi nel foco dei medesimi. Lo stesso si dica se dovesse misurarsi la distanza tra due stelle, ma allora si ha da muovere i semioggettivi fino a che di 4 stelle che si vedevano, due si uniscano con due. L'angolo fatto dalla distanza delle stelle nel centro dell'apertura sarà uguale all'angolo focale dei centri degli oggettivi. Per dimostrarlo siano m, r, i centri dei due semioggettivi. Siano e, d, i due punti<sup>Tav. 7.</sup>estremi del diametro solare; che essendo a una quasi infinita distanza si<sup>n. 1.</sup> possono i raggi, cr, an, am, che vengono dall'estremo punto c, e<sup>Fig. 3.</sup> così i raggi, dm, bn, br, che vengono dal punto, d, giudicare paralleli. Sia in, t, il centro dell'apertura del cannocchiale. Dico che l'angolo, anb, sarà uguale all'angolo, mtr. Essendo, am, an, cn, dm, bn, lr, parallele tra loro, l'angolo, eno, alterno è uguale, nem, e per la stessa ragione è uguale, ema. Ma, emao, è uguale all'an-  
golo

golo al vertice,  $smt$ ; dunque  $smt = anb$ . Ma,  $smt$ , è uguale all' alterno,  $mtr$ ; dunque,  $anb$ , è uguale,  $mtr$ . Molti altri usi di questo Micrometro si possono vedere da chi ne ricerca di più nell' Ottica di Smith, e Pezenas già citati §. 106.

108. Molti sono gli Osservatorj, o Specole fatte in varj luoghi di Europa fabbricare per lo più dai Sovrani, e ancora dai particolari. Noi delle più principali daremo una breve idea. I primi Osservatorj furono quello del Langravio d' Affia fondato a Cassel nel 1561; ove esso osservò unitamente a Rotmanno, ed a Birgio che faceva le macchine. Quelle di Ticone Svezese nell' Isola Uenna in un castello detto Uraniburgo, ove cominciò le sue osservazioni nel 1582. Fece in appresso molti allievi, che lo aiutavano. Ma fu obbligato dopo la morte del Re Federico secondo che lo avea chiamato, per invidia di malevoli di ritirarsi, vicino a Praga nel 1599 chiamato ivi dall' Imperadore Rodolfo II. che gli diede tutti i commodi per fare le Osservazioni. Quivi tirò a se Giovanni Keplero ancora giovine, Melchior Ostelio, e Cristiano Longomontano. Di là passò a stare coi predetti a Praga, e nel 1601 morì. Il terzo dei primi Osservatorj fu quello fatto fabbricare a Danzica, da Evelio nel 1641, dove fece molte osservazioni, che sono stampate nella sua *Machina caelestis*, e nel *Prodromus caelestis*, e *Cometicus*. Ma nel 1679 perdette la casa cogli stromenti in un terribile incendio, indi morì nel 1687 di 96 anni. A sollecitazione di Longomontano il Re Cristiano IV fece fabbricare nel 1656 a Copenaghen una torre Astronomica alta 115 piedi, e di 48 piedi Renani di diametro. Dopo i tre primi Osservatorj ne sorsero molti altri, il più sontuoso dei quali fu quello di Parigi cominciato nel 1667. Ha questo edificio 156 piedi Parigini di prospetto, 114 dal Nord al Sud, e 84 di altezza. Ha le sue cave profonde 84 piedi. Ha questo Osservatorio prodotti molti celebri Astronomi, e particolari Osservatori; si può vedere nella Storia della Astronomia. I privati Osservatorj a Parigi sono quello di Monnier ai Capuccini nella strada di S. Onorato; quello del Signor de l' Isle alla casa di Clugny in cui ora sta il Signor Messier; quello del Collegio Mazarino del Signor de la Caille; quello del Palazzo di Luxemburg; quello del Signor Pingre a Santa Genoveffa; quello del Signor de Fouchy nella strada delle poste; quello della piazza del Palazzo Reale fabbricato pel Signor de la Lande nel 1770; quello della Reale scuola militare; e quello del Signor Courtanvaux a Colombes due leghe fuori di Parigi. Oltre gli enunciati Osservatorj in Parigi ve ne sono altri nel Regno di Francia, e sono a Marsiglia, a Lione, a Rovent, a Tolosa, a Mompelier, a Beziers, e ad Avignone. Poco diverso vi fu tra quello di Parigi, e quello di Greenwich in Inghilterra, due Leghe lontano da Londra, che fu edificato nel 1675, celebre per tre singolari Osservatorj Flamsteed, Halley, e Bradley. Non è considerabile la fabbrica, ma celebre è la raccolta degli Stromenti. Vi sono due quadranti murali di 8 piedi di raggio, un telescopio Meridiano di

di 8 piedi, e un Settore di 12 piedi. A Norimberga in Germania coll' esempio di Evelio stabilì il Senato un' Osservatorio nel 1678, ove fino al 1705 osservò Giorgio Eimmart. Nel 1690 a Leiden fu stabilito un' Osservatorio. Nel 1692 formò un' Osservatorio privato nella stessa Città Filippo Wurzelbaur, che viene descritto nella *Uranies Noricae Basis 1697*. Un' altro celebre Osservatorio è quello di Berlino fondato dal Re Federico I nel 1700, colla direzione di Leibnitz, ove hanno osservato Grilchow, e Kies. Un' altro Osservatorio fu stabilito ad Altorf nel Territorio di Norimberga nel 1713. Un nuovo Osservatorio, oltre il primo fu fabbricato a Cassel nel 1714 da Carlo I, ove osservò Zumbach fino al 1728 in cui morì. Celebre ancora è l' Osservatorio, sotto il nome di *Specola* fabbricato nel 1714 dal celebre Marigli in Bologna, ove hanno osservato Eustachio Manfredi, Francesco Maria Zannotti defonto in questo anno 1778, ed ora osservano i dottissimi Eustachio Zannotti, e Canderzani. Rinomato è ancora l' Osservatorio di Pietroburgo fondato nel 1725 dal Czar Pietro, la sua altezza è 131 piedi, e 5 pollici d' altezza; vi ha fatto per 20 anni le osservazioni il Signor de l' Isle. Nel 1726 stabilirono un' Osservatorio a Utrecht, ove ha osservato Pietro Musschenbroek, e dal 1764 vi osserva il celebre Hennert. Un' altro Osservatorio stabilì a Lisbona nel suo palazzo Giovanni V Re di Portogallo. Celebre ancora è l' Osservatorio stabilito a Pisa nel 1730 a spele dell' Università, direttore del quale è Perelli, e suo sostituto il Signor Slop, che nel 1770 ha dato alla luce una serie di osservazioni. A Upsal nel 1739 stabilì il Re di Svezia un' Osservatorio, in cui osservò per più tempo Celsio, indi Hiorter, e Wargentín fino al 1748. Un' altro Osservatorio è quello fabbricato a Giessen vicino a Marburg in Assia Darmstad nel 1740. Rinomato ancora è l' Osservatorio di Gottingen fondato nel 1750, per le osservazioni di Mayer, e presentemente di Kaestner. Di considerazione ancora è l' Osservatorio a Wilna in Lituania fondato nel 1753, e dotato nel 1767 dalla Contessa Puzynina. Un' altro Osservatorio fu compiuto a Stokholm nel 1753. Ne pigliò la direzione sino da questo anno il celebre Signor Wargentín, che ancora continua a farci osservazioni. Considerabile ancora è l' Osservatorio di Vienna fatto edificare nel 1755 dalla Imperadrice Maria Teresa in cui fa le osservazioni l' accurato Astronomo Abbate Hell, che fa l' Efemeridi d' ogni anno. Sino dal 1735 il P. Franz, ora abbate avea stabilito un' Osservatorio nel Collegio Accademico in cui cominciò a fare le Osservazioni il P. Liesganig, ora abbate sino dal 1754, e ancora continua. Questo secondo Osservatorio, in Vienna è fornito di tutti gli istrumenti Astronomici i più moderni. A Cremsmunster nell' Austria superiore l' Abate Benedittino di quel luogo, il P. Fixlmillner cominciò nel 1765 un' Osservatorio, che fu ridotto a termine dai due successivi Abbati. A Milano nel Collegio di Brera il P. Pallavicini rettore fece un' Osservatorio nel 1765, e vi pose i PP. Boscovich, e de

la Grange ora abbati; il primo dei quali ora sta in Francia. Un'altro Osservatorio fu fatto nel 1768 a Vurtzburg Capitale della Franconia, sotto la direzione dell'Abbate Huberti. Degno ancora è l'Osservatorio di Padova ristabilito, e perfezionato nel 1770, e degnamente occupato dal Signor Toaldo. L'Osservatorio di Schwezing nel Palatinato, che di fresco è stato fatto edificare dal presente Elettore Palatino a cui assiste l'Abbate Mayer. Tralascio gli Osservatorj di Tyrnay in Ungaria, di Gratz Capitale della Stiria, di Polling in Baviera, di Cadice, di Siviglia, di Firenze, Parma, Brescia, Venezia, e Genova che sono meno principali. Per dare un'idea delle maniere diverse colle quali si possono costruire le Specole, o gli Osservatorj poniamo le figure dei quattro più principali di Europa. Nella Fig. 4 si delinea l'Osservatorio di Ticone fatto in forma di castello, detto Uraniburgo nell'Isola Uenna. Nella fig. 5 si delinea l'Osservatorio di Greenwich vicino a Londra, Nella Fig. 6 si dà l'Osservatorio di Parigi, e nella Fig. 7 quello di Bologna, detto la *Specola*.

109. Prima di terminare la descrizione delle macchine Astronomiche è necessario di descrivere l'*Equatoriale universale* di fresco inventato in Inghilterra, e che è il compendio di tutte le macchine d'Astronomia, facendosi con esso in piccolo tutte le Osservazioni Astronomiche che si fanno colle altre finora inventate in grande, e colla stessa, e forse maggior precisione, e sicurezza. Nelle macchine in grande, per farle perfette, si deve fare esattamente la divisione dei gradi, e minuti, e deve essere il limbo che è grande, e largo ben spianato, e nello stesso piano col centro del quadrante, dell'ottante, o sestante etc. Lo stesso accade nelle macchine in piccolo. Ma in queste per far la divisione in gradi esatta si supplisce colla *piatta forma* grande, nella quale vi sia un'arco di cerchio che abbia un raggio di due, o tre piedi, e perciò sia sensibile in questo la divisione dei gradi, onde possa con sicurezza trasportarsi alla divisione dei piccoli quadranti, che si collocano col loro centro in quello dell'arco grande; onde le divisioni dei quadranti piccoli si rendono ugualmente esatte, che quelle dei grandi; perchè si serve di queste per piatte forme. Onde è che le divisioni si fanno colla stessa esattezza in grande, che in piccolo. Ma non così accade nell'esattezza di spianare il limbo, e di porlo nello stesso piano del centro. Più sicura, e più esatta è questa operazione nelle macchine piccole, che nelle grandi. Un bravo artefice capirà quel che io dico. Non tanto difficile è lo spianare un piccolo pezzo di Ottone, perchè è abbracciato quasi tutto dalla lima; e molto difficile si è spianare un pezzo grande di ottone, di cui la lima non ne abbraccia per volta che una sola parte. Quindi se il limbo d'un'istromento abbia una dolcissima cavità pel suo lungo, ivi i gradi saranno più grandi, se una convessità, saranno più piccoli, nè queste cavità, o convessità potranno distinguersi colla riga. Dal che deduco che gli stromenti in grande sono più soggetti ad erro-

re dei piccoli. Per tornare ora all' *Equatoriale universale* è così esattamente diviso, che col solo aggiustare l'equatore all'altezza del luogo dato, e l'orizzonte porlo a livello, e col dare al cerchio di declinazione quella che ha il Pianeta in quel giorno, ponendo di giorno chiaro l'occhio al cannocchiale si vedrà il Pianeta nel campo del cannocchiale, anche di mezzo giorno, come più volte ho provato. Questa singolare macchina fino dal 1775 fu ideata da Milord Stuart de Mackenzie Inglese, e fatta porre in esecuzione dal diligentissimo artefice Ramzden in Londra. E questo Milord fratello di Milord Butt molto anche esso benemerito delle Scienze, e protettori ammendue dei Letterati, e dei celebri Artisti. Dobbiamo a questo la Botanica in 27 tomi in foglio stampata a sue spese, composta e disegnata dal celebre Hill poco fa defonto, che abitava in sua casa. Gli dobbiamo ancora molte scoperte fatte su li Microscopj, che è il suo studio diletto, tra queste è lo stromento finissimo per separare le membrane degli alberi, e così vedere la loro interna tessitura. Dobbiamo a Milord Mackenzie molte scoperte nell'Astronomia, e quella che supera tutte l'invenzioni di questo Equatoriale universale, che è il compendio di tutte le macchine Astronomiche. Onde a questi due fratelli, e al loro genio per le Scienze moltissimo deve la Botanica, la Diottrica, e l'Astronomia. Non potendosi con la prima far tutte le Osservazioni, ne fece fare una seconda con delle aggiunte, indi una terza, e ad imitazione di questa una quarta il doppio più piccola della terza, e in tutto uguale a quella che delineo nella Fig. 1. simile a quella che fece incidere il <sup>Tav. 7.</sup> dotto Cavaliere Inglese. Ma la spiegazione, che egli ne ha fatta, e <sup>n. 2.</sup> che cortesemente mi prestò col rame per copiare l'uno e l'altro, è <sup>Fig. 1.</sup> fatta sopra la terza che è il doppio della grandezza del rame, o della macchina 4<sup>a</sup>, che ho veduta in questo anno 1778 più volte in operazione di giorno. Onde tutte le misure che sono nella spiegazione bisogna pigliarle per metà. Così in questa quarta macchina il lembo è diviso in 30'; il Nonnio dà 60". Il lembo è diviso in 90 centesime parti, o in 675. Il raggio dei cerchj è poll. 2,  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{5}$ . Il massimo ingrandimento del cannocchiale è 84. Il peso di tutta la macchina colla custodia di legno Mahogoni dentro cui stà, non è di 117 Libbre Inglese, ma di 58  $\frac{1}{2}$ , e la sua altezza è di poll. Inglese 14  $\frac{1}{2}$ . Il prezzo di questa macchina è di ducati Napoletani 240.

L'Orizzonte A in questa macchina è graduato ed ha i denti di sotto. Sopra di esso vi sono due livelli uno per lungo, e l'altro per largo, che servono per livellarlo, o farlo parallelo all'orizzonte reale. L'Equatore Æ oltre le ore I, II, III &c. è anche esso graduato, ha i denti da sotto, e si muove in giro attorno all'asse del mondo, e si inclina all'Orizzonte sotto che angolo si vuole, per dargli l'inclinazione che ha in quel luogo ove si fa l'osservazione, o per metterlo coll'orizzonte al complemento della Latitudine del luogo, detto perciò

P an.

*l'angolo di Colatitudine*. E' attaccato l'Equatore a 4 aste che sono fermate ad un'anello, il quale è impernato all'asse del Mondo FD; e l'altra estremità di essa sta fissata alla sua periferia. Il cerchio di declinazione MEM è quasi intero, ed è graduato, e coi denti da fuori. Sta appoggiato a due triangoli, e fissato al loro vertice F intorno i quali può girare col beneficio dei denti per situarlo alla declinazione che ha la stella, o il pianeta nel tempo dell'osservazione, qual declinazione si trova nelle Tavole Astronomiche di declinazione, o nelle Efemeridi. Parallelo al diametro di questo cerchio sta fissato immobile il cannocchiale di 8 pollici Inglese. Vi è ad MM, che è parallela al diametro del cerchio di declinazione MEM, sospeso un livello mobile MM, detto perciò *pendente* perchè si muove nel moto dei cerchi, e si leva, e si pone secondo le occorrenze. E' questo livello sempre parallelo al diametro del cerchio di declinazione. Il piccolo arco maggiore del quadrante, che ha un pollice, e mezzo di raggio espresso per I, nella macchina; acciocchè si veda la sua struttura, e l'uso, l'ho fatto delineare a parte nella Fig. 2. Km è il tubo del cannocchiale.

*Fig. 2.* In, a, si pone l'oculare. L'arco, rt, maggiore di 90 gradi è fissato col suo centro alla riga immobile x. La cassetta, i, è attaccata alla riga r, che è mobile intorno al centro x, e dentro ha un'asse dentato, che si gira colla rotella u, e così camina la riga r, essendo immobile l'arco dentato rt. Questo arco ha il lato t, parallelo all'asse del cannocchiale. Ha inoltre da una parte notate diverse altezze dall'Orizzonte, e dall'altra vi sono i minuti corrispondenti che la rifrazione fa alzare gli oggetti. Vi è inoltre attaccato all'altra riga n, un cassetto tondo x, chiuso, con un cristallo che è quasi pieno d'acqua e serve per livello. Nella Fig. 1. questo livello è espresso colla lettera K, ma siccome la sua situazione e struttura del quadrante non è espressa nella Fig. 1, così a parte si è delineata, e spiegata. Voltando il manico c, gira tutto il cerchio Ka. Voltando il manico g si muove l'incrociamiento dei fili. Il restante, come il cerchietto di rifrazione in H Fig. 1, ovvero che è attaccato al manico c Fig. 2. è abbastanza espresso nella Spiegazione dell'Equatoriale. Posta questa macchina sopra un piede assai stabile, e fermo, in ogni aggiustamento devesi sempre livellare l'Orizzonte, indi porsi l'equatore all'altezza che ha nel luogo dato, o alla Colatitudine del luogo. Quindi l'asse del Mondo corrisponderà con quello della macchina. Trattandosi poi di trovare una stella, o un Pianeta anche di giorno deve osservarsi nelle Efemeridi la declinazione che ha la stella, in quel giorno, e ora, e porre il cannocchiale per mezzo del cerchio E di declinazione con la data declinazione; così si troverà ancora l'Ascensione retta etc. Per mezzo di questa macchina quando è fatta esattamente si possono fare tutte le Osservazioni che si fanno cogli istromenti tutti d'Astronomia, ma deve porsi sopra un ben fermo sostegno. Di più con questa si fanno due Osservazioni che cogli altri stromenti non possono

sono farli 1. Con una sola operazione trovare la linea Meridiana. 2°. Trovare una Stella, o un Pianeta di giorno, sebbene non sia nel Meridiano. In tempo di notte si vedono i Pianeti ad occhio nudo, onde è facile diriggervi il cannocchiale, ma non così accade di giorno. Per mezzo di questa macchina il cannocchiale si dirige da se, mentre si preparano gli altri pezzi, come vedremo nella spiegazione: Li 26 Genajo del corrente anno 1778 ho veduta Venere di giorno chiaro, essendo solo coperta la macchina con un'ombrella, ed era verso il Meridiano. Aveva un diametro di 3 pollici, e compariva come Giove di notte, non già brillante, come suol vederli la notte. L'ho tornata a vedere li 2 Febbrajo nella stessa maniera, e pure ammen due le volte non era il Cielo affatto esente dai vapori. Collo stesso metodo si possono vedere le stelle di prima grandezza, e la Luna, purchè questa non sia troppo vicina al Sole, perchè essendo di notte meno brillante di Venere resta facilmente il suo lume occupato dalla vigorosa luce del Sole, e questo, che si chiama dagli Astronomi *Occaso Eliaco*, come l'emergere dai raggi del Sole si dice *Orto Eliaco*, accade nella Luna quando è a maggior distanza da esso che Venere. Dimanderà forse qualcuno come possa accadere che di giorno chiaro, e col Sole si possano veder i Pianeti, e le stelle, di prima grandezza, coprendo solo con un'ombrello la macchina, e l'occhio dell'Osservatore, circostanza che deve adoprarli in ogni Osservazione. Ciò a me pare che possa in questo modo spiegarsi. Nell'occhio entrano i raggi del lume riflessi dalla Atmosfera; perchè i raggi diretti restano esclusi dall'ombrello. Entrano ancora i raggi riflessuti da Venere, dal corpo lunare, mandati dalla stella, di prima grandezza. Ma la densità di Venere, della Luna etc. è molto più grande di quella dell'aria; dunque l'impressione fatta nel fondo dell'occhio dai raggi di Venere, o della Luna, supererà quella dei raggi riflessuti dall'aria; e perciò si vedrà Venere, e la Luna di pieno giorno. Lo stesso discorso si può fare sulle stelle di prima grandezza, che mandano lume proprio, sono brillanti, e di grandezza apparente non piccola, maggiore certamente di quella delle Stelle di seconda grandezza.

S P I E G A Z I O N E

DELL' EQUATORIALE UNIVERSALE.

**N**UOVE Equatoriale Universale, fatto da Ramsden, col metodo di aggiustarlo per poter praticare le Osservazioni.

Le principali parti, che lo compongono, sono le seguenti:

1°. Il cerchio Orizzontale, ossia Azimuth *A*, il quale rappresenta l'orizzonte del luogo: il medesimo si muove su di un lungo asse *B*, che si denomina asse verticale.

2°. Il cerchio Orario, ossia Equatoriale *C*, il quale rappresenta l'Equa-

quatore situato ad angoli retti sull'asse Polare D, e che si muove sull'asse medesimo, che rappresenta l'asse della Terra. Sotto DD vi è una cassetta con del piombo che serve di contrapeso al resto della macchina, o al cannocchiale, e al cerchio di declinazione.

3°. Il Semicerchio di declinazione E, su di cui è collocato il Telescopio. Il medesimo si muove su quello che dicesi asse di declinazione, o vogliam dire asse di moto della linea di collimazione F. Ognuno di questi cerchi, e il semicerchio di declinazione hanno il loro Vernier  $\frac{1}{90}$ . Con esso un poll. Inglese è diviso in 1350 parti uguali.

4°. Misure de'varj cerchi, e delle loro divisioni.	Raggio Poll. dec.	Lembo diviso in	Nonio di 30 dà secondi.	Diviso sul lembo in parti di Poll.	Diviso dal Nonio Vernier in parti di Poll.
Cerchio Azimuth, o pure Orizzontale	5 — 1	15'	--- 30" ---	--- 45 ---	--- 1350
Cerchio Equatoriale, o Orario	5 — 1	15' 1' tempo	--- 30" --- --- 2" ---	--- 45 ---	--- 1350
Semicerchio Verticale per la declinazione, o Latitudine.	5 — 5	15'	30" ---	--- 42 ---	--- 1260

5°. Il Telescopio è un tubo refrangente acromatico con una triplice lente oggettiva, la cui distanza focale è 17 pollici, e l'apertura è 2. pollici, e 45. Dec. Vi sono in esso sei Tubi oculari diversi, ed il suo ingrandimento si è da circa 44. fino a 168. Mercè di una nuova costruzione in questo Equatoriale, può il Telescopio rendersi parallelo all'asse polare, di modo che può dirigersi alla stella polare in qualunque parte della sua diurna rivoluzione apparente, ch'ella si ritrovi. La medesima si è veduta col mezzo di questo Telescopio verso le 12. del mattino, ed in tempo che il Sole risplendeva molto vivamente.

6°. L'apparato di Rifrazione, destinato a correggere l'errore nell'altezza, cagionato dalla Rifrazione, giace sull'estremità oculare del Telescopio, e consiste nelle parti seguenti.

1°. Un pezzo, scorrevole G, il quale si muove in una scanalatura, o coda di rondine, e seco porta i varj tubi oculari del Telescopio: questo pezzo ha su di esso un indice, il quale corrisponde a 5 piccole divisioni, che trovansi incise sulla scanalatura anzidetta.

2°. Un cerchio picciolissimo, detto *cerchio di Rifrazione* H il quale si muove mercè di una vite, g, Fig. 2. situata nell'estremità del termine oculare del Telescopio. Questo cerchio è ripartito in mezzi minuti, ma

ma la numerazione è in soli minuti; ed una intiera rivoluzione del cerchio medesimo è uguale a 3' 18". Il movimento di questo *cerchio di Rifrazione* solleva il centro de' capelli incrocicchiati su di un *cerchio di altezza*.

3°. Un Quadrante I Fig. 1. di un pollice e mezzo di raggio, fornito di divisioni in ciascuna parte, e di queste, una esprime il grado di altezza dell'oggetto osservato, e l'altra i minuti, e i secondi di errore cagionato dalla rifrazione, corrispondente a quel grado di altezza. A sì fatto quadrante trovasi annesso un picciolo livello rotondo K, il quale si aggiusta in parte mercè del pignone, onde si gira tutto cotesto apparato, ed in parte col mezzo dell'indice del quadrante. Per qualunque minuto, e secondo di errore vien segnato dall'indice sul lembo del quadrante, si situa il *Cerchio di Rifrazione* allo stesso minuto &c. Se il minuto indicato dal quadrante, supera i 3' 18" contenuti in una intiera rivoluzione del cerchio di Rifrazione, si colloca il *Cerchio di Rifrazione* sull'eccesso al di sopra di una, o più delle sue intiere rivoluzioni: dopo di che il centro de' capelli incrocicchiati sembrerà sollevato in un cerchio di altezza, su di un'altezza addizionale, cagionata dall'errore di Rifrazione nell'altezza già detta.

7°. Questo Istromento trovasi appoggiato su di tre piedi L, distanti l'un dall'altro per 14. pollici, e 4. dec.

8°. Qualora tutte le parti sono in sito orizzontale ha esso l'altezza di circa 29. pollici.

9°. Questo Equatoriale pesa Libre	56
La piccola scatola in un co' tubi oculari, e col rimanente apparato	3
La Cassa dell'Equatoriale di legno Mahogany	58

Libre 117

Prima di aggiustare questo Istromento, uopo è considerer bene le varie sue parti; e scorgerassi ad evidenza, che il principale suo aggiustamento, a cui convien che tenda ogni qualunque altro, si è di fare in modo che la linea di collimazione, o vogliam dire la linea visuale del Telescopio, descriva una porzione di un cerchio orario nel Cielo. Or egli è cosa evidente che per poter ciò ottenere, fa mestieri di fare alcuni anticipati aggiustamenti, quali sarebbero per esempio di livellare esattamente il cerchio Azimuth, di far sì che la linea di collimazione, o alcun'altra che faccia le sue veci, e che le corrisponda esattamente, si trovi ad angoli retti sull'asse del suo proprio movimento, e che il detto asse sia perpendicolare all'asse polare, cioè all'asse della Terra; il quale asse polare per virtù della Costruzione dell'Equatoriale, senza veruno aggiustamento, trovasi ad angoli retti sul cerchio Equatoriale. Vi è una picciola verga di metallo M collocata immedia-

tamente al di sotto del Telescopio, la quale esser dee parallela alla linea di collimazione, e far le sue veci; e siccome dianzi si è detto, è del tutto corrispondente alla medesima, talchè riguardar si dee come una sola, e medesima cosa con quella, qualora si fanno gli aggiustamenti indicati ne' num. 2°. 3°. e 4°. Su di questa verga di metallo trovavasi collocato, secondo i casi diversi un livello pendente N, i cui diversi vantaggi nelle differenti operazioni, si ravviseranno agevolmente negli aggiustamenti che qui seguono.

### 1°. AGGIUSTAMENTO.

Affin di livellare il cerchio Azimuth uopo è aggirarlo fino a tanto che uno de' livelli divenga parallelo alla linea sottoposta, onde si congiungono due delle viti de' piedi, dopo di che si aggiusta un tal livello mercè delle due viti anzidette. Facciasi fare al cerchio un mezzo giro, cioè a dire di 180, e se mai si scorge che la bolla non istà diritta, correggasi la metà dell'errore col mezzo della vite appartenente al livello; siccome l'altra metà dell'errore deve correggerfi mercè le due anzidette viti de' piedi; ripetendo un tale artificio fino a tantochè la bolla stia in sito diritto. Ciò fatto facciasi girare il cerchio per 90 dalle due prime posizioni ( che val quanto dire perpendicolarmente alle posizioni medesime ), e si collochi la bolla in sito diritto, se mai non lo fosse, col mezzo della vite del piede collocata nel termine del livello. Dopo di aver praticato tutto questo si accomodi l'altro livello mercè della sua propria vite; ed il cerchio Azimuth troverassi esattamente livellato.

### 2°. AGGIUSTAMENTO.

Fare i due appiccatoi del livello pendente uguali in lunghezza, dimodochè il livello riesca esattamente parallelo alla verghetta metallica, da cui è sospeso.

Si sospenda il livello: facciasi l'asse polare perpendicolare all'Orizzonte, ovvero prossimamente tale, e si accomodi il livello col mezzo del pignone del semicerchio di declinazione: Si rovesci il livello, e nel caso che non si trovi diritto, correggasi la metà dell'errore per via della picciola vite d'acciajo situata sotto di una estremità del livello; laddove l'altra metà dell'errore uopo è che si corregga col mezzo del pignone del semicerchio di declinazione, e ciò si ripeta fino a tantochè la bolla si trovi ben diritta in ambedue le posizioni.

### 3°. AGGIUSTAMENTO.

Situare la verghetta metallica, da cui pende il livello, ed angoli retti sull'asse di moto del Telescopio, ossia della linea di collimazione.

Pon-

Pongasi l'asse polare in sito orizzontale, o esattamente, o prossimamente; si adatti il semicerchio di declinazione ad,  $0^{\circ}$ ; facciasi girare il cerchio orario fino a tanto che la bolla si ritrovi ben diritta; ciò fatto si aggiri il cerchio di declinazione fino a  $90^{\circ}$ ; si rettifichi la bolla alzando, ovvero abbassando l'asse polare ( si faccia prima colla mano fino a tanto che giunga a porsi quasi nel suo sito diritto, e poi affia di rettificarla intieramente, si chiuda colla chiave d'avorio il collaretto, che gira sull'arco coll'asse polare, applicando quindi la chiave medesima alla vite attaccata per un tale aggiustamento nell'estremità dell'anzidetto arco fino a tanto che la bolla venga a situarsi a dirittura ). Dopo di che facciasi girare il cerchio di declinazione fino al  $90^{\circ}$  opposto, e nel caso che il livello non si trovi allora nel suo sito diritto, correggasi la metà dell'errore coll'accennata vite situata nell'estremità dell'arco, e l'altra metà mercè le due viti, le quali sollevano, o pur deprimono l'estremità della verghetta metallica. Fa mestieri però di badare attentamente, che si fatte viti premono l'una contro l'altra; ond'è che bisogna svitarne una, nel mentre che si avvita l'altra.

#### 4°. AGGIUSTAMENTO.

Situare l'asse di moto del Telescopio ad angoli retti sull'asse polare, ovver sull'asse della Terra.

Rimanendo l'asse polare in sito quasi Orizzontale; come dianzi, e facendo restare il semicerchio di declinazione sul  $0^{\circ}$ , si rettifichi la bolla mercè del cerchio orario; indi aggirando il semicerchio di declinazione fino a  $90^{\circ}$ , si rettifichi la bolla, sollevando, oppure abbassando l'asse polare. Ciò fatto facciasi girare il cerchio orario per 12 ore, e nel caso che la bolla non si trovi diritta, correggasi la metà dell'errore mercè dell'asse polare, e l'altra metà col mezzo delle due paja di arganetti a vite, collocati ne' piedi de' due sostegni, ovvero in un lato dell'asse di moto del Telescopio.

Si avverta, che col mezzo de' tre ultimi aggiustamenti si è renduto il livello esattamente parallelo alla verghetta metallica, e questa ( o sia la linea di collimazione, la quale presentemente riguardar si dee come una cosa medesima ) ad angoli retti sull'asse del suo proprio moto, siccome quest'asse medesimo si è situato ad angoli retti sull'asse polare, ovver sull'asse della Terra.

#### 5°. AGGIUSTAMENTO.

Fare che il centro de' capelli incrociati rimanga sul medesimo oggetto nell'atto che il tubo oculare fassi girare del tutto intorno mercè il pignone dell'apparato di rifrazione.

Pongasi l'indice, ch'è nel pezzo scorritore, sulla prima divisione della

coda di rondine, e si collochi la divisione segnata 18. nel cerchio di rifrazione sul suo indice, indi si guardi per entro al Telescopio, e col mezzo del pignone facciafi girare il tubo oculare perfettamente intorno; e qualora il centro de' capelli non rimanga sul medesimo sito durante una tal rivoluzione, uopo è correggerlo mercè le quattro picciole viti, adoprandone due alla volta ( le viti medesime ritrovansi collo svitare l'estremità più prossima del tubo oculare che in se contiene la prima lente oculare ). Una tal correzione ripeter si dee fino a tanto che il centro de' capelli rimanga su quella parte che si sta attualmente guardando, durante una intiera rivoluzione.

### 6°. AGGIUSTAMENTO.

Porre la linea di collimazione in sito parallelo alla verghetta metallica, a cui è sospeso il livello.

Pongasi l'asse polare in sito orizzontale, ed il cerchio di declinazione sul  $90^\circ$ : si rettifichi il livello mercè dell'asse polare, e si guardi per entro al Telescopio qualche oggetto orizzontale distante, coperto dal centro de' capelli incrocicchiati. Ciò fatto rivolgasi il Telescopio ( ciò si pratica col girare il cerchio orario per metà intorno, ossia per 12 ore ) e nel caso che il centro de' capelli incrocicchiato non copra lo stesso oggetto di prima, correggasi la metà dell'errore colle quattro picciole viti le più superiori; e più inferiori: situate nell'estremità oculari del gran tubo del Telescopio. Questa correzione darà un secondo oggetto, coperto ora dal centro de' capelli, il quale oggetto dovrà adottarsi in luogo del primo. Dopo di che si rovesci il Telescopio, come si è fatto dianzi; e quando il secondo oggetto non sia coperto dal centro de' capelli, correggasi la metà dell'errore col mezzo delle stesse due viti adoperate dianzi. Per via di una tal correzione avrassi un terzo oggetto, coperto ora dal centro de' capelli, il quale oggetto adottar si dee in vece del secondo; ripetendo sì fatta operazione fino a tanto che non rimanga alcuno errore. Si ponga indi il cerchio orario esattamente sulle 12. ore ( facendo rimanere il cerchio di declinazione ne'  $90^\circ$  come dianzi ), e se il centro de' capelli incrocicchiati non ricopre l'ultimo oggetto, su cui si è diretto, si adatti sull'oggetto medesimo mercè le due picciole viti rimanenti collocate nell'estremità oculari del gran tubo, ed allora la linea di collimazione sarà parallela alla verghetra di metallo.

### 7°. AGGIUSTAMENTO.

Rettificare il Nonio del Cerchio di declinazione, e dell'Equatoriale. Si sollevi il Cerchio equatoriale alla colatitudine del luogo, e si ponga sulle sei ore; si rettifichi il livello mercè il pignone del cerchio di

di declinazione; indi facciasi girare il cerchio equatoriale esattamente per 12. ore, cominciando dall'ultima posizione; e nel caso che il livello non si trovi rettificato, correggasi una metà dell'errore col cerchio equatoriale, e l'altra metà col cerchio di declinazione. Dopo di che si giri nuovamente all'indietro il cerchio equatoriale esattamente per 12. ore, cominciando dall'ultima posizione, e se il livello non ancora fosse rettificato, si ripeta la correzione come dianzi, fino a tantochè si trovi rettificato nell'atto che si gira verso l'una e l'altra posizione. Ciò fatto, pongasi il Nonio del cerchio equatoriale esattamente sulle sei ore, ed il Nonio del cerchio di declinazione esattamente su 0°.

GLI USI PRINCIPALI DI QUESTO EQUATORIALE SONO I SEGUENTI.

1° **R**itrovare il proprio meridiano con una sola osservazione. Per far ciò si sollevi il cerchio equatoriale, ossia il cerchio orario, alla colatitudine del luogo (a); Pongasi il semicerchio di declinazione sulla declinazione del Sole pel giorno, e per l'ora del giorno che si richiede: indi si muova non meno il cerchio Azimuth, che il cerchio orario, ambi due nel medesimo tempo, sia nella medesima, che in contraria direzione, fino a tanto che il centro de' capelli incrociati del Telescopio ricopra esattamente il centro del sole. Ciò fatto, l'indice del cerchio Orario darà il tempo apparente, o solare, nell'istante dell'osservazione. In tal guisa vienli ad avere il tempo quantunque il Sole sia distante dal meridiano. Facciasi quindi girare il cerchio Orario fino a tanto che l'indice segni precisamente l'ora 12., e si abbassi il Telescopio verso l'Orizzonte affin di osservare in quello qualche punto nel centro della vostra lente, il qual punto rappresenterà un segno del vostro meridiano ritrovato mercè di una sola osservazione. Il miglior tempo del giorno per poter praticare l'accennata operazione per ritrovare il proprio meridiano, si è tre ore prima, o tre ore dopo delle 12. del mattino.

2° Puntare il Telescopio ad una stella, quantunque non si trovi sul meridiano, in tempo di giorno chiaro.

Dopo di aver sollevato il cerchio equatoriale, ossia il cerchio orario, alla colatitudine del luogo, e dopo di aver collocato il Semicerchio di declinazione alla declinazione della stella, muovasi l'indice del cerchio  
ora-

---

(a) Ciò si pratica così: si abbassi il Telescopio per tanti gradi, minuti, e secondi sotto al 0° (ovvero E.) del semicerchio di declinazione, quanti n' esprime il complemento della vostra latitudine: si sollevi poscia l'asse polare fino a tanto che la bolla riesca orizzontale. Ciò fatto, il Cerchio Equatoriale sarà sollevato alla colatitudine del luogo, come si cercava.

orario fino a tanto che segni il tempo preciso, per cui la stella è allora distante dal meridiano (*a*), e la stella medesima si vedrà per entro alla lente.

Dopo di avere rapportati questi due esempj per riguardo a' principali usi di questo Strumento, è cosa inutile l'aggiungere di potersi esso applicare a tutti que' casi, a cui applicar si sogliono i principali strumenti Astronomici cioè a dire quello del passaggio, il quadrante, e lo strumento di altezza uguale.

### VARIE CAUSE DI ERRORI OTTICI.

110. **I**Nganni, o *Illusioni Ottiche* io chiamo quelle che ne fanno comparire un corpo in moto, quando sta fermo, o un corpo in un luogo quando realmente sta in un'altro. Le prime si chiamano propriamente *Apparenze*, e le seconde *Errori Ottici*, dei quali in questo luogo abbiamo da parlare. Le *Apparenze* fanno comparire il moto in un corpo, che sta in un altro, ma non ingannano se non che apparentemente; nè inducono alcun'errore nei computi Astronomici, come sarebbe nell'Ipotesi di Tolomeo il credere il Sole, e le stelle in moto; quando nell'Ipotesi di Copernico questi moti devono attribuirsi alla rotazione della terra intorno al proprio asse, e al suo moto annuo intorno al Sole. Di queste illusioni si parlerà ove esporremo il moto annuo, e diurno del Sole. Gli *Errori Ottici* sono quelli dei quali ora parliamo, e questi così si chiamano perchè fanno comparire un corpo in un luogo, quando sta in un'altro; onde realmente mutano non solo il sito, ma ancora le distanze dei corpi celesti tra loro, e gli angoli sotto i quali si vedono; onde producono degli errori nei computi, che devono essere corretti.

111. Questi *Errori Ottici* commodamente si possono ridurre a cinque. 1. alla *Inflessione*, o *Inclinazione*, 2. alla *Rifrazione*. 3. alla *Parallassi*, 4. alla *Aberrazione*, 5. All'imperfezione degli *Istrumenti*, e altre cause *accidentali*.

### INFLESSIONE, E INGLINAZIONE DELL'ORIZZONTE.

112. **L**A *Inflessione* è quel deviamiento dalla prima strada che soffre la Luce quando passa vicino a qualche corpo, principalmente se questo è acuminato. Abbiamo osservato Fisica §. 84 che la luce essendo attratta dai corpi, quando passa loro vicino, si storce tutto insieme dalla linea retta per cui andava, e si piega per un'altra direzione. L'*Inflessione* si chiama ancora *diffrazione* della Luce.

113. Questa *Inflessione* ha luogo nel passaggio di Venere e Mercurio nel

---

(a) Questo tempo rilevasi agevolmente dalle Tavole dell'ascensione retta delle Stelle.

nel Sole, e nelle Ecclissi del Sole, della Luna, e delle Stelle fatte dalla Luna. E' difficile il determinare nei passaggi quando l'orlo di Mercurio, o di Venere entra in quello del Sole, e nelle Ecclissi della Luna quando l'ombra della terra entra nella Luna, e in quelle del Sole quando l'orlo della Luna entra nel disco Solare, e in quelle del Sole che chiamansi annulari, quando cioè la Luna comparisce in mezzo del Sole circondata da un'anello lucido, e in quelle delle stelle occultate dalla Luna quando entra la stella per passar dietro la Luna. Questa difficoltà che nasce dalla inflessione della luce fa che la durata del passaggio, o della Ecclissi si allunghi, o accorci di alcuni secondi. La stessa inflessione fa comparire il diametro dei pianeti di alcuni minuti secondi più stretto del dovere. Onde la distanza degli Astri si fa maggiore, e perciò minore comparirà la durata dell'Ecclissi. Da queste Ecclissi deve eccettuarsi l'annulare in cui i raggi che dall'orlo del Sole cadono sulla Luna si piegano verso di essa, e perciò s'impicciolisce il suo diametro, onde comparisce maggiore la sua durata. Lo stesso deve dirsi del passaggio di Venere, e Mercurio nel Sole. Perciò quando si fanno consimili osservazioni, se sono Ecclissi del Sole, o Passaggi di Venere e Mercurio, accrescendosi la durata, dovrà detrarsi dal calcolo una data quantità di secondi, all'incontro aggiungersi nelle altre Ecclissi la stessa quantità di secondi. Il numero dei secondi da aggiungersi, o da levarsi è di  $4^{\circ} \frac{1}{2}$  secondo le osservazioni fatte dal Signor Scieur nell'Ecclissi che accadde nel 1764. Con questo metodo si correggeranno gli errori che nascono dalla inflessione dei raggi.

114. *L'Inclinazione dell'Orizzonte* è una cagione d'errore, che nasce dall'altezza su di cui sta l'Astronomo ad osservare. Quanto più alto sta l'osservatore §. 41. tanto più parte vede dalla superficie della terra, senza che la sua convessità glie lo impedisca; perciò il suo orizzonte fisico tanto è più basso, e si accosta al razionale; onde l'arco del verticale che misura l'altezza di un'Astro dall'orizzonte sarà più grande del dovere, a cagione dell'altezza su cui sta l'occhio dell'osservatore da terra; posto che si guardi l'orizzonte da quella parte, ove sta l'Astro, o sarà più piccolo del dovere l'arco di elevazione se si guarda l'orizzonte dalla parte opposta all'astro: Sia l'Astro in A, l'osservatore sia in T alto da terra. Si tiri l'orizzonte Fisico BT. La vera altezza dell'astro dall'orizzonte sarà BA. Ma l'osservatore stando alto dalla superficie D della terra, quanta è l'altezza DT, se guarda l'orizzonte per le tangenti TRE, TR' vedrà sulla superficie della terra fino in R, R'. Onde tirate le tangenti TRE, R'TE', verso la parte dell'Astro A, l'arco d'elevazione sarà ABE; verso la parte R' opposta all'astro, l'arco AB sarà diminuito dell'angolo RTr, o del suo uguale BTE', onde l'arco d'elevazione dall'orizzonte sarà AE'. Questo errore ha sempre luogo quando si fanno le Osservazioni verso l'orizzonte. Sogliono perciò gli Astronomi misurare la distanza dell'astro dal Zenit, che

che col filo a piombo sicuramente si determina. Detraendo da 90 gradi la distanza del Zenit, quello che resta farà l'elevazione dell'Astro dall'Orizzonte. Ma occorrendo spesso il dover fare le osservazioni all'Orizzonte, daremo la tavola delle correzioni da farsi, secondo che l'occhio dell'osservatore sta più, o meno alto da terra.

Elevazione dell'occhio da terra. Piedi.	Inclinazione.
1.	1. 11.
4.	1. 6.
9.	2. 12.
16.	3. 18.
25.	4. 23.
36.	5. 29.
49.	6. 35.
64.	7. 41.
81.	8. 47.
100.	9. 53.
121.	10. 59.
144.	23. 5.
169.	13. 10.
196.	14. 16.
225.	15. 22.
	16. 28.

### LA RIFRAZIONE.

115. **O**ltre l'Inflessione vi è ancora per seconda cagione degli Errori Ottici la *Rifrazione* che è un deviamiento dei raggi di luce dalla prima direzione, e questo non si fa tutto in un colpo, come nell'inflessione, e non vicino a tutti i corpi, come l'inflessione, ma se il corpo è di diversa densità, si fa a poco a poco di modo che il raggio che cade obliquo non fa un'angolo, ma descrive una curva, e si produce solamente dai corpi diafani, come sono tutti i fluidi, i cristalli &c. La Rifrazione ha luogo in tutte le Osservazioni Astronomiche; perchè la terra è circondata dall'Atmosfera, che è più densa dello Spazio Mondano; onde i raggi di luce che vengono dal Sole, e dagli Astri sempre passano da un mezzo raro a un più denso, e perciò quando sono obliqui patiscono la rifrazione; che gli obbliga a descrivere una curva, perchè l'aria è di varia densità più che ci accostiamo alla terra. Ma i raggi che cadono perpendicolari alla Atmosfera, e perciò si dirigono al centro della terra passano per l'aria in linea retta

ta, e senza piegarli; essendo da per tutto tirati ugualmente.

116. Sia OSBF la terra, CDGBFHO sia l'Atmosfera che circonda <sup>Tav. 8.</sup> la terra alla altezza di 16, o 17 Leghe comuni di Francia. In O sia <sup>Fig. 1.</sup> l'Osservatore, e in Z sia il suo Zenith. Se una stella sia in Z, o ad esso vicina, il raggio ZMO per cui la vede l'osservatore O sarà perpendicolare all' Atmosfera MO, onde prolungato passerà pel centro P non soffrendo alcuna rifrazione; perchè non vi è ragione per cui pieghi più da una parte che dall'altra. Sia una stella in E che mandi il raggio ES, che sarà obliquo all' Atmosfera relativamente allo spettatore O, passando da un mezzo raro a uno più denso che è l'aria si piegherà verso la perpendicolare al punto S, Fisica §. 143 ed essendo l'aria di densità diversa ogni momento devierà dalla prima direzione, cioè descriverà la curva SO, e lo spettatore O vedrà la Stella E per linea retta tangente la curva Oe. Per la stessa ragione se una stella sia in A, l'Osservatore la vedrà in a, secondo la direzione per linea retta DCa. Se XCP sia perpendicolare all'aria, si chiama ACX l'angolo d'incidenza, e l'angolo aCX si dice di Rifrazione, perchè fatto dal raggio rifratto aC. Secondo Newton sta il Seno dell'angolo ACX al seno dell'angolo aCX; come 3201; 3200.

117. dal fin qui detto, e da un gran numero di osservazioni fatte principalmente dal Signor de la Caille nelle Zone temperate, e nella torrida si ricavano le seguenti conseguenze. 1. La Rifrazione fa comparire tutti gli Astri più alti nel loro Verticale di quello che sono; onde muta il lor sito secondo l'altezza. Perciò compariranno sull'Orizzonte prima che di fatto vi siano, e dureranno a comparirvi anco dopo tramontati; cioè nasceranno prima d'essere sull'Orizzonte, tramonteranno dopo di essere già andati di sotto. 2 per la Rifrazione gli Astri compariranno più alti sull'Orizzonte di quello che realmente siano, e più vicini al Zenit. Onde la Rifrazione muterà l'Ascensione retta, e la declinazione dell'Astro, la Longitudine, e Latitudine dell'Astro; perchè lo fa comparire in un luogo di cielo diverso da quello in cui è. Essendo noto dall'Esperienza che la rifrazione verso l'Orizzonte comunemente sia di 32' minuti, e la massima di 37', e costando ancora che il diametro sotto cui apparisce da terra il sole è di 31', in 32' minuti ne viene in conseguenza, che stando ancora sotto l'Orizzonte per la quantità del suo diametro già comparirà sopra l'Orizzonte tutto intero; e parerà nato, quando ancora non lo è. Quindi se si aspetta il nascere del Sole si potrà fissar gli occhi in esso senza molto incommodo per qualche minuto. Non si confonda quà la Rifrazione col Crepuscolo, che è quella luce anticipata che si vede nell'aria la mattina quando il Sole sta ancora 18 gradi sotto l'orizzonte, e si continua a vedere la sera fino a che ha fatti 18 gradi di sotto. Questo Crepuscolo nasce e dalla rifrazione che patiscono i raggi nell'altezza dell'aria, e dalla riflessione che si fa di essi dalle particelle dell'aria. 3. La rifrazione fa che la

*distanza tra due stelle comparisca minore di quello che è realmente ; e stringe il diametro dell' Astro ; perchè alzando ciascuna stella nel suo circolo verticale , e questi concorrendo tutti nel Zenith , ne viene in conseguenza che la loro distanza sempre sia minore , quanto più ci accostiamo al Zenith . 4. La Rifrazione fa che il Sole , o la Luna sull' Orizzonte compariscano ovali parendo il loro diametro verticale più piccolo dell' orizzontale ; perchè la rifrazione opera solo nel diametro verticale facendolo comparire più alto dall' Orizzonte , e perciò più stretto . 5. La Rifrazione tanto è maggiore quanto più ci accostiamo all' Orizzonte , e dall' Orizzonte salendo verso il Zenith va sempre diminuendosi , sino a che nel Zenith è nulla . Di più è maggiore , quanto è più grande l' obliquità con cui cade il raggio sull' aria . Ma a uguali altezze dall' Orizzonte è la stessa in tutti gli Astri , qualunque sia la loro distanza da terra ; perchè non dipende da questa , ma dalla diversa densità dell' aria , e dalla quantità della medesima . Nell' Orizzonte la minima è 32' , la massima 37' , e va irregolarmente decrescendo sino a 10 , e 12 gradi dall' Orizzonte . A 10 gradi , è 5' , 23' , 10" ; A 12 gradi è 4' , 30" , 10" . A 30 gradi è 1' , 41" , 70" . A 40 gradi è 1' , 10" , 30" . A 45 gradi è 59" , 0 ; e da qui salendo al Zenith va sempre scemando con molta regolarità . Questo decrescimento sino al Zenith ha origine dalla varia densità dell' aria in tempi diversi . Quando l' aria è più pura o dal calore più rarefatta , la rifrazione è minore ; quanto è più umida l' aria , o più densa , tanto più è maggiore . Perciò non si può dare una regola fissa per determinarne la quantità con tutta l' accuratezza , almeno dall' Orizzonte sino all' angolo semiretto . Perciò nel far le Osservazioni sugli Astri deve aspettarsi , quando si può , che siano alti dall' Orizzonte . 6. Come la Rifrazione alza l' oggetto , così la Parallassi , come vedremo in appresso , lo abbassa . Onde nel far le Osservazioni per correggere gli errori di ammendue , siccome fanno contrarj effetti , basta pigliare la differenza loro , e sottrarla dal calcolo fatto , se la rifrazione è maggiore , o aggiungerla se è minore della Parallassi ; Ma questo si vedrà meglio nella applicazione ai Problemi .*

118. Quanto abbiano faticato sino dai primi tempi gli Astronomi , e gli Ottici per determinare le Rifrazioni si può vedere estesamente nella *Astronomia di de la Lande Tomo 2. Libro 12.* Gli effetti della Rifrazione sono stati conosciuti sino da Tolomeo , che ne parla nel libro 8 del suo *Almagesto* dicendo che vi è diversità nel nascere , e tramontare delle stelle , la quale dipende dalla Atmosfera . Forse nella sua *Ottica* , che abbiamo perduta , ne parlò diffusamente ; perchè Alhazen Arabo che ha preso tutta la sua *Ottica* da Tolomeo ne parla estesamente . Walthero ne parla anche esso a lungo ; ma più di tutti Ticone nei suoi *Proginnasmi* . Giandomenico Cassini è stato il primo che nel 1660 cominciò a far delle tavole delle rifrazioni a diverse altezze dall' Orizzonte , e questa tavola si verificò per mezzo delle Osservazioni fatte da Ri-

Ri-

Richer nell'Isola Caienna, ove stette dal 1671 fino al 1672, e dove andò principalmente per questo motivo. Successivamente molti altri Astronomi si applicarono a formare un'altra tavola più accurata adoperando diversi metodi per determinare le rifrazioni a diverse altezze dall'Orizzonte. Tra questi si numerano Newton, Allei, e Flamstedio, che le determinarono troppo piccole. Faticò su di esse ancora Bradlei a Greenwich, Maier a Gottinga, Eustachio Zanotti a Bologna. Ma più di tutti fu indefesso con una lunga serie di osservazioni la Caille in Parigi, e al Capo di buona Speranza. Su queste tavole principalmente, e sulle Osservazioni fatte ancora da de la Lande diamo con esso la tavola seguente, in cui sono notate le quantità medie di rifrazione, che servono di una certa tal qual regola per fare le correzioni necessarie alle Osservazioni Astronomiche, dovendosi considerare che in pratica si troverà qualche divario secondo la diversità dei paesi, o nello stesso, secondo i diversi tempi dell'anno. Lungo sarebbe il descrivere tutti i metodi adoprati dagli Astronomi per determinare le rifrazioni; accenneremo qui solamente che il metodo più accurato, e adoprato da la Caille è quello delle altezze corrispondenti come esporremo §. 165, 166, 167. Supponiamo che l'altezza del Sole, dall'orizzonte, osservata a sei ore di distanza dal Meridiano, prima, e dopo il mezzo giorno sia  $9^\circ$  gradi, e perciò la distanza del Sole dal Zenith sia  $81^\circ$ . Si sciolga il triangolo formato al Polo, al Zenith, e al Sole, essendo note la distanza del Polo al Zenith, e la distanza del Sole dal Polo Boreale, ove non hanno che fare le rifrazioni, che al Zenith sono nulle, e si trovi per questa Teoria che l'altezza del Sole deve essere  $8^\circ, 54'$ , togliendo questi da  $9^\circ$  ritrovati coll'osservazione, la differenza, che è  $6'$  sarà l'effetto della rifrazione.

G A P O III.  
T A V O L A

*Delle Rifrazioni medie, del Lume a diverse Altezze dall'Orizzonte.*

Altezza dal- l'Orizzonte.	Distanza dal Zenith.	Rifrazione.	Altezza dal- l'Orizzonte.	Distanza dal Zenith.	Rifrazione.
0. 0.	90. 0.	32. 24. 10	15.	75.	3. 36. 5.
3.	89. 57.	31. 56. 10	16.	74.	3. 22. 7.
6.	89. 54.	31. 28. 10	17.	73.	3. 10. 4.
9.	89. 51.	31. 1. 6.	18.	72.	2. 59. 4.
12.	89. 48.	30. 34. 9.	19.	71.	2. 49. 3.
15.	89. 45.	30. 8. 5.	20.	70.	2. 40. 4.
18.	89. 42.	29. 42. 5.	21.	69.	2. 32. 3.
21.	89. 39.	29. 17. 9.	22.	68.	2. 24. 8.
24.	89. 36.	28. 51. 9.	23.	67.	2. 17. 9.
27.	89. 33.	28. 27. 2.	24.	66.	2. 11. 7.
30.	89. 30.	28. 2. 9.	25.	65.	2. 5. 7.
33.	89. 27.	27. 39. 4.	26.	64.	2. 0. 2.
36.	89. 24.	27. 15. 4.	27.	63.	1. 55. 1.
39.	89. 21.	26. 52. 3.	28.	62.	1. 50. 4.
42.	89. 18.	26. 29. 6.	29.	61.	1. 45. 9.
45.	89. 15.	26. 7. 3.	30.	60.	1. 41. 7.
54.	89. 6.	25. 2. 5.	31.	59.	1. 37. 8.
10. 0.	89. 0.	24. 21. 1.	32.	58.	1. 34. 1.
10. 12.	88. 48.	23. 2. 6.	33.	57.	1. 30. 5.
1. 21.	88. 39.	22. 7. 4.	34.	56.	1. 27. 2.
10. 30.	88. 30.	21. 15. 2.	35.	55.	1. 24. 1.
1. 48.	88. 12.	19. 39. 9.	36.	54.	1. 21. 1.
1. 57.	88. 3.	18. 54. 9.	37.	53.	1. 18. 1.
20.	88. 0.	18. 40. 7.	38.	52.	1. 15. 3.
20. 12.	87. 48.	17. 46. 5.	39.	51.	1. 27. 7.
20. 30.	87. 30.	16. 32. 6.	40.	50.	1. 18. 2.
3.	87. 0.	14. 46. 2.	41.	49.	1. 7. 8.
40.	86. 0.	12. 2. 6.	42.	48.	1. 5. 5.
50.	85. 0.	10. 5. 3.	43.	47.	1. 3. 3.
60.	84. 0.	8. 38. 6.	44.	46.	1. 1. 1.
7.	83. 0.	7. 32. 8.	45.	45.	0. 59. 0.
8.	82. 0.	6. 39. 8.	49.	41.	0. 51. 3.
9.	81. 0.	5. 58. 6.	55.	35.	0. 41. 4.
10.	80. 0.	5. 23. 6.	56.	34.	0. 39. 9.
11.	79. 0.	4. 55. 1.	59.	31.	0. 35. 5.
12.	78. 0.	4. 30. 9.	73.	17.	0. 18. 1.
13.	77. 0.	4. 10. 2.	74.	16.	0. 17. 0.
14.	76. 0.	3. 52. 2.	89.	1.	0. 1. 0.

LA PARALLASSI.

119. **L**A terza ragione di errore nei calcoli Astronomici §. 111. è la Parallaxi, o mutazione di sito degli Astri prodotta dal credere, che fa l'osservatore d'essere nel centro della terra ad osservare, quando che realmente sta nella superficie. Sia l'Osservatore in P nella superficie della terra PMrGh. Sia, hdr, il suo orizzonte razionale, Z il suo Zenit, C il centro della rivoluzione diurna, HIAaKR il suo Orizzonte razionale steso fino in Cielo, HZR sia il piano del suo verticale primario, CZLA sia il piano del suo Meridiano, che è anche esso uno dei verticali, ILK sia il cerchio parallelo all'Equatore, che descrive l'Astro L col suo moto diurno. Caminando questo si trovi in, l, quando l'osservatore lo guarda, riferendolo al Cielo dovrebbe vederlo per linea retta in 2. Ma se fosse nel centro C della terra lo vedrebbe in 1. Questa diversità di sito si chiama *Parallaxi diurna*, e *angolo Parallaxico* si dice l'angolo,  $\angle 1\ 2$ , o il suo uguale  $\angle PIC$ , che sottende il semidiametro della terra. Ma movendosi l'occhio dell'osservatore, e credendosi costantemente essere nel centro C della terra, nè potendosi paragonare con alcuna stella fissa, perchè non hanno parallaxi, stando esso in P non vedrà precisamente in 2 l'Astro, ma in, m, per la linea Cm parallela alla Pl che è la sua direzione dell'occhio, e con questo metodo accompagnerà l'astro nel moto suo, sempre per una direzione parallela. Per concepir questo siano A, B, C i punti nei quali si trova l'Astro successivamente, ed, a, b, c, i punti nei quali successivamente si trova in realtà l'occhio dell'osservatore, che però crede di essere in S. Tirate Aa, Bb, Cc, a queste rispettivamente si tirino le parallele S $\alpha$ , S $\beta$ , Sy, i punti,  $\delta$ ,  $\beta$ , Y faranno la strada che comparirà all'occhio dell'osservatore che faccia l'astro nel moto suo. Perchè essendo  $\alpha S$  parallela ad Aa, sono queste due linee nello stesso sito, e distanza tra di loro, e perciò come l'occhio in a vedrebbe l'Astro in A, così credendo l'osservatore di essere in S, nè potendo disingannarsi, vedrà l'Astro in  $\alpha$ . Lo stesso si dica delle altre linee.

120. Ma l'angolo  $\angle 1\ 2$ , è uguale  $\angle PIC$ , essendo al vertice, ovvero all'angolo  $\angle CAM$ , perchè CPIm è un parallelogrammo; ovvero all'angolo  $\angle ICm$ ; dunque tutti questi angoli possono rappresentare l'angolo parallaxico, o la Parallaxi dell'astro. Ciò che finora abbiamo detto, e deve dirsi si può con più ragione applicare alla parallaxi annua, §. 123, o al semidiametro dell'orbita terrestre.

121. Da ciò che sino ad ora abbiamo esposto intorno alla Parallaxi si ricava 1. Che la Parallaxi fa comparire più bassi gli Astri dall'Orizzonte di quello che siano, al contrario della Rifrazione §. 117, che li fa comparire più alti. Di fatti dal centro C si vedrebbe l'astro in 1, e dalla superficie P si vede in m. E farà l'angolo parallaxico  $\angle PIM$  nel-

nello stesso cerchio verticale ZIa che passa per il Zenit Z, pel luogo vero dell' Astro, I, pel punto dell' Orizzonte, e, a cui è perpendicolare, e pel luogo P dell' osservatore, ed essendo IPCm un parallelogrammo, passerà ancora pel punto, m. Di quà ne nasce che se due Astri compariscono nello stesso verticale, realmente sono in esso. Ne segue ancora che gli Astri nasceranno più tardi e tramonteranno più presto. 2. La Parallassi abbassando gli Astri li fa comparire più lontani dal Zenit; onde muta l'altezza. E facendo comparire gli Astri in diverso luogo del Cielo, muta la loro Ascensione retta, la Declinazione, la Longitudine, e la Latitudine. Quindi si dice Parallassi in Longitudine, o in Latitudine &c. 3. La parallassi fa più grande la distanza tra due Stelle, e fa maggiore il diametro di un' Astro. Perchè, come vedremo al n. 5. la Parallassi tanto è maggiore quanto più ci accostiamo all' Orizzonte, onde la parallassi del limbo inferiore sarà maggiore di quella del superiore, e perciò i limbi compariranno più separati, e lo stesso si dica delle distanze tra due Astri; quindi il diametro e la distanza diverranno maggiori. 4. dal n. 3 si ricava che gli Astri sull' Orizzonte devono aver una figura ovale; cioè che il loro diametro verticale deve comparir più grande dell' Orizzontale, al contrario che per la rifrazione §. 117. 5. La Parallassi

*Tav. 8. è più grande verso l'orizzonte, che nei luoghi più lontani, e nel Zenit Fig. 2. è nulla.* Imperocchè restando la stessa distanza dell' Astro da terra. Il seno della Parallassi è come il Seno della distanza. Cioè Sen. PLC; Sen. ZPl, apparente dal Zenit; ma questa distanza s'vanisce nel Zenit, e scendendo verso l'orizzonte sempre più si fa maggiore; dunque sarà più grande quanto più si accosta l' Astro all' Orizzonte; e nel Zenit sarà nulla. Rimane a dimostrare la ragione dei Seni; che si fa colle seguenti Analogie.

PC : CL : Sen. PLC : Sen. LPC, o Sen. ZPL, o Sen. ZCM.  
 PC : Cl, o CL :: Sen. PLC : Sen. CPL, o Sen. ZPl, o Sen. ZCm.  
 dunque. Sen. PLC : Sen. ZCM, o Sen. ZPL :: Sen. PLC : Sen. ZCM,  
 o Sen. ZPl.

Quindi in un' Astro che sta sempre alla stessa distanza dall' Orizzonte sta il Seno della Parallassi, come il Seno della distanza dal Zenit. 6. Quanto più distante è l' Astro da terra tanto minore è l'angolo Parallatico: Ciò si dimostra perchè le linee Pl, Cl quanto più lontano si uniscono, tanto minore è l'angolo che comprendono. Così se un' Astro sia in I, l'altro in t, come l'angolo Parallatico del primo è ClP, così quello del secondo sarà CtP; ora nel triangolo ClP essendo l'angolo CtP esterno rispetto a ClP, sarà questo minore di CtP, locchè di nuovo dimostra l' assunto. Dunque se la distanza sarà quasi infinita, l'angolo sarà insensibile, e perciò sarà nulla la Parallassi, e il semidiametro della terra sarà insensibile rispetto alla distanza. Ciò accade nelle Stelle fisse rispetto alla terra. 7. I Seni delle Parallassi di due Astri, I, t, sono reciprocamente come le loro distanze da terra Ct, Cl. Perchè  
 nei

nei triangoli PIC, PtC sta PC: Cl :: Sen. PIC. Sen. IPC,  
PC: Ct :: Sen. PtC: Sen. CPT, o Sen. IPC

dunque essendo istessi gli estremi nelle due Proporzioni sarà ancora  $Cl \times Sen. PIC = Ct \times Sen. PtC$ , e sciogliendo in proporzione  $Cl: Ct :: Sen. PtC: Sen. IPC$   
Onde nasce che i seni delle Parallaxi Orizzontali faranno inversamente, come i Semidiametri della terra. Sia un' Astro sull' Orizzonte in,  $\lambda$ , la sua Parallaxi Orizzontale P $\lambda$ C farà la misura dell'angolo sotto il quale dal centro dell' Astro si vede il semidiametro PC della terra. Per la stessa ragione l'angolo sotto il quale dal centro della terra si vedrebbe il semidiametro dell' Astro  $\lambda$ , quando è sensibile, rispetto a questo sarebbe la Parallaxi Orizzontale della terra. Ma i Seni delle parallaxi Orizzontali sono inversamente come i semidiametri, come poco fa dimostrammo. Dunque i Seni dei Semidiametri Orizzontali dell' Astro,  $\lambda$ , veduto da terra sono come i Seni dei semidiametri Orizzontali dell' Astro stesso,  $\lambda$ , Col mezzo di queste verità si può nei Triangoli Parallattici PIC, e meglio nel triangolo orizzontale P $\lambda$ C ritrovare il semidiametro della terra, o la Parallaxi, o la distanza Cl, ovvero C $\lambda$  dell' Astro dalla terra, come vedremo nei Problemi.

122. Trattanto porremo quà varie parallaxi degli Astri osservate accuratamente dagli Astronomi antichi, e riformate con molte moderne Osservazioni. La Parallaxi orizzontale della Luna nella massima distanza da terra è 59', 9"; quando è nella minima distanza è di 61', 39"; quando è nella opposizione, o congiunzione del Sole; ma nelle quadrature la massima è 65', 36", la minima 56', 44". La Parallaxi del Sole, che è la più necessaria ne' calcoli Astronomici è stata determinata, come nella Tavola seguente, a diverse altezze dall' Orizzonte. Cioè ad altezza zero, 0°, è 9" minuti secondi; ad altezza 10° cioè di dieci gradi è 9" &c.

T A V O L A

DELLE PARALLASSI DEL SOLE.

0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
9".	9".	8".	8".	6".	5".	3".	2".	1".	0".

La Parallaxi Orizzontale di Marte è 24", 64, cioè 24" secondi, e 64". Date queste Parallaxi si ponno correggere gli errori commessi, computandovi ancora le Rifrazioni, col metodo insegnato §. 117. n°. 6. Pingrè in questo anno 1778 ha proposto all' Accademia di Parigi un nuovo metodo di falsa posizione, poste alcune Osservazioni Astronomiche, con cui determina la parallaxi orizzontale del Sole di 8", 10".

LA

## L A P A R A L L A S S I A N N U A :

123. **C**ome la Parallassi finora descritta che nasce dal semidiametro della terra, produce nei Pianeti diversità d'aspetto in Cielo, così molto più dovrebbe farlo il semidiametro dell'orbita della terra se questa caminasse intorno al Sole. Questa diversità d'aspetto nei corpi celesti che nasce dal moto annuo della terra, è quella che si chiama *Parallassi annua delle Stelle*; perchè principalmente a queste è stata applicata, e sulle medesime osservata. Se la terra si muove intorno al Sole essendo ora in un punto, ora in un'altro della sua Orbita, e andando più veloce di alcuni, e più tarda di altri pianeti devono questi ora comparire che vadano come essa secondo l'ordine dei Segni del Zodiaco Ariete, Toro etc; o *in conseguenza*, ora devono comparire per qualche tempo fermi nello stesso luogo, locchè accade quando la terra li sopraggiunge; ora devono comparire di restare indietro, o andare contro l'ordine dei segni, o *in antecedenza*, da Toro in Ariete etc. Quali Fenomeni si chiamano *Direzioni, Stazioni, e Retrogradazioni*. Queste diversità d'aspetto che si spiegano con somma accuratezza posto il moto della terra, e imperfettamente se sta ferma, nascono dal diametro dell'orbita terrestre, detta ancora *Orbe magno*. Onde nei Pianeti, e nel Sole si rende sensibilissima l'annua Parallassi; ma nelle Stelle è insensibile; per la loro gran distanza da terra.

124. Potendosi in qualche maniera spiegare gli antecedenti Fenomeni senza supporre il moto della terra si applicarono varj Astronomi ad osservare prima del 1727, se si scoprisse qualche moto particolare nelle Stelle dentro lo spazio di un'anno che le facesse comparire ora in uno, ora in un'altro luogo del Cielo, e che dipendesse dal moto della terra nella sua orbita. I tre più esperti Astronomi che si applicarono a questo furono Orrebow, Flamstedio, e Roberto Hook. Considerarono che se la terra gira intorno al Sole, come la terra descrive una orbita intorno al Sole, così ciascuna stella deve comparire che nel Cielo descriva una picciola orbita; e che perciò muti di continuo Latitudine, e Longitudine, e un poco comparisca diretta, un poco comparisca retrograda. Con questa idea trovò Flamstedio che la stella Polare aveva di Parallassi 47" secondi, e Hook una delle Stelle verticali, che aveva 26" secondi. Onde nel 1727 Orrebow stampò in Afnia il suo *Copernicus triumphans*; fece quindi Orrebow varie altre riflessioni sulle Osservazioni fatte da Roemer, e nella sua *Basis Astronomica* la stabilì di 30" secondi. Contro le osservazioni di Flamstedio fece molte riflessioni Gassini figlio nelle Memorie di Parigi del 1699 facendo vedere che secondo la teoria del moto della terra i luoghi diversi delle stelle dovevano vedersi in siti diversi da quelli da Flamstedio osservati. Eustachio Manfredi fece lo stesso nel suo libro *de annuis stellarum inerrantium aberrationibus*.

nibus. §. 28. Quindi si conchiuse dagli Astronomi che la Parallassi delle Fisse dovesse ad altre cagioni attribuirsi. Successivamente con più accurate osservazioni si determinò che la Parallassi che nasce dal moto della terra è insensibile, non essendo al più che di 3", o 4" secondi. Ma osservandosi una variazione, sensibile nella Longitudine e Latitudine delle Stelle, i due celebri Astronomi Molineux, e Bradley dopo molte osservazioni, e calcoli fatti su di esse conchiusero che queste irregolarità dovessero attribuirsi alla *Aberrazione del lume*, o successiva propagazione di esso per lo spazio mondano, come or ora esporremo, e la Teoria del lume in questo modo corrisponde esattamente alle Osservazioni. Erattanto se la Parallassi annua che nascerebbe dal moto della terra fosse di 4" secondi, e il diametro dell'orbita annua della terra fosse, come ora si determina di Leghe comuni di Francia 54,525,000, farebbe la distanza delle stelle da noi di Leghe 2,809,000,000,000, che è una distanza quasi infinita.

LA ABBERRAZIONE.

125. **L**A quarta cagione d'errore §. 111. nei calcoli Astronomici è l'*Aberrazione del lume*. Abbiamo veduto nell' Ottica §. 38. che la luce del Sole per giungere a noi, o per descrivere il semidiametro dell' Orbita terrestre impiega 8', 7" secondo le Osservazioni fatte da Roemero, e altri. Onde non scende in un'istante, come supponessero alcuni. Se la terra sta ferma, o la velocità del lume è infinita rispetto alla velocità della terra, e perciò il suo moto è infinitesimo, i raggi di luce, quantunque impieghino del tempo per venire a noi ne farebbero vedere le stelle nel vero luogo in cui sono. Ma se la velocità del lume ha una ragione finita a quella della terra non ne farà vedere le stelle nel vero loro luogo; cosicchè sembreranno descrivere una piccola Ellissi intorno al vero luogo in cui sono.

126. Per concepir questo sia TIQL l' Ecclittica; FDC, la strada della terra; P il polo dell' Ecclittica; S il suo centro ove è il Sole. Sia QPET <sup>Fig. 4</sup> il cerchio di Latitudine, della Stella E, che misura la sua distanza dalla Ecclittica, coll' arco ET, e determina ancora la sua Longitudine, o distanza dal segno di Ariete. Sia TQ l' intersezione del cerchio di latitudine coll' Ecclittica. Sia la terra in C, essendo il Sole in S, e la Stella in E; sarà questa in Congiunzione col Sole; perchè si riferisce dall' Osservatore nella stessa parte di Cielo. Si tiri CE, e la tangente Cc all' orbita della terra, che sarà perpendicolare al cerchio di latitudine TPQ.

127. Se la terra stasse ferma in C, l' osservatore vedrebbe la stella sempre in E, ove realmente sta; ma la terra camina da C in o mentre che il lume dalla stella E scende verso C. Si faccia CB = CS

che è il raggio dell'orbita terrestre, e si compisca il parallelogrammo  $CBAO$ . Si fa da Roemero che la luce per descrivere  $CS$ , o la sua uguale  $CB$  impiega minuti  $8', 7''$ , e in questo tempo la terra descrive l'arco  $Co$ , che è di  $20''$ ; dal che si ricava che la velocità del lume, è a quella della terra, §. 130, come  $10313:1$ . e perciò hanno tra di loro le velocità una ragione finita. Caminando dunque l'Osservatore colla terra da  $C$  in  $o$ , e incontrando di continuo per strada nuovi raggi di luce, che scendono dalla stella  $E$  sulla terra, non potrà vedere la stella in  $E$ , ove sta, ma la vedrà per la linea  $oA$  parallela a  $BC$ , nel punto  $\chi$ , come vedemmo nel §. 119. Tirate  $CE$ ,  $c\chi$ , si chiama  $Cc\chi\delta$  il *Parallelogrammo di aberrazione*. Lo stesso potrà dimostrarsi la terra andando in  $B$ , o in  $F$ , nel quale caso essendo essa tra il Sole  $S$ , e la stella  $E$ , farà l'*Opposizione* della stella  $E$  al Sole, perchè sta nella parte opposta al Sole. Se si concepisca girare il parallelogrammo  $c\chi EC$  intorno  $EC$  limiterà nel cielo il cerchietto  $\chi\beta\phi\delta$  che comparirà descrivere la stella nello spazio di un'anno per l'aberrazione del lume. Ma siccome il semidiametro  $SC$  dell'orbita della terra, anzi l'orbita stessa  $BFDCo$  è un punto, rispetto alla distanza delle stelle fisse, non vedendosi la parallasse annua, così il parallelogrammo di aberrazione  $Cc\chi E$  si muta in  $SC\chi E$ , che si concepisce girare intorno  $SE$ .

128.  $E\chi$ , che è parallela alla  $Cc$  misura l'aberrazione della stella  $E$ , dunque in questo caso l'angolo  $BCA$ , o il suo eguale  $GAO$  è la misura dell'aberrazione, ed essendo in questo caso di Congiunzione della stella col Sole l'arco  $Co$  di  $20''$ , farà l'angolo fatto dalla diagonale  $CA$ , e il lato  $Ao$  di  $20''$ , e il massimo di tutti; perchè  $Co$  è il massimo arco che descrive la terra nel tempo di  $8', 7''$ , quanto sta il lume a venire da  $E$  in  $C$ . Ed essendo il parallelogrammo  $CE\chi c$  perpendicolare al cerchio di latitudine, farà nulla l'aberrazione della stella in latitudine nella Congiunzione, e massima l'aberrazione in Longitudine, tutto all'opposto che accaderebbe nella Parallasse annua. Lo stesso si dimostra nell'opposizione della stella  $E$  col Sole; e chiamandosi l'opposizione, e congiunzione delle stelle col nome comune di *Sizigie*, è chiaro che nelle *Sizigie* l'aberrazione in latitudine è nulla, e massima in longitudine.

129. Lungo farebbe, e tedioso l'espone tutta la Teoria delle Aberrazioni. Si può veder questa nel dotto libro dell'Aberrazione delle Stelle Fisse del Signor Fontaine des Crutes stampato a Parigi nel 1747. Qui solo daremo le Analogie per ritrovare le varie specie di aberrazione, che si dimostrano facilmente coll'antecedente figura, e ciò che su di essa si è dimostrato.

Trovare la più grande aberrazione in latitudine.

*Analogia.* Raggio: Sen. Lat. della Stella :: Sen.  $20''$ : Sen. massimo.

Questa massima aberrazione accade 3 mesi dopo l'opposizione, e perciò deve sottrarsi dal calcolo; e si chiama *sottrattiva*, e accade an-

co 3 mesi dopo la congiunzione verso il Polo opposto, e allora deve aggiungersi al calcolo per avere la vera latitudine, e perciò si chiama *additiva*.

Trovare l'aberrazione di Latitudine in qualunque tempo.

*Analogia*. Raggio: Sen. distanza del Sole :: Sen. massimo: Seno cercato.

Trovare la più gran differenza d'aberrazione in Longitudine, che nella Congiunzione è all'Occidente, nella opposizione all'Oriente.

*Analogia*. Coseno di Latitudine: Raggio :: Seno 20": Seno cercato.

Trovar l'aberrazione in Longitudine per qualunque tempo.

*Analogia*. Raggio: Cos. distanza del Sole dalle Sizigie :: Seno massimo: ma differenza in Longitudine: Alla Aberrazione cercata.

Tralasciamo le Analogie per trovar la aberrazione in declinazione, o distanza dall'Equatore, e in Ascensione retta, come meno necessarie, e più intrigate. Nel sciogliere i Problemi Astronomici nel Capo quarto si vedranno in pratica queste altre due Aberrazioni. Daremo ora un compendio della tavola della maggior variazione in latitudine, o in distanza dall'Ecclittica, fatta dal citato de Crutes di 10' in 10' minuti, sino a 90 gradi di latitudine dall'Ecclittica, che è di maggior uso per l'esattezza dei calcoli. Il secondo numero dell'aberrazione, come 06, sono centesime, cioè 100.

Latitudine.	Aberrazione.	Latitudine.	Aberrazione.
00. 10.	00. 06.	58. 20.	17. 02.
1. 00.	00. 35.	64. 10.	18. 00.
1. 10.	00. 41.	71. 50.	19. 00.
2. 00.	00. 70.	79. 00.	19. 64.
3. 00.	1. 05.	79. 10.	19. 65.
4. 00.	2. 39.	79. 20.	19. 66.
5. 00.	3. 74.	80. 00.	19. 70.
5. 50.	2. 03.	80. 10.	19. 71.
6. 00.	2. 09.	81. 00.	19. 75.
7. 00.	2. 44.	82. 00.	19. 80.
8. 00.	2. 78.	83. 00.	19. 85.
8. 40.	3. 01.	84. 00.	19. 89.
9. 00.	3. 13.	85. 00.	19. 92.
10. 00.	3. 47.	86. 00.	19. 95.
11. 00.	3. 82.	87. 00.	19. 97.
11. 40.	4. 05.	88. 00.	19. 98.
14. 00.	4. 84.	88. 10.	19. 98.
14. 30.	5. 01.	88. 40.	19. 99.
17. 30.	6. 01.	89. 00.	19. 99.
20. 30.	7. 00.	89. 40.	20. 00.
23. 40.	8. 02.	89. 50.	20. 00.
26. 50.	9. 04.	90. 00.	20. 00.
30. 00.	10. 00.		
33. 30.	11. 03.		
37. 00.	12. 04.		
40. 40.	13. 03.		
44. 30.	14. 01.		
48. 40.	15. 01.		
53. 10.	16. 00.		

130. Nel §. 127. abbiamo supposto che la velocità della terra è a quella del lume come 1: 10313. Ciò si dimostra colla seguente Analogia. Sia,  $abcd$ , l'orbita della terra,  $ec$ , il raggio,  $cn$ , l'arco di  $20''$  descritto dalla terra nel tempo di  $8', 7''$ , che impiega il lume a descrivere,  $ec, o$  per venire dal Sole a noi. Si faccia sopra,  $ec$ , il triangolo Isoscele,  $emc$ , che abbia l'angolo,  $m$ , di  $20''$  quanto è l'arco,  $cn$ , e si tiri la tangente,  $ch$ , uguale,  $ce$ . Effendo la velocità della terra come l'arco,  $cn$ , o la sua tangente,  $eh = ce$ , facendo,  $ce = 1$ ,  $em$ , ovvero,  $cm$ , esprimerà la velocità del lume, che nel tempo di  $8', 7''$ , viene a noi dalla stella,  $m$ . Onde, per abbreviare il calcolo moltiplicando i Seni, e adoprando i Logarimmi loro, avremo la seguente Analogia.

Logarimmo del Seno  $20''$ : Logarimmo di 1, che è 1:: Log. dell'angolo,  $mce$ , che è di  $89^\circ, 59', 50''$ : Log. della velocità,  $ma$ , cercata del lume che scende da,  $m$ , in,  $e$ . Nelle tavole dei Logarimmi si troverà,  $me$ . ovvero,  $mc = 10313$ , come abbiamo supposto nel §. 127.

#### ALTRE CAGIONI D'ERRORI OTTICI.

131. **N**EL §. 111. abbiamo osservato che la quinta causa degli errori ottici è l'imperfezione degli Strumenti, e varie altre cause accidentali. Quanto alla prima, nel descriverli abbiamo notato i difetti che possono avere, e come si debbano correggere. Quanto alle seconde, molte sono le cause accidentali che possono indurre in errore, e dipendenti dal sito, ove si fa l'osservazione, dalla costituzione dell'aria quando si fanno le osservazioni, dal sito particolare dei corpi celesti, e altro, che così generalmente non può capirsi. Sarà perciò più agevole di notarle quando esporremo ciascuna osservazione.

#### I L T E M P O.

132. **D**I tre cose ci siamo prefissi di parlare nel Capo 3. §. 88. degli Istromenti Astronomici §. 90; di varie cagioni di errori Ottici §. 110; e del Tempo, di cui ora imprendiamo a trattare. Il Tempo essendo una idea semplice non si può definire, perchè si capisce da se coll'immediata percezione, ma non si può che descrivere. Onde bene disse S. Agostino *Si interrogas quid sit tempus, nescio, si non interrogas scio*; e Lucrezio Caro lo espone con molta accuratezza.

*Tempus item per se non est, sed rebus ab ipsis  
Consequitur sensus, transactum quid sit in ævo,  
Tum quæ res instet; quid porro deinde sequatur:  
Nec per se quemquam tempus sentire fatendum est  
Semotum ab rerum motu, placidaque quiete.*

Descrì-

Descrivendo adunque il tempo si può dire che è una *successione equabile d'idee*, o di *moti uniformi di qualche corpo*. Perciò per rendere più sensibile il tempo si può pigliare la rivoluzione diurna delle stelle, intorno alla terra, che si fa sempre nel tempo stesso; ma siccome sono molte, ne sono abbastanza sensibili; perciò sono convenuti tra loro gli Astronomi di scegliere il Sole, come un corpo assai sensibile, e che gira intorno la terra con un moto uniforme. Ma per determinare il suo principio del moto, o del tempo sarebbe stato naturale lo scegliere l'istante in cui nasce, o in cui tramonta. Ma questo metodo sarebbe stato soggetto a molti errori; cioè all'orizzonte che sempre sarebbe stato il sensibile, e non il razionale; alle rifrazioni che sono massime nell'orizzonte, e ad altre cause accidentali. Perciò gli Astronomi per evitare ogni confusione hanno pigliato per principio della rivoluzione diurna, e insieme del tempo il Meridiano. Onde hanno chiamato *Giorno Astronomico* l'intervallo di tempo che passa tra il Sole, che col suo centro giunge al Meridiano, e il suo ritorno al punto stesso, e questo intervallo lo hanno diviso in 24 parti uguali chiamate *Ore*.

133. Ma questo non è esattamente vero; perchè mentre il Sole col suo moto diurno gira intorno la terra da Oriente in Occidente, nello spazio di 24 ore, camina di moto proprio nell'Ecclittica da Occidente in Oriente secondo l'ordine dei segni, Ariete, Toro etc. descrivendo ogni giorno un'arco determinato, e siccome gira l'Ecclittica in 365 giorni, e quasi un quarto, così questo arco dell'Ecclittica è  $\frac{1}{365}$  parte di tutto il giro del Sole in un anno. Per sapere quanti minuti di grado è questo arco  $\frac{1}{365}$ . Ridotti 360 a minuti, faranno 21600', divisi questi per giorni  $365 \frac{1}{4}$ , o moltiplicando tutto per 4, si dividerà 86400 per 1461, il quoziente 59', 8" indicherà l'arco dell'Ecclittica descritto in un giorno di moto annuo dal Sole. Perciò se partono da un dato Meridiano nel tempo stesso il Sole, e una stella, la stella si troverà di nuovo allo stesso punto di Meridiano, e il Sole sarà rimasto in dietro dell'arco di 59', 8". Il quale arco, essendo l'Ecclittica obliqua a cerchi diurni, che sono paralleli all'Equatore, dovrà ridursi all'Equatore stesso. Onde il Sole per compiere il giro diurno gli mancheranno ancora minuti di grado 59', 8". Questo arco di 59', 8" si chiama *Il moto diurno in Ascensione retta*. Quindi il *Giorno Astronomico* più esattamente si dice La somma d'una rivoluzione diurna di stella, più  $\frac{1}{365}$  di rivoluzione; e perciò *la misura del giorno astronomico* è 360 gradi dell'Equatore, più l'arco corrispondente dell'Ecclittica che descrive il Sole in quel giorno, o il moto del Sole in Ascensione retta. Per descrivere il Sole questo arco di 59', 8" che è quasi un grado vi impiega 4' minuti di tempo; perchè 360 gradi di cerchio essendo descritti in 24 ore dal Sole se si divide 360 per 24, ogni ora il Sole descriverà 15 gradi, o che è lo stesso 15 gradi saranno descritti in 60'; e perciò un grado in 4' minuti. Siccome abbiamo pigliato il Sole per

rego.

regola del tempo; così relativamente ad esso si stabilisce il giorno, e si dice che il giro diurno di esso si fa in 24 ore giuste; onde le stelle compieranno il loro cerchio diurno o torneranno al punto di Meridiano da cui sono partite in 23 ore e 56', essendo lo stesso il dire che le stelle accelerano il loro moto diurno, o che il Sole lo ritarda di 4 minuti.

134. Tutto l'antecedente discorso suppone che il moto diurno, e annuo del Sole siano sempre gli stessi; e in tale supposizione si chiama questo il *Moto medio del Sole*, o il *tempo medio*. Ma non va così la faccenda. Il *Moto diurno* del Sole, o sia vero, o apparente, nato cioè dal rivolgersi della terra intorno al proprio asse, se è soggetto a qualche disuguaglianza, è questa insensibile, e che non porta più di 2", e 3" minuti secondi per anno; onde si può pigliare questa rotazione della terra, come uniforme. La sua disuguaglianza nasce dalle azioni del Sole, e della Luna, di Venere e Giove sopra la figura compianata della terra. Nasce ancora dal vento da Oriente in Occidente nella Zona torrida, che fa 20, o 30 piedi a secondo, pel quale si fa in 70 giorni il cammino tra Acapulco, e le Filippine che è di 2000 Leghe, e nasce ancora dal moto del mare da Occidente in Oriente. Se si accumulassero tutte queste cause farebbero 36"  $\frac{1}{2}$  di tempo, ma rari sono i casi in cui si accumulano; onde il moto di rotazione della terra si piglia come uniforme.

135. Riguardo poi al *Moto annuo* del Sole nell' Ecclittica è disuguale; cosicchè non si può pigliare ogni giorno l'arco che resta in dietro della stella di 59', 8", ma in alcuni tempi è maggiore, in altri è minore. Così al principio di Luglio l'arco di cui resta in dietro il Sole è di 57', 11"; e al primo di Gennajo è di 61', 11". Solamente gli 11 febbrajo, li 14 Maggio, li 26 Luglio, e il 1 Novembre l'arco è di 59', 8" che è il *Moto medio* §. 134. Questo moto annuo disuguale si chiama il *Moto vero*, o *apparente*; onde il moto vero del Sole si accorda col moto medio solamente 4 volte l'anno, e lo stesso deve dirsi del *Tempo vero*, e del *medio*. Oltre il moto annuo del Sole disuguale di sua natura, che rende l'arco diurno del Sole disuguale, un'altra causa di ineguaglianza è l'obliqua situazione dell' Ecclittica rispetto all' Equatore dalla quale nasce che riducendo l'arco all' Equatore ogni giorno sia disuguale.

136. Diciamo che il Sole in 24 ore torna al Meridiano, e le Stelle vi tornano in 23 ore, e 56', e perciò accelerano il loro moto; e ciò perchè del Sole che è visibile ci serviamo per misura del tempo. Gli *Orologi a pendolo*, detti anche *Pendoli* si regolano dalla maggior parte degli Astronomi col moto medio del Sole; e ciò si fa, perchè gli orologi devono anche servire per l'uso civile, e dare il tempo vero di diverse osservazioni che devono farsi. Peraltro sarebbe meglio per regolar i pendoli servirsi delle stelle, che sono fisse, non avendo moto proprio  
fen-

fenfibile. Così li regolavano i Signori de l' Isle, e de la Caille, facendoli avanzare di 4 minuti al giorno sul Sole. Il vantaggio di questo regolamento è, che quando è scorsa un'ora su questo orologio si è sicuri che sono passati 15 gradi pel Meridiano della sfera stellata, detta anche il primo Mobile.

137. Il *Giorno* o sia vero, o medio si divide sempre in 24 ore, o minuti secondi 86400". Ma le *Ore Solari* sono più lunghe delle ore del primo mobile, o si pigliano le ore solari medie, o le vere. Se si pigliano le ore solari medie, un'Orologio regolato su di queste non indica 15 gradi per ora, ma indica 15 gradi, 2', 8"; perchè questo numero è la ventiquattresima parte di 360°, più 59', 8". Tra le Tavole Astronomiche se ne trova una col titolo. *Convertire le ore solari medie in gradi*; e ciò è fatto per risparmiare i calcoli, che sarebbero spesso penosi. Si trova ancora la tavola che insegna di *convertire i gradi in ore solari medie*. Vedi Probl. I. §. 155.

138. Se si regola un'Orologio sulle ore del primo mobile, o delle stelle, avanza ogni giorno di minuti 3', 56" sul mezzodì medio; perchè la rivoluzione intera d'una stella corrisponde a gradi 360° dell'Equatore, e il giorno medio corrisponde a gradi 360°, 59', 8", quale arco di 59', 8" ridotto esattamente in tempo medio, dà minuti di tempo 3', 56". Quindi per vedere se l'Orologio è veramente posto al moto medio si osservi se indica ore 23°, 56', 4" dal passaggio, al ritorno d'una stella al Meridiano. La differenza che passa tra il tempo vero, e il medio, si chiama *Equazione del tempo*, e di questa vi è una tavola a parte nell'Astronomia.

139. Gli Astronomi nel computare i giorni li cominciano a Mezzodì, e li terminano il mezzodì che viene; ma nell'uso Civile si fa altrimenti, e ciò secondo le Nazioni. Per esempio sia oggi li 31 Dicembre del 1778, il primo di Gennajo del 1779 lo cominciano in Italia a 24 ore dei 13 Dicembre 1778, e finisce a 24 ore del 1 Gennajo 1779. In Europa, e gli Ecclesiastici lo principiano a mezzanotte dei 31 Dicembre, e porta 12 ore fino al mezzodì del primo Gennajo, e si chiamano *Ore matutine*; indi vengono altre 12 ore, dette *Vespertine* fino a mezza notte del 1 Gennajo 1779. Gli Astronomi cominciano il 1 Gennajo 1779 a Mezzodì di questo giorno, e portano 24 ore fino ai 2 Gennajo a Mezzodì. I Problemi che riguardano il tempo, come farebbe il mutar il tempo vero in medio, e vicendevolmente; il determinare il tempo vero &c. Si potranno nel Capo venturo tra gli altri Problemi Astronomici. §. 156.

## Osservazioni, e Problemi.

140. **D**Opo aver parlato nel Capo antecedente di quella parte di Astronomia Pratica, che riguarda gli Istromenti dei quali fanno uso gli Astronomi §. 88, degli errori Ottici, e della natura del Tempo; che sono tutte cose preliminari alla pratica della Astronomia, passiamo ora ad esporre le *Osservazioni* fatte nel Cielo dagli Astronomi di tutti i tempi, e a sciogliere quei *Problemi* che servono per determinare il *sito*, e il *moto* dei corpi celesti §. 2. locchè tutto conduce a formare un'idea dell'intero *Sistema Mondano*.

141. I Corpi celesti si chiamano *Astri* generalmente, §. 4. e o sono *lucidi*, o *opachi*; cioè che mandano il lume da loro, o pure che non lo hanno, ma lo riflettono. Trai lucidi numeriamo il *Sole* e le *stelle*, tra gli opachi i *Pianeti*, e le *Comete* §. 5. Le *Stelle* passano le 10000, comprese quelle che sono dette *nebulose*; perchè compariscono in cielo, come una nuvola bianca, e comprese le stelle che compongono la *via lattea*, che anche essa è bianca. I *Pianeti* sono finora al numero di 16, e di questi, sei sono *Primarj*, perchè girano intorno al *Sole*, e 10 sono *Secundarj*, perchè girano intorno i primarj, mentre questi si rivolgono intorno il *Sole*. I primarj nell'Ipotesi Copernicana cominciando dal più vicino al *Sole*, sono *Mercurio*, *Venere*, la *Terra*, *Marte*, *Giove*; e *Saturno*. I *Secundarj* detti anche *Satelliti*, o *Lune* sono intorno la terra la *Luna*, intorno a *Giove* quattro *Lune*, e intorno a *Saturno* cinque. Le *Comete* che sono note dalle *Istorie* si numerano più di 453.

142. Tutti gli *Astri* hanno due moti, non eccettuandone le *Stelle fisse*, uno che si fa da *Oriente* in 24 ore; che si chiama *moto comune*, o *diurno*, o *del primo mobile* §. 35. 36. 136, e l'altro che si fa da *Occidente* in *Oriente*, e viene detto *moto proprio*, o *periodico*, o *annuo nel Sole*; e si fa per il *Zodiaco* §. 43. Da questo corso per il *Zodiaco* devono eccettuarfi le *Comete*, che vanno per tutte le direzioni del Cielo, cioè alcune da *Occidente* in *Oriente*, altre da *Oriente* in *Occidente*, altre a *Settentrione* a *Mezzogiorno*, ed altre al contrario. Se questi due moti siano veri, o apparenti non è ora tempo di determinarlo. Quello che è certo si è che tutti gli *Astri* hanno oltre il diurno, un moto particolare a loro proprio, quantunque nelle *Stelle fisse* sia un moto così lento, che solo in 72 anni compiscono un grado di Cielo. Da questa lentezza di moto avviene che si pigliano le *Stelle fisse* come punti immobili nel Cielo; e per mezzo di esse si trovano alcuni punti realmente immobili nella sfera stellata, come or ora vedremo.

STEL.

STELLE FISSE.

143. **L**E *Stelle fisse* che si vedono cogli occhi, o per mezzo del cannocchiale sono affai picciole, quantunque vive, e brillanti, e sono tante di numero che si confonde l'occhio dell'osservatore; quindi sino dagli antichi tempi pensarono gli Astronomi di distribuirle in tante unioni di stelle, che rappresentassero o uomini, o donne, o animali, o istrumenti, o triangoli &c. secondo che si poteva ciascuno immaginare dalla situazione determinata che hanno nel cielo. Queste unioni di stelle sono quelle che si chiamano *Segni, o Figure celesti, o Costellazioni* nelle quali si divide il Cielo stellato per più facile intelligenza. Loro riulci facile di fissarne un numero competente, perchè le stelle conservano sempre tra di loro la stessa distanza, e perciò si dicono *Fisse*. Ma ciascuna Costellazione la composero di un determinato numero di stelle, tralasciandone alcune intermedie, e tutte quelle che si vedono solo col telescopio, dette per lo più *nebulose*, quando sono molte di numero. Quindi si è formato §. 58. il globo celeste in cui si rappresentano diverse figure celesti colle stelle che le compongono, poste nei loro luoghi. Ajuta molto l'immaginazione il vedere le Costellazioni dipinte; ma giova molto altresì il vedere la nuda disposizione che hanno tra di loro le stelle per formare ciascuna Costellazione. Le prime stelle che unirono gli antichi sotto alcune classi furono le Costellazioni del Zodiaco §. 43. 49. 58. come quelle che sono descritte in un'anno dal Sole, sopra il quale gli antichi fecero le prime osservazioni, dopo quelle della Luna. Onde probabilmente furono inventate alla morte di Giacob, 1700 anni prima dell'Era Cristiana dai Caldei; tempo in cui forse determinarono l'anno; non più, come si fece nei primi tempi del mondo dal moto della Luna, o mese, ma dal moto del Sole.

144. Si distinguono *le Stelle dai Pianeti* in Cielo per un lume vivo, brillante, del colore stesso del Cielo sereno, e tremulo che hanno, laddove i pianeti hanno un lume più smorto, più sodo, e bianco sebbene spesso è tremulo per li vapori dell'aria. Si distinguono le Stelle tra di loro per la loro grandezza apparente; onde si chiamano Stelle di prima, di seconda, di terza &c. sino a quelle di sesta grandezza. Quelle di prima grandezza sono 15, di seconda 45, di terza 208, di quarta 474 secondo gli antichi, di quinta 217, di sesta molte, che appena si vedono. Tutte le altre invisibili si dicono *nebulose*. Quelle poi, che si trovano di quà e di là nel Cielo, e non sono comprese nelle Costellazioni le chiamarono gli antichi *disperse*, e i Moderni *Informi*. Ipparco fu il primo che fece un Catalogo delle Stelle al numero di 1022, che Tolomeo ne ha trasmesso. Altri successivamente lo hanno accresciuto, principalmente coll'ajuto dei Telescopj: Gli Egiziani furono i primi a

dar il nome a ciascuna Costellazione, e gli involsero nelle loro favole degli dei, e degli eroi. Vedi de la Lande *Astronomia* Libro 3. Flamstedio fu quello che diede uno dei più compiuti Cataloghi delle Stelle, avendo nella sua *Historia caelestis* in tre tomi in foglio ristampata nel 1725, data la Latitudine, e Longitudine di 3000 stelle. Il Signor de la Caille nel 1757 diede nel suo libro *Astronomie fundamenta* il Catalogo di 397 le più principali stelle calcolate con una nuova, ed elastissima maniera. In appresso ne diede un'altro fatto collo stesso metodo di 1942 stelle Australi, che scelse dal numero di 10000 osservate da esso nell'Emisfero Australe, e alle Isole di Francia. Questo Catalogo è inserito nelle Memorie di Parigi del 1752, e nel *Calum Australe* stampato dall'Astronomo Maraldi nel 1763. delle altre 8000 stelle non vi è sino ad ora chi ne abbia fatto i calcoli. Oltre questi due Cataloghi vi è il terzo cominciato da la Caille, e finito da Bailli di 600 stelle che si trovano nel Zodiaco, e che uscì nel volume delle Efemeridi di de la Caille. Oltre i Cataloghi degli autori già riferiti vi sono ancora le *Carte piane delle Costellazioni*, per formare un'Atlante celeste, come sono gli Atlanti terrestri; e vi sono eziandio le *Carte rotonde* per formare dei *Globi celesti*. Il miglior Atlante celeste è quello di Flamstedio che uscì a Londra in 28 fogli nel 1729, al quale bisogna unire per le stelle Australi di de la Caille i due Planisferj usciti a Londra nel 1764 di Senex. Tutte queste carte sono delineate come noi vediamo il Cielo, cioè guardando la sua concavità; al contrario di quello che facevano gli antichi, e che ha seguiti Evelio, che ha rappresentato il Cielo come si guardasse di fuori dalla parte della sua convessità. Per li globi celesti più perfetti, e che hanno le stelle Australi vi sono quelli che fanno a Parigi Vaugondy, e Denos.

145. Per formare un'idea delle *Costellazioni* disegnate in modo che rappresentino uomini, o animali, e delle *Costellazioni nude*, nelle quali si vede solo la disposizione naturale delle stelle senza il disegno ima-

*Tav. 2.* ginato dagli Astronomi si guardi l'uomo delineato in S che rappresenta

*Fig. 2.* *Orione*. Era questi, un'Eroe nato tra i Greci figlio di Nettuno, di una statura gigantesca, e di una straordinaria bellezza, onde ne fecero una

*Tav. 8.* *Costellazione*. L'unione di stelle che lo formano è di 11. Tra queste

*Fig. 6.* una che sta al piede è della prima grandezza, e vien detta *Rigel*, ed

7. è segnata colla lettera  $\beta$ . Le altre sono di seconda, terza, e quarta

grandezza; e formano un gran quadrilatero dentro il quale si vedono 3

stelle trasversali, in linea retta, che formano il cingolo, o balteo d'

Orione, e 3 altre in linea retta, e perpendicolari, e le restanti 4, senza

*Rigel* formano il gran quadrilatero che sta in Cielo verso l'Emisfero

Australe. Da questa descrizione delle 11 stelle che compongono Orione

si vede il metodo da tenersi per poter agevolmente distinguere in

cielo le *Costellazioni*; e questo modo consiste in considerare attentamen-

te la situazione delle stelle che le compongono. So per esempio che

Orio-

Orione sta verso la parte australe del cielo, quivi rivolgo gli occhi, e vedo subito un gran quadrilatero formato da 4 stelle. In mezzo a questo vedo 3 stelle orizzontali; e tre verticali in linea retta; dico adunque che questa unione di stelle è Orione, e che la stella più grossa che quasi forma anche essa il quadrilatero è il celebre Rigel di cui hanno fatto molto uso gli antichi nelle loro Astronomiche osservazioni. Per più facilmente ritrovare le Costellazioni in Cielo daremo la disposizione di alcune di esse. Nell' *Emisfero Australe* vi è *Orione*, che abbiamo Tav. 8. delineato colle stelle di cui è composto. Vi è la *Grue*, che dalla deli- Fig. 7. neazione che ne facciamo non è difficile il riconoscerla in cielo. Vi è Fig. 8. lo *Scorpione*, che anche esso è facile a raffigurarsi; per la disposizione Fig. 9. di esse, e per esservi una stella della prima grandezza, detta *Antares*, Fig. 10. o il cuore dello scorpione. Vi è la *Croce* che è facile a vedersi. Vi è il *gran Cane*, detto anche *Canicola* che si distingue, e per la disposizione Fig. 11. delle stelle, e per la stella *Sirio* di prima grandezza che è lucidissima. Nell' *Emisfero Boreale* vi è l' *Ariete* facile a rinvenirsi per la sua figura. Fig. 12. Vi sono le *Pleiadi* che rappresentando un grande Y si distinguono da Fig. 13. tutte le altre; sebbene siano piccole. Vi è il *Toro* che è fatto come Fig. 4. una racchetta da giuoco, e un triangolo, ed ha nell'occhio in, a, una stella di prima grandezza assai brillante, detta *Aldebaran*, o *Pallidionym*. Vi è il *Cigno* che forma un'uccello che vola, ed ha nella testa una Tav. 9. stella della terza grandezza, ma assai *lucida*. Vi è *Cassiopea*, che si Fig. 1. affomiglia a un carro di sei stelle con tre per timone. Vi è *Pegaso* Fig. 2. che è composto di due triangoli uno grande, e uno piccolo, e nel primo vi è una delle Stelle che formano il *capo d'Andromeda*, ed è della seconda grandezza. Verso il Polo Boreale vi è l' *orsa maggiore, e minore*. Fig. 4. dette anche *Elice*, *Carro di Boote*, e *Cinosura*, che sono come due carri composti di quattro ruote, e il timone, e sono rivoltati uno contrario all'altro. Se si uniscono le due ruote da dietro dell'Orsa maggiore con una linea, prolungandola va a terminare al Polo Boreale che sta tra due stelle del timone dell'orsa minore, ed è distante 2. gradi dall'ultima stella del timone dell'orsa minore, che viene perciò detta la *Stella polare*, benchè nel polo non vi sia alcuna stella. Vi è inoltre Tav. 9. *Boote* cospicuo per 4 stelle, tre delle quali formano un triangolo, e Fig. 5. una di queste detta *Arturo* è della prima grandezza, e di un lume assai vivo. Lungo sarebbe il descrivere tutte le Costellazioni del Cielo. Questo poco numero è sufficiente per distinguere le altre, o sopra le Carte, o che è meglio, su d'un globo. Si ponga il globo coll'elevazione del polo di quel luogo ove si osserva. Indi col beneficio della Tav. 2. bussola che sta nel suo piede si ponga il meridiano del globo sotto il Fig. 2. Meridiano celeste indicato dall'ago incalamitato, e ponendo qualche stella dipinta di prima grandezza già nota sotto il meridiano del globo, quando si vede la stella reale essere nella direzione stessa del meridiano del globo; camminando coll'occhio in cielo e sul globo intorno la stella

nota, si troveranno le altre costellazioni d'intorno, e le più lontane. Sogliono ancora a questo fine farsi delle Tavole Astronomiche nelle quali si nota l'ora del passaggio delle stelle di prima grandezza pel Meridiano in ciascun mese dell'anno. Onde avendo questa tavola si può agevolmente conoscere quella stella di prima grandezza, e da ciò imparare a conoscere la Costellazione. Vi sono molti altri metodi, ma meno facili per conoscere le principali Costellazioni, che si possono vedere nell'Astronomia di de la Lande.

146. Le Stelle come abbiamo detto più volte, si chiamano *Fisse*, perchè conservano sempre tra di loro la stessa distanza; e siccome hanno un moto lentissimo di  $56'' \frac{1}{3}$  per anno, così si pigliano le stelle per paragonare ad esse i Pianeti, e determinarne i loro moti diurni, o annui; detraendone prima per questi i  $56''$  di moto annuo, che viene detto, *moto in Longitudine*.

147. Ma quantunque le Stelle non siano soggette a mutazione nella loro vicendevole distanza, se si eccettua Arturo, e qualche altra, e piccola sia la *mutazione in longitudine*, o della distanza dall'Ariete; ciò non ostante sono soggette all'aumento, o diminuzione del loro lume, e grandezza, e a scomparire, o comparire di nuovo. Narra Plinio il vecchio che a tempo d'Ipparco 125 anni prima dell'Era, e altre Storie a tempo dell'Imperatore Adriano, 130 anni dopo l'Era comparvero alcune nuove stelle. Fortunio Liceti nel suo libro *de novis Astris* stampato a Padoa nel 1656 ne porta varj esempj, lo stesso riferiscono varj altri autori. Celebre fu la nuova stella che apparve nel 1572 nella Costellazione di *Cassiopea*, osservata da Ticone; e sulla quale stampò lo stesso anno un Trattato. Cominciò a diminuir di grandezza, e di lume nello stesso anno in Dicembre, e in Marzo del 1574 si perdette di nuovo di vista. In Ottobre del 1604 comparve una nuova stella nel piede del *Serpentario*, osservata da Keplero, e gli 8 Ottobre del 1605 scomparve. Nella Costellazione della *Balena* ne fu scoperta una nuova in Agosto nel 1596 da David Fabricio. Osservata questa stella da altri, e da Cassini il vecchio, dopo molte osservazioni hanno ricavato che il periodo del suo comparire, e aumentare di lume, è di giorni 334, e altrettanto pone dal diminuire allo scomparire. Ma questi due periodi non sono esattamente uguali tra di loro; anzi Evelio riferisce che dal 1672 sino al 1676 non comparve. Nella Costellazione del *Cigno* vi sono tre *Stelle cangianti*; la più considerabile è quella segnata  $\chi$  da Baiero. Cresce questa di lume, e di grandezza secondo le Osservazioni di Maraldi, Cassini, e Gentil per 405 giorni, e altrettanti ne pone a calare. La seconda stella cangiante del Cigno è quella che sta vicino all' $\gamma$  di Baiero, che scoprì Keplero nel 1600. Aumenta la sua grandezza per 5 anni dalla sesta alla terza grandezza. La terza, che sta verso la testa del Cigno fu scoperta dal P. Antheime Certosino nel Giugno del 1670, che due volte crebbe di lume,

me, e calò fino a che nel 1672 svanì nè mai più si è rivista. Molte altre stelle cangianti sono state osservate da Cassini, Maraldi, Allei, che si possono vedere nelle loro Astronomie, nelle Memorie dell'Accademia Reale, e nelle Transazioni. Tutte queste Stelle non hanno mutato distanza tra di loro, e non hanno avuto alcuna Parallassi, lo che dimostra che sono anche esse, come le altre ad una distanza considerabile da terra.

148. Molto difficile è lo spiegare queste vicende del lume, e della grandezza delle stelle, che sono da noi così lontane. Giudica Riccioli nel suo Almagesto novo Tomo 2, uscito nel 1651, e con esso Bullialdo nel suo libro *ad Astronomos monita duo*, uscito nel 1667, che alcune stelle da una loro parte siano oscure, e non mandino lume; forse possiamo credere perchè ricoperte di molte macchie simili a quelle che osserviamo nel Sole, ma maggiori di numero. Queste stelle girando intorno al proprio asse in un tempo determinato, come si osserva nel Sole, quando cominciano a rivoltare la parte oscurata verso di noi, si vede allora diminuire il lume nella stella a poco, a poco, e finalmente scompare interamente. Maupertuis nel discorso *sulla differente figura degli Astri* §. 32. ripete i Fenomeni, dalla rotazione delle stelle intorno al proprio asse, per la quale acquistano una figura assai compianata da due parti, e quasi annulare. Onde quando rivolgono a noi il taglio dell'anello svaniscono, come accade all'anello di Saturno che scompare. L'una e l'altra di queste spiegazioni sono probabili; e forse amendue avranno luogo nella spiegazione di queste vicende.

149. Abbiamo osservato §. 147. che generalmente parlando le stelle fisse non hanno dagli antichi tempi mutato sito; nè lo mutano tra di loro, nè coi circoli della sfera, se si eccettua il loro moto in Longitudine §. 146. Onde a noi servono per determinare il sito, e il moto degli altri corpi celesti. Ma da questa regola devono eccettuarfi alcune stelle, se pure il moto in esse osservato non dipende da qualche causa accidentale nell'Ammosfera, e costante, per la quale si rifrangano i raggi del lume in una maniera diversa in un tempo più che in un altro. Quattro sono le Stelle soggette a mutazione diversa dalle altre nella loro *Latitudine*, o distanza dall'Ecclittica, e sono *Aldebaran*, *Sirio*, *Arturo*, e *Rigel*. Edmondò Allei esaminando la positura delle stelle che sono nel Libro 7 dell'Almagesto di Tolomeo per paragonarla colla situazione presente, e ricavarne la mutazione delle stelle in longitudine, detta anche *Precessione degli Equinozj*, trovò che le tre prime stelle avevano mutato anche di *Latitudine* in un senso contrario a quello delle altre stelle, e contrario a ciò che ricerca la diminuzione dell'obliquità dell'Ecclittica. Cassini trovò lo stesso in *Rigel*, e in 3 altre stelle. Secondo Allei *Aldebaran*, detto anche il *Pallilicio* dovrebbe essere per la precessione degli Equinozj, altronde dimostrata col paragone di altre stelle osservate, molto prima di Ipparco, e poi da esso, e con quel-

quelle di Ipparco e dei tempi moderni, dovrebbe dico essere 15' più al Nord dell' Ecclittica, e Allei l' ha trovata 20' più al Sud, che in Tolomeo. *Sirio* dovrebbe essere per la mutazione in Longitudine delle Stelle 20' più al Nord, e Allei l' ha trovata 22' più al Sud che in Tolomeo. *Arturo* che dovrebbe avere, per la sua situazione in Cielo, quasi la stessa Latitudine è 33' più al Sud, o Mezzodì; onde secondo Cassini *Arturo* si è accostato 2' all' Ecclittica. Nè queste mutazioni si possono attribuire a errori nelle Osservazioni, o nel copiare; perchè le altre osservazioni d' Aristillo e Timocaride vanno d' accordo con quelle d' Ipparco, e Tolomeo. Ipparco fu il primo a dimostrare la precessione degli Equinozj di 56" §. 146 con paragonare le sue, colle antiche osservazioni; e così anche oggidì colle Osservazioni moderne, e tutte dimostrano la variazione in longitudine di 56".

150. Questi moti particolari di alcune Stelle, che per lo più sono di prima grandezza, e alcune di seconda non possono ad altro attribuirsi che alle diverse attrazioni tra stella e stella, o tra queste e le Comete. Giudica de la Lande che potrebbero gli Astronomi servirsi con più sicurezza nelle Osservazioni delle Stelle di terza grandezza, nelle quali non sono sensibili le variazioni, forse per la loro maggiore distanza da noi, che quelle della prima, e seconda grandezza.

151. Oltre i moti particolari di alcune stelle già esposti §. 149, si osservano delle *altre mutazioni in alcune*, che sono singolari. Tra le Osservazioni di Monsignor Bianchini stampate a Verona nel 1737 da Eustachio Manfredi vi è questa singolare della doppia stella ζ della Lira, la più meridionale di queste due, qualche volta si vede doppia, qualche volta si osservà accompagnata da una, o due altre. La più Settentrionale di esse diminuisce di grandezza in modo che appena si distingue a cielo sereno. Questa osservazione fu ripetuta da Campani, e da Cellio con cannocchiali fatti da essi di 22, e 25 palmi Romani; ciascuno dei quali è poll. Parigini 8 ¼. La Stella γ d' Ariete l' osservò Kook composta di due stelle, e qualche volta secondo Cassini comparisce una. Lo stesso accade alla stella che precede il capo di Gemini, e alla stella γ alla spalla della Vergine, e così sono molte altre.

152. Queste mutazioni nelle Stelle possono dipendere dalla imperfezione dei Telescopj; ma probabilmente devono ripetersi dall' Atmosfera lucida delle Stelle che si raduna più in un luogo che in un' altro nel Cielo, e ne offusca alcune in certi tempi, onde svaniscono. Perchè questa Atmosfera si raduni più in un luogo che in un' altro forse dipenderà dalla attrazione delle stelle quando sono tra loro vicine, o dall' unione di altre a noi sempre invisibili anche coi più perfetti Telescopj. Questa stessa Atmosfera è causa di due altri Fenomeni che si osservano in Cielo, così il lume Zodiacale dipende dall' Atmosfera del Sole, come ora vedremo.

153. Tre altri Fenomeni si osservano in Cielo, e sono la *Via lattea*,  
le

le *Nubi*, o *nebulose*, e il *Lume Zodiacale*. La *Via lattea* è una gran fascia bianca e irregolare, simile alle nubi bianche, che circonda il Cielo, e passa per le Costellazioni di Cassiopea, Perseo, del Cocchiere, del braccio d'Orione, dei piedi di Gemini, del gran Cane, della Nave, ove ha il più vivo lume, dei piedi del Centauro, della Croce, del Triangolo Australe, dell'Altare, della coda di Scorpione, dell'arco di Sagittario, ove si divide in due rami, e traversa l'Aquila, la Freccia, il Cigno, il Serpentario, la testa di Cefeo, e ritorna alla sedia di Cassiopea. Oltre la *Via lattea* vi sono ancora pel Cielo disperse alcune come *nubi bianche*, dette da alcuni *Stelle Nebulose, o informi*, come è la nebulosa d'Orione sopra il cingolo d'Orione, quella alla testa del Sagittario, al piede d'Antinoo &c. è 42 nella parte Australe del Cielo osservate da de la Caille. Tanto queste nubi, quanto la *via lattea* si vedono ugualmente bianche col telescopio, ma con questo il biancore è ineguale. Col telescopio non si scoprono che poche stelle in esse, che sono invisibili a occhio nudo, e queste non sono unite, ma tra di loro distanti, come si osservano in altre parti del Cielo. Democrito credette che la *Via lattea*, e le *nebulose* fossero un'aggregato quasi infinito di *Stelle* una all'altra vicine, che non potendosi vedere ciascuna; si vede il loro aggregato che è un lume bianco pel Cielo disperso. Dello stesso sentimento fu Manilio nella sua *Astronomia* in versi. Ma se ciò fosse vero dovrebbero essere d'una estrema picciolezza; perchè non si vedono ne anche con *Telescopj* lunghissimi. Molto meno è probabile l'opinione d'Aristotele che credette essere la *via lattea*, e le *nubi* una meteora prodotta nell'aria, essendo queste costanti, laddove gli effetti, o *Meteorre* dell'aria sono variabili. Più probabilmente può dirsi che la *via lattea*, e queste *nubi* siano l'*Atmosfera luminosa* delle stelle che si sia fisata più in un luogo che in un'altro del Cielo per l'attrazione più sensibile in una parte, che in un'altra. Lo spazio celeste è certamente ripieno di lume delle stelle, ciascuna delle quali essendo simile al Sole deve girare intorno al proprio asse, e da questo moto di rotazione deve spingere il proprio lume più da una, che da un'altra parte del Cielo. Onde siccome il lume del Sole produce quel lume nel zodiaco, detto *Lume Zodiacale*, così il lume delle stelle produrrà le *nubi*, e la *via lattea*, che sono simili al lume zodiacale. Della stessa opinione è Mairan nel suo *Trattato della Aurora Boreale* ristampato nel 1754.

154. Il *Lume Zodiacale* è il terzo Fenomeno che si osserva nel Cielo. E' questo un lume che si vede di notte nel *Zodiaco* in forma per l'ordinario di una lancia, di un fuso, e di una piramide qualche volta troncata, e termina in due linee rette che formano tra di loro, ora un angolo di gr. 26, ora di 10. Ha per base questo lume il Sole, che sempre accompagna nel moto suo, e si raduna più in copia intorno al suo Equatore, ove è maggiore la sua forza centrifuga, ed è lungo, dal Sole fino alla sua estremità, gradi 45, qualche volta fino a 100,

e il

e il Signor Pingrè l'ha veduto nella Zona torrida fino a 120 gradi. Il primo che osservò questo lume fu Giandomenico Cassini nel 1683, e lo assistette nelle Osservazioni Fazio de Duillier. Questo lume accompagnando sempre il Sole nel moto suo si vede chiaramente che dipende dall' Atmosfera Solare. Nei Problemi si vedrà il restante, che spetta alle Stelle fisse. Pare che del Lume, o Lucè Zodiacale abbiano avuta idea gli antichi, dalla descrizione che ne hanno data, benchè non l'abbiano così chiamato. Niceforo nel 400 dell'era Christiana Lib. 13 della sua Storia descrive un lume in Cielo fatto a cono che si vide in Cielo per quattro mesi, si vide primo dalla parte ove si leva il Sole, indi si vide in quella parte del Zodiaco che corrisponde all'ultima stella della coda dell'orsa, colla punta guardando verso Occidente. La seconda osservazione fu fatta da Pontano nel 1461, che nei suoi eleganti versi affomiglia questo lume alle Piramidi d' Egitto. La terza Osservazione fu fatta nel 1650 da Childrey celebre Astronomo nella sua Storia d' Inghilterra, che lo descrive come un lume che si lancia verso le Pleiadi cessato il Crepuscolo. Questo lume lo ha veduto un poco dopo, e un poco avanti il febbrajo per più anni. La quarta osservazione finalmente è quella fatta dal Cassini nel 1683, e successivamente da altri. Non si confonda quì il lume Zodiacale coll' Aurora Boreale, o col lume Settentrionale, che si osserva spesso in Cielo con altri Fenomeni lucidi verso il Settentrione. Vedi le Meteore Lucide. La luce settentrionale deve ripetersi dalle nevi che sono verso il Settentrione, che riflettono con gran forza il lume benchè debole dell' Atmosfera.

### P R O B L E M A I.

*Mutare i Gradi di cerchio in Tempo, e il Tempo in Gradi.*

155. **I**L Sole descrive ogni giorno un cerchio parallelo all' Equatore in 24 ore; onde fa 360° gradi in 24 ore, e perciò, dividendo 360° per 24, ogni ora farà 15° gradi §. 133. e dividendo una ora, o 60' minuti per 15°, farà un grado in 4' minuti primi, e ripotti li 4' in secondi 240", e il grado in 60' dividendo quello per questo, farà 1' minuto primo di grado in 4" secondi di tempo. Da questo ricaviamo una regola più spedita in pratica, ed è; che *dati i gradi di cerchio, il loro quadruplo dà i minuti primi di tempo, e dati i minuti primi di grado, il loro quadruplo dà i minuti secondi di tempo.* Onde 1 grado dà 4' minuti primi; 1' minuto primo di grado dà 4" secondi di tempo. Vicendevolmente *se mutar si debba il tempo in gradi di cerchio, il quarto del tempo darà i gradi, e i minuti di tempo.* Onde 4' primi di tempo farà 1 grado; 4" secondi di tempo faranno 1' primo di grado. Locchè dovea ritrovarsi.

PRO.

P R O B L E M A 2.

*Ridurre il giorno medio in vero, o questo in quello.*

156. **T**utti i calcoli Astronomici si fanno col tempo medio, e tutte le Tavole Astronomiche sono calcolate al tempo medio §. 134. E se vien dato il tempo vero si riduce in medio per mezzo di una Tavola Astronomica a questo fine calcolata, e ciò si dice *Equazione del tempo* §. 138. Ma se uno non si trovasse pronta questa tavola, le seguenti cognizioni ne formeranno la regola. Il giorno medio del Sole §. 133. è 4' più di 24 ore; perchè in questo tempo il Sole resta indietro di un' arco di  $59', 8''$  per descrivere il quale impiega 4' di tempo, onde gli Astronomi concepiscono un *Sole medio equabile*, che ogni giorno camina con questa differenza di un' arco di  $59', 8''$ . Ma il Sole vero non conserva ogni giorno questa differenza; perchè il suo moto annuo nell' Ecclittica è disuguale, e resta indietro ogni giorno di una quantità variabile. Li 20, o 24 di Dicembre il giorno vero differisce dal medio di  $30''$ , cioè il Sole medio in questo giorno sarà passato  $30''$  più presto del Sole vero, onde questo ha ritardato  $30''$  di più dei 4' che ritarda il Sole medio ogni giorno. Perciò la durata del giorno medio sarà più piccola di  $30''$  di quella del giorno vero. Questa differenza di  $30''$  va diminuendo fino alli 10 febbrajo in cui il giorno vero uguaglia il medio §. 135. Da questo tempo il giorno medio comincia a essere più lungo del vero, e li 25 di Marzo il giorno medio sorpassa il vero di  $18'' \frac{1}{2}$ . Questa differenza si annulla di nuovo li 15 di Maggio. Li 21 di Giugno il giorno vero è più lungo del medio di  $13''$ . Li 26 di Luglio sono uguali. Li 18 di Settembre il giorno medio è più grande di  $21''$ . Il primo, o secondo di Novembre sono uguali. Indi fino quasi alla fine dell'anno il giorno vero va crescendo fino a  $30''$  sopra il medio §. 135. Di quà si ricava la regola di aggiungere, o levare alcuni min. secondi quando i giorni veri sono più lunghi, o più corti dei medj, per ridurre il tempo medio al vero.

P R O B L E M A 3.

*Trovare il punto di Cielo, ove è il Polo in un luogo dato.*

157. **Q**uesto Problema si espone ancora in questo modo. *Trovare l'Elevazione del Polo, o trovare la Latitudine Geografica di un luogo dato.* Si ponga il Quadrante Astronomico coi fili inerociati §. 92. nel piano del Meridiano, e si scelga una notte d'inverno che sia più lunga di 12 ore. Indi si scelga una stella poco lon-

*Tav. 6.* tana dal Polo, in questo non essendovene. Si pigli, per esempio, la  
*Fig. 4.* Stella Polare, che è lontana dal Polo 2 gradi. Sia, a c, il suo cer-  
*Tav. 1.* chio diurno, o in P sia il Polo Boreale. Gli archi Pa, Pc faranno di  
*Fig. 5.* due gradi. Restando il quadrante fermo nel piano del Meridiano POREZ,  
 si osservi sei ore in circa dopo il mezzodì la stella che passerà pel pun-  
 to, c, del Meridiano, aspettando che la stella sia nel centro dove si  
 incrociano i fili nel foco dell'oculare, e si noti la sua altezza meri-  
 diana cO; indi dopo 12 ore in circa si troverà la stella nel suo luo-  
 go più basso, a, e si noti la sua altezza meridiana aO. Si correggano  
 queste altezze dalla rifrazione §. 118, e sia la prima altezza  $51^{\circ}$  gra-  
 di, e la seconda  $47^{\circ}$ . La loro differenza, che è l'arco aPc sarà di  $4^{\circ}$   
 gradi. Si divida questa differenza per metà, e si aggiunga 2 gradi a  
 47, cioè si aggiunga l'arco aP all'arco aO, sarà l'arco OP l'altezza  
 cercata del Polo P uguale a  $49^{\circ}$  gradi nel luogo dato. La stessa altez-  
 za si avrà pigliando la metà della somma delle due altezze. Queste so-  
 no 51, e 47, che fanno 98, la di cui metà è 49.

## P R O B L E M A 4.

*Trovare l'altezza dell'Equatore in un dato luogo.*

*Tav. 1.* 158. **T**Rovata l'elevazione del Polo in un dato luogo si trova in  
*Fig. 5.* esso l'altezza dell'Equatore E dall'orizzonte OR, che si  
 avrà levando da 90 l'altezza del polo. Levando nell'esempio antece-  
 dente 49 da 90, il resto 41 sarà l'altezza dell'equatore; che ancora  
 si chiama *Colatitudine*. Si avrà lo stesso pigliando la distanza del Polo  
 P dal Zenith Z, essendo l'arco PZ uguale a 90 meno PO. Imperoc-  
 chè, gli angoli *ad verticem* Pxo, Rxp sono uguali; e perciò l'arco  
 PO è uguale all'arco Rp; ma gli archi OZ, pE essendo quadranti  
 sono uguali; dunque detratti PO, Rp uguali rimarrà PZ = ER; on-  
 de essendo ER l'altezza dell'Equatore Ee sull'orizzonte RO, sarà l'al-  
 tezza dell'Equatore uguale al complemento di latitudine sui gr. 90,  
 uguale alla distanza del Polo P dal Zenith Z. Come dovea ritrovarsi.

159. *Longitudine Geografica* di un luogo è la distanza di esso dal  
*Primo Meridiano*. Ogni punto in terra ha il suo Meridiano §. 37. Ma  
 i Geografi ad ogni grado dell'Equatore concepiscono un Meridiano che  
 passa per li poli del Mondo, e per lo Zenith del luogo. Onde saran-  
 no 360 Meridiani sul globo della terra. Tra questi Meridiani ne han-  
 no scelto uno che hanno chiamato *primo Meridiano* dal quale contano  
 la distanza di ciascun luogo della terra andando da Occidente in Orien-  
 te fino a 360 gradi di cerchio. Queste diverse distanze dal primo Me-  
 ridiano si chiamano *Longitudini Geografiche*. Questo primo Meridiano  
 sta ad arbitrio del Geografo il pigliarlo. Pitea, che era di Marsiglia,  
 riguardando l'Isola Tule, oggi Islanda, come l'ultima terra allora  
 nota

nota verso Occidente, ivi situò il primo Meridiano, e le Longitudini degli altri luoghi della terra le numerò da questa Isola. Furono chiamate *Longitudini* perchè andando da Occidente in Oriente la lunghezza dei paesi cogniti presso gli antichi era maggiore che da Settentrione a mezzodì; onde queste distanze diverse dal Polo furono dette *Latitudini*. Eratostene pose il primo Meridiano alle colonne d'Ercole verso lo stretto di Gibilterra. Marino di Tiro e Tolomeo lo posero nelle Isole Fortunate, dette ora Canarie, ma non determinarono in quale di esse. Lo stesso accadde tra gli Arabi. Jansson nelle sue 4 carte delle parti del Mondo pubblicate nel 1624, e Guglielmo Blaeu nel suo Atlante situarono il primo Meridiano nel Pico dell'Isola Teneriffa. Di questo si servono ancora attualmente gli Olandesi, ed è 18° gradi, e 52' primi all'Occidente di Parigi. Ludovico XIII Re di Francia con decreto del 1634 scelse per primo Meridiano quello che passa per l'Isola del ferro, che è la più occidentale delle canarie, ed è più occidentale di Parigi gradi 19°, 54'. Ma de l'Isle, e d'Anville nelle loro carte più accurate di tutte non curando i 6' fanno questo Meridiano in numero rotondo più all'Occidente di Parigi di 20°. Siccome le migliori carte, e Tavole Astronomiche sono quelle di Francia; così ancora noi ci serviremo del Meridiano del Ferro, o di quello di Parigi esteso per tutta la Francia che è 20° gradi più lontano di quello del Ferro verso l'Oriente.

## P R O B L E M A 5.

*Trovare la Longitudine Geografica di un luogo dato.*

160. **T**Ra molti metodi, che vi sono per trovare la Longitudine Geografica di un luogo dato, come sono l'Ecclissi della Luna, o del Sole, le Congiunzioni della luna colle stelle, la distanza da quella da queste, e le Ecclissi dei Satelliti di Giove scieglieremo questo come il più semplice, e più facile. Nel luogo di cui si cerca la Longitudine si osservi l'ora dell'immersione, o emersione dell'intima satellite di Giove dietro di esso; indi si guardi nelle Efemeridi calcolate al Meridiano di Parigi l'ora in cui ivi deve comparire l'Ecclissi, che sarà più tardi se il luogo dato è più orientale di Parigi, e la differenza del tempo si muti in gradi dell'Equatore §. 155, sarà questo arco la differenza dei Meridiani. Questa, aggiunta alla Longitudine di Parigi, che è noto essere di 20 gradi, se il luogo è più orientale, darà la Longitudine ricercata. Se il luogo è più occidentale di Parigi si dovrà sottrarre dalla Longitudine di questo. Per conoscere quando il luogo è più orientale di Parigi si guardi il tempo, se l'osservazione si è fatta più tardi a Parigi, che altrove sarà Parigi il luogo più orientale, se fu osservato più presto, Parigi sarà più occidentale; Perchè facendosi l'os-

servazione più tardi, è segno che in quel luogo il Mezzodì è accaduto più presto. Ad ogni ora corrisponde un arco di Equatore di  $15^\circ$  gradi §. 155. Nelle Astronomie compiute si trova già fatta la Tavola delle Longitudini, e Latitudini §. 157. Geografiche di molte Città del Mondo. Se l'altezza di Giove dall'Orizzonte è più  $60^\circ$  non vi è bisogno di correzione per la Rifrazione, se è più bassa, se gli dia la correzione conveniente §. 118.

161. Se si vuol sciegliere per trovare la Longitudine un' Ecclissi della Luna, siccome la penombra rende incerto il momento in cui entra, o esce la Luna dall'ombra della terra, così sogliono gli Astronomi osservare quando alcune macchie della Luna entrano nell'ombra della terra, locchè è più facile a distinguersi, e in questo modo si fanno più osservazioni per poter con più accuratezza determinare la Longitudine. Nei Planisferj Lunari ogni macchia ha il suo nome particolare. Si pigli per esempio l'Ecclissi della Luna degli 8 Agosto 1729. Cassini osservò, a Parigi l'immersione della Luna nell'ombra della terra ad ore 12, 19, 13", e l'emersione ad ore 13, 59, 0". In una delle Antille, detta l'Isola Barbados fu osservata l'Immersione ad ore 8, 11', e l'Emersione ad ore 9, 51'. Le differenze di queste due osservazioni sono 4 ore, 8', 13", e 4 ore, 8', 0". Si pigli il mezzo tra tutte due, sarà 4 ore, 8', 6", al qual tempo corrispondono §. 155. gradi  $62, 1\frac{1}{2}$ , che è più occidentale Barbados di Parigi, perchè si numerano meno di tempo, §. 160 che a Parigi; ed è Barbados  $42^\circ$  gr.  $1, \frac{1}{2}$  più occidentale §. 160. dell'Isola del Ferro. Onde per avere la Longitudine di Barbados, contandosi questa da Occidente, in Oriente, dovrà da 360 levarsi  $42^\circ, 1, \frac{1}{2}$  e sarà la Longitudine di Barbados  $317^\circ, 59, \frac{1}{2}$ . Per pigliare il mezzo delle due differenze la loro somma  $8^\circ, 16, 13"$  si divide per 2, il quoto  $4^\circ, 8, 6\frac{1}{2}"$  sarà il mezzo cercato. Se fossero tre differenze la loro somma si dividerà per 3. &c.

Tav. 9. Fig. 6. 162. Sia EQ l'Equatore, P, p i Poli, e il Meridiano primario sia PEpQ, i Meridiani di due luoghi della terra, a, c, siano Panp, Pcmp. Sia noto il Meridiano Panp, per esempio di Parigi, la di cui distanza, o Longitudine En dal primo Meridiano PEp è di  $20^\circ$  gradi. Le Latitudini dei due luoghi, a, c, o loro elevazione di Polo, o distanze dall'Equatore §. 47. saranno, an, cm, e queste si suppongono note. Nel triangolo Sferico aPc essendo note le latitudini, na, mc, saranno noti ancora i lati aP, cP che sono complementi a un retto. Sia nota ancora la distanza, a c, dei due luoghi, si renderà noto l'angolo P la di cui misura è l'arco, nm, e la differenza dei Meridiani; e perciò essendo anco noto En, longitudine di Parigi, si avrà, mnE Longitudine del luogo, m.

163. La Latitudine, e Longitudine Geografiche oltre molti usi che hanno nella Astronomia servono in Geografia per determinare il vero sito che occupano sulla terra le diverse Città, e luoghi; perchè determinano

nano la loro distanza dall'Equatore, e da un dato Meridiano. Così vedremo in appresso che le Latitudini, e Longitudini Astronomiche servono per situare in Cielo i Corpi celesti.

P R O B L E M A 6.

*Determinare se li Pianeti in Cielo descrivano una curva che sia nello stesso piano, e se questo sia un cerchio massimo.*

164. **S**I notino le stelle per le quali passa successivamente il Pianeta, e tenendo in mano un filo a piombo un poco discosto dall'occhio, e diretto alle stelle, si vedrà che queste sono tutte coperte dal filo; dunque le stelle, sono nello stesso piano; e perciò l'orbita del Pianeta è nello stesso piano, onde non è una curva di doppia curvatura, o che non abbia una curvatura costante. Di più essendo il filo, e le stelle nello stesso piano, e il filo a piombo dirigendosi sempre al centro della terra, l'orbita del Pianeta ancora passerà pel centro, o farà un cerchio massimo. Come dovea ritrovare.

P R O B L E M A 7.

*Determinare l'ora del passaggio del Sole, o dei corpi celesti pel Meridiano.*

165. **A**Llora si dice il Sole, o qualunque corpo celeste essere giunto al Meridiano quando cessa di salire, dall'Oriente sull'orizzonte, e comincia a scendere verso Occidente. Allora si dice che la stella *culmina*, e questo Fenomeno è la *Culminazione*. Due, o tre ore prima di mezzodì se è il Sole, o di mezza notte se è stella dirigendo il cannocchiale al Sole, o al suo limbo, e al centro della stella che deve cadere nell'incrociaménto dei fili si noti il tempo che nota l'orologio, e l'altezza della stella, o del Sole; e ciò si ripeta 3, e 4 volte prima di mezzodì. Quando si vede che l'altezza del Sole comincia a calare, e che perciò è dopo mezzodì, o mezza notte, si ponga il quadrante verso occidente alla stessa altezza dell'ultima osservazione, e si aspetti che il Sole, o la stella venga nel centro del cannocchiale, e si noti il tempo indicato dall'orologio. Lo stesso si faccia coll'altezza della penultima osservazione, dell'antepenultima etc. Il tempo di mezzo tra tutti questi osservati prima, e dopo mezzodì, o mezza notte sarà il tempo vero in cui è passata la stella, o il Sole pel Meridiano. Per esempio li 29 Settembre 1744 fu osservata l'altezza del limbo boreale del Sole, che nel cannocchiale sta di sotto; perchè fa gli oggetti a rovescio, di gradi 22°, mentre l'orologio a pendolo mostrava le ore 8, 19, 52 di mattina; indi si osservò l'altezza stessa del suo limbo boreale dopo  
mez.

mezzo giorno ad ore 3, 16', 18", o continuando, secondo il costume degli Astronomi, a contare le ore fino a 24, le ore 3, 16', 18" dopo mezzodì faranno le ore Astronomiche 15, 16', 18". Sommate queste colle prime, e la somma 23, 36', 10" divisa per 2 avremo l'ora vera mezzana 11, 48', 5" nella quale il Sole, o la stella è passata pel Meridiano dato.

166. Acciocchè sia più sicura l'operazione bisogna prendere varie altezze prima, e dopo mezzodì, o mezza notte e paragonarle insieme, e vedere se danno l'ora vera istessa; se vi è divario si pigli un'ora mezzana fra tutte. Non si ricerca in questa operazione che il quadrante sia ben graduato, basta che col filo a pendulo del quadrante si pigli la stessa altezza prima, e dopo mezzodì. Trattandosi dell'altezza meridiana delle Stelle il metodo è accurato perchè è lentissimo il loro moto proprio; ma nel Sole essendo sensibile, perchè ogni giorno fa verso occidente un'arco di 59', 8" ora più, ora meno §. 156; onde si scosta dall'Equatore, locchè si chiama *declinazione*, onde nasce che dopo mezzodì impiega più tempo ad essere alla stessa altezza; e perciò l'ora del Passaggio pel Meridiano trovata di sopra 11, 48', 5" precede l'ora vera del passaggio del Sole. Vero però è altresì che il massimo divario in declinazione è di 30" secondi §. 156. Ma per andare con tutta l'accuratezza quando si deve osservare il passaggio pel meridiano del Sole è più sicuro far l'osservazione nei Solstizj, cioè li 21 Giugno, e 22 Dicembre nei quali la differenza di declinazione può tralcurarsi. Può ancora per mezzo della Trigonometria sferica differenziale determinarsi questa differenza di declinazione in ogni tempo, ma tedioso ne è il calcolo. Si supplisce a questo, guardando la tavola della equazione delle altezze corrispondenti, che si trova nelle Astronomie.

167. Questo metodo finora esposto si chiama il *Metodo delle altezze corrispondenti* di sommo uso nell'Astronomia, ed è semplicissimo, e facile a porsi in pratica, ne è soggetto ad errore nello strumento, o alla rifrazione, o parallassi.

### P R O B L E M A 8.

*Tirare su un Piano orizzontale la linea Meridiana.*

168. **L**inea Meridiana si dice quella linea che sta nel piano del Meridiano del luogo dato. O, che è lo stesso, la linea Meridiana è l'intersezione del Meridiano di un luogo col suo orizzonte sensibile, e razionale. Varj sono i metodi di trovarla, noi esporremo i più semplici, e meno ad errore soggetti. 1. Sopra un piano liscio, e ben livellato, o orizzontale si planti uno stilo d'ottone, detto *Gnomone*, un poco conico con una piccola palla in punta, e alta due pollici, o più, e perpendicolare al piano. Vicino ad esso si ponga una

bussa.

bussola, e sia nota la declinazione dell'aco magnetico in quel giorno. Questa si ha, ponendo l'aco sopra una meridiana già tirata in modo, che la linea da Borea ad Ostro della bussola cada sulla meridiana tirata, si vedrà quanto da questa declina l'aco. Indi si segni sul piano la linea da Ostro a Borea della bussola ponendo uno stilo d'ottone nei buchi che sono all'estremità di questa linea. Dati questi due punti estremi si tiri sul piano la linea Meridiana. Questa si può verificare col metodo delle altezze corrispondenti, determinando l'ora dell'appulso del Sole al Meridiano, e guardando se in quel punto l'ombra dello stilo cade sulla meridiana tirata.

169. 2. Se non si sa esattamente la declinazione della calamita, si segni presso a poco sul piano la Meridiana coll'aco incalamitato, come sopra. Indi dal piede del Gnomone si facciano sul piano orizzontale varj cerchi concentrici, il più grande dei quali abbia il raggio così lungo che l'ombra dello stilo lo sorpassi un poco colla sua estremità tre ore prima di mezzodì. Si scelga per tirarla il giorno di uno dei Solstizj, per evitare l'errore della declinazione, o pure si corregga colla tavola. Tre ore prima di mezzodì si attenda quando l'ombra CB dello stilo MC tocca la periferia del cerchio più grande, e si noti <sup>Tav. 9.</sup> <sup>Fig. 7.</sup> quel punto, dopo mezz'ora si noti dove tocca la circonferenza del secondo cerchio; e così del terzo, o del quarto, accorciandosi sempre l'ombra. Altrettante ore dopo mezzo giorno si faccia lo stesso coll'ombra CA notando i punti toccati dall'ombra CA, che comincerà dal più piccolo, e anderà prolungandosi sino al cerchio maggiore. Questi punti non faranno nella stessa linea, come è posto in figura. Si bisecchi ciascuno di questi archi, e si tiri al piede C del gnomone, e per le bisezioni la linea CS, che passerà per tutte le bisezioni, se l'operazione è accurata, e sarà questa la Linea Meridiana senza altro esame. E' facile l'abbagliarsi in determinare quando la punta dell'ombra tocca la periferia, per la penombra prodotta dalla inflessione de' raggi. Si ripara in parte a questa colla palla in cima allo stilo; e coll'esser questa linea Meridiana non molto lunga. Ma se fosse di più piedi il deviamiento che sarebbe insensibile in mezzo piede, verrebbe sensibilissimo in avanti, per lo spazio angolare che sempre più diventa maggiore. In vece della palla sul Gnomone si piantino due Gnomoni vicini sulla Meridiana, e tra loro distanti quanta è la loro grossezza. Quando è il punto di mezzodì lo spazio lucido tra loro svanirà, un gnomone coprendo l'altro, perchè sono piantati sulla stessa meridiana, e così si evita ogni errore di rifrazione. Si veda ancora la celebre Gnomonica di fresco stampata a Parigi, dal P. Bedò Benedittino.

170. 3. Quando la linea Meridiana è di molti piedi, e perciò ogni piccolo divario al piede del Gnomone si rende sensibile nella distanza, allora essendo alto ancora il Gnomone, come per esempio un muro; la Meridiana si tira così. Alla cima del muro dalla parte di mezzogiorno.

giorno si fa una finestra lunga 2, o tre piedi, e larga  $1 \frac{1}{2}$  per esser sicuri, che a mezzo dì il Sole che nel Solstizio estivo è alto, e quello d'inverno è basso, entri coi suoi raggi nell'apertura. A paro della parte di sotto della finestra si pianta al muro una pietra nera, e quadrata di mezzo palmo, e che in mezzo ha un largo buco quadro in cui è incastrata una lamina d'ottone con un buco di 4 in 5 linee di diametro, e un poco bislungo. Questa pietra deve porsi esattamente orizzontale. Di mezzo giorno il raggio solare entrerà per questo buco, facendo l'immagine lucida del Sole più lunga che larga. Acciocchè bene si distingua, deve coprirsi la finestra con una porta ricurva acciocchè il Sole non entri nella camera altro che pel buco della lamina. Si pongono al buco due fili d'ottone incrociati ad angolo retto, e si cala dal centro di essi, o del buco un filo con un cono appuntato nell'estremità, che appena tocchi il pavimento, e si nota su un marmo posto orizzontale di sotto il punto ove lo tocca la punta del cono. Indi con una pertica si misura la lunghezza del filo, che sarà l'altezza del Gnomone, e il punto sul marmo si dirà *il suo centro*. Siano preparati varj marmi bianchi bislungi, per livellarli, e porsi alla direzione della meridiana, che si troverà così. Due o tre ore prima di mezzo giorno si noti sul pavimento livellato all'ingrosso la strada curvilinea che fa il limbo o superiore, o inferiore del buco. Dopo il mezzodì ad uguale distanza da esso si noti la curva che descrive sul piano per qualche tempo corrispondente. Indi con un lungo compasso posta una punta nel centro del Gnomone coll'altra si tagli, facendo un'arco la curva segnata prima, e dopo il mezzo giorno. Lo stesso si faccia con diverse aperture di compasso. Indi si divida in due parti uguali ciascuno arco di cerchio tra le intersezioni, la linea Meridiana passerà per queste divisioni. Onde steso un grosso filo appoggiato al pavimento per li punti di divisione si segni in terra il punto, ove termina la Meridiana. Avendo questi due punti, cioè questo, e il centro del Gnomone, piantati in essi due stili, ligando a questi il grosso filo alto da terra quanta è la grossezza dei marmi sui quali deve segnarsi la Meridiana, potranno sotto di essa livellarli i marmi, e porsi nella direzione della meridiana, fermandosi questi con un beverone di gesso. Questa operazione è più sicuro farla nei Solstizj come più sicura, e il Solstizio d'inverno è meglio che quello di estate; perchè il raggio solare determinerà la massima lunghezza della Meridiana, essendo allora il Sole più basso di tutto l'anno.

171. 4. Si può ancora tirare, o verificare la Meridiana col metodo delle *Altezze corrispondenti* §. 165. 166. 167. Determinando per 3, o 4 giorni prima del Solstizio d'inverno il tempo in cui il limbo del Sole arriva al Meridiano. Quando si è sicuri che l'orologio, rettificato in questo modo, camini con moto equabile il giorno appresso calato un filo a piombo, ove il raggio del Sole entra nella camera si alpet-

aspetti l'ora trovata del mezzodì nei giorni antecedenti, e allora si notino sul pavimento varj punti sull'ombra del filo. Per questi, e pel centro del Gnomone passerà la Meridiana cercata. Siccome il Sole sempre sale in altezza, indi scende dopo passato pel Meridiano; Così potrebbe osservarsi quando l'altezza del Sole comincia a diminuire, il momento prima un filo teso al raggio solare; cosicchè la sua ombra divida per mezzo lo spettro solare, colla sua ombra ne darebbe sul pavimento la Meridiana. Questo momento potrebbe determinarsi esattamente coll'orologio rettificato per le altezze corrispondenti.

172. 5. Si può ancora con una sola osservazione tirar la Meridiana. Se negli Equinozj, li 21 di Marzo, o li 22 Settembre, che è meglio, essendo l'aria più pura, piantato uno stilo su un piano orizzontale, descrivendo il Sole in quel giorno l'Equatore, l'ombra dello stilo sarà sempre sull'Equatore; cioè sulla linea che va da Oriente in Occidente. Segnata dunque l'ombra dello stilo in qualunque ora del giorno dell'Equinozio, che già si trova calcolato, nelle Efemeridi che escono ogni anno dei corpi celesti in Parigi, e a Bologna per 10 anni anticipati; questa linea dell'ombra andrà al vero punto d'Oriente e Occidente; onde tirando dal suo mezzo ove è lo stilo una linea ad essa perpendicolare sarà questa la Meridiana cercata.

173. Ho a lungo descritto i metodi di tirare la linea meridiana per gli usi quasi infiniti che ha nell'Astronomia, per determinare il Mezzodì; per stabilire il momento che il Sole, i Pianeti, le Stelle passano pel Meridiano; per situare il quadrante, e il Telescopio §. 96. nel piano del Meridiano; e per formare, dopo aver determinata la Latitudine del luogo, un'accurata idea della positura diversa dei corpi celesti. Il Gnomone fu forse il primo strumento degli antichi, e con esso trovarono la altezza Meridiana del Sole, e l'obliquità dell'Ecclitica, essendo nei Solstizj minima l'ombra del Gnomone. Quindi celebre fu il Gnomone di Achaz nella S. Scrittura che mostrava ancora le ore, i Gnomoni dei Caldei, di Pitea a Marsiglia, di Eratostene, e quell'Obelisco fatto a Roma da Manlio, attualmente ancora esistente in Campo Marzo, benchè trovato più anni fa spezzato. La sua altezza è di piedi Romani 116, e  $\frac{3}{4}$ , e al dir di Plinio mostrava le ore. Sopra di esso fece un'opera in foglio stampata a Roma nel 1750 Monsignor Bandini col titolo; *L'Obelisco di Cesare Augusto*. Celebri ancora furono i Gnomoni presso i Cinesi. Cocheoun-King ne fece uno a Pechino verso l'anno 1278 di piedi 40. Ulug-Beig verso il 1430 si servì a Samarkand di un gnomone alto 165 piedi. Paolo Toscanella che morì nel 1482 ne fece uno a Firenze di 277  $\frac{1}{2}$  piedi d'altezza, che l'Abbate Ximenes ha ristabilito, e descritto nell'opera in 4.º col titolo *del vecchio, e nuovo Gnomone Fiorentino*. Firenze nel 1757. Gassendi nel Collegio dell'Oratorio di Marsiglia ne fece uno nel 1636 di piedi 51, e 8 pollici, e 4 linee. Ignazio Dante Dominicano costruì nel 1575 nel-

la Chiesa di S. Petronio a Bologna un Gnomone alto 67 piedi, che Giandomenico Cassini ristabilì nel 1655, indi nel 1695 facendolo alto 83 piedi e 1. Questa è la più celebre Meridiana di tutte per lo gran numero di osservazioni fatte in essa. Fu descritto colle Osservazioni da Cassini, e Eustachio Manfredi. Picard nel 1669 cominciò la Meridiana nell' Osservatorio Reale di Parigi il di cui Gnomone è alto 31 piedi e che Cassini poi dopo ha rifatto. La Meridiana di S. Sulpicio a Parigi fu cominciata nel 1727 da Sully Orologiajo, e Monnier l'ha fatta in grande nel 1743. Varie obiezioni fa de la Lande nelle Memorie del 1762 contro i risultati delle Osservazioni. La Meridiana nella Chiesa della Certosa di Roma alle Terme di Diocleziano la più ornata di tutte, che ha due Gnomoni uno a Mezzodì alto piedi 62  $\frac{1}{2}$ , l'altro a Settentrione alto piedi 75. fatta da Monsignor Bianchini nel 1701 a tempo di Clemente XI, che descrive il Prelato nel Libro in foglio *de Calendario, et Cyclo Caesaris* in dissertazione a parte col titolo *de nummo & Gnomone Clementino*, stampato a Roma nel 1703. Parte di tutti questi Gnomoni sono colonne, o Obelischi, e parte muri con la finestra in cima descritta §. 170, come sono le ultime Meridiane.

174. Alcuni hanno creduto che la linea meridiana fosse a lungo andare mutabile. Diede a ciò occasione Picard che nel 1671 essendo andato all' Isola Uenna di Ticone trovò che la Meridiana tirata da Ticone si scostava dalla vera 18' minuti. Ma questo deve risolversi nella imperfezione degli istromenti di Ticone; perchè Cassini la sua Meridiana tirata a Bologna nel 1655, non la trovò affatto mutata nel 1695, cioè 40 anni dopo; e Cazelle nel 1693 visitando la gran piramide, quadrangolare che sola resta in Egitto, di tante altre ivi fabbricate, trovò che i quattro suoi lati erano esattamente rivolti ai 4 punti cardinali, come fu da prima fabbricata. Dunque in 3000 anni di tempo niente si è mutata la direzione delle 4 parti del Mondo.

### P R O B L E M A 9.

*Determinare le altezze del Sole, o delle Stelle dall' Orizzonte.*

175. **A**ltezza di una stella si dice l'arco di un cerchio verticale §. 37 tra la stella e l'Orizzonte. Si dirigga il quadrante al Sole, o alla stella, cosicchè venga nel centro del cannocchiale; si noti l'arco del quadrante tra l'estremità più lontana del quadrante, e il filo a pendolo, farà questo l'Altezza cercata. Se si vuole l'altezza meridiana di una stella si deve prima porre il quadrante nel piano del Meridiano. Se si piglia l'altezza del Sole, e dei Pianeti deve correggerli colla differenza dell'errore della rifrazione, e della Parallassi, §. 121. 117. n.º. 6. perchè il raggio della terra, e molto più quello della sua orbita ha una ragione sensibile alla distanza dal Sole. Non così accade nelle Stelle. Si deve  
anco-

ancora correggere l'Inclinazione dell'Orizzonte §. 114 trattandosi del Sole, e dei Pianeti.

P R O B L E M A 10.

*Trovare la positura, o l'Obliquità dell'Ecclittica.*

176. **L'**Ecclittica è quella curva che comparisce esser descritta dal Sole intorno la terra nello spazio di un'anno. Questa linea §. 42. 43, e segu. è obliqua nel Cielo rispetto all'Equatore, e lo taglia, facendo con esso un'angolo di  $23^{\circ}$  gradi,  $28'$   $19''$  sul principio del 1750; onde nel 1778 corrente sarà di  $23^{\circ}$ ,  $28'$ ,  $18''$ , dando di abbassamento come fa de la Caille, per la variazione  $44''$  per secolo; o  $26'' \frac{1}{2}$  per anno.

177. Il metodo per trovare in qualunque tempo l'obliquità dell'Ecclittica è di osservare l'altezza meridiana del centro del Sole nel giorno del Solstizio. L'Arco della differenza tra questa altezza Meridiana, e l'altezza dell'Equatore Probl. 4 §. 158. è l'arco che indica l'obliquità dell'Ecclittica. Si può ancora ritrovare l'obliquità dell'Ecclittica osservando l'altezza meridiana del centro del Sole nei due Tropici, da queste due Osservazioni si ricava la distanza tra un Tropico e l'altro. Questa distanza si divide per 2, la metà sarà l'obliquità dell'Ecclittica.

178. Per dimostrare il primo metodo sia BA l'asse del Mondo. BR<sup>Tav. 1.</sup> la sua elevazione nel luogo dato. EaGgF il Tropico di Cancro.  $\text{AEQ}$ <sup>Fig. 7.</sup> sia l'Equatore, ed  $\text{EH}$  la sua altezza dall'orizzonte. Sia EVOD l'Ecclittica, sarà  $\text{EE}$  l'arco di declinazione dell'Ecclittica dall'Equatore, e perciò la sua Obliquità, e l'angolo  $\text{EOE}$  sarà quello dell'Obliquità, o massima declinazione, e il punto E sarà il Solstizio di Cancro. Essendo  $\text{EH}$  l'altezza meridiana del Sole quando è nel Solstizio E, e perciò maggiore di  $\text{EH}$  altezza dell'Equatore, se questa si leva da quella rimarrà  $\text{EE}$  la declinazione massima del Sole dall'Equatore, o l'Obliquità dell'Ecclittica; e perciò ancora  $\text{EOE}$  sarà l'angolo dell'obliquità che si misura sul meridiano BEH. Come dovea dimostrarsi.

179. Per dimostrare il secondo metodo si misuri l'altezza meridiana del Sole nel Solstizio del Cancro, che è l'arco EH, e l'altezza meridiana del Sole quando è nel Solstizio di Capricorno, che è I; levata questa da quella rimarrà EI distanza dei Tropici, la di cui metà  $\text{EE}$  sarà l'arco dell'obliquità, come dovea dimostrarsi. Per portare un'ese-  
mpio di questo metodo. Fu osservata al Capo di buona speranza nel 1751 da la Caille l'altezza vera meridiana del Sole nel Solstizio di Capricorno di  $79^{\circ}$ ,  $33'$ ,  $3''$ , e l'anno 1752 dallo stesso a Parigi l'altezza vera meridiana del Sole nel Solstizio di Cancro di  $32^{\circ}$ ,  $36'$ ,  $31''$ . La differenza di queste due altezze è  $46^{\circ}$ .  $56'$ . La di cui metà  $23^{\circ}$ ,  $28'$ ,

16" è l'Obliquità dell'Ecclittica. Ma questa altezza nel fine del 1751 si deve diminuire di  $4' \frac{1}{2}$ ; e perciò l'obliquità si deve accrescere di questi secondi; onde l'Obliquità media nel 1652 era di  $23^{\circ}, 28', 10 \frac{1}{2}$  §. 175.

180. È fuori d'ogni dubbio al presente che l'obliquità dell'Ecclittica è variabile. Nasce questa diminuzione dalle diverse attrazioni dei Pianeti, come vedremo a suo luogo. Duemila anni fa era  $24^{\circ}$ . Le Osservazioni costanti fatte dal Cassini nella Meridiana di S. Petronio a Bologna la fanno nel secolo passato del 1668; di  $23^{\circ}, 28', 54''$ . Colla stessa Meridiana rettificata, con un numero grande di osservazioni fatte dal 1731 al 1734 la stabiliscono nel fine del 1733 di  $23^{\circ}, 28', 29''$ , e nel 1752 si trova di  $23^{\circ}, 28', 20'' \frac{1}{2}$ . Onde è fuori d'ogni dubbio, che l'Obliquità dell'Ecclittica va sempre diminuendosi. Onde in un'anno cala  $29''$  in circa; secondo queste Osservazioni. Vedi anche §. 176. Questa continua diminuzione è costante, e diverse da quella, che produce la mutazione dell'asse della terra, la quale è periodica §. 256. è per 9 anni e mezzo cresce, indi per altrettanto diminuisce.

### P R O B L E M A II.

*Trovare la declinazione del Sole, e delle stelle.*

181. **L**A declinazione di un'Astro vuol dire la distanza di un'Astro dall'Equatore, che viene misurata da un'arco di cerchio massimo, che passa pel Polo del Mondo, e per l'astro, ed è perpendicolare all'Equatore, come è un'arco di Meridiano.

*Tav. 8. Fig. 9.* 182. Siano AB i Poli del Mondo, OR sia l'Orizzonte, EQ sia l'Equatore. C sia una stella, la di cui declinazione, o l'arco CE deve trovarsi. D sia un'altra stella della quale si cerca la declinazione ED. Si trovi l'Altezza Meridiana di C, o di D, e detratta la rifrazione, o se si tratta del Sole anco la parallassi si paragoni coll'altezza dell'Equatore EO, §. 158. Se l'altezza meridiana della Stella, come CO, è maggiore di quella dell'Equatore EO, si sottragga questa da quella, cioè l'arco OE dall'arco OC, farà EG la declinazione della Stella C, che si chiama *declinazione Boreale* perchè è nell'emisfero Boreale EBQ. Se l'altezza della Stella, come DO è minore di quella dell'Equatore EO, da questa si sottragga DO, resterà DE per la declinazione della stella D, che si chiama *declinazione Australe*, perchè la stella sta nell'Emisfero Australe.

P R O B L E M A 12.

*Data l'Obliquità dell' Ecclittica, trovare la declinazione di ciascuno dei suoi punti.*

183. **S**ia ACQ l'Equatore, LCE l' Ecclittica, PSD il cerchio che <sup>Tav. 9.</sup> <sup>Fig. 9.</sup> misura la declinazione del punto S dall' Ecclittica LCSE; che passa pel Polo P dell' Equatore ACQ; ed è ad esso perpendicolare. Deve trovarsi la declinazione SD del punto S dell' Ecclittica. Nel triangolo CSD rettangolo in D, è noto l'angolo retto D, e l'angolo C dell' obliquità dell' Ecclittica, ed è noto il lato CS, cioè la distanza del punto S dell' Ecclittica dal primo grado d' Ariete che è in C, ove l' Ecclittica taglia l' Equatore. Per trovare la declinazione SD si faccia questa proporzione. Seno D : CS :: Seno C : DS. Si avrà la declinazione DS del punto S. Ciò potendosi fare per ogni altro grado del quadrante, e da questo potendosi ricavare la declinazione uguale che hanno i punti degli altri tre quadranti del cerchio, si avrà la *Tavola delle declinazioni di ciascun punto dell' Ecclittica*, che si trova già fatta nelle *Tavole Astronomiche*.

184. Essendo in C il segno d' Ariete, perchè ivi è l' intersezione dell' Ecclittica coll' Equatore, e da quel punto pigliando gli astronomi il principio del moto proprio del Sole, e dei Pianeti, la distanza, SC del punto S dal punto C, l' hanno chiamata *Longitudine*. Quindi la *Longitudine* di qualunque altro punto fuori dell' Ecclittica, o sia la *Longitudine delle Stelle, e dei Pianeti* è l' arco dell' Ecclittica compreso tra Ariete C, e l' arco che passa pel centro dell' Astro, ed è perpendicolare all' Ecclittica. Sia l' Astro a, di cui cerco la Longitudine, si tiri l' arco, gan, che passi per l' Astro a, e sia perpendicolare in, n, all' Ecclittica CSE, questo mi limiterà l' arco dell' Ecclittica Cn, che sarà la *Longitudine* dell' Astro, a, e l' arco, an, si chiama la *Latitudine della Stella*, o la sua distanza dall' Ecclittica. La Longitudine si misura andando secondo l' ordine dei segni sino a 360 gradi.

185. L' arco CD dell' Equatore compreso tra Ariete C, e la declinazione SD, si chiama *Ascensione retta* del punto S dell' Ecclittica; perchè il punto D dell' Equatore nasce col punto S dell' Ecclittica nel moto diurno della sfera retta. Se questo punto tramonta col punto D dell' Equatore, si chiama *Discesa retta*. Se questi due punti nascono, o tramontano insieme nella Sfera obliqua si dicono *Ascensione, o Discesa obliqua*. L' Ascensione retta degli altri punti della sfera, o sia l' *Ascensione retta degli Astri*, per esempio l' Ascensione retta dell' Astro, a, sarà l' arco Cm dell' Equatore che comincia da Ariete C, ed è limitato in, m, dal cerchio massimo, maP che passa per l' Astro, a, ed è perpendicolare all' Equatore in, m; onde dell' Astro, a, la *Declinazione* sarà,

farà, am, l'Ascensione retta mC, la Longitudine Cu, la Latitudine an. Anco l'Ascensione retta si conta da Ariete, che è il primo grado, andando secondo l'ordine dei segni fino a 360.

### P R O B L E M A 13.

*Data l'obliquità dell' Ecclittica trovare l'Ascensione retta del Sole, e di tutti i punti dell' Ecclittica.*

*Tav. 9. Fig. 9.* 186. **N**EL Triangolo rettangolo SCD sono noti gli angoli D, C §. 183, e la Longitudine CS §. 184 si cerca CD la di cui estremità D è l'Ascensione retta del punto S, o di qualsiasi altro dove attualmente si trova il Sole. Per trovare CD si faccia questa proporzione. Coseno C: Sottangente :: Cotangente CS: Cotang. CD. Con questo metodo è formata la Tavola delle Ascensioni rette dei punti dell' Ecclittica, che si trova nelle Tavole Astronomiche.

### P R O B L E M A 14.

*Trovare l'Ascensione retta degli Astri.*

187. **S**I offervi l'altezza Meridiana del Sole §. 165, da cui si ricavi la Declinazione §. 175, e l'Ascensione retta §. 186. Quando il centro del Sole sta nel Meridiano si noti l'ora che indica l'orologio, o più, o meno; o pure si ponga l'orologio all'ora 12, che indica il mezzodì. La notte appresso si offervi l'altezza Meridiana dell'Astro, di cui si cerca l'Ascensione retta, e si noti l'ora in cui giunge al Meridiano. Se l'orologio non si è corretto e indicava più di 12 nella prima osservazione, si sottragga la differenza da questa ora, se notava meno si aggiunga. Il tempo di questa ultima osservazione si muti in gradi §. 155, e questi si aggiungano all'Ascensione retta trovata del Sole. Se la somma è minore di 360 gradi, sarà l'Ascensione retta dell'Astro; se è maggiore se ne levi 360, e la differenza sarà l'Ascensione retta. Così si trova l'Ascensione retta di qualunque Astro, sia Stella, o Pianeta, paragonandolo coll'Ascensione retta del Sole §. 185.

*Tav. 9. Fig. 10.* 188. Dunque se EQ sia una porzione d'Equatore, ZM il Meridiano, le Stelle A, B che passano pel Meridiano col punto M dell'Equatore EQ hanno la loro Ascensione retta notata col punto M. Se questo punto M d'Equatore passasse pel Meridiano un'ora più tardi del punto Equinoziale, o della prima stella d'Ariete si dirà che le Stelle A, B hanno, rispetto a quella d'Ariete un'ora, o 15 gradi d'Ascensione retta. Se passerà il punto M due ore più tardi d'Ariete, avranno le Stelle A, B due ore, o 30 gradi d'Ascensione retta &c.

P R O.

P R O B L E M A 15.

*Trovare la Latitudine, e Longitudine degli Astri.*

189. **L**A *Latitudine* di una stella è l'arco di cerchio massimo che passa pel centro della stella, ed è perpendicolare all' Ecclittica, e perciò passa pel Polo suo, e misura la distanza dell' Astro dall' Ecclittica, come un' arco consimile perpendicolare all' Equatore misura §. 181. la *Declinazione*. *Longitudine* di una stella è l'arco dell' Ecclittica, limitato dal primo grado di Ariete, e da un cerchio massimo, che passa per l' Astro, e il Polo dell' Ecclittica, ed è ad essa perpendicolare. Si chiama *longitudine*, perchè dal primo grado d' Ariete andando verso il Toro si comincia a numerare il moto annuo del Sole, e Periodico dei Pianeti.

190. Sia AQ l' Equatore, EL l' Ecclittica, la Stella di cui si cerca <sup>Tav. 9.</sup> la *Latitudine* sia S. Si tiri l' arco ISD perpendicolare all' Ecclittica in <sup>Fig. 11</sup> D, sarà SD la *Latitudine* della stella S, che si cerca, e il punto I sarà il Polo dell' Ecclittica §. 45. 63. Si tiri l' arco PGC che passa pel Polo dell' Ecclittica I §. 63, e per la stella S, e sia perpendicolare all' Ecclittica in D; sarà CGD la *Longitudine* della Stella S. Se dal Polo P del Mondo si tiri l' arco PSH che passi per la Stella S, sarà perpendicolare all' Equatore §. 63 in H, e sarà SGH la *Declinazione* della Stella S.

191. Posti gli antecedenti preliminari per trovare la *Latitudine* DS, si consideri che nel Triangolo HGC è noto l'angolo H, che è retto, l'angolo C dell' obliquità dell' Ecclittica, e il lato HC, che è complemento al semicerchio della Ascensione retta della Stella S; onde per la Trigonometria sferica si avrà l'arco HG. Dalla declinazione SGH nota della Stella S si tolga GH sarà noto l'arco SG. Per mezzo dello stesso triangolo HGC si trovi in esso l'angolo HGC, e l' Ipotenusa GG, si avrà noto nel secondo triangolo SDG, oltre il lato SG, ancora l'angolo SGD, e l'angolo D, che è retto. Onde avremo la seguente Analogia. Ang. D: SG :: G: DS che è la *Latitudine* cercata.

192. Per trovare la *Longitudine* CGD della Stella S nel triangolo DSG, essendo già noti gli angoli D; G, e il lato DS si trovi per la Trigon. Sferica il lato DG. Questo si aggiunga all' Ipotenusa trovata GC avremo nota la *Longitudine* CGD della Stella S.

193. Se è nota la *Declinazione* dell' Astro §. 181, e la sua *Ascen-* <sup>Tav. 9.</sup> *sione* <sup>Fig. 12</sup> retta §. 187. si può trovare col calcolo la *Latitudine*, e *Longitudine* di esso per mezzo di facili Analogie. Dovendo in queste adoprare i *Seni* degli angoli è meglio in vece dell' *Ascensione* retta pigliare la distanza dell' Astro dal più prossimo Equinozio; cioè se l' *Ascensione* retta passa i 90° gradi si piglia il suo supplemento a 180°; se   
passa

passa i  $180^\circ$ , si leveranno questi dal numero maggiore, e si piglierà il resto. Se sorpassa i  $270^\circ$ ; si dettranno da  $360^\circ$ , e si piglierà il resto.

194. Sia dunque CA la distanza dal prossimo Equinozio E, minore di  $90^\circ$ , AS sia la declinazione dell'Astro S, EG sia l'Ecclittica, EA l'Equatore, SB sia la *Latitudine* cercata, EB la sua *Longitudine*. Si concepisca un grande arco ES dall'Equinozio E alla Stella S, per fare il triangolo SEA rettangolo in A colla Ascensione retta EA, e la declinazione AS. Sia l'altro triangolo SBE rettangolo in B colla *Longitudine* EB, e *Latitudine* SB, che si cercano. Si risolverà prima il triangolo SEA, in cui dato l'angolo S, e i lati EA, AS si troverà l'angolo SEA; e l'Ipotenusa SE. Per mezzo dell'angolo SEA, e dell'angolo BEA obliquità dell'Ecclittica si ricaverà l'angolo SEB, che sarà la loro differenza se i punti S, B sono tutti due sopra, o sotto l'Equatore, o sarà la loro somma se l'Astro è al Nord e il punto B, a mezzodì. Nel triangolo adunque SEB saranno noti l'angolo B, ed SEB, e il lato SE, e perciò si renderanno noti la *Latitudine* SB, e la *Longitudine* EB. Per trovare l'Angolo SEA si faccia. Il Raggio: Seno AE :: Cotangente SA : Cotang. dell'angolo SEA. Per trovar l'Ipotenusa SE si faccia. Il Raggio: Cos. AE :: Cos. SA Cos. SE. Per trovar la *Longitudine* si faccia. Il Raggio: Cos. Ang. SEB :: Tang. SE : Tang. della *Longitudine* EB. Per trovare la *Latitudine* si faccia. Il Raggio: Seno SE :: Seno dell'Ang. SEB : Seno della *Latitudine* SB. Per avere l'angolo SEB si piglierà la somma di SEA, AEB, se l'Astro è nei sei Segni Boreali, colla declinazione Australe, o è nei Segni Australi colla declinazione Boreale. In ogni altro caso si piglia la differenza degli angoli SEA, AEB.

195. I metodi finora esposti per trovare La *Latitudine*, e *Longitudine* degli Astri hanno luogo nelle Stelle fisse, dove, come abbiamo veduto §. 123. e seg. non è considerabile la Parallaxi annua; e molto meno la Parallaxi comune §. 119, che si può dire ancora *diurna*, riguardo alla distanza dell'osservatore dal centro della terra. Ma riguardo al Sole, e ai Pianeti la Parallaxi annua è sensibile, perchè il raggio dell'orbita dalla terra descritta intorno al Sole ha una ragione sensibile alla distanza del Sole, o dei Pianeti da terra, eccettuati Giove, e Saturno nei quali la Parallaxi è così piccola che può trascurarsi. Quindi altra è la *Longitudine*, e *Latitudine* dei Pianeti visti dalla terra, ed altra quella degli stessi veduti dal Sole. La prima *Longitudine*, o *Latitudine* riguardo alla terra, si chiama *Geocentrica*, la seconda rispetto al Sole si dice *Eliocentrica*. Nel Probl. 15. §. 189. abbiamo insegnato di trovare la *Longitudine* e *Latitudine* *Geocentrica* degli Astri; quei metodi servono nelle stelle fisse, nelle quali la *Longitudine*, e *Latitudine* *Geocentriche* sono lo stesso che le *Eliocentriche*. Gli stessi metodi possono ancora applicarsi al Sole non solo perchè, rispet-

to

to ad esso la parallassi annua è di 9" secondi, e perciò piccola per lo più; ma ancora perchè è lo stesso vedere il moto della terra dal Sole, che il moto del Sole dalla terra. Imperocchè sebbene la terra si allontani, col moto annuo, di continuo dal primo grado d'Ariete, e così comparisca di fare ancora il Sole nei segni opposti, ciò non ostante la terra è sempre lontana dal Sole sei segni dell'Ecclittica; onde tanto è che la terra giri intorno al Sole, e si discosti da Ariete, o che il Sole comparisca girare intorno la terra, e girare nei segni opposti a quella della terra.

196. Non però così accade nei Pianeti, onde in essi la Longitudine, e Latitudine Geocentrica sono diverse dall'Eliocentrica. Lungo sarebbe il voler esporre tutto ciò che si richiede per determinare le Longitudini, e Latitudini Eliocentriche dei Pianeti, che dipendono dalla diversa distanza dei Pianeti dalla terra, e dal Sole. Inoltre nell'Esemeridi che ogni anno escono a Parigi, e in quelle che di 10, in 10 anni si stampano a Bologna vi è giorno per giorno notata la Longitudine, e Latitudine media §. 134, e segu. di ciascun Pianeta. Quello che possiamo osservare si è che quando il Pianeta sta nei Nodi §. 49, e perciò nell'Ecclittica non ha alcuna Latitudine; e quando è lontano 90 gradi dai Nodi della sua orbita, allora ha la sua massima latitudine. Inoltre se il Pianeta, il Sole, e la Terra sono in una linea retta; cioè in opposizione col Sole, se sono pianeti superiori, o di là dall'orbita della terra, o in Congiunzione col Sole se sono pianeti inferiori, cioè posti tra il Sole e la Terra, allora la Longitudine e Latitudine Geocentrica, ed Eliocentrica sono le stesse.

197. Si può determinare *La Longitudine, e Latitudine Eliocentrica* nel modo seguente, che però in Giove, e Saturno è soggetto a qualche errore per le disuguaglianze che nascono dalle Attrazioni sensibili tra di loro. Sia T il luogo della Terra nella sua orbita TER, sia S il Sole, e sia STM la misura della differenza osservata tra la Longitudine del Sole, e quella del Pianeta M veduto dalla terra T. Terminata l'intera sua rivoluzione ritornerà il Pianeta nel luogo M. In questo punto essendo il Pianeta M si trovi la terra in R, si osservi l'angolo MRS. Dalla teoria della terra, che suppongo già cognita è noto l'angolo TRS, e i lati ST, SR, dunque si faranno noti gli angoli STR, SRT, e il lato TR. Perciò nel Triangolo TMR si ha il lato TR, e gli angoli MTR, MRT, e quindi i lati MT, MR. Finalmente nel triangolo MST, sono già noti i lati MT, TS, e l'angolo da esser compreso MTS, con questi si rende nota SM, che si chiama *distanza curtata* del Sole dal Pianeta nel punto M, e l'angolo TSM, che dà la differenza tra la Longitudine della terra  $\angle VST$ , e la Longitudine,  $\angle VSM$  del Pianeta veduto dal Sole; o la Longitudine Eliocentrica. Per trovare la Latitudine Eliocentrica, o veduta dal Sole del Pianeta si faccia questa proporzione. Come il Seno dell'angolo MTS, al seno dell'angolo TSM; così

così la Tangente della Latitudine del Pianeta M osservato dalla terra T, o della Latitudine Geocentrica, alla Tangente della Latitudine Eliocentrica. Con un metodo consimile si troverà *la vera distanza del Pianeta M dal Sole* facendo. Come il Coseno della Latitudine Eliocentrica del Pianeta, è al Seno tutto; così la distanza curtata SM del Pianeta, alla sua vera distanza dal Sole. Questo metodo spedito è abbastanza accurato in tutti i Pianeti, se si eccettuano, come abbiamo detto Giove, e Saturno nei quali è soggetto a qualche errore; per l'azione della vicendevole loro forza attraente.

198. I Problemi finora esposti sono i fondamentali dell'Astronomia per stabilire alcuni punti fissi in Cielo, per mezzo dei quali si determinano le distanze, e il sito che hanno in Cielo le stelle, e i Pianeti, e il loro moto vero, o apparente. Quantunque le stelle stesse abbiano il moto proprio, come i Pianeti da Occidente in Oriente; e perciò mutino di continuo la Longitudine §. 189, ciò non ostante essendo un moto lentissimo di  $1^{\circ}, 23', 54''$  per secolo, o di un grado in 72 anni, perciò si pigliano nel determinare il moto, e il sito degli altri corpi celesti, come tanti punti immobili nel Cielo. Ma siccome col lungo andare degli anni si rende sensibile questo moto proprio delle Stelle da Occidente in Oriente; di modo che ora la prima stella d'Ariete si trova nel primo grado di Toro, e dopo 25920 anni avrà finito il giro di tutta l'Ecclittica, e farà di nuovo al primo suo sito nel Cielo; così sopra il Cielo stellato ne concepiscono gli Astronomi un'altro fisso, che chiamano il *primo Mobile* nel quale sempre il segno d'Ariete corrisponde allo stesso sito; quantunque gli Equinozi, o le Costellazioni di Primavera, e di Autunno, cioè d'Ariete, e Libra si trovano presentemente in Toro, e in Scorpione, cioè un segno più lontano dalla prima costituzione del Mondo. Quindi questa mutazione delle Stelle nel Cielo si chiama *Precessione degli Equinozi*, come vedremo a suo luogo. Onde si può concludere che realmente nel Cielo non vi è alcun punto fisso, ed immobile. I Problemi che vengono in appresso serviranno a determinare le Parallassi orizzontali, e Diametri dei Pianeti, le Distanze dei corpi celesti tra di loro, e dal Sole, e la Terra, le loro Orbite intorno al Sole, il Tempo che impiegano a descriverle, i varj moti finora osservati, e il loro ordine, e disposizione nel Cielo, che si chiama *Sistema del Mondo*. Tutto questo ne farà strada per determinare nel Capo 5 le cause meccaniche dei moti diversi dei corpi celesti.

P R O B L E M A 16.

*Determinare la Parallassi Orizzontale del Sole, dei Pianeti, e delle Stelle.*

199. **L**A Parallassi, o semplice, o annua, come abbiamo veduto §. 119, e segu. è la diversità d'aspetto di un corpo celeste veduto dalla superficie della terra, o dal centro, o da varj punti della sua orbita. Il raggio della terra non essendo sensibile rispetto alle distanze delle stelle fisse, e alle distanze di Giove, e Saturno, quindi è che non si computa la Parallassi relativamente alle Stelle, e a Giove e Saturno. Non così però accade del Sole, di Venere, e di Marte; le parallassi dei quali non possono trascurarsi.

200. Per determinare la Parallassi del Sole e dei Pianeti si scelgano due luoghi della terra, presso a poco sotto lo stesso Meridiano, e lontani più che si può. La loro distanza non sia minore di 89°. gradi. Tav. 10. Fig. 1. Siano questi due luoghi O, D. L' Osservatore in O guardi una stella H che sta nel suo Orizzonte; il secondo essendo in D, lontano dal primo quasi 90 gradi, l' osserverà nel Zenit H. L' angolo OHT sarà la Parallassi del Sole, o del Pianeta. Ma essendo dalla costruzione OH, TE parallele, l' angolo OHT sarà uguale all' angolo HTE, che è il complemento dell'angolo DO, o della distanza dei due Osservatori, o della differenza delle loro Latitudini, che si suppongano note; o possono facilmente trovarsi §. 157.

201. Questo metodo di determinare le Parallassi sarebbe semplicissimo, e sicuro; ma è difficile in pratica trovare le condizioni che in esso si ricercano; hanno perciò gli Astronomi surrogato a questo un' altro metodo, in cui data qualunque distanza, e qualunque altezza dell' Astro dall' Orizzonte, si può ritrovare la Parallassi, ed è il seguente.

202. Siano due luoghi della terra B, C quanto si voglia lontani, Tav. 10. Fig. 2. purchè non siano meno di 30 gradi, e in essi vi siano due Osservatori, che guardino il Sole, o il Pianeta L nella stessa ora al Meridiano, farà CLT la Parallassi pel luogo C; BLT la parallassi pel luogo B, L'angolo BLC è la somma di tutti due, se gli Osservatori stanno uno nell' Emisfero Boreale, e l' altro nel Meridionale; ed è la differenza se tutti due stanno nello stesso Emisfero. Questo angolo si chiama *argomento totale della Parallassi Orizzontale*. La Parallassi BLT che si dice *d' altezza* è uguale alla Parallassi Orizzontale moltiplicata pel Coseno dell' altezza apparente in B, o pel seno della distanza apparente dal Zenit A, cioè dell'angolo LBA. La Parallassi CLT è uguale alla Parallassi Orizzontale moltiplicata pel Coseno della distanza LCD dal Zenit D. Dunque l'angolo BLC, che è la somma delle due Parallassi è uguale alla Parallassi Orizzontale moltiplicata per la somma dei Seni delle due distan-

distanze dal Zenit A, D che sono state osservate. Perciò per avere la *Parallassi Orizzontale* si divida l'angolo osservato BLC per la somma dei Seni delle due distanze dai Zenit A, D.

203. Con questi metodi hanno determinato gli Astronomi la massima *Parallassi*, che è l'*Orizzontale* del Sole di 9" §. 122, e a varie altezze, sino al Zenit, ove è nulla. La *Parallassi Orizzontale* della Luna nella massima sua distanza che è 59', 9", nella minima 61', 39", e nelle quadrature la massima è 65', 36" la minima è 56', 44". Quale differenza si deve rifondere nella figura sferoidica della terra. La *Parallassi* di Marte, che è di 27"  $\frac{1}{2}$ . La *Parallassi Orizzontale* di Venere, che è di 30", è allora il suo diametro è 60". E in generale sempre in Venere il diametro suo è il doppio della sua *Parallassi*.

### P R O B L E M A 17.

*Determinare le distanze dei Pianeti da terra, e dei Satelliti dai loro primarij.*

*Tav. 10. Fig. 2.* 204. **E**ssendo nota la loro *parallassi Orizzontale* il Problema facilmente si scioglie. Nel triangolo THO è noto il semidiametro della terra che è, *Fisica Parte 2. §. 54.* di Leghe 1432, ciascuna di Tese 2283. E noto ancora l'angolo HOT, perchè retto, e l'angolo THO, che è la *parallassi*. Onde per la *Trigonometria Sferica* si farà noto ancora il lato TH, che misura la distanza dell'Astro H dal centro T della Terra.

205. Quindi gli Astronomi hanno determinato le distanze dei Pianeti da terra in Leghe di Francia §. 204. secondo la tavola seguente.

	Distanza piccola.	Distanza massima.
Il Sole.	32278900.	33382000.
La Terra. 1.	.....	.....
La Luna.	77577.	91454.
Mercurio.	20122000.	45539000.
Venere.	9083000.	56578000.
Marte.	17193000.	82854000.
Giove.	137920000.	203581000.
Saturno.	280352000.	346012000.

La *distanza media* della Luna da terra è di Leghe 85393; ciascuna di 2283 Tese. Le *distanze medie* da Giove dei 4 Satelliti di esso che furono scoperti da Galilei, ai quali diede il titolo di *Stelle Medicee*, sono le seguenti, determinate in semidiametri di Giove. Del primo Sa-

Satellite 5,  $1,065$ ; del secondo 9, 494; del terzo 15, 141; del quarto 26, 630. Dei cinque Satelliti di Saturno; fu il quarto, primo di tutti scoperto da Ugenio, indi Giandomenico Cassini nel 1690 scoprì il primo, secondo, terzo, e quinto. Le loro distanze da Saturno in semidiametri di esso sono le seguenti. Distanza del primo 4,  $1,893$ ; del secondo 6, 268; del terzo 8, 754; del quarto 20, 295; del quinto 58, 154. Quindi pigliando la media distanza dei Pianeti dal Sole, e supponendo che non descrivano Ellissi ma cerchj, si avrà la periferia della loro orbita in leghe, e perciò pigliando il tempo periodico di cialcheduno e con esso dividendo l'orbita loro ridotta in Leghe si determinerà la velocità di cialcheduno. Per esempio. La circonferenza dell'orbita terrestre, supposta circolare è 206280000 Leghe, che divisa per 365 giorni dà 564754 leghe per giorno che descrive di moto proprio, e dividendo questo numero per 24 si troverà che la terra fa 23531 leghe per ora, e dividendo questo numero per 60, farà leghe 392 per minuto, e dividendo questo per 60" farà Leghe  $6 \frac{1}{2}$  ogni minuto secondo, quale velocità non è sorprendente.

Accade qualche volta che abbiamo bisogno delle distanze medie dei Pianeti dal Sole, e allora si può consultare la Tavola seguente, colle parti decimali. In essa si suppone che la distanza media della Terra dal Sole sia di parti 100000.

Mercurio.	38709, 88.
Venere,	72333, 24.
La Terra.	100000
Marte.	152369, 27.
Giove.	520097, 91.
Saturno.	953936, 83.

206. Ma nelle Stelle fisse, siccome non è sensibile alcuna Parallaxi §. 123, così non vi è altro metodo per determinare esattamente la loro distanza da terra. Ciò non ostante per darne una qualche idea, la più prossima è la seguente. Sia AS il semidiametro dell'orbita che descrive la terra intorno al Sole. L'angolo APS della Parallaxi annua delle Stelle sia  $1''$ , il lato PS farà 206264 più grande di AS, che è stato determinato di 33 milioni di Leghe. La distanza media AS della terra A dal Sole S è di 22198 semidiametri terrestri, posta la Parallaxi del Sole di  $9''$ . Dunque se la Parallaxi annua P fosse di  $1''$  nelle stelle §. 121 la loro distanza sarebbe 4727200000. volte più grande del semidiametro della terra, che essendo di leghe 1432 §. 204, sarebbe la distanza delle Stelle fisse di Leghe  $6,771,770,000,000$ , cioè sei bilioni settecento settantaun mila, settecento settanta milioni di Leghe.

Ma

Tav.  
10.  
Fig. 3.

Ma la Parallaxi delle stelle fisse è minore di 1" ; dunque la loro distanza da terra sarà più di sei bilioni di leghe.

## P R O B L E M A 18.

*Determinare il diametro dei Pianeti, Primarj, e secondarj, e le Distanze di essi, e delle Stelle tra loro.*

*Tav. 207.* *Fig. 4.* **I** Diametri dei Pianeti, e del Sole sono inversamente come le loro distanze. Perciò sapendosi questa §. 204 si troveranno ancora i loro diametri. Se il Pianeta AB venga in CD, cosicchè TD sia la metà di TB prima distanza, l'angolo CTD sotto il quale si vedrà il suo diametro CD sarà doppio dell'angolo ATB sotto il quale si vedeva il suo diametro AB. Perchè preso AB, o CD per raggio, sarà per la Trigonometria, TB cotangente dell'angolo ATB, e TD cotangente dell'angolo CTD. Ma le Cotangenti sono inversamente come le Tangenti; Dunque TB: TD :: Tang. CTD: Tang. ATB. Ma questi angoli essendo piccoli sono proporzionali alle loro Tangenti; dunque CTD: ATB :: TB: TD; cioè i diametri CD, AB saranno inversamente come le distanze TB, TD.

208. Se vengono date in leghe le distanze dei Pianeti §. 205, avremo in leghe ancora i loro reali diametri. Perchè essendo TBA rettangolo, chiamato R il Raggio al Seno di ATB; come TA: AB; onde essendo r il raggio, sarà il diametro  $AB = TA \times \text{Seno ATB}$ , ma la distanza TA è nota in Leghe; dunque si farà noto in leghe ancora il vero diametro del Pianeta.

209. Si può ancora sciogliere questo Problema col beneficio del Micrometro che ne darà in minuti primi, o secondi l'arco di Cielo sotteso dal diametro del Pianeta, che si cerca; e così avremo la proporzione, che vi è tra i diametri apparenti di diversi Pianeti. Date poi le loro vere distanze dal Sole si troveranno i loro veri diametri. Adoprando il Micrometro conviene sapere il valore d'una voltata di vite §. 102 a quanti minuti di Cielo corrisponde; o pure bisogna notare il tempo che impiega il Sole a passare col suo limbo superiore e inferiore per un filo del micrometro. Nel secondo caso si ponga il filo del Micrometro che tocchi il limbo superiore del Sole, e si noti quanti minuti passano perchè lo stesso filo tocchi il limbo inferiore; cioè si noti il tempo che impiega il diametro Solare, a passare pel filo, si assegnino ad ogni 2' minuti di tempo 30' minuti di grado, avremo in minuti di grado il diametro solare. Ma se nel primo caso io so che ad ogni voltata di vite del mio Micrometro corrispondono 2' minuti di grado allora farò, girando la vite, scorrere il filo pel diametro del Pianeta; e supponendo che per scorrerlo abbia dovuto fare 10 voltate di vite, il diametro del Pianeta sarà 20' minuti di grado. I diametri di Venere,  
e di

e di Mercurio sono stati con grande accuratezza determinati aspettando quel tempo che sono passati pel disco Solare, come macchie nere; cosicchè la vivezza della luce non poteva far errare per vedere il contatto del filo col limbo del Pianeta. Lo stesso metodo può adoprarli per misurare la distanza delle stelle, o dei Pianeti tra loro.

210. I Diametri dei Pianeti apparenti sono stati determinati col Micrometro accuratamente dagli Astronomi in questo modo.

	Diametro piccolo.	Diametro massimo.
Sole.	31'. 30". $\frac{1}{2}$	32'. 34". $\frac{1}{2}$
Terra.		18".
Luna.	29'. 25".	33'. 34".
Mercurio.		6". $\frac{9}{10}$
Venere.		57". $\frac{8}{10}$
Marte.	25".	30".
Giove.		39".
Saturno.	18".	
Dell'anello.		42".

Il raggio della Luna è  $\frac{3}{11}$  del raggio medio della terra; onde il cubo di questa frazione che è  $\frac{27}{1331}$  ovvero  $\frac{1}{49}$  esprimerà la grossezza, o volume della Luna rispetto alla terra. Ma la densità della Luna si trova, dalla attrazione nelle Maree, minore di quella della Terra, onde la sua forza attraente non è  $\frac{1}{49}$ , ma  $\frac{1}{70}$  di quella della terra. Se si esamina il diametro di Mercurio in una intera sua rivoluzione intorno al Sole, si troverà che di continuo cresce, o cala. Il massimo è 25", 23"; il minimo è 16", 37". Ma siccome nel §. 205. abbiamo determinato le vere distanze dei Pianeti del Sole in leghe di Francia, così secondo gli ultimi computi porremo i veri diametri del Sole, e dei Pianeti in Leghe stesse, e relativamente ai Diametri terrestri. Il diametro della Terra §. 54. Fisica Tomo 2. è di Leghe Francesi 2865, ciascuna di Tese 2283.

Pianeti.	Diametri in leghe.	Diametri della terra.
Sole.	305918.	106, 778. Diametri terrestri.
Terra.	2865.	1, 000.
Luna.	782.	0, 3141. ovvero $\frac{1}{3}$ .
Mercurio.	888.	0, 3889. ovvero $\frac{7}{18}$ .
Venere.	2658.	0, 9278. ovvero $\frac{11}{14}$ .
Marte.	1814.	0, 6333. ovvero $\frac{5}{8}$ .
Giove.	30832.	10, 761. ovvero 10. $\frac{1}{4}$ .
Saturno.	27329.	9, 539. ovvero 9. $\frac{1}{2}$ .
Suo Anello.	63771.	22, 25. ovvero 22. $\frac{25}{100}$ .

I dia.

I diametri dei Satelliti, di Giove, e di Saturno non possono determinarsi col Micrometro per la loro picciolezza, quantunque veduti con un lungo cannocchiale. Onde gli Astronomi sono ricorsi alla durata delle loro Ecclissi, o all'occultamento sul corpo di Giove. Questo metodo però niente giova per li Satelliti di Saturno, che sono così piccioli, che non si possono vedere le loro Ecclissi. In quelli di Giove ancora è soggetto ad errore; perchè non possiamo per la loro picciolezza ben distinguere il punto della loro immersione, e il punto del loro intero occultamento, svanendo al nostro occhio prima che veramente siano occultati dal corpo di Giove. Maraldi secondo tre osservazioni di Cassini determina che il *primo Satellite* impiegò 7' a entrare sul corpo di Giove, e vi era stato 2 ore e 27'. Il *secondo* impiegò 9', 40" a entrare sul corpo di Giove, e vi era dimorato 3 ore, 4', 20". Il *terzo* 12', 6", e vi era dimorato 3 ore, 43', 38". Il *quarto* conclude dalle Tavole che impiegò a entrare 15', e dimorò sul disco di Giove 5 ore. Onde conclude che il diametro del terzo Satellite è  $\frac{1}{8}$  del diametro di Giove, e il diametro degli altri tre è  $\frac{1}{10}$ . Onde i loro diametri sono in circa la metà di quello della terra. Ma secondo Wiston sono diversi i tempi delle immersioni. Essendo sinora incerti i loro diametri, rimarranno ancora incerte le densità, e le loro masse. Quindi il Signor de la Grange, e Bailly hanno tentato di determinar le loro masse, o forze attraenti dagli effetti che producono uno sopra dell'altro, o dalle disuguaglianze che si osservano in essi, e che sono l'effetto della loro vicendevole attrazione. Ma non convengono questi due Astronomi tra di loro nei risultati; e perciò rimane ancora dubbiosa la loro massa, o forza attraente,

## P R O B L E M A 19.

*Esporre le Osservazioni celesti, che conducono a formare il Sistema del Mondo.*

211. **Q**uantunque il fino ad ora esposto nell'Astronomia sia per lo più appoggiato sulle Osservazioni; ciò non ostante essendo queste ovvie, e comuni ci siamo riservati a dare il titolo di *Osservazioni* a quelle che sono più particolari, o che conducono a formare il *Sistema* dei corpi celesti. *Sistema del Mondo* è una Ipotesi formata dagli Astronomi per render conto dei Fenomeni, che si osservano in Cielo.

212. *Due specie* di Osservazioni si distinguono. *La prima specie* riguarda il coprire nel moto suo un Pianeta l'altro Pianeta. I loro diametri, e le distanze diverse da terra, la Congiunzione, e Opposizione, ed altri Fenomeni. *La seconda specie* di Osservazioni riguarda il moto diurno, ed annuo degli Astri, detto ancora *moto comune, e proprio*. Le Stazioni,

ni, e Retrogradazioni dei Pianeti, cioè il comparir fermi, o non avanzarsi nel moto proprio per qualche tempo determinato, e per qualche altro il tornare indietro, cioè l'andare da Oriente a Occidente contro l'ordine dei Segni del Zodiaco. I moti apparenti nelle stelle di Longitudine, o Preceffione degli Equinozj, il moto degli Apfidi, o Afelj dei Pianeti, il moto dei nodi, il moto di aberrazione &c.

213. *Osservazioni.* La Luna spesso copre nel suo moto le stelle, e tutti i Pianeti, quando loro passa vicino. Marte qualche volta è stato veduto occultare Giove, e Venere coprire Marte, e Mercurio coprire Venere. Di più si è osservato alcune volte Mercurio, e Venere passare pel disco Solare in forma di una macchia nera. Inoltre Venere, e Mercurio accompagnano sempre il Sole nel moto suo, o precedendolo quando nasce, o seguendolo quando tramonta. La massima digressione di Venere dal Sole, che non è sempre uguale è di  $47^{\circ}, 48'$ ; e di Mercurio  $28^{\circ}, 20'$ . Dall'occultare i Pianeti le Stelle, e uno l'altro si ricava che i più lontani da noi sono gli occultati, e i più vicini quelli che occultano gli altri; onde le stelle sono le più distanti di tutti i corpi celesti; e i Pianeti uno è più vicino dell'altro alla terra. Queste distanze diverse, e diametri diversi dei Pianeti, sono stati ancora determinati con un computo immediato §. 204. e 207. Si osservano inoltre Mercurio, e Venere che due volte sono in *Congiunzione* col Sole, cioè compariscono nella stessa parte di Cielo, e mai sono in *opposizione*, cioè mai compariscono uno in una parte di Cielo, e l'altro nella opposta. Per lo contrario Marte, Giove, e Saturno, una volta sono in *Congiunzione*, e l'altra sono in *opposizione* col Sole; cioè compariscono una volta nella stessa, e una volta nella parte opposta del Cielo. Inoltre Mercurio, Venere, e Marte hanno le stesse fasi della Luna, che ora è la quarta parte, ora è la metà illuminata, ora è luna piena. Forse le stesse Fasi avrebbero Giove, e Saturno se a noi fossero più vicini. Il diametro di Marte quando è più lontano dalla terra o nel suo *Apogeo* sta al diametro che ha quando è più vicino, o nel suo *Perigeo*, quasi come 1 : 8, onde Marte comparisce nel suo *Perigeo* 8 volte più grande, che nell' *Apogeo*; o secondo de la Lande §. 205. il diametro di Marte *Perigeo* è 5 volte maggiore, che quando è *Apogeo*.

214. *Osservazioni.* La seconda specie di Osservazioni che devono salvarsi, quando si adotta qualche sistema sono il moto diurno, e annuo degli Astri, e principalmente il moto diurno delle Stelle fisse, che andrebbero con una incredibile velocità se fosse vero, e reale. Imperocchè pigliata la distanza delle Stelle fisse §. 206. di leghe 677177000000 dovendo queste descrivere in 24 ore, o in minuti secondi 86400", un cerchio il di cui raggio ha tante leghe, farebbero in 1" leghe 235125115, cioè più di 235 milioni di leghe, che sarebbe un' enorme velocità, che si evita col moto della terra intorno il suo asse, col quale descriverebbe in 1", leghe 6  $\frac{1}{2}$  solamente §. 205. e comparirebbero le stelle muovendosi

versi intorno ad essa da Oriente in Occidente in 24 ore. Si devono ancora spiegare nel Sistema, che si adotta *le Stazioni, e Retrogradazioni* dei Pianeti; cioè il fermarsi per varj giorni ciascun pianeta in un punto determinato, locchè si chiama *Stazione*, e dopo questa l'osservarsi retrogrado, cioè che col moto proprio va da Oriente in Occidente, che si dice *Retrogradazione*. Devono inoltre, adottato un Sistema, spiegarsi ancora gli altri moti o veri, o apparenti, oltre quei tre finora esposti, che si osservano di continuo nel cielo, e questi sono *il moto delle Stelle fisse in longitudine*, detto anche *Precessione degli Equinozj*; *Il moto degli Apfidi, o Afelij* che sono i due punti dell'orbita della terra in uno dei quali è vicinissima al Sole, e dicesi Perielio, nell'altro è lontanissima e chiamasi Afelio. *Il moto dei Nodi*, o di quei due punti nei quali l'Ecclittica è tagliata dall'orbita dei Pianeti §. 49. Da questo moto viene prodotto quello che abbiamo chiamato *Precessione degli Equinozj*. Deve inoltre spiegarsi la *Nutazione*, o un deviamiento dell'asse terrestre dal suo primo sito, che diminuisce per 9 anni e mezzo, indi per altrettanto tempo accresce l'obliquità dell'Ecclittica. Si devono ancora spiegare i Moti della *Parallasse annua* §. 119. per li Pianeti vicini, e il moto di *Aberrazione* §. 125. di tutti gli Astri.

P R O B L E M A 20.

*Esporre i tre principali Sistemi del Mondo.*

215. **T**RE sono i principali Sistemi del Mondo e sono il *Tolemaico*, il *Ticonico*, e il *Copernicano*. Gli altri riferiti da Riccioli nel suo *Almagesto* sono più tosto aggiunte fatte a ciascun Sistema per poter più comodamente spiegare i Fenomeni, che un nuovo ordine dato ai corpi celesti, e diverso dai tre Sistemi accennati.

S I S T E M A T O L E M A I C O.

216. **A**Ntichissimo, e dai primi tempi del Mondo è il Sistema della terra che sia centro intorno al quale girano il Sole, e li Pianeti, e avendo gli antichi osservato che Venere e Mercurio non si scostavano mai dal Sole più di 47, o 28. gradi §. 213, i primi furono gli Egiziani a farli girare come due Satelliti intorno al Sole, mentre questo si rivolge intorno la terra. Ma il Sistema della terra stabile si dice *Tolemaico* da Tolomeo fiorito nel 140 dell'Era Cristiana, che nel libro 9 del suo *Almagesto* l'espone a lungo, e questo è l'unico libro di Astronomia che a noi sia restato tra molti che hanno scritto gli antichi. Ponete questo autore la terra quasi nel centro dell'orbita del Sole, e dei Pianeti; di modo che i Pianeti non descrivono cerchj il centro dei quali sia la terra, ma sono *eccentrici*, cioè il loro centro è di quà,

Tav.  
10.  
Fig. 5.

quà, o di là dalla terra. Ciò supposero gli antichi, e Tolomeo con essi per spiegare come i Pianeti non hanno sempre lo stesso diametro, ma ora è maggiore, ora è minore. Nella Fig. 5 è espresso il Sistema di Tolomeo. In T sta la terra, che immediatamente è circondata dall'orbita della Luna L. Sopra questa viene l'orbita di Mercurio m; indi Venere in V, il Sole in S, Marte in M, Giove in G, Saturno in s. A Giove abbiamo posto i 4 Satelliti, e a Saturno i cinque, che non erano noti ai tempi di Tolomeo, per compire il Sistema secondo l'ultime osservazioni. Per poter spiegare le Stazioni, e Retrogradazioni §. 214 concepisce Tolomeo che ogni Pianeta non stia col suo centro nell'orbita che descrive, ma giri in un cerchio che ha per centro un punto della sua orbita, come sono i cerchj delineati dei Satelliti di Giove, o di Saturno, e questo si chiama *Epiciclo*. Caminando così i Pianeti descriverebbero continui cerchj intorno a punti immaginarj. Siccome adunque cogli eccentrici spiega le distanze diverse dei Pianeti da terra; così cogli Epicicli spiega come compariscono retrogradi; quando cioè sono nella parte inferiore dell'Epiciclo, che riguarda la terra. Ma in questo Sistema Mercurio, e Venere che nella figura sarebbero in congiunzione col Sole, o si vedrebbero da terra nella stessa parte di Cielo, quando fossero nella parte opposta della loro orbita si vedrebbero da terra 180 gradi lontani dal Sole, locchè mai non si osserva. Perciò chi volesse ora adottare questo Sistema dovrebbe ammetterci la correzione degli Egiziziani, e fingere che il Sole S girasse intorno la terra accompagnato da Mercurio, e Venere come suoi Satelliti. Secondo Tolomeo inoltre ogni Pianeta è portato da Occidente in Oriente dal proprio Cielo, e questo è trasportato dal *Firmamento*, ove sono le stelle fisse, e che è sopra Saturno. Come il moto proprio dei Pianeti, e delle Stelle è prodotto dal Firmamento, così il loro moto diurno è prodotto dal *primo mobile*, che è un'altro Cielo sopra il firmamento. Più in su del primo mobile vi sono due altri Cieli, chiamati *Cristallini* il primo dei quali sopra il primo mobile produce il moto di librazione, e il secondo quello di trepidazione che sono due moti particolari che si osservano nel Cielo. Fluidi però ammetteva i Cieli Tolomeo, non solidi come in appresso li finsero gli Scolastici contro tutte le Leggi della Meccanica.

217. Lungo sarebbe, e inutile l' esporre le altre particolarità del Sistema Tolomaico; che è contro le osservazioni, e la Scienza del moto. In questo Sistema quantunque si renda in qualche maniera ragione delle Osservazioni esposte nel §. 213 adottando però la correzione fatta al Sistema dagli Egiziani intorno a Venere, e Mercurio. Ciò non ostante non si possono spiegare le Osservazioni del §. 214. Il moto diurno delle stelle se fosse reale, sarebbe incredibile, perchè §. 214. farebbero in un minuto secondo più di 235 milioni di Leghe, onde andrebbero con una velocità molto maggiore della Luce, che impiega 8 minuti

primi per giungere dal Sole a noi. Per spiegare il moto proprio non potrebbe concepirsi come nel tempo stesso vadano per una direzione contraria al moto diurno. Le Stazioni, e Retrogradazioni dei Pianeti in qualche modo le spiegano cogli Epicicli, e alcuni con sostituire a questi e alla periferia circolare una linea spirale; ma con tutto ciò non spiegano il tempo, e la durata di esse per ciascun Pianeta, come vedremo a suo luogo; e se si spiegassero per gli Epicicli dovrebbero esser questi grandi come l'orbita terrestre; lochè farebbe una confusione nel moto dei Pianeti. A tutto ciò si aggiunga la molteplicità delle forze, che si ricercherebbero per far tutti questi moti particolari, sovente uno all'altro contrarj se fossero reali. Quindi meritamente alcuni Scolastici ammisero Intelligenze superiori che presedessero, e regolassero il moto di tutti i Pianeti; non riflettendo, che non ammettendo se non che pochi moti reali, si potevano spiegare con una massima semplicità tutti i moti dei corpi celesti. Tralascio di esporre l'incoerenza di questo Sistema per ispiegare gli altri moti, che abbiamo descritti nel §. 214. Niente poi dico delle Cause Fisiche di tutti questi moti che nel venturo Capo esporremo.

#### SISTEMA DI TICONE BRAHE.

218. **M**osso da queste incoerenze il nobile Ticone Brahe e volendo salvare la quiete della terra nel centro del Mondo si ideò il seguente Sistema che si formò a somiglianza di quello degli Egiziani. Pone Ticone la terra T nel centro del Mondo stellato ABC. Intorno la terra prossimamente fa girare la Luna l; indi ad una considerabile distanza il Sole S che strascina con se i cinque Pianeti Mercurio m, Venere V, Marte M, Giove g, Saturno s come proprj satelliti che girano intorno ad esso regolarmente. Le Orbite dei due ultimi, detti Pianeti superiori non tagliano l'orbita del Sole, come si vede in figura; ma la sola orbita di Marte M taglia quella del Sole. Questo Sistema lo espone Ticone nella sua Opera sulla Cometa del 1577. e nell'*Astronomia instaurata Progymnasmata*, che fece nell'occasione della nuova stella comparisa nel 1572.

219. In questo Sistema si salvano più Fenomeni celesti, che in quello di Tolomeo; per esempio che Venere, e Mercurio non si scostino molto dal Sole, e mai compariscano in opposizione, perchè la terra sta sempre fuori della loro orbita; si spiega inoltre perchè il diametro di Marte comparisca in alcuni tempi 8 volte maggiore. Ma per la stessa ragione dovrebbero in alcuni tempi vederli accresciuti i diametri di Giove, e di Saturno. Non si salva ancora la massima velocità del moto diurno delle stelle. Quindi Longomontano che visse 10 anni con Ticone nell'Isola Uraniburgo fu obbligato ad ammettere il moto di rotazione nella terra, che lo fa in 24 ore da Occidente in Oriente; onde

onde poi tutti gli Aſtri compariſcono moverſi col moto diurno. Non ſi ſpiegano con eſattezza le Stazioni e Retrogradazioni, adoprando anche Ticone gli Epicicli, e alcuni Ticonici le Spirali. Introduce inoltre Ticone nel Sistema Planetario due centri, uno è la terra intorno a cui gira la Luna, e il Sole, e queſto intorno a cui ſi rivolgono gli altri cinque Pianeti. Ora queſti due centri nella Meccanica ſi può dimoſtrare che produrrebbero molte irregolarità nel Sistema. Di più non ſi comprende ſecondo la Meccanica, come il Sole abbia forza di ſtraſcinare appreſſo di ſe i cinque Pianeti, e tutti più grandi della terra, eccettuato Mercurio, che è più piccolo, e Venere che è uguale alla terra, e non debba ſtraſcinare ancora la terra, che è molto minore di Marte, e di Saturno, e molto più di Giove che è il maſſimo di tutti i Pianeti. Tanto più che vedremo nel Capo venturo; che tutti queſti moti dei corpi celeſti ſono regolati dalle due forze Centripeta, o di Gravità vicendevole, e Centrifuga. Non poſſono inoltre ſpiegarſi gli altri moti che ſi oſſervano in Cielo §. 214. Se inoltre ſi voleſſero con queſto Sistema formare le Eſemeridi dei corpi celeſti in ogni anno, ſi commetterebbero errori conſiderabili.

SISTEMA COPERNIGANO.

220. **A**ntichiffimo è il Sistema Copernicano; o l'opinione che la terra ſi muova intorno al Sole; ma fu più coltivato di tutti dalla Scuola Pitagorica in Italia. Tra queſti ſi reſe celebre Filolao di Cotrone, ſcolaro di Pitagora che fiorì 450 anni prima dell'Era Criſtiana. Fu queſti ſeguito da Niceta di Siracufa, e da altri ſucceſſivamente: Rinovò queſta opinione il Cardinal Cuſano nel ſuo libro *de docta ignorantia*, indi fu poſta in buon' ordine da Nicolò Copernico, e dal Galileo, come ſi può vedere nella Storia dell'Aſtronomia.

221. In queſto Sistema il Sole, che è molto più grande di tutti i Pianeti ſta collocato nel centro del Mondo, o del Cielo Stellato in S. <sup>Tav. 10.</sup> Intorno ad eſſo gira immediatamente Mercurio m, ſopra Mercurio già <sup>Fig. 8.</sup> Venere v, ſopra queſta ſi rivolge la Terra T accompagnata dal ſuo ſatellite, che è la Luna l. Sopra la terra ſi trova Marte M, ſopra queſto è Giove g accompagnato da 4 ſatelliti, o picciole Lune, e ſopra Giove ſi trova Saturno s; ſeguito da cinque Satelliti.

222. Leggendo le Oſſervazioni §. 213, e paragonandole colla Figura 8 Tav. 10. è facile il vedere che tutte ſi ſpiegano nell'Ipotheſi, o Sistema Copernicano ſenza che d'avvantaggio mi ſpieghi. Intorno alle Oſſervazioni del §. 214. anche eſſe ſi ſpiegano facilmente in queſto Sistema, come vedremo nell'eſporre le Oſſervazioni celeſti dopo i Problemi e nello ſpiegarle in queſto Sistema. Si oſſervi inoltre che ſi predicono in eſſo accuratamente tutti i moti dei corpi celeſti, come ſi può vedere nelle Eſemeridi che eſcono ogni anno a Parigi, e ogni 10 anni

anni a Bologna; locchè non accade servendosi degli altri Sistemi. A tutto ciò si aggiunga che con due semplicissime forze poste nei corpi celesti, centrifuga, e centripeta, o di gravità universale, già dimostrata nella Luna, Fisica Parte 1<sup>a</sup>. §. 537. 538. 539. Si rende un' esatto conto non solo delle osservazioni del §. 214; ma ancora di tutte le altre che esporremo dopo terminati i Problemi.

P R O B L E M A 21.

*Determinare il tempo periodico del Sole, e dei Pianeti primarj, e secundarj.*

223. **T**empo, o Rivoluzione del Sole, o dei Pianeti è quel tempo che impiegano essi a far tutto il giro intorno alla Terra; ed è di tre sorta, Tempo, o Rivoluzione Siderea, o Periodica, che è quel tempo, che impiega il Sole, o il Pianeta partendo dalla vicinanza d'una stella per ritornare alla stessa. Questa rivoluzione nella Luna se si piglia dal primo punto d'Ariete, sino che ritorna allo stesso è minore di quella da Stella a Stella di 7". Il secondo Tempo si chiama Tropicò, o Sinodico, o Medio, ed è il ritorno dal Sole, o del Pianeta allo stesso punto dell' Ecclittica, o allo stesso di un Tropicò, o di un Coluro. I Coluri sono due cerchj massimi uno dei quali passa per li due punti Equinoziali, e l' altro per li due Solstiziali. Nella Luna la Rivoluzione Sinodica riguarda la stessa positura rispetto al Sole, che si chiama Fase della Luna, detta anche Plenilunio, Novilunio, e Quadratura. Questo Tempo Sinodico è minore nel Sole, e Pianeti del tempo periodico, o sidereo, ma nella Luna è maggiore. Il terzo Tempo è l' Anomalistico che è il tempo che impiega il Sole, o i Pianeti a ritornare ad uno degli Apsidi, o sia questo il punto della maggior distanza, detto Apogeo o Afelio, o sia il punto della minima distanza chiamato Perigeo, o Perielio. Questo tempo nel Sole è più grande del Sidereo di 7', 2". Nella Luna si può pigliare oltre l' Apogeo, ancora rispetto a ciascuno dei nodi, o intersezioni dell' orbita lunare coll' Ecclittica, e quello preso dall' Apogeo è più grande di quello dei Nodi di 8<sup>ore</sup>, 11', 1".

224. La Rivoluzione Siderea è quella che si può prendere più accuratamente di tutte sì nel Sole, che nei Pianeti, perchè le stelle si reputano fisse, nè è soggetto il computo ad altri moti del Cielo §. 214. come pigliando la Rivoluzione Tropicò, o Anomalistica. Ciò non ostante gli Astronomi devono, per commodo dell' uso civile far uso del Tempo Tropicò, o Medio, perchè sono più ovvj, e sensibili, dipendendo dalle 4 stagioni, o dalle Fasi della Luna.

225. Ma per venire alla soluzione del Problema, per trovare la quantità dell' anno Solare Sidereo si scelgano due osservazioni fatte da due  
accu-

accurati Astronomi in tempi diversi, e più lontani che si può, sulla distanza stessa del Sole da qualche stella fissa, ma queste Osservazioni devono esser fatte, o di Marzo, o di Settembre. Il numero degli anni che passa tra la prima e seconda osservazione, se il Sole si trova ugualmente distante da una data stella, esprimerà il numero delle annue rivoluzioni del Sole. Si riduca questo numero d'anni comuni in ore, aggiungendovi 24 ore per ogni bissestile che vi è stato in questo tempo. Si divida questo numero di ore pel numero d'anni scorsi, il quoziente darà i giorni, l'ore, e i minuti che impiega il Sole a girare intorno la terra, cioè darà la quantità dall'anno Sidereo. Locchè doveva in primo luogo trovarsi.

226. Si pigliano gli anni più distanti, che si può uno dall'altro, per ridurre a minimi gli errori commessi nelle osservazioni, e quelli che nascono da piccole irregolarità nel moto dei corpi celesti; perchè così si distribuiscono in un maggior numero d'anni che si può. Ne porterò per maggior chiarezza un esempio cavato dalla *Astronomia* di de la Caille. De la Hire li 26 Giugno del 1683. 2', 8" di tempo medio, dopo mezzo giorno trovò a Parigi la differenza d'Ascensione retta tra il Sole, e la stella Sirio di gradi 2°, 34', 48", che ridotta a differenza di Logitudine tra tutti due dà 4°, 55', 18". Il dì 27 Giugno 1752 de la Caille al Capo di buona speranza in Africa osservò 2', 28" dopo mezzodì tempo medio la differenza d'Ascensione retta tra il Sole e Sirio di 2°, 2'  $\frac{1}{2}$ . Avendo riguardo al moto diurno del Sole 57', 12", e alla differenza di Meridiano tral Capo, e Parigi di ora 1, 4, 40'. Il Sole rispetto a Sirio fu nelle stesso sito, che nella prima osservazione li 26 Giugno ore 16, 33', 45" al tempo medio in Parigi. Si riducano i 69 anni di distanza tra l'una e l'altra osservazione in giorni, ore, e minuti, e faranno giorni 25202, ore 16, 11', 37". Divisi questi per 69, danno per l'anno Sidereo, o Periodico giorni 365, ore 6, 9', 3".

227. Si pigliano per determinare l'anno sidereo del Sole i due mesi di Marzo, e di Settembre, perchè in questi mesi il Sole è alla sua distanza media da terra, ed ha una velocità media. Che la distanza non sia sempre la stessa nel Sole lo abbiamo ricavato dalle osservazioni §. 205, 210, dovendo esser maggiore la distanza quando è minore il diametro, è viceversa, e dimostreremo in questo, e nell'altro capo che la velocità del Sole non è sempre la stessa in tutti i punti della sua orbita; ma verso il fine di Giugno il Sole è nel suo Apogeo, o nella massima distanza, e perciò ha la minima velocità, e verso la fine di Dicembre è nel suo perigeo, §. 223, o minima distanza da terra, e perciò ha la massima velocità. Quindi in qualunque mese si voglia pigliare la sua rivoluzione periodica si troverà sempre molto divario nei numeri che le esprimono, e nei mesi di Maggio, Giugno, Luglio, e Agosto saranno minori che quelle prese di Novembre, Dicembre, Genajo,

najo, e Febrajo, e le medie saranno quelle di Marzo, e di Settembre; tra le quali non vi farà alcuna differenza.

228. Lo stesso metodo del §. 225 si adoprerà per trovare l'Anno Tropicò, o Sinodico, pigliando i mesi di Marzo, e di Settembre, o pure pigliando da Equinozio a Equinozio, o da Solstizio a Solstizio; così si eviterà il moto degli Apsidi del Sole, o del suo Apogeo, e Perigeo che fa tutta la disegualianza tra le rivoluzioni Tropicche del Sole. Si troverà l'anno Tropicò minore del Sidereo per la precessione degli Equinozj §. 214, o retrogradazione dei punti equinoziali che vanno incontro al Sole, e fanno che anticipi di finire la sua rivoluzione, e perciò anticipi l'Equinozio, onde è detto questo moto, Precessione degli Equinozj. Collo stesso metodo si trova l'Anno Anomalistico §. 223, senza che più ci diffondiamo.

229. Collo stesso metodo §. 225 si trova il Tempo Periodico, e il Tropicò dei Pianeti. Sopra Mercurio però non vi era alcuna antica osservazione da poterfi fidare, a cagione della Parallassi annua che è sensibile in esso; ma dal 1631 che si vide Mercurio che era in congiunzione col Sole, e perciò passò come una macchia nera pel disco solare, si determinò la sua Longitudine Eliocentrica, indi lo stesso si fece nel 1723, che di nuovo passò pel disco Solare, come anche nel 1736.

230. In una maniera consimile §. 225. si trova il mese Lunare Periodico, e Sinodico pigliando anni Solari, più distanti che si può uno dall'altro e riducendoli in ore, e minuti §. 226, indi dividendoli pel numero delle rivoluzioni Periodiche, o Sinodiche già determinate sino dagli antichi tempi, e più esattamente dai Moderni.

231. Dopo una lunga serie di Osservazioni sono state determinate le Rivoluzioni Tropicche, le Sideree, e il moto diurno del Sole, o della terra nel Sistema Copernicano, e dei Pianeti, secondo la Tavola seguente, in cui si spiega ciascuna riga, come la prima. Per esempio nella Luna, la sua Rivoluzione Tropicca si compisce in giorni 29, ore 12, primi 44', secondi 2", e  $\frac{89}{100}$ . La Rivoluzione siderea si fa in giorni 27, ore 7, primi 43', secondi 11",  $\frac{51}{100}$ . Il suo moto giornaliero è di 13 gradi, primi 10, secondi 35, e  $\frac{02847365}{100000000}$ . Poco diversa è questa da quella del §. 5, ed è più esatta.

Pianeti.	Rivoluzione Tropicca.	Rivoluzione Siderea.	Moto diurno.
Luna.	29 <sup>o</sup> . 12 <sup>o</sup> . 44'. 2". 89.	27 <sup>o</sup> . 7 <sup>o</sup> . 43'. 11". 51.	13 <sup>o</sup> . 10'. 35". 02847365.
Mercurio	87. 23. 14. 23. 9.	87. 23. 15. 37. 0.	4. 5. 32. 570376.
Venere.	224. 16. 41. 32. 4.	224. 16. 49. 12. 7.	
Il Sole.	365. 5. 48. 45. 5.	365. 6. 9. 11. 2.	0. 59. 8. 330458.
Marte.	686. 22. 18. 27. 3.	686. 23. 30. 43. 3.	0. 31. 26. 656536.
Giove.	4330. 8. 58. 27. 3.	4332. 8. 51. 25. 6.	0. 4. 59. 281314.
Saturno.	10749. 7. 21. 50. 0.	10761. 14. 36. 42. 5.	0. 2. 8. 565914.

La Rivoluzione Periodica dei Satelliti di Giove è la seguente; del primo, giorni 1, ore 18, 27', 33", del secondo giorni 3, ore 13, 13', 42", del terzo giorni 7, ore 3, 42', 33", del quarto giorni 16, ore 16, 32', 8". La rivoluzione periodica dei 5 Satelliti di Saturno è come segue. Del primo satellite giorni 1, ore 21, 18', 27". Del secondo giorni 2, ore 17, 44', 22". Del terzo giorni 4, ore 12, 25', 12". Del quarto giorni 15, ore 22, 34', 38". Del quinto giorni 79, ore 7, 47'.

P R O B L E M A 22.

*Determinare la natura dell'Orbita dei Pianeti.*

232. **I**L primo che afferì che le orbite dei Pianeti non sono circolari, come fu creduto sino ai suoi tempi, ma sono Ellittiche fu Giovanni Keplero. Ricavò questa Teoria da una lunga, e accurata serie di osservazioni fatta per più anni sul Pianeta di Marte, come apparisce dall'opera che stampò in foglio a Praga nel 1609 col titolo *Astronomia nova Aίτιολογία, seu Physica caelestis tradita Commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus clarissimi viri Tyconis Brahe*. Lungo sarebbe, e fuori del nostro istituto di elementare l'espore tutte le osservazioni di questo celebre Astronomo; si può vedere questo libro con molta accuratezza compilato da de la Lande nel tomo 2 della sua *Astronomia*. Mi contenterò di espore un consimile computo fatto da la Caille nelle sue *Lezioni elementari di Astronomia sopra il Pianeta Mercurio*, che è più intelligibile, e accurato.

233. Pongo qui sotto tutta la serie delle osservazioni fatta in una intera rivoluzione di Mercurio intorno al Sole, pigliando nel punto di mezzodì la sua distanza dalla prima stella d'Ariete.

## DISTANZE DI MERCURIO DALLA PRIMA STELLA D'ARIETE, FATTE NEL MEZZODI.

1740	Segni. Gra. Min. Sec.	Differenze.	1740	Segni. Gra. Min. Sec.	Differenze.
Giug il di 14	0 2 4 30	50 2' 37"	Lugl il di 30	7 15 8 57	20 54' 11"
15	0 7 7 7	5 12 23	31	7 18 3 8	2 52 15
16	0 12 19 30	5 22 14	Agosto di 1	7 20 55 23	2 50 27
17	0 17 41 44	5 31 53	2	7 23 45 50	2 49 2
18	0 23 13 37	5 41 20	3	7 26 34 52	2 47 45
19	0 28 54 57	5 50 12	4	7 29 22 37	2 46 36
20	1 4 45 9	5 58 31	5	8 2 9 13	2 45 49
21	1 10 43 40	6 5 53	6	8 4 55 2	2 45 3
22	1 16 49 33	6 12 12	7	8 7 40 5	2 44 43
23	1 23 1 45	6 17 9	8	8 10 24 48	2 44 24
24	1 29 18 54	6 20 54	9	8 13 9 12	2 44 20
25	2 5 39 48	6 23 1	10	8 15 53 32	2 44 30
26	2 12 2 49	6 23 29	11	8 18 38 2	2 44 51
27	2 18 26 18	6 22 22	12	8 21 22 53	2 45 25
28	2 24 48 40	6 19 33	13	8 24 8 18	2 46 10
29	3 1 8 13	6 15 13	14	8 26 54 28	2 47 4
30	3 7 23 26	6 9 42	15	8 29 41 32	2 48 17
Luglio di 1	3 13 33 8	6 2 53	16	9 2 29 49	2 49 39
2	3 19 36 1	5 55 8	17	9 5 19 28	2 51 8
3	3 25 31 9	5 40 31	18	9 8 10 36	2 53 10
4	4 1 17 40	5 37 25	19	9 10 3 46	2 55 13
5	4 6 55 5	5 27 52	20	9 13 58 59	2 57 23
6	4 13 22 57	5 18 10	21	9 16 56 22	3 0 1
7	4 17 41 7	5 8 21	22	9 19 56 23	3 2 48
8	4 22 49 28	4 58 33	23	9 22 59 11	3 5 55
9	4 27 48 1	4 49 2	24	9 26 5 6	3 9 20
10	5 2 37 3	4 39 46	25	9 29 14 26	3 12 56
11	5 7 16 49	4 30 54	26	10 2 27 22	3 17 10
12	5 11 47 43	4 22 22	27	10 5 44 32	3 21 24
13	5 16 10 5	4 14 12	28	10 9 5 56	3 26 2
14	5 20 24 17	4 6 28	29	10 12 31 58	3 30 57
15	5 24 30 45	3 59 9	30	10 16 2 55	3 36 15
16	5 28 29 54	3 52 15	31	10 19 39 10	3 42 24
17	6 2 22 9	3 45 46	Settem. di 1	10 23 21 34	3 48 52
18	6 6 7 55	3 39 22	2	10 27 10 26	3 55 14
19	6 9 47 17	3 34 2	3	11 1 5 30	4 2 23
20	6 13 21 19	3 28 48	4	11 5 7 53	4 9 54
21	6 16 50 7	3 23 57	5	11 9 17 47	4 17 47
22	6 20 14 4	3 19 20	6	11 13 35 34	4 26 10
23	6 23 33 24	3 15 17	7	11 18 1 44	4 34 56
24	6 26 48 41	3 11 19	8	11 22 36 40	5 43 52
25	7 0 0 0	3 7 44	9	11 27 20 32	4 53 19
26	7 3 7 44	3 4 27	10	0 2 13 51	5 2 54
27	7 6 12 11	3 1 31	11	0 7 16 45	5 12 42
28	7 9 13 42	2 58 51	12	0 12 29 27	5 22 31
29	7 12 12 53	2 56 24	13	0 17 51 10	

Esaminando in questa tavola le differenze di distanza dall'Ariete si trova che vanno crescendo di giorno in giorno, indi vanno diminuendo. Ciò può accadere per due motivi, o perchè di continuo Mercurio, realmente cresce, o cala in velocità, restando la stessa distanza dal Sole, e allora il suo diametro sarà sempre lo stesso in tutti i punti della sua orbita. O perchè non muta la sua velocità, ma cangia di continuo la sua distanza dal Sole, e allora le sue velocità apparenti, o gli archi disuguali che descrive nel tempo stesso faranno come i suoi diametri apparenti. Il primo caso non può accadere solo; perchè dalle Osservazioni apparisce §. 210, che il suo diametro di continuo si muta e il massimo è  $25''$ ,  $23'''$ , il minimo è  $16''$ ,  $37'''$ . Dunque ha d'aver luogo ancora il secondo caso. Costa dalle osservazioni, che secondo la tavola Mercurio ha la celerità minima tra li 9, e 10 d'Agosto, essendo la differenza  $2^\circ$ ,  $44'$ ,  $20''$ , e allora il suo diametro è minimo, cioè  $16''$ ,  $37'''$ , e tra li 20, e 27 di Giugno ha la celerità massima, essendo la differenza di  $6^\circ$ ,  $23'$ ,  $27''$ , e allora il suo diametro è massimo, cioè  $25''$ ,  $23'''$ . Si faccia adunque questa proporzione pel caso secondo. Come il diametro minimo  $16''$ ,  $37'''$  alla celerità minima  $2^\circ$ ,  $44'$ ,  $20''$ ; così il diametro massimo  $25''$ ,  $23'''$  alla celerità massima, che si troverà  $4^\circ$ ,  $11'$ ,  $5''$ . Ma la velocità massima, che è così secondo il calcolo, si trova maggiore secondo le osservazioni della tavola, essendo  $6^\circ$ ,  $23'$ ,  $27''$ . Dunque hanno luogo in Mercurio e l'uno, e l'altro caso; cioè in esso e cala, e cresce realmente la velocità, e cresce e diminuisce la distanza; altrimenti la differenza della velocità tra il calcolo e le osservazioni non farebbe di  $2^\circ$ ,  $12'$ ,  $22''$ . Onde la disuguaglianza del suo moto è in parte reale, e vera, in parte apparente, cioè dipendente dalla diversa distanza.

234. Da tutto ciò che finora abbiamo detto, e dal considerare la tavola antecedente si ricava che la Velocità di Mercurio dalla massima, che è li 26 di Giugno fino alla minima, che è li 9 di Agosto con molta regolarità decresce, e ciò per lo spazio di 44 giorni, che è la metà del suo tempo periodico §. 231. Inoltre dopo i 9 Agosto comincia a crescere colla stessa regolarità per altri 44 giorni fino a che arriva di nuovo alla massima. Inoltre nei punti equidistanti dalla massima, e la minima, le velocità sono uguali. Dunque la Curva che Mercurio descrive intorno al Sole ritorna in se stessa, ed è regolare. Di più il punto della massima, e quello della minima velocità sono diametralmente opposti, e tra loro distanti lei segni del Zodiaco. Il punto della massima si chiama *Perigeo*, o *Perielio*, quello della minima si dice *Apogeo*, o *Afelio*, che con nome comune si dicono *Affidi*, e la linea che li congiunge si dice *la linea degli Affidi*, che è l'asse della curva.

235. Ciò che abbiamo esposto nel §. antecedente non si può combinare in altra maniera, computando ancora le diverse distanze che ha dal Sole nel suo corso, se non che supponendo che Mercurio descriva

un'Ellissi intorno al Sole, e che questo sia in uno dei fochi dell'Ellissi, così si spiega come Mercurio sia una sol volta nell'Apogeo, o massima distanza dal Sole, ed ivi abbia la minima velocità, e una sol volta nel Perigeo, o minima distanza dal Sole, e allora abbia la minima velocità. Ciò si confermerà quando esporremo le cause Fisiche del moto dei Pianeti, ove osserveremo che per la forza centripeta, e centrifuga girano i Pianeti intorno al Sole, e la forza centripeta cresce quando Mercurio si accosta al Sole, diminuisce, quando si discosta. Quello che si dice di Mercurio, e che fu di Marte ha dimostrato Keplero deve applicarsi a tutti gli altri Pianeti. *L'Orbita adunque di ciascun Pianeta è un'Ellissi che ha il Sole in uno dei suoi Fochi.*

236. Ci siamo prefissi in questo Capo quarto, §. 140, che parla dell'Astronomia Pratica di porre le Osservazioni celesti, e i Problemi Astronomici che conducono a dare un'idea del Sistema Mondano, rimane ora il continuare ad esporre le Osservazioni, e nell'Ipotesi Copernicana spiegare i varj moti, che si osservano in Cielo; per formare una esatta idea di tutti i Fenomeni del medesimo. Delle Stelle Fisse abbiamo parlato a sufficienza nel §. 143, e seguenti.

### MOTO DIURNO, E PROPRIO.

237. **D**I questi due moti ho più volte parlato nei §. 35, 36, 136, 142 indipendentemente da qualunque Ipotesi, ora dobbiamo vedere come si spiegano nel Sistema Copernicano che abbiamo veduto essere il più semplice di tutti §. 220. La terra per li Copernicani gira intorno al Sole nello spazio di un'anno andando da Occidente in Oriente, secondo l'ordine dei segni, o *in consequentia signorum*, cioè da Ariete in Toro, in Gemini &c. onde comparisce a noi che il Sole vada per la stessa direzione da Occidente in Oriente nei segni opposti, e questo è il moto proprio apparente del Sole. Nel tempo stesso che la terra col suo proprio moto camina nell'Ecclittica, gira per la stessa direzione intorno al proprio asse nel termine di 24 ore; onde a noi quando guardiamo il Cielo comparirà che il Sole o i Pianeti, e le stelle girino intorno alla terra in senso contrario, o da Oriente in Occidente; perchè andando noi colla terra in giro da Occidente in Oriente intorno il centro della terra, andiamo sempre ad incontrare nuovi punti in Cielo, o nuove stelle dalla parte di Oriente; onde queste compariranno salire da Oriente sul nostro orizzonte, e perciò compariranno girare da Oriente in Occidente. Dunque nell'Ipotesi di Copernico *il moto diurno* è apparente, e nasce dal moto di rotazione della terra intorno al proprio asse. Quindi si evita l'enorme velocità §. 214. con cui caminerebbero le stelle, e i Pianeti. La terra però gira intorno il Sole col moto proprio conservando sempre *il suo asse parallelo a se stesso*; di modo che i Poli della terra per la gran distanza delle stelle fisse riguardano sem-

fempre gli stessi punti del Cielo. Come il piano dell'Equatore fa un'angolo di 23 gradi e mezzo col piano dell'Ecclittica; così l'Asse terrestre fa con questo piano un'angolo di 66 gradi, e mezzo che è il compimento dell'obliquità dell'Ecclittica all'angolo retto, costantemente in tutto il giro che fa la terra intorno il Sole conserva l'asse, sensibilmente quest'angolo, e perciò camina sempre parallelo a se stesso. Questo parallelismo non è un terzo moto della terra, diverso dal diurno, ed annuo, di cui perciò si debba, come suppose Ticone, e Copernico cercar la causa; perchè così posto una volta non può mutare la sua positura, se non venga disturbato da qualche causa straniera. Onde, come vedremo in appresso, si cercherà la causa della sua nutazione §. 214, o del suo deviamiento.

238. Per meglio concepire il moto diurno, e annuo della terra intorno il Sole, dai quali nascono le lunghezze dei giorni, e delle notti, il moto diurno della Sfera mundana, l'annuo apparente del Sole, e le vicende delle Stagioni, sia l'Ellissi nella figura 1. l'orbita della terra, che viene rappresentata col globo, beaq. In, b, è il polo Boreale, in, a, l'Ausale, ba, è l'asse della terra che camina sempre parallelo a se stesso. I cerchj piccioli intorno i Poli sono i cerchj polari. I cerchj, tr, tr, &c. sono i Tropici. Il cerchio, eq, è l'Equatore. Il Sole sta in S, che è uno dei Fochi dell'Ellissi, e C è il centro dell'Ellissi. Il foco S col centro C si confondono per la gran distanza del Sole da noi. Sia la terra in libra  $\omega$  comparirà il Sole in Ariete  $\gamma$ , e il raggio Solare Cm sarà perpendicolare all'Equatore, eq, onde l'angolo, b  $\omega$  m sarà retto, e in quel giorno comparirà che per la rotazione diurna della terra il Sole descriva l'Equatore per cerchio diurno. Onde il giorno sarà uguale alla notte per tutto il Mondo, o sarà l'Equinozio. Camini la terra da Libra  $\omega$  in Scorpione  $\mu$ , in Sagittario  $\rho$ , in Capricorno  $\sigma$  &c. il Sole comparirà nell'Ecclittica nei segni opposti di Toro  $\tau$ , Gemini  $\pi$ , Cancro  $\epsilon$  &c. quivi la terra essendo in Capricorno si vede chiaro che il raggio solare Ct, è perpendicolare al Tropico, tr, verso il polo boreale, b; onde noi che siamo di là dal Tropico avremo il Sole più diretto che in tutto il resto dell'anno, e i Popoli sotto il Tropico avranno il Sole perpendicolare ad essi, e nel tempo stesso il giorno più lungo di tutti, perchè nella sfera obliqua la maggior porzione del Tropico è sopra l'orizzonte, e la minore è di sotto. Giunto il Sole apparentemente al Tropico, apparentemente ancora ritorna indietro verso l'Equatore; ma ciò accade non perchè il Sole realmente retroceda, ma solo in apparenza, continuando la terra il suo cammino da Capricorno, in Aquario, in Pesci, e in Ariete, ove accade l'altro equinozio di Settembre. Intanto essendo la terra in Capricorno, e il Sole comparendo in Cancro la terra è nel suo Apogeo, cioè li 12 di Giugno, che accade il Solstizio di estate la terra è più lontana dal Sole in S, che in altri tempi dell'anno, e andando la terra in Cancro

cio  $\varnothing$  e comparando il Sole in Capricorno circa i 21 di Dicembre, accade il Solstizio di inverno, e allora la terra è nel suo Perigeo, o vicinissima al Sole S. Indi continuando la terra il suo cammino, arrivata in libra finisce l'anno. Nei due Equinozi di Ariete, e Libra li 21 di Marzo, e di Settembre si trova la terra nelle due medie distanze dal Sole. Girando la terra intorno al Sole ogni 24 ore gira intorno al suo asse, onde con ciò si spiegano tutti gli altri Fenomeni celesti, che per brevità tralascio.

239. Secondo le Osservazioni già esposte §. 204, 205 cangia ogni giorno la distanza del Sole da terra, e varia ancora il suo diametro apparente; onde la forza centripeta dalla quale è portata in giro la terra andando da Ariete per Cancro, in Libra siccome sta più vicina al Sole, crescerà, e perciò andrà più veloce, onde in minor tempo farà i sei segni da Ariete a Libra, che facendo gli altri sei segni da Libra, per Capricorno in Ariete. Ciò è conforme alle *Osservazioni celesti* dalle quali apparisce che quando il Sole comparisce nei segni Australi da Libra in Ariete, cioè quando la terra descrive i segni Boreali da Ariete in libra impiega giorni 178, ore 14, 56' primi minuti, e quando il Sole comparisce nei Segni Boreali, o la terra descrive i segni Australi impiega giorni 186, ore 14, 53' minuti; onde la terra essendo nei segni Boreali impiega di meno che negli Australi, giorni 7, ore 23, 67'.

240. Quindi nel sistema di Copernico il *moto diurno* e il *proprio* nel Sole sono apparenti, e il *moto diurno* è apparente in tutti i corpi celesti. La terra gira intorno il suo asse con tale velocità che ciascun punto di essa fa Leghe  $6 \frac{1}{2}$  in un secondo di tempo §. 214. Questa *Rotazione* della terra intorno al proprio asse è sempre uniforme, e mai hanno potuto scoprire in essa alcuna disuguaglianza. Come sia prodotta si vedrà nel capo seguente. Se vi fosse qualche divario di 2, o 3 secondi in un'anno sarebbe impercettibile; perchè ancora negli orologi a pendolo non vi è tutta l'esattezza.

241. Come la terra ha il *moto di Rotazione*, così l'hanno ancora tutti gli altri *Pianeti* e il Sole stesso, come costa dalle Osservazioni. Il *moto diurno*, o di *Rotazione* è interamente indipendente nella terra, nel Sole, e nei Pianeti dal *moto proprio*. Un Pianeta può girare intorno al Sole senza che nel tempo stesso giri intorno il suo asse, e può girare mentre che descrive la sua orbita intorno a qualunque suo asse, con qual si sia velocità, e per qualunque direzione anche contraria al *moto proprio*, e si può acerescere la velocità di traslazione senza che cresca la rotazione, purchè la direzione della spinta passi pel centro del corpo. Vedi il Capo della Rotazione Tomo I Fisica. Tutto ciò si rende evidente dal *moto della Trottola* intorno il suo asse. Si fa questo per qualunque direzione, e con qual si sia velocità, quantunque si getti la trottola più lontano, o più vicino, si pigli in mano, e quello che

la

la porta camini, o corra &c. Il moto di rotazione si è scoperto prima nel Sole, e poi nei Pianeti da alcune *Macchie* più, o meno nere che si sono osservate cangiar sito, e ritornare allo stesso periodicamente, come ora vedremo. Giovanni Bernulli in una Memoria di Dinamica dimostra che un moto di proiezione comunicato alla terra, che non passi pel suo centro ma ad  $\frac{1}{50}$  del raggio della terra gli darebbe due moti di traslazione, e di rotazione poco diversi da quelli che ha; posta la terra omogenea. Per Marte questo punto è  $\frac{1}{18}$  del suo raggio, o semidiametro. Per Giove è  $\frac{1}{9}$ , per la Luna è  $\frac{1}{50}$ . Se il primitivo impulso fosse a maggiori distanze delle ritrovate dal centro di ciascun pianeta, il moto di rotazione sarebbe stato più rapido.

242. Giovanni Fabricio in Luglio del 1611 pubblicò a Vittemberg una relazione sulle macchie del Sole. Ma già Scheiner professore di Matematica a Ingolstadt le avea vedute in Marzo dello stesso anno, e ne avea fatta la descrizione con tre lettere in Novembre, e Dicembre 1611 a Velfer, che era del Magistrato d'Augsburg, e che fece stamparle li 5 Gennajo 1612, col titolo *Apelles post tabulam*, non avendo potuto il P. Scheiner ottenere dai suoi superiori licenza di stamparle, perchè allora si credeva con Aristotele i Cieli incorruttibili. Ma successivamente ottenutane la permissione stampò Scheinero la sua *Rosa Ursina* in foglio nel 1630, e la stampò a Bracciano dedicandola a uno di casa Orsini allora Duca di Bracciano, che ha per principal stemma una rosa. In questo libro espone tutte le osservazioni che avea fatte con accuratezza. Galileo nel suo discorso sulla Cometa del 1618 stampato nel 1619 accusa Scheinero di Plagiario, quasi che avesse tolto a lui la nuova scoperta già fatta da esso prima di Scheinero. Che che sia di ciò, che è difficile, e inutile il determinarlo, sapendosi per lo più che le scoperte nuove si devono al caso, eccitati gli Astronomi in appresso hanno fatto su di queste macchie le seguenti.

243. *Osservazioni.* Le macchie del Sole sono parti nere, che compariscono come, a, e le altre tre sulla superficie del Sole S, circondate da una penombra, d h c. Sono di diversa figura, e grandezza, e tutte dopo 25 giorni, o 14 ore si rivedono nello stesso sito di prima. Col tempo alcune svaniscono, nè si rivedono più, alcune ritornano. Sul principio della scoperta se ne vedevano molte. Scheinero ne contò una volta fino a 50, che descrive, e lo conferma Evelio nella sua *Selenographia*. Dal 1650 al 1670 non vi è memoria che se ne siano trovate più d'una, o due. Dal 1695 al 1700 non se ne vidde alcuna. Dal 1700 al 1710 i volumi dell'Accademia ne parlano di continuo. Nel 1711, e 1712 non se ne viddero. Nel 1713 una sola. Da questo anno fino al 1777 passato se ne sono viste molte, e quasi di continuo. Si vedono le macchie in tutte le parti della superficie del Sole, al suo Equatore, ai Tropici, ai Poli, e nei luoghi intermedj. Tutti questi sono Fenomeni irregolari delle macchie, ma vi è molta regolarità nel loro moto.

Tav.  
II.  
Fig. 2.

moto. Tutte le macchie, e le loro penombre descrivono strade simili, dal principio di sua comparsa fino a che vanno dietro al Sole, e poi ritornano dalla parte opposta; e ciò accade ancora in quelle che si dissipano, e non ritornano più. Quando sono verso il limbo solare compariscono più ristrette, e come di taglio. Tutte queste regolarità dimostrano che le macchie sono aderenti al Sole, o poco lontane dalla sua superficie. Onde movendosi col Sole stesso, o essendo aderenti ad esso, ne viene in conseguenza che il loro moto, e ritorno allo stesso punto del Sole da cui sono partite, dimostra ad evidenza la Rotazione del Sole intorno al proprio asse. Essendo adunque certo che impiegano queste Macchie a ritornare allo stesso sito 25 giorni, e 14 ore, è dimostrato che il Sole in questo spazio di tempo gira intorno il suo asse.

244. Oltre le macchie ha osservato Scheinero, Evelio, e Cassini alcune come *Faci* nel disco solare più lucide del restante del Sole. Ma questo è nato, o perchè i vetri coloriti adoprati per vederlo nel cannocchiale non erano carichi di colore per spegnere la forza dei raggi solari, onde l'occhio stava in un moto continuo di dilatate, e stringere la pupilla, e perciò di ricevere più, o meno di lume; o perchè hanno molti adoperati vetri, piani all'occhio affumati a lume di candela, ma non ugualmente; onde in alcuni luoghi di essi entrava più lume che in altri.

245. Intorno all'origine di queste macchie molte cose si sono dette. Probabilmente si può credere che essendo il Sole un corpo solido arroventato, e disuguale, circondato dal fluido igneo in cui è immerso; Questo essendo più lucido del corpo solido del Sole, diradandosi in qualche luogo per qualche tempo traspariscano per esso le diluguaglianze del Sole, che essendo molto meno illuminate del fluido, compariscono ombrose, o nere secondo la loro diversa solidità. Mi è accaduto centinaia di volte, affacciandomi alla gran voragine del Vesuvio, di aver veduto per giorni interi in mezzo alle fiamme costantemente alcuni corpi neri diversi dal fumo nero, che di tanto in tanto si scaglia in aria perpendicolare, e vorticoso dal fondo della voragine. La Rotazione intorno al proprio asse che si vede così evidente nel Sole, non può agevolmente distinguersi in tutti i Pianeti.

### ROTAZIONE DEI PIANETI.

246. **O**sservazioni. In Mercurio che è vicinissimo al Sole, e quasi sempre immerso nel suo lume non distinguendosi nè macchie, nè parti più lucide dell'altro, non si può avere un punto fisso, almeno per qualche tempo per vedere il suo cangiamento di sito. Non così accade in Venere la di cui rotazione pare fuori d'ogni dubbio, sebbene sia incerto ancora il tempo in cui si fa. Giandomenico Cassini nel 1666 avendo veduto in Venere un punto più lucido degli altri da alcune

cune osservazioni del suo moto, benchè non compiuto ricavò che Venere girava intorno il suo asse in 23 ore, ma non assicura che sempre fosse lo stesso punto. Monsignor Bianchini negli anni 1726, 1727, 1728 osservò attentamente per più giorni e più volte una macchia di Venere, e ricavò che la sua rotazione si compisce in 25 giorni, e 8 ore, divario considerabile da ciò che fu osservato da Cassini. Espose le sue osservazioni, e massime quella dei 26 febbrajo 1726, su cui molto si fonda, nel libro *Hesperii, & Phosphori nova phenomena* stampato in Roma nel 1728. Ma Cassini crede che vi possa essere abbaglio da qualche nuova macchia comparso, che abbia formato un'aspetto simile al primo. Che che ne sia, meritano le Osservazioni di Bianchini essere ripetute da un'altro osservatore ugualmente accurato che lui. In Marte dall'averci Fontana veduta una macchia oscura nel 1636, e Bartoli in Napoli nel 1644 sospettarono che Marte si rivolgesse intorno il proprio asse. Cassini il vecchio però fu il primo a dimostrare nel 1666 in Bologna che Marte girava intorno il suo asse, e ciò in 24 ore, e 40' minuti, come si vede nella sua opera in foglio *Martis circa proprium axem revolubilis Observationes Bononienses. Bononiae 1666.* Confermò ciò nel 1670 a Parigi. Lo stesso fece Maraldi nel 1704 assegnando a questo giro 24 ore, e 39' minuti. La Rotazione di Giove fu determinata in due modi. 1. Dall' avere osservato Gian Domenico Cassini nel 1666 in Bologna, che il corpo di Giove non è rotondo, ma appianato nei suoi Poli ed elevato sotto l'Equatore; cosicchè secondo l'ultime osservazioni di Short Inglese il diametro per li Poli, sta a quello dell'Equatore come 13: 14. Da ciò, secondo la dottrina della forza centrifuga si ricava che Giove deve girare intorno al proprio asse. 2. Dal moto delle sue macchie ricavò nel 1665 Cassini che Giove gira intorno il suo asse in 9 ore, 55', 50". Confermò lo stesso Maraldi nel 1713 facendo il suo giro in ore 9', 56', col solo divario di 10', che non è considerabile. Di Saturno difficile è il determinare la rotazione per la sua gran distanza da terra, e perchè in esso non si vedono macchie. Huygens dall'aver osservato la distanza del primo satellite di Saturno al primo di Giove, e dal periodo del primo ricavò che Saturno faceva in 10 ore il suo giro intorno l'asse; quasi appunto come Giove.

247. *Osservazioni sulla Rotazione della Luna.* La superficie della Luna è piena di disuguaglianze, e macchie oscure. Le disuguaglianze della Luna si vedono più sensibilmente quando passa dal Novilunio al Plenilunio, o quando da questo passa ad esser luna nuova, che quando è Luna piena. Queste macchie si vedono sempre nello stesso sito, eccettuata una piccola mutazione, che or ora vedremo. La Luna adunque mostra sempre a noi la stessa faccia, dovunque sia sulla terra posto l'Osservatore. Ma la Luna gira sempre intorno alla terra; cosicchè questa sta sempre dentro l'orbita Lunare, dunque deve la Luna girare intorno il suo asse colla stessa velocità, e per la stessa direzione

che gira la terra. In altra maniera non si può spiegare come rivolti sempre a noi la stessa faccia. Se la terra fosse fuori dell'orbita della Luna, allora vedremmo tutti i punti della sua superficie, qualunque fosse la rotazione della Luna, ma essendo dentro la sua orbita, girando questa in 24 ore sul suo asse, come la terra, sempre la stessa faccia presenterà a noi. Perciò l'osservazioni dimostrando questo, deve la Luna girare intorno al suo asse in 24 ore di tempo. Si osserva per altro che queste macchie si accostano per qualche tempo 3 minuti di grado verso il lembo della Luna, indi ritornano come prima, e qualche volta il divario è  $\frac{1}{8}$  della larghezza del disco Lunare. Questo moto è ciò che si chiama *Librazione della Luna*. Quattro sorta di Librazioni vi sono. *Librazione diurna*, che è uguale alla parallasse orizzontale della Luna §. 203. *Librazione in Latitudine*, che viene dall'inclinazione dell'asse della Luna sull'Ecclittica. *Librazione in Longitudine*, che nasce dalle ineguaglianze del moto della Luna nella sua orbita, e *Librazione* che nasce dalla attrazione della terra sulla sferoide Lunare. Siccome la terra strascina con se per l'attrazione sulla Luna questo Satellite, così il suo asse non può essere sempre parallelo a se stesso, come quello della terra, ma deve mutare inclinazione, indi tornar come prima. Perciò sempre sussiste che noi della Luna non vediamo che una sola faccia. Nel capo presente §. 286. si vedrà più chiaramente l'origine di questa librazione. Vedasi sulla Rotazione il Capo 21. tomo 1. Fisica.

### STAZIONI, E RETROGRADAZIONI DEI PIANETI.

248. **T**Ra li diversi Fenomeni che nascono dal moto proprio della Terra nell'Ecclittica devono numerarsi *le Stazioni, e Retrogradazioni dei Pianeti*. Questo Fenomeno conosciuto fino ai tempi di Ipparco non si è potuto spiegare in qualunque Ipotesi di Epicicli quanto alle sue circostanze, almeno nei tre Pianeti Marte, Giove, e Saturno. Ma nell'Ipotesi di Copernico si spiega in tutte le sue minute circostanze dalle quali è accompagnato in tutti i Pianeti. Questo fu uno dei primi fenomeni del Cielo, che pose in voga il Sistema Copernicano. In questo conviene distinguere i *Pianeti inferiori*, cioè Venere e Mercurio, così detti perchè colla loro orbita circondano immediatamente il Sole, essendo fuori la terra, e i *Pianeti Superiori*, che sono Marte, Giove, e Saturno, che circondano il Sole, e l'orbita della terra. Sopra le Stazioni, e Retrogradazioni, dopo una lunga serie d'anni sono state fatte le seguenti.

Tav.  
10.  
Fig. 8.

249. *Osservazioni*. Tutti i Pianeti compresi anco i Satelliti di Giove, e di Saturno dopo aver caminato nella loro orbita per qualche tempo da Occidente in Oriente, cioè da Ariete, in Toro, in Gemelli &c. o in conseguenza dei Segni compariscono fermi per qualche tempo

po nello stesso punto di Cielo, e allora si dicono *Stazionarj*, e questo Fenomeno *Stazione*. Indi si osservano per qualche tempo tornare indietro, cioè andare da Oriente in Occidente, o da Ariete in Pelci, in Aquario &c. o in *antecedenza dei Segni*, cioè nei segni del Zodiaco antecedenti, e allora si chiamano *Retrogradi*, e *Retrogradazione* questo Fenomeno. Compariscono *Stazionarj* per poco tempo, ma compariscono retrogradi per più giorni, e diverso è il tempo della loro retrogradazione quando sono nel Perigeo, che quando sono nell'Apogeo, secondo la tavola seguente nella quale il primo numero di ciascuna colonna indica i giorni, il secondo le ore; onde la prima riga che spetta a Mercurio significa 21 giorni, e niuna ora nel Perigeo, e nell'Apogeo 22 giorni, e 12 ore.

RETROGRADAZIONI DEI PIANETI.

	nel Perigeo.	nell' Apogeo.
Mercurio.	21. 0.	22. 12.
Venere.	40. 16.	43. 0.
Marte.	64. 12.	80. 0.
Giove.	118. 0.	122. 12.
Saturno.	136. 0.	140. 16.

L'arco di retrogradazione di Mercurio è tra i gradi 9°, e 16°. Di Venere è 16°, di Marte è tra i 10°, e 19°, di Giove è 10°, di Saturno è tra i 6°, e 7°. I Pianeti inferiori Mercurio, e Venere sono due volte in congiunzione col Sole, cioè si vedono due volte con esso nella stessa parte del Cielo, e mai ponno essere in opposizione, perchè l'orbita della terra cingendo quella di Mercurio, e Venere mai la terra si può trovare tra il Sole, e uno di essi; onde l'osservatore in terra mai vedrà Mercurio, o Venere e il Sole nei punti opposti del Cielo, o distanti 180 gradi. Quando Mercurio, o Venere si riferiscono allo stesso punto di Cielo che il Sole, se si trovano tra il Sole S, e la terra T, come dimostra la figura, si dice questa *Congiunzione inferiore*; quando Mercurio e Venere sono di là dal Sole S rispetto alla terra, e compariscono col Sole nella stessa parte di Cielo, si dice questa, *Congiunzione superiore*. Ora i Pianeti inferiori sono diretti nella Congiunzione superiore, e Retrogradi nella inferiore, e sono *Stazionarj* quando passano da esser diretti a retrogradi, o per lo contrario. I Pianeti Superiori una volta sono in Congiunzione, e una in opposizione col Sole. Quando Marte, Giove, Saturno sono in Congiunzione col Sole, sono sempre diretti. Quando sono in Opposizione col Sole sono sempre retrogradi, e *Stazionarj* avanti, e dopo l'opposizione. La velocità apparente dei Pianeti diretti, e retrogradi da una all'altra *Stazione* si accresce; la massima velocità nel moto diretto è nella Congiunzione, la massima nel moto retrogrado si ha nell'opposizione se sono

Pianeti superiori, e nella congiunzione inferiore se sono Pianeti inferiori.

*Tab. XI. Fig. 3.* 250. Per poter spiegare questi Fenomeni; Sia  $ABT$  l'orbita della terra che camini intorno al Sole  $S$  con questa direzione da  $A$  in  $B$ , da  $B$  in  $T$ . Sia  $PEMR$  l'Orbita di Venere, o di Mercurio. Quando la terra è in  $T$ , e Venere in  $P$ , cioè quando è nella sua Congiunzione superiore col Sole, pare all'osservatore in terra che Venere sia diretta, cioè che vada da Occidente in Oriente, o da destra  $P$ , a sinistra  $E$ , e di fatto così camina, onde è diretta. Se la terra è in  $T$ , e Venere in  $M$ , cioè nella sua Congiunzione inferiore Venere parerà che sia andata da  $E$  in  $M$ , cioè da sinistra a destra, o da  $E$  in  $M$ ; e perciò parerà che vada da Oriente in Occidente, o che sia retrograda rispetto alla terra, ma in se stessa continua a camminare da Occidente  $E$  verso Oriente  $M$ . Il punto  $E$ , ove  $TE$  è tangente dell'orbita è il limite vicino al quale dopo che Venere è stata diretta, comparisce Stazionaria per poco tempo, indi passa ad esser retrograda. Quando ciò sia così si spiega. Siccome Venere è quasi del doppio più veloce della terra dopo esser passata pel punto  $E$  della Tangente *Fig. 3.* accaderà che

*Tab. XI. Fig. 4.* il moto,  $ed$ , di Venere, e il moto,  $gf$ , della terra si contempereranno in modo, che i raggi visuali,  $eg$ ,  $lf$ , faranno tra di loro paralleli, nel qual caso riferendo questi due moti al Cielo stellato comparirà Venere nello stesso punto di cielo, confondendosi insieme questi due raggi in uno per l'infinita distanza delle Stelle, e allora parrà Stazionaria. Se vi fossero abitatori in Venere, per la stessa ragione comparirebbe all'Osservatore in  $M$ , la terra in  $T$  retrograda. Ma rispetto all'Osservatore  $M$  la terra  $T$  è in opposizione col Sole, e la terra sarebbe un Pianeta superiore rispetto a Venere. Dunque stando noi in terra, e contemplando uno dei Pianeti superiori, come Marte, Giove etc. ne compariranno retrogradi nell'opposizione col Sole. Rispetto ai Pianeti superiori si può ancora dimostrare la loro retrogradazione nell'opposizione col Sole; perchè camminando la terra più velocemente che i Pianeti superiori, deve finalmente raggiungerli, e ciò accade nella opposizione del Pianeta col Sole, indi deve sorpassarli, cioè lasciarli indietro. Ma l'osservatore tutto il suo moto lo riferisce al Pianeta; dunque questo nella opposizione comparirà andare in parte contraria. La Stazione però dei Pianeti superiori si spiega un poco diversamente da quella degli inferiori. Sia

*Tab. XI. Fig. 5.*  $TtR$  un'arco dell'orbita della terra,  $MnP$  uno dell'orbita di Marte. Sia il Sole in  $S$ , la terra in  $T$ , Marte in  $M$ , e perciò questo in opposizione col Sole. Si pigli l'arco  $Tt$  descritto in un'ora dalla terra. Se Marte facesse in un'ora l'arco  $Mn = Tt$ , tirata,  $tn$ , sarebbe parallela a  $TM$ , e perciò Marte comparirebbe Stazionario. Ma essendo la terra il doppio più veloce di Marte, mentre essa fa  $Tt$ , Marte descriverà solo l'arco  $Mm$  che farà la metà di  $Mn$ ; onde  $TM$ ,  $tn$ , non saranno parallele, e perciò Marte comparirà ancora retrogrado, e non stazionario.

rio. Ma quando la terra avanzando il suo moto sopra Marte, descriverà in un'ora Rr, e Marte Pp, per l'obliquità del sito si renderà insensibile la velocità maggiore della terra, onde potrà pigliarsi  $Pp = Rr$ , quindi essendo parallele PR, pr, Marte comparirà Stazionario. Quando l'arco Uu diventerà ancora più obliquo rispetto all'arco di Marte Xx, tirate UX, ux, comparirà Marte di nuovo diretto.

ALTRI MOTI NEL CIELO.

251. **S**inora abbiamo spiegato il moto diurno, o di rotazione del Sole, della terra e dei Pianeti, e quello che da essi nasce, come le Stagioni dell'anno, le Stazioni, e Retrogradazioni etc. Oltre questi due moti diurno, e periodico il primo dei quali è apparente nel Sistema di Copernico nel Sole, nelle stelle, e nei Pianeti, il secondo è proprio di ciascun Pianeta, e della terra, e apparente nel Sole, vi è nei corpi celesti il *Moto degli Apsidi* di ciascun Pianeta, il *Moto dei Nodi*, la *Precessione degli Equinozi*, e la *Nutazione dell'Asse* §. 214.

252. Per formare un'idea di tutti questi moti apparenti nel Cielo conviene riflettere che se tutti i Pianeti si movessero in Cielo in un solo piano, questo non si muterebbe per la loro vicendevole gravità, o attrazione, che, come vedremo nel seguente capo, e una delle due cause meccaniche del moto dei Pianeti, o l'effetto delle loro vicendevoli attrazioni farebbe solo l'accelerare, o ritardare il loro moto proprio. Ma la cosa va diversamente, ciascun Pianeta camina nel proprio piano, e la terra va nel piano dell'Ecclittica. I Piani degli altri pianeti tagliano sotto angoli diversi il Piano dell'Ecclittica, e li due punti in cui lo tagliano si chiamano *Nodi*. Quindi ogni Pianeta è di continuo tirato dagli altri dal suo piano in cui camina. Rimane ora che diamo un'idea dei moti diversi di sopra accennati.

253. Il *moto degli Apsidi*, o *Augi* è un lentissimo moto, che si osserva nella linea, che unisce l'Afelio, e il Perielio di ciascun Pianeta, ed è sensibilissimo nella Luna. Siccome i Pianeti girano in piani diversi intorno al Sole, e sono continuamente tirati ciascuno per varie direzioni, così principalmente nell'Afelio in cui è diminuita la loro forza centripeta verso il Sole, si rende sensibile l'azione degli altri sopra di loro. Queste azioni sono più sensibili sotto l'Equatore di ciascheduno, che è più sollevato, che nelle parti sotto i loro Poli. Il moto per esempio degli *Apsidi*, o *Augi* della terra, o questo deviamiento dal piano dell'Ecclittica è di 6", e  $\frac{47}{1000}$ , e dipende da Giove, che è il più grosso di tutti i Pianeti. Ciò si può così concepire. Sia S il foco dell'Ellissi ABP in cui è il Sole. Sia ABP l'orbita della terra. P il Perielio, A l'Afelio, AP la linea degli Apsidi. Abbia caminato la terra da A in B colla sua forza centrale AS verso il Sole, siccome quivi è mi-

Tav.  
11.  
Fig. 6.

è minorata; se la forza attraente di Giove, che esprimeremo per CN si è resa sensibile per la forza del Sole diminuita, a poco a poco la disturberà dall'arco AB, e la porterà dopo un dato tempo in C, che farà un punto della nuova orbita ellittica che comincerà a descrivere la terra dall'Afelio al Perielio. Onde descritta la Ellissi CDEOC simile alla prima ABP, farà CE la nuova positura dell'Apside AP della terra. Accostandosi la terra al Perielio, siccome la velocità angolare verso il Sole §. 1048. 1052 etc. del Tomo I. Fisica, cresce, e diventa MSP, così si rimetterà la linea degli Apsidi nel suo primò sito.

254. Dalla mutazione che fanno gli Apsidi di ciascun Pianeta nasce che devono muoversi i Nodi di ciascheduno, o i due punti coi quali tagliano l'Ecclittica. Questo moto dei Nodi si fa retrocedendo; e perciò i Nodi hanno un moto retrogrado, o in *Antecedentia*. Nasce principalmente questo moto dall'azione del Sole, e della Luna sulla sferoide terrestre. Nella Luna il moto dei suoi Nodi in ogni rivoluzione, è sensibile, essendo di gradi  $1^{\circ}$ ,  $26'$ ,  $48''$ . Questo, ed altre palpabili disuguaglianze della Luna si spiegano, e si predicano con tutta l'esattezza, posta l'attrazione, o gravitazione universale, che è la prerogativa del Sistema Fisico Newtoniano sopra tutti gli altri Sistemi. Il moto annuo dei Nodi di Mercurio riguardo alle stelle fisse è  $45''$  secondi. Quello di Venere è  $31''$ , di Marte è  $39''$ ,  $18'$ , di Giove è  $60''$ , di Saturno è  $30''$ . Questo moto dei Nodi di ciascun Pianeta è lo stesso che il moto del Polo dell'orbita del Pianeta intorno il Polo dell'Ecclittica. Questo moto non è esatto che per un picciolo numero di secoli.

255. Dal moto dei Nodi si produce la *Precessione degli Equinozj*. È la Precessione un moto annuo apparente in Longitudine di tutte le stelle, di  $50'' \frac{1}{3}$ . Questa quantità l'hanno determinata gli Astronomi dalle osservazioni moderne paragonate con quelle degli antichi, e fatte sulla Longitudine delle Stelle. Ipparco 128 anni prima dell'Era osservò la Longitudine della Spiga della Vergine di segni del Zodiaco 5, e  $24^{\circ}$  gradi. Nel 1750 osservata di nuovo la Longitudine della stessa parte della Costellazione si trova di segni 6,  $20^{\circ}$ ,  $21'$ . Dunque in 1878 anni il progresso di questa stella è di  $26^{\circ}$  gradi, e  $21'$  minuti, che è la differenza tra le due osservazioni. Da un'altra osservazione fatta da Ipparco sul Cuore del Leone, e ripetuta nel 1750 si trova dalla prima osservazione la Longitudine Segni 3. gradi  $29^{\circ}$ ,  $50'$  e pel 1750 di Segni 4. gradi  $26^{\circ}$ ,  $21'$ . La loro differenza, o l'aumento in Longitudine delle stelle è di gradi  $26^{\circ}$ ,  $31'$  in 1878 anni. Prendendo un termine di mezzo tra le due differenze avremo gradi  $26^{\circ}$ ,  $26'$  per l'aumento in Longitudine delle Stelle in 1878 anni. Ridotto questo aumento in minuti secondi, e diviso per 1878 avremo per ciascun'anno  $50'' \frac{2}{3}$  per anno. Quindi il Segno di Ariete si trova quasi tutto passato in Toro, essendo a gradi  $26^{\circ}$ ,  $26'$ , e ciascun segno del Zodiaco occupando 30 gradi di Cielo. La Causa della Precessione,  
e del

e del moto apparente delle stelle in Longitudine nasce dalla retrogradazione dell' Equatore , e dei punti Equinoziali , o retrogradazione dei Nodi , per la quale andando la terra incontro al Sole fa che si preven- ga l' Equinozio , o che nasca più presto , quindi si chiama *Precessione* . Andando indietro il punto Equinoziale ne nasce che volendo noi para- gonare le stelle al punto d' Ariete , essendo esse immobili ne pajano più lontane da detto punto , onde dalla retrogradazione dell' Equatore nasce il moto apparente in longitudine delle stelle , secondo l' ordine dei Segni . La gravità del Sole , e della Luna sulla parte elevata dalla terra , che è l' Equatore è la Causa Fisica della *Precessione* , o del moto in longitudine . Facendosi questo moto a lungo dell' Ecclittica , quindi è che non si muta la Latitudine delle Stelle , ma bensì cangiasi l' Ascen- sione retta , e la Declinazione . Abbenchè non si muti con questo moto la Latitudine delle stelle , ciò non ostante è variabile anche essa per altre cagioni . Due sono le cause della *Precessione* , il Sole , e la Luna . Posta la Nutazione dell' asse terrestre di  $19''$  , la *Precessione* per causa del Sole sarà  $14''$  ,  $50$  ; per causa dell' azione della Luna sarà  $35''$  ,  $50$  ; onde per causa delle attrazioni di tutti due questi corpi sarà la *Preces- sione* di  $50''$  per anno , come abbiamo trovato colle Osservazioni . Que- sto moto apparente delle stelle in Longitudine fa che anderanno scorren- do lentissimamente per tutti i 12 Segni del Zodiaco nello spazio di 25740 anni , computandovi le irregolarità che in esso vengono prodotte dalla Nutazione dell' asse .

256. La *Nutazione dell' asse terrestre* , o un deviamiento dell' asse dal suo sito naturale è l' ultimo moto scoperto nel Cielo da Bradlei . Nasce dalla gravitazione della Luna sulla Sferoide terrestre ; che produce la *Precessione* . Ciò accade perchè la Luna per queste attrazioni muta di continuo i nodi , onde la sua azione non solo è variabile riguardo alla *Precessione* , ma ancora produce nell' asse della terra un particolare devia- mento , che vien detto *Nutazione* ; e ciò tanto più , perchè la sua in- clinazione rispetto all' Equatore è di 10 gradi ; e il moto dei nodi è assai sensibile . Questa nutazione nata da una causa reale produce un moto apparente nelle stelle di  $9''$  ; che cresce in 9 anni e mezzo , e di  $9''$  che diminuisce nei seguenti 9 anni e mezzo ; onde l' intero suo pe- riodo è di 19 anni , dopo i quali torna come prima l' asse terrestre . Il primo effetto della nutazione è il cangiamento dell' obliquità dell' Ec- clittica . Il Secondo effetto è il cangiar che fanno le stelle di Longitu- dine , Ascensione retta , e di Declinazione . Ma non muta la loro La- titudine . Vedasi su di ciò de la Lande Tomo 3 §. 2853 e segu.

NATURA, E PROPRIETA' DEI PIANETI  
PRIMARJ, E SECONDARJ.

257. **T**Ra tutti i corpi celesti abbiamo a lungo parlato delle *Stelle fisse* nel §. 143, e seguenti, della *Via lattea*, e delle *Nubi* che in cielo si osservano; rimane ora l'investigare la natura, e le proprietà dei Pianeti maggiori, o minori, e delle *Comete* per compire l'idea dei corpi celesti secondo le osservazioni.

258. *Osservazioni.* Intorno la natura dei Pianeti, è fuori d'ogni dubbio da tutte le osservazioni fatte, che i *Pianeti*, o siano *primarj* o *secondarj* §. 141., e così ancora le *Comete* sono *Corpi opachi*, che compariscono lucidi, perchè illuminati dal Sole, ed hanno una superficie disuguale, e piena di prominente, e di cavità, e in alcuni luoghi hanno lascia la loro superficie. Siccome ciò è più sensibile nella Luna, che è a noi più vicina degli altri Pianeti, così da questa daremo principio. Nell'*Ecclissi* del Sole, che nasce quando la Luna si trova quasi nella stessa linea tra il Sole, e la terra, si osserva la parte del Sole ove ella passa oscurata. Lo stesso accade quando Mercurio, o Venere passano tra il Sole e noi, si vedono come una macchia oscura che camina nel disco solare. Se questi tre pianeti avessero lume proprio non oscurerebbero il Sole in quella parte. Dunque sono corpi opachi. In Marte, Giove, e Saturno si dimostra che siano opachi pel lume che mandano debole, e non brillante come quello delle Stelle, e quantunque sia assai vivo quello di Giove, è però inferiore a quello di Venere, e delle stelle. Lo stesso che si è osservato nella Luna deve dirsi per Analogia dei 4 Satelliti, o Lunule di Giove, e dei cinque di Saturno; e delle Comete. In Saturno si osserva alle volte che il suo anello manda sul suo corpo l'ombra, che non si osserverebbe se Saturno non fosse opaco. Cassini nel 1665 osservò l'ombra dei Satelliti nel disco di Giove; locchè immediatamente dimostra che i Satelliti sono opachi.

259. *Osservazioni.* La superficie dei Pianeti è piena di disuguaglianze. Cominciando dalla Luna quando è nuova, cioè mentre principia ad essere illuminata rispetto a noi; o per dir meglio, come vedremo nelle sue Fasi, quando comincia a voltare a noi porzione della sua faccia illuminata, e comparisce, come la figura che nasce dalla intersezione di due cerchi, che perciò dicesi *Lunula* dai Geometri; quando ciò accade si chiama Luna nuova, ed è in congiunzione col Sole. Osservandola con un telescopio di 5, o 6 piedi si vedrà tutta, come dentata, nella sua parte sue corna, che terminano in due punte acute saranno formate da varie concava, e le parti lucide, che pajono staccate tra di loro, e dal suo corpo, che si distinguerà con un lume languidissimo; almeno nel contorno. Continuando così ogni giorno a vederla compariranno sempre nuove, e più distinte parti prominenti, colle ombre che caminano secondo il moto della

della Luna, o parti fisse più oscure delle altre. Si offerveranno inoltre varie larghe macchie oscure, uniformi, e costanti. Lungo sarebbe il descriverle tutte, potendosi in una occhiata vedere più distintamente nella Tavola 14, e 15. Si prosiegua ad osservarla sino a che si veda la metà del suo disco illuminato, si vedranno le ombre a poco a poco diminuirsi, nè si vedranno tanto alte le sue prominenze, e avrà lume maggiore di prima, quando è Luna piena, o vedendosi la metà della sua superficie illuminata, cioè quando è in opposizione col Sole. Dopo il Plenilunio calerà il suo lume, e torneranno ad essere più sensibili le sue prominenze, e disuguaglianze, e ciò accaderà sino a che non si vede più la luna, o è il Novilunio.

260. Se la superficie della Luna fosse liscia; come uno specchio, o come il mare in calma si vedrebbe, come questi oscura; perchè i raggi di luce che cadono su d'una superficie liscia si riflettono da un punto solo, facendo l'angolo d'incidenza uguale a quello di riflessione; onde solo in un punto si vedrebbe lucida. Quindi dove sono nel disco le macchie, quivi la sua superficie deve esser liscia, come il mare, e perciò gli Astronomi hanno chiamato *Mare* le macchie più grandi. E siccome in mezzo a queste macchie si vedono delle parti lucide, così gli Astronomi le hanno credute *Isole*. Per lo contrario quei luoghi del suo disco che si vedono lucidi segno è che hanno una superficie disuguale, e che perciò riflettono il lume per tutte le direzioni, e se l'ineguaglianza è uniforme si vedranno lucidissime. Così dalle cime delle montagne si vedono lucide le campagne, e oscuro il mare, eccettuati alcuni punti. Così ancora osserviamo che la superficie dell'argento, che ha una uniforme disuguaglianza comparisce lucidissima, e se si spiana strofinandola coll'imbrunitore, comparisce subito nera, o bruna. Quelle parti poi della Luna che pajono staccate dal resto, sono cime d'altissime montagne, che sono prima illuminate dal Sole della sua superficie, o delle parti più basse. Le parti più alte della Luna sono dalla parte, che è opposta al Sole circondate da un'ombra. Questa si distingue dalle macchie, perchè si muove sol camminare che fa il Sole sotto l'orizzonte.

261. *Osservazioni.* Tutti i Pianeti, come la Luna dimostrano le ineguaglianze, ma meno sensibilmente. In Mercurio, come vicinissimo al Sole, e che non si discosta più di 28 gradi, non si vede alcuna macchia, ma in Venere ne ha vedute Monsignor Bianchini, nel 1726. In Marte le scoprì il primo nel 1636 il Fontana, e nel 1666 Giandomenico Cassini. In Giove si osservano tre strisce parallele, che prima di tutti avanti il 1633 videro i P. P. Zuppi, e Bartoli in Napoli, indi in questo anno il Fontana. Nel 1664 il Campana coi suoi rari telescopj adoprandone uno lungo scoprì 4 fascie oscure, e due chiare. Nel 1691 le ne viddero 6, o 7 oscure vicinissime tra di loro, e sovente non le ne distinguono che una, o due. Sono perciò variabili queste fasce.

Ice. Oltre queste vi sono ancora delle macchie in Giove che sono più costanti, dalle quali ricavò nel 1665 Cassini la sua rotazione di 9 ore, 55', 50", che confermò Maraldi 48 anni dopo nel 1713, avendo vedute le macchie, come le vide Cassini. In Saturno non possono distinguersi macchie per la sua lontananza, ma solo si vede circondato da un largo anello lucido staccato dal suo corpo, ma che lo circonda costantemente, come ora vedremo. Cassini nel 1675 e successivamente nel 1708, e 1719 vide due macchie molto deboli in Saturno, e che dovevano essere molto lontane dal corpo di Saturno, perchè non si vedevano curve, ma rette. Onde non potè ricavarne alcuna ineguaglianza, nè la rotazione.

### L'ANELLO DI SATURNO.

*Tav. 262.* *Fig. 1.* **O**sservazioni. Se si guarda Saturno con un Telescopio di 5, in 6 palmi si vede come in Figura un globo rotondo ABCD di luce imorta, e circondato da un'anello, o per dir meglio Armilla, secondo Riccioli AEHFC della stessa luce. Essendo ancora nascente la scoperta dei cannocchiali faticarono molto gli Astronomi a formar giusta idea della sua figura; perchè non sempre si vede con quell'aspetto con cui l'ho delineato, avendolo posto in quella situazione in cui appare sovente, e che non lascia dubbio della sua vera figura. Galileo che lo vide uno dei primi scrisse nel 1612 che aveva veduto Saturno triforme, ma poi, secondo la positura diversa rispetto a noi, non comparendo più l'anello, e vedendo solo un globo, non fece più uso della prima osservazione. Gassendi nel 1643 lo descrive un globo in mezzo a due altri minori, perchè era in positura da non vedere i vuoti G, C. Evelio nel 1647 nella sua Selenografia, lo descrive un globo con due braccia, indi in sei altre maniere, tra le quali quella di un globo con due manichi, che si accosta più alla sua vera figura. Alla figura di Anello si accosta più di tutti Francesco Fontana nelle sue nuove osservazioni celesti, e terrestri stampate nel 1646. in Napoli. Il solo Ugenio con Telescopj più perfetti, e più lunghi, e di 23 palmi vide la vera figura di Saturno, che abbiamo esposta, onde pubblicò nel 1659 il suo *Systema Saturnium*. Il diametro EGCF dell'anello sta a quello di Saturno BD, come 7: 3. Lo spazio C, ovvero G è presso a poco uguale alla larghezza LF dell'anello. Per questo spazio si vedono alle volte le Stelle Fisse. La larghezza dell'anello LF è  $\frac{1}{3}$  del diametro di Saturno. Secondo che a noi sta rivoltato l'anello svaniscono a poco a poco i manichi G, C, onde si vedono come due braccia, perchè ancora il piano dell'anello LF, EG sta a noi rivolto. Finalmente svaniscono anche questi, e non si vede più anello, ma un solo globo, coll'ombra di esso sul disco di Saturno. Questo svanimento dell'anello prova, che non ha molta grossezza. In tre maniere può svanire l'anello. *Prima* quan-

quando Saturno è al grado 20° di Vergine o al grado 20 di Pesci perchè in questo tempo volge il suo taglio al Sole, che essendo sottile non può a noi riflettere lume efficace da distinguersi così da lontano. Ugenio vide Saturno rotondo nel 1655. Maraldi l'osservò così dalli 14. Ottobre 1714. fino il 1. Febbrajo 1715. Per potersi vedere l'anello basta che il Sole sia elevato 8 minuti sul piano dell'anello; allora si comincia da noi a vedere parte del piano dell'anello. E perciò l'anello si perde per mancanza di lume, solo per un mese, cioè 15 giorni prima, e 15 dopo che Saturno è passato pel quinto segno del Zodiaco a gradi 20°, o 11 segni e gradi 20 di Longitudine. Si è trovato in questi segni, e perciò ha rivolto il suo taglio verso il Sole li 12 Dicembre 1671, li 6 Giugno 1701, li 31 Gennajo 1715, li 20 Novembre 1730, li 15 Luglio 1744, li 5 Maggio 1760, li 30 Dicembre 1773, e si troverà ancora li 20 Ottobre 1789, li 17 Giugno 1803, li 6 Aprile 1819. La Seconda causa per la quale si perde di vista l'anello è perchè rivolge il suo taglio alla terra, che essendo sottile, non può da noi distinguersi, quantunque sia illuminato dal Sole. Goffredo Einsio, che nel 1745 stampò una dotta dissertazione a Lipsia de *Apparentiis annuli Saturni*, giudica che debba la terra essere sollevata sopra il piano dell'anello almeno 30' minuti, perchè possa da noi vederli, ma de la Lande crede che anche a minore altezza possa cominciarli a vedere l'anello. La terza causa per la quale si perde l'anello è secondo Maraldi quando il piano dell'anello se si concepisca prolungato passa tra 'l Sole, e noi; perchè in questo caso la parte dell'anello illuminata dal Sole non riflette i raggi verso di noi. Quando Saturno è tra il segno 11, gradi 20, e segno 5 gr. 20 di Longitudine il Sole illumina la sua parte meridionale, se allora la terra è elevata sulla parte Settentrionale dell'anello, i raggi che lo illuminano non riflettono a noi. Il più difficile Fenomeno da spiegarsi in Cielo è l'anello di Saturno che si vede in certi tempi, almeno nei fianchi staccato dal corpo di Saturno, e come pendolo intorno a Saturno. Maupertuis nella sua dissertazione sulla figura degli Astri congettura che la materia di cui è composto sia di una gran coda di qualche Cometa, che passando vicino a Saturno sia stata attratta, e si sia consolidata in aria prima di giungere alla superficie di Saturno, e colla propria gravità si mantenga così sospesa. Altri hanno congetturato che siano molti satelliti tra loro vicini, la distanza dei quali non può distinguersi per la gran lontananza di Saturno da noi. Potrebbe ancora forse dirsi che sia l'anello una serie, o catena di montagne attaccate di tanto in tanto alla superficie di Saturno, ma che queste unioni colle quali stanno ad esso congiunte siano di una grossezza assai grande vicino a Saturno, ma siano tali che per la distanza considerabile di Saturno da terra non possano mai vederli; come accade in certi tempi ancora all'anello, che sebbene grande, pure affatto non si vede.

## FASI DELLA LUNA, DI VENERE, E DI MERCURIO.

Tav. 263. <sup>12.</sup>  
Fig. 2. **O**sservazioni. Cominciamo dalla Luna le di cui Fasi sono visibili ad occhio nudo. Sia S il Sole, T. la terra, a b, la Luna, che gira intorno la terra. Si trovi la luna in, ba, in congiunzione col Sole, e se è nel nodo, o ad esso vicino, allora rispetto a noi farà l'Ecclisse del Sole essendo la Luna, e il Sole quasi nello stesso piano. Il Sole sempre illumina in tutte le positure la metà della Luna, ma in questo sito la parte illuminata è, a, che non riflette i suoi raggi a noi che siamo in T; perciò non vedremo la Luna, che come un globo nero in Cielo. Ciò si chiama *Novilunio*, o *Luna nuova*, e dagli Ebrei *Neomenia*. Camina la Luna in, ce, la metà della luna, d ce, è illuminata, ma noi non vediamo che la parte, c fd, che sola a noi riflette i raggi, e che in figura non è bene espressa, dovendo essere di figura cornicolata, come, efd. Camini la luna e vada in, gi, lontana 90 gradi da, ab. Sempre metà della luna, ghi, coll'altra metà sotto questa sarà illuminata dal Sole, ma noi che siamo in T non vedremo che la metà della sua faccia, cioè, igh, o la quarta parte della sua superficie, perciò si dice il *primo quarto della luna*, che anche è bene espresso in figura, dovendosi vedere questa sola metà della faccia a noi visibile, perchè l'altra metà non sta rivolta a noi, ma è sotto questa. Andando la Luna in, mop, si vedrà più della metà della sua faccia illuminata dal Sole, e finalmente andando in, rs, o in opposizione col Sole si vedrà tutta la sua faccia, s, o la metà della Luna illuminata, e se sia nel nodo, cioè in uno stesso piano colla terra, e il sole, o quasi nello stesso piano dell'Ecclittica, nascerà l'Ecclissi della Luna, perchè l'ombra della terra l'oscurerà. Questa Fase si dice *Luna piena*, o *Plenilunio*. Dal Novilunio, ab, al Plenilunio, rs, cresce sempre di lume la Luna. Colla stessa proporzione dal Plenilunio, rs, al Novilunio, ba, scema sempre di lume. Le stesse Fasi che ha la Luna, hanno ancora Venere, e Mercurio. Quelle di Venere si distinguono bene, ma col Telescopio, quelle di Mercurio con difficoltà si osservano perchè quasi sempre sta involto nel lume del Sole, o nei vapori dell'Orizzonte.

264. Quando è Luna nuova, e comincia a comparire il suo lume si osserva di notte una luce oscura, detta dai latini *maligna* per cui si distingue tutto il globo lunare. Questa altro non è che la luce della terra che si riflette nella Luna; perchè quando è per noi Novilunio, per uno che stasse nella Luna, la terra farebbe nel suo Plenilunio, cioè opposta al Sole, e perciò tutta illuminata quella faccia, che volta alla Luna; onde essendo molto più grande la superficie della terra, che quella della Luna, potrà la luce riflessa dalla terra andare a illuminare la Luna, e da questa riflettersi con qualche forza verso la terra.

265. Il

265. Il lume della Luna, quantunque si raccolga con uno specchio Ustorio, e si ristringa, come fece de la Hire nel 1705 in uno spazio 306 volte più piccolo del primo, ciò non ostante non produsse alcun segno di calore nel Termometro di Amontons, che è sensibilissimo. Ha dimostrato coll'esperienza d'una bugia accesa di notte il Signor Bouguer che il lume della Luna è 300000 volte minore di quello del Sole. Vedasi la sua Ottica sulla graduazione del lume stampata in 4.<sup>o</sup> nel 1760.

266. *Osservazioni.* Le Fasi di Venere che è più lontana dal Sole di Mercurio le vide Galileo prima di tutti, e le annunciò con questo emblema al pubblico *Cynthiae figuras imitatur mater amorum*. Le Fasi di Mercurio le scoprì nella sua massima elongazione dal Sole Simone Mario, e altri successivamente le confermarono. Venere, se dopo la sua congiunzione inferiore brilla la mattina prima del levare del Sole si dice *Lucifero*, o *Posforo*; se si vede dopo il tramontare del Sole si chiama *Espero*. Si vede in tutti i due casi non tutta illuminata. Dopo la sua massima digressione dal Sole, mostra più della metà del suo disco, e quando è nella Congiunzione superiore si vede piena, come la Luna. Le più grandi digressioni, o elongazioni di Venere sono tra i gradi 44°, 57', e 47°, 48'. Di Mercurio le sue più gran digressioni sono tra i gradi 17°, 36', e 28°, e 20'. Le loro Fasi si spiegano come quelle della Luna, e dato il tempo Periodico di Venere, e di Mercurio si predicano. In questi ultimi tempi alcuni Astronomi hanno dato a Venere un satellite, che suppongono essere sicuramente scoperto in questi ultimi tempi. Sino dagli 11 Novembre 1645 Francesco Fontana contemplando Venere quasi dicotoma vide nel mezzo della sua parte illuminata un globo di un rosso carico, come riferisce nel suo libro *Novae caelestium, terrestriumque rerum observationes* stampato a Napoli nel 1646. Li 15 Novembre 1645 osservando Venere, vide nelle sue due estremità, dette *Corna* due globi consimili di un rosso più carico, e allora cominciò a sospettare che fossero stelle. Li 25 Novembre dello stesso anno, poco lontano, e nella parte superiore di Venere vicino alla sua convessità vide un solo, e consimile globo. Li 22 Gennajo 1646 vide lo stesso globo verso la concavità della Luna, che era concincolata. Nel Tomo 8. delle Memorie dell'Accademia di Parigi Gian Domenico Cassini osservò due volte nel 1672 questo satellite di Venere. Nel 1740 li 3 Novembre il celebre artefice di cannocchiali Inglese Short l'osservò per un'ora continua, ed altri Astronomi l'osservarono ancora. Si vedano le Memorie del 1741. Finalmente li 3, 4, e 7 Maggio del 1761 il Signor de Montagne della Società Reale di Limoges l'osservò anche esso. Molti però sono gli Astronomi che non hanno potuto vedere questo nuovo satellite, anzi al riferire di de la Lande avendo esso parlato nel 1763 con Short, lo trovò che anche egli dubitava che quello da lui veduto fosse un vero satellite di Venere, credendolo

dolo più tosto un'altro pianeta di poco lume, forse per non disdirsi presto di ciò che aveva asserito nel 1740 Il Signor Hell' Astronomo di Vienna, de la Lande, Boscovich, e altri Astronomi credono che sia un'illusione Ottica, non ostante che alcuni abbiano a questo satellite assegnata una grandezza che sia il suo diametro  $\frac{1}{4}$  di quello di Venere, e il tempo periodico sia di 223 ore, e la lontananza da Venere sia di 9000 Leghe Francesi. Avendo anche io più volte con un telescopio di 6 piedi e mezzo di Parigi, e una lente acutissima all'occhio composta di due menischi che si guardano colle loro convessità, avendo dico osservato, ora a destra, ora a sinistra di Venere, secondo la positura dell'occhio, questo finto Pianeta, credo probabilmente che si possa così spiegare. Quando l'occhio non sta nell'asse del Telescopio quei raggi che escono dall'oculare per dipingere l'immagine di Venere nella retina, in parte si riflettono dalla cornea, e entrano di nuovo nella lente oculare e si uniscono nel suo foco che è curto, onde avendo mutata direzione retrocedendo verso l'occhio entrano nella cornea, e dipingono nella retina una seconda immagine di Venere lateralmente ad essa, ma più debole assai di lume, che ora va a dritta, ora a sinistra della prima immagine, secondo la positura, e moto dell'occhio. Si veda la dotta Dissertazione dell'Abbate Hell *de Satellite Veneris* stampata a Vienna nel 1765.

#### ECCLISSI DEL SOLE, DELLA LUNA, E DI ALTRI CORPI CELESTI.

267. **E**clisse vuol dire difetto, o mancanza di lume. Quando un corpo celeste toglie all'altro il lume, si dice che lo eclissa. In due maniere lo può eclissare, o impedendo che il suo lume non venga a noi, coll'interporre il suo corpo tra lui e noi, o interponendosi, e mandando la sua ombra che copra il corpo celeste. Nel primo modo succedono rispetto a noi l'Ecclissi del Sole, e dei Satelliti di Giove, e Saturno per l'interposizione del corpo della Luna, o di Venere e Mercurio, o del corpo di Giove, e Saturno tra il Sole, e noi. Nel secondo modo accadono l'Ecclissi Lunari, quando la terra, stando tra il Sole, e la Luna, manda la sua ombra, e copre la Luna alla di cui distanza può arrivare l'ombra della terra. Talete, al riferire d'Erodoto, e di Cicerone fu il primo che predisse agli Jonj un'Ecclisse totale del Sole. Anche l'Ecclissi dei Satelliti di Giove, e Saturno accadono rispetto a Giove, e Saturno perchè i Satelliti s'immergono nella loro ombra, ma rispetto a noi la loro Ecclisse accade per l'interponimento del corpo di Giove, e di Saturno.

268. Siccome la terra e il Sole caminano sempre sulla Ecclittica ma non sempre la Luna, così questa andando in un piano diverso avrà sempre una latitudine diversa. Quando la Luna si trova sull'Ecclittica, lo

lo che accade nei nodi, allora se è in congiunzione col sole passerà sopra il suo disco oscurandolo in quella parte, e nascerà l'*Ecclissi del Sole*. Se la Luna è in opposizione col Sole, e passa per li nodi, s'incontrerà nell'ombra della terra, e resterà essa oscurata, cioè nascerà l'*Ecclissi della Luna*. Ma non vi è necessità che per l'*Ecclissi* la Luna sia sempre nell'*Ecclittica*, più sovente accade che nell'*Ecclissi del Sole*, o della Luna, questa si trova vicina all'*Ecclittica*, o ha una picciola Latitudine.

269. Quattro sono le specie di *Ecclissi*. *Ecclisse parziale*, *Ecclisse totale* *Ecclisse Annulare*, e *Ecclisse centrale*, che riguarda solamente il Sole. Perchè accada un'*Ecclisse parziale*, sia del Sole, o della Luna, in cui resta oscurata parte del Sole, o della Luna, basta che la Latitudine di questa non sia maggiore di 64 minuti. Se è maggiore di 64 non vi può essere *Ecclissi*; perchè l'ombra della terra non occupa nella orbita Lunare che 47' minuti, ai quali aggiunti 17' che è il semidiametro lunare §. 210. Danno 64' minuti che è la distanza del centro della ombra, e della Luna; onde se la distanza di questi centri è maggiore di 64' il limbo della Luna raderà quello dell'ombra. La seconda è l'*Ecclissi totale*, che accade quando tutta la Luna, o il Sole restano oscurati, nè è meraviglia che la Luna possa oscurare il Sole, perchè ha §. 210. il diametro apparente maggiore di lui. Per esser totale l'*Ecclissi* basta che la Luna non sia lontana dall'*Ecclittica* più di 30' minuti, se è maggiore la sua latitudine, non può accadere *Ecclissi totale*. Si dà però il caso in cui il diametro apparente del Sole comparisce maggiore di quello della Luna, locchè accade quando la terra è nel suo Perigeo. In questo caso tutto il corpo opaco della Luna non arriva a coprire tutto il disco lunare, ma lascia d'intorno un'anello lucido, e perciò questa *Ecclissi totale* si chiama ancora *Annulare*, come fu quella del 1764; che tale si vide a Cadice, a Renne, a Calè, e a Pello nella Lapponia. Questa specie di *Ecclisse* riguarda solamente l'*Ecclissi Solari*. La quarta specie è l'*Ecclissi Centrale*, che accade quando il centro della Luna, o sia in Congiunzione, o in Opposizione col Sole, si trova nell'*Ecclittica*, e in questo caso i tre centri del Sole, della Terra, e della Luna sono nella stessa linea retta.

270. L'*Ecclissi della Luna* che è Satellite della terra, e l'*Ecclissi dei Satelliti di Giove*, o di Saturno sono universali, cioè si vedono da tutti gli abitatori della terra, ma l'*Ecclissi solari* non sono universali.

271. Nelle *Ecclissi lunari* per concepire come la Luna sia coperta dall'ombra che manda la terra conviene riflettere che la terra essendo illuminata dal Sole, vede, come accade a tutti i corpi opachi mandare la sua ombra nella parte opposta al Sole, ed essendo rotonda deve mandare l'ombra conica. Lo stesso deve dirsi dell'Atmosfera terrestre; onde il cono ombroso della terra sarà cinto dal cono ombroso dell'Atmosfera, che non sarà tanto oscuro, e però si chiama *Penombra*. Sia, a, la Luna, <sup>Tav. 12.</sup> e la Fig. 3.

e la linea,  $acn$ , sia il cammino che fa. Il cerchio  $ABC$  sia una sezione del cono ombroso della terra, parallela alla base del cono. Caminando la Luna da  $a$ , in  $c$ , entrerà prima nella penombra, e comincerà a oscurarsi, indi entrando nell'ombra  $ABC$  si oscurerà interamente a poco a poco, fino a che in  $c$ , sarà tutta immersa nell'ombra, continuando a camminare da  $c$ , verso  $n$ , a poco a poco andrà uscendo dall'ombra, e finalmente in  $n$ , sarà tutta fuori dell'ombra. In  $a$ , si chiama il principio dell'immersione; in  $c$ , il mezzo, che spesso dura dei minuti, come la stessa figura dimostra, e in  $n$ , si dirà l'Emerfione. Questa Ecclissi sarà totale ma non centrale. Se la strada che fa la Luna fosse,  $DmA$  che passa pel centro,  $m$ , dell'ombra; l'Ecclissi sarà totale, e si dirà centrale. Se la strada che fa la Luna fosse una linea parallela alla  $an$ , e che passasse pel punto,  $r$ , allora la porzione  $x$  della Luna resterebbe fuori dell'ombra, e perciò farebbe Ecclissi parziale.

272. Quando l'Ecclissi sono parziali per determinare gli Astronomi la quantità della Luna che resta ecclissata sogliono concepire il diametro apparente della Luna diviso in 12 parti uguali che chiamano dita ecclittiche, quella parte di esse che resta coperta dà la quantità della Luna ecclissata.

273. Se taluno forse dubitasse che l'ombra della terra non sia così lunga da arrivare alla Luna, nè così larga da coprirla tutta alle volte, si può facilmente dimostrare il contrario, essendo noto i diametri del Sole, e dei Pianeti in leghe, §. 210, e in diametri della terra.

Fig. 4.  
12.  
Fig. 4.

Sia,  $am$ , il Sole,  $ac$ , il suo semidiametro,  $dn$ , sia la terra,  $de$ , il suo semidiametro,  $hr$ , il diametro dell'ombra, ove è la Luna,  $hf$ , il suo semidiametro. Siano,  $ag$ ,  $mg$ , i raggi del Sole che toccano il limbo della terra, sarà,  $dgn$ , il cono ombroso della terra;  $fe$ , che è la distanza massima della Luna da terra, è di 63 semidiametri terrestri. Si tiri,  $db$ , parallela,  $ec$ , sarà,  $ba$ , la differenza tra 'l semidiametro del Sole, e della terra. I due triangoli,  $abd$ ,  $deg$ , sono simili, perchè equiangoli, onde avremo,  $ab:bd::de:eg$ . Sostituendo i numeri o li semidiametri terrestri avremo,  $ab = 52$  §. 210.  $db$ , distanza della terra dal Sole sarà uguale 22198 semidiametri terrestri §. 206,  $de$ , semidiametro della terra  $= \frac{1}{2}$  §. 210. Onde avremo  $52:22198::\frac{1}{2}:eg$ , e perciò sarà  $eg = 213$  semidiametri terrestri; che sono molto più grandi di 63 semidiametri terrestri. Perciò l'ombra della terra sorpasserà di molto la distanza massima della Luna. Sia,  $hr$ , il diametro dell'ombra, ove si trova la Luna nella sua massima distanza, avremo ancora, per li triangoli simili,  $deg$ ,  $hfg$ , questa proporzione  $eg:ed::fg:fh$ , ovvero  $213:\frac{1}{2}::150:fh$ , onde,  $fh = \frac{75}{3}$ , e tutta,  $hr$ , o il diametro dell'ombra sarà  $\frac{140}{3} = \frac{2}{3}$  d'un semidiametro terrestre. Ma il diametro della Luna è  $\frac{1}{3}$  del semidiametro terrestre §. 210. Dunque il cono ombroso alla distanza massima della Luna può coprir.

copriarla tutta. Abbiamo fatto,  $fg = 150$ ; perchè,  $eg = 213$ ;  $ef = 63$ , e perciò  $fg = 213 - 63 = 150$ .

MODO DI DISTINGUERE I PIANETI, I LORO NODI, E INCLINAZIONE, LA LIBRAZIONE DELLA LUNA, LA LORO FIGURA, VOLUME, MASSA, E GRAVITA'.

274. **A**lzando gli occhi in alto, a Cielo sereno si vedranno quelle, che sono stelle di una luce un poco azzurra, come il Cielo, ma viva, e tremula, o scintillante. Per lo contrario la luce dei pianeti tira al bianco, è viva in alcuni, come in Giove, e Venere, ma non è tremula, nè scintillante, ed è soda. Se all'oscurare del giorno si trovano i Pianeti lontani più di 48 gradi da Occidente non ponno essere nè Venere, nè Mercurio. Se sono più vicini all'Occidente, forse saranno uno di questi due, ma non è sicuro. Venere è più brillante di tutti, ed è più grossa di Mercurio. Giove ha un lume vivo, ma non così brillante, come quello di Venere, ed è più grosso di tutti i Pianeti. Saturno ha un lume smorto, ed è bislungo, Marte ha un colore rossigno, ed è di mezzana grandezza. Mercurio è il più piccolo di tutti, e di rado si vede, perchè assai al Sole vicino. Venere si vede ancora di mattina dalla parte d'Oriente, e il suo lume brillante la fa distinguer da Giove.

275. Il lume delle stelle è brillante, e tremulo perchè mandano il proprio lume, come il Sole, e col vibrarlo di continuo per uno spazio quasi infinito nasce una aberrazione, che produce nell'occhio un tremore. Le stelle vedute col cannocchiale compariscono più piccole, che a occhio nudo; perchè a vista semplice non solo si vede il corpo della stella, ma ancora la sua Atmosfera lucida fino a una certa distanza dalla stella in cui è più forte; ma col telescopio si distingue il corpo della stella dalla Atmosfera. Così se si guarda un lume comune da lontano, e di notte si vede più grande che visto col cannocchiale.

I NODI, E INCLINAZIONE.

276. **L'**Inclinazione dell'orbita di ciascun Pianeta primario è l'angolo che fa il piano della sua orbita, coll'Ecclittica. Abbiamo già detto che i Pianeti non caminano tutti in un piano, ma parte del loro moto si fa da una parte dell'Ecclittica, e parte dall'altra. Onde l'orbita di ciascun Pianeta taglia l'Ecclittica in due punti, che si chiamano *Nodi*, e questi sono in diversi luoghi dell'Ecclittica. Quando dunque il Pianeta è in uno dei suoi nodi, allora è nel piano dell'Ecclittica, e non ha alcuna Latitudine. Quando il Pianeta, passato un nodo va verso il Polo Boreale, si chiama *Nodo ascendente*; quando va verso il Polo Australe, *Nodo discendente*.

*Determinar i Nodi dei Pianeti primarj e secundarj.*

277. **F**Acile è *determinare i Nodi* di ciascun Pianeta. Si offervi §. 189. la Latitudine del Pianeta da terra, quando va decrescendo, e si trovi quel momento in cui la Latitudine è nulla, allora sarà nel nodo §. 276. Si misuri subito la sua Longitudine §. 189 si determinerà a quanti segni, e gradi in Cielo corrisponde il Nodo. Con questo, e altri consimili metodi sono stati determinati i luoghi in Cielo, o nell' Ecclittica, ove sono i nodi di ciascun Pianeta, io seguirò la Tavola del S. De la Lande. Il primo numero della tavola significa 1° segno, 15° gradi, 21' primi, 15" secondi. 1° è lo stesso che Ariete. *Moto secolare* vuol dire il moto che fa il Nodo in un secolo, essendo mobili i nodi dei Pianeti.

Pianeti.	Nodi nel 1750.	Moto annuo dei Nodi.	Moto Secolare.
Mercurio.	1°. 15°. 21'. 15".	45".	1°. 15'.
Venere.	2°. 14°. 26'. 18".	31".	51'.
Marte.	1°. 17°. 36'. 30".	39". 8	1°. 5'.
Giove.	3°. 8°. 16'. 0".	60".	1°. 40'.
Saturno.	3°. 21°. 31'. 17".	30".	50'.

Tutti i moti dei Nodi sono retrogradi eccettuato quello di Giove che è diretto.

278. Un poco più difficile è *determinare i Nodi della Luna* per le variazioni alle quali ogni mese periodico sono soggetti. Ciò non ostante il metodo è lo stesso, che quello degli altri Pianeti, solamente in pochissimo tempo fa mutazioni considerabili. Il nodo ascendente della Luna, o quel punto §. 276. dell' Ecclittica in cui la Luna la traversa, e viene verso il Polo Boreale, si chiama qualche volta *Testa di Dragone*, e si nota con questo segno  $\Omega$ . Il nodo discendente, cioè quel punto dell' Ecclittica in cui la Luna la ripassa, e va verso il Polo Australe si chiama *Coda di Dragone*, e si nota con questo segno  $\vartheta$ . Per dimostrare la velocità con cui si muovono i nodi della Luna basta il riflettere, che in Giugno 1764 la Luna traversò l' Ecclittica nel primo punto d' Ariete, o, che è lo stesso il Nodo ascendente della Luna era nel primo grado d' Ariete, 18 mesi dopo, cioè a Dicembre 1765 tagliò l' Ecclittica nel primo grado di Pesci, onde retrogradò il nodo 30 gradi; o un segno intero. E farà ogni Nodo l' intero giro del

del Cielo in anni 18 comuni, giorni 228, ore 4, 52', 52". Così ancora in Giugno del 1757 la Luna eclissò la bella stella del Cuor di Leone, che sta nell' Ecclittica, chiamata *Regolo*, ma alcuni anni dopo passò la Luna 5° gradi più alta, o più bassa, al Settentrione, o Mezzogiorno di Regolo. La Luna ogni 19 anni si vede passare per gli stessi punti di Cielo, dopo avere i suoi Nodi scorsa tutta l' Ecclittica.

279. Diverso è il metodo di *determinare i Nodi dei Satelliti di Giove, e di Saturno*, ma più facile di quello della Luna, perchè questi Nodi dei Satelliti sono soggetti a molto minori variazioni. Come l' Inclinazione della Luna si misura dall' inclinazione dell' orbita Lunare coll' Ecclittica, cioè col piano che descrive la terra intorno al Sole, e l' inclinazione dei Pianeti primarj si misura coll' inclinazione della loro orbita sul piano dell' Ecclittica, che il Sole apparentemente in questo Sistema descrive intorno la terra, così l' inclinazione dei Satelliti di Giove, e di quei di Saturno si deve misurare coll' inclinazione della loro orbita con quella di Giove, e di Saturno. L' Inclinazione dell' orbita producendo i Nodi §. 276. è facile il vedere che determinati i Nodi, si determina l' inclinazione. Ora per determinare i Nodi metodo più facile, e opportuno non vi sarebbe, che il determinare l' Ecclissi d' un Satellite; o l' occultazione sua, quando passa dietro il suo primario. Per esempio li 30 Aprile 1742 Maraldi, e Cassini trovarono la più lunga Ecclissi del terzo Satellite di Giove, essendo questo 2 gradi 15', 42" di Leone riguardo al Sole. Questo punto adunque essendo di massima durata dell' Ecclissi sarà uno dei Nodi del terzo Satellite §. 269. Si può ancora determinare i Nodi osservando due Ecclissi di uguale durata. Ma questo metodo facile per Giove, è di niuno uso pei Satelliti di Saturno l' Ecclissi dei quali per la gran loro distanza da terra non possono osservarsi.

280. Perciò il Metodo di determinare i Nodi dei Satelliti di Giove, e di Saturno è il seguente. Si paragoni il Satellite alla linea delle fasce di Giove, o a quella che unisce i manichi di Saturno, e si determini la distanza a cui è il Satellite quando passa per questa linea nella parte superiore, e nell' inferiore della sua orbita. L' orbita del Satellite comparirà sempre ellittica, ma quando Giove, e Saturno sono nei nodi comparirà una linea retta; perchè allora Saturno è situato in modo che l' orbita del suo Satellite passa per la terra; ed è diretta al nostro occhio. Onde allora è segno che Saturno è nel nodo. Il rimanente dell' operazione, che dura più giorni si veda in de la Lande tomo 3. §. 2962, 2963, e segu.

281. Con questi ed altri consimili metodi hanno gli Astronomi determinati così, i Nodi dei Satelliti di Giove, che il Cassini avea tutti supposti in due punti; cioè a 10° segni, 14° gradi  $\frac{1}{2}$ . Il *Nodo del primo Satellite*, o del più vicino a Giove è al 10°. 14°. 30, o in

Aquario. Il *Nodo del secondo* è al  $10^{\circ} 11' 48''$ . Il *Nodo del terzo* è al  $10^{\circ} 14' 24''$ . Il *Nodo del quarto* è variabile; e nel 1760 era al  $10^{\circ} 16' 39''$ , supponendo il suo moto per riguardo agli Equinozj di  $4' 19''$ , come l'hanno determinato. I *Nodi dei 4 primi Satelliti di Saturno*, cominciando dall'interiore sono sull'Ecclittica a  $5^{\circ} 16' \frac{1}{3}$ , cioè in Vergine. Il *Nodo del quinto Satellite* è al  $5^{\circ} 4'$ .

## P R O B L E M A 24.

*Determinare l'Inclinazioni delle orbite dei Pianeti primarj, e secundarj.*

282. **L'** *Inclinazione dei Pianeti* è l'angolo, che fa la loro orbita col l'Ecclittica se sono Pianeti primarj, o la Luna §. 279. o col piano dell'orbita del loro primario se sono secundarj, o Satelliti. Per determinare l'angolo d'inclinazione dei Pianeti il metodo è poco diverso da quello di determinare i nodi §. 277. Si determini la massima latitudine del Pianeta, o la distanza di 90 gradi dal nodo; perchè nel nodo non ha alcuna latitudine, nè inclinazione il Pianeta, essendo nel piano dell'Ecclittica, o del suo primario, che può dirsi rispetto ad esso *Ecclittica*. L'arco, o l'angolo che misura questa massima latitudine è l'angolo d'inclinazione dell'orbita del Pianeta.

283. Con questo metodo è stata determinata l'inclinazione dell'orbita dei Pianeti, e della Luna sull'Ecclittica, e dell'orbita dei secundarj su di quella dei primarj, o sulla loro Ecclittica. L'Inclinazioni dei Pianeti primarj e della Luna determinate secondo le ultime osservazioni sono secondo la tavola sottoposta.

	Inclinazioni.
Mercurio.	$7^{\circ} 0' 0''$ .
Venere.	$3^{\circ} 23' 20''$ .
Marte.	$1^{\circ} 51' 0''$ .
Giove.	$1^{\circ} 19' 10''$ .
Saturno.	$2^{\circ} 30' 20''$ .
Luna.	$5^{\circ}$ nelle Sigizie, o piena, e nova luna.
Luna.	$5^{\circ} 18'$ nelle Quadrature, o Quasti di Luna.

284. L'Inclinazioni delle orbite dei Satelliti di Giove, e di Saturno sono le seguenti. L'*Inclinazione del primo Satellite* di Giove, che è il più vicino ad esso è  $3^{\circ} 18' 38''$ . Piccola è la variazione che soffre dagli altri Satelliti, perchè è più vicino a Giove di tutti; onde la sua gravità non viene molto disturbata. L'*Inclinazione più piccola del secondo Satellite* è  $2^{\circ} 48' 0''$ , la più grande è  $3^{\circ} 48' 0''$ . Il periodo di questa variazione è di 30 anni. L'*Inclinazione del terzo Satellite* è ancora incerta. La fa Maraldi nel 1765 di  $3^{\circ} 25' 57''$ , e il suo periodo di aumento è di 132 anni. Nel 1633 era ancora la stessa, cioè 132 anni prima. Nel 1697 era la più piccola di  $3^{\circ} 0'$ . L'*Inclinazione del quarto Satellite* è costante di  $2^{\circ} 36'$ .

285. L.

285. L'Inclinazioni dei Satelliti di Saturno si possono determinare paragonando l'Ellissi che descrivono col suo anello. Facendo questo paragone si vede che i *Quattro primi Satelliti* descrivono ellissi simili all'anello, e situate nello stesso piano; e fanno, come l'anello un'angolo di  $31^{\circ} \frac{1}{2}$  coll' Ecclittica, e di  $30^{\circ}$  coll' orbita di Saturno. Il *quinto Satellite*, o il più lontano da Saturno ha la sua orbita inclinata su quella di Saturno, o sul piano dell'anello di  $15^{\circ} \frac{1}{2}$ .

LIBRAZIONE DELLA LUNA.

286. **L** *Librazione della Luna* è una piccola variazione che si osserva nel sito delle macchie della Luna, che compariscono più o meno lontane dall'orlo della Luna, sebbene il suo disco apparente abbia sempre lo stesso prospetto presso a poco considerato. Questa variazione di distanza dall'orlo è per lo più di 3 minuti primi, ma qualche volta è  $\frac{1}{8}$  parte del disco Lunare. Vi sono 4 sorta di Librazioni. *Librazione diurna*, che è uguale alla Parallaxa orizzontale della Luna §. 203. *Librazione in Latitudine*, che nasce dall'inclinazione dell'asse della Luna sull' Ecclittica. *Librazione in Longitudine*, che nasce dalle ineguaglianze del moto della Luna nella sua orbita. *Librazione terrestre*, che nasce dall'azione attraente della terra sulla Sferoide della Luna. La più grande Librazione della Luna è quando la macchia detta Mare Crisio è assai lontana dall'orlo occidentale della Luna, la più piccola Librazione in Longitudine è quando il Mare Crisio è vicinissimo all'orlo della Luna, locchè vide Evelio li 17 Maggio 1649.

FIGURA, VOLUME, MASSA, E VELOCITA' DEI GRAVI CADENTI SUI PIANETI.

287. **L** *Figura dei Pianeti* non è rotonda, ma sferoidica, acciaccata verso i Poli, ed elevata sotto l'Equatore, come quella della terra. Questa figura sferoidica si vede con le immediate osservazioni in Giove, e nell'anello di Saturno, che compariscono immediatamente schiacciati, o sferoidici colla linea tirata per li Poli più piccola, e quella per l'Equatore più grande. Negli altri Pianeti si dimostra la stessa figura sferoidica colla Teoria del moto di Rotazione dei corpi il quale abbiamo dimostrato in tutti i Pianeti §. 241, e segu. Come, posta la rotazione nei Pianeti, che si ricava dalle immediate osservazioni, ogni Pianeta debba acquistare una figura sferoidica lo ho esposto Fisica Tomo 2. §. 13. e seguenti. Questa figura produce diversità nelle attrazioni, come abbiamo osservato §. 251, e segu. e vedremo nel Capo seguente, e da ciò nascono quei moti apparenti in Cielo che abbiamo spiegato nel luogo citato.

288. Il *Volume*, o *Grossezza* di ciascun Pianeta è facile determinarlo,

narlo, posto che siano noti i loro diametri §. 207. o in minuti secondi col Micrometro §. 210, o in Leghe di Francia, o in diametri della terra. Adoprando i minuti secondi del micrometro, o i diametri della terra avremo la proporzione, che passa tra i loro volumi. Essendo sferica la figura dei Pianeti prossimamente, o potendosi ridurre a sferica, pigliando il diametro medio della sfera, dato il minimo, e il massimo, e sopra questo formando una sfera, che sarà uguale alla Sferoide, è noto dalla dottrina sferica che le Sfere sono in triplicata ragione, o come i cubi dei loro diametri. Fatti adunque i cubi dei loro diametri, la proporzione che passa tra questi sarà la proporzione che passa tra le sfere, o tra li volumi dei Pianeti. Se poi si pigliano i diametri dei Pianeti in leghe di Francia §. 210, allora avremo il valore reale dei loro Volumi. Nella tavola sottoposta poniamo i volumi determinati nella prima maniera, perchè più commoda nel discorso su i Pianeti. Non è difficile farsi una tavola dei volumi in leghe, perchè s'insegna nei sferici, dato il diametro d'una sfera, determinare la sua solidità. Così se il diametro della sfera sia 10, e perciò il raggio 5. Per avere la circonferenza del cerchio massimo si faccia  $7:22::10:31\frac{3}{7}$ , che sarà la circonferenza del cerchio massimo. Questa moltiplicata pel diametro 10 darà 314 che è, secondo i sferici la superficie della sfera. Moltiplicata quella per la terza parte del raggio 5, che è  $1\frac{2}{3}$  darà la solidità della sfera, che sarà  $523\frac{1}{3}$ .

289. Come è facile di trovare il volume di tutti i Pianeti, essendo dato il loro diametro §. 210, così è difficile il determinare la loro *Densità*, la loro *Massa*, e *Forza attraente*, o *Gravitazione*. Se fosse data la densità, sarebbe agevole il determinarne la massa, e la gravità, che sono, come il volume moltiplicato per la densità. *Fisica Tomo 1. §. 294.* Nella Luna non è difficile il determinare la sua forza attraente, e perciò la sua massa dall'effetto che produce sulle acque del mare nelle Maree. Così §. 210 quantunque il volume della Luna sia  $\frac{1}{49}$  di quello della terra, ciò non ostante, dagli effetti che produce nelle maree la sua densità, o forza attraente è molto minore di quella della terra, cioè è  $\frac{1}{70}$  parte di essa; come si vede nella Tavola sottoposta.

290. Per quello che riguarda la densità, e massa degli altri Pianeti, siano primarij, o secondarij la regola di determinare le loro densità, e masse la dobbiamo interamente all'incomparabile Newton. Si deduce la densità dei Pianeti dalla forza attraente con cui descrivono le loro orbite. Si pigli per esempio il primo Satellite di Giove, che da esso è quasi distante, come la Luna da terra. Ogni corpo che va in giro intorno d'un altro, secondo la dottrina delle Forze centrali, *Fisica tomo 1.* deve esser mosso da due forze centripeta, o di gravità, e centrifuga. Onde la Luna intorno la terra, e il primo satellite intorno a Giove saranno mossi dalla gravità, e forza attraente della terra, e di Giove.

Giove. Se la Luna intorno la terra, e il satellite intorno a Giove descrivessero la loro orbita nel tempo stesso, farebbe la forza attraente di Giove, e perciò la sua gravità, o massa uguale a quella della terra. Ma il volume di Giove essendo, secondo la tavola seguente 1246 volte più grande di quello della terra, per fare che la massa, o gravità fosse uguale in ambedue, dovrebbe la densità della terra essere 1246 volte più grande che quella di Giove. Ma osservando il tempo periodico della Luna, e dei Satelliti §. 231 si ricava, che il tempo, e perciò la velocità che ha l'intimo satellite, e la Luna per descrivere orbite uguali è 16 volte maggiore nel Satellite, che nella Luna, perchè impiega 16 volte più tempo. Dunque, essendo la forza centrale come il quadrato della velocità, cioè come 16 in 16, la forza con cui è ritenuto il satellite da Giove nella sua orbita, farà 256 volte maggiore, che quella con cui è ritenuta la Luna dalla terra. Dunque la forza attraente di Giove è 256 volte più di quella della terra. E perciò il volume di Giove è 1246 volte più grande di quello della terra, ma la sua forza attraente è solamente 256 volte maggiore di quella della terra. Ma 1246 è 4 volte più grande di 256, dunque il volume di Giove considerato per relazione a quello della terra è 4 volte più grande, e poco più, che la materia di Giove per rapporto alla terra; e perciò la densità della terra è quattro volte più grande di quella di Giove. Con un metodo consimile è formata la tavola seguente delle densità, masse, e velocità dei corpi gravi sul Sole, la Luna, e gli altri Pianeti.

	Volume dei Pianeti riguardo alla terra.	In decimali.	Densità ri- guardo alla terra.	Massa ri- guardo al- la terra.	Velocità de' gravi in un secondo.
Sole.	Un milione ducen- to mila &c.	1217480.	0,25285.	307831.	407. 69. pie.
Terra.	1.	1.	1.	1.	15. 10.
Luna.	$\frac{1}{49}$ della terra.	0,02036.	0,68706.	0,01399	2. 83.
Mercurio	$\frac{1}{17}$ del volume della terra.	0,05881.	2,0377.	0,1198.	11. 96.
Venere.	$\frac{4}{5}$ della terra.	0,7986.	1,2749.	1,01818	17. 82.
Marte.	$\frac{1}{4}$ della terra.	0,2540.	0,7292.	0,1852.	6. 97.
Giove.	1246 volte più gros- so della terra.	1246.	0,23147.	288,44.	37. 66.
Saturno.	868 volte più gros- so della terra.	867,95.	0,09032.	78,39.	13. 01.

291. Riguardo ai Satelliti di Giove, e di Saturno abbiamo veduto i varj tentativi fatti dagli Astronomi nel §. 210. per determinare i loro diametri, o almeno le loro forze attraenti; ma tutto resta nella prima incertezza.

## L E C O M E T E .

292. **L**E Comete sono corpi celesti come i Pianeti, che descrivono intorno al Sole Ellissi molto allongate, e gracili, ed a noi si rendono visibili di tanto in tanto, quando cioè si accostano al loro Perielio, e scendono verso il Sole venendo a noi più vicine di Saturno. Questa è l'idea che ci formiamo delle Comete dopo una lunga serie di osservazioni, come vedremo in appresso.

293. La maggior parte degli Antichi credettero che le Comete non fossero corpi coetanei al Mondo, come i Pianeti, ma fossero prodotte nell'aria, come tutte le altre, che in Fisica abbiamo chiamate Meteore Lucide. Ma tra essi i Pitagorici, Apollonio Mindio, Ippocrate, Eschilo, Diogene, Favorino, Artemidoro; Democrito, e Seneca le credettero altrettanti Pianeti. Tra gli altri Seneca a lungo ne parla nel Libro 7 delle sue Questioni naturali, e in fine predice che verrà un tempo in cui li posteri si maraviglieranno che noi non abbiamo saputo notizie così manifeste. *Veniet tempus in quo Posterì nos hac tam aperta nescisse mirentur.* Si dimostrerà, soggiunge in quale parte di cielo vanno errando le Comete, perchè si allontanano tanto dagli Astri, quale è il loro numero, e la loro grandezza etc. Ciò non ostante prevalse appresso gli antichi, e molti moderni l'opinione di Aristotele e Tolomeo che le credettero produzioni nell'aria, e ciò fino al principio di questo secolo. Così credettero Bacone da Verulamio, Galileo, Longomontano, Ticone, Keplero, Riccioli, de la Hire il vecchio, e Gian Domenico Cassini, che suppose che fossero prodotte dalle esalazioni degli Astri. Questa opinione ha fatto che non abbiamo alcun computo, o osservazione Astronomica su di centinaja di Comete comparse per una lunga serie di anni.

294. Il primo a cui abbiamo obbligazione di aver aperta la strada a investigar la natura, e il corso delle Comete è stato Evolio nella Cometografia che ha detto che le Comete girano intorno al Sole descrivendo una linea parabolica, e dopo esso Döerfeld in una opera stampata a Plawen nel 1681, che ha confermato lo stesso, parlando della Cometa del 1680. Questa Cometa fu quella che eccitò gli Astronomi a formare idea giusta delle Comete, e a cominciarne i calcoli. Onde Bayle scrisse sopra di essa i suoi pensieri, e il Cassini ne fece un Trattato, e Giacomo Bernoulli il primo credette che le ne potesse predire il ritorno; finalmente Newton cominciò a calcolare la sua orbita.

295. Il numero delle Comete che sono comparse dal principio del Mondo fino al 1665. lo ha raccolto da tutti gli Autori dei quali ne restano memorie in due tomi in foglio stampati in Amsterdam nel 1667, e ristampati a Leyden nel 1681 Stanislao Lubinietzki gentiluomo di Polonia. Ne trova fino al 1665. il numero di 415. A que-  
ste

ste aggiungendone 38 altre fino al 1771, sarebbe in tutto il numero di 453. Ma il Riccioli pigliando i passi non equivoci dei Scrittori ne conta solamente 154 fino al 1651, onde fino al 1771 il loro numero sarebbe di 192. Forse il loro numero sarà maggiore; perchè supponendo gli Astronomi che le Comete fossero una Meteora lucida hanno trascurato di osservarle. Che che sia del loro numero, la descrizione che ne fanno gli Autori prima dell' 837 è tale, che non si può calcolare il loro corso in Cielo dalle scarse, e mancanti osservazioni che ne hanno lasciato gli Storici. Halley fu il primo che dalle osservazioni lasciatene calcolò l'orbita parabolica di 24 nella sua Teoria delle Comete ristampata a Parigi nel 1759. A questa aggiunta la fatica fatta da altri Astronomi l'orbite delle Comete sinora osservate ascendono a 60 fino a tutto il 1771. non computandoci quelle degli anni 1456, 1531, 1607, 1682, 1759, che si reputano una stessa Cometa, così ancora quelle del 1532, 1661 che si giudicano una sola Cometa, e quelle del 1264, e 1556, che parimenti sono una. I Fenomeni notati intorno alle 60 Comete con diligenza osservate sono i seguenti.

296. *Osservazioni.* 1. *Le Comete non hanno Zodiaco fisso*, come i Pianeti ma vanno per tutte le direzioni del Cielo. Alcune vanno dirette da Occidente in Oriente, alcune retrograde da Oriente in Occidente, alcune vanno da Borea ad Ostro, alcune da Ostro a Borea. Quando camminano per la stessa strada, sebbene vi sia qualche varietà, si riputano come una sola che è ritornata. La Cometa del 1556 dopo che fu retrograda per qualche tempo, divenne diretta. Quelle del 1596, e 1582 di dirette che erano sul principio, divennero retrograde. La Cometa del 1729 che Giacomo Cassini osservò per più mesi dopo aver fatto 15 gradi verso Occidente dalla testa del piccolo cavallo fino alla Costellazione dell'Aquila si ripiegò subitamente, e andò verso Oriente. Questa ed altre subite mutazioni fanno vedere la Parallaxi annua, e perciò le Stazioni e Retrogradazioni, sono apparenti, e si spiegano come quelle dei Pianeti. 2. *Nelle Comete non si vede l'intera rivoluzione*, come nei Pianeti, ma alcune in tutto il tempo di loro comparsa descrivono un'arco di 80 gradi solamente, alcune di 100, altre di 150, di 200, di 250, di 300 etc. Così la Cometa del 1664 dai 20 Dicembre 1664 fino ai 6 Gennajo 1665 descrisse retrogradando apparentemente 164 gradi, e in 17 giorni fece 113 gradi. Quella del 1769 fece 8 legni, o 240 gradi tanto prima, che dopo passato il Perielio. Quella del 1556 fece 180 gradi, quella del 1472 fece 170; quella del 1618 fece in 28 giorni 107 gradi e  $\frac{1}{2}$ . 3. *Dalla prima ora che compariscono fino alla metà dell'arco che descrivono fino a che sono a noi visibili, cresce la loro velocità, e il diametro; dalla metà dell'arco fino a che scompaiono si diminuisce nella stessa proporzione il diametro, e la velocità.* Così la Cometa del 1472 fece in un giorno 120 gradi retrogradando dal segno di Vergine fino al primo grado di Gemelli. La Cometa del

1760 tra i 7, e gli 8 di Gennajo fece 41 grado, e  $\frac{1}{2}$  in Longitudine. Quando la Cometa è alla metà dell'arco a noi visibile allora è nel suo Perielio, e passa sotto il Sole. 4. Si sono vedute più Comete nel tempo stesso. Così accadde negli anni 729, 761, 1165, 1214, 1337, 1529, 1618. Nel mese di Maggio 1748 Struich ne vide tre in una notte, come riferisce nelle *Trasfazioni Inglese* Tomo 46. Gli 11 Febbrajo 1760 se ne videro 2, come si riferisce nelle *Memorie di Parigi* dello stesso anno. 5. La loro durata è diversa; la più lunga durata, o il tempo che si sono vedute è stato di sei mesi; tali furono quella del 64 dell'Era a tempo di Nerone, quella verso l'anno 603 a tempo di Maometto, e la terza l'anno 1240 in cui fu l'irruzione di Tamerlano. La Cometa del 1729 fu osservata per sei mesi, da 31 Luglio 1729 fino ai 21 Gennajo 1730. Cinque altre Comete durarono 4 mesi, e furono negli anni 676, 1264, 1363, 1433, 1769. Qualche volta le Comete durano così poco a vedersi, che appena si distinguono che mutino sito. 6. Gli antichi non hanno parlato per lo più, che del diametro delle Comete, quando hanno una chioma di raggi, o una gran coda, ma del diametro del nocciolo, o del corpo della Cometa appena se ne vedono vestigi. Si trova che 146 anni prima dell'Era al riferir di Seneca lib. 7, comparve una cometa grossa come il Sole. Quella che comparve secondo Giustino alla nascita di Mitridate mandò più lume del Sole. La Cometa del 1006 fu 4 volte più grossa di Venere, e mandò lume, come la Luna nel suo quarto. Cardano dice lo stesso di quelle del 1521, 1556. Quella del 1577 come la misurò Ticone aveva di diametro 7, e perciò il doppio del diametro di Venere. Ma a tutte queste misure non possiamo fidarci per la difficoltà di misurar le Comete, che per lo più sono circondate da luce, o vapori che non fanno ben distinguere il loro lembo. 7. Molte Comete sono tutte d'intorno cinte da una, come appellatura lucida, che si dice *Chioma*, da cui hanno avuto il nome di Comete; alcune portano appresso una lunga *Coda lucida* che si distende dalla parte al Sole opposta, e vanno e l'una, e l'altra crescendo, quanto più si accosta la Cometa al suo Perielio. La Chioma fa che la Cometa sembri involta in una atmosfera di vapori. Per lo più le Comete, che non hanno chioma, e coda, hanno un lume debole, e pallido, nè si vedono anche col Telescopio distintamente; lochè prova che sono involte nei vapori, o che sono poco dense da potere efficacemente riflettere i raggi del Sole, come fanno i Pianeti. Le Comete che hanno avuto la coda più lunga sono le seguenti. Quella del 371 prima dell'Era di cui parla Aristotele occupò 60 gradi di Cielo, o un terzo del Cielo visibile. Quella del 130 avanti l'Era, di cui parla Giustino nel libro 37, occupò 45 gradi colla sua coda. Quella del 135 dopo l'Era, che al riferir di Seneca Lib. 7. coprì tutta la via lattea. Quella del 1456, e quella del 1460 descritte da Pon-

Pontano *in Centiloquio*, che occupò la prima 60, e la seconda 50 gradi. Quella del 1618 la di cui coda occupò secondo Keplero 70 gradi, e secondo Longomontano 104. Quella del 1744 che aveva una coda a ventaglio, e occupava 30 gradi di Cielo. Nei Paesi Meridionali, ove l'aria è più pura, e serena, compariscono le Code di maggior estensione. La coda della Cometa del 1680 era di 62 gradi a Parigi, e di 90 a Costantinopoli. La coda della Cometa del 1759 fu a Parigi quasi niente, cioè d'uno, o due gradi, e a Mompelien fu di 25 gradi. La coda della Cometa del 1769 fu a Parigi 10 gradi, a Marsiglia 40, a Bologna 70, tra Cadice e Teneriffa in mare comparve al S. Pogrè di 90 gradi. 8. Dopo che Allei ebbe fatto il calcolo di 24 Comete, che poi l'hanno esteso a 60, delle quali si fa la strada, si accorse Allei che le tre degli anni 1531, 1607, 1682 si assomigliavano molto nel loro corso, e perciò erano una sola Cometa, il di cui periodo è di 75 in 76 anni, onde ne predisse il ritorno nel 1759. Fu verificata l'opinione di Allei nel 1759 in cui comparve di nuovo la Cometa che seguì lo stesso cammino di quella del 1682. Di 60 Comete delle quali abbiamo determinato il corso, solamente di 4 si fa, e si congettura il ritorno. La prima di cui si fa di certo il ritorno è quella che comparve nel 1006, che ogni 75 in 76 anni si fa rivedere, onde comparve nel 1081, 1156, 1231, 1305, 1380, 1456, 1531, 1607, 1682, 1759. dei quali anni non si può paragonare il corso, perchè dagli antichi non osservato, se non che degli ultimi 4 anni 1531, 1607, 1682, 1759; che fa vedere essere la stessa Cometa il di cui Tempo periodico è di 75, in 76 anni. Non può sperarsi nelle Comete un' esatta corrispondenza nel loro corso, per l'orbita ellittica, e gracilissima, e assai lunga, che descrivono intorno al Sole, e per l'azione di tutti i Pianeti le orbite dei quali tagliano esse, e perciò sono soggette ad essere disturbate dalla loro orbita, massime quando si trovano nel loro Afelio. La seconda di cui si spera il ritorno è quella del 1532, 1661 che sono simili nel loro corso, onde dovrebbe rivedersi nel 1789, ovvero 1790. avendo un tempo periodico di 129 in 130 anni. La terza, che forse ricomparirà è quella del 1264, e 1556, che ha un periodo di 292 onde comparirà di nuovo nel 1848. Secondo le congetture di Allei, e alcuni suoi computi la Cometa del 1680 farebbe la quarta, che comparve a tempi di Omero 619 anni prima dell'Era, ai tempi di Cesare 42 anni prima dell'Era, nel 532 dell'Era, nel 1106, e nel 1680; onde dovrebbe comparir di nuovo nel 2254, avendo un tempo periodico di 574 anni. Il lungo andare degli anni stabilirà meglio il ritorno delle Comete, e la loro Teoria Ellittica.

297. La maniera di osservar le Comete è la stessa che quella che abbiamo insegnato per trovar le Latitudini, le Longitudini &c. dei Pianeti, ma per le Comete, essendo piccolo, e picciolo il loro lume conviene solamente adoprare il Reticolo Romboidale, §. 100, o il metodo

delle altezze corrispondenti §. 166, 167. Per lo stesso motivo sono migliori per le Comete i Telescopj corti, che i lunghi; con questi vedendosi la Cometa più grande, ma più confuso il suo lembo.

298. Per rappresentare il corso d'una Cometa si finge, per abbreviar il calcolo, che la sua orbita sia parabolica; non è difficile nella Parabola dati tre punti di essa, e il foco descriverla. Questa supposizione non è lontana dal vero in quella parte dell'orbita della Cometa che è a noi visibile; perchè un'Ellissi si muta in Parabola, e perciò si allarga l'Ellissi, quando uno dei suoi fochi si concepisce andare in infinito, onde in quella piccola porzione dell'orbita della Cometa che da noi si vede possiamo sicuramente pigliare l'orbita Ellittica per Parabolica senza errore sensibile. Si determina la grandezza tutta dell'arco che la Cometa descrive accostandosi, e scostandosi dal Perigeo, o dal Foco in cui sta il Sole, onde avremo il Perigeo, e il Foco della Parabola. Si determinano tre Longitudini della Cometa lontane dal Perigeo, e vicine tra di loro, acciocchè sia la sua velocità quasi uniforme. Si descrivono su di una carta varie Parabole più larghe, e più strette, alle quali si applica il numero dei giorni che è stata a noi visibile, e i tre archi di Longitudine osservata. Indi dopo varj tentativi, che troppo lungo sarebbe il descrivere si sceglie per corso della Cometa quella Parabola che è più corrispondente alle osservazioni già fatte. Molti altri metodi si adoprano, poco diversi da quello con cui nel §. 232 abbiamo insegnato a determinare l'orbita dei Pianeti. Si ponno ancora osservare prima tre Longitudini, e tre Latitudini, ma queste devono pigliarsi più che si può lontane una dall'altra, e più saranno le ineguaglianze nel moto delle Comete, più esattamente si determinerà la loro orbita. Nella Tavola 16 abbiamo delineato in mezzo il Sistema Copernicano, e varie orbite Ellittiche di Comete. Vi abbiamo ancora posto varj altri Sistemi ideali, e ciascheduno con una stella nel centro, intorno alla quale girano altri pianeti ideali. Alcune Comete la facciamo girare intorno due Soli, o due centri che sono nel foco delle orbite. Ciò non è conforme alle osservazioni, ma ne anche discorda; e serve per appagare l'imaginazione; e per formare idea delle orbite Ellittiche delle Comete; che sono affai bislunghe.

299. Per ispiegare la *Chioma*, e le *Code* delle Comete, ricorre il Newton, e la maggior parte degli altri Astronomi alla loro Atmosfera prodotta dai vapori, ed esalazioni che si sollevano in alto intorno alla Cometa, e se ne allontanano o per impulso dei raggi Solari, come giudicò Keplero, ed Euler, o per la rarefazione che il calore produce in queste Atmosfere. Cresce la coda ed è maggiore, più che la Cometa si avvicina al Sole, e restano questi vapori ed esalazioni indietro, formando una striscia, o coda dalla parte opposta al Sole, o al moto celere che hanno le Comete, non potendo seguire la velocità della Cometa. Questa è la più probabile spiegazione. Mairan però nel suo trat-

tato

tato sulle Aurore Boreali, rifonde queste, e le code delle Comete nell' Atmosfera Solare. Il Signor Ugo Hamilton Professore a Dublino in una dissertazione inserita nel tomo 21 degli opuscoli scelti di Milano crede che la Coda delle Comete nascano dalla materia elettrica. Siccome intorno la terra vi è una quantità di materia elettrica, che ramata nelle Regioni basse dell' Atmosfera si raccoglie più in una che in un' altra nuvola, onde incontrandosi la nuvola carica di materia elettrica in una non carica, si scarica in questa, e produce, secondo la quantità minore, e maggiore o il lampo, o il fulmine; così nelle Ragioni alte dell' Atmosfera, ove i vapori sono più rari produce quel lume notturno, detto Aurora Boreale. In una maniera consimile accade nell' Atmosfera, che sta intorno la Cometa. Scaldandosi la Cometa dai raggi Solari, ai quali sempre più si avvicina quando da noi si vede, e venendo dalla regione fredda del suo Apogeo, infuocata che si è da una parte manda dall' opposta, come tante strisce lucide, che formano quella che chiamiamo Coda della Cometa. Probabile è ancora questa spiegazione, ma più probabile pare la prima, scaldandosi tanto dal Sole la Cometa che deve mandare sempre maggiore quantità di vapori, e esalazioni, onde sempre più crescere la coda della Cometa, e durare costante tutto il tempo che si vede da noi. Questa durata della coda non so se si può spiegare nel Sistema della Elettricità. Giova qui fare il computo del calore che concepì la Cometa del 1680 che passò più di tutte vicina al Sole. Li 18 Dicembre del 1680 fu 166 volte più vicina al Sole della Terra. Onde essendo l' energia inversamente come il quadrato della distanza ricevette questa Cometa un calore 27556 più forte che il massimo nostro caldo nel Soltizio d' estate. Il calore dell' acqua bollente è tre volte maggiore di quello che può ricevere una terra inaridita nel Soltizio d' estate; e il calore di un ferro rovente è tre, o quattro volte maggiore dell' acqua bollente; perciò il calore che concepì la Cometa nel 1680 fu in circa 2000 volte più grande che quello di un ferro rovente, e un globo di ferro dello stesso diametro della Cometa avrebbe conservato il suo calore 50000 anni; secondo il computo di Newton Tomo 3 dei suoi Principj.

G A P O V.

ASTRONOMIA FISICA.

300. Siamo giunti a quella parte di Astronomia che tutta la dobbiamo a Giovanni Keplero, e Isaacco Newton. Quegli ne aprì la prima strada, che poi Newton ha di molto avanzata, e dimostrata, ed hanno sempre più perfezionata gli Astronomi che sono venuti in appresso, tra i quali si sono più distintamente segnalati il grande Eulero, e d' Alembert, e seguendo le vestigia di questi i Signori la Caille, de la Lande, l' Abate Boscovik, La Grange, Paolo Frisio, e altri, che hanno

hanno faticato principalmente per rischiarare quei moti apparenti che abbiamo esposti nel §. 251, e seguenti. Diede a tutti i primi lumi il Newton col dimostrare che i moti dei Pianeti nelle loro orbite da due sole forze dipendono, una che li tira incessantemente al Sole se sono Primarj, o verso questi se sono Secondarj, chiamata perciò *Forza Centripeta* con un nome generale, e l'altra che li ritrae dal centro per una linea che è tangente dell'orbita che descrivono, detta perciò *Forza Centrifuga*, *Forza di Proiezione*, o *Tangenziale*. Scopri di più il Newton che la forza Centripeta dei pianeti altro non è che la Gravità stessa con cui cadono verso terra, e ciò paragonando §. 537. 538 *Fisica Tomo 1*, la Forza centripeta della Luna verso la terra colla gravità dei corpi terrestri verso di essa. Col beneficio adunque delle Forze centrali *Tomo 1 Fisica*, Capo 22 §. 1033 e segu. rese ugualmente facile la spiegazione del moto proprio dei corpi celesti, che il moto di una palla di cannone spinta dalla forza di proiezione della polvere che è la forza centrifuga, e dalla forza di Gravità che è la Centripeta. Scopri inoltre che questa forza di gravità è vicendevole in tutti i corpi, non solo tra i Pianeti primarj e il Sole, e i Secondarj verso i Primarj; ma ancora tra Primarj, e Primarj, Secondarj, e Primarj &c. Con ciò rese ragione di tutti quei moti apparenti che si osservano in Cielo §. 251. e di tutte le ineguaglianze nel moto dei Pianeti.

301. Posli questi due semplicissimi principj, o cause moventi la *forza centripeta*, e *centrifuga* si spiega con somma facilità i *Moti tutti del Sistema Planetario*, siano veri, o apparenti. Ma a queste due cause si deve aggiunger la terza che è la *Gravitazione universale* di tutti i Pianeti Primarj, e secondarj tra di loro. Questa è quella *Forza universale in natura*, che contemperata colla *Forza centrifuga*, data da Dio ai corpi celesti nell'istante della loro Creazione, li tiene collegati insieme in una maniera particolare da formare il vero Sistema dell'Universo. Create nell'interminabile spazio celeste le Stelle insieme col Sole, i Pianeti, e le Comete senza alcuna forza comunicatagli sarebbero andati vagando di quà e di là con un'ordine confuso, e talvolta distruttivo di loro stessi; perchè non vi sarebbe stata la Gravità vicendevole, che gli avrebbe tenuti insieme collegati. Lo stesso sarebbe accaduto alla terra, e a tutti gli altri corpi celesti. Se ciascuna parte della terra non tendesse di continuo colla propria gravità verso il suo centro, e non vi fosse nelle parti terrestri alcuna tendenza, ad ogni minimo soffio di vento si staccherebbero una dall'altra, e rimarrebbero in aria lontane da terra, e così questa a poco a poco si sarebbe sciolta nelle sue parti componenti, e non avrebbero queste parti composto un globo così regolare, ma sarebbe tornata la terra nell'antico Caos. Ma se non avesse dato Iddio a ciascun corpo terrestre altro che la Gravità vicendevole; cosicchè gravitasse ciascuno, a ciascuno solamente; si sarebbero tutti i corpi celesti uniti insieme, e avrebbero prodotto un  
solo

solo corpo informe in questo spazio mondano. Dovette adunque il supremo autor della natura, oltre questa naturale, vicendevole gravitazione, o *forza centripeta* di ciascuno a ciascuno, dargli inoltre una *forza centrifuga*, con cui tendessero insieme a muoversi per la tangente della loro orbita che descrivono intorno a un'altro corpo. In questa maniera, oltre l'essere insieme collegati, formeranno un sistema regolare di corpi, in cui quello che è più grosso degli altri strascinerà seco quelli di minor forza, e gli obbligherà secondo la loro massa diversa andare regolatamente in giro intorno ad esso. Così osserviamo che il Sole come più grande di tutti strascina intorno a se con ordine meraviglioso tutti i Pianeti, e le Comete; e per la stessa ragione la terra seco trasporta la Luna intorno ad essa, mentre gira ordinatamente intorno al Sole. Così ancora Giove porta 4 satelliti, e cinque Saturno. Le due forze adunque di Gravità, e Centrifuga sono quelle che tengono collegati insieme tutti i Corpi celesti in un vago Sistema; e nel tempo stesso sono cagione del regolato moto che hanno. Ma le stesse due forze ancora sono quelle che, essendo reciproca la gravità tra i corpi, producono tutte quelle ineguaglianze che nel loro moto regolare si osservano, e sono sensibilissime nella Luna. Ogni Pianeta descrive un'Ellissi intorno al Sole, e i secondarij la descrivono intorno ai loro primarij, ma questa Ellissi non è ferma, e costante, ma mobile anche essa, e variabile, onde nascono quelle irregolarità che in essi si osservano, e principalmente nei secondarij, che però tornano di nuovo a rimettersi, secondo che si allontana la causa disturbante, come vediamo che fa nelle Maree l'azione del Sole, e della Luna; e anche nelle loro disuguaglianze sempre dipendono dal loro corpo centrale.

302. Delle Forze Centrali colle quali descrivono i Pianeti le loro orbite, dette anche *Trajettorie* ne ho a sufficienza parlato nel Tomo I della Fisica in tutto il Capo 22. Onde, per non ripetere le stesse cose ad esso ci rimettiamo; esponendo quà solamente quello che conduce a spiegare il moto dei Pianeti, e le loro irregolarità.

303. Keplero a cui dobbiamo l'abbozzo della presente Astronomia trovò, e stabilì tre *Regole*, o leggi, dette perciò *Regole di Keplero* colle quali si spiegano i moti dei corpi celesti. La prima *Regola* è che i Pianeti *descrivono Ellissi* intorno al Sole, e i secondarij intorno ai loro primarij. Ciò dedusse Keplero dalle Osservazioni fatte sopra Marte, ed ho esposto consimili Osservazioni fatte sopra Mercurio dal Signor de la Caille nei §. 232, 233, 234. Da questo che è un principio d'Osservazione si può ricavare che la Forza centripeta, o di gravità, o di attrazione dei Pianeti è inversamente come il quadrato della loro distanza dal corpo centrale, come ho dimostrato nel §. 1077. Tomo I Fisica. Perchè per descrivere una Ellissi in cui il Sole, o il Pianeta primario sia nel Foco si ricerca una Forza centripeta inversamente come il quadrato della distanza.

304. La

304. La seconda Regola di Keplero è che i Quadrati dei Tempi Periodici dei Pianeti sono tra di loro come i cubi delle Distanze; locchè si esprime ancora così. I Tempi periodici sono in ragione sesquialtate delle Distanze. Anche questa regola si ricava dalle Osservazioni; come si può vedere colle distanze, e tempi periodici dei Pianeti determinati colle osservazioni nei §. 205, 223, pigliando le distanze medie dei Pianeti dal Sole, secondo l'ultima tavola del §. 205.

305. Da questa seconda regola si ricava la stessa conseguenza che dalla prima; cioè che le Forze centripete sono inversamente come i quadrati delle distanze. Perchè chiamata  $D$  la distanza d'un Pianeta,  $d$ , quella di un'altro,  $T$  il tempo periodico di uno,  $t$ , il tempo periodico di un'altro, pel §. 238 della Meccanica Tomo I Fisica essendo ogni forza sul principio del moto direttamente come lo spazio descritto, e inversamente, come il quadrato del tempo, e lo spazio descritto dalla forza centripeta esprimendosi per la sua distanza dal centro, sarà denominando  $V, v$  le forze,  $V : v :: (D : T^2) : (d : t^2)$  ed essendo per la regola seconda  $T^2 : t^2 :: D^3 : d^3$  sarà ancora  $V : v :: (D : D^2) : (d : d^2)$ , cioè  $V : v :: (1 : D^2) : (1 : d^2)$ , cioè le Forze centripete saranno inversamente come i quadrati delle distanze.

306. La terza Legge di Keplero è che un corpo girando intorno un'altro fa sempre le Aree proporzionali ai tempi. Sia  $S$  il corpo centrale intorno a cui gira il corpo  $A$  descrivendo intorno ad esso la curva  $ACD$  qualunque si sia o cerchio, o Ellissi, ed essendo  $S$  il centro del cerchio, o dell'Ellissi. Tirati i raggi  $AS, CS, DS$ , che si chiamano i Raggi Vettori, e i triangoli mistilinei o Settori  $ASC, ASD, CSD$  si dicono le Aree. Dico che l'Area  $ASC$ , sarà all'Area  $ASD$ ; come il tempo impiegato a descriver la prima al tempo impiegato a descriver la seconda. Perchè essendo ogni curva un'aggregato di linee rette infinitamente piccole, ciascuna delle quali è descritta dal Corpo  $A$  per le due forze insieme combinate centripeta, e centrifuga, se con una forza composta data descriverà una data somma di rette infinitesime che formi l'arco  $AC$  in un dato tempo, con forza composta maggiore descriverà una somma maggiore di rette infinitesime, per esempio l'arco  $ACD$  in un tempo maggiore. Onde sempre le Aree saranno proporzionali ai tempi in cui le descrive; essendo queste aree dei settori come le basi, o gli archi  $AC, AD$  perchè hanno comune l'altezza, o il vertice  $S$ .

307. Con lo stesso metodo è facile il dimostrare la proporzione a rovescio di questa; Se cioè un corpo descrive aree proporzionali al tempo intorno a un punto qual si sia, la sua forza centripeta sarà diretta a questo punto. Questa proposizione è utilissima per l'Astronomia. Mi viene dubbio, per esempio, se i Pianeti girino intorno al Sole, o alla terra. Osservò che riguardo a questa non descrivono aree proporzionali al tempo; perchè noi in terra li vediamo di tanto in tanto Stazionarij, indi Retro-

Retrogradi; ma rispetto al Sole sono sempre diretti, e descrivono aree proporzionali al tempo. Dunque i Pianeti girano intorno al Sole, e non già intorno alla terra.

308. Il cerchio è confimile all'Ellissi, quando non è affai bislunga, non essendo l'Ellissi, che un cerchio il di cui centro si divide in due punti, uno dei quali va a dritta, e l'altro a sinistra per formare i due Fochi dell'Ellissi, il cerchio si può concepire come un'ellissi i di cui Fochi sono infinitamente vicini, e formano il centro del Cerchio. Di fatto l'Ellissi ha una parte sensibile comune al cerchio. Quindi è che formeremo sopra il cerchio le varie espressioni delle due forze Centripeta, e Centrifuga.

309. Con due semplicissimi principj abbiamo veduto §. 301 che si spiega tutto il Sistema Planetario. Sono questi le due Forze Centripeta, per la linea AS, e Centrifuga espressa per la Tangente AB. Ogni linea curva è un'aggregato di linee rette infinitesime. Nel primo momento infinitesimo che agisce la Forza centrifuga per AB, determinando il corpo ad andare per la tangente, viene ritirato il corpo A da questa per la forza centripeta per AS; onde per secondare amendue le Forze va per la diagonale dell'infinitesimo rettangolo formato dall'infinitesima forza centrifuga, e centripeta, e descrive la prima infinitesima della curva. Continuerebbe a camminare per questa diagonale, che è la tangente della seconda infinitesima della curva, se nel secondo momento non fosse sollecitato dalla forza centripeta verso S, onde è obbligato il corpo A di descrivere la diagonale del secondo rettangolo, che è la seconda infinitesima della curva. Con questo metodo descrive la 3<sup>a</sup>, la quarta, la quinta infinitesima della curva, e dopo un tempo determinato si trova aver descritto l'arco AC della curva, sia circolo, o Ellissi. Prolungando SC in, c, sino a che incontri la tangente AB, esprimerà Cc la quantità dell'azione della Forza centripeta, che ha disturbato il corpo A dalla tangente. Onde Cc esprimerà l'effetto della Forza centripeta, o la stessa forza centripeta. Ma Cc non differisce da Cr, perchè, rc, è infinitamente piccola; dunque ancora Cr, o la sua uguale Aa esprimerà la Forza centripeta nel primo momento A in cui, se non vi fosse la Forza centrifuga, colla sola centripeta descriverebbe il corpo A la linea Aa. Ma la Linea Aa è il Coseno §. 66, dell'arco AC, descritto in un tempo minimo, e il Coseno di un'arco è uguale al quadrato dell'arco AC, restando lo stesso il raggio; dunque la Forza centripeta sarà come il quadrato dell'arco AC, o della velocità del corpo A. E perciò se la velocità per l'arco AC dovrebbe esser doppia, si ricercerebbe una forza centripeta quadrupla. La stessa Cc, ovvero Cr, ovvero Aa esprimerà la Forza centrifuga nel Cerchio; perchè Cc esprime quanto è stato ritirato dal centro S, e accostato il corpo A ad esso per la sua forza centrifuga, che l'avrebbe portato in c. Ora non restando la stessa distanza dal centro, perchè la forza centrifuga,

tende sempre a discostarlo. Il Seno verso di un'arco si esprime pel quadrato dell'arco, diviso pel diametro della curva. Dunque la Forza Centrifuga sarà come il quadrato dell'arco AC diviso per 2 AS.

*Tav. 13. 118.1.* 310. *La Velocità di proiezione necessaria per descrivere un cerchio è in ragione inversa della radice quadrata del raggio.* Supponiamo che due Pianeti A, u, descrivano cerchi, AC, um, intorno al Sole S; e sia la distanza AS quadrupla di uS, dico che la velocità, x n, sarà la metà della velocità, u m; negli archi uguali An, um. Perchè Aa sarà quadrupla della, uo, essendo le figure ACa, umo, come i raggi AS, uS. Ma la gravità in A che è inverlamente come il quadrato della distanza, §. 305, è 16 volte minore che in u; dunque bisognerà pigliare Ax 16 volte minore di, uo, ovvero 64 volte minore di, uo, per aver lo spazio An, che il Pianeta A potrà descrivere colla Forza centripeta del Sole S. Onde An sarà  $\frac{1}{8}$  di AC; perchè i seni versi sono come i quadrati degli archi. Dunque An sarà la metà di, um, nello stesso tempo descritta. Perciò la velocità d' un Pianeta è inverlamente come la radice della distanze, così la forza centripeta che è inverlamente come il quadrato della distanza potrà ritenere il corpo A, ovvero, u, nella sua orbita. Così osserviamo che Giove che ha un'orbita cinque volte più grande della terra, impiega 12 volte più tempo a descriverla, non essendo la sua velocità, assoluta due volte più grande di quella della terra.

311. Abbiamo veduto, determinando colle osservazioni l'orbita di Mercurio §. 232, e seguenti, che la velocità perielia sta all'Afelia inverlamente come la distanza perielia alla Afelia; cioè direttamente, come questa, a quella. Se la velocità Afelia di proiezione fosse stata minore del dovere per descrivere un cerchio, la forza centripeta prevalebbe, e il pianeta a lungo andare caderebbe nel Sole. Si cerca dunque ora di determinare, che velocità centrifuga si ricerca, perchè dopo fatti 180 gradi dall'Afelio al Perielio non prevalga la forza centripeta, ma al contrario la Centrifuga divenga maggiore della centripeta, e possa per gli altri 180 gradi, far discostare il Pianeta dal Sole, quanto la centripeta lo ha fatto accostare.

312. *La Forza centrifuga si accresce in ragione inversa del cubo della distanza, quando la velocità è in ragione inversa delle distanze.* Sia SA doppio di Su, l'arco AC farà doppio dell'arco, um, essendo simili e la linea Aa farà doppia di, uo; onde la forza centrifuga in A farà doppia di quella in, u. Ma se la velocità in A in vece d'esser doppia della velocità in, u, sia la metà di questa, cioè se An è 4 volte minore di AC, il Seno verso Ax farà 16 volte minore di Aa; perchè è come il quadrato dell'arco An. Dunque Ax farà 8 volte minore di, uo; cioè la forza centrifuga è in ragione inversa dei cubi delle distanze SA, Su che stanno tra loro come 2: 1, essendo 8 il cubo di 2.

313. Tut-

313. Tutto ciò che abbiamo dimostrato nel cerchio si applica all'Ellissi, che è la vera orbita dei Pianeti, secondo che abbiamo esposto nel §. 308. In questa curva abbiamo osservato per mezzo del cerchio applicato all'Ellissi §. 310. 312 che si ricerca una velocità di proiezione che sia in ragione inversa della radice del raggio, e quando la velocità è in ragione inversa delle distanze, la forza centrifuga deve essere in ragione inversa del cubo delle distanze. Quantunque questi due Teoremi ne rendano certi, che nel Perielio non può prevalere la forza centripeta per spingere il Pianeta nel Sole, e nell'Afelio non può prevalere la forza centrifuga per mandare il Pianeta per la tangente; ciò non ostante sebbene la mente resti convinta, non rimane però illuminata.

314. Per dilucidare questo punto si supponga un Pianeta gettato nel suo Afelio A con una velocità troppo piccola da poter descrivere un cerchio, o una Ellissi intorno il Sole S, nel primo momento prevalendo la forza centripeta, che non è temperata colla centrifuga, scenderà un poco verso il Sole per descrivere un'ellissi più curva. Giunto in B ad una distanza per esempio 4 volte minore, la Forza centripeta farà 16 volte maggiore, essendo inversamente, come il quadrato della distanza. Ma la Forza centrifuga farà 64 volte più grande §. 312. locchè si trova moltiplicando 16 per 4. aumentandosi pel quadrato della velocità, e per la distanza dal Sole SB diminuita. Dunque la Forza centrifuga nel Perielio è molto più grande della Forza centripeta, e perciò comincerà ivi a scostare il Pianeta dal Sole. Tav. II. Fig. 6.

315. Forse crederà qualcuno che nelle distanze medie, ove la forza centripeta diviene uguale alla centrifuga dovrà il Pianeta cessare di accostarsi al Sole, ma si rifletta che ivi la direzione BM del suo moto è troppo obliqua al raggio vettore MS, e fa un'angolo SMP troppo piccolo perchè tutto in un colpo possa diventare angolo retto. E' necessario che scenda più il pianeta verso il Perielio P acciocchè il raggio vettore sia perpendicolare alla orbita, ma allora la Forza centrifuga è già maggiore della Centripeta, onde lo allontana dal Sole. Del moto proprio, e diurno dei Pianeti già parlammo nel §. 237, quà doveano esporci, come finora abbiamo fatto le cause Fisiche di ammendue.

### GRAVITA' UNIVERSALE, O ATTRAZIONE.

316. **L**A più difficile parte dell'Astronomia è quella in cui si pongono a calcolo, e si spiegano con cause meccaniche le ineguaglianze nel moto dei corpi celesti. Newton è stato il primo che ha aperta questa strada coll'introdurre la Gravità nel moto dei corpi celesti, e col renderla universale col nome di attrazione. Newton spiegò bene le ineguaglianze palpabili della luna, e spiegò ancora l'azione di questa col Sole per produrre le Maree. Gli Astronomi venuti in appres-

so si sono applicati a discifrare le ineguaglianze degli altri Pianeti col sottoporle a calcoli accuratissimi. Leonardo Eulero si applicò a calcolare le disegualità di Saturno, per le quali riportò il premio dalla Accademia di Parigi nel 1748, e le disegualità di Giove per le quali nel 1752 riportò il secondo premio dalla stessa Accademia. Sopra Giove e i suoi Satelliti hanno faticato ancora Mayer, e Wargentin, avendo questo fatte più esatte le Tavole dei Satelliti. I Signori Clairaut, ed Alembert hanno ridotte a calcolo le minime disegualità della Terra; il Signor de la Lande nel 1758, 1760, 1761 quelle di Marte, e di Venere che sono più sensibili di quello che si credeva. Tutte queste ineguaglianze però non perturbano molto il moto Ellittico dei Pianeti, e le tre regole Kepleriane, anzi si vedono queste nascere chiaramente dalla universale Gravitazione.

317. Per determinare le cause che perturbano il moto dei Pianeti bisogna aver di mira tutto ciò che abbiamo detto nel Tomo primo della Fisica intorno al moto composto, e alla composizione, e risoluzione delle Forze. Abbiamo ivi veduto, che le Forze che operano sopra qualche corpo in moto con direzioni parallele a quella del corpo, non mutano i moti di esso, o la curva che descrive intorno ad un'altro. Perchè essendo tra di loro parallele, e queste non toccandosi mai tra di loro, non possono mai le forze nuove agire sulle vecchie del corpo. Quindi a calcolo devono porsi solamente quelle parti di forze nuove che si uniscono colle vecchie sotto qualsiasi angolo, detraendo la forza nuova dalla vecchia, l'eccesso di una sopra dell'altra sarà la Forza perturbatrice, cioè quella forza che produrrà nel Pianeta disegualità. Onde se due Pianeti uno dei quali gira intorno di un'altro sono tirati ugualmente, e con direzioni parallele da un terzo, niente muterà i loro moti vicendevoli, che continueranno ad essere, come prima, ed uno descriverà la stessa orbita di prima intorno al secondo. Allora nascerà una Forza perturbatrice quando le direzioni delle Forze nuove faranno angolo con quelle delle vecchie, e allora si cangerà il Sistema dei corpi. Convien ancora riflettere, che la Forza perturbatrice sarà alle volte piccola nel primo momento, non bisogna però trascurarla; perchè poi negli archi finiti si renderà sensibile.

318. Accade sovente, che nel determinar le Forze perturbanti pare in certe occasioni che la diminuzione della Forza non debba sempre considerarsi. Così accade principalmente nello spiegare le Maree. Costa dalle Osservazioni che nelle Sizigie, o Nuvilunio, e Plenilunio le Maree sono più alte, e nelle quadrature più basse. Nella Congiunzione della Luna col Sole, o Novilunio è più vicina al Sole che la terra di  $\frac{3}{80}$  parte del raggio vettore nell'Apogeo; onde la sua gravità verso la terra è diminuita di  $\frac{1}{90}$ . Ma l'azione del Sole, e della Luna si uniscono a inalzar l'acque verso il Zenit. Sia ora la Luna nel Plenilunio, o opposta al Sole, essendo la terra tra la Luna e il Sole, farà la

rà la terra più tirata dal Sole, che la Luna di  $\frac{1}{90}$ . Dunque la terra tende a allontanarsi dalla Luna, tanto quanto la Luna tende a allontanarsi dalla terra quando è nuova. Dunque sono tanto diminuite le loro azioni quando il Sole discosta la terra dalla Luna, che quando allontana la Luna dalla terra.

319. Possi questi preliminari vediamo come si deve esprimere la forza del Sole sopra un Pianeta che gira intorno ad esso. Sia S la massa del Sole, T la massa del Pianeta, r, la sua distanza dal Sole. La forza centripeta è direttamente come la massa, e inversamente come il quadrato della distanza. Dunque la forza assoluta con cui il Sole tira il Pianeta è come  $\frac{S}{r^2}$ . Ma il Pianeta tira anche esso il Sole; dunque il Sole andrà verso il Pianeta, colla forza  $\frac{T}{r^2}$  che sebbene pic-

cola obbligherà il Sole a descrivere una piccola Ellissi intorno al centro di Gravità comune al Sole, e al Pianeta. Questo centro di gravità farà vicinissimo al Sole per l'enorme massa di esso, e il moto suo nell'Ellissi si confonderà col suo moto di rotazione. Ma gli Astronomi presentemente suppongono il Sole fisso, che non descrive Ellissi, e rifondono questo moto nell'Attrazione del Sole, e per facilità di calcolo suppongono, essendo lo stesso, che l'attrazione del Sole verso il Pianeta sia come  $\frac{S+T}{r^2}$ , non computando  $r^2$  che una volta, perchè la distanza

del Sole al Pianeta è la stessa che la distanza dal Pianeta dal Sole. Questa espressione della Forza centripeta, o l'antecedente ha luogo quando l'azione si fa direttamente, o secondo la direzione del raggio vettore. Ma movendosi il Pianeta nella sua orbita, o dovendosi computare le azioni di altri Pianeti sul Sole, e il dato Pianeta che sono, o diventano oblique alla direzione, del raggio vettore, o della forza centripeta del Sole, dovranno queste forze sciogliersi nelle loro componenti per vedere qual parte di esse influisca a turbare il moto del Pianeta nella sua orbita, e perciò per determinare la quantità della Forza perturbante. Per esempio la forza perturbante di Giove verso la terra è  $\frac{1}{25000}$ , di quella del Sole sopra di essa, ma se questa forza divenga obliqua, e faccia un'angolo con quella del Sole di 60 gradi, allora farà due volte minore.

320. Lungo sarebbe, e di un tedioso calcolo il computare tutte le forze perturbanti dei Pianeti verso la terra, o dei Pianeti tra di loro, e alieno dal nostro istituto di Elementi di Astronomia. Vedremo perciò l'applicazione di queste Teorie solamente nella Luna, le di cui forze perturbanti sono più sensibili, che quelle degli altri Pianeti, e questo metodo servirà di norma agli altri metodi particolari delle irregolarità degli altri Pianeti.

321. Sia la Luna in L, la sua orbita intorno la terra T sia LROQ, Tav. 13.  
e secondo la direzione di queste lettere camini la Luna. Il Sole sia in Fig. 2.  
S in 3.

S in ambedue le figure. OCS sia la linea delle Sizigie. In C sia la Congiunzione, o Novilunio. In O sia l'Opposizione, o Plenilunio nella Fig. 2; e in C nella Fig. 3 sia l'Opposizione, e in O sia la Congiunzione della Luna. Dopo il passaggio pel punto C la Luna va in R, ove è una Quadratura, cioè è distante dal Sole la quarta parte del cerchio, ovvero 90 gradi. Si tirino TS distanza della terra dal Sole, ed LS distanza della Luna dal Sole. E' chiaro che dalla diversa situazione della Luna rispetto il Sole, la sua gravità verso di esso è maggiore nella Fig. 2, e minore nella Figura 3 di quello che la gravità della terra verso il Sole, e stanno come  $ST^2:SL^2$ . Quindi la gravità della Luna verso terra si diminuisce. Ma questa diminuzione di gravità si spiega direttamente nella Fig. 2, indirettamente nella Figura 3, come abbiamo veduto nelle Maree §. 318.

322. Per determinare come, e in che ragione si faccia questa diminuzione: Si tiri pel Sole S la retta LD, che sia a TS, come la Gravità della Luna nel Sole alla Gravità della terra nello stesso; o come  $ST^2:SL^2$ ; e sopra LD, come diagonale si formi il parallelogrammo LGDF i di cui lati LG, DF siano paralleli, e uguali alla distanza ST. Dunque la gravità della Luna nel sole, che si esprime per LD, si risolve in due, una per LG che essendo uguale, e parallela ad ST opera colla stessa direzione, e quantità che la Gravità della terra verso il Sole, e perciò non può produrre alcuna ineguaglianza nel moto della Luna intorno la terra. L'altra forza in cui si risolve è LF che esprime quella parte di gravità della Luna nel Sole, colla quale la Luna più gravità nel Sole, che la terra colla sua Gravità, nella Fig. 2; ovvero §. 318. rappresenta quella quantità colla quale l'eccesso di gravità della terra nel Sole diminuisce la gravità della Luna verso terra Fig. 3. Ora la terra essendo più di 300 volte lontana dal Sole che la Luna, la linea SD riguardo alla ST è piccola; onde DF quanto ai sensi coincide colla parallela ST, e il punto F con A; di modo che senza errore sensibile si può pigliare LA per la differenza delle gravità della terra, e della Luna verso il Sole, e che esprime colla sua grandezza la Forza che produce l'ineguaglianze nel moto della Luna. Onde LA esprimerà la Forza perturbatrice della Luna.

323. Prolungata, se si deve, TL, non sempre essendo necessario, si faccia intorno la diagonale LA il Rettangolo LEAB, si risolverà la forza LA nelle due LE, LB. Essendo LE nella direzione del raggio vettore della Luna, la Forza per essa espressa in tutte due le figure diminuirà la Gravità della Luna verso terra; e farà la Forza perturbatrice della Luna verso la terra. L'altra forza in cui si risolve la diagonale LA, è la linea LB, che essendo perpendicolare a TL, o tangente dell'orbita che descrive la Luna verso terra, ritarderà la velocità della Luna che va da L verso R, essendo direttamente opposta alla forza centrifuga della Luna. Con questo metodo si esamineranno tutti gli altri

altri casi della situazione diversa della Luna rispetto al Sole, che lungo farebbe di esporre minutamente. Si dà il caso in cui il punto E si trova in mezzo tra T, L, e in questo caso la forza LE accresce la gravità della Luna verso la terra. Si danno altri casi nei quali la forza LB cospira col moto della Luna, e perciò accresce la sua velocità. In somma si deve determinare la ragione, che hanno tra di loro le linee LA, LE, LB, per poter giudicare come disturbano, o favoriscono il moto della Luna. Si possono vedere tutti questi computi nella Sezione 6, Capo 1 Articolo 4 della Parte 3 dell'Astronomia di La Caille.

324. Dalle antecedenti due Figure ricaveremo ora le conseguenze, e i casi particolari che guardando le Figure stesse si concepiscono facilmente. 1°. La Forza LA è massima, quando TA è massima, essendo TL costante. Ciò accade quando LH uguaglia il raggio TL, onde l'angolo RTL è retto, cioè quando il punto L cade in C. Dunque *la Forza perturbatrice LA è massima nelle Sizigie, e si esprime per 2 TL.* 2°. Per lo contrario LA è minima quando TA, ovvero LH svanisce, o quando il punto L cade in R. Dunque *la Forza perturbatrice è minima nelle Quadrature, e si esprime per LT.* 3°. Potendosi mutare col moto della Luna nella sua orbita, l'angolo TLA da 180 gradi fino a zero, la perpendicolare AE deve cadere fuori del punto L, rispetto T, quando l'angolo TLA è ottuso, e ciò è il caso espresso nelle Figure. Deve cadere in L quando l'angolo TLA è retto; deve cadere tra T ed L, quando l'angolo TLA è acuto. Nel primo caso dell'angolo ottuso LE esprime la diminuzione della gravità della Luna verso terra. Nel secondo caso la diminuzione è nulla. Nel terzo caso che l'angolo è acuto, LE esprime la forza di gravità che accresce quella della Luna verso Terra. 4°. La Forza LB è nulla quando il seno della doppia distanza dalli punti di Congiunzione, e Opposizione svanisce; perchè allora svaniscono ancora i  $\frac{3}{2}$  del seno della doppia distanza. Questa espressione è quella della Forza LB, che ora accelera, ora ritarda il moto della Luna. *Dunque nelle Sizigie, ove svanisce questo Seno, la Forza LB è nulla.* 5°. *La Forza LB è massima negli Ottanti della Luna, o ottave porzioni della sua orbita.* Perchè il seno massimo essendo quello dell'angolo di 90 gradi, o delle quadrature, essendo LB come il seno della doppia distanza dalle Sizigie, sarà di 90 gradi, e perciò il Seno della semplice distanza sarà di 45 gradi, o dell'Ottante della Luna. 6°. *La Forza LE è massima quando il Coseno della distanza dalle Sizigie è massimo; locchè accade nelle Sizigie, ove LE cade sopra LA, onde LE = 2 TL.* 7°. *La Forza LE è nulla quando l'angolo TLA è retto, locchè accade quando la Luna è lontana dalla Sizigia 54 gradi; e 44'.*

## ASTRONOMIA CALCOLATORIA.

325. **I** *Computi Astronomici* che si trovano già fatti dagli Astronomi per abbreviare i calcoli che occorrono alla giornata da farsi sui corpi celesti, sono di due denominazioni diverse. Altri si chiamano *Tavole Astronomiche*, altri si dicono *Efemeridi Celesti*.

326. *Le Tavole Astronomiche* sono quelle che servono per fare i calcoli Astronomici, e sciogliere quei Problemi da noi esposti, ed altri, che abbiamo tralasciati. A questo effetto si danno alcuni Precetti per sciogliere i Problemi Astronomici, servendosi di queste Tavole; o delle Efemeridi. Eustachio Manfredi nella sua *Introductio in Ephemerides, cum opportunis Tabulis* stampata in Bologna nel 1715, e ristampata con nuove aggiunte dal Signor Eustachio Zannotti nel 1750 espone le Tavole Astronomiche, e il loro uso, o i precetti. Ma per riguardo alle Tavole, le più copiose, sono quelle che si trovano disperse in più luoghi dei tre Tomi dell' *Astronomia* di de la Lande ristampata a Parigi, e sono al numero di 46. e quelle che sono in fine del Tomo I, al numero di 161, comprendevi la Tavola dei Logaritmi Logistici. Cominciano queste ultime Tavole da quella della differenza dei Meridiani di varj luoghi della Terra colle loro Longitudini, e Latitudini Geografiche. Seguono poi le Tavole del Sole, cioè quella delle Epocche delle Longitudini del Sole, e degli argomenti, che regolano le sue inegualità. Quella del suo moto medio &c. Vengono poi le Tavole della Luna; Indi quelle di ciascun Pianeta, e dei loro Satelliti a parte. Indi il Catalogo di 400 Stelle Fisse, colle loro Longitudini, Latitudini &c. Indi la Tavola delle variazioni secolari in Longitudine, e Latitudine delle Stelle, ed altre spettanti alle Stelle. La Tavola delle rifrazioni; quella delle densità diverse dell'aria, e la Tavola de' Logarittimi Logistici.

327. La seconda sorta di *Computi Astronomici* sono le *Efemeridi*. In queste si vede lo stato del Cielo in ciascun giorno dell'anno. Contengono queste la Longitudine, Ascensione retta, e Declinazione del Sole, e la Longitudine, Latitudine, Passaggio pel Meridiano, Declinazione, e Fasi della Luna. La Longitudine, Latitudine, e Passaggio pel Meridiano di ciascun Pianeta giorno per giorno; e le Ecclissi del Sole, della Luna, e dei 4 Satelliti di Giove. Queste *Efemeridi* escono ogni anno a Vienna con questo titolo, fatte dal Sig. Hell; e a Parigi dal Signor de la Lande, col titolo di *Conoscenza dei Tempi*; e le Tavole per 10, 11, o 12 anni che escono a Bologna per opera del Sig. Eustachio Zannotti. L'ultimo Tomo uscito nel 1774 abbraccia l'Efemeridi dal 1775 fino al 1785 inclusivamente, che fa lo spazio di 11 anni. Queste Efemeridi di 10, ovvero 11 anni furono prima di tutti nel

nel



dente  $18^{\circ}, 14'$  dall'Occaso antecedente del Sole. Si cerchi nella Tavola degli archi semidiurni, quello che è per la Latitudine di Bologna, e il dato giorno, che sarà  $7^{\circ}, 41'$ . Sommando questo col  $18^{\circ}, 14'$ , sarà  $25^{\circ}, 55'$ , e levando 24 ore, sarà l'ora  $1^{\circ}, 55'$  dopo mezzodì, e avendo levato 24 ore, il giorno Italiano sarà lo stesso che l'Astronomico. Che se la somma non supera 24, l'ora Astronomica apparterrà al giorno antecedente.

332. *Se poi l'ora Astronomica debba cangiarsi in Italiana, L'arco semidiurno si detragga dall'ora Astronomica, quello che avanza col toglierli 30 minuti sarà l'ora Italiana del seguente giorno. Se non si può dall'ora Astronomica levare l'arco, vi si aggiunga 24 ore, e togliendoli 30 minuti avremo l'ora Italiana spettante allo stesso giorno Astronomico.*

333. *Mutare l'Ora Francese, o di Germania in Astronomica.* Diversamente contano l'ore gli Italiani, i Francesi, o gli altri Europei, e gli Astronomi. Supponiamo che sia l'ultimo giorno dell'anno, gli Italiani cominciano il primo di Gennajo a 23 ore, e mezzo, o dopo tramontato il Sole, e contano con una serie continuata il giorno fino alle  $23 \frac{1}{2}$  del primo di Gennajo. Il resto d'Europa conta le ore del giorno cominciando a la mezza notte dei 31 Dicembre, e continuano fino a 12, che è il mezzo giorno del primo di Gennajo, e queste si chiamano *ore matutine*. Dal mezzodì del primo di Gennajo tornano a contare da 1, a 12, le ore fino alla mezza notte del 1 di Gennajo, e queste le chiamano *ore vespertine*. Il mezzo giorno del 1 di Gennajo contano gli Astronomi il primo giorno dell'anno, con una serie continuata fino al Mezzodì dei 2 Gennajo, in cui dicono l'ora 24. Dunque l'ore vespertine, o dopo il mezzodì Europee sono le stesse che le Astronomiche, contando 1 dopo il mezzodì gli uni, e gli altri. Le ore matutine Europee sono diverse dalle Astronomiche, ma diventano le stesse aggiungendovi 12, spettano però al giorno antecedente. Quindi è facile mutare le ore Europee in Astronomiche.

334. *Si debba trovare l'Ascensione retta del Sole a Lisbona li 31 di Dicembre, del 1751 ore  $23^{\circ}, 36'$  Astronomiche di tempo apparente. Se non fosse dato il Problema in ora Astronomica, dovrebbe ridarsi. A questa ora  $23^{\circ}, 36'$  si aggiunga la differenza dei Meridiani che è  $1^{\circ}, 19'$  nella tavola delle Latitudini delle Città. Così il Meridiano di Lisbona si riduce a quello di Bologna servendosi noi delle Efemeridi di Bologna. Sommati i due numeri antecedenti fanno  $24^{\circ}, 55'$ , levando un giorno che era li 31 di Dicembre, ridotta l'ora al Meridiano di Bologna sarà il 1 di Gennajo 1752 ad ora  $0^{\circ}, 55'$  in Bologna di tempo apparente. Nella Tavola dell'Equazione del tempo si troverà l'Equazione del tempo per questo istante di  $4', 5''$  da aggiungersi a  $0^{\circ}, 55'$ . Onde sarà l'ora di Bologna del primo di Gennajo  $0^{\circ}, 59', 5''$  di tempo non più apparente, ma medio. Ciò posto l'Ascensione retta del Sole*

ASTRONOMIA CALCOLATORIA. 187

le il 1 di Gennajo secondo l'Efemeridi di Bologna. 18°, 45', 56"  
 La stessa li 2 Gennajo. 18°, 50', 20"

L' Incremento diurno è 4', 24"

La Parte proporzionale di 0°, 59', 5" è 10"

Aggiunta questa alla prima Ascensione retta ; dà la cercata Ascensione. 18°, 46', 6"

335. *Trovare la declinazione del Sole a qualunque ora in un luogo dato.* Si riduca il luogo dato al Meridiano di Bologna, se fosse da trovarsi altrove, o al Meridiano delle Efemeridi delle quali ci serviamo. Si debba trovare a Bologna la declinazione del Sole li 20 Luglio 1753 all'ora 6°, 4' dopo mezzodì in tempo uguale. Qui non si ha da ridurre il tempo, che già è medio.

La declinazione del Sole il dì 20, che è Settentrionale è — 20°, 39'.

La declinazione Settentrionale li 21 è 20°, 28'.

La differenza, o variazione diurna è 11'.

La Parte proporzionale per ore 6°, 4', che deve sottrarsi dalla prima è 3'.

Onde la declinazione cercata sarà 20°. 36'.

336. *Si debba trovare l'altezza vera Meridiana del Sole, e la sua distanza dal vertice a Vienna d'Austria li 8 Novembre 1752.* La differenza dei Meridiani tra Vienna, e Bologna è gradi 22<sup>8r</sup>, 10' che Vienna è più verso Oriente; onde il Mezzodì a Bologna, che a Vienna è l'ora 24, sarà a Bologna li 7 Nov. ora 23°, 37', 50". Per questo tempo la declinazione del Sole nell'Efemeridi di Bologna delle quali ci serviamo, è 16<sup>5r</sup> gradi 38', e la Latitudine di Vienna è gradi 48<sup>5r</sup>, 14'. Aggiunti questi due numeri di gradi, farà la distanza vera Meridiana del Sole dal vertice di gradi 65<sup>5r</sup>, 2'. Dettratta questa da gr. 90 avremo la vera altezza meridiana del Sole nel tempo dato a Vienna di gradi 24<sup>5r</sup>, 53'.

337. *Debba trovarsi l'altezza Meridiana della Luna li 18 Aprile 1758 in Bologna.* In questo giorno la Luna è sul Meridiano ad ore 8°, 51 di tempo apparente, che fa ore 8°, 50' di tempo uguale. In questo tempo la declinazione della Luna è settentrionale di 11<sup>5r</sup>, 49'. La Latitudine di Bologna è gradi 44<sup>5r</sup>, 29', 35" Settentrionale. Da questa si sottraggano 11<sup>5r</sup>, 49'. Avremo la distanza della Luna dal vertice di 32<sup>5r</sup>, 40', 35", il di cui complemento a gradi 90, che è 57<sup>5r</sup>, 19', 25" sarà l'altezza vera Meridiana della Luna in quel giorno.

338. Questi Problemi sono sufficienti per dare un'idea dell'Astronomia calcolatoria, chi li ricerca tutti può vedere l'Introduzione alle Efemeridi del 1750 §. 326. di Zannotti stampata in Bologna, o la Conoscenza dei tempi che ha stampato per più anni a Parigi de la Lande. Nello sciogliere i Problemi non abbiamo esposti prima i Preceppi, ma il solo Esempio, da cui si ricavano facilmente le Regole.

## C A P O VII.

## ASTRONOMIA COMPARATIVA.

339. **A** *Astronomia comparativa* è quella parte d'Astronomia che descrive i Fenomeni celesti non veduti dalla terra, ma dal Sole, dagli Astri, dai Pianeti, e dalle Comete, e li paragona tra di loro. Da questo paragone nasce la più facile notizia di quei Fenomeni che veduti da terra abbiamo finora descritti. Si scioigono moltissimi dubbj che nascono in questa Scienza, e si rischiarano a maraviglia ciò, che finora si è detto, per essere sicuri del vero senso con cui tutto ciò è stato sin'ad ora esposto. Di questa parte d'Astronomia quello tra gli antichi che solo a nostra notizia ne ha scritto è stato Plutarco nel suo libro *de facie in orbe Lune*, in cui descrive i Fenomeni celesti dalla Luna veduti. Tra i Moderni abbiamo Keplero, che credendo la Luna, e i Pianeti abitati, ha descritto i Fenomeni celesti come appaiono dalla Luna nel suo libro *de Astronomia Lunari*, stampato dopo la sua morte col titolo *Somnium Astronomicum*. Ma non avendo considerata la Librazione della Luna, allora ignota, molti errori ha commessi, che perciò Cristiano Huighens intraprese a correggere nel *Cosmotheoron*, essendo anche esso di ferma opinione che sieno i Pianeti abitati; Onde espone più i Fenomeni Fisici, che gli Astronomici. Degno ancora è da leggersi ciò che ne dice David Gregory nel Libro 6 della sua Astronomia ristampata a Ginevra nel 1726. Degno anche è ciò che ne dice Bernardo de Fontenelle nei suoi Trattamenti sulla *Pluralità dei Mondi*, che si trova tra le sue Opere nel Tomo primo.

## I FENOMENI CELESTI VEDUTI DAL SOLE.

340. **N**EL Sistema Copernicano essendo il Sole nel centro di questo Sistema, e intorno ad esso girando in tempi diversi tutti i Pianeti compresa la terra, l'Osservatore posto in esso vedrà tutti i moti Reali tali, e quali accadono nel Cielo eccettuato il *moto diurno*. Onde girando il Sole intorno al proprio suo asse in giorni 25, ore 14 §. 243. e seco essendo trasportato l'Osservatore nel tempo stesso da Occidente in Oriente, vedrà tutte le Stelle, e i Pianeti muoversi da Oriente in Occidente nell'intervallo di 25 giorni, e 14 ore. Perciò il

il *moto diurno* della terra, dei Pianeti, e delle Stelle si compirà in detto tempo, onde ogni giorno Solare farà di giorni 25 terrestri, ore 14. e quando la terra si vedrà descrivere l'Equatore dall'Osservatore Solare, starà sull'orizzonte Solare giorni 12, ore 19, e altrettanto di tutto. Ma non vi farà vicende di giorno e di notte, essendo nel Sole un giorno perpetuo. E siccome nel Sole devono concepirsi tutti i cerchi celesti, così accaderanno le stesse irregolarità nei giorni Solari, che abbiamo osservato nei giorni terrestri, e che dipendono dalla sfera obliqua §. 237. e segu. Dunque il moto diurno per l'osservatore Solare è apparente, come per l'Osservatore terrestre.

341. Non così accaderà del *moto proprio* dei Pianeti, e delle Stelle, che si vedrà tale e quale è di fatto; perchè il Sole si suppone essere nel centro di tutti i corpi celesti. Onde si vedrà il reale loro corso, che sarà sempre diretto, e mai retrogrado, o stazionario. Si osserveranno inoltre la loro vera Longitudine, e Latitudine, il loro corso più celere, o ritardato, secondo che sono nel Perigeo, o Apogeo, cioè più vicini, o lontani dal Sole. Si osserveranno inoltre i diametri diversi dei Pianeti, secondo che sono più vicini, o più lontani dal Sole. Così il diametro apparente di Saturno sarà 18" di Giove 40", di Marte 8", di Venere 28", di Mercurio 20". Si osserverà facilmente la situazione dei Pianeti; perchè Mercurio il più vicino al Sole coprirà alle volte Venere, che è più lontana. Venere coprirà Marte, questo, Giove, e Giove, Saturno. Non vedrà mai l'Osservatore Solare alcun'ombra, o Eclissi; perchè l'ombra va sempre dalla parte opposta al sole. Non vi faranno Opposizioni, o Congiunzioni se non che nei Pianeti secondari rispetto ai loro primari, che ora occulteranno, ora ne faranno occultati. Non si vedrà la coda delle Comete, ma faranno circondate ugualmente da un capillizio di luce. Molti altri fenomeni potranno determinarsi dalla idea che abbiamo data degli antecedenti.

### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA MERCURIO.

342. **P**osto un'Osservatore in Mercurio vedrà il Sole sette volte più grande che noi, perchè gli è quasi tre volte più vicino della terra; e il calore e il lume che è inversamente come il quadrato della distanza, sarà anche esso 7 volte maggiore che in terra. Così ancora la gravità sarà 7 volte maggiore, che in terra. Intorno agli effetti prodotti dal moto di rotazione niente si può definire, non costando agli Astronomi se giri intorno a se stesso. Essendo in Mercurio lo spettatore vedrà gli stessi Fenomeni, che abbiamo descritti vederli da terra in Marte, Giove, e Saturno; perchè riguardo a Mercurio tutti i Pianeti compresa Venere, e la Terra sono superiori. Non vedrà alcun Pianeta colle fasi della Luna, come noi da terra oltre la Luna vediamo Venere, e Mercurio. I luoghi del Sole, e dei Pianeti si determineranno  
nella

nella stessa maniera in Mercurio che nella terra, L'Anno in Mercurio sarà di giorni 87. ore 23, 11", 37" quanto è il suo tempo periodico §. 231.

### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA VENERE.

343. **S**Tando in Venere l'Osservatore vedrà il Sole con due volte meno diametro che in Mercurio, e sei volte maggiore che in terra; e perciò il disco del Sole apparisce in Venere più di due volte maggiore che a noi, e nella stessa ragione è la luce, il caldo, e la gravità. Girando Venere intorno il suo asse in 23 ore §. 246, farà il *Giorno* di Venere un'ora meno di quello della terra, e tanto farà il *moto diurno* o di *rotazione* del Sole, delle Stelle, e dei Pianeti. Il *moto annuo* di Venere è §. 231. di giorni 224, ore 16, 41', 32", 4. onde è minore del nostro *anno*. Venere ha superiori a se la Terra, Marte &c. Onde i Fenomeni faranno gli stessi che quelli di Marte, Giove &c. veduti dalla Terra. La terra comparirà lucidissima quando è in opposizione col Sole, e questa luce farà accresciuta da quella della Luna quando è piena. La Luna si vedrà seguir sempre il moto della terra nè allontanarsi che alle volte poco più d'un mezzo grado.

### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA MARTE.

344. **I**L Sole veduto da Marte comparisce di diametro sei volte minore che da terra; onde il Sole dà a Marte due volte meno luce che alla terra, e altrettanto è il calore. Il *Giorno* in Marte è poco più di quello della terra; perchè §. 246. Marte gira intorno il suo asse in ore 24, 39'; onde di tanto è il suo *moto diurno*, o di *rotazione*. Il suo asse essendo quasi perpendicolare al piano dell'orbita che descrive intorno al Sole, vi farà quasi un perpetuo Equinozio, onde poca farà la differenza delle stagioni, stando quasi sempre il Sole sull'Equatore, o in un parallelo a lui molto vicino; ne faranno sensibili le vicende delle stagioni che per la maggiore o minore distanza degli abitatori, se ve ne fosse, dai Poli del Mondo; o dall'inclinazione dei raggi maggiore, o minore sulla sua superficie, come accade alla terra nei due Equinozj. L'Osservatore in Marte vedrà due Pianeti superiori, Giove, e Saturno, e tre inferiori la Terra, Venere, e Mercurio, onde vedrà gli stessi fenomeni che in terra. Il *moto proprio*, o l'Anno di Marte sarà §. 231. di giorni 686. ore 24, 30', 43", 3.

### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA GIOVE.

345. **I**L Sole veduto da Giove apparisce di diametro poco più di 5 volte minore, che da terra; onde la Luce e il caldo è ventisette

sette volte meno che in terra. Il *Giorno* in Giove è minore del nostro, girando intorno a se di *moto diurno, o di Rotazione*, in ore 9, 56 §. 246. Onde non sarà così sensibile il freddo in esso, che sarebbe, per la distanza dal Sole, non arrivando a stare qualunque parte della sua superficie che poche ore senza Sole; e al più ore 4, 58. Essendo il suo asse quasi perpendicolare al piano dell'Orbita che descrive intorno al Sole, vi sarà, come in Marte un perpetuo Equinozio. Vi sarà inoltre in Giove una luce sufficiente, perchè è circondato da 4 Lune, che gli riflettono il lume continuamente. Inoltre appena vi sarà notte non solo per li crepuscoli, ma ancora per la presenza quasi continua di qualcuna delle sue Lune. Quantunque abbia sotto di se quattro Pianeti Marte, la Terra, Venere, e Mercurio, appena potranno vedersi, perchè sempre immerfi nel lume vivo del Sole, come accade a noi di Mercurio molte volte, tanto più che non si scostano molto dal Sole, non allontanandosi Marte, che 18 gradi dal Sole, ed essendo anche in terra di un lume smorto. L'Anno in Giove sarà §. 231. di giorni 4332, ore 8, 51, 25", 6. tanto essendo il suo tempo periodico intorno al Sole.

#### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA SATURNO.

346. **P**osto l'Observatore in Saturno vedrà il diametro del Sole dieci volte minore che da terra; onde il suo disco, il calore, e la Luce sarà almeno 90 volte minore che da terra. Ma la luce verrà supplita dalle cinque Lune che lo circondano, e ancora dal lume che di continuo gli manda l'anello. Gran differenza però vi sarà nel calore, o freddo con quello della terra; ma si diminuirà questo divario dal considerare che certe sono le notti, onde il Sole sta meno tempo che in terra a scaldar la sua superficie. Il *Giorno* di Saturno, o il suo *moto di rotazione* §. 246 è di 10 ore solamente. L'Anno di Saturno §. 231 è di giorni 10761, ore 14, 36, 42", 5. perchè tanto è il suo tempo periodico intorno al Sole. Onde è l'anno più lungo di tutti gli altri Pianeti. Chi sta in Saturno non vedrà che Giove, perchè è grande, e gli è vicino, e si scosta dal Sole 37 gradi. Gran spettacolo sarà per un'observatore in Saturno il vedere il suo anello, che è lontano da esso una volta, e un quarto del semidiametro di lui, mandare un lume su di Saturno alla distanza di 64 gradi solamente dall'Equatore di Saturno, nel di cui piano si trova l'anello. Onde se lo spettatore avrà una *Latitudine* maggiore di 64 gradi non vedrà più l'anello; e vi è una Zona dall'uno, e l'altro Polo larga 43 gradi, priva di vedere affatto l'anello. Essendo l'Observatore lontano un grado dai Poli non vedrà ne anche i 5 Satelliti, perchè le loro orbite sono inclinate gr. 31 a quella di Saturno. Ma se sarà sotto l'Equatore di Saturno, per causa della luce dell'anello non vedrà nè il Sole, nè le stelle all'Equatore  
vici.

viciate. Se la sua distanza dall'Equatore sarà 52 gradi vedrà la parte concava, e convessa dell'anello.

### I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA UNA COMETA:

347. **L**E Comete descrivono Ellissi gracili intorno al Sole, ed hanno perciò tanta Eccentricità, che sono sensibilmente diverse da un cerchio, a differenza delle Orbite dei Pianeti, che sono quasi circolari, come si può vedere nelle 4 orbite della tavola 16. Si veda ciò che abbiamo detto di esse §. 292, e sega. Molte di queste comete girano intorno al Sole solamente; altre forse girano intorno al Sole, e ad un'altra stella fissa, essendo queste altrettanti Soli. Così fingiamo che una Cometa giri intorno il Sole S del nostro Sistema, e intorno la stella, o Sole H che è centro d'un'altro Sistema. Così ancora la Cometa B si finge descriver l'Orbita BEDB intorno il Sole S, e il Sole A che è centro d'un'altro Sistema; locchè tutto è ideale, ma che serve a concepir meglio il nostro Sistema. Che che sia, di ciò è per altro sicuro che l'Orbita delle Comete è molto Eccentrica, e che girano costantemente intorno al Sole colle stesse forze dei Pianeti. Quando la Cometa sta verso il suo Apogeo l'Osservatore non vedrà il nostro Sistema, ma solamente il Sole come una Stella in Cielo. Il freddo sarà intensissimo, se pure non gira ancora intorno a una altra stella; nel qual caso scostandosi dal Sole si accosta ad essa, e ne riceve lume e calore, altrimenti sarebbe per più anni in un bujo perfetto. A poco a poco passando la Cometa verso il Perigeo, primo di tutti vedrà Saturno, indi i suoi Satelliti, e successivamente accostandosi al Sole andrà a poco a poco scoprendo gli altri Pianeti e finalmente Mercurio. Sul principio, quando è ancora sopra Saturno i Pianeti tutti gli faranno inferiori, e vedrà i Fenomeni già descritti di questi; indi compariranno successivamente superiori e vedrà gli altri fenomeni che noi vediamo in Marte, Giove, e Saturno. Nell'accostarsi al Sole la Cometa, e l'Osservatore in essa passerà da un freddo a un caldo estremo, quando la Cometa comincia a scostarsi dal Sole, compariranno con ordine retrogrado tutti gli stessi fenomeni. L'Astronomo adunque se fosse in una Cometa formerebbe una più adeguata idea del Sistema Mondano descrivendo un gran tratto di spazio in esso nello scendere e risalire dal Sole; ma le stravaganze delle stagioni, e il dover passare da un lento moto nell'Apogeo ad un velocissimo nel Perigeo rendono inhabitabili le Comete. Perciò quelli che hanno fatto abitabili tutti i Pianeti, hanno giudicato che l'uso delle Comete non sia per abitarle, ma cadendo di tanto in tanto nel Sole per risarcire in esso il continuo dispendio di luce, che soffre, e passando vicino ai Pianeti, attraendo la loro coda per risarcire in essi il continuo dispendio che si fa di vapori perchè si consolidano coi corpi. Ma queste sono mere congetture.

J. FE.

## I FENOMENI CELESTI VEDUTI DA UNA STELLA.

348. **S**E si concepisca l' Osservatore su d' una Stella non potrà vedere altro che Stelle consimili, posto che le stelle siano tutte in eguale distanza dal Sole, ma se sono le stelle a diverse distanze da esso, nè il Sole sta nel centro dello spazio Mondano, e se ogni stella è centro di un particolare numero di corpi opachi, o Pianeti allora l' Osservatore vedrà il Sistema particolare di cui è centro la stella in cui si trova lo Spettatore. Questa supposizione di tanti sistemi diversi in natura, quante sono le stelle è stata già fatta da molti degli antichi. Questa opinione degli antichi è stata convalidata con alcune osservazioni degli Astronomi moderni. Si pigli dicono essi un globo, che abbia per raggio la distanza di Saturno dal Sole, rappresenterà questo globo il nostro Sistema, di cui centro è il Sole. Si cerchi ora quanti Sistemi uguali a questo possono starci d'intorno toccandolo solamente senza confondere i loro moti, si troverà che vi staranno 13 Sistemi uguali al nostro, e tante sono le Stelle di prima grandezza. Si faccia ora di questi 14 Sistemi un' altro uguale a tutti, e si cerchi per la Geometria solida quanti altri globi uguali vi possono stare d'intorno toccandolo solamente, si troverà che faranno 4 in 13, o 52; e tante presso a poco sono le stelle di seconda grandezza. Quindi con questa distribuzione di stelle, ciascuna delle quali sia centro d' un Sistema particolare, si spiega la distanza grande che vi è tra le stelle di prima, e tra quelle di seconda grandezza nel Cielo. Queste però sono larghe congetture, e soggette a molte difficoltà, non essendo ancora ben determinato il numero delle stelle di prima, e seconda grandezza. E tutto ciò può essere sufficiente per formare un' idea del nostro Sistema Planetario, che sia nuotante in questo interminato Spazio Mondano.

**F I N I S.**

# I N D I C E

## DELLE MATERIE DELL' ASTRONOMIA.

<b>A</b>		Almanone	§. 18.	<b>F</b>		
<p><b>A</b> Berrazione del lume quarta causa d'errore nasce dalla successiva propagazione del lume §. 125. spiegata §. 126, 127. 128. Varj Problemi su di essa, e Tavola della aberrazione degli Astri secondo la diversa Latitudine §. 129. carte 91. La velocità della terra ha una data ragione a quella del lume. §. 130.</p> <p>Accademie diverse istituite. §. 22. e segu.</p> <p>Accelerazione dei Gravi suoi Pianeti §. 290.</p> <p>Almanone Imperator degli Arabi protegge le Scienze §. 18.</p> <p>Altezze corrispondenti, suo metodo. §. 165. 166. 167. Altezza Orizzontale, e Meridiana degli Astri. §. 175. calcolaria. §. 336.</p> <p>Anello di Saturno, suoi Fenomeni e probabile spiegazione §. 262.</p> <p>Angolo Sferico. §. 63. Vedi Triangoli Sferici.</p> <p>Anno Viterbese finge l'opera di Beroso. §. 7.</p> <p>Anno sua diversità, e origine §. 11. 12. Periodico, Tropico, e Anomalistico. §. 223. e segu.</p> <p>Apogeo, o Afelio che cosa è §. 234.</p> <p>Apparenze diverse nei moti, sito &amp;c. dei Corpi celesti. §. 1, 2, 3, 4. Vedi Astronomia. Apparenze Ottiche §. 110, e segu. vedi Errori Ottici.</p> <p>Apsidi linea. §. 234. suo moto spiegato. §. 253.</p> <p>Arabi, o Saraceni; e loro studj sotto Almanone §. 18.</p> <p>Affideta Sfera, i di cui estremi sono i Poli. §. 37.</p> <p>Ascensione retta dei punti dell' Ecclittica, e degli Astri. §. 185. ritrovarla negli Astri. §. 186. 187. 188. del Sole calcolarla. §. 334.</p> <p>Astri che cosa sono §. 4. loro numero §. 5. 141. due loro moti. §. 142. vedi Stelle.</p> <p>Determinare il loro passaggio pel Meridiano. §. 165. 166. 167. determinare la loro altezza Orizzontale. §. 175. loro declinazione. §. 181. 182. loro Ascensione retta, e obliqua. §. 185. ritrovarla. §. 186. 187. 188. Trovar la loro Latitudine, e Longitudine. §. 189. 190, e segu. determinar la loro Parallassi Orizzontale. §. 199. 200, e segu. Vedi Stelle, Pianeti, Sole. Distanze da terra §. 204. Tra di loro, e i loro diametri §. 207. e segu.</p> <p>Astronomi celebri §. 6, e segu. Nomi de' più principali; per Alfabeto.</p>		Anassagora	§. 15.	Fenicj	§. 6. 14.	
			Anassimandro	§. 15.	Fetonte	§. 10.
			Anassimene	§. 15.	Filolao	§. 15.
			Arato	§. 15. 17.	Flamsteed	§. 28.
			Aristarco	§. 17.	Florent	§. 21.
			Aristillo	§. 17.	<b>G</b>	
			Argoli	§. 21.	Galilei	§. 21.
			Arzachel	§. 18.	Gemino	§. 17.
			Astirj	§. 7.	Gregory	§. 25.
			Atlante	§. 10.	<b>H</b>	
			Auzout	§. 21.	Halley	§. 31.
		<b>B</b>			Horreboov	§. 32.
			Babilonesi	§. 6. 7.	Huygens	§. 25.
			Bellorofonte	§. 10.	<b>I</b>	
			Beroso	§. 7. 11.	Ibn Jounis	§. 18.
			Bianchini	§. 30.	Jostelio	§. 20.
			Birgio	§. 19.	Ipparco	§. 17.
			Bouguer	§. 32.	<b>K</b>	
			Bovillaud	§. 25.	Keill	§. 27.
			Bradley	§. 28.	Keplero	§. 20.
		Briggs	§. 21.	Kirch.	§. 27. 30.	
	<b>C</b>			<b>L</b>		
		Caldei	§. 7.	Langravio d'Assia	§. 19.	
		Cassini Domenico	§. 26.	Lansbergio	§. 21.	
		Cassini Giacomo	§. 26. 32.	Longomontano	§. 20.	
		Cassini de Thury	§. 32.	Louville	§. 30.	
		suo figlio	§. 32.	<b>M</b>		
		Chazelles	§. 25.	Manfredi	§. 28. 30.	
		Cinesi	§. 6.	Maraldi Giacomo	§. 30.	
		Chirone Cent.	§. 10.	Maraldi Domenico	§. 30.	
		Cleomede	§. 17.	Maupertuis	§. 32.	
		Copernico	§. 19.	Mayer	§. 32.	
	<b>D</b>			Mercatore	§. 19. 21.	
		De la Hire vecchio	§. 27.	Mercurio Trism.	§. 13.	
		Suo figlio	§. 27.	Mestlino	§. 20.	
		De la Caille	§. 32.	Mulier	§. 19.	
		De la Condamine	§. 32.	<b>N</b>		
		De la Lande	§. 32.	Nepero	§. 21.	
		De l'Isle Luigi	§. 30.	Newton	§. 29.	
		De l'Isle Nicola	§. 32.	Noel	§. 27.	
		Democrito	§. 15.	<b>O</b>		
		Domenico Maria	§. 19.	Orfeo	§. 10.	
	<b>E</b>			Oroccio	§. 21.	
		Edomiti	§. 14.	<b>P</b>		
		Egiziani	§. 6.	Piccard	§. 27.	
		Endimione	§. 10.	Pitea	§. 17.	
		Eratostene	§. 17.	Platone	§. 17.	
		Ercole	§. 10.	Possidonio	§. 17.	
		Eudosso	§. 15. 17.	Purbachio	§. 19.	
		Evelio	§. 21.	<b>R</b>		
				Regiomontano	§. 19.	
				Rheinold	§. 19.	
				Ric-		
	<b>A</b>	Alfonso Re	§. 18.			
Albategnio	§. 18.	Alfragano	§. 18.			

Riccioli	§. 21.	Ticone	§. 20.
Richer	§. 25.	Timocaride	§. 17.
Roemer	§. 27.	Tolomeo	§. 15. 17.
Rothman	§. 19.	Tolomeo Filadelfo	§. 17.

S		U	
Sacro Bosco	§. 18.	Urano	§. 10.
Safiche	§. 13.	V	
Selac.	§. 13.	Valtero	§. 19.
Seto-Ward.	§. 21.	Werner	§. 19.
Severini	§. 21.	Whilston	§. 25.
Street.	§. 21.	Z	

T  
 Talete §. 14. Zannotti Eustachio §. 30.  
 Teone §. 17.  
 Astronomia riguarda due punti principali. §. 2. Divisione di essa in Teorica, Prattica, Fisica, Calcolatoria, Comparativa. §. 3. Qual nazione è stata la prima a coltivarla. §. 6. 7. Sua divisione in 3 Periodi §. 8. Origine prima dell' Astronomia dal Diluvio, nel 2300 prima dell' era. §. 9. Due colonne, una di pietra, l'altra di mattoni, se sono vere. §. 9. Primo Periodo §. 10. e segu. Secondo §. 15. Terzo §. 16. e segu. vedi Periodi. Ipparco fa un Catalogo delle Stelle. Scopre l' eccentricità dei Pianeti, determina l' anno, e scopre la Precessione degli Equinozj. §. 17.  
 Astronomia Sferica, e Teorica d' alcuni. §. 90.  
 Attrazione. Vedi Forza, e Gravitazione universale.  
 Atlante §. 10. 13.  
 Augi. Vedi Apfidi.

B

Babilonesi primi a coltivar l' Astronomia; se è così antica come la fanno. §. 6. Specola prima fatta da essi. §. 7. Storia de' Babilonesi. §. 11. Diverse lunghezze d' anni. §. 11.  
 Babilonia, sua fondazione, e campagne di Sennaar. §. 7.  
 Berolo sua opera supposta. §. 7. 11. Fonda l' Astronomia, §. 11.  
 Biblioteca Alessandrina bruciata da Omar secondo Calisto dei Turchi §. 18.

C

Caldei Astronomi. §. 7. Vedi Babilonesi. Loro anno §. 11. loro più antica Ecclisse. §. 15.  
 Cassini, Gian Domenico, scopre il 10., 20., 30., e 50. satellite di Saturno, e Huygens il 40. §. 25.  
 Celerità dei Gravi sui Pianeti. §. 290. Vedi Velocità.  
 Cieli Cristallini §. 216.  
 Cinesi quanto antichi in Astronomia. §. 6.  
 Circoli della Sfera che sono §. 36. 37. e segu. Asse, e Poli della Sfera, circolo Genitore, Equatore, Cerchj diurni, o paralleli, Cerchj massimi, Meridiani, Verticali, Zenith, Nadir §. 37. Divisione del cerchio in gradi. §. 38. Differenza tra verticale e Meridiano, e i punti immobi-

li della Sfera §. 39. Modi diversi di esprimere i cerchi §. 40. Orizzonte razionale, e fisico §. 41. Tropici, circoli paralleli e Orarj, o diurni, Ecclittica, Solstizj, e Equinozj. §. 42. Circoli della Sfera celeste, come si trovano sulla terra. §. 54. Colori, cerchj di declinazione, di Latitudine, di Ascensione retta, e obliqua, Almucantarar &c. §. 55. Nei circoli della Sfera si considerano solo i massimi. §. 60. Proprietà dei cerchj massimi §. 61. 62. 63. Angolo Sferico. §. 63. 64. Triangolo Sferico. §. 65. Seni, Coseni &c. e loro proprietà. §. 66. 67. Proprietà dei Triangoli sferici, §. 68. e segu. Vedi Triangoli Sferici. Circolo è poco diverso dalla Ellissi non gracile §. 308.  
 Climi che cosa sono. §. 53.  
 Coda di Dragone, o Nodo della Luna. §. 278.  
 Comete quante sono finora §. 5. che sono §. 292. Opinioni diverse. §. 293. Evelio è il primo che le ha credute Pianeti. §. 294. Loro numero dal Principio del Mondo §. 295. predizione di Seneca avverata §. 293. loro Orbite osservate fino al 1771. sono 60. C. 169. Osservazioni sulle Comete §. 296. Si osserva il loro periodo, come nei Pianeti. §. 297. Rappresentare il loro corso §. 298. Spiegazioni della loro chioma, e coda §. 299.  
 Computi Astronomici come si fanno §. 325. Le Tavole Astronomiche §. 326. L' Etemeridi §. 327.  
 Copernico suo Sistema. §. 220. e segu. Si spiegano in esso tutte le Osservazioni dei §. 213. 214. e tutte le altre. §. 222. 236. e segu.  
 Corpi celesti. §. 4. 141.  
 Costellazioni che cosa sono, e 12 nell' Ecclittica §. 43. loro origine, e distintivi. §. 143. e segu. vedi Stelle.  
 Crepuscolo matutino, e vespertino minora le lunghe notti degli abitanti del Polo. §. 51.  
 Crisolora introduce in Europa il Greco Genio, e Trapezunzio lo dilata. §. 19.  
 Culminazione d' un' Astro che cosa è, e modo di determinarla. §. 165. 166. 167.  
 D  
 Declinazione degli Astri §. 181. 182. di ciascun punto dell' Ecclittica §. 183. del Sole calcolata. §. 335.  
 Densità dei Pianeti. §. 289. 290. 291.  
 Diffrazione di luce che cosa è §. 112.  
 Diametro del Sole, e dei Pianeti determinato. §. 207. 208. 209. in minuti, e in Leghe. §. 210.  
 Discela degli Astri retta, e obliqua. §. 185.  
 Distanza degli Astri da terra. §. 204. e segu. Delle Stelle fisse. §. 206. Distanze dei Pianeti, e delle Stelle tra loro. §. 207. e segu. Meridiana calcolata. §. 336. 337.  
 Diurni, cerchj, orarj, e paralleli. §. 37. 42.  
 Eccen-

dei Pianeti primarij, e secondarij. §. 282. 283. Tavola dei Primarij. §. 183. dei Secondarij. §. 284.  
 Inganni Ottici §. 210. e segu. Vedi Errori Ottici.  
 Ipparco il primo osserva che le Orbite dei Pianeti non sono concentriche alla terra. Misura la distanza di questa dal Sole. Scopre la Precessione degli Equinozj. Determina l'anno accuratamente. Fa un Catalogo delle stelle. §. 17.  
 Istromenti Astronomici §. 90. e segu. Il Quadrante §. 90. Il Vernier, o Nonnio §. 90. car. 55. suo uso §. 91. Fili incrociati §. 92. Per determinare se la divisione è ben fatta. §. 93. Quadrante Murale, o nel Meridiano §. 94. Settante, e Ottante. §. 95. Settore Equinoziale §. 95. Tubo Meridiano. §. 96. Tubo, o Macchina Parallattica. §. 97. Micrometro §. 98. Suo inventore, e specie. §. 99. Reticolo romboidale §. 100. Micrometro a fili. §. 101. è migliore il Micrometro semplice del Romboidale; e suoi usi §. 102. Micrometro obiettivo, varie sue specie, e autori. §. 103. vantaggi singolari di quello di Dollon §. 104. applicato al tubo. §. 105. descrizione di quello di Dollon. §. 106. Uso di esso. §. 107.

K

**K** eplero è il primo che stabilisce le leggi colle quali si muovono i Pianeti, e stabilisce le loro Orbite ellittiche. §. 202.

L

**L** atitudine, o elevazione di Polo §. 47. Latitudine dei Pianeti §. 49. Trovare la Latitudine di un luogo. §. 157. Uso in Geografia e Astronomia. §. 163. Latitudine degli Astri. §. 184. Ritrovarla. §. 189. 190. e segu. Latitudine Geocentrica, ed Eliocentrica sono diverse nei Pianeti, e nel Sole. §. 195. 196. modo di trovarla. §. 197.  
 Leggi di Keplero §. 303, e segu. Vedi Regole.  
 Librazioni della Luna, e loro effetti §. 247. Librazioni diverse. §. 286.  
 Libreria Alessandrina bruciata da Arou Ebnò l' Aas. Comandante dell' Armata Turca di Omar secondo Califo. §. 18.  
 Longitudine Geografica che cosa è, e suo stabilimento. §. 159. Modo di determinarla §. 160. 161. 162. uso in Astronomia, e Geografia. §. 163. Longitudine degli Astri. §. 184. Ritrovarla. §. 189. 190, e segu. Longitudine Geografica, ed Eliocentrica sono diverse nei Pianeti, e nel Sole. §. 195. 196. modo di trovarla. §. 197. del Sole calcolata. §. 329.  
 Lume Settentrionale che cosa è Carte 104.  
 Lume Zodiacale, sua descrizione, e spiegazione. §. 154. Non si confonda col lume

Settentrionale. Carte 104.  
 Luna è disuguale, e mostra sempre a noi la stessa faccia pel suo moto di rotazione. §. 247. Librazioni della Luna §. 247. Sue disuguaglianze osservate, e spiegate. §. 257. 258. 259. 260. sue Fasi spiegate. §. 263. 264. Suo lume è 300000 volte minore di quello del Sole. §. 265. Sue Ecclissi, §. 267. e segu.

M

**M** acchie nel Sole scoperte da chi. §. 242. Osservazioni su di esse. §. 243. Loro spiegazione. §. 245.  
 Macchina Parallattica. §. 97. Macchina Equatoriale universale descritta. §. 109. Vedi Equatoriale universale.  
 Marte sua orbita ellittica determinata da Keplero. §. 232.  
 Massa dei Pianeti. §. 289. 290. 291.  
 Mercurio sua orbita Ellittica determinata da la Caille. §. 233. 234, e segu. sue Fasi come la Luna. §. 266.  
 Mercurj degli Egiziani. §. 13.  
 Meridiana diversi modi di tirarla §. 168. 169. 170. 171. 172. Suoi usi, e Gnomoni diversi. §. 173. Se sia mutabile §. 174.  
 Meridiani §. 37. 39. Meridiano primo come fu stabilito. §. 159. Con esso si determinano le Longitudini. §. 160. 161. 162.  
 Metodo di rovesciamento per determinar se è ben diviso il quadrante. §. 93. delle altezze corrispondenti §. 165. 166. 167.  
 Micrometro §. 98. suo inventore, e sue specie §. 99. Reticolo romboidale §. 100. Micrometro a fili. §. 101. Suo uso più esteso del Romboidale. §. 102. Micrometro obiettivo, o Dolloniano §. 103. sue specie, e autori, e idea di quello di Dollon. §. 103. suoi vantaggi su gli altri §. 104. applicato al tubo. §. 105. Descrizione di quello di Dollon §. 106. Suo uso §. 107.  
 Mobile primo. §. 198.  
 Moto comune o diurno, o proprio nei corpi celesti §. 1. 4. 34. 35. del Sole §. 43. incomprendibile il moto diurno se è nel Sole, e nelle stelle. §. 44. Moto medio del Sole. §. 134. 135, e segu. Moto vero, o apparente. §. 134. 135. e segu. Spiegato nel Sistema Copernicano §. 237. 238. e segu. e le vicende del giorno, e della notte, e le stagioni. §. 238, e segu. Moto diurno, o di Rotazione nella terra, e gli altri Pianeti. §. 240. 241., e segu. È indipendente dal moto proprio, nè lo accresce, o diminuisce. §. 241. Si ricava dalle macchie del Sole, e dei Pianeti. §. 241. Osservazioni sul moto di rotazione dei Pianeti §. 246. Rotazione della Luna §. 247. Altri moti nel Cielo. §. 251. da che nascono. §. 252. Moto degli Apfidi. §. 253. Moto dei Nodi. §. 254. moto della Precessione degli Equinozj §. 255. Modo di Nutazione dell' Asse terrestre. §. 256.  
 Nadir

N

**N**adir. §. 37. modo di trovarlo. §. 39.  
 Nepeto inventa il primo i Logaritmi. §. 21.  
 Nodi dei Pianeti §. 40. loro moto. §. 254.  
 Nodi Ascendente, e discendente. §. 276.  
 modo di determinarli, e loro tavola §. 277.  
 Nodi della Luna. §. 278. Nodi dei Satelliti di Giove, e Saturno, 1. modo §. 279. 2. modo §. 280. Quali sono. §. 281.  
 Nonnio, o Istromento per dividere il Quadrante minutamente §. 90. carte 55. Vedi Vernier.  
 Notte e giorno in diversi luoghi della terra §. 48. fino a tutto 51.  
 Novilunio spiegato §. 263. 264.  
 Nubi bianche in Cielo, o Stelle nebulose, o informi che cosa sono. §. 153.  
 Nutazione dell'Asse della terra, spiegata §. 256.

O

**O**mbra della terra sorpassa la Luna. §. 273.  
 Orarij cerchj, o diurni o paralleli. §. 37. 42.  
 Orbita dei Pianeti determinata in Marte da Keplero, in Mercurio da la Caille colla Tavola del suo moto. §. 232. 233. e segu.  
 Oriente che significa §. 1. 34.  
 Orizzonte §. 1. 34. Razionale, e Fisico §. 41.  
 Orreria §. 57.  
 Osservatorj, o Specole Astronomiche varie descritte. 108.  
 Osservazioni e Problemi §. 140. che conducono a formare il Sistema del Mondo §. 211. 212. e segu. fatte dai Pianeti e dalle Stelle §. 339. fatte dal Sole §. 40. 341. da Mercurio §. 342. da Venere §. 343. da Marte §. 344. da Giove §. 345. da Saturno §. 346. da una Cometa §. 347. da una Stella §. 348.  
 Ottante, e Scitante. §. 95.

P

**P**aralleli, o cerchj orarij, o diurni. §. 37. 42.  
 Parallassi terza causa d'errori spiegata §. 119. 120. Effetti diversi; e regole per essa, o Teoremi. §. 121. Varie Parallassi osservate negli Astri, colla tavola di quelle del Sole. §. 122. Parallassi annua spiegata. §. 123. Se sia stata veramente osservata. §. 124. Parallassi Orizzontale, modo di determinarla. §. 199. 200, e segu.  
 Perigeo, o Perielio che cosa è. §. 234.  
 Periodi tre dell'Astronomia §. 8. Primo. §. 10. e segu. Secondo. §. 15. e Terzo §. 16 e segu. Primo tempo del terzo Periodo. §. 17. secondo tempo. §. 18. Terzo tempo §. 19. e seg. quarto tempo. §. 22. e seg.  
 Pianeti §. 4. Primarij, e secondarij, quanti. §. 5. loro tempo periodico §. 5. Vedi Apparenze dei moti, e sito etc. Inclinazione della strada, o orbita dei Pianeti coll' Ecclittica, e loro Nodi. §. 49. loro numero §. 141. due loro moti. §. 142. determinar

se descrivono un cerchio massimo, o una curva nello stesso piano. §. 164. determinar il loro passaggio pel Meridiano. §. 165. 166. 167. Vedi Astri. Loro latitudine, longitudine Geocentrica, ed Eliocentrica sono diverse. §. 195. 196, e segu. Determinar la loro Parallassi orizzontale. §. 199. 200, e segu. Loro distanza da terra. §. 204, e segu. Diametro di essi. §. 207, e segu. Loro Orbita determinata in Marte, e Mercurio. §. 232. 233, e segu. Rotazione dei Pianeti dimostrata dalle macchie, e suoi Fenomeni, dal §. 240. fino a 248. Stazioni, e Retrogradazioni dei Pianeti §. 248, e segu. Pianeti inferiori, e superiori §. 248. Natura, e proprietà dei Pianeti primarij, e secondarij §. 257, e segu. Osservazioni su di essi. §. 258. 259. Loro difuguaglianze. §. 261. Anello di Saturno suoi Fenomeni, e probabili spiegazioni §. 262. Loro Ecclissi. §. 267, e segu. Modo di distinguerli dalle stelle, e tra di loro §. 274. 275.

Plenilunio spiegato §. 263. 264.  
 Poli della Sfera. §. 37. Poli del Mondo, o dell'Equatore, e Poli dell'Ecclittica, e Poli d'un cerchio. §. 45. Polo Settentrionale, e Meridionale §. 46. vedi Punti immobili. Elevazione di Polo, è propria di ciascun luogo §. 47. vedi Sfera. Polo, sua elevazione, o distanza dall'Equatore, o Latitudine §. 47. Sotto i Poli non vi è la notte di sei mesi, come dovrebbe esservi pel sito della terra. §. 51. Poli dei cerchj nella Sfera, loro proprietà. §. 63. Polo trovarne l'Elevazioni. §. 157.  
 Precessione degli Equinozj che cosa è §. 198. suo moto §. 255.  
 Primo mobile §. 198.  
 Problemi Astronomici §. 140.  
 Punti immobili nella Sfera. §. 36. 39. Punti cardinali sono 4. §. 46. come ad essi voltano la faccia il Geografo, l'Astronomo, il Sacerdote, e il Poeta. §. 46.

Q

**Q**uadrante, e sua costruzione, e divisione minima. §. 90. Nonnio, o Vernier per l'esatta divisione in gradi carte 55. suo uso per pigliar le altezze degli Astri §. 91. Fili incrociati §. 92. Per determinar se la divisione è ben fatta §. 93. Quadrante murale, o nel Piano del Meridiano. §. 94.

R

**R**egole, o Leggi di Keplero che osservano i Pianeti nel loro moto sono tre. La prima è che descrivono Ellissi. §. 103. La seconda che i Quadrati dei tempi Periodici sono come i cubi delle distanze. §. 304. Quindi la loro Forza gravitante è inveramente come i quadrati delle distanze. §. 305. La terza che descrivono aree proporzionali ai tempi. §. 306. Onde quel punto intorno a cui girando i Pianeti descrivono

- vono aree proporzionali ai tempi è il centro a cui tendono colla Gravità §. 307. Il cerchio è poco diverso dall' Ellissi non bislunga. §. 308.
- Reticolo Romboidale, specie di Micrometro. §. 100.
- Retrogradazioni, e Stazioni dei Pianeti. §. 248. 249. 250.
- Rifrazione della luce §. 51. causa di errore nelle Osservazioni §. 115. Come si produce §. 116. Mutazioni che produce negli Astri §. 117. Conosciuta dagli antichi sopra, cui hanno faticato per determinarla, e fatiche di molti moderni §. 118. Tavola delle Rifrazioni medie a diverse altezze dall' Orizzonte. Carte 84.
- Rivoluzione siderale dei Pianeti §. 5.
- Rivoluzione del Sole, e dei Pianeti determinata §. 223, e segu. Tavola di esse. §. 231.
- Rotazione suo moto nel Sole, Terra, e Pianeti, ricavato dalle loro macchie §. 240, e segu. Non accresce, nè diminuisce il moto proprio §. 241. Rotazione dei Pianeti Osservazioni §. 246. della Luna. §. 247.
- S**
- Safiche, o Sefach presso gli Egiziani fonda l' Astronomia §. 13.
- Satelliti. §. 5. determinar la loro distanza dai loro Primarij. §. 204. 205.
- Saturno suo anello, e Fenomeni, e congetture per spiegarlo §. 262.
- Scuola Alessandrina §. 17.
- Secanti, Coscanti etc. vedi circoli della Sfera.
- Segni settentrionali, e Meridionali, Ascendenti, e discendenti. §. 49.
- Seneca meglio di tutti parla delle Comete. §. 293.
- Seni, Coseni etc. Vedi Circoli della Sfera.
- Sennar sue campagne atte per l' Astronomia §. 7.
- Sestante, e Ottante. §. 95.
- Settore Equinoziale. §. 95.
- Sfera retta, obliqua, e parallela. §. 47. Fenomeni nella Sfera retta §. 48. nella obliqua §. 49. nella parallela. §. 50. Vedi Zona. Sfera Armillare. §. 49. Sfera armillare, Planetaria, celeste, terrestre §. 56. Sfera Planetaria, ovvero Orreli §. 57. Sfera celeste §. 58, e terrestre. §. 59. Proprietà dei cerchi della Sfera. §. 60, e segu. vedi Triangoli Sferici.
- Sistema del Mondo, osservazioni che conducono a farlo. §. 211. 212, e segu. Tre principali Sistemi del Mondo §. 215, e segu. Sistema Egiziano §. 216.
- Sole determinar il suo passaggio pel Meridiano. §. 165. 166. 167. La sua altezza Orizzontale. §. 175. Sua declinazione §. 181. 182. La sua Ascensione retta §. 186. Trovar la sua Latitudine, e Longitudine Geocentrica, ed Eliocentrica. §. 195. 196. e segu. Determinar la sua Parallassi orizzontale. §. 199. 200, e segu. Determinar la sua distanza da terra. §. 204, e segu. in Leghe. §. 205. in parti proporzionali medie. §. 205. carte 125. Sue macchie da chi scoperte. §. 242. Osservazioni su di esse §. 243. Se vi sieno Faci. §. 244. Spiegazione delle macchie §. 245. Sue Eclissi §. 267, e segu.
- Solstizj §. 42.
- Spazio Celeste che cosa in esso si vede §. 7.
- Specola prima in Babilonia §. 7. Molte altre d' Europa descritte. §. 108.
- Stazioni, e Retrogradazioni dei Pianeti §. 248. Loro Osservazioni §. 249. Spiegazione §. 250.
- Stelle. §. 4. quante sono. §. 5. Loro doppio moto §. 142. Loro distribuzione, e Costellazioni §. 143. Segni per distinguerle dai Pianeti, e loro grandezze. §. 144. Cataloghi, e Carte piane, e sferiche di esse, le migliori §. 144. Modo per distinguer in Cielo le Costellazioni. §. 145. Moto in Longitudine annuo è di  $50^{\circ}$ ,  $\frac{1}{8}$ . §. 146.
- Mutazioni che fanno alcune di esse nel lume, e grandezza, e nel comparire, e scomparire §. 147. Spiegazione di esse. §. 148. Quattro stelle sole di prima grandezza in Cielo hanno mutato sito, oltre il moto in Longitudine, comune a tutte. §. 149. Spiegazione di questo. §. 150. Altre mutazioni osservate nelle stelle. §. 151. Spiegazione di queste. §. 152. Tre altri Fenomeni osservati nel Cielo stellato §. 153. 154. Vedi Via lattea, Nubi, e Lume Zodiacale. Stelle nebulose, e informi §. 153. Determinar la loro altezza orizzontale. §. 175. La loro declinazione §. 181. 182. trovar la loro Latitudine e Longitudine. §. 189. 190. In esse è lo stesso la Latitudine, e Longitudine Geocentrica, che l' Eliocentrica. §. 195. Determinar la loro Parallassi orizzontale. §. 199. 200, e segu. Determinar in qualche modo la loro Distanza da terra. §. 206. Distanze tra di esse. §. 207, e segu. loro moto diurno incredibile. §. 214.
- T**
- Thot. §. 13.
- Talete Milesio §. 6. 14. sue dottrine portate da Babilonia, ed Egitto in Grecia. §. 15.
- Tangenti, Catangenti &c. vedi circoli della Sfera.
- Tavola del Volume, Densità, Massa, e accelerazione dei Gravi sui Pianeti. 200.
- Tavole Astronomiche e loro numero. §. 326. Loro uso nei calcoli. §. 328. e segu.
- Tempo periodico dei Pianeti esposto §. 5. Mitologico dell' Astronomia §. 9.
- Tempo che cosa è §. 132. Giorni Astronomici

mici sono disuguali. §. 133. 134 Tempo medio §. 134. Tempo vero, o apparente §. 135, e segu. Vedi Giorno, e Moto. Mutare i gradi di Cerchio in tempo, e viceversa regole spedite. §. 155. Ridurre il tempo medio in vero, e al contrario §. 156. Determinar il Tempo periodico, o Sidereo, e Tropico, o Sinodico, e Anomalistico del Sole, e dei Pianeti. §. 223, e segu. Tavola di essi nel Sole, e i Pianeti. §. 231. ridurre il Tempo da uno a un'altro Meridiano col calcolo §. 330. mutar l'ora Italiana in Astronomica §. 331, e al contrario. §. 332. mutar l'ora Francese in Astronomica. 333.

Terra ragioni degli antichi pel suo moto §. 15.

Testa di dragone o Nodo della Luna. §. 278.

Ticone suo Sistema §. 215, e segu.

Tolomeo suo Sistema §. 215, e segu.

Traiettoria che cosa è §. 302.

Trapezunzio dilata in Europa il genio Greco già introdotto da Emanuele Crisolora §. 19.

Triangoli sferici §. 65. 69. sono formati da cerchj massimi, e ciascun' arco è minore di 180. §. 70. due lati sono maggiori del terzo. §. 71. La somma dei 3 lati è minore di 360. §. 72. condizioni per la loro uguaglianza §. 73. Nel triangolo Isoscele

i lati opposti ad angoli uguali sono uguali. §. 74. Al maggior angolo è opposto il maggior lato §. 75. Cinque Principj sui quali si fondano tutte le formole, o Analogie per sciogliere i triangoli sferici coi Seni, Coseni, Tangenti &c. §. 76. fino a 84. Alcuni esempj di formole. §. 84. fino ad 89.

Tropici, o cerchj di ritorno §. 42.

Tubo Meridiano, cioè nel suo piano. §. 96.

Tubo parallattico §. 97.

## V

Velocità dei gravi sui Pianeti. §. 290. Velocità di Proiezione nei Pianeti. §. 310. nell' Apogeo, e Perigeo §. 311.

Venere sue fasi spiegate. §. 266.

Vernier, o Nonnio, o Istromento per dividere il cerchio in minuti secondi, e terzi. §. 90. carte 55.

Verticali §. 37. 39.

Via Lattea, sua situazione in Cielo, e spiegazione. §. 153. Stelle nebulose, o Nubi. §. 153.

Volume dei Pianeti. §. 288.

## Z

Zenit. §. 37. modo di trovarlo §. 39.

Zodiaco. §. 49.

Zona torrida. §. 48. Zone temperate, e frigide §. 49. Se le cinque Zone sono tutte abitate. §. 52. loro estensione §. 52.

## ERRORI

carte lin.

15. 34. 1496 in

## CORREZIONI

1396 in

068209



Tavola I.

Fig. 2.

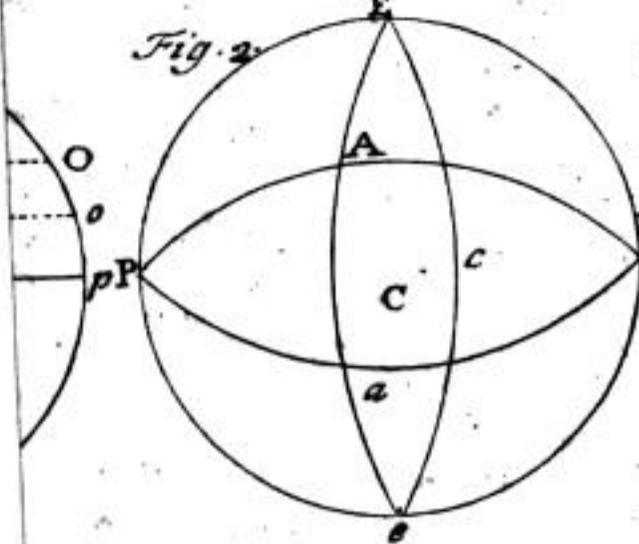


Fig. 3.

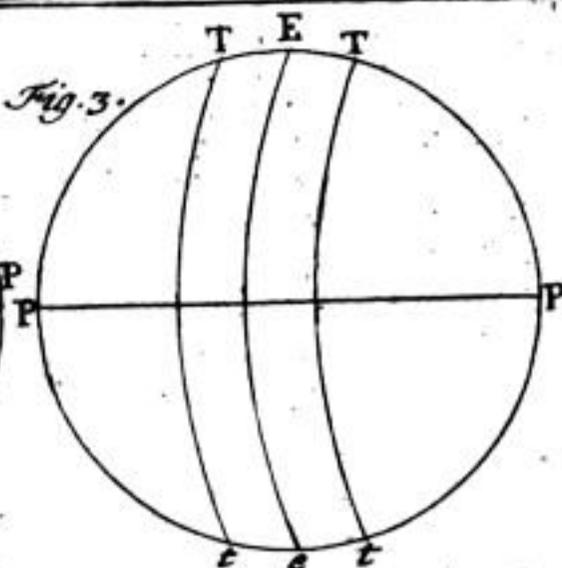


Fig. 5.

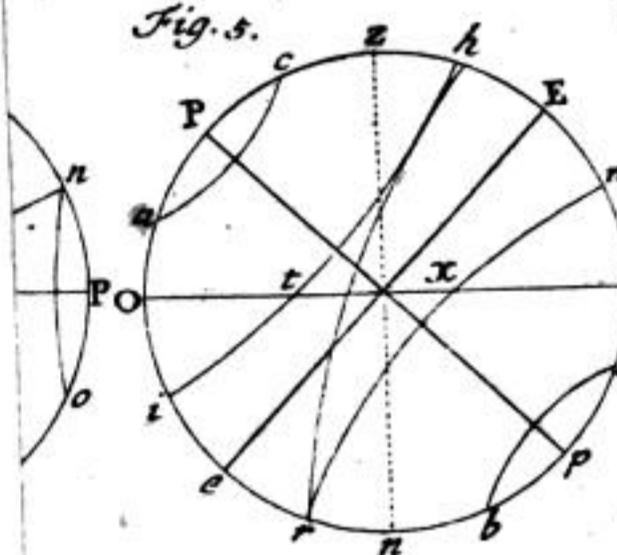


Fig. 6.

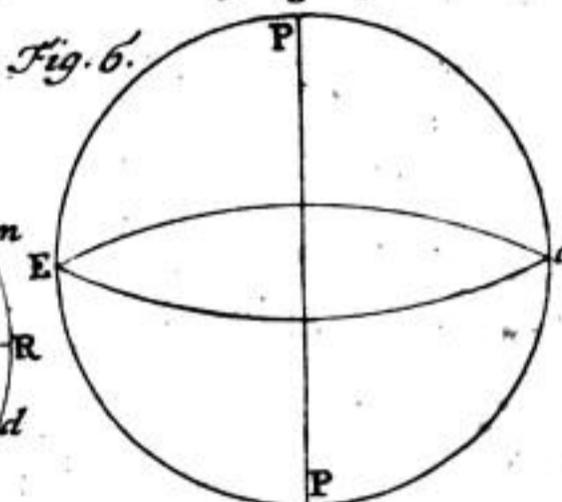


Fig. 8.

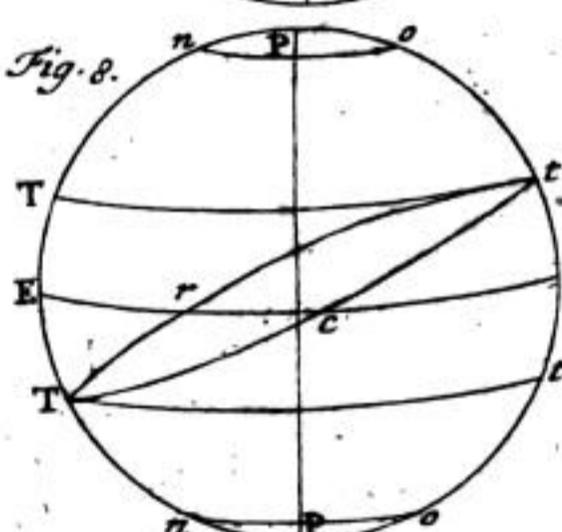


Fig. 9.

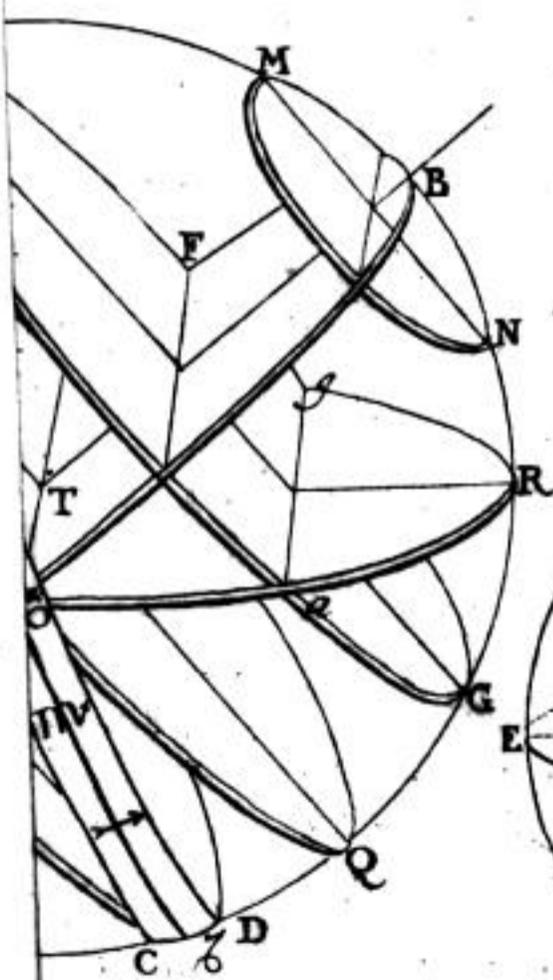
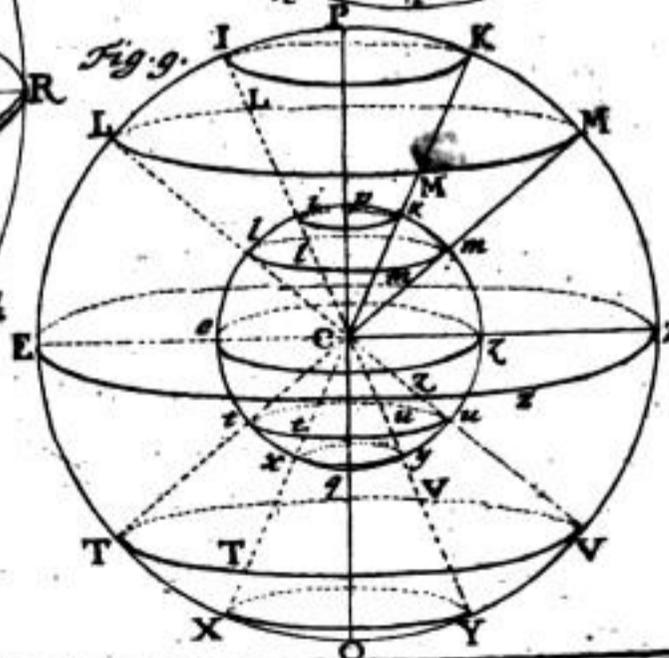




Tavola. B.

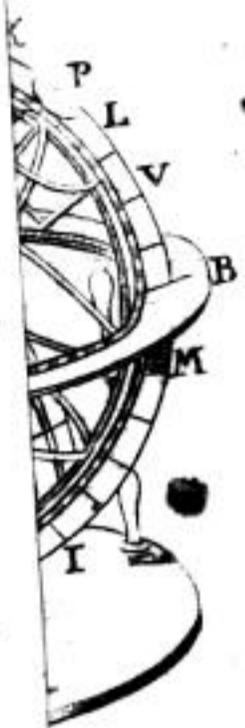


Fig. 2.

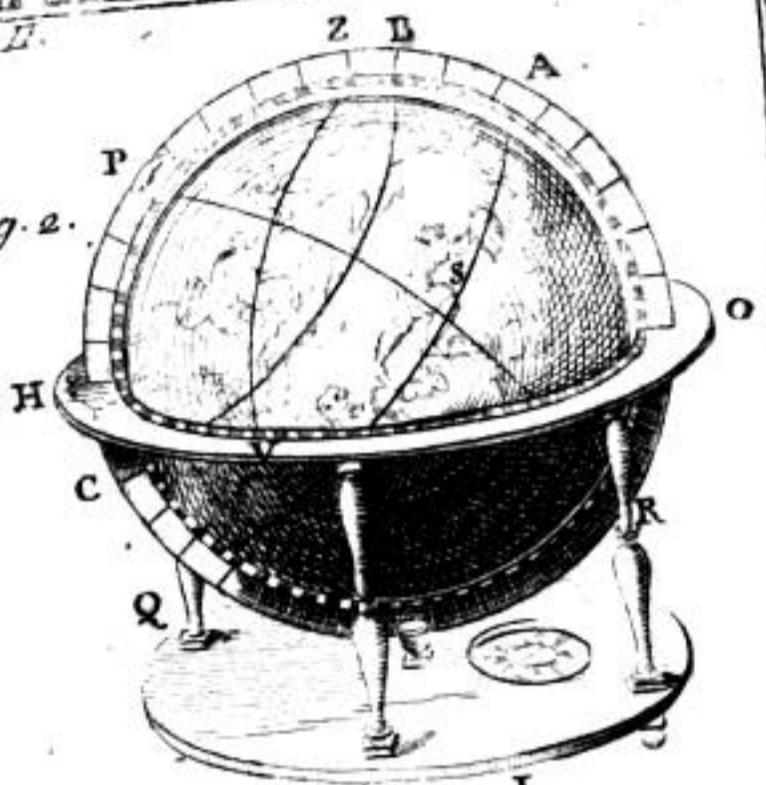


Fig. 4.

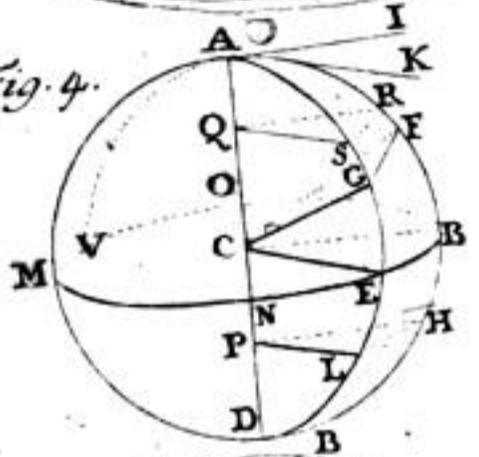


Fig. 5.

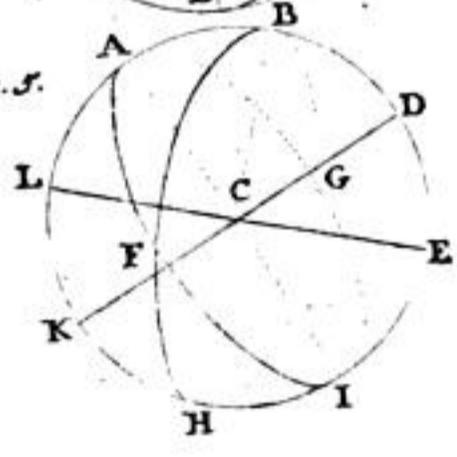


Fig. 7.

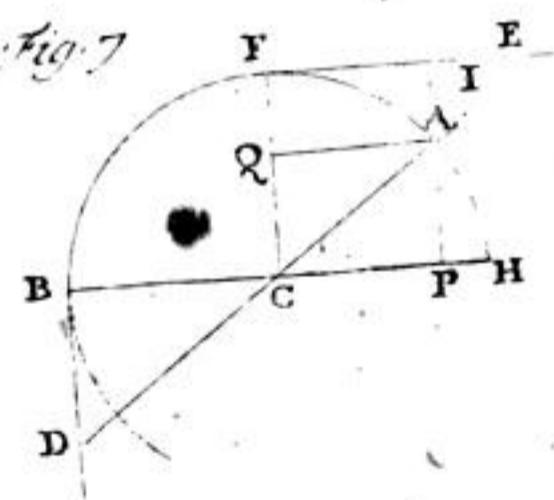




Tavola III.

Fig. 1.

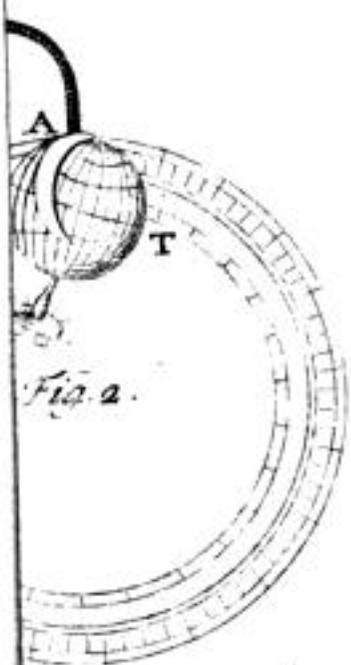
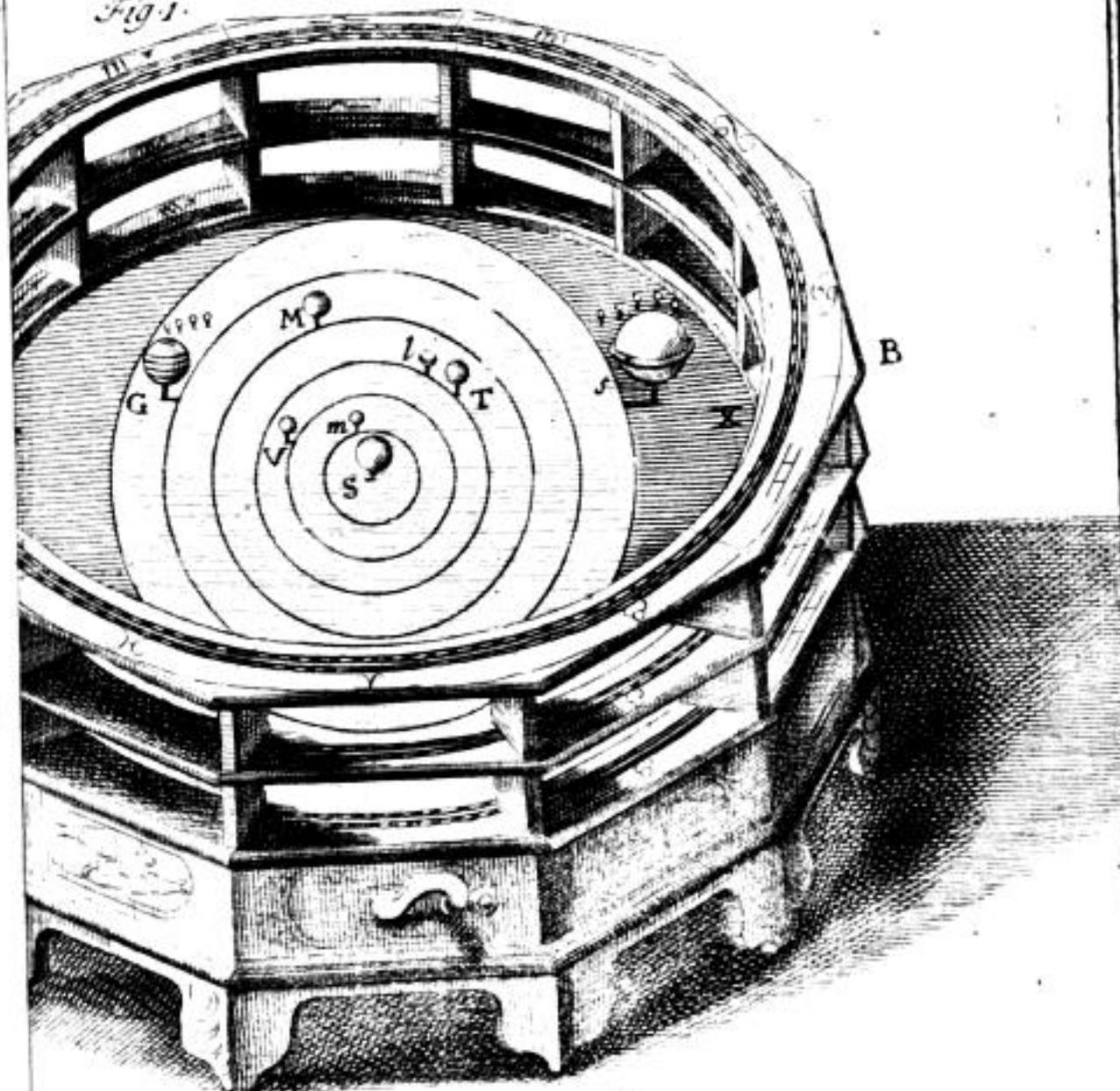
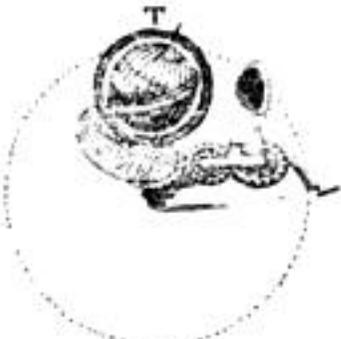


Fig. 3.





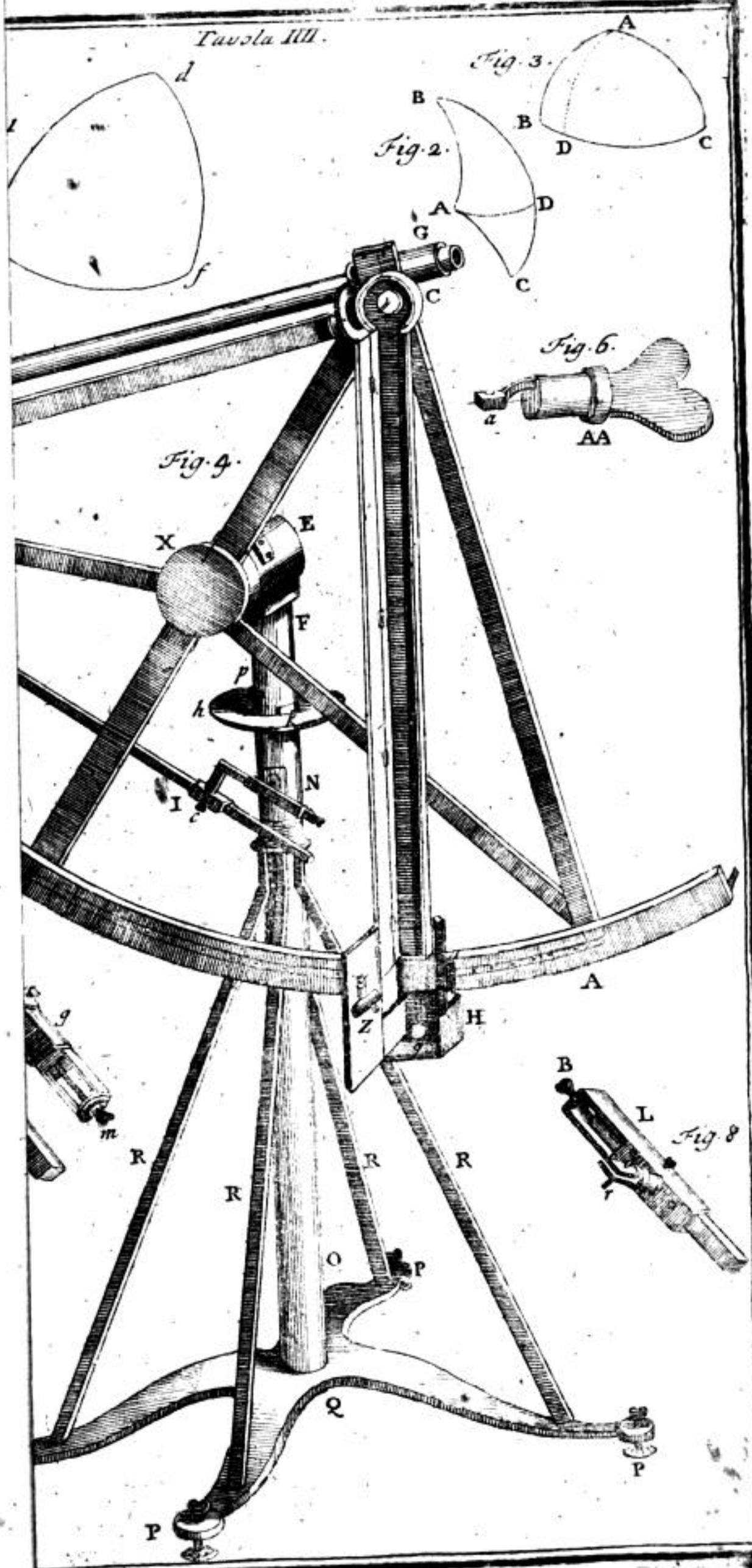
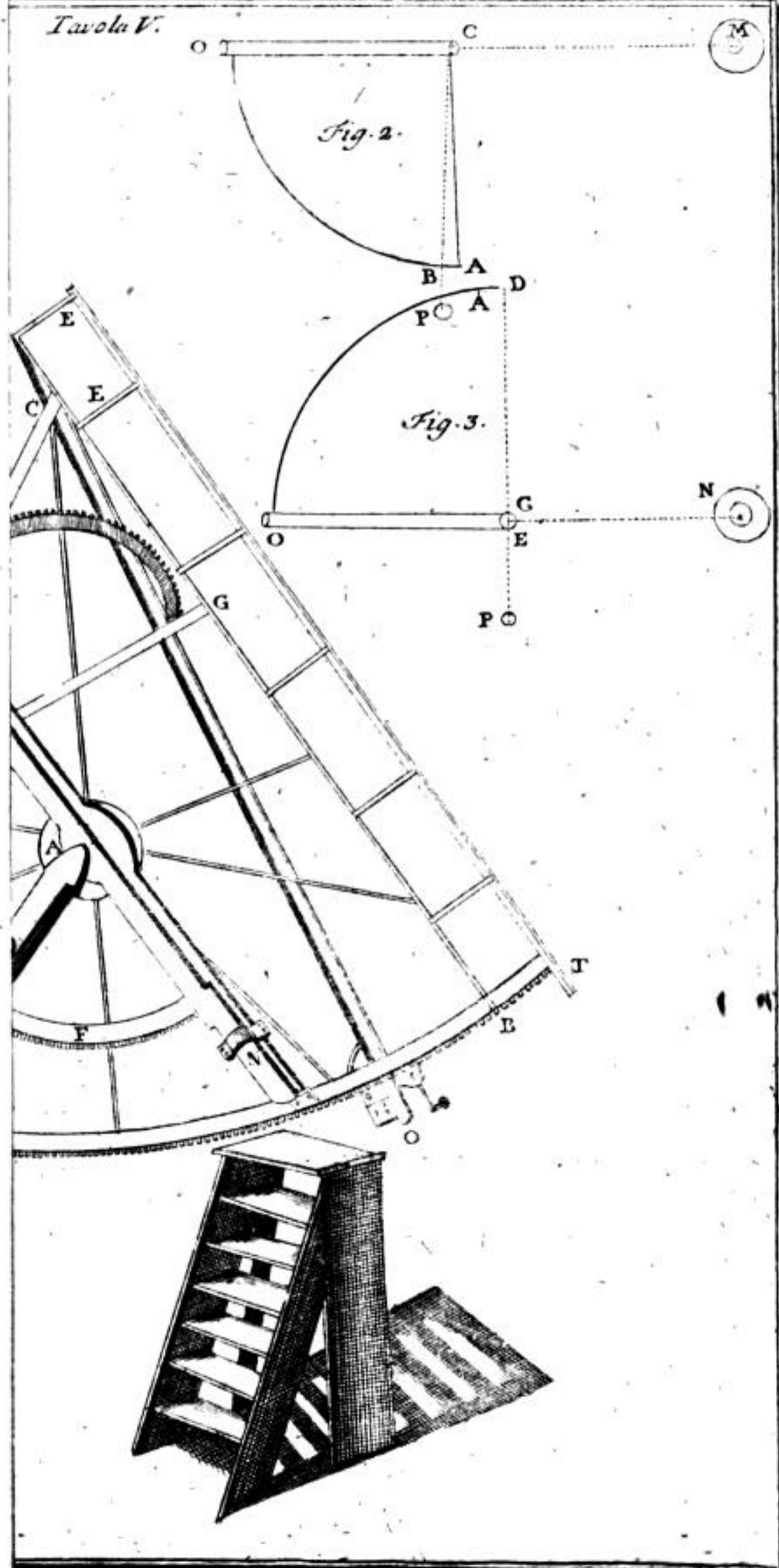
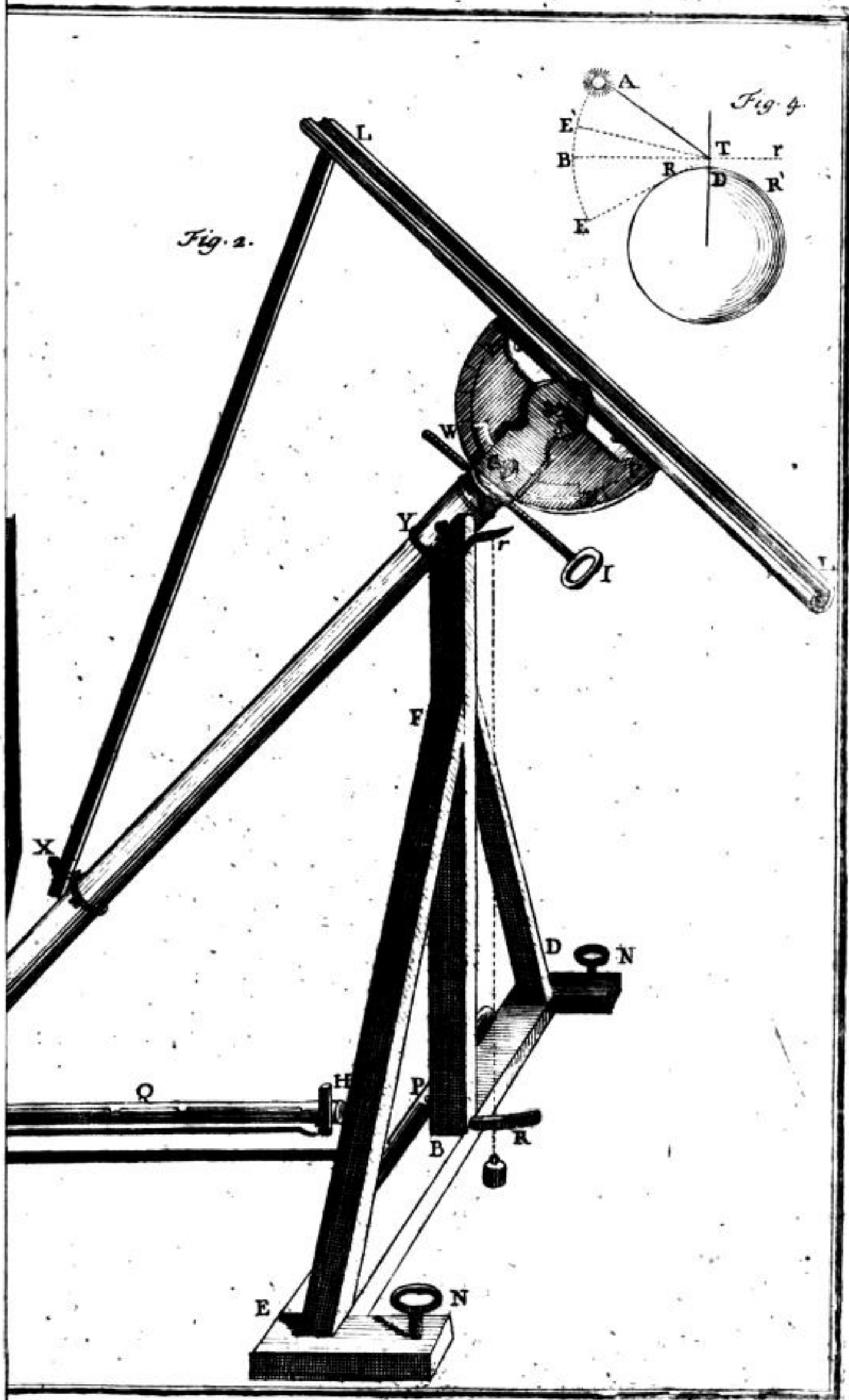




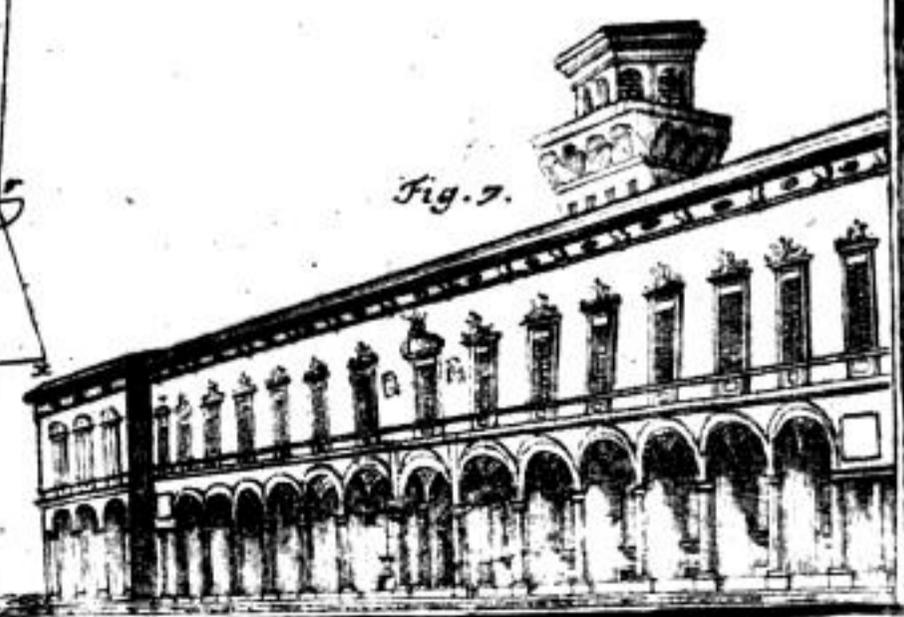
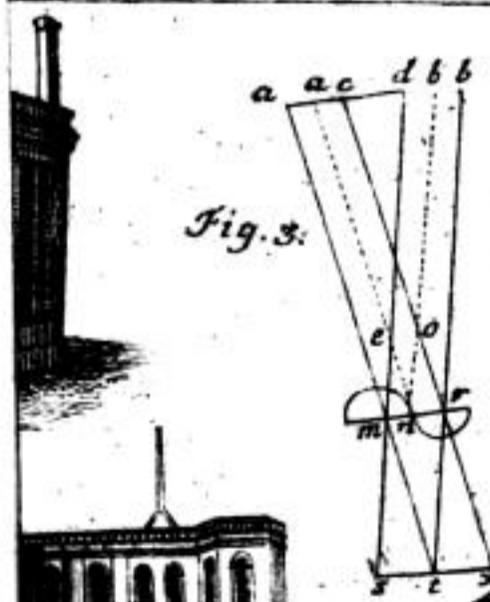
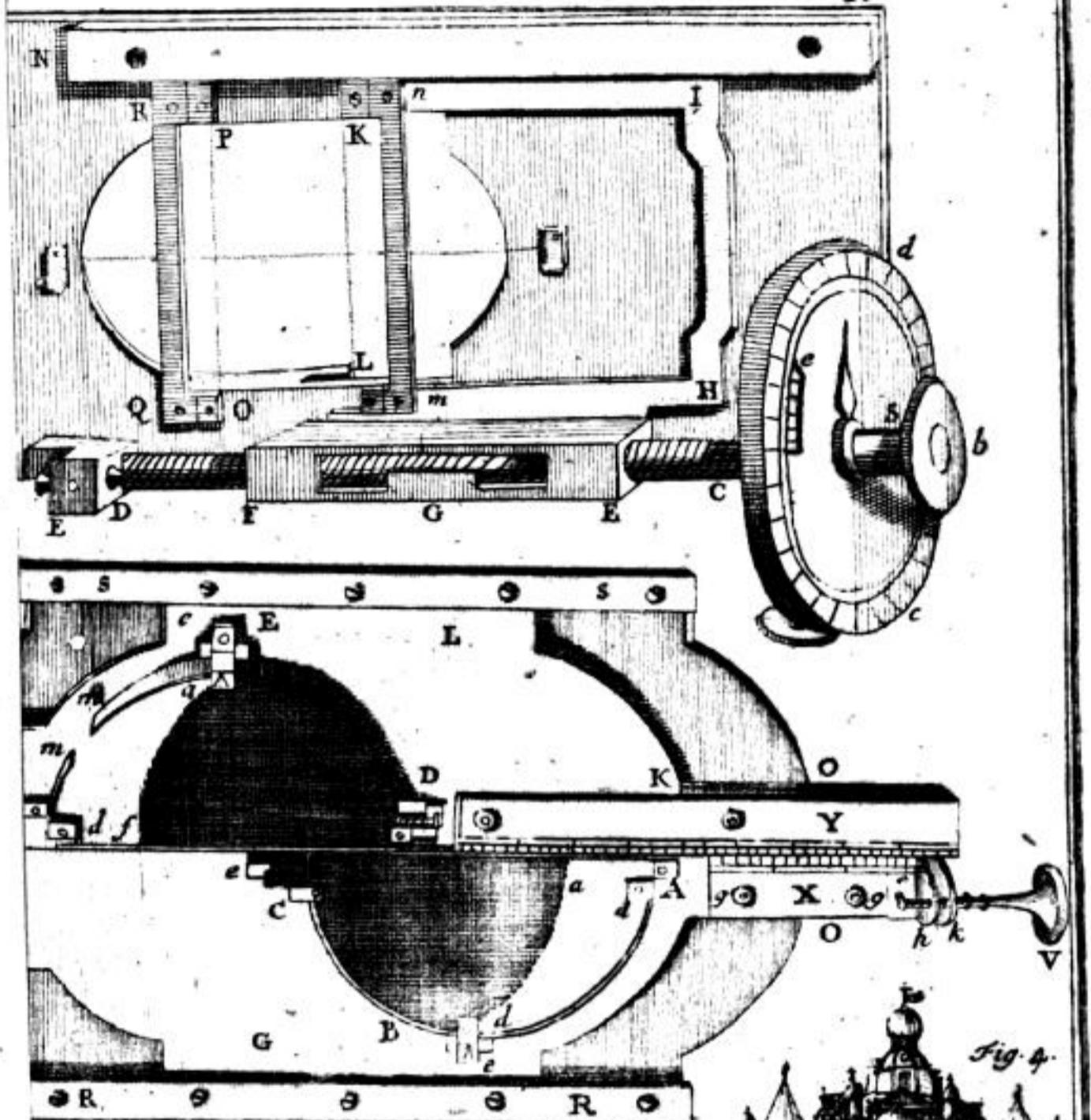
Tavola V.













Astronom

Tavola III. n. 2.

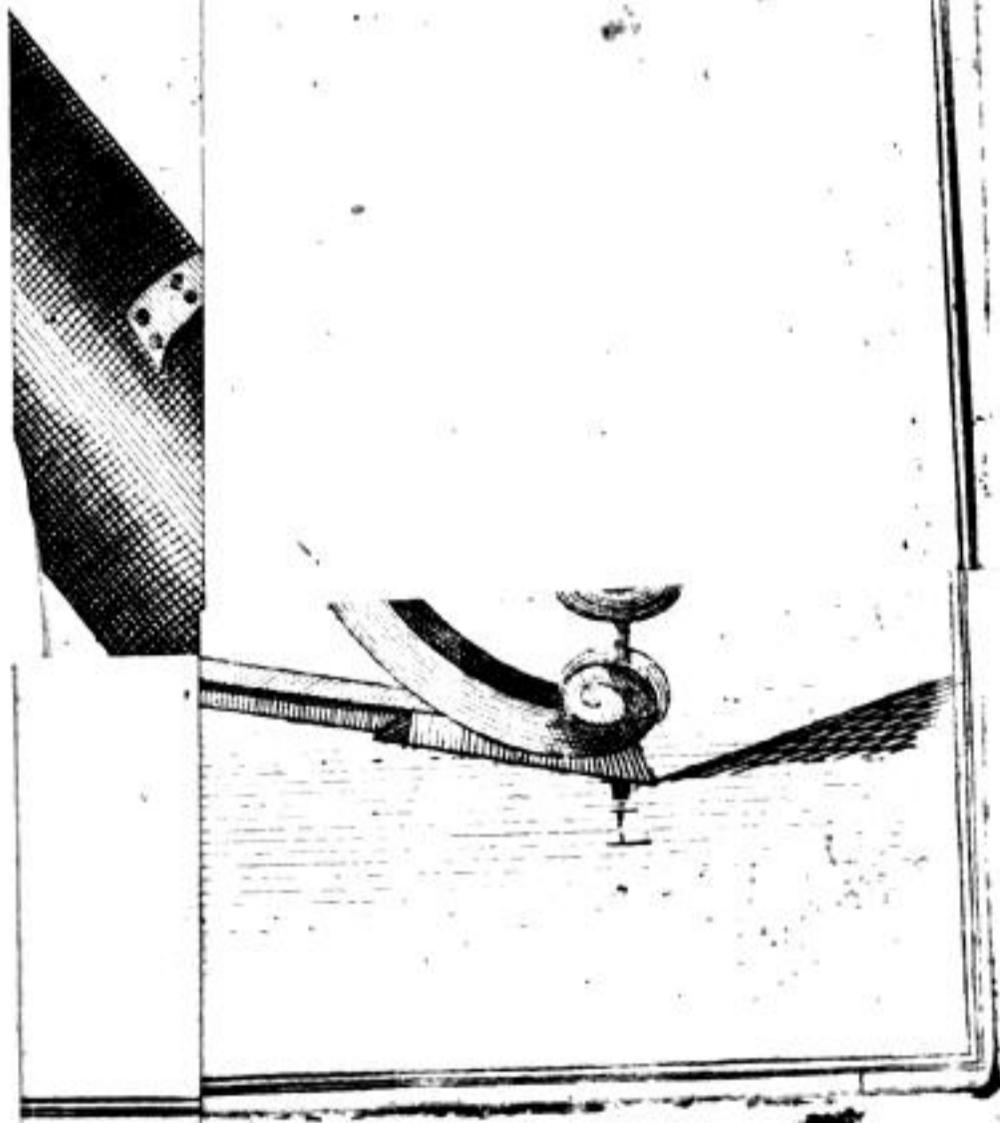
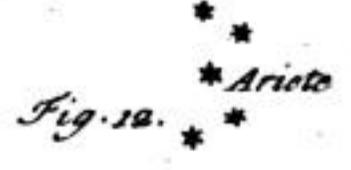
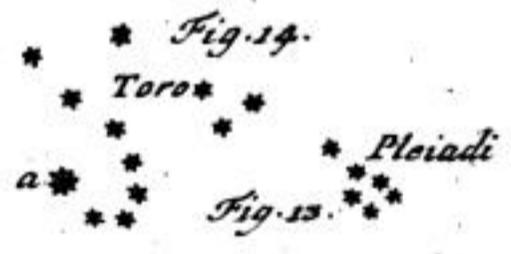
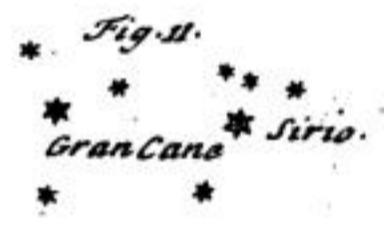
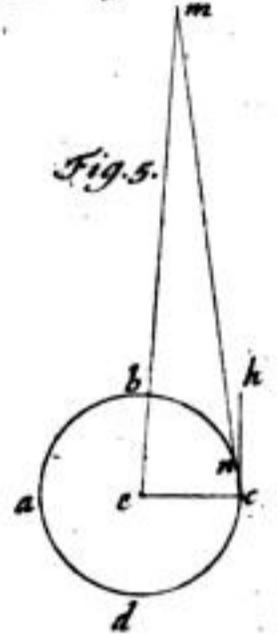
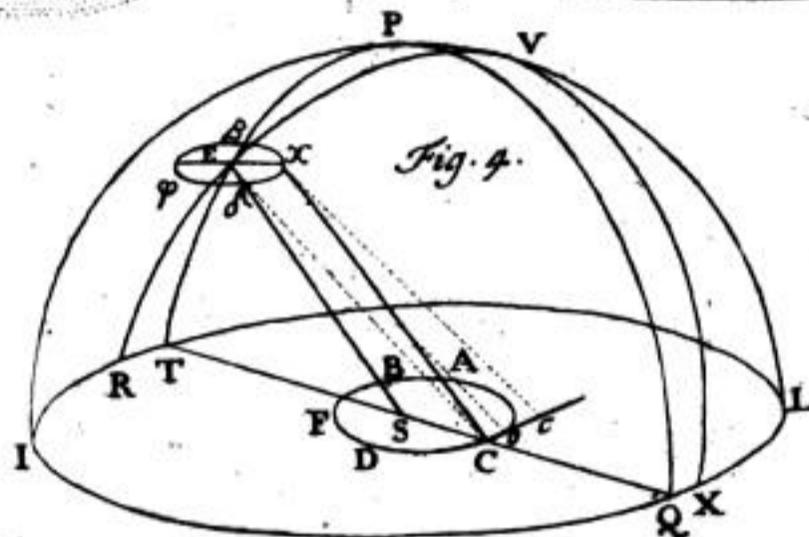
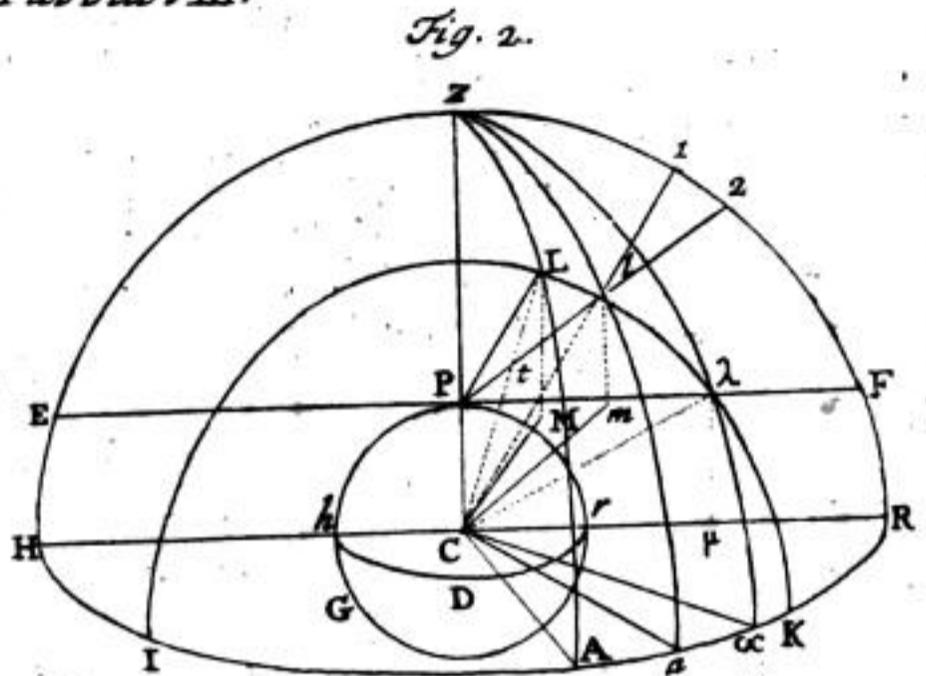
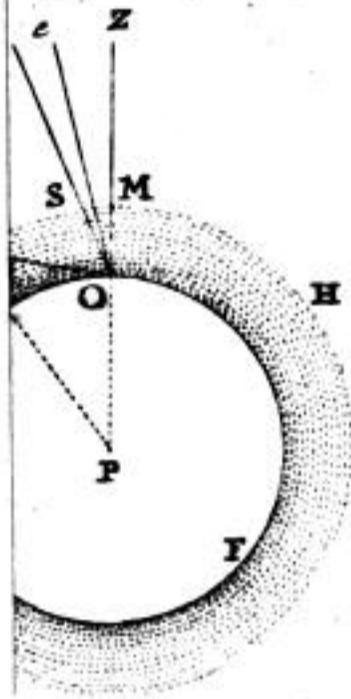




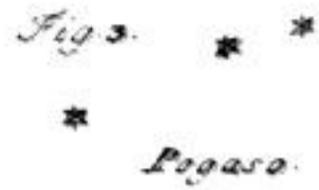
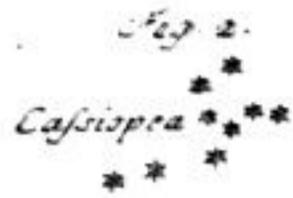
Tavola VIII.



a Aldebaran.



*Figura 2.*



la minore  
tella polare

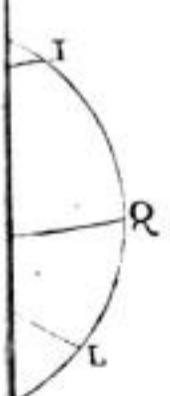
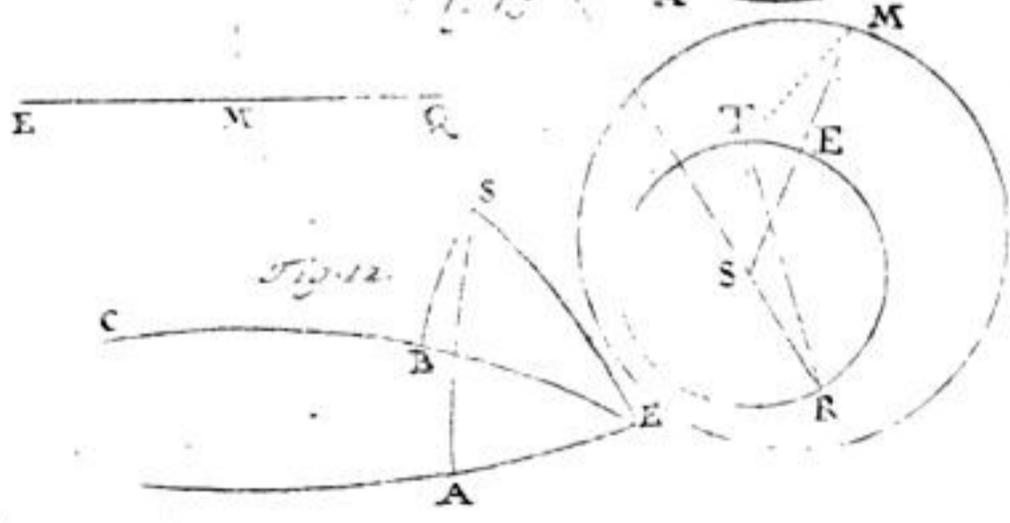
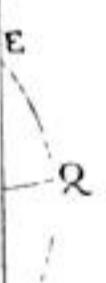
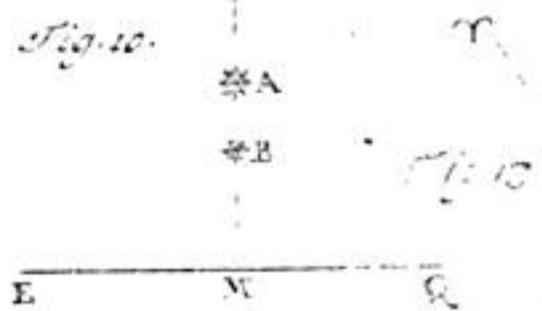
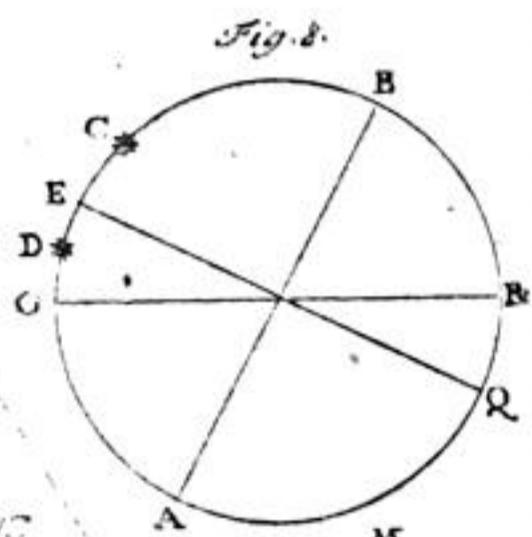
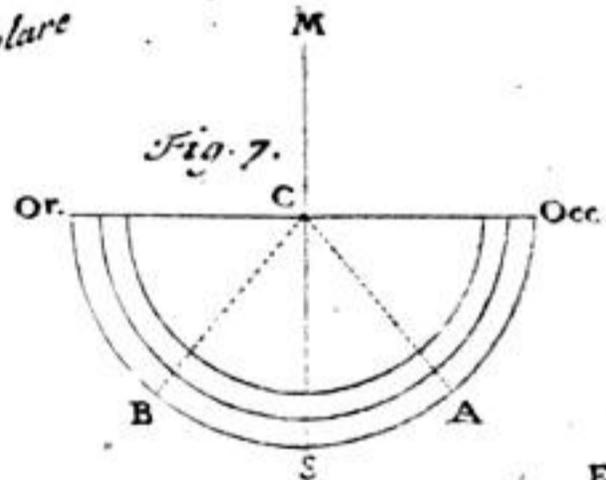






Fig. 2.

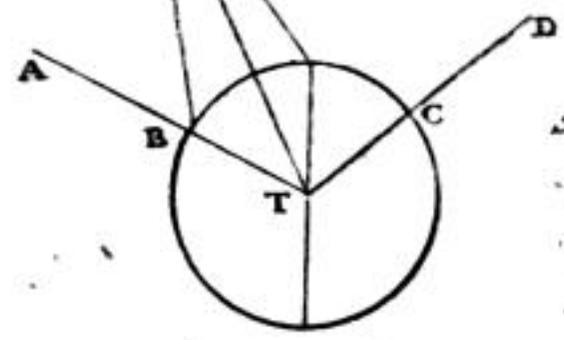


Fig. 3.

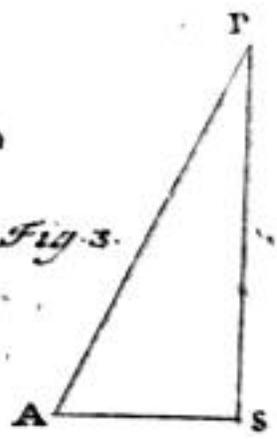


Fig. 4.

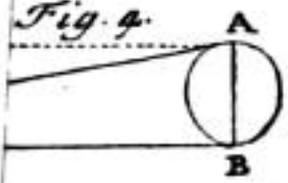


Fig. 5.

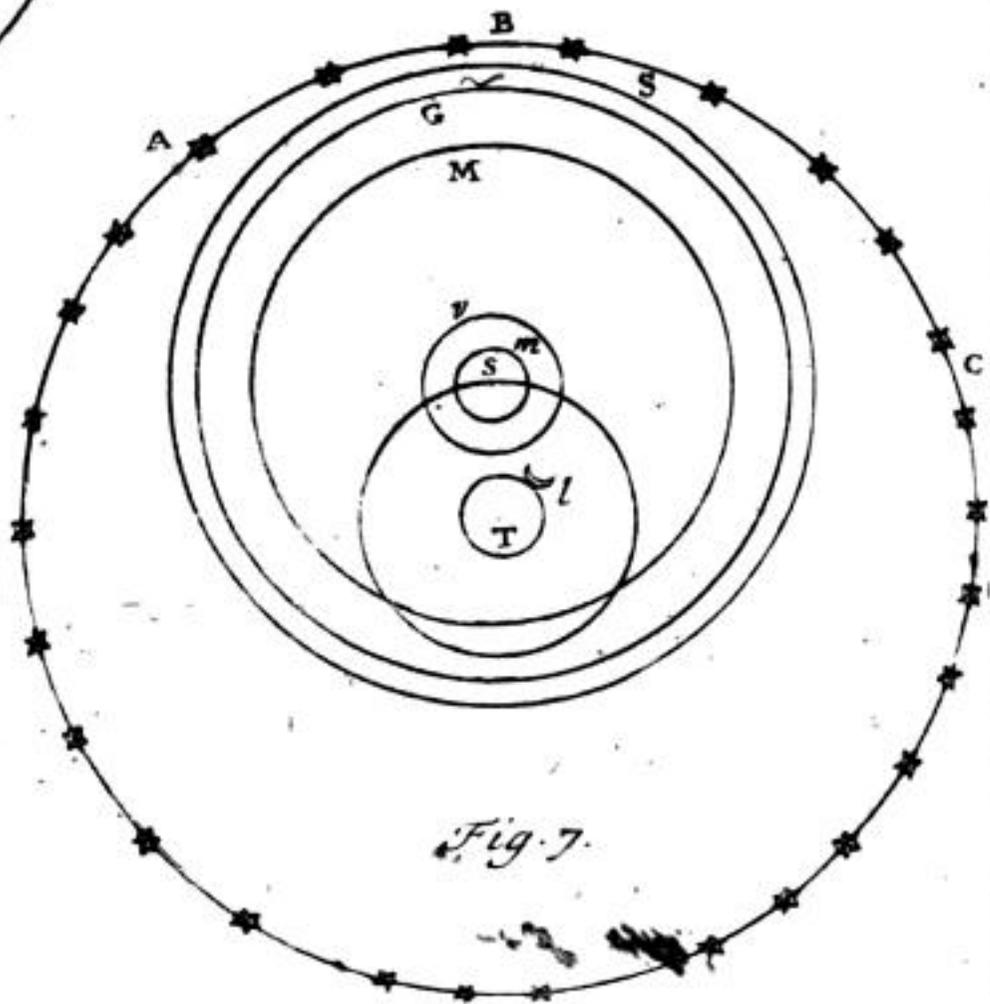
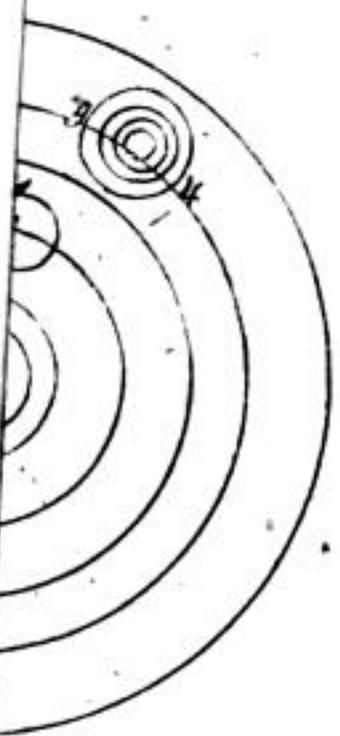
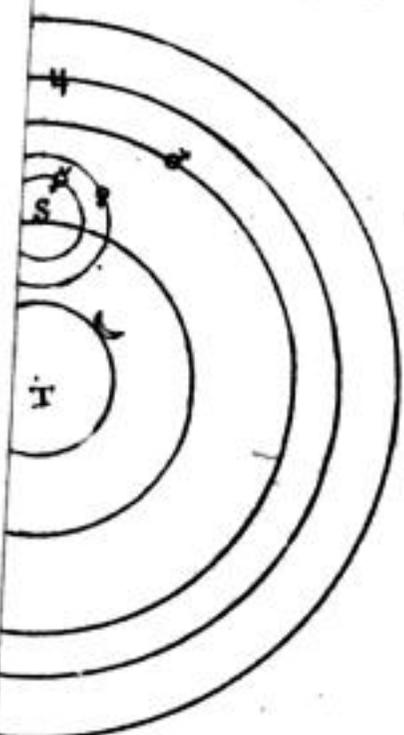
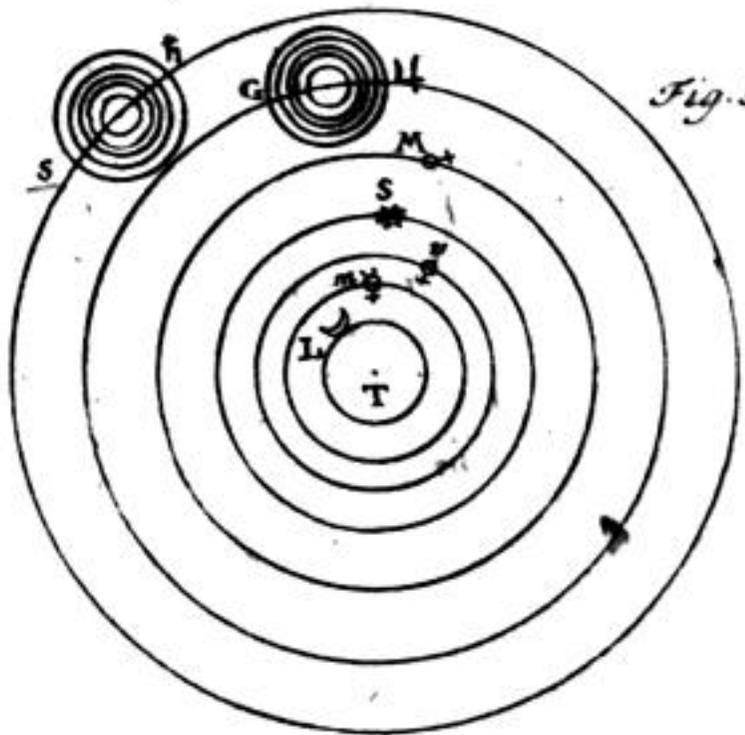


Fig. 7.



Tavola XI.

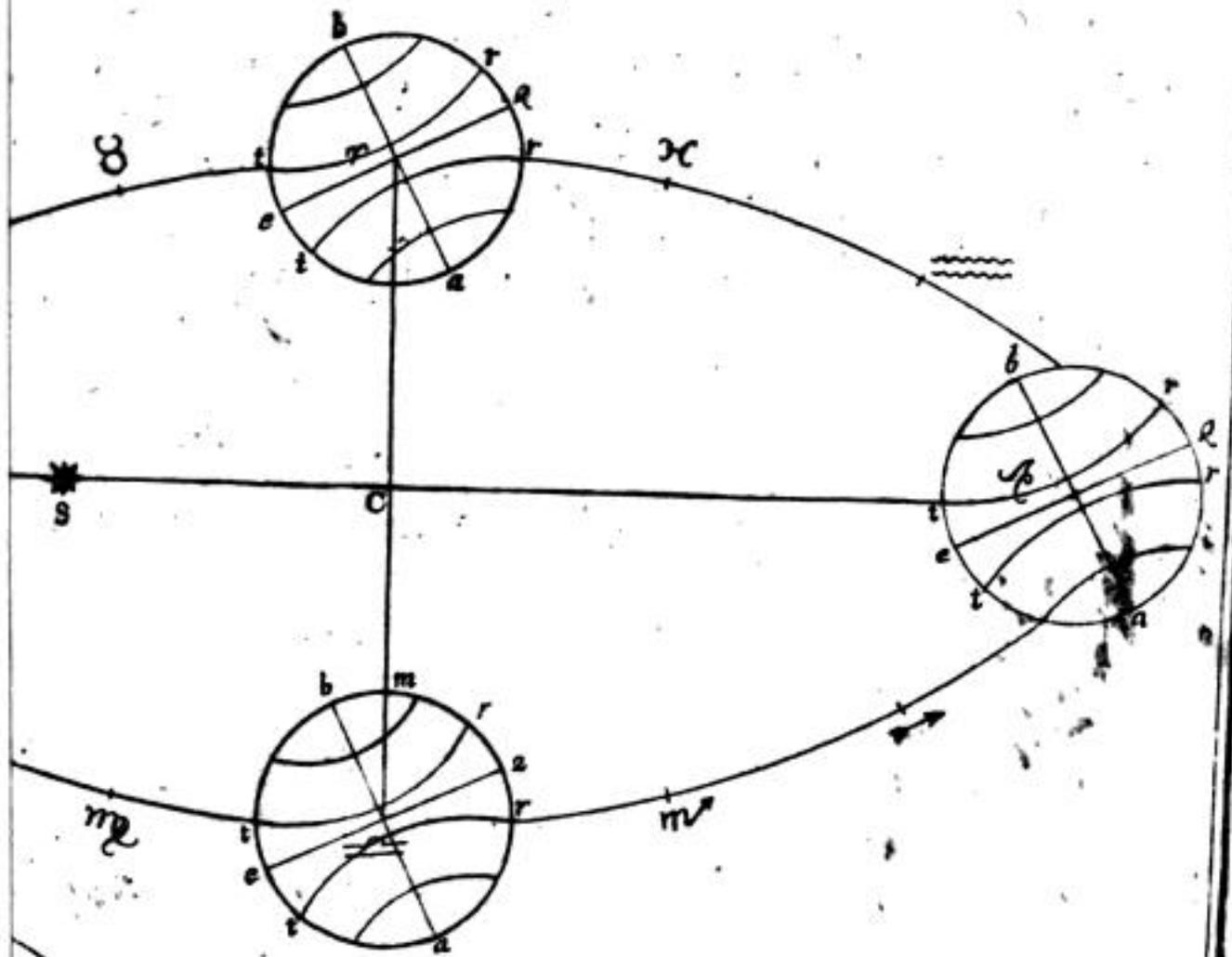


Fig. 3. A

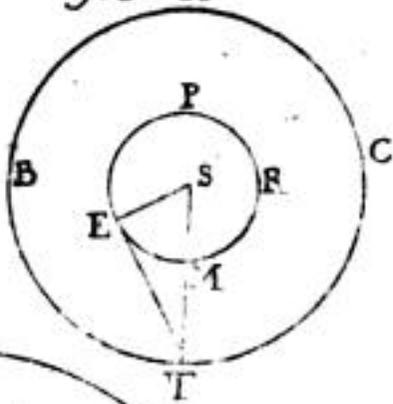


Fig. 4.

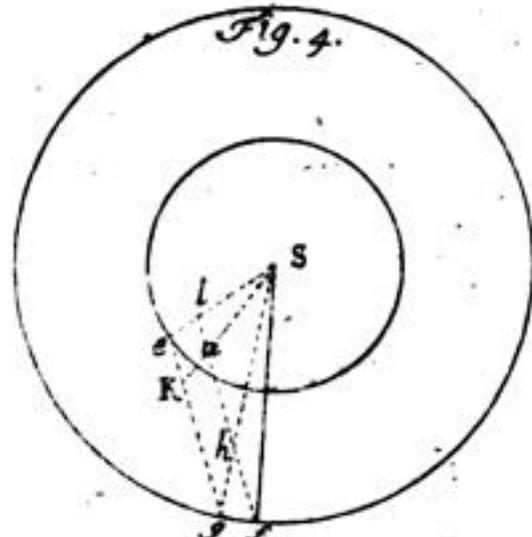


Fig. 5.

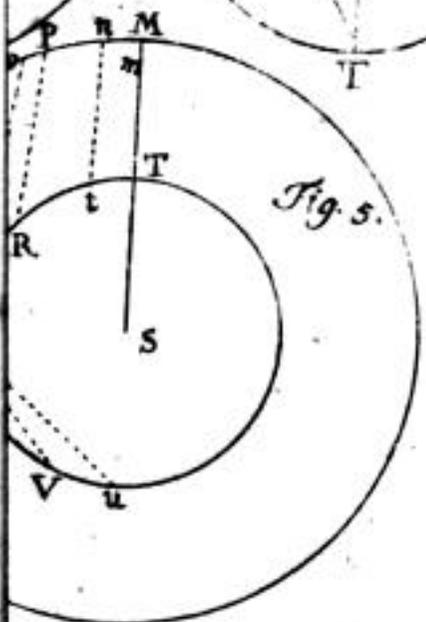


Fig. 6.

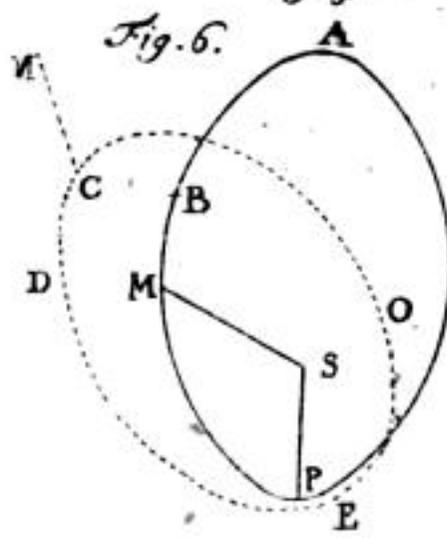
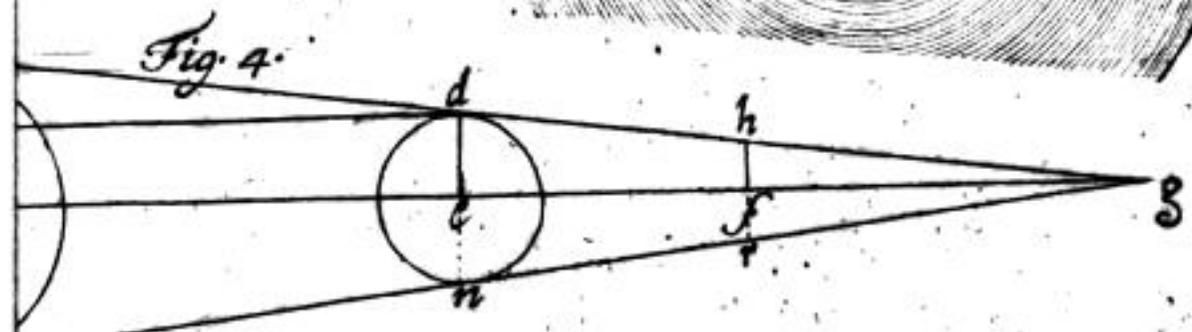
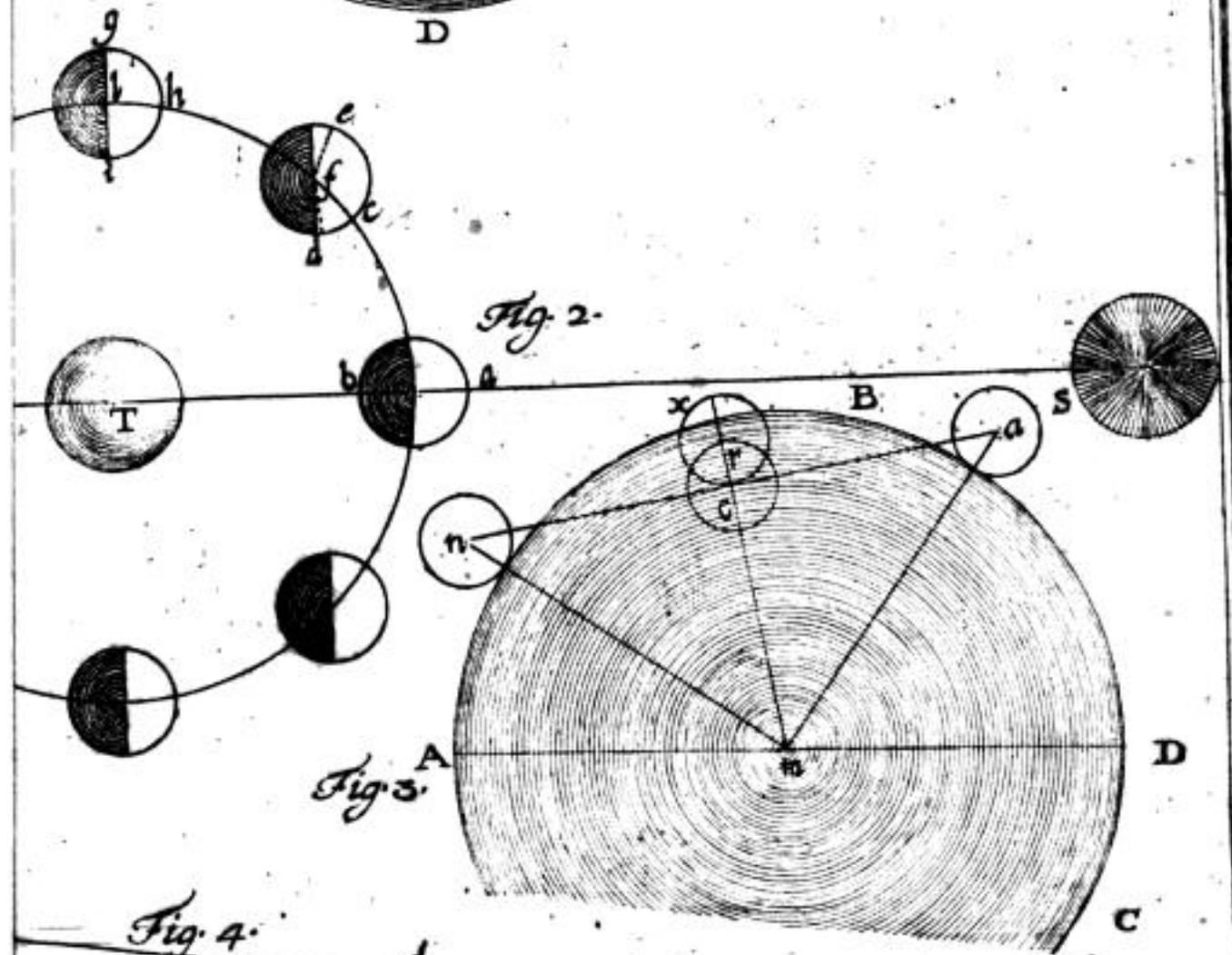
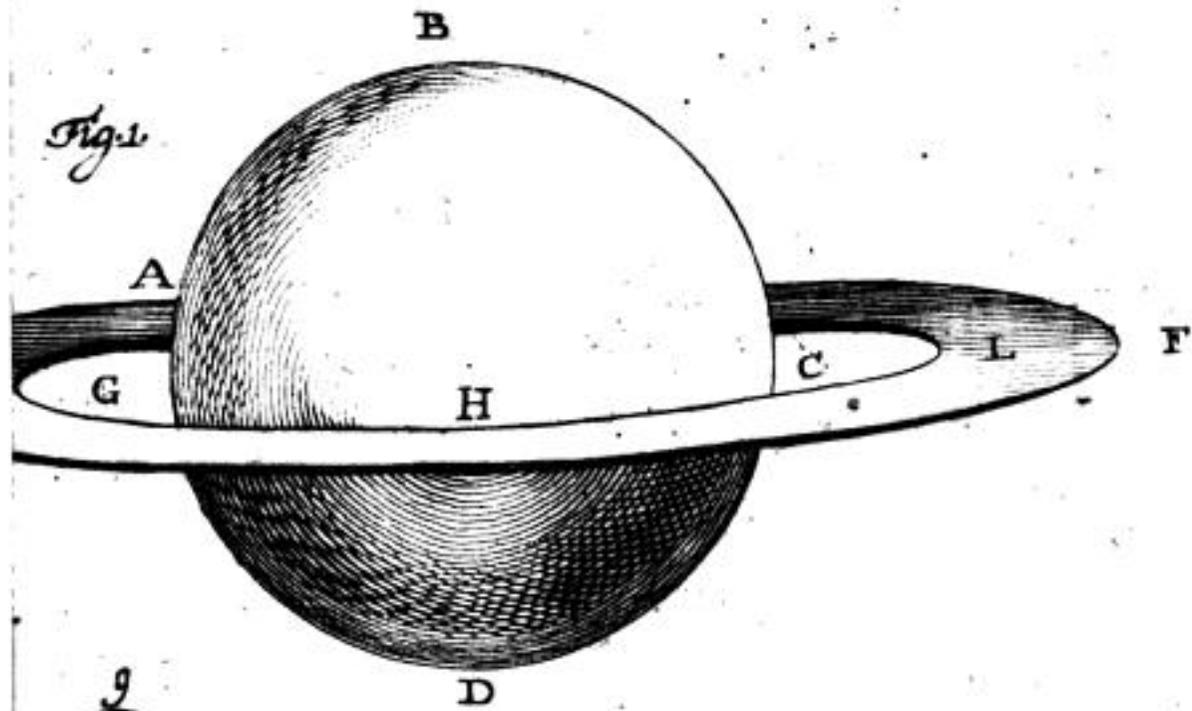




Tavola XII:





Tabola VIII

B

D

Fig. 2.

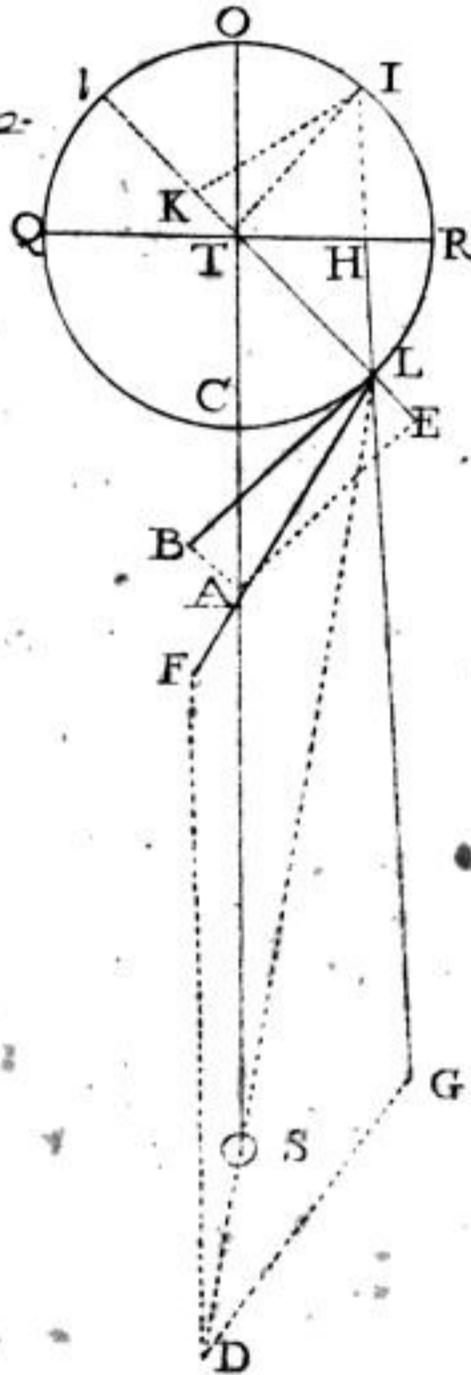
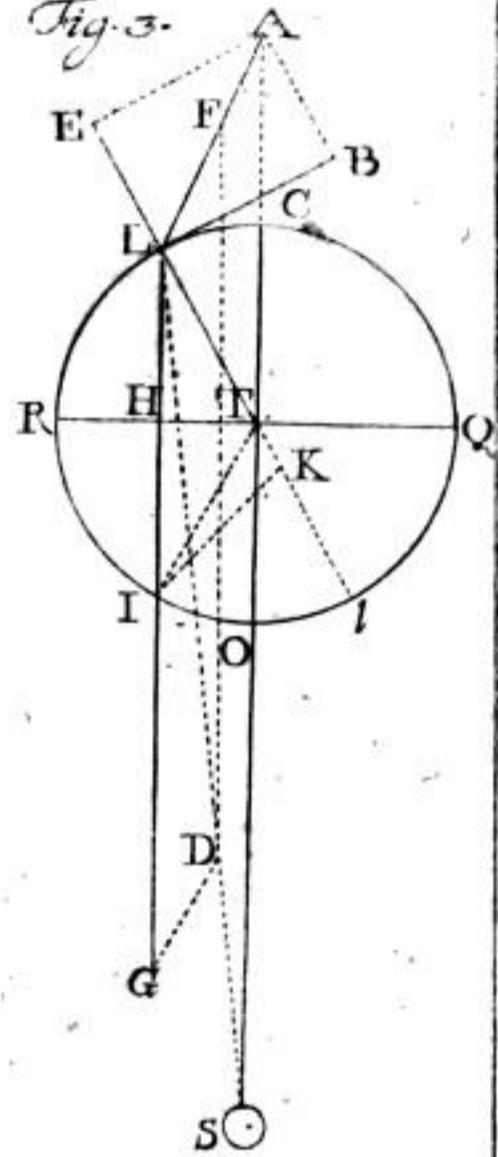
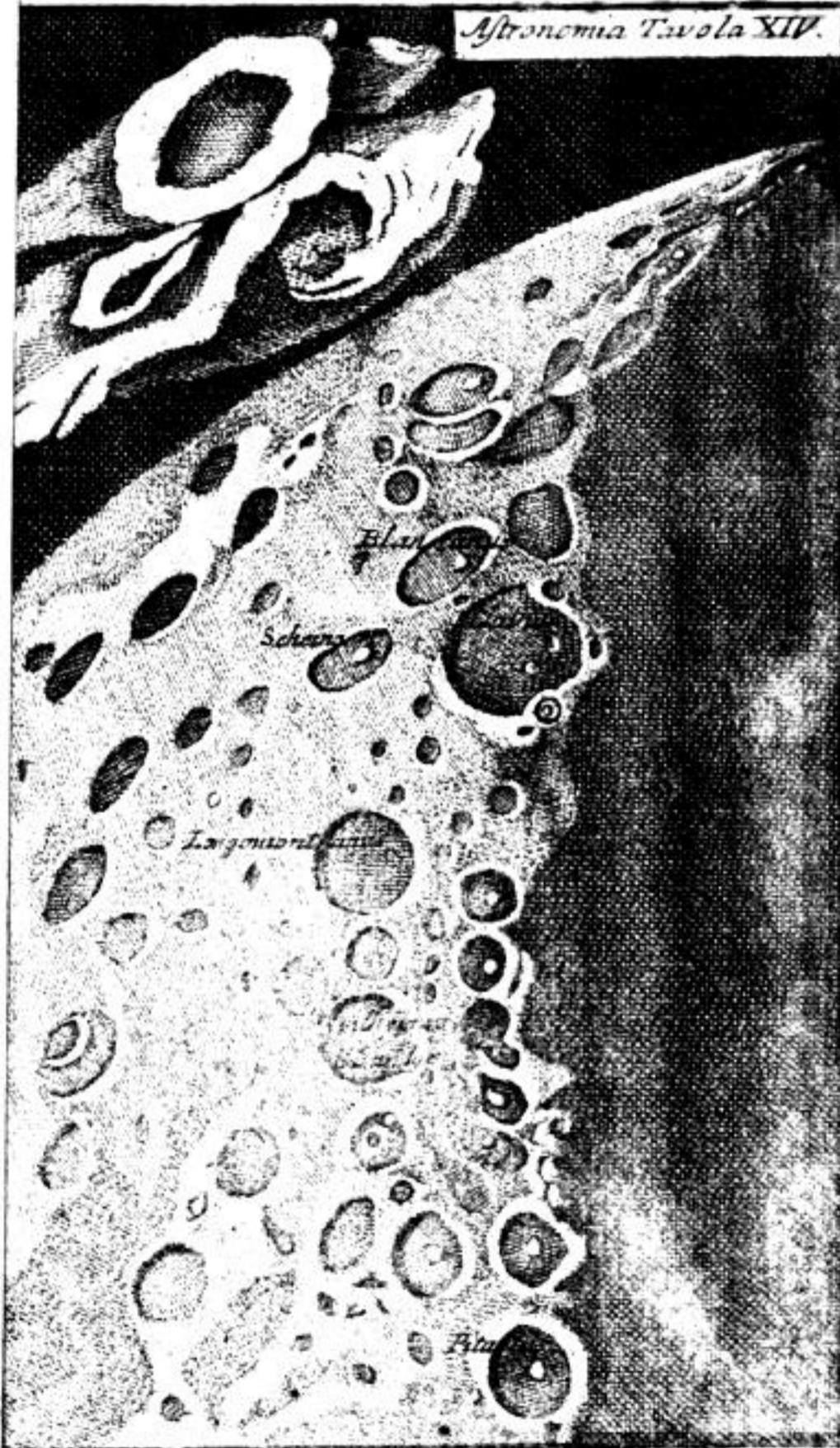


Fig. 3.

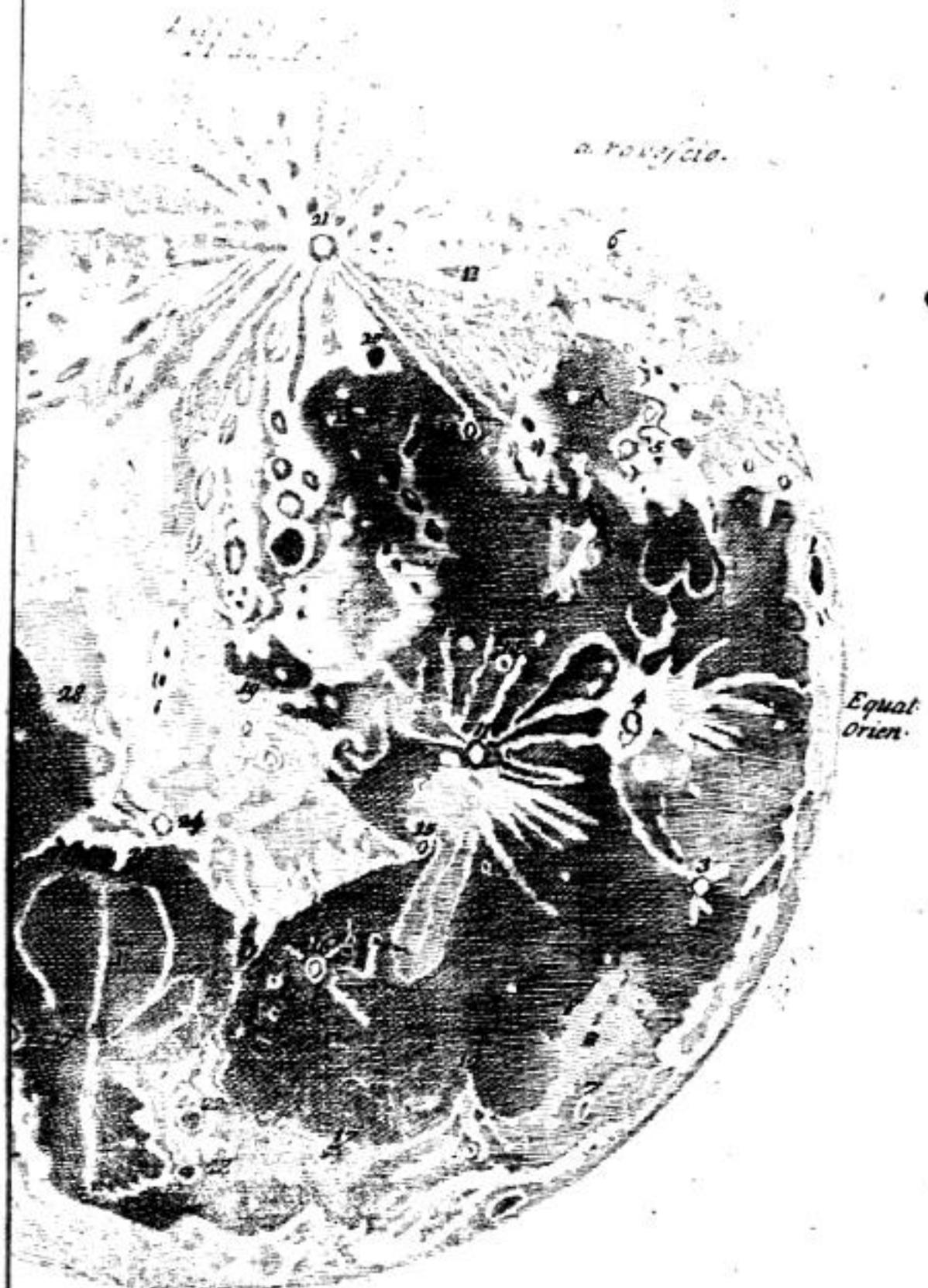




*Astronomia Tavola XIV.*







Setentrione

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 25. Menclao.                    | 37. Snellio, o Furnerio.    |
| 26. Ermete.                     | 38. Petavio.                |
| 27. Possidonio.                 | 39. Langreno.               |
| 28. Dionisio.                   | 40. Tarunzio.               |
| 29. Plinio.                     | A. Mare degli umori.        |
| 30. Catarina Cirillo Teosilo.   | B. Mare delle nubi.         |
| 31. Fracastorio                 | C. Mare delle pioggie.      |
| 32. Promontorio acuto Censorio. | D. Mare del Nettare.        |
| 33. Mejsala.                    | E. Mare della tranquillita. |
| 34. Promontorio del sonno.      | F. Mare della serenita.     |
| 35. Proclo.                     | G. Mare della Fecundita.    |
| 36. Cleomede.                   | H. Mare Crisio              |



