34

ALLI

BIBLIOTECA LUCCHESI - PALLI

III. SALA

21

II

35

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

LETTERE

A D U N A

PRINCIPESSA

D' ALEMAGNA

SOPRA DIVERSI SOGGETTI

D I

FISICA E DI FILOSOFIA

CON AGGIUNTA DI NOTE.





IN NAPOLI

Presso Vincenzo Orsino.

MDCCLXXXIV.

Digitalizzato da Google

III Sala 21. II. 35

90 f 037

LUCCHESI PALLI
BIBLIOTECA

Digitalizzato da Google

LETTERE
SCRITTE AD UNA
PRINCIPESSA
D' ALEMAGNA
Sopra diverſi ſoggetti di Fiſica e di Filoſofia.

LETTERA PRIMA.
Dell' eſtenſione.

CIoncioffiacchè vegga per nuovi oſtacoli ritardata la ſperanza di continuare a V. A. le mie iſtruzioni di Geometrìa, coſa che mi produce un ſenſibiliſſimo diſpiacere; deſidererei poter a ciò ſupplire per via di lettere, finchè la natura degli oggetti mel permetteranno. Io ne farò la prova ſpiegando a V. A. la giuſta idea, che ciaſcuno dee formarſi della *grandezza*, intendendo per eſſa tanto le più picciole che le più grandi eſtenſioni, che noi ſcopriamo attualmente nel Mondo. E prima d'ogni altro fa uo-

Digitalizzato da Google

po fiſſarſi una miſura proporzionata a' noſtri ſenſi, della quale ne abbiamo una giuſta idea, come per eſempio quella di un piede. Stabilita una volta tal lunghezza e poſta innanzi gli occhi, queſta può condurci alla cognizione di qualunque lunghezza ſia delle più grandi ſia delle più picciole; determinando quelle dalla quantità de' piedi ch' eſſe contengono, e queſte dalle parti di un piede che loro convengono. Imperciocchè avendo l'idea di un piede, ſi ha benanche quella della ſua metà, della quarta parte, della duodecima che ſi chiama pollice, della centeſima e della milleſima, la quale è tanto picciola che quaſi sfugge i noſtri occhj. Ma biſogna riflettere che ſi trovano alcuni animaletti, i quali avendo le loro membra entro di cui circola il ſangue, e avendo dentro di eſſi ſenza alcun dubbio altri inſetti viventi di sì picciola grandezza, che ſembrerebbero a' primi altrettanto picioli, quanto quegli ſteſſi lo ſono per rapporto a' noſtri occhj, non ſono eſſi certamente più grandi di quel che lo ſia la milleſima parte di un piede; e quindi deeſi conchiudere che le più picciole quantità ſono attualmente eſiſtenti nel Mondo, e che anzi ſi trovano diviſe in parti infinitamente più picciole. In tal guiſa, per cagion di eſempio, quantunque la diecimilleſima parte di un piede ſia inſenſibile agli occhj noſtri, el-

Digitalizzato da Google

ella non pertanto ſopravvanza la grandezza intera di un tale animaletto, cui dovrebbe ſembrare grandiſſima queſta diecimilleſima parte di un piede, qualora foſſe capace di conoſcerla. Or da queſte picciole quantità in mezzo alle quali ſembra ſmarrirſi il noſtro ſpirito, ſi paſſi a quelle che ſono più grandi. Ben ſa V. A. la lunghezza di un miglio (a), e che ſe ne contano diciotto da quì a Magdebourg; un miglio è compoſto di 24000. piedi, e di eſſo ci ſerviamo per miſurare la diſtanza che paſſa tra le differenti regioni del Globo, per non ſervirci del piede che ne moltiplicherebbe troppo il numero. Imperciocchè ſapendoſi che un miglio è di 24000 piedi, e che Magdebourg è diſtante da Berlino diciotto miglia, queſta ſeconda idea è più chiara di quelche ſarebbe qualora ſi diceſſe che tal diſtanza ſia di 432,000 piedi, queſto numero farebbe qualche confuſione al noſtro intendimento. Si avrà anche un' idea eſatta della grandezza di tutta la Terra, qualor ſi ſappia che il ſuo giro è di 5400 miglia. Ed eſſendo il ſuo diametro una linea retta che paſſan-

(a) *Un miglio di Germania equivale a quattro delle Italiane con ſei piedi e un terzo di più.*

Digitalizzato da Google

do per lo centro và a terminarſi alla circonferenza dall' una all' altra parte, e divide in due parti eguali il cerchio, che è la figura attribuita alla Terra ſotto nome di *Globo*; il diametro di queſto Globo ſi computa 1720 miglia e di queſta miſura ci ſerviamo per le più grandi diſtanze che ſi ſcuoprono ne' Cieli. La Luna tra i corpi celeſti è il più vicino a noi, perciocchè non è diſtante che circa 30. diametri della Terra, e per conſeguenza 51600 miglia, o ſia 273,640,000 piedi: ma la prima miſura de' 30. diametri della Terra è molto più chiara. Il Sole è circa 300. volte più diſtante della Luna; quindi la ſua diſtanza di 9000. diametri della Terra ci dà una cognizione molto più chiara che ſe noi voleſſimo eſprimerla per miglia o per piedi. V. A. ſa che la Terra fa il ſuo giro intorno al Sole tra lo ſpazio di un' anno, e che il Sole ſta fiſſo. Oltre della Terra vi ſono cinque altri corpi ſimili detti Pianeti che girano intorno al Sole; alcuni in diſtanze più piccole che non è la Terra, e ſono Mercurio e Venere; altri in diſtanze più grandi cioè Marte Giove e Saturno. Tutte le altre ſtelle che noi veggiamo, fuori delle Comete, ſi chiamano fiſſe; e la di loro diſtanza da noi è incomparabilmente più grande di quella del Sole, Tali diſtanze ſono ſenza alcun dubbio eſtremamente

Digitalizzato da Google

te ineguali , e queſto fa che alcune di eſſe ſembrano più grandi delle altre . Or la più proſſima a noi è certamente più di 5000 volte più lontana del Sole, ſicchè la ſua diſtanza ſopravvanza 45,000,000 di volte il diametro della Terra , quale diſtanza ridotta a miglia ſarà di 76,400,000,000; e moltiplicandoſi tal numero per 24000 ci darà quella diſtanza prodigioſa eſpreſſa per piedi . E pure queſta non è che la diſtanza di quella ſtella tra le fiſſe la più proſſima a noi ; giacchè le più lontane che noi vediamo , lo ſono anche cento volte di più . Ragionevolmente dunque ſi crede che tutte queſte ſtelle preſe inſieme non ſono che una piccioliſſima parte dell'intero Univerſo, per riguardo del quale queſte diſtanze prodigioſe non ſono che quanto è un grano di arena relativamente alla Terra . Tale immenſità è l'opera dell'Onnipotente, il quale governa i corpi più grandi egualmente che i più piccioli .

Da Berlino 19 Aprile 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA SECONDA.

Della celerità.

SU la ſperanza che V. A. gradirà la continuazione di quelle iſtruzioni di cui mi preſi la libertà di preſentarlene un ſaggio con la mia prima lettera, mi ſono ora prefiſſo di ſviluppare la nozione della *celerità*, ſpezie di grandezza particolare la quale è ſuſcettibile di accreſcimento e di diminuzione. Quando una coſa è traſportata o da ſe paſſa da un luogo all'altro, ſe le attribuiſce una cérta celerità. Se un corriere à cavallo, o un pedone da Berlino vada a Magdebourg, tanto in quello quanto in queſto ſi ſuppone una certa celerità: ma ſi dice che quella del primo ſopravvanza quella del ſecondo. Dobbiamo dunque eſaminare in che mai conſiſta la differenza che noi troviamo tra le due celerità. Lo ſteſſo è il cammino e del corriere e del pedone, ma conſiſte la differenza nel tempo che amendue impiegano in farlo. La celerità del corriere è più grande, perciocchè egli impiega meno tempo per andare da Berlino a Magdebourg, e quella del pedone è più piccola, perciocchè egli ne impiega di più; è chia-

Digitalizzato da Google

chiaro dunque che per formarsi una esatta idea della celerità fa uopo riguardare insieme due spezie di quantità, cioè lo spazio percorso, e 'l tempo che vi si è consumato. Dunque un corpo che percorre nel medesimo tempo un doppio spazio ha doppia celerità, se egli percorre nello stesso tempo uno spazio tre volte più grande, la sua celerità si giudica tre volte più grande; e così in appresso. Si conoscerà dunque la celerità di un corpo, qualora si sappia lo spazio che percorre in un dato tempo. Per conoscere la celerità del mio cammino, quando io vado a Lytzow (1), ho osservato che fo 120 passi in un minuto; un passo de' miei è uguale a due piedi e mezzo, la mia celerità dunque è tale che io percorro uno spazio di 300 piedi in un minuto, ed uno spazio sessanta volte più grande o sia di 18000 piedi in un' ora: ma questo spazio non è ancora di un miglio, il quale essendo di 24000 piedi richiederebbe un' ora e 20 minuti; se dunque io volessi andare da quì a Magdebourg, c' impiegherei giusto 24 ore. Ecco un' esatta idea della celerità, con cui io posso camminare; quindi si può agevolmente comprendere cosa sia una celerità

(a) *Villaggio una lega lontano da Berlino.*

Digitalizzato da Google

più grande e più picciola . Imperciocchè se un corriere a cavallo andasse in 12 ore da quì a Magdebourg , sarebbe la sua celerità doppia della mia ; e sarebbe tripla se vi andasse in 8 ore. Noi osserviamo una somma differenza tra le diverse celerità. La Testuggine ci dà l'esempio di una celerità picciolissima ; posto che non percorra più d' un piede in ogni minuto , la sua celerità sarà 300 volte più picciola della mia , giacchè io fo 300 piedi nello stesso tempo. Noi abbiamo anche idea delle celerità più grandi. Quella del vento varia di molto: Un vento mediocre fa 10 piedi in un secondo, e 600 in un minuto ; cammina dunque il doppio di me . Un vento che percorre 20 piedi in un secondo o sia 1200 in un minuto già è bastantemente forte ; dunque un' altro che percorre 50 piedi in un secondo sarebbe impetuoso all' estremo ; quantunque la sua celerità non sarebbe che 10 volte maggiore della mia , ed avrebbe bisogno di 2 ore , e 24 minuti per soffiare da quì a Magdebourg. Segue la celerità del suono, il quale fa 1000 piedi in un secondo, e 60000 in un minuto . Questa celerità dunque è 200 volte più grande di quella del mio cammino. E se a Magdebourg si tirasse una cannonata il di cui rumore potesse giugnere a Berlino , vi arriverebbe in 7 minuti . Una palla di cannone si muove quasi colla stessa cele-

Digitalizzato da Google

celerità ; ma quando s'impiega il più gran carico , si fa conto che la possa percorrere fino a 2000 piedi in un secondo, o sia 120, 000 in un minuto . Questa celerità ci sembra prodigiosa, quantunque non sopravvanzi che 400 volte quella del mio cammino a Lytzow ; intanto questa è la celerità più grande di cui possiamo aver idea su la Terra . Ma ne' Cieli vi sono delle celerità molto più grandi, comechè i moti ce ne sembrino assai lenti. V. A. sa che la Terra gira intorno al suo asse in 24 ore; questa celerità dunque percorre sotto l'equatore 5400 miglia in 24 ore, nel mentre io non posso percorrerne altro che 18 . Essa è dunque 300 volte più grande della mia , ma più piccola di quella che ha la palla del cannone nel suo maggior carico. La Terra fa la sua rivoluzione intorno al Sole nello spazio di un anno , percorrendo 128,250 miglia in 24 ore ; dunque la sua celerità è 18 volte più rapida di quella di una palla di cannone. La più grande celerità, che noi sappiamo è senza dubbio quella della luce , la quale percorre 2,000,000 di miglia in ogni minuto , e che sopravvanza quella di una palla di cannone 400,000 volte.

22 Aprile 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA TERZA.

Del ſuono e della ſua celerità.

IL dilucidamento che mi preſi la libertà di preſentare a V. A. su i diverſi gradi di celerità, mi porta ora ad eſaminare il ſuono, o qualunque ſia altro rumore in generale. E deeſi riflettere che ne paſſa ſempre qualche tempo per giugnere al noſtro orecchio; e che queſto tempo tanto è più lungo quanto il luogo ove il ſuono è prodotto era lontano da noi, di maniera che per comunicarſi nella diſtanza di 1000 piedi vi è biſogno di un ſecondo.

Quando ſi ſpara un cannone, coloro che ſono lontani non ſentono il rumore che qualche tempo dopo d' aver veduto il fuoco. Que' che ſono nella lontananza di un miglio, o ſia di 24000 piedi non lo ſentono che 24 ſecondi dopo. V. A. avrà più volte oſſervato, che il rumore del tuono per lo più giugne a' noſtri orecchj qualche tempo dopo il lampo, e quindi ſi può giudicare quanto diſtante ſia da noi il luogo ove il tuono ſi è formato. Se per eſempio oſſerviamo che paſſano 20 ſecondi tra 'l lampo e 'l rumore del tuono, noi poſſiamo conchiudere che la

Digitalizzato da Google



You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

no delle noſtre orecchie. L' aria dunque è che riceve queſte vibrazioni, e ne traſporta il ſuono; e però ſi vede che la percezione del ſuono altro non è che l' urto fatto al noſtro orecchio dallo ſcuotimento dell' aria; e quando noi ſentiamo il ſuono di una corda pizzicata, le noſtre orecchie ricevono tanti colpi d' aria, quante vibrazioni fa la corda nel tempo ſteſſo. E così ſe la corda fa 100 vibrazioni in un ſecondo l' orecchio anche riceve 100 colpi nel tempo ſteſſo, e la percezione di tali colpi è ciò che ſi chiama ſuono. Quando queſti colpi ſi ſuccedono ugualmente o ſia che i loro intervalli ſono tutti uguali, il ſuono è regolare e tale quale ſi eſige nella Muſica: ma ſe i colpi ſi ſuccedono inegualmente o ſia che i loro intervalli ſono tra loro ineguali, il riſultato ſarà un rumore irregolare improprio affatto per la Muſica. Se poi ſi conſiderano un poco più attentamente i ſuoni della muſica, di cui le vibrazioni ſi fanno ugualmente, ſi oſſerva in prima che allora quando le vibrazioni egualmente che i colpi che ſi comunicano alle noſtre orecchie ſono più o meno forti, ne riſulta una differenza nel ſuono la quale conſiſte nell' eſſer più o meno forte; differenza che i Muſici indicano con queſte parole *forte*, e *piano*. Ma havvi ancora un' altra differenza molto più eſſenziale allorchè le vibrazioni ſono più o me-

no

Digitalizzato da Google

no rapide, ſicchè ne accadano più o meno in un ſecondo. Quando in un ſecondo una corda compie 100 vibrazioni ed un' altra 200, i di loro ſuoni ſaranno eſſenzialmente differenti; e 'l primo ſarà più grave o ſia più baſſo, e l' altro più acuto o vero più alto (a).

Ec.

(a) *La teorìa del ſuono è ſtata profondamente trattata dall' Autore nella ſua Opera intitolata* Tentamen novæ Theoriæ Muſicæ. *Nel Capo primo di queſta Opera porta la ſperienza evidente ſopra il numero delle oſcillazioni che produce la corda ſecondo il ſuo tuono più o meno acuto. Egli lo ricava dalle leggi del moto ne' pendoli, le di cui oſcillazioni corriſpondono a quelle delle corde vibrate: e dopo altre regole che dà per ſaperſi il numero delle vibrazioni relative alla lunghezza, alla groſſezza o ſia peſo della corda, e alla ſua tenſione, conchiude, che date due corde della ſteſſa lunghezza e groſſezza, il numero delle di loro vibrazioni ſarà come le radici quadrate de' peſi che ne formano la tenſione; e in conſeguenza come più o meno ſarà teſa una corda, così maggiore o minore ſarà il numero delle vibrazioni che formerà: ma noi ſappiamo per eſperienza che come più ſi tende la corda, ci da un puo-*

Digitalizzato da Google

Ecco dunque la vera differenza tra i ſuoni gravi e gli acuti su di cui ſi aggira tutta la Muſica, la quale inſegna a meſcolare i ſuoni che differiſcono tra loro per rapporto al grave e all' acuto, ma talmente uniti inſieme che ne riſulta una piacevole armonìa. Ne' ſuoni gravi vi ſono meno vibrazioni in un dato tempo, che negli acuti; ed ogni tuono ſul cembalo ha un numero certo e determinato di vibrazioni, che ſi compiono in un ſecondo. Quindi il tuono ch'è ſegnato colla lettera C fa circa 100 vibrazioni in un ſecondo, e quello che è ſegnato colla lettera c^3 (a) ne fa 1600. Una corda che trema 100 volte in un ſecondo darà il ſuono C; e ſe non trema che 50 volte, il ſuono ſarà più baſſo o ſia più grave. Ora per riguardo alle noſtre orecchie vi ſono de' limiti, fuori de' quali i ſuoni non ſono più percettibili. Sembra che noi non po-

tuono più acuto; più acuto dunque è quel tuono che in un dato tempo forma più vibrazioni. E baſti aver ciò notato per aſſicurarci della ſtabilità de' fondamenti, su di cui l' Autore ha coſtruito il grande edifizio della ſua nuova teorìa intorno alla Muſica.

(a) *Il numero 3 poſto ſopra la c' dinota tre ottave ſopra il tuono C.*

Digitalizzato da Google

potremmo sentire (a) affatto un suono che fa meno di 20 vibrazioni in un secondo a motivo della troppo gran bassezza, nè quello che ne farebbe più di 4000 per esser troppo acuto.

26 Aprile 1760.

LETTERA QUARTA.

Delle consonanze e dissonanze.

V. Altezza mi ha interrotto in una maniera assai graziosa il filo de' miei pensieri

- - - -

musica il nostro orecchio vien percosso da una serie di colpi egualmente lontani fra loro, la di cui frequenza e numero in un dato spazio di tempo cagiona la differenza tra i suoni gravi e gli acuti: di maniera che quanto più il numero delle vibrazioni o sia de' colpi prodotti in un dato tempo (come sarebbe un secondo) è picciolo, più il suono divien grave; e quanto più è grande tanto più il suono è acuto. La sensazione adunque in un suono semplice di musica può paragonarsi ad una serie di punti egualmente lontani fra loro per cagion d'esempio così - - - - - Se gl' intervalli tra questi punti sono più grandi o più piccioli, il suono che si produce sarà più grave o più acuto. Non si può dubitare che la sensazione di un suono semplice non sia simile e analogo alla vista di una tal serie di punti egualmente lontani fra loro; in tal guisa può rappresentarsi agli occhi ciò che sperimentano le orecchie nel sentire un suono. Se le distanze non fossero uguali tra i punti e questi avessero una situazione confusa, ne risulterebbe un rumore confuso contrario all'armonìa. Posto ciò, consideriamo qual' effetto devono produrre alle orecchie due suoni prodotti nello stesso punto; è chiaro primieramente che se questi due suoni sono uguali cioè che ciascheduno di essi contenga un medesimo numero di vibrazioni nel me-

Digitalizzato da Google

medesimo tempo, l' orecchio avrà la stessa disposizione che se fosse un solo; ed in Musica questi due suoni diconsi *unisoni*, che è l' accordo il più semplice, chiamandosi *accordo* qualunque mescolanza di due o più suoni che si sentono tutti in un colpo. Se poi i due suoni differiscono per lo rapporto del grave all' acuto, si sperimenterà una mescolanza di due serie di colpi in ciascheduna delle quali gl' intervalli sono uguali fra di loro, ma più grandi in una serie che nell' altra; e gl' intervalli più grandi corrispondono al suono più grave, i più piccioli al più acuto. Questa mescolanza o sia accordo di due suoni può rappresentarsi agli occhi con due serie di punti situati sopra le due linee *ab*, e *cd*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

a . . . . . b

c . . . . . d

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

E per avere un' esatta idea di queste due serie fa uopo concepire l' ordine che serbano fra di loro, o pure (ch' è lo stesso) il rapporto tra gl' intervalli dell' una e dell' altra linea. Avendo numerato i punti di ciascheduna linea, e avendo posto il num. 1 sotto il num. 1; i num. 2 non saranno più esattamente l' un sotto l' altro, e molto meno i num. 3: ma il numero 11 si trova esattamente sopra al 12; donde si

Digitalizzato da Google

conoſce che il ſuono più alto fa 12 vibrazioni, e l'altro 11 ſolamente. Se non ſi ſcrivono i numeri, gli occhi difficilmente ſcuopriranno queſt'ordine; or lo ſteſſo dee dirſi dell'orecchie, le quali con molta difficoltà diſcernerebbero queſt'ordine tra i due ſuoni da me rappreſentati colle due ſerie di punti: ma in queſta figura

. . . . . .

. . . . . .

Si ſcuopre a prima viſta che la linea ſuperiore contiene il doppio de' punti che quella di ſotto, o ſia che gl' intervalli nella linea inferiore ſono due volte più grandi che in quella di ſopra. Queſto certamente è il caſo più ſemplice dopo l'unisono, poichè con molta facilità l'occhio può ſcorgere l'ordine di queſte due ſerie di punti; e lo ſteſſo accade ne' due ſuoni rappreſentati da queſte due linee di punti, uno de' quali compirà il doppio delle vibrazioni dell'altro, e l'orecchio ſi acccorgerà agevolmente del bel rapporto che paſſa tra queſti due ſuoni; all'incontro nel caſo precedente, il giudizio è difficiliſſimo per non dire impoſſibile. Or quando l'orecchio ſcuopre facilmente il rapporto che paſſa tra i ſuoni, il loro accordo ſi chiama *conſonanza*: ſe poi queſto rapporto è difficiliſſimo e quaſi impoſſibile a ſcorgerſi, l'accordo è nominato *diſſonanza*. Dunque la più

Digitalizzato da Google

più ſemplice conſonanza è quella, in cui il ſuono acuto produce preciſamente il doppio più di vibrazioni del grave. Tale conſonanza nella Muſica è chiamata *ottava*: ognuno ne conoſce la forza, e due ſuoni che differiſcono ſolamente di un' ottava fanno sì perfetta armonìa, e ſi raſſomigliano talmente, che i Muſici li ſegnano colla medeſima lettera; quindi è che vediamo nelle chieſe le femmine cantare un' ottava più alta degli uomini, e pure s' immaginano intonare il medeſimo ſuono. V. A. potrà aſſicurarſi facilmente di queſta verità ſopra un cembalo, e con piacere ſi accorgerà del bell' accordo tra tutti i ſuoni che differiſcono di un' ottava, e nello ſteſſo tempo ſcorgerà che due altri ſuoni qualunque e' ſieno non ſi accordano così bene.

29. Aprile 1760.

LETTERA QUINTA

Dell' uniſono e delle ottave.

AVrà già ſperimentato V. Altezza che l'accordo da' Muſici chiamato ottava tocca l'orecchio in una maniera così ſenſibile, che vi ſi ſcuopre agevolmente la menoma

Digitalizzato da Google

diſcordanza; quindi avendo intonato il ſuono chiamato *F*, col ſolo giudizio dell' orecchio facilmente vi ſi può accordare il ſuono *F'* un'ottava più alto del primo, e ſe la corda del ſuono *F'* è talvolta un poco troppo alta o troppo baſſa, l' orecchio ſubito ſe n'accorge; e non vi è coſa più facile, quanto l' accordarla perfettamente. Di più vediamo che cantando, ognuno paſſa facilmente da un ſuono all'altro che è più alto o più baſſo di un' ottava. Ma ſe fa uopo paſſare dal ſuono *F* per eſempio al ſuono *D'*, un cantante mediocre vi s' ingannerà facilmente quando non abbia il ſoccorſo di qualche ſtrumento; così avendo fiſſato il ſuono *F*, è quaſi impoſſibile accordarvi di botto il ſuono *D'*. Qual' è mai dunque la ragione di tal differenza, che eſſendo così facile accordare il ſuono *F'* al ſuono *F*, ſia poi cotanto difficile accordarvi il ſuono *D'*? Ella è molto evidente da ciò che io ho avuto l' onore di ſpiegare a V. A nelle ultime mie oſſervazioni; cioè che il ſuono *F*, col ſuono *F'* formano un ottava, e che il numero delle vibrazioni del ſuono *F'* è preciſamente il doppio di quello del ſuono *F*. Per concepire tal accordo non haſſi a far altro che ſentire la proporzione di uno a due, la quale ſiccome ſalta ſubito agli occhi nella ſerie de' punti di cui mi ſono ſervito, così facilmen-

Digitalizzato da Google

mente si discerne dall' orecchio. V. A. dunque già comprende, che quanto più una proporzione è semplice cioè a dire espressa con piccioli numeri, tanto più con distinzione si presenta all' udito e vi eccita un sentimento di maggior piacere. Gli Architetti osservano anche diligentissimamente questa massima, perciocchè in tutte le fabbriche per quanto le circostanze glie lo permettono, fanno uso di proporzioni così semplici. Ordinariamente formano le altezze delle porte e delle finestre due volte più grandi delle rispettive larghezze, e procurano dappertutto impiegare le proporzioni che possono esprimersi con piccioli numeri, come cosa che piace all' intendimento. Lo stesso accade per la Musica; gli accordi allora piacciono quando lo spirito vi scopre in essi la proporzione che passa tra i suoni, e tal proporzione tanto più facilmente si concepisce, quanto più vien espressa con piccioli numeri. E dopo la proporzione di uguaglianza dinotata da due suoni uguali o sieno unisoni, la proporzione di due a uno è senza dubbio la più semplice, ed è quella dell' accordo di un' ottava; da ciò è evidente che questo accordo ha il privilegio di molte prerogative sopra le altre consonanze. Or dopo questa spiegazione dell'accordo o sia intervallo tra due suoni che i Musici chiamano *ottava*,

Digitalizzato da Google

consideriamo molti suoni, come F, F^1, F^2, F^3, F^4, ciascheduno de'quali è un'ottava più alto dell'antecedente; poichè dunque l'intervallo di F ad F^1, di F^1 ad F^2, di F^2 ad F^3, di F^3 ad F^4 è di un ottava, l'intervallo di F ad F^2 sarà di una doppia ottava, quello di F ad F^3 di una tripla ottava, e quella di F ad F^4 di una quadrupla ottava. Or fra tanto che il suono F fa una vibrazione, il suono F^1 ne fa due, il suono F^2 quattro, il suono F^3 otto, e il suono F^4 sedici; e però vediamo, che come ad un'ottava corrisponde 1 a 2, così ad una doppia ottava 1 a 4, ad una tripla 1 ad 8, e finalmente ad una quadrupla 1 a 16. E non essendo la proporzione di 1 a 4 così semplice come quella di 1 a 2 giacchè non salta così facilmente agli occhi, per conseguenza una doppia ottava non è così facile a concepirsi come la semplice; una tripla sarà ancora meno percettibile; ed una quadrupla anche molto meno. Quando dunque accordando un cembalo si è fissato il suono F non è così facile accordarvi la doppia ottava F^2 come la semplice F^1; ed è più difficile ancora accordarvi la tripla F^3, e la quadrupla F^4 senza andare salendo per le ottave intermedie. Questi accordi sono anche compresi nel termine di *consonanza*, e come quella dell'unisono è la più semplice, si possono ordi-
nare

Digitalizzato da Google

nare co' ſeguenti gradi .

I. grado , l' uniſono dinotato colla proporzione di 1 ad 1 .

II. grado l' ottava proſſima nella proporzione di 1 a 2.

III. grado la doppia ottava nella proporzione di 1 a 4 .

IV. grado la tripla ottava nella proporzione di 1 ad 8.

V. grado la quadrupla ottava nella proporzione di 1 a 16 .

VI. grado la quintupla ottava nella proporzione di 1 a 32 .

E così in appreſſo finchè i ſuoni ancora ſono ſenſibili . Ecco gli accordi o ſiano conſonanze alla di cui cognizione noi finora ſiamo ſtati condotti ; e niente ancora ſappiamo delle altre ſpezie di conſonanze , ed anche meno delle diſſonanze che ſi uſano nella Muſica . Ma prima di paſſare a ſpiegarle debbo quì aggiugnere una rifleſſione ſopra il nome di ottava che ſi dà all' intervallo di due ſuoni , de' quali uno fa il doppio delle vibrazioni dell' altro. V. A. ne vede la ragione ne' taſti principali del cembalo , i quali ſalgono per ſette gradi prima di arrivare all' ottava per eſempio *C* , *D*, *E* , *F*, *G* , *A* , *B* , *C'* ; di maniera chè il taſto *C'* è l' ottavo ſe *C* ſi conta per primo , E queſta diviſione dipende da una certa ſpezie di Muſica , la di

Digitalizzato da Google

cui ragione non potrebbe esporsi, che in appresso.

3 *Maggio* 1760

LETTERA VI.

Delle altre consonanze.

SI può dire che tutte le proporzioni di 1 a 2, di 1 a 4, di 1 a 8, di 1 a 16, che noi fin quì abbiamo considerato, e che racchiudono la natura di un' ottava semplice, doppia, tripla, o quadrupla traggono la loro origine dal solo num. 2; perciocchè 4 è due volte 2, 8 due volte 4, e 16. due volte 8; quindi non ammettendo altro che il numero 2 nella Musica non si arriva a conoscer altro che quegli accordi o consonanze che i Musici chiamano ottava semplice, doppia, o tripla; e poichè il numero 2 raddoppiato non dà altro che 4, 8, 16, 32, 64 essendo sempre l' uno doppio dell' altro, ci restano degli altri numeri i quali per noi sono incogniti. Or se un' istrumento non contenesse altro che ottave, come sarebbero i tuoni C, C^1, C^2, C^3, C^4 e tutti gli altri ne fossero esclusi, non si potreb-

be

Digitalizzato da Google

be produrre alcuna musica piacevole con questa troppo eccessiva semplicità. Introduciamo dunque col num. 2 anche il num. 3 per vedere quale sarebbe il risultato degli accordi o sia delle consonanze. La proporzione di 1 a 3 ci presenta subito due suoni, l' uno de' quali dà tre volte più di vibrazioni dell' altro nel medesimo tempo. Questa proporzione è senza alcun dubbio la più facile a comprendere dopo quella di 1 a 2, e però produrrà delle bellissime consonanze, ma di una natura tutta affatto differente di quella delle ottave. Supponghiamo intanto che nella proporzione di 1 a 2 il numero 1 corrisponde al suono C, ed essendo l' altro suono C^1 espresso per lo numero 2, il numero 3 ci darà un suono più alto di C^1, ma più basso di C^2 il quale corrrisponde al numero 4. Or il suono espresso per 3 è quello che i Musici segnano colla lettera G^1, e l' intervallo di C^1 a G^1 lo chiamano *quinta*, perciocchè ne' tasti di un cembalo quello di G^1 è il quinto dopo C^1, come a dire C, D, E, F, G. Dunque se il numero 1 dà il suono C, il numero 2 dà C^1, il numero 3 dà G^1, il numero 4 il suono C^2, ed essendo il suono G^2 l'ottava di G^1 il suo numero sarà 2 volte 3 che fa 6, il quale salendo anche di un'ottava, il suono G^3 sarà due volte più grande e perciò sarà 12. Tutti i suo-

Digitalizzato da Google

ſuoni adunque a' quali i due numeri 2 e 3 ci conducono, ſe il ſuono C s' indicherà per 1, ſaranno i ſeguenti

$C . C' . G' . C^2 . G^2 . C^3 . G^3 . C^4$
$1 . 2 . 3 . 4 . 6 . 8 . 12 . 16$

Da ciò è chiaro che la proporzione di 1 a 3 eſprime un' intervallo compoſto di un' ottava ed una quinta, e che tale intervallo a motivo della ſemplicità de' ſuoi numeri, dee eſſere dopo l' ottava il più ſenſibile all' orecchio. E perciò i Muſici danno alla quinta il ſecondo luogo fra le conſonanze; e l' orecchio n' è penetrato tanto piacevolmente, ch' è faciliſſimo accordare una quinta. Quindi è che ſul violino le quattro corde ſalgono a gradi di quinta, eſſendo la più baſſa G', la ſeconda D^2, la terza A^2, e la quarta E^3, ed ogni Muſico facilmente le accorda col ſolo orecchio. Intanto una quinta non ſi accorda tanto facilmente che un' ottava; ma la quinta al di ſopra dell' ottava, come ſarebbe C a G', eſſendo eſpreſſa colla proporzione di 1 a 3 è più ſenſibile di una ſemplice quinta, per eſempio C a G o C' a G' ch'è eſpreſſa colla proporzione di 2 a 3; e ſi fa anche per eſperienza, che fiſſato il ſuono C è più facile accordarvi la quinta ſuperiore G' che la ſemplice G. Se l' unità ci aveſſe dinotato il ſuono F, il numero 3 ſegnerebbe il ſuono C', di maniera che

Digitalizzato da Google

$F.F^1.C^1.F^2.C^2.F^3.C^3$ (ſarebbero ſegnati
1.2.3.4.6.8.12 (co numeri
ne' quali l' intervallo di F^1 a C^1 è di una quinta contenuto nella proporzione di 2 a 3; quello di F^2 a C^3, e di F^3 a C^3 è anche di una quinta, perciocchè la proporzione di 4 a 6 e di 8 a 12 è la ſteſſa che di 2 a 3; in fatti ſe 2 canne coſtano 3 ſcudi, 4 coſteranno 6, e 8 coſteranno 12. Da ciò noi giugniamo alla cognizione di un' altro intervallo contenuto nella proporzione di 3 a 4, il quale è di C^1 a F^2, e per conſeguenza anche di C ad F o di C^2 ad F^3, che i Muſici chiamano *quarta*, il quale eſſendo eſpreſſo per numeri più grandi non è così piacevole come la quinta, e meno ancora dell' ottava. Come il numero 3 ci ha dato queſti nuovi accordi o ſieno conſonanze della quinta e della quarta, prima di far uſo di altri numeri prendiamo lo ſteſſo 3 anche tre volte per avere il numero 9 che darà un ſuono più alto che quello di 3 o ſia C^1 di un'ottava e una quinta, in cui C^2 è l'ottava di C^1, e G^3 la quinta di C^2; dunque il numero 9 dà il ſuono G^3, di maniera che C^2, F^3, G^3, C^3 ſaranno ſegnati coi numeri 6, 8, 9, 12; o vero prendendo queſti ſuoni nelle ottave inferiori poichè reſtano le ſteſſe proporzioni ſi avrà

C,

Digitalizzato da Google

$C.F.G.C^1.F^1.G^1.C^2.F^2.G^2.C^3.F^3.G^3.C^4$
$6.8.9.12.16.18.24.32.36.48.64.72.96;$

e così giugniamo alla cognizione di due nuovi intervalli .

Il primo si è quello di *F* a *G* contenuto nella proporzione di 8 a 9 che i Musici chiamano *seconda* o sia *tuono intero* . L' altro è quello di *G* ad *F* contenuto nella proporzione di 9 a 16 chiamato *settima* , il quale è per una seconda o sia per un tuono intero più piccolo di un' ottava . E come queste proporzioni si esprimono con numeri considerabilmente grandi , gl' intervalli non sono più contati nel numero delle consonanze , e però da' Musici si nominano dissonanze .

Se poi prendiamo anche tre volte il numero 9 per aver 27 , egli segnerà un tuono più alto di C^2 , e propriamente una quinta più alto di G^1 ; dunque sarà il tuono D^2 ; di cui l' ottava D^3 corrisponderà al numero due volte 27 , o sia 54 , e la sua doppia ottava D^4 al numero due volte 54, o sia 108 . Rappresentiamo questi nelle ottave più basse così

$C.D.F.G.C^1.D^1.F^1.G^1.C^2.D^2.F^2.G^2$
$24.27.32.36.48.54.64.72.96.108.128.144$
$C^3 . D^3 , F^3 . G^3 . C^4$
$192 . 216 . 256 . 288 . 384$

Ne' quali noi vediamo che l' intervallo *D* ad *F* è contenuto nella proporzione di 27 a 32,

Digitalizzato da Google

a 32, e quello di *F* a *D* nella proporzione di 32 a 54, di cui ne poſſiamo prendere la metà cioè 16 a 27; la prima di queſte diceſi *terza minore*, e l' altra *ſeſta maggiore*. Si potrebbe anche triplicare il numero 27; ma la Muſica non paſſa sì oltre, e ſi limita al numero 27 che riſulta dal 3 moltiplicandolo la terza volta per ſe ſteſſo (*a*); gli altri tuoni di Muſica, che ancor ci mancano ſono introdotti dal numero 5, che ſvilupperò nell' altra mia.

3 *Maggio* 1760

LET-

(a) *Si dee intendere, che l'Autore ha in mira di ſpiegare la formazione de' tuoni ſecondo la loro diſtribuzione ricevuta nella Muſica d'oggidì, e però ſe più ſi procedeſſe nella moltiplicazione del* 3 *oltre la terza volta che fa* 27, *ſi avrebbero delle ſuddiviſioni de' ſemituoni, che la noſtra Muſica e 'l noſtro orecchio non è avvezzo a diſtinguere.*

Digitalizzato da Google

LETTERA VII.

De' dodici tuoni del cembalo.

LA materia su la quale mi prendo la libertà di trattenere V. A. è così fecca, che temo d'annojarla; ma per non impiegare molto tempo, e per non tornare un'altra volta a far parola di un ſoggetto così diſpiacevole, le ſpediſco oggi tre lettere in una volta. La mia intenzione era di mettere ſotto gli occhi di V. A. la vera origine de' ſuoni impiegati nella Muſica, coſa quaſi del tutto ignota a' Muſici. Non è già la teorìa, che gli abbia fatti venire in cognizione di tutti i tuoni: piuttoſto eſſi vi ſono ſtati condotti da una forza occulta dalla vera armonìa, la quale ha operato così efficacemente ſulle di loro orecchie, che ſono ſtati coſtretti, per così dire, a ricevere i tuoni oggidì uſati, quantunque eſſi non convengano ancora su la giuſta loro determinazione. I principj dell'armonìa ſi riducono in fine a' numeri, come ho avuto l'onore di dimoſtrare a V. A., ed io oſſervai che il numero 2 non dà altro che ot-

Digitalizzato da Google

ottave, di maniera che avendo per esempio fissato il tuono *F*, noi siamo stati condotti a' suoni F^1, F^2, F^3, F^4. In seguio il numero 3 dà i tuoni C, C^1, C^2, C^3, C^4 i quali differiscono una quinta da' primi, e la ripetizione di questo medesimo numero, 3 dà ancora le quinte di queste prime quinte le quali sono G, G^1, G^2, G^3, G^4, e finalmente la terza ripetizione di questo numero 3 vi aggiugne anche i tuoni D, D^1, D^2, D^3, D^4. Essendo dunque i principj dell' armonìa attaccati alla semplicità, non sembra che permettano di passare oltre a ripetere questo numero 3; per la qual cosa per ora non abbiamo altro che i seguenti tuoni per ciascheduna ottava

F	G	C	D	F^1
16	18	24	27	32

i quali non ammettono certamente una musica di molta variazione. Ma introduciamo ancora il numero 5 per vedere qual farà il tuono che fa cinque vibrazioni nel tempo che il tuono *F* non ne fa altro che una. Ora il tuono F^1 fa nel medesimo tempo 2, il tuono F^2 4; e 'l tuono C^2 6. Il tuono in quistione egli è dunque tra F^2 e C^2, ed è quello che i Musici indicano colla lettera A^2, il di cui accordo col tuono F^2 è chiamato *terza maggiore*; e sperimentiamo che fa una consonanza piacevolissima, essendo contenuta nella proporzione di numeri

Digitalizzato da Google

ri molto piccioli cioè 4 a 5. Di più questo tuono A^2 col tuono C^2 fa un accordo contenuto nella proporzione di 5 a 6, il quale è quasi tanto piacevole che il primo; e chiamasi *terza minore*, come quella di cui già abbiam parlato (a) contenuta ne' numeri 27 e 32, essendo la differenza quasi insensibile all' orecchio. Questo stesso numero 5 applicato ad altri tuoni G, C^2, D^2, avremo ancora le loro *terze maggiori*, prese nella seconda ottava al di sopra; cioè a dire i suoni B^2, E^2, ed Fs^2 (b), i quali trasportati nella prima ottava daranno i tuoni seguenti co' loro numeri

F, Fs, G, A, B, C^1, D^1, E, F^1
128, 135, 144, 160, 180 192, 216, 240, 256.

Togliete i tuoni Fs, ed avrete i tasti principali del cembalo, i quali secondo gli antichi costituiscono il genere nominato *diatonico*, che risulta dal numero 2, dal numero 3 ripetuto tre volte, e dal numero 5. Non ammettendo altro che questi tuoni già siamo nello stato di comporre armonie bellissime e assai varie, la di cui bellezza è unicamente fondata su la semplicità.

(a) *Nella lettera antecedente.*

(b) *Fs significa F superiore o sia F maggiore.*

Digitalizzato da Google

cità de' numeri che ci somministrano questi tuoni . Finalmente applicando per la seconda volta il numero 5 troveremo le terze di quattro nuovi tuoni *A*, *E*, *C* , *Fs* già da noi trovati ; ed avremo i tuoni *Cs* , *Gs* , *Ds* , e *Bfa* di maniera che l' ottava già è ripiena de' 12 tuoni che sono oggidì ricevuti nella Musica . Tutti questi tuoni traggono la loro origine da questi tre numeri 2 , 3 , 5 , replicando il 2 tante volte quanto le ottave lo richiedono ; ma il 3 non si ripete che tre volte , ed il numero 5 due volte sole . Ecco dunque tutti i tuoni della prima ottava espressi co' numeri seguenti , ove si vede la composizione di ciascuno da' numeri 2 , 3 , e 5.

C	2-2-2-2-2-2-2-3-	384	Differenze
Cs	2-2-2-2-5-5- - -	400	16
D	2-2-2-2-3-3-3- -	432	32
Ds	2-3-3-5-5- - - -	450	18
E	2-2-2-2-2-3-5- -	480	30
F	2-2-2-2-2-2-2-2-2	512	32
Fs	2-2-3-3-3-5- - -	540	28
G	2-2-2-2-2-2-3-3-	576	36
Gs	2-2-2-3-5-5- - -	600	24
A	2-2-2-2-2-2-2-5-	640	40
Bfa	3-3-3-5-5- - - -	675	35
Bmi	2-2-2-2-3-3-5- -	720	45
*C*¹	2-2-2-2-2-2-2-2-3	768	48

Digitalizzato da Google

Fra tanto (a) che il ſuono *C* dà 384 vibrazioni il ſuono *Cs* ne dà 400, e gli altri quante ne ſegnano i numeri che loro ſono ſtati aggiunti: il ſuono *C'* darà dunque nel medeſimo tempo 768, il quale è doppio del numero 384. E per le ottave che ſeguono non deeſi far altro che moltiplicare queſti numeri per 2, per 4, e per 8; e

(a) *Num. di vibraz.*	*Intervalli*	*Nomi degl' Intervalli*
C. 384.		
	24 : 25.	*ſemituono minore*
Cs. 400.		
	25 : 27.	*limma maggiore*
D. 432.		
	24 : 25.	*ſemituono minore*
Ds. 450.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
E. 480.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
F. 512.		
	128 : 135.	*limma minore*
Fs. 540.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
G. 576.		
	24 : 25.	*ſemituono minore*
Gs. 600.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
A. 640.		
	128 : 135.	*limma minore*
Bfa 675.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
Bmi 720.		
	15 : 16.	*ſemituono maggiore*
C' 768.		

Que-

Digitalizzato da Google

8; e quindi il ſuono C^2 darà due volte 768 o ſia 1536 vibrazioni; il ſuono C^3 due volte 1536 o ſia 3072 vibrazioni; e 'l ſuono C^4 due volte 3072 o ſia 6144 vibrazioni. Per comprendere la formazione de' tuoni da queſti tre numeri 2, 3, e 5 biſogna oſſervare, che i punti poſti tra queſti numeri ſignificano la moltiplicazione; e così pel tuono *Fs* l' eſpreſſione 2. 2. 3. 3. 3. 5. ſignifi-

Queſta tavola è ricavata dalla ſuddetta opera Tentamen &c. *al capo 9. ove parla del genere diatonico-cromatico: e ſi è creduto bene fatto aggiugnere quì anche un eſtratto di quella teorìa intorno alle quantità minime che compongono l' intervallo comunemente detto ſemituono o ſia di un taſto all'altro del Cembalo; e intorno alle differenze di quantità, che ha un ſemituono più o meno dell' altro.*

Le minime quantità ſono il Dieſis, il Comma, e 'l Diaſchiſma (Dieſis volgarmente nella Muſica è il ſegno di aggiunzione di un ſemituono; ma quì ſignifica tutto altro, cioè una particella che entra nella compoſizione del ſemituono).

Il Dieſis dunque ha la ragione di 125:128
Il Comma di 80:81
Il Diaſchiſma di 2025:2048.

Digitalizzato da Google

gnifica 2. via 2. via 3. via 3. via 3. via 5. Or 2 via 2 fa 4, 4 via 3 fa 12, 12 via 3 fa 36, 36 via 3 fa 108, e 108 via 5 fa 540; si vede perciò che le differenze tra questi tuoni non sono affatto uguali fra di loro, ma che ve ne sieno delle più grandi e delle più piccole, come l'esige la vera ar-

Il Diesis è intervallo maggiore del Comma quasi il doppio; e'l Comma è maggiore del Diaschisma.

Le differenze di quantità tra un tasto e l'altro del Cembalo sono di quattro spezie, e si chiamano Limma (λημμα) maggiore, Limma minore, Semituono maggiore e Semituono minore.

Il Limma maggiore ha la ragione di 25:27
Il Limma minore di 128:135
Il Semituono maggiore di 15:16
Il Semituono minore di 24:25.

Il Limma eccede la quantità del semituono in un Comma.

I tuoni sono di tre spezie, minore, maggiore, e massimo. Il minore costa di un semituono minore e di un semituono maggiore ha la ragione di 9:10, *e sono quattro cioè tra D. ed E., Fs e Gs, G. e A. B. e Cs. Questo tuono minore ha un comma meno del maggiore.*

Il

Digitalizzato da Google

armonìa . Intanto non essendo considerabile l' ineguaglianza , si riguardano comunemente tutte queste differenze come uguali , nominando il salto di un tuono all' altro col nome di *Semituono* , e così l'

Il tuono maggiore costa di un limma minore e di un semituono maggiore , o vero di un limma maggiore e di un semituono minore: ha la ragione di 8:9, e sono sei , cioè tra C. e D., Cs e Ds , E ed Fs , F. e G., Gs. e Bfa., A. e B.

Il tuono massimo si compone di due semituoni maggiori , ed eccede il tuono maggiore di un diaschisma , e 'l tuono minore di un diesis , ha la ragione di 225 : 256 , e sono due , cioè tra Ds. ed F. , Bfa. e C.

L'ottava di compone presso a poco di

61. *Diaschismi*
56. *Commi*
29. *Diesis*
17. *Semituoni minori*
10. *Semituoni maggiori con due diesis di più*
13. *Limmi minori*
9. *Limmi maggiori*
6. *Tuoni minori con cinque commi di più*
6. *Tuoni maggiori meno un comma*
6. *Tuoni massimi meno 6. commi e* $\frac{31}{61}$.

Digitalizzato da Google

ottava vien diviſa in 12 ſemituoni . Molti Muſici oggidì li fanno uguali quantunque ſia contrario a' principj della armonìa, perciocchè niuna quinta , e niuna terza è giuſta , e l' effetto è lo ſteſſo come ſe queſti tuoni non foſſero bene accordati . Convengono ancora a dire che biſogna rinunziare all' eſattezza dell' accordatura per ottenere il vantaggio dell' uguaglianza de' ſemituoni, e poter così traſportar le melodìe da un tuono all' altro qualunque ſenza che ſe ne cambi niente dell' armonìa . Eſſi non però confeſſano che il medeſimo pezzo di Muſica ſonato al tuono *C.* cambia conſiderabilmente di natura ſonandoſi un ſemituono più altro a *Cs*; E chiaro dunque che i ſemituoni non ſono tutti effettivamente uguali malgrado qualunque ſforzo che facciа-

Vale a dire che un tuono preſo nel ſenſo più generale coſta di otto commi e poco più.

Quì cade in acconcio dare un' idea dell' accordatura più perfetta poſſibile ſecondo le miſure ſuddette de' tuoni .

Le terze maggiori di Gs e Cs ſieno ſenſibilmente alterate.

Quelle di As e Ds meno alterate delle ſuddette .

Tutte le altre giuſte o ſia meno anche di queſte ultime ; e così tutto ſi troverà ben accordato.

Digitalizzato da Google

ciano i Muſici per renderli tali; perciocchè la vera armonìa ſi oppone all' eſecuzione di un diſegno che l' è contrario. Queſta è dunque la vera origine de' tuoni che ſi uſano oggidì ricavati da' numeri 2, 3, e 5. Se ſi voleſſe ancora introdurre il numero 7, allora il numero de' tuoni di un' ottava diverrebbe più grande, e la Muſica ſarebbe portata ad un grado ſuperiore. Ma quì è che la Matematica cede l' armonìa alla Muſica (*a*).

3 *Maggio* 1760

(a) *Quì ſi ſpiega meglio ciò che abbiam notato nella lettera ſeſta intorno alla moltiplicazione del* 3. *Egli ſi è veriſſimo che la Muſica che ci darebbe la Matematica ſarebbe più perfetta della noſtra, come queſta è più perfetta della ſola Diatonica, di cui un tempo ſi contentava il canto Corale: ma queſti tentativi di migliorarla non vedo come ſi potrebbero render eſeguibili tra di noi. Forſe ſarebbe più facile introdurre queſta Muſica Matematica fra i ſelvaggi che ſi riduceſſero la prima volta in ſocietà, e ſi prendeſſero a render colti. Si legga il capo* 10. *della detta opera* Tentamen, *ove eſibiſce una tavola colla ſuddiviſione che recherebbe il* 7. *dell' ottava in* 24. *parti.*

Digitalizzato da Google

LETTERA VIII.

Sopra il piacere di una bella muſica.

UNa quiſtione quanto importante altrettanto curioſa ſi è quella di ſapere, come una bella muſica ecciti in noi il ſentimento del piacere. I dotti sù di ciò ſono molto diſcordi; alcuni ſoſtengono che ſia una pura bizzarrìa, e che il piacere che cagiona la Muſica non è fondato ſopra alcuna ragione, poichè uno ſteſſo pezzo di muſica alcuni alletta mentre ad altri diſpiace. Queſto fatto anzi che decidere la quiſtione viepiù l' intriga; ſi vuol dunque ſapere per qual motivo il medeſimo pezzo di muſica può produrre effetti cotanto differenti; eſſendo coſa certa che niente accade ſenza ragion ſufficiente. Altri poi ſoſtengono che il piacere che ſi trova nel ſentire una bella muſica conſiſte nella percezione di quell' ordine che in eſſa domina. Queſto ſentimento anche a prima viſta ſembra ben fondato, e però merita che ſi eſamini con un poco più di eſattezza. La Muſica racchiude due ſpezie di oggetti, ne' quali ſembra dover conſiſtere l' ordine; il primo ha rapporto alla differenza de' tuoni alti o baſſi, acuti o gravi; e V. A. ſi ricorderà che tal differenza

di

Digitalizzato da Google

dipende dal numero delle vibrazioni che ogni tuono fa in un dato tempo . Queſta differenza che ſi trova nella celerità delle vibrazioni di tutti i tuoni è ciò che propriamente chiamaſi armonìa . L' effetto dà una muſica , di cui ſi ſentono i rapporti o ſieno le proporzioni che le vibrazioni di tutti i tuoni hanno fra di loro, è la produzione dell' armonìa ; E però due tuoni che differiſcono di un' ottava eccitano il ſentimento della proporzione di 1 a 2 ; una quinta di 2 a 3 , ed una terza maggiore di 4 a 5 . Si comprende dunque l' ordine che ſi trova in qualunque armonìa quando ſi conoſcono tutte le proporzioni che regnano tra que' tuoni di cui l' armonìa vien composta , e non ſono altro che gli orecchj i quali ci conducono a sì fatta cognizione. Queſto guſto più o meno dilicato decide il perchè la medeſima armonìa per tale ſi concepiſce da uno, e da altri no; ſoprattutto quando tali proporzioni tra i tuoni ſono eſpreſſe con numeri un poco grandi . La Muſica, oltre l' armonìa racchiude un' altro oggetto anche ſuſcettibile di ordine , cioè la *miſura* per la quale ſi aſſegna a ciaſchedun tuono una certa durata: e la percezione della miſura conſiſte nella cognizione della durata di tutti i tuoni, e delle proporzioni che ne naſcono, cioè ſe un tuono dura due volte , tre volte , o quattro volte più

Digitalizzato da Google

più di un altro . Il tamburo il timpano ci danno l' idea di una muſica , in cui ha luogo la ſola miſura, perciocchè tutti i tuoni ſono fra di loro uguali ; ed in queſti ſtrumenti non vi è affatto armonìa. Havvi ben anche un' altra muſica tutta in armonìa, ma ſenza la miſura, e queſta è la Corale (a) nella quale tutti i tuoni ſono della ſteſſa durata ; ma una muſica perfetta contiene e l' armonìa e la miſura . Q indi il dilettante che ſente una muſica , e comprende col ſentimento del ſuo udito tutte le proporzioni , su le quali l' armonìa e la miſura ſono fondate , ha certamente la più perfetta cognizione poſſibile di queſta muſica , all' oppoſto un' altro , il quale non concepiſce queſte proporzioni che in parte o niente affatto , o non comprende niente o pure ne

(a) *Non vuol dire già che nella Muſica Corale non vi ſieno differenti durate , ma che la ſoavità di queſta Muſica conſiſte nella ſucceſſione delle conſonanze , di modo che , ſe queſte ſi facciano tutte di ugual durata , non ne patiſca molto , come avverrebbe a quel canto che diciamo figurato. Così ſi ſpiega l' Autore nella detta ſua opera* Tentamen novæ Muſicæ *cap. 3. §. 6.*

Digitalizzato da Google

ne ha una cognizione imperfetta. Ma il punto in quiſtione, cioè il piacere è anche ben differente da queſta cognizione, di cui io ho finora parlato (quantunque ſi poſſa ſoſtenere arditamente che una muſica non potrebbe produrre alcun piacere ancorchè minimo, quando non ſi aveſſe niente di queſta cognizione); Imperciocchè la ſola conoſcenza di tutte le proporzioni sì dell' armonìa che della miſura, che vi è in una muſica non baſta per eccitare il ſentimento del piacere; vi abbiſogna qualche coſa di più, che non v' è chi l' abbia ſviluppata. Per eſſer convinto che non baſta la ſola percezione di tutte le proporzioni di una muſica, non ſi dee far altro che conſiderare una muſica ſempliciſſima, che cammina ſolamente per ottave, e nella quale la percezione delle proporzioni è certamente la più facile; non vi ſarà alcuno a cui queſta muſica poſſa recar piacere, ſebbene ſi abbia di eſſa la più perfetta conoſcenza. In tal caſo potrebbeſi riſpondere, che il piacere richiede una cognizione, la quale non ſia così facile a trovarſi in tutti, e che per conſeguenza ci coſti qualche fatica l' acquiſtarla. Ma neppur ciò baſta ſecondo il mio ſentimento; Una diſſonanza la di cui proporzione conſiſte in numeri più grandi, è certo più difficile ad eſſer capita: Intanto una ſerie di diſſonanze ſituata ſenza ſcelta e ſen-

e ſenza diſegno non potrebbe recar menomo piacere. Egli è dunque neceſſario che il compoſitor della muſica abbia ſeguito nella ſua compoſizione un certo piano di proporzioni reali percettibili; ſe l' intelligente di Muſica ſente queſto pezzo, e comprende oltre le proporzioni anche il piano ed il diſegno che il compoſitore ebbe in mira, ei ſentirà quella ſoddisfazione, in cui conſiſte il piacere, col quale una bella muſica alletta le orecchie intelligenti. Tutto adunque proviene dall' indovinarſi in qualche maniera le mire e i ſentimenti del compoſitore, quali mire a proporzione che ſi giudicano ben eſeguite, ſi riempie lo ſpirito di una ſenſazione piacevole (*a*). Ella è una ſoddisfazione quaſi ſimile a quella, che ſi prova nel vedere un bel pantomimo, da' di cui geſti o azioni, ſi poſſono indovinare i ſen-

(a) *Nella menzionata opera* Tentamen &c. *al capo* 2. §. 11. *&* 12. *l' Autore ſi ſpiega meglio su di ciò, dicendo che il piacere ſi ſente a proporzione che nella muſica ſi riconoſce perfezione. Or queſta perfezione conſiſtendo in adoperare i mezzi proprj al conſeguimento del fine, quanto più troveremo queſto ordine, più ci piacerà la muſica.*

Digitalizzato da Google

ſentimenti e i diſcorſi che ſi vogliono eſprimere, ſpezialmente quando ſi eſegua un piano ben ordinato. L'enigma dello ſpazzacammino, il quale ha tanto piaciuto a V. A. me ne porge anche un belliſſimo paragone. Subitochè ſe ne indovina il ſenſo, e che ſi riconoſce eſſer perfettamente eſpreſſo nella propoſizione dell' enigma, ſi prova un gran piacere di averlo ſciolto; ma gli enigmi goffi e mal inteſi non ce ne cagionano affatto. Tali ſono, a parer mio, i veri principj ſu di cui ſi fondano i giudizj intorno alla bellezza de' pezzi di muſica.

6 Maggio 1760

LETTERA IX.

Compreſſione dell' aria.

LA ſpiegazione del ſuono che ho avuto l' onore di preſentare a V. A. mi porta a conſiderare più dappreſſo l' aria, la quale eſſendo ſuſcettibile di un movimento di vibrazione tal quale è quello, da cui ſono agitati i corpi ſonori come le corde e le campane, ne traſporta lo ſcuotimento ſino all' orecchio. Si cerca dunque che coſa ſia queſt' aria, poichè non ſi capiſce molto facilmente che poſſa eſſer materia; ſembrando che lo ſpazio che ſta attorno a noi, da che non con-

Digitalizzato da Google

contiene corpi ſenſibili, non contenga neppure alcuna materia; in fatti niente par che ci ſia, di maniera che poſſiamo in queſto ſpazio camminare, e muovere tutte le noſtre membra ſenza incontrarvi il menomo oſtacolo; ma non haſſi a far altro che a muovere impetuoſamente una mano per ſentire qualche reſiſtenza, e da ciò eſſer perſuaſo di un vento prodotto da queſto rapido movimento. In effetto il vento altro non è che l' aria poſta in moto; e poichè egli è capace di produrre effetti, così ſorprendenti, come potraſſi dubitare che l'aria non ſia una materia, e per conſeguenza un corpo? giacchè corpo e materia ſono ſinonimi. I corpi ſi dividono in due ſpezie cioè ſolidi, e fluidi; ed è chiaro che l' aria dee annoverarſi tra i fluidi. Ella ha molte proprietà comuni coll' acqua, ma è più ſottile, e più dilicata. Si è conoſciuto per eſperienza, che l' aria è circa 800 volte più ſottile e più rarefatta dell' acqua, vale a dire che ſe l' aria diveniſſe 800 volte più denſa che non è, ſarebbe così conſiſtente come l' acqua. Una principale proprietà dell' aria per cui la ſi diſtingue dagli altri fluidi ſi è, di laſciarſi comprimere o ſia ridurre in uno ſpazio minore, coſa che ſi prova con queſta ſperienza. Si prenda (*Tav. I. fig.* 2.) un tubo di metallo o di vetro *ABCD* bene ot-

Digitalizzato da Google

otturato nella punta *AB* e aperto dall'altra parte, per cui ſi faccia entrare uno ſtantuffo, che riempia eſattamente la cavità del tubo. Si ſpinga dentro lo ſtantuffo, e quando ſarà arrivato al mezzo *E*, l' aria che prima occupava l'intero concavo *ABCD* ſarà ridotta alla metà e conſeguentemente ſarà due volte più denſa. Se lo ſtantuffo ſi ſpinga più addentro ſino al punto *F* che è il mezzo tra *B* ed *E*, l' aria ſarà ridotta in uno ſpazio quattro volte più piccolo; e qualora ſi continuaſſe a ſpignere lo ſtantuffo ſino a *G*, di maniera che *BG* foſſe la metà di *BF*, o ſia l' ottava parte dell' intera lunghezza *BD*, quella ſteſſa aria che prima era diſperſa in tutta la cavità del tubo, ſarebbe in tal caſo ridotta in uno ſpazio otto volte più piccolo. E continuando ſempre a rinſerrarlo in uno ſpazio più picciolo ſino a 800 volte, ſi otterrebbe un' aria 800 volte più denſa o ſia più craſſa che l' aria comune. Dunque ſarebbe cotanto denſa e craſſa quanto l' acqua, coſa che ſi può anche provare con altre ſperienze. In tal guiſa ben ſi conoſce che l' aria è una materia fluida, la quale ſi laſcia comprimere cioè ridurre in uno ſpazio più picciolo; e in queſto l' aria è totalmente differente dall' acqua. Imperciocchè ſe ſi empie di acqua il tubo *ABCD*, e vi s' introduce lo ſtantuffo, non ſarà mai poſſibile farlo entra-

Digitalizzato da Google

trar dentro; qualunque ſi foſſe la forza che vi s' impiegaſſe, egli non penetrerebbe aſſolutamente; e prima di ridurre l' acqua in uno ſpazio qualſivoglia più piccolo ſi romperebbe il tubo. Ecco dunque una differenza eſſenziale tra l' aria e l' acqua; queſta non è ſuſcettibile di menoma compreſſione, e l'aria può eſſer compreſſa quanto ſi vuole. E quanto più ſi comprime più diviene denſa o ſia craſſa; e però l'aria che prima occupava un dato ſpazio, quando la ſarà ridotta o compreſſa in uno ſpazio due volte più picciolo, diviene due volte più denſa, e ſe foſſe compreſſa in un altro dieci volte più picciolo, ella diverrebbe 10 volte più denſa; e così in appreſſo. Ho già oſſervato che ſe diveniſſe 800 volte più denſa uguaglierebbe la denſità dell' acqua, e per conſeguenza ſarebbe ugualmente peſante; perciocchè il peſo creſce colla ſteſſa ragione della denſità. L' oro ch' è il più peſante de' corpi che noi conoſciamo è anche il più denſo. Noi ſappiamo che è 19 volte più peſante dell'acqua; e che una maſſa di oro in forma di cubo, la di cui lunghezza, larghezza, ed altezza foſſe ciaſcuna di un piede peſerebbe 19 volte più che una ſomigliante maſſa di acqua. Or queſta maſſa di acqua peſa 70 libbre; dunque la ſimile maſſa di oro peſerebbe 19 volte 70, cioè 1330 libbre. E però ſe l' aria ſi arrivaſſe a compri-

Digitalizzato da Google

primere a ſegno che foſſe ridotta in uno ſpazio 19 volte 800, vale a dire 15200 volte più picciolo, diverrebbe allora d'ugual denſità e peſo dell' oro: ma già non è poſſibile comprimerla a queſto ſegno. Sul principio non ſi ſtenta a far entrare nel tubo lo ſtantuffo, ma come più ſi avanza più ſi ſtenta a farlo entrare, e prima di arrivare a ridurre l'aria in uno ſpazio 10 volte più piccolo ei fa uopo impiegare tanta forza ad urtare lo ſtantuffo, che il tubo ſi creperebbe quando non foſſe fortiſſimo. E non ſolo vi biſognerebbe molta forza per far penetrare lo ſtantuffo, ma ancora altrettanta ve ne vorrebbe per ſoſtenerlo; e ſe ſi laſciaſſe libero, l'aria compreſſa immediatamente lo riſpignerebbe. Quanto più l'aria è compreſſa tanto più fa forza per iſpandersi e rimetterſi nel ſuo ſtato naturale; e queſta è quella che ſi chiama *Riſorta* o ſia *Elaſticità* dell' aria, su di cui mi ſon preſſo di parlare a V. A. nel proſſimo ordinario.

10 *Maggio* 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA X.

Su la rarefazione e l'elasticità dell' aria.

GIà ha saputo V. A. che l' aria è un fluido circa 800 volte più sottile dell' acqua, di maniera che se l'acqua potesse esser dispersa in uno spazio altrettante volte più grande, sicchè potesse divenire 800 volte più sottile, diverrebbe simile all' aria che noi respiriamo. Ma l'aria ha una proprietà che l'acqua non può avere, cioè di lasciarsi comprimere in uno spazio più piccolo in cui la diviene più condensata, come ho avuto l' onore di provare l' ordinario passato. Or noi scuopriamo nell' aria un' altra proprietà che non è meno rimarchevole, e si è il potersi spandere in uno spazio più grande, e con questo mezzo rendersi anche più sottile. Questa operazione per cui l' aria diviene più rara o sia più rarefatta si chiama *rarefazione* dell'aria. Nun deesi far altro che prendere (*Tav. I. fig. 3.*) come prima un tubo *A B C D*, nel di cui fondo *AC* vi sia un picciolo buco *O*, acciocchè quando si fa entrare lo stantuffo fino ad *F* l' aria possa scapparne via

Digitalizzato da Google

via e non condenſarſi . L' aria dunque che ora occupa tutta la cavità *ACEF* ſarà nel ſuo ſtato naturale , ſi turi poi il buco *O* e ſi tiri in dietro lo ſtantuffo: ed ecco che l' aria ſi ſpanderà ſucceſſivamente in uno ſpazio più grande , di maniera che quando lo ſtantuffo ſarà ſtato ritirato fino a *S* eſſendo lo ſpazio *CS* doppio dello ſpazio *CF* la ſteſſa aria ch' era contenuta nello ſpazio *ACEF* riempirà uno ſpazio due volte più grande ; ſarà dunque così due volte meno denſa o ſia due volte più rara . Quando lo ſtantuffo ſi tira in dietro ſino ad *H* , poichè lo ſpazio *CH* è quattro volte più grande di *CF* , l'aria diverrà anche quattro volte più rara che non era dal principio , eſſendo diſperſa in uno ſpazio quadruplo ; e quando ſi poteſſe lo ſtantuffo ritirare tanto, che lo ſpazio diveniſſe 1000 volte più grande , l' aria diffondendoſi ſempre ugualmente per queſto ſpazio diverrebbe da per tutto 1000 volte più rara . Ecco dunque un' altra differenza eſſenziale tra l'acqua e l'aria: poichè ſe la cavita *ACEF* foſſe piena di acqua , per quanto ſi poteſſe tirare in dietro lo ſtantuffo , l' acqua occuperebbe ſempre il medeſimo ſpazio che nel principio occupava , e 'l reſto ſarebbe ſempre voto. Da ciò noi conoſciamo che l' aria ſia dotata di una forza intrinſeca di ſpanderſi ſempre più , proprietà che ha non meno

Digitalizzato da Google

quando è condenſata che quando è rarefatta. In qualunque ſtato di condenſazione o di rarefazione che ſi trovi, ſempre fa degli ſforzi per diſtenderſi in uno ſpazio più grande, e ſi ſtende effettivamente ſubito che non incontra alcuno oſtacolo. Queſta forza di ſpanderſi è quella che chiamaſi la riſorta, o ſia l' elaſticità dell' aria, e coll' eſperienze di cui io ho parlato ſi è veduto che tale forza è ſempre proporzionata alla ſua denſità; vale a dire che quanto più l' aria è condenſata più fa forza per diſtenderſi; e quanto più è rarefatta meno eſercita i ſuoi ſforzi. Forſe mi ſi domanderà per qual motivo l' aria che ora ſi trova nella mia camera, avendo già la forza di ſpanderſi in uno ſpazio più grande, non ſe ne ſcappi dalla porta? V. A. ſenza dubbio riſponderà, che ciò accaderebbe infallibilmente, ſe l' aria che ſta fuori non faceſſe anch' eſſa degli ſforzi per iſpanderſi; e che gli ſforzi co' quali l' aria della mia camera vorrebbe uſcirne, eſſendo uguali agli ſforzi co' quali l' aria di fuori cercherebbe di entrare, arreſtano ſcambievolmente le di loro forze e ognuna reſta in ripoſo. Se l' aria di fuori aveſſe acquiſtato per qualche accidente maggior denſità e maggiore elaſticità, ve n' entrerebbe certo una porzione nella camera, dove eſſendo l' aria compreſſa acquiſterebbe anch' eſſa una elaſti-

Digitalizzato da Google

cità più grande , la quale riterrebbe fino a tanto che non uguaglierebbe nell' elaſticità l' aria di fuori . E ſe l' aria della camera diveniſſe in un tratto più denſa , e la ſua elaſticità ſuperaſſe quella dell' aria di fuori, l'aria della camera ſe ne ſcapperebbe via , e perdendo la ſua denſità perderebbe a proporzione la ſua elaſti cità ancora fino a tanto che non giugneſſe al grado dell' aria di fuori ; allora ceſſerebbe il movimento e reſterebbe l' una e l' altra aria in equilibrio . Pertanto l' aria libera allora è tranquilla quando è ugualmente elaſtica che quella che l' è dappreſſo ; e ſubito che in un luogo l' aria diviene più o meno elaſtica di quella che l' è vicina , l' equilibrio non può più mantenerſi : di modo che dove l' elaſticità è più grande , l'aria ſi ſpanderà e ſi gitterà in que' luoghi ove la troverà più picciola ; e da queſto movimento dell' aria ha origine il vento . Da ciò naſce che l'eſticità dell'aria è ora più grande ora più piccola nel medeſimo luogo , e queſta è quella variazione indicata dal *barometro* , la di cui deſcrizione merita d' eſſere ſpiegata più particolarmente . Per ora io mi riſtringo alle qualità dell' aria alla ſua condenſazione e alla ſua rarefazione , ripetendo che quanto più è condenſata più ha forza di ſpanderſi , o ſia ha più elaſticità ; al contrario quanto più è rarefatta più perde della ſua elaſticità . I Fiſici hanno in-

Digitalizzato da Google

ventato una macchina per la quale si può condensare l' aria e rarefarsi come si vuole, e chiamasi *macchina Pneumatica*. Essi se ne servono a molte sperienze del tutto sorprendenti, di cui la maggior parte sarà già nota a V. A.. Però mi riserbo parlar di alcune solamente che sono necessarie a rischiarare e spiegar la natura e le proprietà dell' aria, le quali influendo principalmente alla nostra conservazione e alla produzione che fa la terra di quanto ci bisogna, meritano che se ne formi un' esatta idea.

14 *Maggio* 1760.

LETTERA XI.

Gravità dell' aria.

MI diedi già l'onore di dimostrare a V. A. che l' aria è un fluido dotato di una proprietà particolare cioè di ristrignersi in uno spazio più picciolo, e di dilatarsi in uno più grande qualora non incontra degli ostacoli, e che perciò l' aria è suscettibile di condensazione e di rarefazione. Tale proprietà è conosciuta sotto il nome di risorta o sia elasticità, la quale si attribuisce all' aria perciocchè l' è simile ad una molla che

Digitalizzato da Google

che ſi fa piegare e ſi ſvolge toſto che ſe le tolgano gli oſtacoli ; queſta forza nell' aria va accompagnata con un' altra proprietà che l'è comune con qualunque corpo in generale , cioè la gravità o ſia il peſo , per mezzo del quale tutti i corpi hanno un' inclinazione a piombar giù , e che li fa ſcendere quando non ſieno ſoſtenuti . I dotti ſono diſcordanti e molto incerti su la vera cagione di queſta forza , ma che che ne ſia della ſua cagione non v' ha dubbio ch' eſſa vi ſia . Noi ne ſiamo convinti alla giornata dalla ſperienza : anzi ne ſappiamo la quantità a ſegno che la poſſiamo miſurare eſattamente . Imperciocchè il peſo di un corpo non è altro che quella forza che lo tira al baſſo , e potendoſi conoſcere e miſurare eſattamente il peſo di qualunque corpo, ſi può parimente conoſcere perfettamente l' effetto della gravità , benchè la cagione o ſia la forza inviſibile , che agiſce su di tutti i corpi per farli diſcendere ci ſia affolutamente ignota ; ſappiamo non pertanto di certo , che quanto più materia contiene un corpo , tanto più è peſante . L' oro e 'l piombo peſano più del legno o di una piuma , perciocchè contengono maggior materia nel medeſimo volume o ſia nella medeſima eſtenſione . Queſta è dunque la ragione per cui l'aria è una materia così ſottile e così dilicata , perchè la

Digitalizzato da Google

ſua gravità o ſia il ſuo peſo è tanto picciolo che comunemente sfugge i noſtri ſenſi: ma intanto vi ſono dell'eſperienze, le quali ce ne danno una piena dimoſtrazione. Ha veduto già V. A. che ſi può rarefare l' aria in un vaſo o ſia tubo; anzi colla macchina pneumatica ſi può giugnere fino a togliernela del tutto reſtando affatto vota la cavità del vaſo. O pure ſi prenda (*Tav. I. fig.* 4) un tubo *ABCD.*, in cui ſi metta prima uno ſtantuffo in guiſa che arrivi a toccare perfettamente il fondo ſicchè non vi reſti menoma aria tra 'l fondo e lo ſtantuffo. Per potervi meglio riuſcire ſarebbe bene che vi foſſe nel fondo un picciolo buco *G* per cui poteſſe uſcir l' aria nell' atto che ſi ſpigne lo ſtantuffo ſino al fondo; fatto ciò ſi dee turar bene il buco per aſſicurarſi che non vi ſia affatto aria naſcoſta e compreſſa tra 'l fondo e lo ſtantuffo. Dopo queſta preparazione ſi ritiri in dietro lo ſtantuffo, e non potendo l'aria di fuori penetrare il tubo, ſi avrà un voto perfetto tra 'l fondo del tubo e lo ſtantuffo, qual voto ſi può rendere quanto ſi vuole più grande con andare ſempre più tirando in dietro lo ſtantuffo. Con un tal mezzo ſi può votare di aria la concavità di un vaſo, e ſe ſi peſi queſto vaſo voto in una bilancia eſatta, ſi troverà meno peſante di quel ch' era pieno; e però ſi deduce queſta impor-

tan-

Digitalizzato da Google

tantiſſima concluſione, che l' aria contenuta nel voto di un vaſo ne aumenta il peſo, e che l' aria anch' eſſa abbia del peſo. Se la cavità del vaſo è molto grande che poſſa contenere 800 libbre di acqua, ſi vedrà che l' aria la quale riempie queſto cavo peſa circa una libbra, da che ſi deduce che l'aria è circa 800 volte meno peſante dell' acqua. Tutto ciò deeſi intendere dell' aria ordinaria che ſta intorno a noi e che noi reſpiriamo; poichè è noto a V. A. che coll' arte ſi può comprimere l' aria rinſerrandola in uno ſpazio minore, e così acquiſta maggior peſo. Se il vaſo della capacità di 800 libbre di acqua di cui di ſopra ho parlato foſſe riempiuto di un' aria due volte più compreſsa dell' ordinaria, egli peſerebbe due libbre più che ſe foſse voto. Se poi foſse pieno di un' aria 800 volte più compreſsa dell' aria comune, in queſto caſo peſerebbe 800 libbre più che ſe foſse voto, e come ſe foſse ripieno di acqua. Perciocchè dunque l'aria è un corpo peſante, ſebbene nel ſuo ſtato naturale la ſua gravità ſia piccioliſſima, pure è dotata della forza di ſcendere; e per conſeguenza preme o peſa su di que' corpi, che ſi trovano al di ſotto, i quali ne impediſcono la diſceſa. Queſta è la ragione perchè l' aria ſuperiore peſa su l'inferiore, e per cui queſta ſi trova in uno ſtato di compreſſione per lo peſo

Digitalizzato da Google

ſo di tutta la maſſa di aria che ſi trova al di ſopra. Da ciò naſce che nella noſtra regione l'aria ha un certo grado di compreſſione o ſia di denſità, a cui la vien ridotta dal peſo dell' aria ſuperiore; e quando la ſuperiore foſse più o meno peſante, la noſtra aria diverrebbe anch' eſsa più o meno compreſsa. E però l' aria di ſotto ſoſtiene il peſo dell' aria di ſopra, e quanto più noi ſalghiamo in alto o ſopra una torre o ſopra una montagna, più l' aria perde della ſua denſità, e diviene rarefatta in guiſa che ſe foſse poſſibile di andare ſempre più in alto, ſi perderebbe l' aria del tutto, o pure diverrebbe tanto ſottile e rarefatta, che ſarebbe totalmente inſenſibile. Al contrario ſe ſi ſcende in un cavo profondiſſimo, la denſità dell' aria aumenta ſempre più a motivo della maſsa maggiore di aria che ſta ſopra; coſicchè ſe poteſse farſi un buco ſino al centro della Terra, la denſità dell' aria creſcerebbe fino ad acquiſtare quella dell'acqua e ancor dell' oro.

17 Maggio 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XII.

Dell' atmosfera e del barometro.

Dopo aver provato che l'aria ſia un fluido peſante e atto a comprimerſi, io oſſervo che la Terra da tutte le parti viene circondata da queſt' aria, la quale ſi chiama *atmosfera*. Sarebbe già impoſſibile che vi foſſe una contrada della Terra ſprovveduta di aria ſenza niente affatto al di ſopra, e che perciò vi foſſe un voto perfetto; imperciocchè l'aria delle regioni vicine compreſſa dal peſo dell' aria ſuperiore e facendo degli ſforzi continui per dilatarſi, ſi diffonderebbe in un ſubito per la detta contrada, e perciò ſi riempirebbe lo ſpazio voto. L' atmosfera adunque occupa tutto lo ſpazio intorno la Terra, e l' aria inferiore ſoſtenendo il peſo di quella che l'è ſopra, ne viene compreſſa da per tutto. Or nel comprimerſi l' aria ſi aumenta la ſua elaſticità, e ciaſcheduno grado di compreſſione racchiude un dato grado di elaſticità, per mezzo della quale l' aria ſi ſforza di ſpanderſi. Dunque l' aria vien ſempre compreſſa dal peſo di quella che ſta al di ſopra preciſamente a quel gra-

Digitalizzato da Google

grado che la ſua elaſticità diviene uguale alla forza che la comprime. Così quantunque queſt' aria venga compreſſa ſoltanto da quella che le ſta ſopra, pure a cagione della ſua elaſticità fa forza di ſpanderſi da per tutto non ſolo in giù ma benanche lateralmente; e però ſi capiſce il perchè l' aria di una camera è ugualmente compreſſa di quella che ſta fuori, coſa che è ſembrata un paradoſſo aſſai ſtrano ad alcuni Filoſofi. Perchè, dicono eſſi, in una camera l' aria che ſta al baſſo non vien compreſſa che ſolamente da quell' aria che nella camera ſta al di ſopra: ma quella che ſta fuori vien compreſſa dall' intero peſo dell' atmosfera, la di cui altezza è quaſi immenſa. Ma egli vi vuol poco a riſolvere queſto dúbbio ſe riflettaſi alla proprietà che ha l' aria nell' eſſer compreſſa di procurare per ogni via di dilatarſi. Or l'aria della camera è già reſa dall' aria eſteriore nel medeſimo grado di compreſſione e di elaſticità; dunque o che noi ci troviamo in una camera o fuori, ſempre avremo la medeſima compreſſione di aria: ben' inteſo che ciò accade alla medeſima altezza o ſia alla medeſima diſtanza dal centro della Terra; avendo già oſſervato che ſalendoſi ſopra un' alta torre o ſopra una montagna, la compreſſione dell'aria vi è certamente minore; perciocchè minore ſi è il peſo di quell'aria che

Digitalizzato da Google

che ſta al di ſopra . Molti fenomeni confermano ad evidenza queſto ſtato di compreſſione di aria . Se ſi prende (*Tav.* 1. *fig.* 5.) un tubo *AB* otturato nel buco *A*, e dopo averlo ripieno di aria o di altro fluido ſi rivolti in maniera che il buco aperto *B* ſtia da ſotto, non ne ſcolerà nè pure una gocciola ; poichè l' elaſticità o ſia la compreſſione dell' aria che da ſotto urta il fluido in *B* la ſoſtiene nel tubo . Ma ſe ſi apra il tubo in *A* , ſubito il fluido ſe ne cade ; perciocchè allora l' aria ch' entra dal buco agiſce da ſopra colla ſua preſſione ſull' acqua , e l' urta in giù ; ecco una prova che fintantocchè il tubo è chiuſo nella parte ſuperiore , la forza dell' aria eſteriore vi ſoſtiene l' acqua dentro . Di più ſe queſto tubo ſi fa entrare in un vaſo da cui n' è eſtratta l' aria per mezzo della macchina pneumatica , ſubito l'acqua ſe ne cade . Gli Antichi come ignoravano queſta proprietà dell' aria , dicevano che la natura ſteſſa ſoſtenea il fluido nel tubo per la paura o ſia per l' orrore che ha per lo voto . Imperciocchè , dicean eſſi , ſe il fluido diſcendeſſe vi reſterebbe un voto nella parte ſuperiore interna del tubo , non potendo l' aria trovarſi il paſſaggio per entrarvi . Quindi ſecondo eſſi ſarebbe la paura del voto che impedirebbe la caduta del fluido . Ma oggidì non vi ha chi dubiti che la forza dell'

aria

Digitalizzato da Google

aria ſoſtiene il peſo del fluido nel tubo ; ed avendo queſta forza una quantità determinata , un tale effetto non potrebbe avverarſi in certi caſi. Si è ſperimentato infatti che ſe il tubo *AB* pieno di acqua ha più di 33 piedi di lunghezza, l' acqua non vi reſta più ſoſpeſa , ma ſe ne ſcola ſino a che il tubo reſti pieno all' altezza di 33 piedi, e però reſta un vero voto al di ſopra . Or giacchè la forza dell'aria non può ſoſtenere l' acqua nel tubo che all'altezza di 33 piedi , eſſendo queſta la ſteſſa forza che ſoſtiene tutta l' atmosfera , ſi è conchiuſo che l' atmosfera peſa tanto quanto una colonna di acqua alta 33 piedi , e ſe in vece dell' acqua ſi prenda il mercurio , che peſa 14 volte più , la forza dell' aria non è capace di ſoſtenerlo nel tubo che all' altezza di circa 28 pollici ; e ſe il tubo è più alto, il mercurio diſcende fino a tanto che l' altezza è proporzionata alla preſſione dell' atmosfera , e però laſcia uno ſpazio voto nella parte ſuperiore del tubo . Or queſto tubo pieno di mercurio turato nella parte ſuperiore ed aperto da ſotto , ci ſomminiſtra quello ſtrumento che chiamaſi *barometro* , col quale ſi è conoſciuto che l' atmosfera non è ſempre uguale nel peſo ; in fatti nel barometro ſi conoſce la ſua vera gravità dall' altezza del mercurio , il quale alzandoſi o baſſandoſi , indica che l' aria o l' atmosfera

Digitalizzato da Google

è divenuta più o meno pesante. Questa è la vera spiegazione del *barometro*; ed ogni volta che sale o scende, è segno infallibile che il peso o sia la pressione dell'atmosfera cresce o manca, e questo è quanto mi era prefisso metter innanzi agli occhi di V. A.

20 Maggio 1760.

LETTERA XIII.

Degli schioppi a vento, e del grado di compressione che ha l' aria nella polvere d' archibuso.

AVendo già spiegato a V. A. questa proprietà singolare dell'aria, per la quale si fa ridurre in uno spazio più angusto (ciò che si chiama condensazione dell'aria) siamo ora nello stato di render ragione di molte produzioni della natura e dell'arte. Io comincerò dalla spiegazione dello schioppo a vento, sapendo di certo esser ben noto a V. A. questo strumento. La sua costruzione rassomiglia a quella dello schioppo ordinario, ma in luogo di polvere si fa uso di aria condensata per tirare la palla. Per intelligenza di questa operazione è uopo offervare, che per

Digitalizzato da Google

per condenſare l' aria ſi dee impiegare una forza proporzionata alla condenſazione che ſi ricerca ; l' aria condenſata fa degli ſforzi per dilatarſi , ed i ſuoi ſforzi ſono preciſamente uguali , a quella forza che è neceſſaria per condenſarla ſino a un tal punto ; Dunque quanto più l' aria è condenſata tanto più è conſiderabile il ſuo ſforzo per dilatarſi , e ſe l' aria ſi poteſſe ridurre ad una denſità doppia dell' ordinaria (lo che accade infallibilmente qualora ſi riduca l' aria in uno ſpazio due volte più piccolo) la forza con cui la procura di dilatarſi , è uguale alla preſſione di una colonna di acqua dell' altezza di 33 piedi . Si figuri V. A. una gran botte di queſta altezza piena di acqua, queſta ſenza dubbio farà de' grandi ſforzi ſopra il fondo ; ſe vi ſi faccia un pertugio , l'acqua ne uſcirà con gran violenza, e ſe ſi turi queſto col dito ſi ſente chiaro queſta forza dell' acqua ; il fondo adunque della botte reſiſte da per tutto con queſta ſteſſa forza . Or un vaſo che contiene un' aria due volte più denſa dell' ordinaria dovrà provare preciſamente queſta forza , e ſi romperà certo ſe non è ſufficientemente forte a ſoſtenerla. E' neceſſario dunque che la materia di queſto vaſo ſia forte ugualmente che il fondo della botte . Se in queſto medeſimo vaſo l' aria foſſe tre volte più denſa dell' ordinaria , la ſua forza ſarebbe al-

Digitalizzato da Google

altrettanto più grande ; e propriamente ugua-
le a quella che potrebbe eſſer ſoſtenuta da
un fondo di una botte piena di acqua all'
altezza 66 piedi . Facilmente potrà com-
prendere V. A. quanto queſta forza ſarebbe
grande , e creſcerebbe ancora colla medeſi-
ma proporzione , ſe l' aria foſſe condenſata
4 , o 5 volte più dell'ordinaria . Poſto ciò,
havvi nel fondo dello ſchioppo una cavità
ben chiuſa da tutte le parti , nella quale ſi
va reſtrignendo l'aria ſempre più per ridur-
la a un tale grado di denſità che poſſono
giugnere le forze che vi s' impiegano e
così l' aria rinſerrata in queſto concavo ac-
quiſterà una forza terribile a ſcapparne via;
di maniera che ſe vi ſi faceſſe un buco , ſe
ne uſcirebbe con altrettanta violenza . Or que-
ſto buco vi ſta effettivamente giuſto nell'
eſtremità del tubo ove ſi mette la palla , e
ſta ben turato , il quale quando ſi vuol ti-
rare facendo un picciol moto ſi apre in un
momento , e l' aria ſcappandoſene via urta
la palla con quella violenza che noi la ve-
diamo uſcire . Ogni volta che ſi tira , il
buco non rimane aperto che un momento ,
e perciò non ſe ne ſcappa che poca quanti-
tà di aria , di modo che nè reſta quanto
baſta per tirare più volte . Ma la ſua den-
ſità e in conſeguenza la ſua forza andandoſi
ogni volta a diminuire , i colpi poſteriori
ſono meno forti che i primi , e finalmente

Digitalizzato da Google

la forza ſvaniſce del tutto . Se il buco reſtaſſe più tempo aperto , ſe ne ſcapperebbe maggior quantità d' aria inutilmente ; poichè una tal forza non agiſce su la palla , che mentre ſi trova nella canna dello ſchioppo; ſubito che n' è uſcita , è inutile che il buco reſti più aperto . Da tutto ciò ſi vede che ſe ſi poteſſe ſempre più accreſcere la condenſazione dell' aria , potrebbero gli ſchioppi a vento produrre i medeſimi effetti che gli ordinarj e i cannoni ; in fatti ſu lo ſteſſo principio ſi fonda l'effetto che produce l' artiglieria . La polvere d' archibuſo non è altro che una materia , la quale contiene ne'ſuoi pori un'aria eſtremamente condenſata . La natura vi ha prodotto le medeſime operazioni che noi facciamo comprimendo l'aria ; ma di più eſſa vi ha portato la condenſazione in un grado più alto . Non haſſi a far altro che aprire le piccole cavità ove queſta aria denſa ſta racchiuſa per procurarle la libertà di ſcapparne via, ciò che ſi fa per mezzo del fuoco che rompe queſte piccole cavità , donde l' aria racchiuſa ſcappa via in un'iſtante colla maggior forza poſſibile , ed urta la palla e i pallini in una maniera del tutto ſimile à quella , che abbiam detto di ſopra dello ſchioppo a vento , ma con molto più di forza . Ecco dunque due effetti molto ſorprendenti, i quali riconoſcono la di loro origine dal-

la

Digitalizzato da Google

la condenſazione dell' aria, colla ſola differenza che in uno la condenſazione è l'opera dell' arte, nell'altro è della ſteſſa natura. Si vede dunque in queſta occaſione, come in tutte le altre, che le operazioni della natura ſono infinitamente ſuperiori a quelle dell' induſtria dell' uomo; e noi troviamo da per tutto i motivi più ſorprendenti per ammirare la potenza e la ſaviezza dell'Autore della natura.

24 *Maggio* 1760.

LETTERA XIV.

Effetti del caldo e del freddo ſopra tutti i corpi e su i pirometri e i termometri.

OLtre quelle qualità dell' aria, che ho avuto l'onore di comunicare a V. A., havvenne un' altra conſiderevoliſſima comune a tutti gli altri corpi anche ſolidi, e ſi è il cambiamento che in eſſa produce il freddo e'l caldo. Si oſſerva generalmente che tutti i corpi quando ſono riſcaldati s'ingrandiſcono; così una sbarra di ferro rovente è un poco più lunga e più condenſata, che quando l'è fredda. E vi è uno ſtrumento, che

Digitalizzato da Google

ſi chiama *pirometro* formato in guiſa , che indica ſenſibilmente gli allungamenti o accorciamenti che ſoffre una sbarra che vi ſi applica . Sa bene V. A. che in una moſtra alcune ruote camminano lentiſſimamente , mentre il movimento delle altre è rapidiſſimo , benchè prodotto dal movimento lento delle prime . In tal guiſa , con una ſpezie di arte d' orologiaro può farſi che di un cambiamento quaſi inſenſibile ne riſulti un' effetto conſiderevoliſſimo , e queſto è quanto ſi pratica nello ſtrumento chiamato *pirometro* , di cui io parlo . Nel poggiarvi una sbarra di ferro o di altra materia , quando queſta diviene quanto ſi ſia poco o più lunga o più corta , vi è un indice come in una moſtra che n' è determinato a percorrere uno ſpazio conſiderevoliſſimo ; ſe dunque ſi applica ſu di queſto ſtrumento una sbarra di ferro o di altra materia , e ſotto di eſſa ſi ſitui una fiaccola per riſcardarla , l' indice vien ſubito poſto in moto , e indica che la sbarra diviene più lunga , e quanto più ſi aumenta il colore , più la sbarra creſce in lunghezza : ma ſe ſi eſtingue la fiaccola e ſi laſcia raffreddare la sbarra , l' indice ſi muove tutto al contrario , e fa conoſcere che ritorna di nuovo più corta . Intanto tal cambiamento è così piccolo , che non vi ſarebbe ſenza il ſoccorſo di queſto ſtrumento alcun' altra via d' accorgerſene .

Si

Digitalizzato da Google

Si riconoſce anche queſta variazione negli orologj a pendolo. Il pendolo vi ſi applica per modificare il movimento, di maniera che ſe ſi allunga, l' orologio cammina con maggior lentezza; e ſe ſi abbrevia, cammina più preſto. Or ſi è oſſervato ne' gran caldi che tutti gli orologj camminano più lentamente, e ne' gran freddi più preſto; ſegno evidente che il pendolo diviene più lungo in tempo de' caldi, e più corto ne' freddi. Sì fatta variabilità cagionata dal caldo e dal freddo ſi trova in tutti i corpi, ma differiſce di molto a proporzione della natura della materia di cui eſſi vengon formati, ed havvene certi, che ne ſono più ſenſibili degli altri. Soprattutto ne' corpi fluidi è ſenſibiliſſima queſta varietà. Per eſſerne aſſicurato ſi prenda (*Tav.* I *fig.* 6) un tubo di vetro *BC*, unito per lo buco *B* ad una palla vota *A*, e ſi riempia il tubo di qualunque liquore ſi ſia ſino ad *M*. Quando ſi riſcalda la palla *A*, il liquore ſale da *M* verſo *C*, e quando ſopravviene il freddo, il liquore ſcende verſo *B*; ſi vede però ad evidenza che il medeſimo liquore occupa uno ſpazio maggiore nello ſtato di calore, ed uno minore in quello di freddo. Si vede di più che tale variazione dee eſſere più ſenſibile, allora quando la palla è larga e 'l tubo è ſtretto; perciocchè ſe tutta la maſſa del li-

Digitalizzato da Google

liquore si aumenta o si diminuisce di una millesima parte, questa millesima parte occuperà nel tubo uno spazio tanto più grande quanto il tubo sarà più stretto. Un tale strumento adunque è molto proprio a indicarci i diversi gradi di caldo e di freddo; imperciocchè se il liquore vi sale o scende egli è un segno evidente, che il caldo cresce o manca. Questo è lo strumento che si chiama *termometro*, il quale serve a indicarci i cambiamenti del caldo e del freddo, differente affatto dal *barometro*, il quale c' indica il peso dell' aria, o piuttosto la forza con cui vien compressa l' aria della nostra regione. Questa notizia è molto necessaria, perciocchè i *barometri* e i *termometri* si rassomigliano di molto, essendo amendue tubi di vetro ripieni di mercurio: ma la di loro costruzione, e i principj su i quali son fondati sono del tutto differenti. Questa qualità de' corpi di stendersi per mezzo del caldo e di raccorciarsi pel freddo, appartiene anche all'aria, ed in un grado eminentissimo e mi son prefisso farne parola più a lungo nel prossimo ordinario.

27 Maggio 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA XV.

De' cambiamenti che il caldo e 'l freddo producono nell' atmosfera.

IL caldo e 'l freddo producono nell' aria lo ſteſſo effetto che in tutti gli altri corpi. L' aria vien rarefatta dal caldo e condenſata dal freddo. Secondo quel che ho avuto l' onore di ſpiegare a V. A., data una quantità di aria, queſta non è già determinata ad occupare un certo ſpazio, come accade in tutti gli altri corpi, ma per ſua natura ſempre tende a dilatarſi, e ſi ſtende effettivamente da che non incontra oſtacolo che gliel' impediſce. Queſta è la proprietà che ſi chiama *elaſticità* dell' aria. Se dunque l' aria ſi chiuda in un vaſo farà ſubito degli ſforzi per romperlo, e tanto più grandi quanto più vi ſarà condenſata. Da ciò ſi è dedotta la regola che l' elaſticità dell' aria è proporzionata alla ſua denſità; di maniera che ſe l' aria foſſe due volte più denſa, la ſua elaſticità ſarebbe altresì due volte più grande; ed in generale ogni grado di elaſticità corriſponde ad un ugual gra-

Digitalizzato da Google

do di denſità . E' uopo non però offervare che queſta regola non è vera , che quando l'aria conſerva lo ſteſſo grado di caldo . Perciocchè qualora divenga più calda , acquiſta maggior forza per dilatarſi : all' incontro il freddo produce in eſſa l' effetto oppoſto diminuendo la ſua forza eſpanſiva . Per ſapere dunque la vera elaſticità di una maſſa di aria , non baſta ſaperne la denſità , ma è uopo ſapere di più il grado del calore che contiene . Per mettere più in chiaro quanto abbiam detto , immaginiamoci due camere ben chiuſe da tutte le parti , ma che comunichino tra di loro ſolamente per mezzo di una porta , e ſupponghiamo che vi ſia in eſſe il medeſimo grado di caldo ; neceſſariamente lo ſteſſo grado di denſità ſi troverà nell' una che nell' altra ; imperciocchè ſe l'aria foſſe più denſa e per conſeguenza più elaſtica nell' una che nell' altra , dalla prima ne ſcapperebbe una porzione per inſinuarſi nella ſeconda , fintantocchè diveniſſe l' aria delle due camere della ſteſſa denſità . Ma ſupponghiamo che una camera divenga più calda dell' altra , l'aria acquiſtandovi una maggiore elaſticità ſi dilaterà effettivamente ed entrando nell' altra camera ne ridurrà l' aria in uno ſpazio minore , fintantocchè l'elaſticità divenga del medeſimo grado nell'una che nell'altra . Nel tempo di queſta mutazione paſſerà

Digitalizzato da Google

rà un certo vento per la porta della camera calda alla fredda; e quando sarà rimesso l' equilibrio l' aria sarà più rarefatta nella camera calda e più condensata nella fredda; e pure l' elasticità d' ambedue le arie sarà uguale. Da ciò si vede evidentemente che due masse di aria diverse nella densità possono avere la medesima elasticità quando una sia più calda dell' altra; ed in questo stesso caso può accadere che due mafse di aria del medesimo grado di densità abbiano diversi gradi di elasticità. Quanto ho detto delle due camere può applicarsi a due regioni; e così si comprende che qualora una regione divien più calda dell' altra, l' aria dee per necessità passare da quella a questa, ed ecco il vento. Questa è dunque una origine molto feconda di venti, (benchè vene sieno forse anche delle altre) producendosi questi da' diversi gradi di caldo, che regnano nelle differenti regioni della Terra; e si può dimostrare, che tutta l' aria la quale sta attorno alla Terra in un sol caso potrebbe esser in istato di quiete, quando da per tutto in uguali altezze vi fosse lo stesso grado e di densità e di caldo. E se accadesse di non esservi affatto vento sopra tutta la superficie della Terra, si potrebbe sicuramente conchiudere che l' aria sarebbe anche da per tutto ugualmente densa e calda ad uguali altezze. Ma perchè questo non ac-

Digitalizzato da Google

accade mai, bisogna dire che vi sieno sempre de'venti, almeno in alcune regioni. Ma questi venti non si trovano per lo più che sopra la superficie della Terra, e quanto più noi ci eleviamo in alto, tanto meno sono impetuosi. Non si osserva quasi affatto vento sopra le montagne assai alte, e regna quivi una calma perpetua; donde potremmo assicurarci che andandosi più in alto l'aria vi è sempre nello stato di quiete. Ne segue di ciò, che in queste regioni molto alte, vi regna da per tutto intorno alla Terra il medesimo grado di densità e di caldo; poichè se in esse vi fosse più caldo in un luogo che in un altro, l' aria non potrebbe essere in riposo, ma vi sarebbe del vento; E non essendovi affatto vento in tali regioni elevate, bisogna conchiudere che da per tutto, e sempre vi sia lo stesso grado di caldo: questo sembra un paradosso molto strano, sapendo le grandi variazioni di calore e di freddo che noi proviamo quaggiù nel corso dell' anno e anche da un giorno all' altro, senza parlare de' differenti *climi*; cioè a dire de' caldi insopportabili sotto l' Equatore e de' ghiacci spaventevoli verso i poli della Terra. Ma la stessa sperienza conferma la verità di questo che sembrava paradosso. La neve, e 'l ghiaccio si mantengono ugualmente l' Està che l' Inverno su le montagne degli Svizzeri, e

Digitalizzato da Google

ſono inalterabili ſopra le *Cordeliere* altiſſime montagne del Perù in America ſituate giuſto ſottò l'Equatore, dove vi regna un freddo così eccesſivo come nelle regioni polari. L'altezza di queſte montagne non è più di un miglio di Alemagna cioè di 24000 piedi; ſi può dunque conchiudere con ſicurezza che ſe noi poteſſimo volare in alto all' altezza di 24000 piedi ſopra la Terra, vi ſperimenteremmo ſempre e da per tutto freddo eccesſivo ad uno ſteſso grado. Noi non troveremmo alcuna differenza nè di Eſtà nè d' Inverno, nè ſotto l' Equatore nè ſotto i Poli. A queſta altezza dunque e più in alto lo ſtato dell' atmosfera è da per tutto e ſempre lo ſteſso; e le mutazioni di caldo e freddo ſolamente quaggiù da noi hanno luogo vicino la ſuperficie della Terra, e quaggiù ſolamente l' effetto de' raggi del Sole diviene ſenſibile. Senza dubbio V. A. è curioſa di ſaperne la ragione, e queſta diverrà il ſoggetto dell' altra mia.

31 *Maggio* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XVI.

Ragioni del freddo che si sperimenta su le montagne più alte ugualmente che nelle caverne molto profonde.

IL fenomeno di provare il medesimo grado di freddo da per tutto nell'aria qualora si salga ad un' altezza grandissima, come sarebbe di 24000 piedi (se pur fosse possibile) sembra molto strano a motivo delle variazioni del caldo che sentiamo su la Terra, non solamente in differenti climi ma anche nelle stesse contrade secondo le differenti stagioni dell'anno, variazioni per verità molto considerabili. Or questa varietà che accade quaggiù è senza dubbio cagionata dal Sole; sembra dunque che la sua influenza dovesse esser la stessa non meno in alto che nel basso: soprattutto se riflettiamo che l' altezza di 24000 piedi o sia d' un miglio, comecchè sia grandissima relativamente a noi e sorpassi le nuvole più alte, pur nondimeno l'è giusto un niente per rapporto alla distanza del Sole che è circa trenta milioni di miglia. Questo veramente è un dubbio molto importante che dee

scio-

Digitalizzato da Google

ſcioglierſi. E per venirne a capo, oſservo in prima che i raggi del Sole allora riſcaldano i corpi, quando queſti non permettono a' raggi ſolari un libero paſſaggio per mezzo di loro. Sa bene V. A. che diconſi *traſparenti pellucidi e diafani* que' corpi per mezzo de'quali noi poſſiamo vedere gli oggetti. Di queſta ſpezie ſono il vetro, il criſtallo, il diamante, l'acqua, e molti altri liquori, benchè alcuni di eſſi ſieno più traſparenti altri meno. Or ſe ſi oppone a' raggi del Sole uno di queſti corpi traſparenti non ſi riſcalda certamente tanto quanto un corpo non traſparente, come il legno o il ferro ec. Diconſi poi opachi que' corpi che non ſono affatto traſparenti. Una lente per eſempio o uno ſpecchio uſtorio co' raggi del Sole che traſmette brucia i corpi opachi, ſenza che ne venga riſcaldato: L' acqua eſpoſta al Sole diviene certamente un poco calda, ma ſolo perchè non l' è perfettamente traſparente; e quando noi la ſperimentiamo aſſai riſcaldata dal Sole alle ſponde de' fiumi, ciò naſce dal fondo, in cui eſſendovi de' corpi opachi, queſti vengono riſcaldati da' raggi ſolari che ſi comunicano loro per mezzo dell'acqua; E come un corpo caldo comunica ſempre il ſuo calore a quelli che gli ſono d' intorno; così a queſt' acqua vien comunicato il calore dal ſuo fondo: in fatti ſe l' acqua è profondiſſima ſicchè

Digitalizzato da Google

chè i raggi non poſſano penetrare ſino al fondo, appena vi ſi vedrà qualche calore quantunque il Sole vi batta con tutta la ſua attività: Or eſſendo l' aria un corpo traſparente in un grado ſenza paragone maggiore che non è il vetro e l'acqua; ne ſegue che non potrebbe eſſer riſcaldata dal Sole, perciocchè i ſuoi raggi paſſerebbero liberamente per mezzo di eſſa. Quel caldo dunque che noi ſpeſſo ſentiamo nell' aria, ſe le comunica da' corpi opachi che vengono riſcaldati da'raggi ſolari; e ſe foſſe poſſibile di annientare tutti queſti corpi, l'aria non ſoffrirebbe quaſi alcuna alterazione da' raggi del Sole; ſicchè o foſſe o no eſpoſta al Sole la ſarebbe ſempre ugualmente fredda. Ma l' atmosfera non è perfettamente traſparente, ed alle volte è tanto pregna di vapori, che perde quaſi interamente la ſua traſparenza preſentandoci una denſiſſima nebbia, e quando l' aria ſi ritrova in queſto ſtato, i raggi del Sole vi ſi arreſtano maggiormente e poſſono preſto riſcaldarla. Or sì fatti vapori non ſalgono molto in alto, e però all' altezza di 24000 mila piedi e più, l'aria ſi trova così ſottile e così pura che è perfettamente traſparente, e così i raggi del Sole non poſſono produrvi alcun effetto immediato. Queſta aria di più è molto lontana da' corpi terreſtri, di maniera che non poſſono queſti comunicarle il loro

Digitalizzato da Google

ro calore ; poichè tale comunicazione non ſi ſtende molto . Da ciò comprende V. A. che i raggi del Sole non poſſono produrre alcun effetto nelle regioni dell'aria molto elevata al di ſopra della ſuperficie della Terra , e che ivi dee eſſervi ſempre e da per tutto il medeſimo grado di freddo , perciocchè il Sole non vi ha alcuna influenza, e 'l calore de' corpi terreſtri non giugne a comunicarſi fin là. Egli accade quaſi lo ſteſſo su le alte montagne, dove fa ſempre più freddo che nel piano o nelle valli. La Città di Quinto nel Perù ſi trova quaſi ſotto l'Equatore , e ſe voleſſimo giudicarne dalla ſituazione , il caldo dovrebbe eſſervi inſopportabile; intanto l'aria è aſſai temperata , e poco differiſce da quella di Parigi. Quinto ſta ſituato su di una grande altezza riguardo alla vera ſuperficie della Terra. Per arrivarvi dal lido del mare , ſi dee ſalire per molte giornate di cammino , e per conſeguenza è ſituato ſopra un terreno tanto elevato , quanto lo ſono le noſtre montagne più alte , quantunque venga attorniato da montagne altiſſime che chiamanſi le Cordeliere . Queſt'ultima circoſtanza dovrebbe farci credere che l' aria vi doveſſe eſſere ugualmente calda che nella ſuperficie della Terra, ſtante il contatto de'corpi opachi su de' quali cadono i raggi ſolari . L' obbiezione è molto forte , e non potrebbe

ad-

Digitalizzato da Google

addurſene altra ſoluzione che queſta, cioè che eſſendo in Quinto l'aria molto elevata, dee eſſer molto più ſottile e meno peſante della noſtra, il barometro in fatti che vi ſi mantiene alcuni pollici più baſſo lo prova evidentemente. Or un'aria di tal ſorta non è ſuſcettibile di tanto calore quanto una più groſſolana, non potendo contenere tanti vapori ed altre particelle, che ordinariamente nuotano nell' atmosfera; e noi ſappiamo per eſperienza, che ſe un' aria n' è pregna aſſai è molto più capace di riſcaldarſi. Poſſo anche aggiugnere un altro fenomeno il quale non è meno ſorprendente, cioè che nelle caverne profondiſſime quanto più giù ſi vada, vi ſi trova da per tutto e ſempre il medeſimo grado di freddo, e la ragione n'è la ſteſſa. Perciocchè i raggi del Sole producono il loro effetto su la ſola ſuperficie della Terra dove ſi comunicano tanto ne' luoghi alti che ne' baſſi; e non potendo tale comunicazione penetrare molto addentro, le maſſime profondità ne ſono aſſolutamente impenetrabili ugualmente che le altezze molto elevate. Spero che queſto ſviluppo di fenomeni incontrerà il gradimento di V. A.

3 *Giugno* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XVII.

Su i raggi della luce, e su i ſiſtemi di Carteſio e di Newton.

DOpo aver parlato de' raggi del Sole che ſono la forgente di ogni calore e della luce di cui noi godiamo, ſenza dubbio V. A. mi domanderà coſa ſieno queſti raggi del Sole? Queſta ſi è certamente una delle più importanti quiſtioni della Fiſica, e da eſſa deriva un' infinità di fenomeni. Tutto ciò che ha rapporto alla luce la quale ci rende viſibili tutti gli oggetti, ha uno ſtretto legame con sì fatta quiſtione. Gli antichi Filoſofi ſembra che poco abbiano curato di ſviluppparla. La maggior parte ſi ſono contentati di dire che il Sole è dotato della qualità di riſcaldare, di riſchiarare e far luce. Ma con ragione ſi può chieder loro in che conſiſta queſta qualità? E ella forſe qualche coſa propria del Sole ſteſſo o ſia della ſua ſoſtanza che arriva ſino a noi? o pure accade lo ſteſſo che ad una campana, di cui noi ſentiamo il ſuono ſenza che alcuna ſua parte ne ſia traſportata alle noſtre orecchie? Siccome eſpoſi a V. A.

Digitalizzato da Google

ſpiegando la propagazione e la percezione del ſuono. Deſcartes il primo tra i Filoſofi moderni ſoſtenne queſto ultimo ſentimento, e avendo ripieno tutto l' Univerſo di una materia ſottile compoſta di piccioli globetti da lui chiamati *ſecondo elemento*, egli mette il Sole in un' agitazione perpetua per urtare inceſſantemente queſti globetti e così pretende che queſti in un' iſtante comunichino i di loro movimenti in tutto l' Univerſo. Ma dopo la ſcoperta che i raggi del Sole non arrivano in un' iſtante ſino a noi, e che vi abbiſognano da circa otto minuti a percorrere queſta gran diſtanza, il ſentimento di Deſcartes, il quale per altro avea altri grandi inconvenienti, è ſtato abbandonato. Dipoi il Gran Newton ha abbracciato il primo ſiſtema, ed ha ſoſtenuto che i raggi del Sole partono realmente dal corpo del Sole da cui vengon lanciate delle particelle eſtremamente ſottili, e ſon vibrate con queſta celerità inconcepibile che le porta fino a noi in poco meno di otto minuti. Queſto ſentimento il quale è ſeguito dalla maggior parte de' Filoſofi moderni e ſopratutto dagl' Ingleſi, è chiamato *il ſiſtema dell' emanazione*; perciocchè ſi crede che i raggi ſi emanino dal Sole e dagli altri corpi luminoſi a ſomiglianza dell' acqua che ſgorga d' una fontana. Sì fatto ſentimento ſi vede già a prima viſta che è molto ardi-

Digitalizzato da Google

dito, anzi ripugnante alla ragione; imperciocchè se il Sole continuamente ed in tutte le direzioni gittasse de' fiumi di materia luminosa con una sì prodigiosa celerità, sembra che la materia del Sole ne avrebbe dovuto esser rimasta in poco tempo disseccata, o almeno bisognerebbe che vi si osservasse dopo il giro di tanti secoli qualche diminuimento, cosa ch'è contraria alle osservazioni; Non si può mettere in dubbio che una fontana la quale sgorgasse in ogni momento de' getti di acqua, ne rimarrebbe tanto più presto disseccata quanto maggiore sarebbe la sua celerità nel lanciarli; così e non altrimente la prodigiosa celerità de'raggi del Sole dovrebbe in poco tempo disseccarlo. Vi vuol altro che supporre le particelle di cui i raggi vengon formati più sottili che sia possibile; a niente giova, e 'l sistema resta sempre ugualmente ripugnante. Non si può nè pur dire che questa emanazione non si faccia da tutto il giro del Sole e per tutte le direzioni; giacchè in qualunque luogo che noi ci situiamo, sempre vediamo il Sole intero, cosa che prova ad evidenza che i raggi da tutti i punti del Sole sono lanciati verso questo luogo. Il caso dunque è molto differente di quello di una fontana, che sgorga per tutti i lati. In questa si avvera che da una sola parte il getto di acqua esce per dirigersi verso una

Digitalizzato da Google

certa contrada, e ciaſcheduno punto non lancerebbe che un ſol getto: all' incontro ogni punto della ſuperficie del Sole lancia una infinità di raggi che ſi ſpandono per tutti i lati. Queſta ſola circoſtanza accreſce infinitamente la perdita della materia luminoſa, che il Sole dovrebbe fare. Vi è un' altro inconveniente che non ſembra di picciol momento, cioè che non ſolamente il Sole gitta de' raggi, ma benanche tutte le Stelle; ed eſſendovi da per tutto raggi di Sole e raggi di Stelle che s' incontrerebbero tra di loro, con quale impeto mai non ſi urterebbero? E quanto non ſe ne cambierebbe la direzione? Un tale incrocicchiamento dovrebbe aver luogo in tutti i corpi luminoſi che ſi veggono tutti in un tempo, ciò non oſtante ciaſcuno di eſſi ſi vede diſtintamente ſenza che ſoffra il menomo ſconcerto dagli altri; prova ben certa, che molti raggi poſſono paſſare per lo medeſimo punto ſenza turbarſi tra loro, e queſto ſembra inconciliabile col ſiſtema dell' emanazione. In fatti ſe due getti di acqua s' incontrano fra di loro, ſi vedranno ſubito ſconcertati ſenſibiliſſimamente ne' loro giuochi; è chiaro dunque che il movimento de' raggi della luce è eſſenzialmente diverſo da quello de' getti dell' acqua, e di ogni altra materia lanciata. Di più conſiderando i corpi traſparenti per mezzo de' qua-

Digitalizzato da Google

quali i raggi passano liberamente e per tutti i lati, i partigiani di tal sistema sono obbligati a dire, che i pori di questi corpi sono disposti a linee rette, le quali da ciascuno punto della superficie passano per tutte le direzioni, perciocchè non vi si trova alcuna linea per cui non possa passare un raggio del Sole colla sua inconcepibile celerità senza punto urtare. Dovremmo dire adunque che questi corpi fossero ben crivellati, quando per opposto ei ci sembran molto solidi. Finalmente per poter noi vedere, bisognerebbe che i raggi ci entrassero negli occhi, e ne penetrassero la sostanza con quella stessa celerità con cui vediamo. Io credo che tutti questi inconvenienti convinceranno abbastanza V. A. che il sistema dell' *emanazione* non possa affatto aver luogo in Natura; e si maraviglierà certamente come un tal sistema abbia potuto essere inventato da un uomo cotanto insigne ed abbracciato da tanti illustri Filosofi. Ma Cicerone ha già osservato, che non si può immaginare assurdo il quale non possa esser sostenuto da' Filosofi. Per me io mi dichiaro assai poco filosofo per abbracciare tale sentimento.

7 Giugno 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA XVIII.

Inconvenienti del ſiſtema dell' emanazione .

QUanto mai ſtrano poſſa comparire a V. A. il ſiſtema del celebre Newton che i raggi provengono dal Sole per una emanazione attuale, pur non oſtante ha incontrato l' approvazione univerſale, in modo che non v' ha perſona che ardiſca metterlo in dubbio : Ciò che ne ha potuto ſenza meno contribuirvi moltiſſimo ſi è la ſomma autorità di quel Filoſofo Ingleſe che è ſtato il primo a ſcoprire le vere leggi de' movimenti de' corpi celeſti ; E queſta medeſima ſcoperta lo ha determinato al ſiſtema dell' emanazione . Deſcartes per ſoſtenere il ſuo ſiſtema fu obbligato ad empiere tutto lo ſpazio del Cielo d' una materia ſottile, entro cui ſi muoveſſero tutti i corpi celeſti ſenza alcuno intoppo . Ma noi ſappiamo che ſe un corpo ſi muove in mezzo all'aria, incontra una certa reſiſtenza ; perciò Newton ha conchiuſo che quanto ſi voglia ſottile ſi ſupponga queſta materia celeſte , i Pianeti dovrebbero eſſerne alquanto ritardati nel muoverſi . Ma il moto de' Pianeti (ei dice)

Digitalizzato da Google

ce) non ſoffre la menoma reſiſtenza , dunque lo ſpazio immenſo de'Cieli non contiene alcuna materia , e da per tutto vi è un voto perfetto . Queſto è uno de' dogmi principali della Filoſofia Neutoniana , che l' immenſità dell' Univerſo non racchiude alcuna materia entro gli ſpazj che frammettonſi tra i corpi celeſti . Poſto ciò vi ſarà tra 'l Sole e noi , o almeno tra 'l Sole e l' atmosfera della Terra un voto perfetto : in effetto quanto più noi ſalghiamo in alto tanto più ſottile troviamo l' aria , e però ſembra che in fine debba perderſi del tutto . Se lo ſpazio tra 'l Sole e la Terra è aſſolutamente voto , egli è impoſſibile che i raggi arrivino fino a noi per mezzo di comunicazione come il ſuono di una campana viene a noi comunicato per mezzo dell' aria , in guiſa che ſe l'aria che ſi frammezza tra noi e la campana foſſe annichilita , affatto non ſentiremmo niente , per quanto forte già ſi ſcuoteſſe la campana . Avendo intanto ſtabilito un voto perfetto tra i corpi celeſti , non vi reſta altro ſiſtema d' abbracciare che quello dell' emanazione ; e queſto è il motivo che ha obbligato Newton a ſoſtenere che il Sole , e tutti gli altri corpi luminoſi lanciano i raggi , i quali ſono ſempre una reale porzione del corpo luminoſo vibrati con una forza ſorprendente . Nè vi vuol meno di una forza di queſta fatta per

Digitalizzato da Google

imprimere a' raggi quella celerità inconcepibile, colla quale giungono dal Sole fino a noi in 8 minuti. Ma vediamo ora se questa spiegazione può combinare colla principal mira di Newton, cioè che ne' Cieli vi ha uno spazio perfettamente voto, acciocchè i Pianeti non incontrino alcuna resistenza. Or già comprende V. A. che i spazj del Cielo invece di esser voti saranno ben pieni, non solo pe' raggi del Sole ma benanche per que' delle altre Stelle che gli attraversano da tutte le parti e per tutte le direzioni e continuamente e con una incredibile celerità. I corpi celesti adunque attraversando questi spazj, in vece di trovarvi un voto vi troveranno la materia de' raggi luminosi in un'agitazione terribile, la quale molto più dee turbare il moto di questi corpi che se fosse nello stato di quiete. E perciò Newton temendo che una materia sottile, come la supponea Descartes, non turbasse il moto de' Pianeti, fu trasportato ad uno espediente molto strano e del tutto contrario alla sua intenzione; perciocchè col suo ritrovato dovrebbero i Pianeti provare uno scompiglio infinitamente maggiore. Questo è un' esempio assai mortificante per l' umano sapere che volendo evitare uno sconglio cade spesso negli assurdi i più stravaganti. Mi son dato già l' onore di esporre a V. A. molte altre difficoltà insuperabili nel

Digitalizzato da Google

nel ſiſtema dell' emanazione ; intanto noi ſcopriamo che la principale anzi la ſola ragione che ha impegnato Newton a queſto ſiſtema, è così contradditoria a ſe ſteſſa che lo roveſcia fino da' fondamenti. Tutte queſte ragioni adunque unite inſieme debbono determinarci a ributtare francamente queſto ſtrano ſiſtema dell' emanazione della luce, qualunque ſiesi l' autorità del Filoſofo che lo fabbricò . Newton fu ſenza dubbio uno degl' ingegni più grandi che mai ſien comparſi al Mondo, e la ſua ſcienza unita ad una profonda penetrazione ne' miſterj i più naſcoſti della Natura ſaranno ſempre l' oggetto della maſſima ammirazione noſtra e de' poſteri ; ma gli abbagli di queſto grand' uomo debbono ſervire a farci riconoſcere la debolezza dello ſpirito umano, il quale dopo eſſerſi innalzato al più alto grado poſſibile all' uomo , corre ſovente il riſchio di precipitare negli errori più groſſolani . Or ſe noi ſiamo ſoggetti a cadute così vergognoſe nelle noſtre ricerche su' fenomeni del Mondo viſibile che tocca i noſtri ſenſi, ſaremmo ſtati certamente molto infelici , ſe Iddio ci aveſſe abbandonati a noi ſteſſi per rapporto alle coſe inviſibili che riguardano la noſtra eterna ſalute . La rivelazione ci era aſſolutamente neceſſaria su queſto articolo importante ; noi dobbiamo profittarne con ſomma venerazione, ed allorchè eſſa ci pre-

Digitalizzato da Google

preſenta alcune verità che ci ſembrano inconcepibili, ſovvenghianci della debolezza del noſtro ſpirito, il quale agevolmente s' inganna anche su quelle verità che non oltrepaſſano la sfera delle noſtre cognizioni. Ogni volta che io ſento queſti ſpiriti forti criticare le verità della noſtra Religione e burlarſene colla più impertinente arroganza, io dico tra me e me: poveri mortali! quante e quante coſe di cui voi ragionate con tanta franchezza ſono infinitamente più ſublimi e più elevate di quelle su di cui il gran Newton s' ingannò così ſtranamente! Io deſidererei che V. A. non dimenticaſſe mai queſta rifleſſione, poichè ſon molto frequenti in queſto Mondo le occaſioni nelle quali è neceſſario farne uſo.

10 *Giugno* 1760

LETTERA XIX.

Si eſpone un' altro ſiſtema ſu la natura de' raggi e della luce.

HA già veduto V. A. che il ſiſtema dell' emanazione de' raggi è ſoggetto a difficoltà inſuperabili, e che il voto preteſo entro di cui girino i corpi celeſti nemmeno può ſuſſiſte-

ſiſtere, perciocchè i raggi della luce lo riempirebbero totalmente. Fa uopo dunque metter per vere due coſe; la prima, che queſti ſpazj ſieno ripieni di una materia ſottiliſſima; l' altra che i raggi non ſono un' attuale emanazione del Sole e degli altri corpi luminoſi, da' quali venga lanciata una porzione delle di loro ſoſtanze, come preteſe Newton. Queſta materia ſottile che riempie tutti gli ſpazj celeſti ſi chiama *etere* (1), la di cui eſtrema ſottigliezza non può

(a) *Fra gli Opuſcoli del noſtro Autore ſtampati a Berlino colla data del* 1746. *ve n' è uno intitolato* de relaxatione motus Planetarum *in cui così ſtabiliſce l' eſiſtenza dell' etere.*

„ *Non vi ha dubbio che i raggi della lu-*
„ *ce vadan congiunti ad una certa materia*
„ *ſottile; perchè ſarebbe un' aſſurdo intolle-*
„ *rabile il mettere i raggi della luce nel*
„ *voto. Or non potendoſi dire che ſievi alcun*
„ *punto del Cielo ove i raggi del Sole e*
„ *delle Stelle non giungano, neceſſariamente*
„ *ne ſegue che tutto l'Univerſo dee eſſer pie-*
„ *no di queſta materia ſottiliſſima che accom-*
„ *pagna i raggi della luce. In fatti o che*
„ *queſti ſi vogliano una emanazione della*
„ *ma-*

Digitalizzato da Google

può metterſi in dubbio. Per formarcene un' idea non dobbiamo far altro che conſiderare l' aria, la quale eſſendo nel baſſo una materia aſſai ſottile, pure più ſottile diviene come più ſi ſale in alto, e finalmente par che ſi perda del tutto, o per meglio dire va a confonderſi coll'etere. Queſto etere adunque è anch' eſſo un fluido come l' aria, ma incomparabilmente più ſottile e più dilicato; perciocchè noi ſappiamo che i corpi

„ *materia ſolare, o che ſi credano una prò-*
„ *pagazione a guiſa del ſuono per un mez-*
„ *zo elaſtico, ſempre avremo lo ſpazio in*
„ *cui nuotano i corpi celeſti pieno di una*
„ *materia ſottile. Non potendoſene dunque*
„ *negar l'eſiſtenza, noi la chiameremo* etere “.

Ma ancor prima di Eulero il gran Newton comechè per altro egli ſia ſtato il grande aſſertore del voto, pure nelle ſue quiſtioni ottiche ſpecialmente alla 18. *di propoſito aſſeriſce l'eſiſtenza di queſt' etere, cioè di un mezzo aſſai più raro e più elatico dell' aria, le di cui vibrazioni ſieno quelle per cui ſi comunichi il calore, e che penetri facilmente i pori di tutti i corpi per la ſua ſottigliezza, e per la ſua elaſticità diffondaſi per tutto lo ſpazio de' Cieli.*

Digitalizzato da Google

pi celesti lo attraversano liberamente senza incontrarvi sensibile resistenza (1). Vi è nell' etere senza dubbio anche dell' elasticità, per la quale si sforza di spandersi per tutti i lati e peretrare negli spazj i quali potrebbero esser voti; di maniera che se per qual-

che

(a) *Nel suddetto opuscolo* de relaxatione motus Planetarum *ei mette a calcolo la resistenza che dovrebbero i Pianeti soffrire dall' etere che riempie gli spazj in cui questi si muovono. E poichè la resistenza è in ragion diretta della densità del mezzo e in ragione inversa della massa del corpo che si muove, ei paragona in prima la densità dell' etere a quella dell' aria e fissa la proporzione di* 400,000,000 *ad* 1.; *stabilisce in secondo luogo la massa della Terra riguardo all' aria in proporzione di* 8000 *ad* 1, *e con questi dati calcolando, trova doversi abbreviare il corso dell' anno circa cinque minuti secondi ogni secolo; che quasi esattamente corrisponde alle osservazioni più sicure. Nè è maraviglia che si abbrevj il corso dell' anno, quando la resistenza dell' etere ritarda non accelera il moto della Terra; perchè ei si dee riflettere che diminuendosi per questa resistenza la forza centrifuga o sia di projezione, la forza centripeta viene a cresce-*

Digitalizzato da Google

che accidente foſſe ſcacciato da qualche luogo, l'etere vicino vi correrebbe in un'iſtante, e queſto luogo ne verrebbe nuovamente pieno. Per virtù di tale elaſticità l'etere non ſi trova ſolamente al di ſopra della noſtra atmosfera, ma la penetra da per tutto, s' inſinua ne' pori di tutti i corpi di quaggiù, e gli attraverſa colla maſſima libertà. Se per mezzo della macchina pneumatica ſi eſtragga l' aria di un vaſo, non biſogna affatto perſuaderſi che nel vaſo vi reſti il voto, perciocchè l' etere paſſando pe' pori del vaſo lo riempie in un' iſtante; e quando ſi riempie di argento vivo un tubo

ſcere, e però la Terra più ſi accoſterà al Sole e più breve in conſeguenza ſarà il ſuo giro. Col medeſimo calcolo ſegue Eulero a cercare in che proporzione dee diminuirſi l' eſcentricità della Terra, eſſendo certo che dagli Antichi uniformemente ſi è aſſerita maggiore che oggidì non ſi trova. E aſſumendo per facilità dell' operazione che la maſſima equazione ſia ſemplicemente proporzionale all'eſcentricità (poichè nelle minime differenze ſi può traſcurare la gradazione che vi ſarebbe) conchiude che eſſendo la maſſima equazione = 1°, 56', 10" = 6970", dopo un ſecolo quo

Digitalizzato da Google

bo di vetro assai lungo e si rivolta per formarne un barometro, ci crediamo di vedere un voto al di sopra dell' argento vivo dove non vi è affatto aria, perciocchè questa non può passare pe' pori del vetro: ma questo voto apparente senza dubbio è ripieno di etere il quale vi entra senza la menoma difficoltà. Con questa sottigliezza ed elasticità dell' etere io mi darò l' onore di spiegare a V. A. i fenomeni sorprendenti dell' elettricità. Or egli è verisimile che l' etere abbia una elasticità molto più grande dell'aria, e che una quantità di effetti nella Natura sono prodotti da questa forza. Anzi

---

questa massima equazione si diminuirà di un secondo; e così l' angolo che forma l' anticipata opposizione dell' afelio al perielio sarà di quindici minuti quarti. Or chi sa se il bruciamento della Terra che aspettiamo nel Giudizio universale non sarà per la caduta della Terra nel Sole? S' ei dovesse esser così, sarìa bene che si facesse il calcolo dopo quanti secoli diminuendosi la forza centrifuga e aumentandosi la centripeta dovrebbe avvenir questa caduta. Ma avrebbero pure bel tempo da dormire i morti prima di veder questo giorno.

Digitalizzato da Google

zi io son sicuro che la compressione dell' aria nella polvere del cannone è l'opera della forza elastica dell' etere ; e sapendo noi per esperienza che l' aria vi è quasi mille volte più condensata dell' ordinaria , e che in conseguenza la sua elasticità è altrettante volte più grande ; fa uopo che l'elasticità dell' etere sia della medesima forza , e per conseguenza mille volte più grande che quella dell' aria comune . Per aver dunque un' idea esatta dell' etere lo riguarderemo come un fluido assai simile all' aria , con questa differenza che l'etere è incomparabilmente più sottile e più elastico .

Avendo intanto offervato che l' aria per queste qualità diviene atta a ricevere le agitazioni o sieno i tremori del corpo sonoro, e comunicarli per tutte le direzioni, ciò che fa la propagazione del suono ; egli è naturalissimo che l'etere come dotato delle stesse qualità possa anche ricevere degli scuotimenti e continuarli per tutti i lati in distanze grandissime . Ma poichè gli scuotimenti dell' aria ci porgono il suono , qual cosa mai recar ci potrebbero gli scuotimenti dell' etere? Certo facilmente potrà V. A. indovinarlo ; non altro che la luce o sieno i raggi : Sembra in effetto certissimo che la luce è per rapporto all' etere ciò ch' è il il suono relativamente all' aria , e che i raggi della luce non sono altro che gli scuoti-

Digitalizzato da Google

timenti o ſieno vibrazioni trasmeſſe dall' etere, come il ſuono conſiſte in iſcuotimenti o vibrazioni trasmeſſe dall' aria. Dunque niente di più viene dal Sole a noi di quel che viene da una campana, il di cui rumore giugne a penetrare le noſtre orecchie. Secondo queſto ſiſtema non ci è pericolo che il Sole nel riſchiarare perda menoma coſa della ſua ſoſtanza, come niente perde la campana nel ſonare. Quanto ho detto del Sole deeſi anche intendere di tutti i corpi luminoſi, come è il fuoco, la candela &c. Ma V. A. mi opporrà ſenza dubbio che queſti lumi terreſtri evidentemente ſi conſumano, e che qualora eſſi non ſieno trattenuti e nudriti inceſſantemente, la di loro luce ſi eſtingue ben preſto, e però non altrimente dovrebbe conſumarſi il Sole, e per conſeguenza il paragone di una campana non ha punto che farci. Ma biſogna riflettere, che tali fuochi oltre il di loro ſplendore gittano anche fumo e molte eſalazioni, coſe che biſogna ben diſtinguere da' raggi della luce. Or il fumo e l'eſalazioni vi cagionano ſicuramente una conſiderabile diminuzione, che non ſi dee attribuire a' raggi della luce; ma ſe queſte luci terreſtri ſi poteſſero liberare dal fumo e dalle altre eſalazioni, la qualità ſola della luce non produrrebbe alcuna perdita. Si può coll' arte far divenire il mercurio luminoſo,

Digitalizzato da Google

come V. A. ſi ſovverrà di aver veduto, ſenza che niente affatto perda della ſua ſoſtanza; e queſto prova che la luce non cagiona menoma perdita nel corpo luminoſo. Perciò quantunque il Sole riſchiari il Mondo intero co' ſuoi raggi, pure non perde niente della propria ſoſtanza; non eſſendo prodotta la ſua luce che da una certa agitazione o ſia ſcuotimento eſtremamente veloce nelle ſue minime particelle, quai ſcuotimenti ſi comunicano all' etere vicino, e da queſto vengono comunicati per tutte le direzioni fino alle più lontane diſtanze, a guiſa di una campana ſcoſſa che comunica all' aria la ſua agitazione. Quanto più ſi conſidera queſto paragone tra i corpi ſonori e i luminoſi, tanto più ſi trova corriſpondente e d' accordo colla ſperienza; all'incontro quanto più ſi vuol fare l'applicazione del ſiſtema dell' emanazione a' fenomeni, più ſi trova ripugnante.

14 Giugno 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XX.

Su la propagazione della luce.

LA propagazione della luce per mezzo dell'etere si fa in una maniera simile a quella del suono per mezzo dell' aria, e siccome il tremore cagionato nelle particelle dell' aria costituisce il suono, così il tremore delle particelle dell' etere costituisce la luce o sieno i raggi della luce; di maniera che *la luce altro non è, che un' agitazione o sia tremore cagionato nelle particelle dell' etere*, il quale si trova da per tutto a motivo della sua estrema sottigliezza, per cui penetra tutti i corpi. E questi modificano in differenti maniere i raggi, o trasmettendo o pure impedendo la propagazione di tali scuotimenti; di che io parlerò in appresso. Per ora mi ristringo a trattare della propagazione de' raggi nello stesso etere, il quale riempie gli spazj immensi tra 'l Sole e noi, e in generale tra tutti i corpi celesti. Questo è il luogo dove la propagazione si fa totalmente libera. La prima cosa che quì si presenta al nostro spirito si è la prodigiosa celerità de' raggi della luce, la quale è circa

Digitalizzato da Google

900,000 più rapida della celerità del fuono (a), che percorre ſolamente lo ſpazio di 1000 piedi in ogni minuto ſecondo . Queſta celerità prodigioſa baſterebbe ſola a roveſciare il ſiſtema dell'emanazione ; ma nel no-

(a) *Il noſtro Autore nel ſua Opuſcolo* Nova Theoria Lucis & colorum *al capo* 2. §. 47. *meſſi i dati ſecondo le ſperienze della propagazione della luce dal Sole a noi in* 8. *minuti e del ſuono per lo ſpazio di* 1040 *piedi Parigini in un ſecondo , ne deduce in conſeguenza che mentre la luce percorre lo ſpazio dal Sole a noi, il ſuono ſi propagherà per* 500,000 *piedi Parigini . Sul dato poi che la parallaſſe del Sole orizzontale foſſe di* 13." *trova , la diſtanza del Sole a noi piedi Parigini* 311,234',300,000 , *e però fiſſa la proporzione della celerità del ſuono a quella della luce come* 5 *a* 3',112, 343 , *cioè la celerità della luce* 622,468 *volte maggiore di quella del ſuono , Ma poichè ſecondo le più recenti eſatte oſſervazioni di M.r de la Lande nell'ultimo paſſaggio di Venere pel diſco ſolare nell'anno* 1761; *e nel ſuo ritorno che fece nel* 1769 *la parallaſſe orizzontale del Sole non è più che* 8."$\frac{1}{2}$, *la diſtanza del Sole a noi non è già piedi Parigini* 311,234,300,000, *ma*

Digitalizzato da Google

nostro essa è una conseguenza che discende naturalmente da' nostri principj, come spero che V. A. conoscerà evidentissimamente. Questi principj sono gli stessi su i quali è fondata la propagazione del suono, la quale dipende e dalla densità e dalla elasticità dell'aria (*a*). Or da ciò venghiamo in cognizione che se la densità dell'aria si diminuisce il suono sarà accelerato, e lo sarà anche accelerato se l' elasticità si aumenta. Se dunque la densità dell'aria diveniss̃e nello stesso tempo minore e la di lei elasticità

ma 470,778,768,000, *e in conseguenza la celerità della luce sarà* 918,198 *volte maggiore di quella del suono.*

(a) *La celerità della propagazione del moto in diversi mezzi elastici (mettendosi questi da per tutto ugualmente densi) sono fra di loro in ragione sudduplicata delle altezze, cioè essendo le altezze uguali alla elasticità divisa per la densità, sarà in ciascheduno mezzo elastico la celerità della propagazione del moto in ragione sudduplicata composta dalla diretta dell' elasticità e dall' inversa della densità. Or nel suddetto opuscolo* Nova Theoria Lucis & colorum *messi i dati della propagazione della luce dal Sole*

Digitalizzato da Google

maggiore, vi ſarebbe una doppia ragione per l'aumento della celerità del ſuono. Supponghiamo che la denſità dell'aria ſia diminuita in guiſa che ſia uguale alla denſità dell'etere, e che l'elaſticità dell'aria ſi aumenti tanto che arrivi ad uguagliare quella dell'etere; in tal caſo non ſarebbe maraviglia che la celerità del ſuono diveniſſe più migliaja di volte maggiore, che non è preſentemente. Imperciocchè ſi ſovverrà V. A. che ſecondo le prime idee che ci abbiamo formato dell'etere; queſta materia dee eſſere ſenza paragone meno denſa o ſia più rara dell'aria, e ſenza paragone ancora più ela-

---

le a noi in 8. *minuti, e la diſtanza dalla Terra al Sole in piedi Parigini* 311,234,300,000 *(ſecondo la parallaſſe orizzontale del Sole in* 13") *, forma il calcolo e trova la radice dell' elaſticità diviſa per la denſità (o moltiplicata per la rarità ch' è lo ſteſſo) uguale a* 622,468 *(che è la celerità che aſſegna alla luce maggiore di quella del ſuono); ed in conſeguenza trova l' elaſticità moltiplicata per la rarità uguale a* 387,467,100,000 *: e perchè gli ſperimenti quaſi tutti uniformemente ci danno l' elaſticità dell' etere circa* 1000. *volte mag-*

gio-

Digitalizzato da Google

elastica ; or queste qualità contribuiscono ambedue ad accelerare gli scuotimenti . Messe adunque sì fatte cognizioni non si trova più alcuna ripugnanza nel concepire la prodigiosa celerità della luce , anzi la troveremo perfettamente d' accordo co' nostri principj ; e 'l paragone tra la luce e 'l suono , in conseguenza è così ben fondato, che possiamo sostenere arditamente che se l' aria diveniſſe tanto sottile ed elastica quanto l' etere, la celerità del suono diverrebbe ugualmente rapida che quella della luce. La sottigliezza dell' etere e la sua elasticità sorprendente sarà dunque la ragione che noi assegneremo della celerità così prodigiosa

giore di quella dell' aria , resta la rarità dell' etere maggiore di quella dell' aria 387, 467,100 ; *motivo per cui egli assume il numero rotondo* 400',000,000 *per la rarità dell'etere così nel suddetto opuscolo, come in quello* de Relaxatione motus Planetarum. *Del resto messa (come si è detto nella nota antecedente) la distanza della Terra al Sole in piedi Parigini* 470,778',768,000 *rifatto il calcolo la rarità dell' etere si trova ben* 886',000,000 *di volte maggiore di quella dell' aria.*

Digitalizzato da Google

con cui si muove la luce: e fintantocchè l'etere conserva questo medesimo grado di sottigliezza e di elasticità, sempre la luce si propagherà così velocemente. Ma egli è fuor di dubbio che l' etere in tutto lo spazio dell' Universo ha la stessa sottigliezza e la stessa elasticità; imperciocchè se l' etere fosse più elastico in un luogo che in un altro, si porterebbe subito in questo luogo collo spandersi maggiormente fino al segno che l' equilibrio fosse interamente stabilito. I raggi dunque delle Stelle si muovono con uguale celerità di que' del Sole; e poichè esse sono molto più lontane da noi che non n'è il Sole, vi bisogna molto più tempo perchè i raggi loro arrivino a noi. Or tutto che prodigiosa ci sembri la distanza del Sole i di cui raggi arrivano a noi in 8 minuti, pure la Stella fissa più vicina a noi è 400,000 più lontana del Sole; un raggio adunque di luce che parte da questa Stella impiegherà un tempo di 400,000 volte 8 minuti prima che giunga a noi, vale a dire 53333 ore o sia 2222 giorni o sia circa sei anni. Ed ecco, che i raggi ch' entrano negli occhi di V. A. per rappresentarvi una Stella fissa di prima grandezza (che probabilmente è la più vicina) sono già sei anni che ne sono partiti, ed hanno impiegato un tempo così lungo per giugnere a noi. E se piacesse a Dio di creare in que-

Digitalizzato da Google

queſto punto nella ſteſſa diſtanza una nuova Stella fiſſa, noi non la vedremmo ſe non paſſati ſei anni, perciocchè i ſuoi raggi non poſſono giugnerci prima. E ſe al principio del Mondo ſono ſtate create le Stelle nello ſteſso tempo che fu creato Adamo (*a*), egli non potè vedere le più proſſime che dopo ſei anni, e ſucceſſivamente le più lontane. Se Iddio dunque aveſſe creato nel principio del Mondo qualche Stella mille volte più lontana, noi non la vedremmo an-

(a) *L' autorità delle divine Scritture non ci permette di dubitare che le Stelle ſieno ſtate create non più che due giorni prima d' Adamo: nè è da crederſi che non prima di ſei anni dopo la creazione aveſſe Adamo veduto le prime Stelle e poi le altre di tempo in tempo ſecondo che glie ne giugneano i raggi. Queſto maraviglioſo fenomeno ſi troverebbe certo nella memoria delle Nazioni non altrimente che il Diluvio: all'incontro gli ſteſſi Caldei e gli Egizj antichiſſimi oſſervatori del Cielo ce lo eſibiſcono così ricco come oggi lo vediamo. Che male adunque ci ſarebbe a credere che in quella ſtupenda manifeſtazione della Onnipotenza aveſſe Dio nello ſteſſo punto creato le Stelle e portatone i raggi a noi?*

Digitalizzato da Google

ancora, benchè foſſe brillante al maggior ſegno, non eſſendone fin' ora paſſati 6000 anni. Il primo predicatore della Corte di Brunſwig Mr. Jeruſalem impiegò aſſai a propoſito queſto penſiero in uno de' ſuoi ſermoni ove dice così:

„ Innalzate i voſtri penſieri da queſta
„ Terra che voi abitate a tutti i corpi del
„ Mondo, che ſono al di ſopra di voi;
„ percorrete lo ſpazio che ſi frammezza tra i
„ corpi più lontani che poſſono ſcoprire i
„ voſtri occhj, quelli la di cui luce dal prin-
„ cipio della loro creazione fin' ora non è
„ forſe ancora arrivata a noi. L'Immenſità
„ del Regno di Dio permette queſta im-
„ magine. *Sermone ſopra il Cielo e la beatitudine eterna.*

Io ſon ben perſuaſo che ſarà più edificata di queſto paſſo V. A. che non lo furono tutti gli uditori di Mr. Jeruſalem, pe' quali queſto ſublime penſiero ſarà ſtato inconcepibile. E ſpero che queſta riflеſſione farà naſcere a V. A. la curioſità di continuare ad iſtruirſi ſul reſto di ciò che riguarda il vero ſiſtema della luce, da cui dipende la teorìa de' colori e di tutta la viſta.

17 *Giugno* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XXI.

Digreſſione ſu la grandezza e ſu la natura del Sole e de' ſuoi raggi.

QUanto ho avuto l' onore di dire a V. A. ſul tempo che i raggi delle Stelle impiegano per giugnere a noi è molto proprio a dare una idea dell' eſtenſione e della grandezza del Mondo. La celerità del ſuono che percorre 1000. piedi in un ſecondo ce ne porge per così dire la prima miſura : queſta celerità è circa 200 volte più rapida di quella di un uomo che cammina di buon paſſo . Or la celerità de' raggi della luce è 900,000 volte più grande di quella del ſuono , i ſuoi raggi percorrono in ogni ſecondo lo ſpazio di 900 milioni di piedi , o ſia di 37500 miglia di Alemagna ; Che prodigioſa celerità ! Intanto la Stella fiſſa più proſſima a noi è così lontana , che i ſuoi raggi malgrado queſta prodigioſa celerità impiegano ſei anni per giugnerci ; e ſe mai foſſe poſſibile che un gran rumore ſimile a quello di uno ſparo di cannone prodotto entro di queſta ſtella poteſſe eſſer tramandato fino a noi , ci dovrebbe impiega-

re

Digitalizzato da Google

re 5,400,000 anni per arrivare alle noſtre orecchie. E pure tutto ciò è per riguardo alle Stelle di prima grandezza, le quali ci ſono probabilmente le più proſſime; ed è veriſimiliſſimo che le più piccole ſono ben dieci volte più lontane. Ci vorrà perciò quaſi un ſecolo prima che i raggi di queſta Stella arrivino a noi. Che prodigioſa diſtanza! Per eſſer percorſa da una celerità che ogni ſecondo compie 37500. miglia d'Alemagna, ci vogliono 100. anni! Se dunque in queſto punto una di queſte Stelle foſſe annichilita o ecciſſata, noi non ceſſeremmo di vederla per 100 altri anni, perciocchè gli ultimi raggi che ne ſarebbero uſciti non giungerebbero a noi che tra queſto tempo. Ordinariamente ci formiamo delle idee troppo picciole e limitate di queſto Mondo, e queſti ſpiriti che ſi credono cotanto forti lo riguardano come un' opera di pochiſſima importanza, che poſſa eſſere ſtata prodotta da un puro caſo, e che appena merita la di loro attenzione; ma V. A. converrà meco che queſti medeſimi ſpiriti, benchè ſi credano forti, ſono molto limitati, ed all' incontro ſarà vivamente penetrata d'un profondiſſimo riſpetto verſo queſto gran Sovrano, la di cui potenza ſi eſtende in uno ſpazio così immenſo, dove quanto ſi trova tutto è ſottopoſto al ſuo potere aſſoluto. Qual dee eſſere la noſtra

Digitalizzato da Google

ſtra ammirazione, nel conſiderare che tutti queſti corpi immenſi i quali ſi trovano nel Mondo, ſono ordinati con una maſſima ſapienza, di maniera che quanto più ne intendiamo, benchè queſto conoſcimento ſempre ſia infinitamente imperfetto, più vi ſcopriamo motivi di ammirarne l' ordine e la perfezione. E quanto è mai queſto Globo terreſte dove noi abitiamo ſe ſi paragona con tutte quelle opere, in cui ſi perde anche la noſtra ammirazione? Un vero niente; e pure ciò non oſtante noi ogni giorno ſperimentiamo i ſegni i più evidenti di una provvidenza tutta particolare del Gran Padrone dell' Univerſo. Ma mi manca l' eloquenza per rappreſentare queſte coſe in tutta la di loro grandezza, e V. A. vi ſupplirà con quelle rifleſſioni che farà da ſe ſteſſa su di oggetti così importanti. Io intanto ritorno a' grandi corpi luminoſi e particolarmente al Sole, il quale è la principale ſorgente della luce e del calore di cui noi godiamo su la Terra. Or ſi cerca primieramente in che conſiſte la luce che il Sole ſpande continuamente per tutto l'Univerſo, ſenza ſoffrirne giammai la menoma diminuzione? La riſpoſta divien facile in quel ſiſtema della luce che io ho ſtabilito, ma in quello dell' emanazione non ſarebbe poſſibile di trovarne una che interamente ſoddisfaceſſe. Eſſendo tutto l'Univerſo ripieno

di

Digitalizzato da Google

di queſto fluido eſtremamente ſottile ed elaſtico chiamato etere, fa uopo ſupporre in tutte le parti del Sole una perpetua agitazione, da cui ciaſcuna ſua particella ſperimenta una ſcoſſa e un movimento di continua vibrazione, che comunicandoſi all' etere vicino eccita in queſto un' agitazione ſimile, la quale vien traſmeſſa ſempre più lontano ed in tutte le direzioni con quella rapidità di cui io ho così diffuſamente parlato. Per ſoſtenere dunque il parallelo tra 'l ſuono e la luce, il Sole può paragonarſi ad una campana, la quale ſuona ſenza interruzione e per conſeguenza biſogna immaginarſi le particelle del Sole continuamente in queſta agitazione, la quale produce nell' etere que' che noi chiamiamo raggi di luce. Havvi un' altra difficoltà, cioè da qual forza vien continuata queſt' agitazione perpetua nelle particelle del Sole, poichè ſappiamo che una candela non ſi mantiene allumata per lungo tempo, e che ſi eſtingue ſe non ſi nutriſca con qualche materia combuſtibile. Ma ei ſi dee riflettere che il Sole eſſendo una maſſa molte migliaja di volte più grande di tutta la Terra, una volta ch' è bene allumato, può la ſua fiamma durare molti ſecoli ſenza ſoffrirne alcuna diminuzione; di più il Sole non è ſimile a' noſtri fuochi e alle candele la di cui ſoſtanza buona parte ſi diſſipa in fumo e in eſalazio-

Digitalizzato da Google

zioni donde risulta una perdita reale ; all' incontro il Sole , quantunque forse qualche sua particella n' esca come fumo , questo non se ne allontana molto e ritorna subito nella massa , di maniera che non vi può essere una perdita effettiva donde si diminuisse la sua sostanza . Quello solo che noi ancora ignoriamo su questo articolo si è la forza che tiene costantemente in agitazione tutte queste particelle del Sole: ma questa non è affatto cosa contraria alla ragione ; e siccome noi siamo costretti di riconoscere la nostra ignoranza per rapporto a molte altre cose assai più vicine a noi che non è il Sole, ci possiamo ben contentare quando le nostre idee non contengano niuna repugnanza .

21 Giugno 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA XXII.

Riflessioni su la natura de' corpi luminosi e su la differenza che passa tra questi e i corpi opachi illuminati.

ESsendo il Sole un corpo luminoso i di cui raggi sono tutti disperssi in giro e per tutte le direzioni, non restèrà V. A. all' oscuro su la cagione di questo fenomeno, consistendo nello scuotimento o vibrazione da cui vengono poste in moto tutte le particelle del Sole. Il paragone di una campana è molto proprio a rischiararci su quest' articolo. Ma egli è pur troppo naturale che le vibrazioni, le quali producono la luce sieno molto più vive e più rapide che non sono quelle del suono, perciocchè l'etere è incomparabilmente più sottile dell'aria. E siccome un'agitazione debole non è affatto capace di scuoter l'aria per produrci un suono, così quella di una campana o di qualunque altro corpo sonoro son molto deboli relativamente all'etere per produrvi lo scuotimento che costituisce la luce. Si ricorderà V. A. che per eccitare un suono sensibile

Digitalizzato da Google

le fa uopo che ogni ſecondo ſi facciano più di 30, e meno di 3000 vibrazioni, eſſendo l'aria troppo ſottile perchè le 30 vi producano un' effetto ſenſibile, e troppo groſſolana per riceverne più di 3000. Un ſuono così acuto in fine ſi perderebbe totalmente (a). Egli accade lo ſteſſo per rapporto all' etere, e perciò 3000 vibrazioni reſe in un ſecondo ſono per eſſo un' oggetto troppo groſſolano. Biſogna che le vibrazioni ſien molto più frequenti e di molte migliaja per ogni ſecondo, perchè ſieno capaci di agire su l'etere ed eccitarvi uno ſcuotimento. Or queſto ſcuotimento così rapido non può aver luogo, che nelle minime parti de' corpi, le quali sfuggono affatto i noſtri ſenſi. La luce del Sole adunque è prodotta da un' agitazione eſtremamente viva e rapida, la quale ſi trova in tutte le menome particelle del Sole, ognuna delle quali ſi agita molte migliaja di volte in ogni minuto ſecondo. Una tale agitazione produce anche la luce delle Stelle e di tutti i fuochi, come ſono le candele, le fiamme ec., le quali per noi fanno le veci del Sole illuminandoci in tempo di notte. Guardando la fiamma di una candela facilmente potrà oſſervare V. A. che nelle più piccole particelle di eſſa

(a) *Si vegga la nota fatta su di ciò alla lettera terza.*

Digitalizzato da Google

vi è un' agitazione ſorprendente , ed io mi perſuado che il mio ſiſtema non trovi riguardo a ciò alcuna contraddizione, quando il ſiſtema di Newton richiede un' agitazione infinitamente prodigioſa capace di lanciare le più picciole particelle con una celerità, che percorra lo ſpazio di 37500 miglia di Alemagna in un ſecondo. Ecco dunque la ſpiegazione della natura de'corpi per ſe ſteſſi luminoſi ; imperciocchè havvi di que' che non ſono luminoſi per ſe ſteſſi come la Luna e i Pianeti , i quali ſono corpi ſimili alla noſtra Terra . Noi allora vediamo la Luna quando la vien riſchiarata ed illuminata dal Sole ; e tal' è il caſo di tutti i corpi terreſtri, ad eccezione de' fuochi e delle fiamme che da ſe riſplendono . Ma gli altri corpi che ſi chiamano opachi non ci divengono viſibili, che quando ſono riſchiarati da una altra luce . In una notte oſcuriſſima o pure in una camera molto ben chiuſa da per tutto in cui non vi penetra alcun lume , ſi fiſſino quanto ſi voglia gli occhi verſo gli oggetti che ſono fra le tenebre , non ſe ne vedrà alcuno ; ma toſto che vi s' introduce una candela allumata , ſi vedrà ſubito non ſolamente la candela, ma gli altri corpi ancora, che prima erano inviſibili. Ecco dunque una differenza eſſenzialiſſima tra i corpi luminoſi e gli opachi . Io ho impiegato queſto medeſimo vocabolo di *opaco* per

Digitalizzato da Google

per dinotare i corpi, i quali non ſono traſparenti: ma la coſa quaſi è la ſteſsa e biſogna accomodarſi all' uſo di parlare, benchè tra di eſſi vi ſia qualche differenza. I corpi luminoſi ci ſi rendon viſibili per la loro propria luce e non han biſogno di una luce ſtraniera per eſser veduti, eſſi non ſi vedono meglio che quando ſono tra le tenebre le più denſe; ma quelli che io qui chiamo opachi, non ci divengon viſibili che coll'ajuto d'un lume il quale è fuori di loro. Finchè eſſi ſono tra le tenebre, noi non li poſſiamo vedere; ma toſto che vengono eſpoſti ad un corpo luminoſo, i di cui raggi poſsono arrivarci, noi li vediamo, e di nuovo ſpariſcono ſe ſi toglie queſto lume ſtraniero. Non è neceſsario nè pure che i raggi di un corpo luminoſo lo percuotano a dirittura; un'altro corpo opaco quando ſia ben illuminato, produce quaſi lo ſteſso effetto, ma in una maniera più debole. Ce ne porge un bello eſempio la Luna. Noi ſappiamo già che la Luna è un corpo opaco, ma quando vien riſchiarata dal Sole e la vediamo di notte, illumina debolmente tutti i corpi opachi su la Terra e ci rende viſibili que', che ſenza di eſsa ci ſono inviſibili. Quando mi trovo di giorno in una ſtanza a Settentrione in cui i raggi del Sole non vi poſsono entrare; ciò non oſtante in eſsa vi ſi vede chiaro e ſi può diſtin-

Digitalizzato da Google

ſtinguer tutto; or qual mai ſarà la cagione di tal chiarezza ſe non il Cielo tutto riſchiarato dal Sole, ciò che noi chiamiamo il turchino del Cielo? di più le muraglie dirimpetto alla mia camera, e gli altri oggetti ſono anch' eſſi illuminati o immediatamente dal Sole, o mediatamente da altri corpi opachi riſchiarati; e il lume di tutti queſti corpi opachi sì ma illuminati entrando nella mia camera la fanno divenir luminoſa, e tanto più quanto le fineſtre ſono alte, larghe, e ben ſituate: I vetri delle fineſtre non diminuiſcono quaſi niente la luce, perciocchè il vetro ſiccome di ſopra ho oſſervato è un corpo traſparente il quale laſcia un libero paſsaggio alla luce. Se io chiudo bene i legni delle mie fineſtre di maniera che non poſsa più entrar lume nella ſtanza, reſto ſubito fra le tenebre; e non veggo niente più ſe non vi fo portare una candela. Ecco dunque una differenza eſſenzialiſſima tra i corpi luminoſi e gli opachi, e nel tempo ſteſso una ſomiglianza ben degna di rifleſſione, cioè che gli opachi riſchiarati illuminano gli altri corpi opachi, e producono per riguardo a ciò quaſi lo ſteſſo effetto de' luminoſi. La ſpiegazione di tal fenomeno ha tormentato molto i Filoſofi fino a' giorni noſtri; ma io mi luſingo di averla comunicata a V. A. di una maniera chiara e compiuta.

24 *Giugno* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XXIII.

Spiegazione del come i corpi opachi ci divengano visibili, e del sistema di Newton su la riflessione de' raggi.

PRima d' intraprendere la spiegazione del fenomeno de' corpi opachi i quali ci divengono visibili quando sono illuminati, fa uopo osservare in generale, che noi non vediamo cosa alcuna se non pe' raggi che ci entrano negli occhj. Quando noi vediamo un' oggetto qualunque, i raggi partono da ciascun punto di questo oggetto, ed entrano nell'occhio dipingendovene per così dire l' immagine. Questa non è una semplice conghiettura, ma può provarsi coll' esperienza. Si prenda un' occhio di bue o di qualunque altro animale ucciso di fresco, se ne scuopra il fondo, e vi si osserveranno dipinti tutti gli oggetti che vi son presenti. Quando noi dunque vediamo un'oggetto, l' immagine ce ne vien dipinta nel fondo degli occhj prodottavi da' raggi che provengon dall'oggetto. Più appresso mi darò l' onore di presentare a V. A. una spiegazione più precisa del senso della vista, e della manie-

Digitalizzato da Google

ra colla quale le immagini degli oggetti vengono formate nel fondo dell'occhio; per ora baſti quanto generalmente abbiamo oſſervato. Poichè dunque noi non vediamo i corpi opachi che quando ſono illuminati, biſogna dire che da tutti i punti di queſti corpi ne provengono de'raggi, i quali ſuſſiſtono fintanto che tai corpi vengono illuminati, e ſvaniſcono tolto il lume; tai raggi adunque non ſono proprj del corpo opaco, ma la di loro origine dee rifonderſi alla ſua illuminazione. Queſta è pertanto la gran quiſtione, cioè come la ſola illuminazione ſia capace di produrre de' raggi su i corpi opachi, e metterli preſso a poco nel medeſimo ſtato in cui ſi trovano i corpi luminoſi, i quali producono i raggi per mezzo di un'agitazione che vi è nelle di loro menome particelle. Il gran Newton e gli altri Filoſofi che hanno eſaminato queſta materia ammettono la *rifleſſione* per cauſa di queſto fenomeno: Dunque egli è di una maſſima importanza che V. A. ſi formi una giuſta idea di queſta così detta *rifleſſione*. Si dà queſto nome alla ripulſione di un corpo percoſſo da un'altro, come ſi vede nel giuoco del bigliardo. Quando ſi tira la palla contro la mattonella o ſia la ſponda del bigliardo, ſubito ne vien riſpinta, e queſto cambiamento chiamaſi *rifleſſione*. Sarà quì a propoſito diſtinguere (*Tav. 1. fig. 7.*)

due

Digitalizzato da Google

due casi. Supponghiamo che *AB* sia la mattonella del bigliardo, il primo caso è quando si gioca la palla *D* perpendicolarmente contro la mattonella seguendo la direzione *DC*, di maniera che questa linea *DC* sia perpendicolare alla mattonella *AB*, e così produca due angoli retti *ACD*, *BCD*; in questo caso la palla ritornerà o sia rifletterà su la medesima linea *DC*. L'altro caso si è quando la palla è giocata obliquamente verso la mattonella, come se si percuota la palla *E* secondo la direzione della linea *EC*, la quale faccia colla mattonella *AC* un angolo acuto *ACE*, il quale si nomina *angolo d'incidenza*; in tal caso la palla sarà ripercossa dalla mattonella secondo la linea *CF*, di sorta che questa linea faccia dall' altra parte colla mattonella *BC* un' angolo *BCF* precisamente uguale all' angolo d' incidenza *ACE*. Quest' angolo *BCF* secondo il quale la palla da *C* si riflette verso *F* chiamasi *angolo di rtflessione*; però si deduce questa regola generale, che in tutti i casi di riflessione l' angolo d' incidenza è sempre uguale all'angolo di riflessione. Questa legge si osserva sempre, quando un corpo incontra ostacolo nel suo movimento; ed una palla di cannone tirata contro una muraglia così forte che non ne potesse esser forata, ribalzerebbe secondo questa regola in modo che l' angolo di riflessione sarebbe sempre uguale all' angolo

Digitalizzato da Google

d'incidenza. E ſiccome queſta regola s'avvera per rapporto a' ſuoni i quali vengono ſpeſſo rifleſſi da certi corpi, e già ſa V. A. che queſta rifleſſione de' ſuoni ſi chiama eco; così ancora è certo che queſta regola ha luogo ne' raggi della luce. Gli oggetti che noi vediamo negli ſpecchj ci ſono rappreſentati per la rifleſſione de' raggi, ed ogni ſuperficie ben levigata riflette i raggi della luce che vi cadono. Egli è dunque certiſſimo che vi ſia un' infinità di caſi, in cui i raggi che cadono ſopra alcuni corpi ſi veggono riflettere; e i Filoſofi hanno da ciò preſo occaſione di ſoſtenere che noi vediamo i corpi opachi per mezzo de' raggi rifleſſi. Io veggo ora le caſe dirimpetto alle mie fineſtre che ſono illuminate dal Sole; dunque ſecondo il ſentimento di queſti Filoſofi i raggi del Sole che cadono su la ſuperficie di queſte caſe ne ſono rifleſſi, entrano nella mia camera, e me le rendono viſibili. Della ſteſſa maniera, ſecondo queſti Filoſofi noi vediamo la Luna e i Pianeti, i quali ſenza alcun dubbio ſono corpi opachi. I raggi del Sole i quali cadono su di queſti corpi e ne riſchiarano la parte ad eſſo eſpoſta, ne vengon rifleſſi e di là vengono fino a noi, non altrimente che ſe tai corpi foſſero luminoſi per ſe ſteſſi. Dunque ſeguendo queſto ſentimento noi non veggiamo la Luna e i Pianeti, che pe' raggi del Sole

che

Digitalizzato da Google

che da loro ci vengono rifleſſi, e molte volte già avrà V. A. inteſo dire che la luce della Luna è una rifleſſione della luce del Sole . Così , (dicono eſſi) i corpi opachi illuminati dal Sole quando gittano i di loro raggi rifleſſi su di altri corpi opachi, ne ſono di nuovo rifleſſi ; e queſti cadendo su di altri ſoffrono una terza rifleſſione, e così in appreſſo. Ma benchè probabile poſſa ſembrare queſto ſentimento a prima viſta, pure quando ſi eſamini minutamente contiene tanti aſſurdi che per niun verſo ſi può ſoſtenere , come avrò l' onore di provar evidentemente a V. A., per poi preſentarle la vera ſpiegazione di queſto fenomeno .

28 *Giugno* 1760.

LETTERA XXIV.

Eſame e confutazione del ſiſtema di Newton.

IO dico dunque che quando vediamo un corpo opaco illuminato dal Sole , il dire che i raggi ne vengono rifleſſi e che per queſta rifleſſione de' raggi noi veggiamo il corpo , egli è una propoſizione che non ſi può in conto alcuno ſoſtenere . L' eſempio

che

Digitalizzato da Google

che arrecano queſti Filoſofi per provare il di loro ſentimento, cioè dello ſpecchio il quale tutti convengono che rifletta i raggi, prova piuttoſto il contrario. Lo ſpecchio rimanda i raggi, ma ritornando queſti ne' noſtri occhj, che mai vi rappreſentano? Subito riſponderà V. A. che non rappreſentano lo ſpecchio, ma gli oggetti da' quali ſono originati, e la di loro rifleſſione non altro produce che farci vedere queſti oggetti in un altro luogo. Da ciò naſce che noi non vediamo queſti oggetti nella ſuperficie dello ſpecchio ma piuttoſto al di dentro, e ſi può in certa maniera dire, che lo ſpecchio ci rimane inviſibile. Ma nel riguardare un corpo opaco riſchiarato dal Sole, noi non vi vediamo affatto il Sole: non vediamo altro che la ſuperficie di queſto corpo con quelle variazioni che in eſſa ſi ritrovano; ſi dee dunque riconoſcere una differenza eſſenzialiſſima trà i raggi rifleſſi da uno ſpecchio e quelli pe' quali noi veggiamo i corpi opachi. Ma vi è ancora un' altra differenza molto palpabile nello ſpecchio: imperciocchè nel cambiare avanti lo ſpecchio il ſito degli oggetti o il noſtro, ſi vedranno ſempre cambiare le immagini, e i raggi rifleſſi dello ſpecchio le rappreſenteranno continuamente a' noſtri occhj ſecondo la natura e la ſituazione degli oggetti e il luogo dove noi ſiam ſituati;

Digitalizzato da Google

ti ; ma come si è già detto questi raggi rifleſſi non ci preſentano mai lo ſpecchio. Or un corpo riſchiarato dal Sole o pure da altri corpi luminoſi o da corpi opachi già riſchiarati , in qualunque maniera cambia di luogo o lo cambiamo noi per rapporto ad eſſo , l' immagine ne ſarà ſempre la ſteſſa , e vedremo ſempre lo ſteſſo oggetto ſenza oſſervarvi alcun cambiamento che abbia rapporto alle riferite diverſe circoſtanze; queſta adunque è un' altra pruova, che noi non veggiamo i corpi opachi pe' raggi rifleſſi dalla di loro ſuperficie . Ma preveggo quì una obiezione ricavata dal collo de' colombi e di alcune ſpezie di ſtoffe che ſono di varie vedute ſecondo che mutiamo ſito: ma queſta obiezione non nuoce affatto al mio aſſunto per riguardo a' corpi opachi ordinarj, i quali non ſono ſottopoſti a queſto cambiamento; queſta obiezione altro non prova , che queſti oggetti ſingolari ſono dotati di certe qualità, come per eſempio che le di loro menome particelle ſieno ben levigate, e perciò in eſſe vi accada una vera rifleſſione contro la maniera ordinaria e comune colla quale ci ſi rendono viſibili i corpi . Or ſi comprende facilmente , che tal rifleſſione dee eſſer ben diverſa dalla maniera con cui i corpi opachi ordinarj vengono riſchiarati . Finalmen-

Digitalizzato da Google

mente i raggi rifleſſi di uno ſpecchio ci preſentano anche tutti i colori del corpo donde eſſi provengono originariamente, e lo ſpecchio in cui ſi fa la rifleſſione niente ſi cambia. All' incontro un corpo opaco illuminato da qualche altro corpo, di qualunque maniera ci ſia riſchiarato, ci preſenta ſempre i medeſimi colori, e ſi può dire che ciaſcun corpo ha il ſuo proprio colore. Or queſta circoſtanza sì che roveſcia aſſolutameute il ſentimento di coloro, i quali pretendono che noi veggiamo i corpi opachi pe' raggi che vengon rifleſſi dalla di loro ſuperficie. Unendo adunque inſieme tutte queſte ragioni che io ho già ſpiegate a V. A., ella non ſarà punto in bilancia a pronunciare che sì fatto ſentimento non può in conto alcuno ſoſtenerſi in Filoſofia o piuttoſto in Fiſica. Intanto non mi Inſingo che i Filoſofi troppo attaccati a' di loro ſentimenti una volta ricevuti ſi arrendano a queſte ragioni; ma i Fiſici i quali ſono più ſtrettamente legati co' Matematici, incontrano meno difficoltà a cambiar ſentimento per ragioni così evidenti. Si ricorderà già V. A. di ciò che ne diſſe Cicerone a queſto propoſito, cioè: che non ſi può immaginare coſa per aſſurda che ſia, che non ſia ſtata ſoſtenuta da qualche Filoſofo. In fatti quanto mai ſtrano poſsa ſembrare a V. A. il ſiſtema che io ora ho confutato, egli è ſta-

Digitalizzato da Google

ſtato ſoſtenuto e difeſo fin' oggi con molto calore . Non ſi può dire già che gl' inconvenienti e le contraddizioni che ho poſte ſotto gli occhi di V. A. non foſsero note a' parteggiani di queſto ſiſtema . Egli ſteſſo il gran Newton ben ne inte'e la forza ; ma fiſſato nella ſua ſtraniſſima idea su la propagazione de' raggi , non è maraviglia che abbia poi chiuſo gli occhj ſopra queſte marce incongruenze : ed in generale la profondità dello ſpirito non ci ſalva mai dagli aſſurdi per rapporto a' ſentimenti già ſpoſati una volta . Ma ſe queſto ſiſtema che i corpi opachi ſono veduti da noi pe' raggi riflefſi egli è falſo (dicono i parteggiani di eſſo) qual ne ſarà mai la vera ſpiegazione ? Sembra loro impoſſibile l' immaginare un' altra ſpiegazione di queſto fenomeno ; e dall' altra parte egli è troppo difficile e troppo umiliante per un Filoſofo il confeſſare la propria ignoranza su di qualunque articolo , e preferiſce ſempre il ſoſtenere gli aſsurdi più grandi ; ſoprattutto s' ei poſſiede il ſegreto di avviluppparli fra vocaboli oſcuri , che non ſi poſsono comprendere ; imperciocchè allora il volgo ammira molto più i dotti , immaginandoſi che tali oſcurità per loro ſono molto chiare . Almeno fa uopo diffidar ſempre quando i dotti ſi vantano di cognizioni tanto ſublimi che non ſanno rendere intelligibili . Io ſpero di ſpie-

Digitalizzato da Google

ſpiegare il fenomeno di cui ſi tratta in modo che V. A. non v' incontrerà menoma difficoltà a comprenderlo.

1 *Luglio* 1760.

LETTERA XXV.

Altra ſpiegazione del come i corpi opachi illuminati ci ſi rendan viſibili.

TUtti i fenomeni su i corpi opachi da me ſviluppati nella mia lettera precedente provano ad evidenza che quando noi vediamo un corpo opaco illuminato, non accade ciò pe' raggi rifleſſi dalla ſua ſuperficie, ma perchè le menome particelle nella ſua ſuperficie ſi trovano in un' agitazione ſimile a quella, da cui le menome particelle de' corpi luminoſi ſono agitate, con queſta differenza che l' agitazione ne' corpi opachi non è così forte come ne' lucidi, perciocchè un corpo opaco quanto ſi voglia illuminato, non produce mai nell' occhio un'impreſſione così viva quanto quella de' corpi luminoſi.

Ma perchè noi veggiamo gli ſteſſi corpi opachi e non già le immagini de' corpi luminoſi che gl'illuſtrano, come dovrebbe acca-

Digitalizzato da Google

cadere nel caſo che i raggi rifletteſſero dalla loro ſuperficie, ei biſogna dire che i raggi pe' quali noi li veggiamo ſieno loro proprj come lo ſono i raggi de'corpi lucidi. Quando adunque un corpo opaco è illuminato, le menome particelle della ſua ſuperficie ſi trovano in un' agitazione propria a produrre nell' etere un movimento di vibrazioni tale quale vi biſogna per formare i raggi, e dipingere ne' noſtri occhj l' immagine del di loro originale. Per tal' effetto fa uopo che da ciaſcun punto della ſuperficie ſi mandino de' raggi in tutte le direzioni, ciò che l' eſperienza conferma evidentemente; perciocchè da qualunque parte guardiamo un corpo opaco, lo vedremo ſempre lo ſteſſo, e però ne ſegue che ciaſcuno punto manda raggi per tutti i lati. Queſta circoſtanza diſtingue eſſenzialmente queſti raggi da' rifleſſi la di. cui direzione è ſempre determinata da quella de' raggi incidenti, di maniera che ſe queſti vengono da una ſola parte come dal Sole, i rifleſſi non ſeguiranno che una ſola direzione. Biſogna adunque credere che qualora un corpo opaco viene illuminato, tutte le ſue minime particelle che ſi trovano nella ſuperficie ſon poſte in quella ſorta di agitazione che produce i raggi, come io ho fatto vedere che accade ne' corpi luminoſi per ſe ſteſſi. Queſt' agitazione poi tanto è più forte quanto la luce che l' illuſtra è

Digitalizzato da Google

efficace; perciò il medesimo corpo esposto al Sole è molto più vivamente agitato che se non fosse illuminato di giorno dal lume che è in una stanza o pure di notte da una candela o dalla Luna. Nel primo caso la sua immagine è dipinta con maggior vivezza sul fondo dell' occhio che negli altri casi, e soprattutto in quello del chiaror della Luna, il di cui lume appena basta a distinguere o pure a leggere una scrittura in caratteri ben grandi, e quando un corpo opaco si trasporti al bujo non se ne vedrà più niente; segno evidente di esser già cessata l' agitazione nelle di lui particelle, e che si son rimesse in quiete. Ecco dunque in che consiste la natura de' corpi opachi; cioè che le loro particelle sono per se stesse in riposo, o almeno prive di quell' agitazione che vi bisogna per produrre la luce o sieno i raggi: ma queste stesse particelle hanno una tale disposizione, che quando vengono illuminate o sia che vi cadono sopra de' raggi di luce, subito mettonsi in un certo scuotimento o sia moto di vibrazione propria a produrre i raggi, e quanto più viva è la luce che tai corpi rischiara, tanto più parimente sarà forte l' agitazione. Il corpo opaco adunque fin che viene illuminato si ritrova nel medesimo stato de' corpi luminosi, venendo le sue picciole particelle agitate della medesima maniera; sicchè divengono capaci di ec-

Digitalizzato da Google

eccitare i raggi nell'etere: con questa differenza che ne' corpi luminosi una tale agitazione da se stessa sussiste continuata da una forza intrinseca, ma negli opachi è accessoria, non essendo prodotta che dalla luce che gl' illumina ; sicchè la vien continuata da una forza straniera, la quale non risiede affatto nel corpo opaco , ma nella illuminazione. Questa spiegazione nell'atto che soddisfa a tutti i fenomeni, non è soggetta ad alcuno di quegl' inconvenienti, che ci hanno determinato ad abbandonare il sistema della *riflessione* . Chiunque vorrà pesar bene tutte queste circostanze ne converrà certamente: resta nondimeno una grandissima difficoltà , cioè di spiegare in che maniera la semplice illuminazione la quale rischiara un corpo opaco, sia capace di mettere in agitazione le più picciole particelle , e precisamente in un' agitazione la quale produce de' raggi ; e come tale agitazione sia quasi sempre la stessa , non ostante che si trovi qualche differenza nella illuminazione . Confesso il vero che se non vi fosse come rispondere mancherebbe molto alla mia teoria , ma non basterebbe questo solo per farla ributtare , perciocchè non havvi niente di ripugnante . Questa sola cosa ch' io ignorassi, cioè come l'illuminazione produce un' agitazione nelle menome particelle de' corpi opachi , dinoterebbe al più una

Digitalizzato da Google

imperfezione in questa teorìa, e sempre che non si dimostri assolutamente impossibile che l' illuminazione produca questo effetto, il mio sistema potrà sempre sussistere. Ma io supplirò anche a questa mancanza, e farò vedere a V. A. evidentemente come l'illuminazione agita le minime particelle de' corpi opachi.

5 *Luglio* 1760.

LETTERA XXVI.

Si continua la spiegazione del come i corpi opachi illuminati ci si rendano visibili.

MI sono impegnato a far comprendere a V. A. come l'illuminazione d'un corpo opaco dee produrre nelle sue minime particelle un'agitazione propria ad eccitare i raggi di luce che ce lo rendono visibile. Il paragone tra 'l suono e la luce (che differiscono soltanto nel più e nel meno, essendo la luce lo stesso per riguardo all' etere, di quello ch' è il suono per riguardo all' aria) questo paragone dico; mi metterà in istato di soddisfare al mio impegno. I corpi luminosi devono paragonarsi a tanti strumenti di Musica posti in azione e che suo-

Digitalizzato da Google

ſuonino attualmente . Nè importa che ſia ciò per una forza intrinſeca, o perchè ſono ſcoſſi da forza eſtrinſeca; baſta che ſuonino e facciano rumore . I corpi opachi finchè non ſono illuminati debbono paragonarſi a tanti iſtrumenti di Muſica che non ſono in azione , o pure a tante corde teſe le quali ſenza eſſer toccate non danno alcun ſuono : Eſſendo dunque la noſtra quiſtione traſportata dalla luce al ſuono ſi riduce a queſta . ſe una corda teſa è in ripoſo trovandoſi tra lo ſtrepito degl' iſtrumenti di Muſica ne riceve qualche agitazione e cominci a ſonare ſenza eſſer toccata?

Or tanto è effettivamente come ſappiamo per eſperienza . Se V. A. voglia prenderſi la pena di guardare una corda teſa nell'atto di un concerto di Muſica, qualunque ſpezie d' iſtrumento ſi ſuoni , ella oſſerverà che queſta corda tremerà ſenza che ſi tocchi , e darà lo ſteſſo ſuono come ſe foſſe ſtata toccata. Una tal'eſperienza rieſce ancor meglio ſe gl' iſtrumenti danno il medeſimo ſuono della corda . Guardi V. A. attentamente le corde di un cembalo che non ſi ſuoni, nell' atto che un violino ſonato forte produce per eſempio il tuono *A* ; ed oſſerverà che in queſto cembalo comincerà a tremare ſenſibiliſſimamente e anche a ſuonare la corda di queſto medeſimo tuono ſenza che ſia ſtata toccata ; ſi vedranno di più muovere

Digitalizzato da Google

certe altre corde , e principalmente quelle che ſono ottave o quinte del tuono che ſi tocca, e ſovente anche la terza , purchè lo ſtrumento ſia perfettamente accordato. Queſto fenomeno è comuniſſimo tra i Muſici , e M.r Rameau gran Compoſitore Franceſe ſtabilì ſopra di eſſo i ſuoi principj di armonìa. Egli pretende che le ottave, le quinte, e le terze devono eſſer riconoſciute per conſonanze , a motivo che una corda vien agitata per lo ſolo ſuono di un'altra corda, che ſia uniſona, o pure un'ottava, una quinta, o una terza. Ma biſogna confeſſare che i principj dell'armonìa ſono molto bene ſtabiliti su la ſemplicità de'rapporti che i ſuoni hanno tra loro di modo che non han biſogno di un nuovo ſoſtegno . Il fenomeno di cui io parlo è piuttoſto una conſeguenza naturaliſſima de' principj dell' armonìa . E per render ciò più ſenſibile , conſideriamo due corde accordate all'uniſono ; ſe una ſe ne tocca , l' altra da ſe ſteſſa comincerà a tremare e a ſonare . La ragione è troppo chiara ; perciocchè ſiccome una corda nel tremare comunica all' aria un movimento ſimile di vibrazione, così per oppoſto l' aria agitata da tale movimento di vibrazione dee far tremare la corda , quando queſta abbia una tenſione ſuſcettibile di queſto movimento . L'aria venendo agitata da un movimento di vibrazione ſcuote alquanto la

Digitalizzato da Google

corda a ciaſcun colpo, ſicchè queſti reiterati imprimono ſubito alla corda un movimento ſenſibile; eſſendo le vibrazioni a cui è diſpoſta per la ſua tenſione corriſpondenti a quelle, che ſi trovano nell' aria. Se il numero delle vibrazioni nell' aria è la metà, il terzo, o tale che il rapporto ſia molto ſemplice, la corda non riceverà un nuovo ſcuotimento ad ogni vibrazione come nel caſo precedente, ma ſolo alla ſeconda alla terza o alla quarta ec. e però continuerà ad aumentare il ſuo tremore, ma non così forte come nel primo caſo. Ma ſe il ſuono che è nell' aria non ha alcun ſemplice rapporto con quello che converrebbe alla corda, niuno effetto queſta ne riſentirà; poichè le vibrazioni della corda (ſe ve ne ſono) non s' incontrano con quelle dell' aria, e gli ſcuotimenti poſteriori diſtruggono quaſi in tutto l' effetto che i primi poteano aver prodotto; queſto è quanto l' eſperienza conferma mirabilmente (*a*). In fatti acciocchè

(a) *La ſperienza ſi è che toccata una corda oſcilla più di tutte l' ottava, meno la duodecima o ſia la quinta dell' ottava, ancor meno di queſta la decima o ſia la terza maggiore dell' ottava, e poco o quaſi niente*

Digitalizzato da Google

una corda ſia poſta in moto dal ſolo rumore di un ſuono ch' effetto ſarà più ſenſibile quando il ſuono l' è nell' aria è preciſamente lo ſteſſo della corda , Gli altri ſuoni che formano conſonanza con quello della corda produrranno anche un' effetto ſimile ma meno ſenſibile, e le diſſonanze non ne produrranno alcuno . Queſta teorìa ha luogo non ſolamente nelle corde , ma in tutti i corpi ſonori . Una campana ſonerà col ſolo rumore di un' altra campana , che faccia buona armonìa colla prima , cioè a

di-

la quinta . Secondo il ſiſtema dell' Autore (lettera 6. e 7.) *può eſprimerſi così la proporzione di queſti tuoni .*

C , G , C¹ , E¹ , G¹ ,
2 . 3 . 4 . 5 . 6 .

Che debba ſcuoterſi più di tutte l' ottava è chiaro dalle due ſeguenti ſerie che indicano le riſpettive oſcillazioni , dove i zeri ſegnano le oſcillazioni iſocrone, o ſia contemporanee.

C o o o o o
C¹ o . o . o . o . o

Così è anche chiara la ragione della duodecima o ſia quinta dell' ottava come ſi oſſerva dalle altre due ſerie ſeguenti

C o o o o o
G¹ o . . o . . o . . o . . o

La

Digitalizzato da Google

dire che ſia il ſuo uniſono o l' ottava o la quinta o la terza . L' iſtoria ce ne porge un' eſempio ne' bicchieri ; vi era un certo tale che li rompea col ſolo gridare . Egli prendea un bicchiere , ed eſaminatone il tuono col percuoterlo , gridava a quello ſteſſo tuono ſul bicchiere , il quale cominciava toſto a tremare ; egli allora accreſceva la ſua

La ragione della poca oſcillazione della quinta anche ſi può ricavare dalle ſeguenti ſerie

C o . o . o . o . o
G o . . o . . o . . o . . o

Poichè ſi vede che per incontrarſi il terzo colpo della ſerie ſuperiore col quarto dell' inferiore (che ſon rappreſentati co' zeri) il colpo intermedio della ſuperiore è diſtrutto da' due intermedj dell' inferiore non confrontandoſi nel madeſimo iſtante . Per chi s' intende di Muſica è facile capirlo dal paragone della difficoltà che s'incontra a fare note di ugual valore con una mano mentre l' altra ne fa due ; all' incontro è molto facile farne ogni una due o tre .

Soltanto potrebbeſi quì opporre perchè mai oſcilli e oſcilli forte la decima o ſia la terza maggiore dell' ottava ancor più della quin-

Digitalizzato da Google

voce a tutto potere su quel tuono, e 'l tremore ne diveniva sì forte che finalmente si facea in pezzi. E' certissimo adunque e confermato anche dall'esperienza, che una corda ed ogni altro corpo sonoro è posto in agitazione per lo solo rumore di un suono consonante. Or lo stesso fenome-

quinta, quando sembra ch' ei dovesse esser tutto all' opposto; poichè se due intervalli non si confrontano con tre, molto meno si confrontano con cinque. Le serie corrispondenti sarebbero

C o . o . o . o . o
E' o....o....o....o....o

in cui già si vede che niuno de' quattro colpi intermedj della serie inferiore rappresentati co' punti corrisponde al colpo intermedio della serie di sopra, e solamente il terzo della superiore si confronta col sesto dell' inferiore.

Si potrebbe adunque pensare che i quattro colpi intermedj nella decima perchè più spesso distruggono il colpo intermedio superiore più nettamente che non fanno i due intermedj nella quinta. E però quanto più nettamente si distruggono i colpi di contrattempo, più chiaro s' imprimeranno i colpi che s' incontrano-

In

meno dee aver luogo ne' corpi opachi, i quali potranno eſſer meſſi in agitazione dalla ſola illuminazione; e queſta è la quiſtione ch'io mi era propoſto di riſolvere, e la ſpiegherò minutamente nell'altra mia.

8 *Luglio* 1760.

LET-

In fatti ſi vede colla ſperienza che la terza maggiore non oſcilla affatto, quando la decima ch'è la ſua ottava oſcilla ben forte; e la ragione ſi può oſſervare nelle ſeguenti ſerie

C o . . . o . . . o . . . o . . . o
E o . . . . o . . . . o . . . . o . . . . o

Dove ſi vede che ben tre colpi intermedj della ſerie ſuperiore devono diſtruggerſi con quattro dell' inferiore, coſa che non può accader mai nettamente, e dopo la prima appena la quinta oſcillazione confronta colla ſeſta, e dopo queſta biſogna aſpettar la nona che corriſponde all' undecima; onde ſi vede che dalla confuſione che recano i molti impulſi di contrattempo, ſi trova del tutto eſtinto il moto impreſſo nella corda, prima che giunga l' altro iſocrono.

Digitalizzato da Google

LETTERA XXVII.

Su la vivezza del lume e 'l colore de' corpi opachi illuminati.

DOpo la ſpiegazione fatta a V. A. nell' antecedente, non ſi maraviglierà più che un corpo poſſa colla ſola illuminazione ricevere un' agitazione nelle ſue minime particelle ſimile a quella da cui vengono agitati i corpi luminoſi, e la quale gli dà la proprietà di produrre i raggi che lo rendono viſibile; ed in tal guiſa quel grande oſtacolo che ſembrava opporſi alla mia ſpiegazione della viſibilità de' corpi opachi ſi è tolto felicemente: quando all' incontro l' altro ſiſtema fondato ſu la rifleſſione de' raggi tanto più incontra difficoltà, quanto più ſi vuole applicare a' fenomeni conoſciuti. Egli è dunque una verità ben fiſſata, che le menome particelle che ſono nella ſuperficie di tutti que' corpi che veggiamo ſi trovano in una certa agitazione o movimento di vibrazione ſimile a quello di una corda pizzicata, ma incomparabilmente più viva e più rapida; ſia che queſta agitazione naſca da una forza intrinſeca come ne' corpi

Digitalizzato da Google

pi luminoſi per ſe ſteſſi, ſia che venga prodotta da' raggi di luce che cadono ſopra i corpi, cioè a dire per l'illuminazione, come me accade ne' corpi opachi. E' falſo dunque che la Luna perchè è corpo opaco riflette i raggi del Sole, e che per queſta luce rifleſſa noi la veggiamo, come credeſi comunemente; ma i raggi del Sole i quali cadono ſu la ſuperficie della Luna, eccitano nelle ſue particelle un ſimile ſcuotimento donde riſultano i raggi della Luna, i quali entrando ne' noſtri occhj vi dipingono la ſua immagine; e queſto è il caſo de' Pianeti e di tutti i corpi opachi, ne' quali tanto dura queſt' agitazione delle minime particelle, quanto dura l' illuminazione che n'è la cagione; e però toſto che il corpo opaco non viene più illuminato, noi ceſſiamo di vederlo. Ma non potrebbe egli forſe accadere che tale agitazione impreſſa una volta nelle minime particelle d'un corpo opaco ſi conſervi ancora per qualche tempo dopo ceſſata l' illuminazione, come veggiamo che una corda toccata una volta continua a tremare per lungo tempo? Io non poſſo negare che queſto caſo ſia poſſibile, anzi credo ancora che realmente accade in quelle materie che M.r Margraff ha preſentato a V.A., le quali illuminate una volta ſi vedono conſervare per qualche tempo la di loro luce, ſe ſi traſportino in una ſtanza oſcura,

In-

Intanto questo è un caso tutto straordinario giacchè lo scuotimento delle menome particelle in tutti gli altri corpi opachi svanisce, cessando l'illuminazione che lo produce. Ma questa spiegazione che finora sostiensi perfettamente, mi determina a ricerche anche più importanti. Non v'ha dubbio alcuno che siccome infinita è la varietà de' corpi opachi così infinita è la differenza tra le di loro minime particelle: e queste in alcuni saranno più capaci di vibrazione, in altri meno, e in altri finalmente non ne saranno capaci affatto. Quel corpo le di cui particelle ricevono facilmente le impressioni de' raggi che vi cadon sopra si vede brillante assai, quando per contrario un'altro su di cui i raggi non producono quasi niuna agitazione deesi vedere oscuro e tenebroso. In mezzo a molti corpi anche illuminati V. A. osserverà sempre una gran differenza, vedendosi alcuni di essi più chiari e più brillanti degli altri. Ma in queste particelle minime de'corpi opachi dee esservi anche un' altra differenza degna di molta riflessione, e questa riguarda il numero delle vibrazioni che ciascheduna particella agitata compirà in un dato tempo. Su di che ho già di sopra osservato che questo numero dee esser massimo, e che la sottigliezza dell'etere ne richiede molte migliaja in un secondo; questa differenza adunque può variare all'infi-

Digitalizzato da Google

infinito, e alcune particelle per esempio faranno 10000 vibrazioni in un secondo, altre 11000, 12000, 13000 ec. a proporzione della picciolezza, della tensione, e della elasticità di ciascheduna, come accade nelle corde di Musica, in cui il numero delle vibrazioni rendute in un secondo può variare all'infinito; e da questa varietà io ho dedotto la differenza de'tuoni gravi ed acuti, o sia de' tuoni bassi ed alti. Or essendo questa differenza essenziale ne' suoni, ed essendone l'orecchio affetto così particolarmente, che su questa differenza sta fondata tutta l' armonìa della Musica, non rimane dubbio alcuno che una simil varietà nella frequenza delle vibrazioni de' raggi della luce debba produrre un' effetto tutto particolare ed una differenza essenzialissima nella vista. Se per esempio una particella fa 10000 vibrazioni in un secondo e produce i raggi di questa spezie, i raggi che entrano nell' occhio ne toccheranno il fondo o sieno i nervi che ivi si trovano anche 10000 volte in un secondo, e un tale effetto ugualmente che la sensazione dee essere del tutto differente di quella, che produrrà un' altra particella che farebbe più o meno vibrazioni in un secondo; vi sarà dunque nella vista una differenza simile a questa che prova l' udito in sentire i suoni gravi ed acuti. Ora sarà V. A. molto curiosa di sapere a

che

Digitalizzato da Google

che ſi riduce queſta differenza nella viſta, e ſe noi effettivamente diſtinguiamo gli oggetti le di cui particelle ſono poſte in moto di vibrazione più o meno di volte in un ſecondo, ed io mi dò l'onore di riſponderle, che tale differenza cagiona la diverſità de' colori; e che per rapporto alla viſta i colori producono lo ſteſſo effetto, che producono per rapporto all'udito i ſuoni alti o baſſi (*a*). Ecco dunque una gran quiſtione il di cui ſcioglimento ſi è offerto da ſe

(a) *La varietà de' colori ſecondo il vario numero di vibrazioni prodotte nell' etere dalle minime particelle de' corpi così luminoſi che opachi, non è già una verità fiſica come forſe potrebbe francamente dirſi quella delle varietà de' tuoni di Muſica ſecondo il vario numero di oſcillazioni nella corda e nell' aria. Queſta in fatti è verità di ſperienza come ſi dimoſtra dall' Autore.* Tentamen novæ theoriæ Muſicæ *cap.* I. §. II. *e* I2, *e ſi è già notato alla Lettera terza: ma riguardo a' colori, al più al più potrà ſoſtenerſi come una conſeguenza di ſiſtema e di analogìa. Lo ſteſſo Eulero lo confeſſa apertamente.* Nova theoria lucis & colorum *cap.* 5. §. II4. e II5.

Digitalizzato da Google

ſe ſenza averlo ricercato, cioè la natura de' colori la quale ha tormentato i Filoſofi di tutte l'età. Alcuni di eſſi han detto che naſcono da una certa modificazione della luce, la quale ci è del tutto incognita. Deſcartes pretende che i colori altro non ſieno che una meſcolanza di luce e di ombra: e Newton ne rintraccia la ragione ne' raggi del Sole i quali ſecondo lui ſono emanazioni reali, e crede che la di loro materia può eſſere più o meno ſottile; quindi egli ſuppone i raggi compoſti di tutti i colori roſſo, giallo, verde, turchino, e violetto. Ma come queſto ſiſtema cade da ſe, tutto ciò che fin'ora ſi è detto su de'colori ſi ridurrebbe a non ſaperne niente affatto. Adunque dee già V. A. chiariſſimamente comprendere, che la natura di ciaſchedun colore conſiſte nel numero delle vibrazioni, che compiono in un dato tempo le particelle de' corpi che agitate ci preſentano queſti colori.

12 *Luglio* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XXVIII.

Natura de' colori in particolare.

L'Ignoranza della vera natura de' colori ha ſuſcitato in tutti i tempi grandiſſime diſpute tra i Filoſofi; ognuno di eſſi ſi è impegnato di renderſi chiaro con qualche particolare ſentimento su di queſto ſoggetto. Il ſiſtema che i colori riſiedono su gli ſteſſi corpi è ſembrato loro troppo comune e poco degno di un Filoſofo, il quale dee ſempre innalzarſi ſopra del volgo. E poichè il contadino crede che il tal corpo è roſſo, quell' altro è turchino, e quello verde; così il Filoſofo non ſi potrebbe diſtinguer meglio che col ſoſtenere il contrario. Egli adunque dice che i colori non hanno niente di reale, e che ne' corpi non vi ſia coſa che abbia rapporto a' colori. I Neutoniani ammettono i colori unicamente ne' raggi, i quali eſſi diſtinguono ſecondo gli ſteſſi colori in roſſi, gialli, verdi, turchini, e violati; e dicono che un corpo ci rappreſenta il tale o il tal colore, quando riflette i raggi di queſta ſpezie. Altri poi cui queſto ſentimento ſembra troppo groſſolano, pretendono che i co-

lo-

Digitalizzato da Google

lori non esistono che nell' immaginativa. E questo è il miglior mezzo per coprire la loro ignoranza, senza il quale potrebbe credere il volgo che i dotti niente di più ne sanno della natura de' colori. Ma a sentir parlare i dotti su di questo punto voi credereste che abbiano penetrato ne' misterj più ascosi della Natura, e pure essi non ne sanno più de' contadini, e forse anche meno. Ma V. A. può facilmente conoscere che tai sottigliezze apparenti non sono altro che sofismi. Adunque ogni colore semplice (per distinguerlo da' composti) è annesso ad un certo numero di vibrazioni, le quali si compiono in un dato tempo, cosicchè un numero determina il color rosso, un' altro il giallo, un' altro il verde, un' altro il turchino, e un' altro il violetto; e questi sono i colori semplici che l' arco baleno ci rappresenta in Cielo. Se dunque le particelle della superficie di un tal corpo sono disposte in maniera che venendo agitate rendono in un secondo tante vibrazioni quante n' esige per esempio il color rosso, io allora questo corpo lo chiamo rosso ugualmente che i contadini, e non veggo alcuna ragione di allontanarmi dal parlar comune. E i raggi che fanno altrettante vibrazioni in un secondo potranno anch' essi per la stessa ragione chiamarsi rossi; e finalmente quando

Digitalizzato da Google

do i nervi che ſono al fondo dell' occhio vengono affetti da queſti medeſimi raggi, e che ne ſono in certa maniera ſcoſſi altrettante volte in un ſecondo, eſſi eccitano la ſenſazione del color roſſo. Fin quì tutto è chiaro, e non veggo alcuna neceſſità d' introdurre gerghi e miſterj che a buon conto niente conchiudono. Il paragone tra 'l ſuono e la luce è sì perfetto, che ha luogo finanche nelle minime circoſtanze. Quando io allego il fenomeno di una corda teſa, la quale può eſſer agitata dal ſolo rumore di un ſuono, ſi ricorderà V. A. che lo ſteſſo tuono che darebbe la corda eſſendo toccata, è il più efficace a farla tremare; e che altri ſuoni non vi producono queſto effetto, ſe non quando formino colla corda una bella conſonanza. Lo ſteſſo accade eſattamente per la luce e pe' colori; perciocchè i differenti colori corriſpondono a' differenti tuoni della Muſica. Per far conoſcere queſto bello e maraviglioſo fenomeno il quale conferma maravigliosamente il mio ſiſtema, ſi prepari una camera oſcura, vi ſi faccia un picciol buco in una fineſtra avanti del quale in qualche diſtanza ſi ponga un corpo di un dato colore, come ſarebbe un pezzo di drappo roſſo, in guiſa che eſſendo ben illuminato i ſuoi raggi entrino pel buco nella ſtanza oſcura. Or ſi vedrà che ſolo i raggi roſſi entreranno nella camera, eſſendo già in eſ-

Digitalizzato da Google

ſa vietato l' ingreſſo a qualunque altro lume; e ſe ſi tiene entro la camera e dirimpetto al buco un pezzo di drappo dello ſteſſo colore, ne verrà queſto perfettamente illuminato, e 'l ſuo color roſſo comparirà molto brillante. Ma ſe vi ſi porrà un pezzo di drappo verde, vi reſterà sì oſcuro che quaſi niente ſe ne vedrà del ſuo colore: ſe poi fuori della camera ſi mette innanzi al buco un pezzo di drappo verde e ben illuminato, quello della camera diverrà perfettamente luminoſo, e molto vivo comparirà il ſuo color verde. Accade lo ſteſſo per tutti gli altri colori, ed io credo che non ſi potrebbe pretendere una pruova più evidente del mio ſiſtema. Noi apprendiamo da ciò che per riſchiarare un corpo di un dato colore, fa uopo che i raggi che vi cadono abbiano il medeſimo colore, e che quelli di un color differente non ſon capaci di agitare le particelle di queſto corpo. Si pruova anche tutto ciò con un' eſperienza nota a tutti che è la ſeguente. Se in una camera ſi alumi l'acquavite, ſa V. A. che la ſua fiamma è turchina, e che produce ſolo raggi turchini, e che tutte le perſone che vi ſi trovano ſembrano molto pallide, e i loro volti ſimili a que' de' morti, malgrado qualunque roſſo o belletto che ſi abbian meſſo. La ragione è chiara, perciocchè i raggi turchini non ſono capaci di eccitare o

Digitalizzato da Google

mettere in moto il color roſſo nel viſo, e non altro vi ſi vede che un color turchinniccio e molto debole; ma ſe alcuno ſia vetro a turchino, queſto comparirà viviſſimo. Or i raggi del Sole o della candela rifchiarano quaſi ugualmente tutti i corpi; dunque ſi vede che i raggi del Sole racchiudono inſieme tutti i colori, quantunque eſſi ſembrino giallicci. In fatti quando ſi laſciano entrare in una ſtanza oſcura i raggi di tutti colori ſemplici, cioè roſſi, gialli, verdi, turchini, e violati preſſo a poco in ugual quantità, e ſi uniſcano inſieme, ci rappreſentano un color bianchiccio. Si fa anche la ſteſſa ſperienza colle polveri de' riferiti colori, dalle quali ben meſcolate ne riſulta lo ſteſſo color bianchiccio. E però ſi conchiude che il bianco non è già un color ſemplice, ma piuttoſto una meſcolanza di tutti i coloti ſemplici. Riguardo poi al nero non è queſto propriamente un colore; ogni corpo è nero qualora le ſue particelle ſono tanto ſtupide, che non poſſon concepire alcun movimento di vibrazione o ſia che non poſſono produrre menomo raggio. Adunque la mancanza de'raggi produce queſto colore; e quanto più particelle ſi trovano in un corpo ſtupide e inette al movimento di vibrazione, tanto più ci comparirà oſcuro e nero.

15 *Luglio* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XXIX.

Trasparenza de' corpi per lo passaggio de' raggi della luce.

Io ho già osservato esservi de' corpi, che trasmettono i raggi della luce, i quali si chiamano trasparenti, pellucidi, e diafani, come è il vetro, l'acqua, e soprattutto l'aria. Intanto l'etere è il mezzo il più naturale, in cui si formano i raggi della luce; e le altre materie trasparenti non hanno questa qualità che à motivo dell' etere ch' esse contengono, e con cui talmente son tramezzate, che le agitazioni eccitatevi dalla luce possono comunicarsi più lungi senza esser trattenute: Ma questa trasmissione non si fa mai cotanto liberamente quanto nell' etere puro, e sempre se ne perde qualche cosa; e tanto più quanto, il corpo trasparente è più denso. E può la densità divenire così considerevole che tutta la luce vi si perde, e allora il corpo non è più trasparente. Però quantunque il vetro sia trasparente, pure un pezzo di vetro di alquanti piedi di grossezza perde in tutto la sua trasparenza, sicchè non si può attraverso di es-

Digitalizzato da Google

ſo veder più niente. Così quantunque chiara egli ſia l'acqua di un fiume, pure ſe ha molta profondità non ne ſcopriremo affatto il fondo, il quale beniſſimo ſi ſcuopre dove l'acqua non è in grande altezza. La traſparenza adunque è una proprietà de' corpi relativa alla di loro denſità; e quando ſi attribuiſce queſta proprietà al vetro, o pure all'acqua ec. fa uopo ſempre intenderla con reſtrizione, purchè queſti corpi non ſieno troppo denſi; e per ciaſchedana ſpezie di corpi vi ſi richiede una certa miſura di denſità, oltre la quale il corpo non è più traſparente. All' incontro non vi è alcuno de' corpi opachi, il quale non poſſa anch' eſſo divenir traſparente ſe riducaſi ad una lamina eſtremamente ſottile. E però quantunque l' oro non ſia traſparente, pure le foglie d'oro lo ſono beniſſimo, e ſe ſi riguardano col microſcopio le particelle minime di qualſivoglia corpo, tutte ſi troveranno traſparenti. Si potrebbe dunque dire, che tutti i corpi ſono traſparenti quando ſi riducono ad una eſtrema ſottigliezza, e che non vi è corpo il quale ſia traſparente quando ſia molto denſo. Ma ſecondo la maniera di parlare ſi chiamano traſparenti que' corpi, i quali conſervano queſta qualità fino ad un certo grado di denſità, quantunque la perdano quando l' oltrepaſſano. Ma per riguardo all' etere egli è per na-

Digitalizzato da Google

natura assolutamente e perfettamente diafano, e la sua estensione moltissima che sia niente affatto diminuisce la sua trasparenza (a). La distanza prodigiosa delle Stelle fisse, come molto ben si ricorderà V. A. niente impedisce che i di loro raggi sieno trasmessi sino a noi; ma benchè la nostra aria sembri anche essa di una trasparenza perfetta, pure la perderebbe affatto qualora si estendesse fino alla Luna, e niun raggio del Sole nè degli altri corpi celesti potrebbero penetrar quaggiù; e saremmo allora nel caso delle tenebre dell' Egitto. La ragione è chiara, e noi osserviamo altrettanto nel suono, la di cui somiglianza colla luce

(a) *Se l' etere è il veicolo della luce come l' aria lo è del suono secondo il sistema dell' Autore, e se corpo diafano secondo lui stesso è quello che ha i suoi pori in modo disposti che poco impedisca il moto vibratorio dell' etere che lo penetra, come potrà mai dirsi con proprietà l' etere diafano? Anzi egli è una contraddizione, veicolo e corpo diafano; siccome contraddiconsi cagione che produce e cagione che impedisce uno stesso effetto.*

Digitalizzato da Google

ce vie più si conferma in tutte le circostanze . L'aria è il mezzo naturale per cui il suono vien trasmesso , ma le agitazioni eccitate nell'aria son capaci di mettere in moto anche le particelle di tutti i corpi , e queste mettendo in moto le particelle interiori trasmettono finalmente le agitazioni per mezzo di tutti i corpi , purchè non sieno troppo densi . Havvi dunque de' corpi , i quali sono per rapporto al suono ciò che sono i corpi trasparenti per rapporto alla luce ; e tutti i corpi hanno questa proprietà per riguardo al suono , purchè non sieno molto densi . Stando V. A. nella sua camera sente quasi tutto ciò che si dice nell'anticamera quantunque le porte sieno ben chiuse , perciocchè l'agitazione dell'aria fatta nell' anticamera si comunica alle mura , e penetra nella sua stanza , benchè con qualche perdita ; in fatti se si diroccassero le mura , V. A. senza dubbio sentirebbe più distintamente . Or quanto più le mura son grosse , tanto più il suono perde la sua forza qualora si comunica per mezzo di esse , e possono le mura giugnere a tal grossezza che impediscono affatto il sentirsi quanto si dice fuori purchè non fosse un rumore terribile come un colpo di cannone . Tutto ciò mi conduce ad una nuova osservazione , cioè che alcuni suoni molto forti possono ben penetrare per quelle mura che sono im-

pe-

Digitalizzato da Google

penetrabili a' ſuoni più deboli; e per conſeguenza per giudicare ſe un muro ſia capace di traſmettere un ſuono non baſta l'aver ſolamente riguardo alla groſſezza del muro, ma fa uopo anche tener conto della forza del ſuono. Se il ſuono è deboliſſimo un muro anche molto ſottile è capace d' impedirlo, quantunque non lo ſia per riguardo ad un ſuono più forte. Accade lo ſteſſo pe' corpi traſparenti, i quali poſſon laſciare il paſſaggio alla luce molto forte, ſenza però che per eſſi ſi poſſa vedere un' oggetto poco brillante. Se ſi anneriſce un vetro al fumo, non ſi vedon più con eſſo gli oggetti poco brillanti, ma il Sole ſi vede diſtintiſſimamente. Queſto è il mezzo di cui ſi ſervono gli Aſtronomi per oſſervare il Sole, perciocchè ſenza di queſto mezzo ſi abbaglierebbe la viſta. E quando ci troviamo in una ſtanza oſcura la di cui fineſtra dalla parte del Sole è bucata, ſi può coprire quanto ſi vuole queſto buco colla mano, che il lume del Sole la penetra ſempre. Intanto la luce del Sole perde molto della ſua chiarezza nel paſſare per la mano, la quale riguardo ad altri oggetti meno luminoſi è del tutto opaca. Ma ſe una luce molto brillante, ſebben totalmente non ſi eſtingua perde pur molto di ſua chiarezza, un' altra più debole certamente ſi perderà in tutto; così un pezzo di vetro molto groſso non ſarà

Digitalizzato da Google

rà affatto traſparente per rapporto agli oggetti poco brillanti, ma lo ſarà beniſſimo per vederci il Sole. Queſte oſſervazioni ſu i corpi traſparenti mi conducono alla teorìa della rifrazione, di cui V. A. avrà ben ſovente inteſo parlare; e io procurerò di metterla in tutto il ſuo aſpetto.

28 *Luglio* 1760.

LETTERA XXX.

Sul paſſaggio de' raggi della luce pe' mezzi traſparenti, e su la di loro rifrazione.

FIntantocchè la luce cammina per uno ſteſſo mezzo per eſempio l' etere o l'aria o qualuuque altro corpo traſparente, la propagazione ſi farà ſempre per linee rette le quali ſi chiamano raggi, perciocchè eſſe partono dal punto luminoſo per tutti i lati, come i raggi di un cerchio o di un globo partono dal centro. Nel ſiſtema dell'emanazione le particelle lanciate dal corpo luminoſo ſi muovono in linea retta, e lo ſteſſo accade anche nel vero ſiſtema che ho avuto l' onore di proporre a V. A., in cui le agitazioni ſi comunicano per linee rette; co-

Digitalizzato da Google

come il ſuono di una campana ci vien traſmeſſo per una linea retta, per la quale noi anche giudichiamo da qual parte ne venga il ſuono; i raggi nell' uno, e nell' altro ſiſtema ci ſono dunque rappreſentati per linee rette finchè eſſi paſſano per un ſolo mezzo traſparente; ma poſſono ben ſoffrire qualche inflеſſione, qualora paſſino da un mezzo traſparente in un altro, e queſta inflеſſione appunto è quella che ſi chiama *rifrazione* de' raggi della luce, la di cui cognizione è di ſomma importanza per una infinità di fenomeni. Spiegherò adunque a V. A. (*Tav. I. fig.* 8.) le leggi, colle quali ſi forma la rifrazione.

Egli è una legge coſtante che quando un raggio come EC cade perpendicolarmente ſopra la ſuperficie AB di un altro mezzo, egli proſiegue il ſuo cammino ſeguendo la medeſima linea retta prolungata come CF; e in queſto caſo non ſoffrirà menoma inflеſſione o rifrazione. Se dunque EC ſia un raggio del Sole che cada perpendicolarmente ſopra la ſuperficie AB dell' acqua o del vetro, egli vi entrerà ſecondo la ſteſſa direzione, e continuerà il ſuo cammino per la linea CF anche perpendicolare alla ſuperficie AB di maniera che EF ſarà una medeſima linea retta. Queſto ſi è l' unico caſo in cui non havvi niente di rifrazione: ma ſe il raggio non cade perpendicolarmente

Digitalizzato da Google

te su la superficie di un' altro corpo trasparente, non continuerà più il suo corso per la stessa linea retta ; e se ne allontanerà più o meno (*Tav. I. fig. 9*) soffrendo una *rifrazione*.

Sia *PC* un raggio che cade obbliquamente su la superficie *AB* di un' altro mezzo trasparente ; nell' entrare in questo mezzo non continuerà più il suo corso per la stessa linea retta *CQ* che è la continuazione della linea retta *PC*, ma se ne allontanerà seguendo la retta *CR* o *CS*.

Adunque soffrirà in *C* una inflessione (o sia come ho detto *rifrazione*), la quale in parte dipende dalla diversità de' due mezzi, e in parte dall' obbliquità con cui entra il raggio *PC*. Or per ispiegar le leggi di tale inflessione, fa uopo aver idea di alcuni vocaboli di cui gli Autori si servono. 1. La superficie *AB*, la quale distingue i due mezzi cioè quello donde viene il raggio e quello in cui entra, vien chiamata *superficie rifrangente*. 2. Il raggio *PC* che vi cade si chiama *raggio incidente*. 3. Il raggio *CR* o *CS* il quale segue nell' altro mezzo una direzione differente da *CQ*, si nomina *raggio rotto*. 4. Tirandosi su la superficie *AB* la linea perpendicolare *ECF*, l' angolo *PCE* formato dal raggio incidente *PC* e dalla linea perpendicolare *EC* vien detto *angolo d' incidenza*. 5. Finalmente si chiama

ang.

Digitalizzato da Google

angolo di rifrazione l' angolo *RCF* o *SCF* formato dal raggio rotto *CR* o *CS*, e dalla perpendicolare *CF*. Dunque a motivo della rifrazione, l'angolo di rifrazione non è uguale all'angolo d'incidenza *PCE*; perciocchè prolungando la linea *PC* in *Q*, gli angoli *PCE*, ed *FCQ* sono opposti al vertice, e per conseguenza uguali tra loro come V. A. si ricorderà felicemente. Essendo adunque l'angolo *QCF* uguale all' angolo d' incidenza *PCE*, l' angolo di rifrazione *RCF* o *SCF* sarà o più piccolo o più grande. Vi sono dunque due casi che possono accadere, il primo quando il raggio rotto fosse *CR*, e allora l' angolo di rifrazione *RCF* è più picciolo dell' angolo d'incidenza *PCE*; il secondo quando il raggio rotto fosse *CS*, e in tal caso l'angolo di rifrazione *SCF* è più grande di quello d' incidenza *PCE*. Nel primo caso si dice che il raggio *CR* si approssima alla perpendicolare *CF*; nell'altro poi che il raggio rotto *CS* si discosta o si allontana dalla perpendicolare. Fa uopo dunque osservare quando ha luogo l'uno e quando l' altro caso, che dipende dalla diversità de' due mezzi a proporzione che l'uno o l'altro è più denso o più raro, o sia a proporzione che i raggi passano con più o meno difficoltà a traverso di ciaschedun mezzo.

A tal' effetto bisogna sapere che l' etere è il

Digitalizzato da Google

è il mezzo più raro, per cui passano i raggi senza menoma difficoltà ; quindi gli altri mezzi trasparenti più comuni tengono quest' ordine: l' aria , l' acqua, il vetro ; di maniera che il vetro è un mezzo più denso dell' acqua, l'acqua più dell' aria, e l'aria più dell' etere. Posto ciò non si dee far altro, che aver sotto gli occhj queste due regole generali . 1. Quando i raggi passano da un mezzo meno denso in uno più denso , il raggio rotto si approssima più alla perpendicolare ; e questo è il caso in cui essendo il raggio incidente *PC*, il rotto sarà *CR* . 2. Quando i raggi passano da un mezzo più denso in un' altro meno denso , il raggio rotto si discosta dalla perpendicolare ; e questo è il caso del raggio incidente *PC* e del rotto *CS* . Ora questa inflessione è tanto più o meno grande quanto differisce più o meno la densità de' due mezzi . E però se i raggi passano dall' aria al vetro soffrono una maggior rifrazione che passando dall'aria all'acqua ; intanto e nell'un caso e nell'altro i raggi rotti si approssimano alla perpendicolare. Parimente i raggi che passano dal vetro all' aria soffrono una rifrazione maggiore che non passando dall' acqua all' aria , ma in ambedue questi casi il rotto si allontana dalla perpendicolare. Finalmente fa uopo offervare che la differen-

Digitalizzato da Google

renza tra l' angolo d' incidenza e quello di rifrazione è tanto più grande quanto è più grande l' angolo d' incidenza ; o pure ch' è lo ſteſſo quanto più il raggio incidente ſi diſcoſta dalla perpendicolare, più l'inflеſſione del raggio o ſia la rifrazione ſarà grande. Vi regna tra eſſi un certo rapporto che ſi determina dalla Geometrìa, ma non è neceſſario di entrare in queſto dettaglio. Quanto ho detto baſta per l' intelligenza di ciò che mi darò l'onore di proporre in appreſſo a V. A.

22 *Luglio* 1760.

LETTERA XXXI.

Rifrazione de' raggi di diverſo colore.

HA già veduto V. A. che quando un raggio di luce paſſa obbliquamente da un mezzo traſparente all'altro ſoffre una inflеſſione che chiamaſi rifrazione, e che queſta (ſiccome diffuſamente ho avuto l' onore di ſpiegarle) dipende tanto dalla obbliquità dell' incidenza quanto dalla diverſità del mezzo. Ora debbo fare oſſervare a V. A. che la diverſità de' colori cagiona anche una picciola varietà nella rifrazione; coſa che pro-

vie-

Digitalizzato da Google

viene ſenza dubbio da che i raggi di diverſi colori racchiudono un numero differente di vibrazioni fatte nel medeſimo tempo, e ch' eſſi differiſcono tra loro in quella maniera ſteſſa che i ſuoni più o meno alti. E quindi ſi oſſerva che i raggi roſſi ſoffrono la menoma inflеſſione o ſia rifrazione; dopo di queſti ſeguono per ordine gli aranci, i gialli, i verdi, i turchini, e i violetti; in guiſa che queſti ultimi ſoffrono la maſſima rifrazione, ſuppoſta ſempre la medeſima obbliquità d' incidenza e lo ſteſſo mezzo. Da ciò naſce che noi diciamo eſſer i raggi di diverſi colori ſoggetti ad una diverſa quantità di rifrazione; e che i roſſi ne ſono i meno ſoggetti, e i violetti più d' ogni altro.

Dunque ſe (*Tav. I. fig.* 10) *PC* foſſe un raggio il quale paſſaſſe per eſempio dall' aria nel vetro, l' angolo d' incidenza eſſendo *PCE* il raggio rotto s' approſſimerà alla perpendicolare *CF*, e ſe il raggio foſſe roſſo, il rotto ſarebbe C—roſſo, ſe foſſe arancio, il rotto ſarebbe C— arancio, e così degli altri, come vedeſi nella figura. Tutti queſti raggi ſi allontanano dalla linea *CQ*, (che è la continuazione di *PC*) verſo la perpendicolare *CF*; ma il raggio roſſo ſi allontana il meno da *CQ*, che vale a dire ſoffre la menoma inflеſſione, e 'l violetto ſe ne diſtacca più di tutti e ſoffre la maſſima inflеſſione. Or ſia *PC* un raggio del

So-

Sole , egli produrrà contemporaneamente tutti i raggi colorati indicati nella figura ; e ſe vi ſi tiene una carta bianca , vi ſi veggono chiaramente , e però diciamo che ciaſcun raggio del Sole racchiude in ſe tutti i colori ſemplici . Così anche lo ſteſſo accade ſe *PC* è un raggio bianco o viene da un corpo bianco , e ſe ne vedran naſcere colla rifrazione tutti i colori : da che ſi conclude che il color bianco è una meſcolanza di tutti i colori ſemplici , come altra volta ebbi l' onore di dire a V. A. In fatti per veder rinaſcere il color bianco non haſſi a far altro che riunir tutti queſti raggi colorati in un ſol punto . Ecco donde noi venghiamo in cognizione de' colori veramente ſemplici cioè per la rifrazione che ce li ſcuopre ad evidenza . Or ſecondo l' ordine della rifrazione : 1.° è il color roſſo , 2.° l' arancio , 3.° il giallo , 4.° il verde , 5.° il turchino , 6.° il violetto . Ma non biſogna già credere che non vi abbia altri colori che queſti ſei ; imperciocchè conſiſtendo la natura di ciaſcheduno in un certo numero maggiore o minore di vibrazioni in un dato tempo , è chiaro che i numeri intermedj danno ugualmente de' colori ſemplici : ma noi non abbiamo più vocaboli proprj per nominar queſti colori , giacchè tra 'l giallo e 'l verde ſi veggono effettivamente de' colori intermedj cui non

Digitalizzato da Google

fapremmo dare il proprio nome. Su di queſto medeſimo principio ſi fondano que' colori, che noi veggiamo nell' arco baleno, il quale ſi forma da che i raggi del Sole paſſando per le gocce di acqua che attraverſano l' aria vengono in eſſa rifleſſi e rifratti, e queſta rifrazione li riſolve ne' colori ſemplici. Avrà ſenza dubbio offervato V. A. che queſti colori ſi ſeguono collo ſteſſo ordine nell' arco baleno, cioè prima il roſſo, poi l' arancio, appreſſo il giallo, dipoi il verde, dietro queſto il turchino, e in ultimo il violetto; ma noi vi ſcopriamo di più tutt' i colori intermedj, come dalle meſcolanze di un colore coll'altro, e ſe aveſſimo più nomi per diſtinguere queſti gradi, noi potremmo trovarvi maggior varietà di colori dall' uno eſtremo all'altro. Un'altra nazione più ricca di vocaboli vi conta forſe più colori diverſi di quel che noi non facciamo; e forſe un' altra ne conta meno, come ſe per eſempio non aveſſe vocabolo per eſprimere l'arancio. Alcuni vi aggiungono il color di porpora che ſi ſcuopre all'eſtremità del roſſo, e che altri lo comprendono ſotto il medeſimo nome di roſſo.

C.

Digitalizzato da Google

C. D. E. F. G. A. B.

violetto.
turchino.
verde.
giallo.
arancio.
rosso.
porporino.

Or possono tai colori paragonarsi al suono di un'ottava, come ho io quì rappresentato, perciocchè i colori egualmente che i suoni possono esprimersi in numeri. Sembra ancora che col crescere di più il violetto si arrivi ad un nuovo color di porpora, come salendo sempre ne' tuoni si arriva al di là del *B*, cioè al tuono *C'* ch'è un'ottava sopra *C*. E siccome nella Musica si dà a questi due tuoni che formano l' ottava il medesimo nome a motivo della di loro somiglianza, così anche i colori dopo esser saliti per l' intervallo di un' ottava ricuperano gli stessi nomi; o per meglio esprimerci, due colori non altrimente che due tuoni di cui uno fa il doppio di vibrazioni che non fa l' altro, passano per lo stesso colore, e hanno uno stesso nome (*a*). Su di

(a) *Solito difetto degli Autori di sistemi. Difet-*

Digitalizzato da Google

questo principio medesimo il P. Castelli in Francia ha voluto immaginare una spezie di Musica di colori . Egli ha formato un cembalo di cui ciascheduno tasto toccandosi rappresenta un pezzo tinto di un certo colore , ed egli pretende che questo cembalo es-

fetto per altro ch'Eulero ha notato con ragione fin anche nel gran Newton (quando per non far incontrar resistenza a' Pianeti vota gli spazj celesti della materia sottile di Cartesio e li riempie di luce) Newton dico il più sodo Filosofo e il più attaccato alle osservazioni e agli sperimenti : ma Eulero vede i difetti di Newton come l' occhio vede il volto altrui , e non il proprio . Non già ch' Eulero fosse stato il primo ad immaginar questo rapporto de' colori a' tuoni della Musica . Newton già prima di lui l' avea immaginato , e ne avea fatto l' assegnamento di ciaschedun colore a ciaschedun tuono (Optices pag. 89. Edit. Genev. 1740) : *ma il fondamento n' era molto differente , cioè la diversa refrangibilità de' raggi secondo i varj colori ; e ne porta gli sperimenti , che la lunghezza di una corda che darebbe il tuono A sta alla corda che darebbe un'altro A un' ottava più basso del primo , come il seno dell' angolo d'*

in-

Digitalizzato da Google

effendo ben ſonato potrebbe rappreſentare uno ſpettacolo grazioſiſſimo agli occhj. Lo chiama egli cembalo oculare, e V. A. ne avrà certamente inteſo parlare. Per me io

incidenza ſta al ſeno dell' angolo di emergenza : Si veggan gli elementi della Filoſofia di Newton dati da M.r Voltaire al capo 14. *ove porta una tavola che dicifera queſto rapporto, e ſi oſſerverà che diviſa in* 360. *parti la lunghezza in cui il ſeno dell' angolo d' emergenza eccede quello d' incidenza ne fa la ſeguente diſtribuzione (della quale per altro non ſo ſe i tuoni ne ſieno contenti)*

al roſſo parti	45.	*e corriſponde a*	*G*
all' arancio	27.		*Fs*
al giallo	48.		*E*
al verde	60.		*D*
al turchino	60.		*C*
al porporino			
o ſia Indigo	40.		*B*
al violetto	80.		*A*
	360.		

La neceſſità dunque di dovere ſpiegar Eu-

le-

Digitalizzato da Google

penſo che piuttoſto la pittura per rapporto agli occhj è ciò che la Muſica è per rapporto

lero nel ſuo ſiſtema col numero delle vibrazioni anche queſto rapporto de' colori a' tuoni, l' ha portato sì avanti a fantaſticare; e dove finora avea contato ſei colori ſemplici (e Newton cinque ch' è peggio) ora per non far lagnare niuno de' tuoni ne adotta volentieri un' altro cioè il porporino, tuttocchè egli ſteſſo lo riconoſca sì poco differente dal roſſo che dice ragionevolmente molti averli per uno. Ma a queſto modo quanti nuovi colori non troveremmo noi tra 'l roſſo e l' arancio? o tra 'l giallo e 'l verde? E poi ſono egli forſe ſette tuoni della Muſica di ugual diſtanza fra di loro? o di diſtanze analoghe a quelle de' colori? Di più io non decido ſe gli ſperimenti su di cui fonda Newton la ſua teorìa ſia da poſporſi o da anteporſi in queſto caſo: pur veggo bene che le diſtribuzioni delle parti aſſegnate a ciaſchedun tuono tra le 360. non corriſponde a quello che ne abbiam notato alla lettera VII., di cui per verità non trovo luogo a dubitare. E poi non ſo ſe l' Effaut maggiore ſia tanto antico in Natura quanto l' arancio; quello che ſo di certo ſi è, che i noſtri Coriſti non voglio-

Digitalizzato da Google

porto alle orecchie; e ne dubito forte che questa rappresentazione di molti pezzi di

 drap-

gliono ancora scordarsi de' vecchiumi del canto fermo, in cui quando la Musica si ristrignea al solo genere Diatonico non si ammettea che l' Effaut naturale. All' incontro non si accordano nè all' ordine nè alla distribuzione de' colori. Eulero mette il porporino avanti al rosso, e Newton avanti al violetto; Newton assegna il rosso a G. ed Eulero a D. Non convengono nè pur nelle distanze di un colore all' altro; perciocchè secondo Newton lo spazio tra'l rosso e l' arancio corrisponde ad un semituono da G. a Fs., e secondo Eulero ad un tuono da D. a E.. Finalmente la serie de' colori secondo Newton scende per un' ottava dal rosso al violetto, e secondo Eulero sale. In somma quanto vedo ben assodata la teoria de' suoni rapportata di sopra; tanto ne veggo quì immaginario questo preteso rapporto a' colori, e sforzando la mia immaginativa a rappresentarmi due colori rossi un' ottava più alto l' un dell' altro, mi venne a mente il ritrovato di quel tale che per quietare un povero cieco nato ch' era in punto d' andarne mat-

Digitalizzato da Google

drappi tinti a varj colori poſſa eſſer piacevole agli occhj (a).

27 *Luglio* 1760.

LETTERA XXXII.

Sul turchino del Cielo.

GIà V. A. ha finora ſaputo come la cauſa della viſibilità degli oggetti è un momatto, *gli diſſe finalmente che il color roſſo, era ſimile al ſuono del violino. Così vedendo vano ogni ſforzo della mia immaginativa, penſai ſe aveſſi potuto trovar l'analogia de' ſette colori co' ſette peccati mortali.*

(a) *Se il P. Caſtelli compoſe il ſuo cembalo oculare de' ſoli colori ſemplici, dovette eſſer certo uno ſpettacolo non molto gajo: ma s' ei vi ammiſe anche i compoſti, non potremmo trovarci più la diviſione delle ottave; e ſe queſta pur vi era, fu già la diſtribuzione del ſuo capriccio non mai della Natura.*

Digitalizzato da Google

movimento di vibrazione eſtremamente rapido, da cui le menome particelle vengono agitate nella loro ſuperficie, e che la frequenza di queſte vibrazioni ne determina il colore. E lo ſteſſo accade o che queſte particelle vengano agitate da una forza intrinſeca, come ne'corpi luminoſi, o che ricevano la di loro agitazione da una illuminazione, o ſia da alcuni raggi donde vengono illuminate, come accade ne'corpi opachi. Or la frequenza o ſia la rapidità delle vibrazioni dipende dalla groſſezza maggiore o minore di queſte particelle, e dalla di loro elaſticità, non altrimente che la rapidità delle vibrazioni di una corda dipende dalla ſua groſſezza e dalla ſua tenſione; quindi è che finchè le particelle d' un corpo conſervano la medeſima elaſticità, eſſe rappreſenteranno il medeſimo colore, come vediamo a cagion d' eſempio le foglie di una pianta conſervare il color verde fintantocchè ſon freſche: ma da che cominciano a ſeccarſi, cambiandoſene l' elaſticità che n' è la cagione, ſe ne cambia anche il colore. Ma baſti quanto ſi è già parlato su di queſto ſoggetto; paſſiamo a ſpiegare un fenomeno univerſale, cioè perchè il Cielo di giorno ſembri turchino. E per verità a giudicare del Cielo ſecondo che ce ne ſembra agli occhj, diremmo non eſser che una vol-

Digitalizzato da Google

ta portentosa dipinta turchina, come cel rappresentano i Pittori. Ma io non ho bisogno di disingannare V. A. di questo pregiudizio; ogni poco di riflessione basta a scorgere che il Cielo non è già come sembra una volta turchina, cui stian fitte quai tanti chiodi luminosi le Stelle: anzi già sa V. A. che le Stelle son tanti corpi immensi, i quali sono distantissimi da noi, e si muovono liberamente in uno spazio presso che voto, cioè non pieno d'altra materia, che di etere. Ed io dimostrerò a V. A. che la cagione di questo turchino del Cielo dee ricercarsi nella nostra atmosfera, perciò che non è questa perfettamente diafana. Se ci fosse possibile d' innalzarci sempre più in alto sopra la superficie della Terra troveremmo l'aria sempre più rara, sicchè non potrebbe essere più atta alla nostra respirazione, e in fine la perderemmo in tutto se potessimo salir nell' etere puro. E però come più si sale su le alte montagne, il mercurio nel barometro vie più scende, percioc-chè l' atmosfera vi diventa più leggera; e si osserva che questo color turchino del Cielo di forte ch'egli è diviene sempre più debole, di modo che lo vedremmo svanire del tutto se potessimo salir fino all' etere puro, e guardando in alto non vedremmo altro che il Cielo nero come la notte; perchè tutto ci par nero quando niun raggio di-

Digitalizzato da Google

di luce ne arriva a noi. Vi è dunque molta ragione di domandare per qual motivo il Cielo ci ſembra turchino. Or queſto fenomeno non potrebbe aver luogo ſe l' aria che ſi frammezza foſse perfettamente traſparente come l' etere, perciocchè in tal caſo non arriverebbero a noi altri raggi che quei delle Stelle (ma il troppo lume del Sole fa che il debol lume delle Stelle ci divenga inſenſibile, ſiccome in molta diſtanza V. A. non vedrebbe affatto di giorno la fiamma di una candela, quando di notte la vedrebbe aſſai brillante, e in diſtanze anche molto più grandi). Or queſto è quanto baſta per provare evidentemente che al ſolo difetto di traſparenza nell' aria fa uopo rifonder la cauſa del turchino del Cielo. L'aria in fatti è piena di quantità di picciole particelle le quali non ſono del tutto traſparenti, ma illuminate da' raggi del Sole ricevono un movimento di vibrazione, il quale produce de' nuovi raggi proprj di queſte particelle; o per meglio ſpiegarmi queſte particelle ſono opache ed eſſendo illuminate ci divengono anche eſſe viſibili. Ora il colore di queſte particelle è turchino, ed ecco la ſpiegazione del fenomeno; cioè che l' aria contiene quantità di picciole particelle turchine; o vero ſi può dire che le ſue minime particelle ſono tinte d'un legger turchino il quale non divie-

ne

Digitalizzato da Google

ne ſenſibile che in una maſſa di aria aſſai voluminoſa . E però niente noi ne ſcorgiamo di queſto turchino in una camera , ma quando i raggi di tutta l' atmosfera penetrano inſieme negli occhj noſtri , come chè dilicato ne ſia il colore di ciaſcheduno ſeparamente , uniti poi inſieme poſſon produrre un colore fortiſſimo . Tutto ciò ſi conferma con un' altro fenomeno , che per altro non ſarà ignoto a V. A.. Se ſi guardi da vicino una ſelva appariſce certo totalmente verde, ma come più ce ne allontaniamo , comparirà ſempre più turchina . In fatti le ſelve delle montagne di Hartz , da Halberſtadt compariſcono pure verdi come ſono, ma da Magdebourg ſembrano già turchine e d'un turchino ben forte, e la ragione ſi è giuſto la grande eſtenſione di aria che vi è tra Magdebourg e queſte montagne. Perciocchè quantunque dilicate o rare ſieno le particelle dell' aria e appena tinte, pure la gran quantità che ve n' è in queſto intervallo fa sì che i raggi entrino unitamente negli occhj , e per conſeguenza vi rappreſentino un turchino molto forte . Noi oſſerviamo un fenomeno ſimile in una nebbia , quando l' aria vien ripiena da quantità di particelle opache , le quali ſono bianchicce . Se queſta nebbia ſi guardi molto da vicino queſto color bianchiccio appena ſi vedrà , ma da lontano diverrà ſenſibiliſſimo ,

finan-

Digitalizzato da Google

finanche a ſegno che gli oggetti non vi ſi veggono dentro. L' acqua del mare comparisce verde fino ad una certa profondità, ma ſe riempiaſene un vaſo di vetro ſembrerà molto chiara. La ragione verisimilmente è la ſteſſa. Queſt' acqua è piena di quantità di particelle verdicce, che in picciola quantità non producono alcun ſenſibile effetto; ma in una grande eſtenſione guardandoſi nella ſua profondità, tanti raggi verdicci uniti inſieme producono un color forte.

27 *Luglio* 1760.

LETTERA XXXIII.

Su l' indebolimento de' raggi di luce che partono da un punto luminoſo a proporzione ch' è più lontano, e su l' angolo viſuale.

FInchè i raggi cagionati dalla rapida vibrazione delle menome particelle di un corpo ſi muovono nello ſteſſo mezzo traſparente, eſſi conſervano la medeſima direzione, o ſia ſi diffondono da per tutto a linee rette. Poſſon rappreſentarſi queſti raggi come quelli di un cerchio o piuttoſto di una ſfera,

Digitalizzato da Google

ra , i quali partendo dal centro si stendono verso la circonferenza; e a motivo di questa somiglianza si è dato loro questo nome di raggi , sebbene a parlar proprio la luce non consiste in linee ma in vibrazioni rapidissime le quali si continuano a linee rette , e per questa ragione si può riguardare la luce come tante linee rette , le quali escono per tutti i lati dal punto luminoso.

Sia dunque *C.* (*Tav. I fig.* 11) un punto luminoso ; il quale diffonde la sua luce per tutti i lati , s'immagini V. A. due sfere descritte intorno al centro *C.* , la luce che si diffonde per la superficie della sfera piccola *abde* si diffonderà ben' anche per la superficie della sfera grande *ACDE*. Fa uopo dunque che la luce diffusa su la sfera grande *ABDE* sia più diradata e più debole che su la piccola *abde* , da che si comprende che l'effetto della luce dee essere tanto più piccolo quanto più si allontana dal punto luminoso . Se noi supponghiamo per esempio che il raggio della sfera grande sia il doppio di quello della piccola , la superficie della sfera grande sarà due volte due , o sia quattro volte più grande. Dunque essendo la medesima quantità di luce diffusa per la superficie della sfera grande e per quella della piccola , ne segue che la luce ad una distanza doppia è quattro volte più de-

Digitalizzato da Google

debole ; ad una distanza tripla 9 volte ; ad una quadrupla 16 volte, e così in avanti ; ma 9 è 3 volte 3, e 16 è 4 volte 4, dunque ad una distanza 10 volte più grande la luce è 10 volte 10, cioè a dire 100 volte più debole. Or applicando ciò alla luce del Sole, se questo fosse lontano dalla Terra due volte più che non è, la sua luce o sia la sua vivezza diverrebbe quattro volte minore, e se stasse 100 volte più lontano sarebbe 100 volte 100, vale a dire 10000 volte meno lucente. Supponendo dunque che una Stella fissa sia così grande e così luminosa come è il Sole, ma 400,000 volte più lontana da noi di quel che il Sole non è, la sua luce sarà 400,000 volte 400,000 o sia 160,000',000,000 di volte più debole di quella del Sole ; e però si vede che la luce di una sola Stella fissa non è niente se si paragoni a quella del Sole ; e questa è la ragione perchè noi non veggiamo di giorno la luce delle Stelle, perciocchè sempre svanisce un picciol lume in presenza di un' altro incomparabilmente maggiore. Lo stesso accade ad una candela e ad ogni altro corpo luminoso, il quale tanto meno lucente comparisce quanto più è lontano ; e V. A. avrà già offervato che qualunque luce sia, se l' è molto distante non basta a farci leggere un libro ; ed hassi quì a fare

an-

Digitalizzato da Google

anche un' altra offervazione che va ſtrettamente legata con quella , che finora ho io rapportato, cioè che il medeſimo oggetto ci ſembra più piccolo a proporzione che ne ſta più lontano . Un gigante a cagion d' eſempio, in una gran diſtanza non ci ſembra più grande di un nano veduto da vicino . Ma per meglio giudicarne biſogna ſaper la teorìa degli angoli viſuali .

Supponghiamo intanto (*Tav. I fig.* 12) che *AB* ſia un' oggetto , per eſempio un' uomo, e che un'occhio lo guardi dal punto *C* ; ſi tirino da queſto punto due linee rette *AC* e *BC* , le quali rappreſentano i raggi che dall' eſtremo dell' oggetto arrivano all' occhio , e queſt' angolo formato in *C* ſi chiama l' angolo viſuale dell' oggetto veduto da *C* . Se il medeſimo oggetto ſi guardi più vicino dal punto *D* , l' angolo viſuale *D* ſarebbe ſenza dubbio più grande, donde ſi vede che quanto più diſtante è un' oggetto tanto più piccolo ſarà il ſuo angolo viſuale , e quanto più è vicino più l'angolo viſuale divien grande . Gli Aſtronomi miſurano con ſomma eſattezza gli angoli viſuali , ſotto de' quali noi veggiamo i corpi celeſti , e trovano che l' angolo viſuale del Sole eccede pochiſſimo un mezzo grado . Se il Sole foſſe due volte più lontano da noi , il ſuo angolo viſuale ſi ridur-reb-

Digitalizzato da Google

rebbe alla metà, e però non sarebbe maraviglia che ci compariſſe quattro volte meno lucente. E ſe il Sole foſſe 400,000 volte più lontano da noi, il ſuo angolo viſuale diverrebbe altrettante volte più piccolo, e non comparirebbe più grande di una Stella. Biſogna dunque ben diſtinguere la grandezza apparente di un' oggetto dalla vera: la grandezza apparente l' è ſempre un' angolo più o meno grande a proporzione che l' oggetto n' è più o meno vicino, e però la grandezza del Sole apparente è un' angolo di circa un mezzo grado, quando la ſua vera grandezza ſorpaſſa moltiſſime volte tutta intera la Terra; imperciocchè eſſendo il Sole un globo, ſi valuta il ſuo diametro di 172000 miglia d' Alemagna, all' incontro quel della Terra non è che 1720 cioè la centeſima parte.

29 Luglio 1760.

LETTERA XXXIV.

Su di ciò che il noſtro giudizio aggiugne del ſuo al ſenſo della viſta.

QUanto ho avuto l' onore di proporre a V. A. ſu i fenomeni della viſta ap-

Digitalizzato da Google

partiene tutto all' Ottica , la quale è una parte delle Matematiche e tiene anche un luogo ragguardevoliſſimo nella Fiſica. Oltre i colori de' quali ho procurato ſpiegar la natura, ſi tratta in eſſa della dottrina dell' angolo viſuale ; e V. A. avrà già oſſervato che il medeſimo oggetto può eſſer veduto ora ſotto un grand'angolo viſuale ora ſotto un piccolo , a proporzione ch' è più vicino o più lontano da noi . E per la ſteſſa ragione un' oggetto piccolo può vederſi ſotto il medeſimo angolo di un grande oggetto , qualora quello ci ſia molto vicino e queſto molto lontano , e baſta fin anche un piattino a coprirci l' intero Sole ; in fatti uno di mezzo piede alla diſtanza di 54 piedi ce lo cuopre interamente e ſi veggono il Sole e 'l piattino ſotto uno ſteſſo angolo viſuale : ma qual prodigioſa differenza tra la grandezza d' un piattino e quella del Sole ? Così la Luna-piena ci appariſce quaſi ſotto il medeſimo angolo viſuale del Sole e per conſeguenza quaſi della ſteſſa grandezza , e pure il Sole è ſenza paragone maggior della Luna ; la ragione adunque ſi è che il Sole n'è quaſi 400 volte più lontano.

L' angolo viſuale è un' articolo , tanto più importante nell' Ottica quanto che da eſſo dipendono le immagini , che ci dipingono gli oggetti ſul fondo dell' occhio . Quanto più l' angolo viſuale è grande o pic-

Digitalizzato da Google

picciolo, tanto più grande o picciola è l'immagine dipinta in fondo all' occhio . E come noi allora vediamo gli oggetti fuori di noi , quando le loro immagini ſono dipinte nel fondo dell'occhio , così queſte immagini coſtituiſcono l' oggetto immediato della viſta o ſia della ſenſazione , Una immagine dunque rappreſentata al fondo dell' occhio ci fa conoſcere tre coſe : I.° Per la ſua figura e pe' ſuoi colori noi giudichiamo eſſervi fuori di noi un' oggetto ſimile di figura e di colore: II.° Dalla ſua grandezza conoſciamo l' angolo viſuale ſotto del quale l' oggetto ci compariſce . III° Dalla ſua ſituazione nel fondo dell'occhio comprendiamo in qual direzione l' oggetto ſi trova fuori di noi , ſe a manca o a dritta , ſe in alto o abbaſſo ; o per dirlo in altra maniera comprendiamo la direzione ſecondo la quale i raggi ci entran negli occhj . A queſte tre cole adunque ſi riſtrigne tutta la viſta e noi non vediamo altro che la figura coi colori, l'angolo viſuale o ſia la grandezza apparente , e la direzione cioè il luogo verſo il quale noi giudichiamo trovarſi l' oggetto . Niente eſſa ci ſcuopre , nè della vera grandezza degli oggetti , nè delle loro diſtanze . E ſebbene ſpeſſe volte immaginiamo di veder la vera grandezza , e la vera diſtanza di qualche oggetto , non è queſto un' atto della viſta , ma sì del giudizio ; e ſono gli altri

Digitalizzato da Google

ſenſi e 'l lungo abito , che ci mettono in iſtato di giudicare a qual diſtanza ſi trova da noi un' oggetto . Ma tal façoltà non ſi eſtende che agli oggetti molto vicini . Da che ne ſon molto lontani , non ha più luogo il noſtro giudizio ; e ſe vogliamo azzardarlo , ordinariamente precipitiamo in grandi errori . Quindi non v' ha chi vegga la vera grandezza o la vera diſtanza della Luna ; e quando il volgo s' immagina che la Luna ſia uguale a un pezzo di formaggio di Svezia , non è la viſta che cagiona queſt' errore , ma un falſo giudizio ; e per una conſeguenza di queſto ſuo ſteſſo errore ne giudica la diſtanza anche meno di quella che paſſa da quì a Charlottenbourg . E' certo dunque che gli occhj o ſia la ſola viſta niente decidono su la diſtanza e la grandezza degli oggetti . Si allega su di ciò l'eſempio degno di molta rifleſſione d'un cieco nato , cui ſi procurò la viſta da un chirurgo quando era già avvanzato di età . Queſt' uomo da principio ſi trovò imbrogliatiſſimo ; niente ei diſtinguea della grandezza nè della diſtanza degli oggetti , tutti gli ſembravan sì vicini che ſtendea la mano a toccarli , e vi volle molto tempo e lungo eſercizio prima di giugnere al vero uſo della viſta ; quella ſteſſa lunga pratica che noi facciamo dall'età più tenera , e di cui

Digitalizzato da Google

niente ci ricordiamo (*a*). Con queſt' eſercizio abbiamo appreſo, che un'oggetto ci ſembra più diſtinto e più chiaro quando è più vicino a noi, e che vicendevolmente è più vicino a noi quell'oggetto, il quale ci comparìſce aſſai chiaro e diſtinto: per contrario poi lo giudichiamo lontano quando ſembraci oſcuro e poco diſtinto. Così i buoni Pittori ci moſtrano su de' quadri molto chiari e diſtinti quegli oggetti che noi dobbiamo giudicare vicini, e ci fan vedere oſcuri quegli altri che dobbiamo giudicar lontani, non oſtante che gli uni e gli altri ſieno per noi nella medeſima diſtanza. In queſta maniera ottengono eſſi a perfezione il farci quaſi giudicare che alcuni degli oggetti veduti su d'un bel quadro ſieno molto più lontani degli altri. Nè potrebbe mai

(a) *Mr Chiſelden celebre Chirurgo inſieme e gran Filoſofo nel* 1729. *con abbaſſar le cateratte a un cieco nato ci diè la prima volta queſta ſperienza. Sperienza per altro di una verità preventivamente dimoſtrata da Mr Locke, e più preciſo dal Dottor Barclay.*

Digitalizzato da Google

aver luogo queſta illuſione, ſe la viſta ci ſcuopriſſe la vera diſtanza e la vera grandezza degli oggetti.

1 *Agoſto* 1760.

LETTERA XXXV.

Spiegazione di alcuni fenomeni che riguardano l'ottica.

HA veduto già V. A. che la ſola viſta niente ci ſcuopre della vera grandezza degli oggetti, nè della loro diſtanza, e che quanto noi immaginiamo di vedere sì per l'una che per l'altra, è tutto effetto del noſtro giudizio e non del ſenſo della viſta. E veramente egli fa uopo ben diſtinguere ciò che i ſenſi ci rappreſentano da quello che noi vi aggiugniamo col noſtro giudizio, perciocchè ſpeſſo ſpeſſo in ciò c' inganniamo. Molti Filoſofi in fatti i quali hanno ſcreditato tanto i noſtri ſenſi come fallaci e ingannevoli deducendone poi in conſeguenza l'incertezza di tutte le noſtre cognizioni (queſta ſetta chiamaſi Scetticiſmo o Pirroniſmo) confondono col noſtro giudizio le rappreſentazioni de' noſtri ſenſi. Dicono eſſi per eſempio, noi non

Digitalizzato da Google

non veggiamo il Sole più grande di un bacino, sebbene sia infinitamente più grande; dunque c' inganna il senso della vista; dunque tutti i nostri sensi c' ingannano, o almeno non ce ne possiamo fidare; le cognizioni dunque che noi acquistiamo per mezzo de' sensi sono tutte incerte e probabilmente false; dunque niente di certo si sa da noi. Ecco il gran raziocinio di questi Filosofi Scettici che tanto si vantano de' talenti loro, sebbene non v' ha cosa più facile che il dire *tutto è incerto*; e per verità di questa maniera ogni più grande ignorante del Mondo può far progressi in questa sublime Filosofia. Ma egli è falso che la vista ci rappresenta il Sole quanto un bacino; essa niente ne decide, il nostro giudizio solo è quello che c' inganna. Intanto se gli oggetti non ci son molto lontani, noi non c' inganniano affatto; poichè aggiugnendo l' uso degli altri sensi al grado di chiarezza con cui noi lo veggiamo, ne rendiamo il nostro giudizio molto certo sì per la grandezza che per la distanza. Or posto che noi fissiamo col nostro giudizio la distanza di un' oggetto, noi possiamo benissimo formar quello della sua vera grandezza, sapendo già che la grandezza apparente è tanto più grande quanto più l' oggetto ci è vicino. E però quanto più lontano noi giudichiamo un' oggetto, tanto più lo crediamo grande;

Digitalizzato da Google

e all' oppoſto quanto più lo crediamo vicino, tanto più lo giudichiamo picciolo. In fatti ſe una moſca ci paſſa d'avanti gli occhj e ſtando diſtratti la prendiamo per un' oggetto molto lontano, forſe la potremo prendere per un' aquila; ma tornando in noi ſteſſi e riflettendo che l' oggetto ci era vicino, ſubito ci avvediamo ch' è una moſca. La ragione ſi è che l' angolo viſuale d' una moſca vicina può eſſere tanto grande quanto quello d' un' aquila lontana; e così nell' un caſo che nell' altro la ſteſſa grandezza d'immagine ci ſi forma al fondo dell'occhio. Havvi a queſto propoſito un'altro fenomeno molto noto, e che ha dato occaſione a molte diſpute de'ſavj, e che ora è molto facile a ſpiegare. Ognuno crede più grande la Luna-piena allor che naſce, che quando è molto in alto, febbene l'angolo viſuale e la grandezza apparente ſiane pur la ſteſſa.

Di più il Sole quando naſce o quando tramonta ognuno lo vede più grande che nel meriggio; qual' è dunque la ragione di queſto giudizio quanto generale altrettanto falſo? Non altra ſenza dubbio che queſta; cioè che ſi giudica il Sole e la Luna quando ſono all'Orizzonte più lontani che quando già ſi ſono elevati: ma per qual motivo ſi giudica così? Si riſponde ordinariamente che quando il Sole e la Luna ſono all'

Digitalizzato da Google

all'Orizzonte, noi vediamo molti oggetti tra essi e noi, i quali ci sembrano accrescercene la distanza ; al contrario quando il Sole e la Luna sono alti noi non veggiamo alcuno oggetto tra essi e noi , e perciò ce gl' immaginiamo più vicini. Ma non so se tale scioglimento potrà soddisfare V. A.; poichè si può opporre che una camera vota apparisce più grande di un' altra ben guernita di mobili , benchè la grandezza ne sia la stessa ; molte cose adunque vedute tra un' oggetto e noi non producono sempre l' effetto di farcelo giudicare più lontano. Io spero che V. A. troverà migliore lo scioglimento ch'io son per darle. Il cerchio *A* (*Tav. I fig.* 13) rappresenti tutta la Terra , e l' altro formato di punti l' atmosfera o sia l' aria da cui la Terra vien circondata, e ponghiamo che noi ci trovassimo nel luogo *A*. Posto ciò, se la Luna è all' Orizzonte, i raggi arrivano a noi come per la linea *BA*, se poi è al di sopra di noi i suoi raggi si comunicano a noi seguendo la linea *CA*. Nel primo caso i raggi attraversano nella nostra atmosfera lo spazio grande *BA* , e nell' altro lo spazio piccolo *CA*. Or si sovverrà V. A. che i raggi della luce , i quali passano per un mezzo trasparente tanto più perdono della loro forza quanto più lungo è lo spazio che percorrono.

Digitalizzato da Google

no. Essendo dunque l'atmosfera o sia l'aria un mezzo trasparente, il raggio *BA* perde nel suo passaggio molto più di forza che il raggio *CA*. Da ciò ne segue in generale che tutti i corpi celesti compariscono molto meno brillanti nell'Orizzonte, che al di sopra di noi. In fatti noi possiamo guardare ad occhio nudo il Sole quando sta all' Orizzonte, ma come egli è a una certa altezza i nostri occhj non possono più fissarvisi; quindi conchiudo che la Luna apparisce più debole nell' Orizzonte che quando l'è alzata. Or V.A. si ricorderà nelle pitture che il medesimo oggetto ci sembra tanto più lontano quanto più debole è il suo lume; dunque quando la Luna è all'Orizzonte dee comparirci più lontana che quando è alta. E però è conseguenza manifesta, che percioc-chè noi giudichiamo essere più grande la distanza della Luna nell'Orizzonte, dobbiamo anche giudicarla più grande; e in generale tutte le Stelle quando son vicine all' Orizzonte ci sembrano più grandi, percioc-chè le stimiamo più lontane.

3 *Agosto* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XXXVI.

Dell' ombra.

HO avuto l' onore di esporre a V. A. quasi tutto ciò che suol trattarsi nell' Ottica; altro ora non resta che l' articolo dell' *ombra*. Già V. A. sa molto bene cosa s'intenda per *ombra*, e però non fa di mestiere il trattenermici. L' ombra suppone sempre due cose, cioè un corpo luminoso ed un' opaco il quale non trasmetta alcun raggio di luce. I corpi opachi dunque impediscono che i raggi di un corpo luminoso penetrino in certi dati luoghi dietro ad esso; e tai luoghi ove i raggi non penetrano, costituiscono quel che si chiama l' ombra de' corpi opachi, o pure ch'è lo stesso l' ombra comprende tutti que' luoghi, da' quali non si può vedere il corpo luminoso perchè il corpo opaco ne intercetta i raggi.

Sia (*Tav. I fig.* 14) *A* un lume, e *BCDE* un corpo opaco. Si tirino i raggi *ABM*, *ADN* in modo che tocchino il corpo opaco ne' suoi estremi; egli è chiaro che niun raggio della luce *A* potrà penetrare nello spazio *MBEDN*, e che in qualunque punto di questo spazio per esempio *O*, si trovi un'occhio, non potrà mai veder il lume.

Digitalizzato da Google

me. Tutto queſto ſpazio è l'ombra del corpo opaco, e come ſi va indietro più ſi allarga in modo che queſt' ombra può creſcere all' infinito. Ma ſe il lume è di grand' eſtenſione, vi ſarà qualche differenza in determinar l' ombra . In fatti ei vi ſono tre caſi da conſiderare; il primo qualora il lume è più picciolo del corpo opaco ; il ſecondo quando gli è uguale ; il terzo quando n' è maggiore . Il primo caſo è quello ſteſſo che noi poco anzi abbiamo oſſervato, in cui il lume era più picciolo del corpo opaco.

Il ſecondo vien rappreſentato (*Tav. I fig.* 15) , in cui il corpo luminoſo *A* è della ſteſſa grandezza che l' opaco *BCED* . Si tirino adunque gli ultimi raggi *ABM* , *AEN* i quali tocchino il corpo , e così tutto lo ſpazio *MBEN* ſarà l'ombra; e in eſſo da per tutto ugualmente è impoſſibile di vedere il corpo luminoſo . E ſi vede di più in tal caſo che le linee *BM* , *EN* ſono parallele , e che l' ombra ſi ſtende all' infinito conſervando ſempre la ſteſſa larghezza .

Per lo terzo caſo ſi vegga (*Tav. I fig.* 16), in cui il corpo luminoſo *AA* è più grande del corpo opaco *BDEC* ; i raggi *ABO* ed *AEO* che ne toccano gli eſtremi concorreranno inſieme in *O*, e lo ſpazio dell' ombra *BOE* divien limitato facendo angolo

in

Digitalizzato da Google

in *O*. Or questa figura si chiama conica, e si dice che l' ombra in tal caso è *conica*. E questo solo è lo spazio, in cui la luce non può penetrare, e in cui è impossibile vedere il corpo luminoso. A questo terzo caso appartengono le ombre de'corpi celesti, le quali sono molto più picciole che il corpo luminoso, cioè il Sole che li rischiara. E quì noi troviamo ancora un' occasione molto propria di fare ammirare la saviezza del Creatore. Imperciocchè se il Sole fosse più picciolo de'Pianeti, le ombre di questi si stenderebbero all' infinito, e così immensi spazj resterebbero privi del vantaggio d'esser rischiarati dal Sole. Ma sorpassando questo ben molte volte la grandezza de' Pianeti, le ombre ne sono limitate ad un piccioliſſimo spazio, da cui la luce del Sole è escluſa. Per tal motivo la Terra e la Luna gittano le loro ombre coniche; ed egli può accadere che la Luna s' immerga nell' ombra della Terra o in tutto o in parte. Quando ciò accade si dice che la Luna sia interamente o in parte eccliſſata; e nel primo caso si nomina *eccliſſe totale*, nell'altro *eccliſſe parziale*. La Luna anch'essa gitta la sua ombra, ma è ben più piccola di quella della Terra; ben vero egli può accadere che l' ombra della Luna si stenda sino alla Terra, e in questo caso coloro, i quali vengon privati della luce del Sole soffrono un' *eccliſſi del Sole*. Quindi l' eccliſſi del

Digitalizzato da Google

del Sole ha luogo quando la Luna à cauſa di non farci vedere il Sole. Di notte noi non veggiamo più il Sole benchè non vi ſia affatto alcuna eccliſſi; ma allora noi ci troviamo nell'ombra medeſima della Terra, lo che cagiona per noi la maſſima oſcurità. Fin quì non non ſi è da noi conſiderato altro caſo, fuorchè quello in cui i raggi della luce ſono traſmeſſi per linee rette, e ciò forma l'oggetto dell' Ottica. Ma io già di ſopra ho oſſervato che i raggi della luce ſono qualche volta rifleſſi, e qualche volta rotti o ſia rifratti. Si ricorderà V. A. che qualora i raggi cadono su di una ſuperficie ben levigata, come è quella di uno ſpecchio, eſſi ne vengono rifleſſi; e qualora paſſano da uno in un' altro mezzo traſparente, vi ſoffrono una rifrazione e ſon quaſi rotti. Ed ecco l' origine di due altre ſcienze *Catottrica* e *Diottrica*. Quella conſidera la viſta che ſi fa per mezzo di raggi rifleſſi; queſta s' aggira su i raggi rotti o rifratti, reſtando oggetto dell' Ottica la viſta che ſi fa per mezzo de' raggi diretti. Avrò dunque l' onore di proporre a V. A. il più preciſo di queſte due ſcienze, cioè della *Catottrica* e della *Diottrica*, perciocchè contengono fenomeni che occorrono ogni momento, ed egli è importantiſſimo ſaperne le cauſe e le proprietà. E veramente tutto ciò

che

Digitalizzato da Google

che riguarda la vista è senza dubbio l' oggetto il più degno della nostra cognizione.

5 *Agosto* 1760.

LETTERA XXXVI.

Della Catottrica e della riflessione de' raggi negli specchj piani.

LA Catottrica ha per oggetto quella vista, che si fa pe' raggi riflessi. Quando i raggi cadono su di una superficie ben levigata, essi ne vengon riflessi di maniera che gli angoli dell' una parte e dell' altra sono eguali fra loro.

Per mettere tutto ciò nel suo maggior lume, sia (*Tav.* 1. *fig.* 17.) *AB* la superperficie di uno specchio ordinario, e *P* un punto luminoso i di cui raggi *PQ*, *PM*, *Pm* cadano su lo specchio. In mezzo a tutti questi raggi, sia *PQ* quello che cade perpendicolarmente sopra lo specchio, e che abbia ad esclusione degli altri questa proprietà, che si rifletta in se stesso, e secondo la direzione *QP*; al pari di ciò che accade su di uno bigliardo quando si tira una palla perpendicolarmente contro la mattonella che ritorna per la stessa direzione

ne

Digitalizzato da Google

ne . Or ogni altro raggio, per esempio *PM* vien riflesso secondo la direzione *MN*, di- maniera che l'angolo *AMN* è uguale all' angolo *BMP*, dove fa uopo considerare che il raggio *PM* si chiama raggio incidente, ed *MN* raggio riflesso. Della stessa maniera al raggio incidente *Pm* corrisponderà il raggio riflesso *mn*, e per conseguenza a motivo della riflessione il raggio *PM* è continuato nella direzione *MN*, e 'l raggio *Pm* nella direzione *mn*, di maniera che si ha l' angolo *AMN* uguale all' angolo *BMP*, e l' angolo *Amn* uguale a *BmP*; una tal proprietà si enuncia dicendo che l' angolo di riflessione è sempre uguale a quello d' incidenza. Ho già avuto l' onore di fare osservare a V. A. questa bella proprietà; ora le farò vedere quai fenomeni debbono risultarne nella vista. Primieramente è chiaro che messo un' occhio in *N*, riceverà dal punto luminoso *P* il raggio riflesso *MN*; e perciò il raggio che vi eccita la sensazione viene dalla direzione della linea *MN* come se l'oggetto *P* stasse in qualche punto di essa; e da ciò ne segue che l' occhio dee vedere l' oggetto *P* nella direzione *MN*. Per rischiararci meglio su di questo punto ei bisogna ricorrere alla Geometria, e V. A. si ricorderà con piacere quelle proposizioni, su le quali sta fondato il seguente ragionamento. Si pro-

lun-

Digitalizzato da Google

lunghi il raggio perpendicolare *PQ* fino ad *R* punto ſuppoſto dietro lo ſpecchio, di maniera che *QR* ſia uguale a *PQ*, e ſi vedrà che i raggi rifleſſi *MN*, e *mn* prolungandoſi dietro lo ſpecchio ſi riuniranno in queſto punto. Imperciocchè conſiderando i due triangoli *PQM*, ed *RQM* primieramente vi è in eſſi il lato comune *MQ*, di poi il lato *QR* è uguale al lato *PQ* per coſtruzione, e finalmente eſſendo retto l' angolo *PQM*, ſarà ben anche retto l' angolo dall' altra parte *RQM*; e però queſti due triangoli avendo uguali tanto i due lati che gli angoli da loro contenuti, ſaranno anch'eſſi uguali fra di loro, e per conſeguenza l'angolo *PMQ* ſarà uguale all' angolo *RMQ*. Ma l' angolo *AMN* come oppoſto al vertice dell' angolo *RMQ* gli è uguale; ſarà dunque anche uguale all' angolo *PMQ* ch' è l' angolo d' incidenza, e quindi l' angolo *AMN* ſarà l' angolo di rifleſſione, come la natura della rifleſſione lo eſige. Della medeſima maniera ſi vede che il raggio rifleſſo *mn* ſe ſi prolunghi, paſſa anch' egli per lo punto *R*; dunque tutti i raggi del punto *P* che vengono rifleſſi dallo ſpecchio tengono preciſamente la ſteſſa direzione come ſe veniſſero dal punto *R*, e per conſeguenza producono nell' occhio il medeſimo effetto, come ſe l' oggetto *P* foſſe effettivamente ſituato dietro lo ſpecchio in

N R,

Digitalizzato da Google

R, quale punto ſi ritrova su la perpendicolare *PQR* tanto prolungata dietro lo ſpecchio quanto l' oggetto *P* lo è d' avanti. Quindi V. A. chiaramente comprende perchè gli ſpecchj rappreſentino gli oggetti dietro di loro, e perchè noi vediamo in eſſi tutti gli oggetti d'una maniera come ſe ſtaſſero dietro lo ſpecchio, e ciò in una diſtanza uguale a quella in cui ſi trovano avanti ad eſſo. Da ciò ancora naſce che lo ſpecchio ſenza cangiarne l' apparenza traſporta per così dire gli oggetti in un' altro luogo, di modo che per diſtinguere il vero dall'apparente nello ſpecchio, queſto ſi chiama *immagine*; e ſi dice che le immagini rappreſentate da' raggi rifleſſi ſtan dietro lo ſpecchio. Queſto ſerve a diſtinguere meglio gli oggetti reali dalle di loro immagini che gli ſpecchj ci rappreſentano; giacchè le immagini che noi veggiamo negli ſpecchj ſono perfettamente uguali e ſimili agli oggetti, ma con queſta differenza che quanto è nell' oggetto a man ſiniſtra nell' immagine compariſce a man diritta, e per converſo. Così un' uomo che ha la ſpada a manca ſembra nello ſpecchio averla a dritta.

Da ciò che ho detto è ſempre agevol coſa aſſegnar dietro lo ſpecchio il luogo dell' immagine di qualunque oggetto.

Imperciocchè (*Tav. II. fig.* 1.) poſto che *AB* ſia uno ſpecchio, ed *EF* un' oggetto

Digitalizzato da Google

getto per esempio una freccia, si tirino da' punti *E* ed *F* due perpendicolari *EG* ed *FH* su la superficie dello specchio e si prolunghino fino ad *e* ed *f*, di maniera che sia *EG* uguale a *eG* ed *FH* uguale a *fH*, l' immagine *ef* sarà del tutto uguale all' oggetto *EF*, perciocchè la figura quadrilatera *GefH* è perfettamente uguale all'altra *GEFH*. Deesi di più riflettere che quando anche si togliesse una parte dello specchio come *BG*, cosicchè *AG* fosse l' intero specchio, anche in tal caso resterebbe intatta l' immagine *ef*. E per conseguenza se lo specchio non fosse grande a segno di potervi cadere le perpendicolari *EG* ed *FH*, farà uopo concepire che il piano dello specchio fosse continuato, come si prolungano le linee della Geometria, per tirarvi su delle perpendicolari. Intanto quanto ho detto finora si avvera unicamente negli specchj ordinarj la di cui superficie è perfettamente piana; poichè così i convessi che i concavi producono effetti assai differenti.

7 Agosto 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA XXXVIII.

Della riflessione de' raggi negli specchj convessi e concavi, e degli specchj ustorj.

QUanto riguarda la riflessione de' raggi si riduce come V. A. ha già osservato a due punti, I. il luogo dell' immagine che i raggi riflessi rappresentano, II. il rapporto dell' immagine all' oggetto. Negli specchj ordinarj o sieno piani il luogo dell' immagine è dietro lo specchio in una distanza uguale a quella in cui si trova l' oggetto d' avanti, e l' immagine è uguale e simile totalmente all' oggetto. Or a queste medesime due cose bisogna aver riguardo nel caso che lo specchio non è piano di superficie ma concavo o convesso, imperciocchè allora l' immagine in essi è d' ordinario molto sfigurata. Avrà già osservato V. A. che guardando in un cucchiajo ben lustro o nella sua superficie interna concava o nell' esteriore convessa, vi si vede la propria immagine ma molto sfigurata; una palla d' argento ben levigata rappresenta assai bene gli oggetti ma più piccioli; e se la sua su-

Digitalizzato da Google

ſuperficie interiore è anche ben levigata, gli oggetti vi comparisсono più grandi, nell' ipoteſi che da eſſa non ſieno molto lontani; perciocchè gli ſteſſi oggetti potranno comparirvi anche più piccoli e capo in giù ſe ſi allontanino dallo ſpecchio. Ma egli è inutile il prendere una palla intera, qualunque parte della ſua ſuperficie produce il medeſimo effetto. Cotai ſpecchj chiamanſi sferici, ed havvene di due ſorte, conveſſi e concavi; queſti ſono al di dentro, quelli al di fuori della sfera, e ſi formano di una meſtura di metalli atti a levigarſi perfettamente: i piani poi ſono di vetro da una faccia coperti di mercurio preparato per procurare la rifleſſione de' raggi. Comincio da' conveſſi.

Sia (*Tav. II fig.* 2) *ACB* uno ſpecchio che ſia parte di una sfera, e 'l ſuo centro ſia in *G*, ſe avanti a queſto ſpecchio in gran diſtanza ſi ponga un' oggetto in *E*, la ſua immagine comparirà dietro lo ſpecchio in *D* punto in mezzo alla linea *CG* ch'è 'l raggio della sfera; e queſta immagine ſarà alttettanto più piccola dell' oggetto quanto la linea *CD* è minore della diſtanza *CE* ov' è l' oggetto. Se poi queſto ſi approſſimi allo ſpecchio, vi ſi approſſimerà anche l' immagine. Tutto ciò ſi dimoſtra colla Geometrìa ſupponendo che un raggio incidente qualunque *EM* ſia in tal guiſa rifleſſo per

Digitalizzato da Google

la direzione *MN*, che l' angolo *BMN* ſia uguale all' angolo *CME*. E però quando l' occhio è in *N* ricevendo il raggio rifleſſo *MN*, vedrà l'oggetto *E* ſecondo la direzione *MN* nello ſpecchio in *D*; o pure *D* ſarà l' immagine dell' oggetto ſituato in *E*, ſebbene più picciola. Ed egli è facile vedere, che quanto più è picciola la sfera di cui lo ſpecchio è parte, più anche ne vien diminuita l'immagine (*a*).

Paſ-

(a) *E la ragione ſi è che dovendo vederſi l'immagine ſempre alla metà del raggio della ſfera cui appartiene lo ſpecchio, quanto più picciola ſarà queſta ſfera più corto ne ſarà il raggio e la ſua metà, e così un' oggetto per eſempio a* 20 *piedi di diſtanza in uno ſpecchio che ha il diametro di* 8 *piedi eſſendo la metà del raggio lunga* 2 *piedi, ſarà l'immagine all' oggetto come* 2 *a* 20, *cioè* 10 *volte più piccola: ma ſe reſtando queſt' oggetto alla ſteſſa diſtanza ſi eſpone ad uno ſpecchio che ha di diametro* 4 *piedi, la metà del raggio ne ſarà un piede, e perciò l'immagine come* 1 *a* 20, *cioè* 20 *volte più picciola dell' oggetto; giuſto la metà di quel che compariva nell'altro ſpecchio come il diametro del ſecondo* 4 *è la metà del pri-*

Digitalizzato da Google

Paſſo ora a' concavi, che ſi uſano in moltiſſime occaſioni. Sia lo ſpecchio *ACB* (*Tav. II fig.* 3) una porzione di ſfera, il di cui centro ſia in *G* e *GC* il raggio. Concepiamo intanto un' oggetto in *E* molto lontano dallo ſpecchio, la ſua immagine comparirà avanti lo ſpecchio in *D* in mezzo al raggio *CG*, perciocchè un raggio di luce qualunque *EM* il quale dall'oggetto *E* batte nello ſpecchio al punto *M*, vi ſarà talmente rifleſſo che paſſerà per lo punto *D*; ed eſſendo l'occhio in *N* vedrà l' immagine in *D*: ma tanto più piccola dell' oggetto, quanto la diſtanza *CD* è minore di *CE*. Se l' oggetto ſi approſſima allo ſpecchio, l' immagine ſe ne allontana; e ſe foſſe ſituato al centro della ſfera *G*, allora l' immagine anch' eſſa ſarà in *G*. Di più ſe l'oggetto ſi approſſima ſino a *D*, l' immagine ſi allontanerà infinitamente di là di *E*; ſe finalmente l' oggetto ſi avvicina anche più tra *C* e *D*, l' immagine allora paſſerà dietro lo ſpecchio, e comparirà più

primo 8; e in conſeguenza ne naſce la regola che data una ſteſſa diſtanza l' immagine creſce o manca a proporzione del diametro della ſfera cui lo ſpecchio ſi appartiene.

Digitalizzato da Google

grande dell'oggetto. Chi ſi guardaſſe in uno ſpecchio di queſti ſituandoſi tra *D* e *C*, vi vedrebbe il ſuo volto d'una grandezza ſmiſurata. Ciò ſi pruova colla natura della rifleſſione, in virtù della quale l'angolo dell' incidenza *EMA* è ſempre uguale all'angolo rifleſſione *CMN*. A queſta ſpezie fa uopo ridurre gli ſpecchj uſtorj, ed ogni ſpecchio concavo può bruciare. Ma queſta ſorprendente proprietà merita una più diſtinta ſpiegazione.

Sia (*Tav. II fig.* 4) *ACB* uno ſpecchio concavo il di cui centro ſia in *G*, e in cambio dell'oggetto ſia il Sole in *E*; i ſuoi raggi rifleſſi ne rappreſenteranno l' immagine in *D* ch'è la metà del raggio *CG*. Or la grandezza di queſta immagine ſarà determinata dagli ultimi raggi *SC*, *SC*, ſarà dunque piccioliſſima. E perchè tutti i raggi che dal Sole cadon su lo ſpecchio *ACB* ſono rifleſſi in queſta immagine, ei vi ſaran riuniti ed avranno tanto più forza; quanto l'immagine *D* ſarà più picciola della ſuperficie dello ſpecchio. Or i raggi del Sole oltre la forza di riſchiarare, hanno anche quella di bruciare; quindi ne ſegue che deeſi trovare in *D* un gran grado di calore, e ſe lo ſpecchio è molto grande, queſto calore può divenir più forte di qualunque fuoco. In fatti cogli ſpecchj di queſta fatta ſi brucia in un' iſtante qualunque legno, e

ſi fon-

Digitalizzato da Google

ſi fonde qualunque metallo ; e non è altro che l' immagine del Sole , che produce queſti effetti ſorprendenti . Comunemente queſta immagine ſi chiama il fuoco dello ſpecchio , il quale ſta ſempre in mezzo tra lo ſpecchio e 'l ſuo centro .

Ma ei biſogna diſtinguer bene gli ſpecchj uſtorj dalle lenti uſtorie forſe ben note a V. A., di cui avrà occaſione di parlar nell' altro ordinario .

9 Agoſto 1760.

LETTERA XXXIX.

Della Diottrica.

DOpo aver avuto l' onore di eſporre a V. A. i principali fenomeni della Catottrica i quali riſultano dalla rifleſſione de' raggi della luce , mi reſta ora a parlare della Diottrica, in cui ſi tratta della di loro rifrazione, qualora paſſino per differenti mezzi diafani . Un raggio di luce non proſiegue la ſua direzione in linea retta fuorchè nel caſo che paſſi ſempre per uno ſteſſo mezzo : da che entra in un' altro mezzo diafano toſto cambia direzione, più o meno a pro-

Digitalizzato da Google

a proporzione che vi cade più o meno obbliquamente.

Havvi nondimeno un caso, in cui conserva la sua direzione rettilinea, ed è quando perpendicolarmente passa d' un mezzo all' altro. Gl' istrumenti che si considerano principalmente nella Diottrica son le lenti degli occhiali e de' microscopj; tai lenti sono a due facce e rotonde come cerchj. Tutta la differenza tra le di loro varie spezie nasce dalla figura di queste due facce, la quale o è piana, o conveſſa, o concava; e tanto la figura conveſſa come la concava fa parte di una sfera, di cui fa uopo sapere il raggio ch' è presso a poco la misura della conveſſità e della concavità. Posto ciò è ben che si sappiano le molte spezie di lenti diottriche.

La prima spezie (*Num. I Tav. II fig.* 5) è quella in cui ambe le facce son piane. Se si tagli una figura sferica da uno specchio si avrà questa prima sorta di lente, la quale non muta gli oggetti in niuna cosa. La seconda spezie (*Num. II*) ha una superficie piana e l' altra conveſſa, e questa lente si chiama *piano-conveſſa*. La terza spezie (*Num. III*) ha una faccia piana e l' altra concava, e si chiama *piano-concavo*. La quarta (*Num. IV*) è quella, in cui son conveſſe ambedue le facce, e questa lente vien detta *conveſſo-conveſſa*. La quin-

Digitalizzato da Google

quinta ſpezie (*Num. V*) ha tutte e due le facce concave ; e ſi chiama *concavo-concava*. Le lenti finalmente della ſeſta e della ſettima ſpezie (*Num. VI e VII*) diconſi *meniſche* ed hanno una faccia conveſſa e l' altra concava. Or tutte queſte lenti (ad eccezione di quelle della prima ſpezie che han piane ambe le facce) ſi rapportano a due claſſi, una delle quali racchiude quelle in cui prevale la conveſſità, e ſono del Num. II, IV, VI ; l' altra in cui prevale la concavità, cioè quelle del num. III , V , VII e però le prime vengon chiamate ſemplicemente *conveſſe* , e queſte *concave* . Or ſi diſtinguono queſte due claſſi per le ſeguenti proprietà .

Sia (*Tav. II fig. 6*) *AB* una lente conveſſa , con cui ſi guardi un oggetto *EF* molto lontano , i di cui raggi *GA* , *GC* , *GB* cadono su la lente e paſſando ſoffrono la rifrazione , la quale ſi farà in guiſa che i raggi uſciti dal punto *G* rifrangendoſi ſi riuniſcono dietro la lente nel punto *g* . Lo ſteſſo accaderà a' raggi i quali eſcono da qualunque punto dell' oggetto . A motivo di queſt' alterazione tutti i raggi rifratti *Al* , *Bm* , *Cn* proſeguiranno il medeſimo corſo come ſe l' oggetto foſſe in *egf* tutto al roveſcio , e come ſe foſſe tante volte più picciolo , quanto la diſtanza *Cg* è minore della diſtanza *CG*. Si dice dunque, che una tal

tal lente rappresenta l'oggetto *EF* dietro di essa in *ef*, e questa rappresentazione si chiama l'*immagine*, la quale è per conseguenza a rovescio e tante volte più piccola dello stesso oggetto quanto l'è più prossima alla lente di quel che non è l'oggetto. Egli è chiaro dunque che se il Sole tenga le veci di quest' oggetto, l' immagine rappresentata in *ef* sarà quella del Sole; e benchè piccioliss-sima, sarà nondimeno così viva, che non vi si potrebbe guardare senza esserne bruciato; perciocchè tutti i raggi i quali attraversano la lente, si riuniscono in questa immagine, e vi esercitano ambedue le di loro forze e d'illuminare e di riscaldare. Il calore si sperimenta a un di presso tante volte più grande, quanto la superficie della lente sorpassa il suo fuoco, cioè la grandezza dell' immagine del Sole; quindi se la lente sarà molto grande si possono far de' prodigj, tanto n'è il calore. E se nel fuoco di questa lente pongasi della materia combustibile, in un'istante ne sarà bruciata. I metalli vi si fondono e anche vi si vitrificano, e con questa lente ustoria si producono effetti molto superiori a tutto ciò che può operare il fuoco della massima violenza. La ragione si è quella stessa degli specchj ustorj. Negli uni e negli altri i raggi del Sole sparsi sull' intera superficie dello specchio o della lente, vengon riuniti nel piccio-

Digitalizzato da Google

ciolo ſpazio dell' immagine del Sole . Ed una ſola differenza vi è, che negli ſpecchj queſta riunione ſi fa colla rifleſſione , e nelle lenti colla rifrazione . Queſto è l' effetto delle lenti conveſſe , le quali ſono più groſſe nel mezzo che all' eſtremità , e ſono appunto quelle rappreſentate nel numero II , IV , VI . Quelle poi de' numeri III, V , e VII , dette ſemplicemente concave le quali ſono più groſſe all' eſtremità che al mezzo, producono l' effetto oppoſto .

Sia *ACB* (*Tav. II. fig. 7*) una lente di tal ſorta cui in gran diſtanza ſi eſponga l' oggetto *EGF* , i raggi *GA* , *GC* , *GB* i quali eſcono dal punto *G* ſono talmente rotti dalla lente in *l* , *m* , ed *n* come ſe veniſſero dal punto *g* , ed un occhio ſituato dietro la lente per eſempio in *m* , vedrà l' oggetto della ſteſſa maniera come ſe ſtaſſe della medeſima ſituazione in *egf* , ma altrettanto più piccolo quanto la diſtanza *GC* è più grande di quella di *Gg* . Dunque ſiccome le lenti conveſſe rappreſentano dietro di eſſi l' immagine degli oggetti molto lontani , così le concave la rappreſentano dinnanzi ; quelle capo in giù , e queſte tale quale . Or nelle une , e nelle altre l' immagine è altrettante volte diminuita , quanto è più proſſima alla lente di quel che l' oggetto non è . Ed ecco le proprietà delle len-

Digitalizzato da Google

lenti su di cui sta fondata la costruzione di tutti i microscopj, telescopj, ed occhiali.

11 *Agosto* 1760.

LETTERA XL.

Su la stessa materia, e su le lenti ustorie e i di loro fuochi.

LE lenti convesse mi presentano certe altre riflessioni, le quali mi darò l'onore di proporre a V. A.. Parlo ora in generale delle lenti convesse che sono più grosse in mezzo che agli estremi, o che abbian convesse ambedue le facce o una piana e l'altra convessa o finalmente una concava e l'altra convessa, purchè la convessità sorpassi la concavità, e la grossezza di mezzo sia maggiore che agli estremi; e di più si suppone, che le facce di tai lenti sieno lavorate in una figura circolare o sia sferica. Or sì fatte lenti hanno principalmente questa proprietà, ch' essendo esposte al Sole presentano dietro a loro un fuoco, ch' è l'immagine del Sole, dotata di una doppia forza, cioè di rischiara-

Digitalizzato da Google

rare, e di bruciare. E la ragione ſi è, che tutti i raggi i quali partono da un punto del Sole ſono per mezzo della rifrazione della lente riuniti in un ſol punto. Lo ſteſſo accade ancora per qualunque altro oggetto che ſi eſponga a queſta lente preſentandocene ſempre l' immagine, la quale ſi vede in cambio dell' oggetto. Tutto ciò diverrà più chiaro colla ſeguente figura.

Sia (*Tav. 2. fig. 8.*) *ABCD* una lente convеſſa avanti alla quale ſi ritrovi un' oggetto *EGF*, di cui baſterà conſiderare i tre punti *E*, *G*, *F*. I raggi che dal punto *E* cadono ſulla lente ſono racchiuſi nello ſpazio *AEB*, e nella rifrazione ſono tutti ridotti nello ſpazio *AeB*, di maniera che ſono riuniti nel punto *e*. Della ſteſſa guiſa i raggi del punto *G*, i quali cadendo ſu la lente riempono lo ſpazio *AGB*, e ſon ridotti colla rifrazione nello ſpazio *AgB* riunendoſi al punto *g*. Finalmente i raggi del punto *F* i quali cadono ſu la lente nell' angolo *AFB*, ſono rotti in modo che ſi riuniſcono nel punto *f*; ſi avrà dunque l' immagine *egf* in una ſituazione tutta al roveſcio dietro la lente, ed un' occhio ſituato dietro queſta immagine come in *O*, la vedrà della ſteſſa guiſa, come ſe l' oggetto ſi trovaſſe in *egf* tutto al roveſcio, e tante volte più picciolo quanto la diſtanza *Dg* è minore della diſtanza *CG*. Ora per giudi-

care

Digitalizzato da Google

care del luogo dell' immagine fa uopo aver riguardo tanto alla natura della lente che alla distanza dell' oggetto. Per rapporto alla prima, quanto più la lente è convessa, vale a dire quanto più la grossezza del mezzo *CD* supera quella dell' estremità, più l' immagine si approssima alla lente. Per riguardo alla seconda bisogna osservare che a proporzione che l' oggetto *EF* si approssima alla lente, l' immagine *ef* se n' allontana, e per opposto. L' immagine non può trovarsi più vicina alla lente, che quando l' oggetto n' è molto lontano, e in questo caso trovasi nella medesima distanza dell'immagine del Sole, la quale si chiama il fuoco della lente. Dunque se l' oggetto è molto lontano, l'immagine cade nello stesso fuoco; e più l' oggetto si approssima alla lente, più l' immagine se n' allontana. Vi è in fatti in Diottrica una regola certa per dimostrazione, colla quale si può assegnare il luogo preciso dell' immagine, in qualunque distanza stia l' oggetto, purchè si sappia il fuoco della lente, o sia la distanza alla quale cade l' immagine del Sole e ha la forza di bruciare; qual distanza facilmente si trova coll' esperienza. Da questa distanza dipende la denominazione delle lenti; perciocchè si dice quella tal lente ha il suo fuoco alla distanza di un pollice, quell' altra alla distanza d' un piede; quell' altra a die-

Digitalizzato da Google

dieci piedi, e così di mano in mano. I cannocchiali richieggono delle lenti, che abbiano il loro fuoco ad una gran distanza, ed è difficilissimo lavorarle a perfezione. Una volta io spesi 150 scudi per una lente che avea il fuoco alla distanza di 600 piedi, e la mandai all'Accademia di Pietrobourg; io per me son persuaso che non valesse poi gran cosa, ma era ricercata per la sua rarità. Per far conoscere a V. A. che la rappresentazione dell' immagine *efg* (nella figura precedente) sia realmente tale, non hassi a far altro che fissare in questo luogo una carta bianca, le di cui particelle sono atte a ricevere ogni spezie di vibrazioni che formano i colori. In tal caso tutti i raggi del punto *E* dell'oggetto nel riunirsi nel punto *e*, quivi metteranno la particella della carta in un movimento di vibrazione simile a quello che ha il punto *E*, e per conseguenza vi si formerà il medesimo colore. Similmente i punti *g*, ed *f* avranno i medesimi colori de' punti *G* ed *F* dell'oggetto, e così vedransi su la carta tutti i punti dell' oggetto, e tutti espressi co' proprj colori al naturale; quanto basta per rappresentare la più esatta e la più bella pittura dell'oggetto. Tutto ciò riesce anche perfettamente in una camera oscura mettendo la lente in un buco della finestra, per quindi vedere in una carta bianca tutti

Digitalizzato da Google

gli oggetti che ſtanno al di fuori, così esattamente dipinti che ſi poſſon diſegnare col toccalapis. I pittori in fatti ſi ſervono di queſta macchina per diſegnare i paeſi e le vedute.

13. *Agoſto* 1760.

LETTERA XLI.

Su la viſta, e ſu la ſtruttura dell' occhio.

ORa ſono nello ſtato di ſpiegarc a V. A. in qual maniera ſi formi la viſta negli occhj degli uomini e degli animali; coſa ſenza dubbio la più mirabile che ſia a notizia dell' uomo. E ſebbene egli è quaſi impoſſibile di conoſcerla a perfezione, pure quel poco che ne ſappiamo è ſufficientiſſimo a convincerci dell'Onnipotenza, e dell' infinita Sapienza del Creatore; e queſte maraviglie debbono riempiere il noſtro ſpirito dell' adorazione la più pura verſo l' Eſſere Supremo. Riconoſceremo in fatti nella ſtruttura degli occhj perfezioni tali, che niun' intelletto illuminatiſſimo che ſia non potrà mai intenderle a fondo, nè niun artefice il più valente non potrà mettere in opera una macchina ſimile, che non ſia infinita-

Digitalizzato da Google

nitamente inferiore a quanto noi ſcuopriamo negli occhj; quando anche noi gli accordaſſimo la libertà di formarſene la materia a ſuo piacere, ed ancorchè aveſſe egli il più alto grado di penetrazione, di cui un' uomo può eſſer capace.

Non mi tratterrò quì alla deſcrizione anatomica dell' occhio; mi baſta oſſervare (*Tav. II fig. 9*) che la membrana d'avanti *a A b* è traſparente e chiamaſi la *cornea*, dietro la quale ſi trova al di dentro un'altra membrana *am*, *bm* circolare tinta di colori che chiamaſi l' *iride*, e in mezzo di queſta vi è un buco *mm* detto *la pupilla*, la quale in mezzo dell' iride ci ſembra nera. Dietro queſto buco ritrovaſi un corpo *bBGa* ſimile ad una picciola lente uſtoria perfettamente traſparente di una ſoſtanza membranoſa che chiamaſi *umor criſtallino*. Dopo il criſtallino la cavità dell'occhio è tutta piena d' una ſpezie di gelatina perfettamente traſparente chiamata l' *umor vitreo*. Finalmente la cavità anteriore tra la cornea *a Ab* e 'l criſtallino *bBCa* contiene un liquore fluido come l'acqua, perciò detto *umore acquoſo*. Ecco intanto quattro materie traſparenti, per cui debbono paſſare i raggi della luce ch'entrano nell' occhio. 1. la cornea *a Ab* 2. l'umore acquoſo tra *A* e *B*, 3. il criſtallino *bBCa*, e 4 l'umor vitreo; queſte ſono quattro materie di denſità differenti, ſicchè

Digitalizzato da Google

i raggi passando dall' una all'altra soffrono una rifrazione sempre diversa, e sono talmente ordinate, che i raggi i quali vengono da un punto di un oggetto, si riuniscono anche in un punto al di dentro dell' occhio, e ve ne rappresentano l' immagine. Il fondo poi dell'occhio in *EGF* è tappezzato d'un tessuto bianchiccio proprio a ricevere le immagini; sopra in fatti abbiamo osservato che coll'ajuto di una lente convessa si possono rappresentare su di un fondo bianco le immagini di qualsivoglia oggetto. E' uniforme dunque al medesimo principio che tutti gli oggetti, i di cui raggi entrano nell'occhio, vi si dipingano al naturale sul fondo bianchiccio detto *la retina*. Se si prenda un occhio di bue, e se gli tolgano le parti esteriori, che cuoprono la retina, vi si vedranno tutti gli oggetti dipinti così esattamente, che non vi sarebbe pittore da poterli imitare. E per vedere un' oggetto tale qual'è, fa uopo sempre che la sua immagine sia dipinta al fondo dell'occhio sopra la retina, e se per qualunque infermità qualche parte dell' occhio va a male o perde la sua trasparenza, si divien subito cieco. Ma per vedere gli oggetti non basta ancora che le di loro immagini vengano dipinte su la retina; havvi persone, che malgrado tutto ciò son pur cieche; donde si deduce che le immagini dipin-

Digitalizzato da Google

pinte su la retina non sono già l' oggetto immediato della vista, e che si fa altrove la percezione dell' anima. La retina di cui vien guernito il fondo dell'occhio è un tessuto di fili di nervi sottilissimi che hanno la comunicazione con un gran nervo, il quale partendo dal cervello entra in *O* nell' occhio, e chiamasi il *nervo ottico*. Tai piccioli nervi della retina vengono agitati da' raggi della luce i quali formano l' immagine al fondo dell' occhio, e quest' agitazione è trasportata per mezzo del nervo ottico fino al cervello; e quivi senza dubbio è dove l' anima forma la percezione; ma niun notomista ancora benchè abilissimo ha potuto osservare i nervi fin nella loro origine, e sarà questo sempre per noi un mistero che ci nasconde il legame dell'anima col corpo. Ma comunque si consideri questo legame, siamo sempre obbligati a riconoscerlo come un miracolo sorprendentissimo dell'Onnipotenza Divina, che noi non possiamo giammai penetrare. Oh quanto da questa riflessione dovrebbero confondersi quegli spiriti forti, i quali rigettano tutto ciò che non giungono ad intendere co' loro corti intelletti!

15 *Agosto* 1760

Digitalizzato da Google

LETTERA LXII.

Si continua a ſcrutinar la maraviglioſa ſtruttura dell' occhio.

SPero che V. A. ſi contenterà di conſiderar meco più da vicino le maraviglie della ſtruttura dell' occhio per quanto ſono a portata noſtra; e prima d' ogni altro la pupilla ci ſomminiſtra un' oggetto ben degno di ammirazione. La pupilla come diſſi, è appunto quel buco nero in mezzo all' iride o ſia ſtella a varj colori, per dove paſſano i raggi nell' interno dell' occhio. Quanto più queſto buco è aperto, tanto più raggi poſſono penetrar dentro l' occhio, e formar nella retina l' immagine che quivi ſi vede diſtinta, e però quanto più la pupilla ſarà aperta, tanto più chiara diverrà l' immagine. Se ſi oſſervi con attenzione l' occhio dell'uomo ſi vede ſubito che l' apertura della pupilla alle volte è più grande, alle volte più picciola. Generalmente la pupilla è molto riſtretta quando ſi trovi eſpoſta ad un gran riverbero di luce, e all' incontro è aſſai aperta in un luogo poco illuminato. Una tal variazione è molto neceſ-

Digitalizzato da Google

ceſſaria per la perfezion della viſta. Nel caſo che ci troviamo tra 'l riverbero di una gran luce, eſſendone i raggi più forti, ve ne biſogna in conſeguenza meno per mettere in moto i nervi della noſtra retina, e perciò la pupilla da ſe ſi reſtrigne. Se in queſta occaſione la ſi apriſſe di più, e ammetteſſe un maggior numero di raggi, i nervi ne ſarebbero troppo ſcoſſi fino a ſentirne dolore. Ed ecco la ragione perchè non poſſiamo guardare il Sole ſenza venirne abbagliati, e ſenza ſperimentare nel fondo dell' occhio un dolore ſenſibiliſſimo. Se poteſſe riuſcire di ſtrigner più la pupilla, ſicchè non riceveſſe altro che una piccioliſſima quantità di raggi, ceſſerebbe l' incomodo del tutto: ma una tal contrazione della pupilla non è in noſtra balìa di farla. Le aquile hanno queſto vantaggio, tanto che poſſono fiſſar l' occhio al Sole; in fatti ſi è ſperimentato che la pupilla in tal caſo ſe le ſtrigne tanto, che ſembra ridotta a un punto. Uno ſplendore molto grande eſige una aſſai picciola apertura della pupilla, e quanto quello vien diminuito tanto la pupilla ſi dilata, coſicchè nelle oſcurità ſi apre fino ad occupare quaſi tutta l' iride. Se l' apertura rimaneſſe in tal caſo ugualmente picciola che nel tempo dello ſplendore, i pochi raggi che vi entrerebbero non ſarebber ſufficienti ad agitare i nervi ſecondo il

Digitalizzato da Google

biſogno; perocchè in queſto caſo a produrvi un' effetto ſenſibile fa uopo che i raggi vi entrino in maggiore abbondanza. E ſe poteſſimo aprirla anche di più, noi ci vedremmo beniſſimo anche in mezzo alle grandi oſcurità. Si allega infatti a tal propoſito l' eſempio d' un uomo, il quale dopo aver ricevuto un colpo nell'occhio ſi trovò colla pupilla talmente dilatata, che nelle maſſime oſcurità potea ben leggere, e diſtinguere le coſe anche minime. I gatti e molti altri animali che camminano in mezzo le tenebre, hanno la facoltà di dilatare la pupilla più che non fa l' uomo; e i gufi l' hanno aperta a ſegno che non poſſon ſopportare un grado di mediocre lume. Benvero quando la pupilla dell' uomo ſi dilata o ſi riſtrigne, non accade già per un' atto della volontà umana, perciocchè non dipende dal ſuo arbitrio il dilatarla e reſtrignerla quando voglia. Da che ci troviamo in un luogo molto luminoſo, la noſtra pupilla da ſe ſi riſtrigne, e da ſe ſi dilata per oppoſto ſubito che paſſiamo ad un luogo più oſcuro: ma un tal cambiamento non ſi fa in un' iſtante, vi vogliono ben de' minuti di tempo finchè la ſi accomodi alle circoſtanze. Quindi V. A. avrà molto bene offervato nel paſſare all' improvviſo da un gran lume a un luogo oſcuro, come nella commedia di Schuch, che non potè all' iſtan-

te

Digitalizzato da Google

te discernere le persone, che vi si trovavano. La pupilla allora era ancor troppo ristretta, e que' pochi raggi deboli che ammettea non eran capaci di fare un' impressione sensibile; ma a poco a poco si andò dilatando finchè potè ricevere un maggior numero di raggi. Tutto il contrario poi accade qualora da una grande oscurità si passi in un subito al lume troppo vivo; poichè trovandosi la pupilla in tal caso molto dilatata, la retina ne viene agitata soverchio, e però ci troviamo interamente abbagliati, di maniera che siamo obbligati a chiuder gli occhj. E' dunque una circostanza degna di riflessione che la pupilla si ristrigne e si dilata a proporzion de' bisogni della vista, e che tal cambiamento si fa dalla Natura stessa, senza che la volontà dell' uomo vi abbia parte alcuna. I Filosofi i quali esaminano la struttura e le funzioni del corpo umano, sono sciffi in varj partiti su questo articolo, e vi è poca speranza d' indagarne la vera ragione.

Intanto checchè ne sia, egli è certo che la variabilità della pupilla è un' articolo essenzialissimo per la vista, la quale sarebbe altrimenti molto imperfetta: ma noi ne scopriremo appresso molte altre maraviglie.

17 *Agosto* 1760

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA XLIII.

Differenza infinita tra l'occhio di un' animale e un' occhio artificiale.

IL principio ſu cui ſi fonda la ſtruttura dell'occhio, è in generale quello ſteſſo colla di cui ſcorta io ho avuto l'onore di ſpiegare a V. A. la rappreſentazione degli oggetti che ſi fa ſu di una carta bianca con un vetro conveſſo. Non meno l'uno che l'altro ſi riduce a queſto, che tutti i raggi i quali partonſi da un punto dell' oggetto, ſono di bel nuovo riuniti in un ſol punto colla rifrazione; e poco importa ſe queſta rifrazione ſi faccia con una ſola lente o con molte materie traſparenti di cui l'occhio è compoſto. Da ciò intanto ſembra poterſi dedurre che una ſtruttura molto più ſemplice di quella dell'occhio impiegandoviſi una ſola materia traſparente, potrebbe produrre i medeſimi vantaggi; e ſarebbe queſta un' oppoſizione molto temeraria contro la Sapienza del Creatore, il quale ſenza menomo dubbio ha ſeguito nelle ſue opere la via più ſemplice impiegando i mezzi più opportuni. Vi ſono ſtati in fatti degli ſpiriti forti e ve

Digitalizzato da Google

eve ne ha ancor molti i quali si avanzano impertinentemente a dire, che se Iddio nel tempo della creazione avesse richiesto il loro consiglio gli avrebbero dato de' mezzi assai migliori, e molte cose ora si trovorebbero in maggior perfezione. Essi s'immaginano che avrebbero potuto architettare un piano più semplice e più proprio per la struttura dell' occhio. Or esaminiamo un poco quest' occhio che avrebber formato gli spiriti forti, e vedrà evidentemente V. A. che tal'opera sarebbe difettosissima, e del tutto indegna di esser paragonata con quella del Creatore.

L'occhio ci questi spiriti forti si ridurrebbe dunque (*Tav. II fig.* 10) ad una sola lente convessa *ABCD*, che riunisce (come sopra abbiamo osservato) tutti i raggi, i quali partono da un punto dell' oggetto. Ma ciò non è vero che a un di presso; la figura circolare che si dà alle superficie della lente produce sempre il difetto, che i raggi i quali cadono su gli estremi non si riuniscono esattamente in un punto, come que' che passano per mezzo; ed havvi sempre una differenza quasi insensibile nell' esperienze, in cui l'immagine si rappresenta su la carta bianca; qual differenza se mai accadesse anche nell' occhio confonderebbe la vista totalmente. Ma ripigliano gli spiriti forti che in cambio della circolare si potrebbe trovare un' altra figu-

Digitalizzato da Google

gura per la ſuperficie della lente, la quale aveſſe la proprietà di riunire di nuovo nel punto *R* tutti que' raggi che partono dal punto *O*, ſia che paſſino per lo mezzo della lente ſia per le ſue eſtremità. Or io voglio accordare che ciò ſarebbe poſſibile: ma ſe la lente aveſſe queſta proprietà per riguardo al punto *O*, il quale ſi trova alla diſtanza preciſa *CO*, non l'avrebbe certo per ogni altro punto più o meno lontano dalla lente; e qualora ciò foſſe poſſibile che non è, egli è certiſſimo, che non ſarebbe ugualmente opportuno riguardo agli oggetti ſituati a canto, come in *T*. Si vede in fatti, che quando ſi rappreſentano gli oggetti ſu di una carta bianca, comechè quelli che ſi trovano a linea retta innanzi alla lente, per eſempio in *O*, ſieno molto ben' eſpreſſi, pure gli altri che ſono a canto come in *T*, compariſcono ſempre molto sfigurati ed eſpreſſi confuſamente; difetto a cui l'artefice il più valente non ſaprebbe rimediare. Ma havvenne anche un'altro che non è meno conſiderabile. Quando ho parlato a V. A. de' raggi di diverſi colori ho oſſervato che nel paſſare da un mezzo traſparente in un altro ſoffron eſſi una differente rifrazione, i roſſi una più piccola i violetti una più grande. Poſto dunque che il punto *O* ſia roſſo e che i ſuoi raggi nel paſſare per la lente *AB* foſſero riuniti al punto *R*, queſto ſarebbe il luo-

Digitalizzato da Google

luogo dell'immagine roſſa : ma ſe il punto *O* foſſe violetto, la riunione de' raggi ſi farebbe in *V* punto più vicino alla lente. Di più eſſendo il color bianco un' unione di tutti i colori ſemplici , ſe ſi poneſſe in *O* un' oggetto bianco , formerebbe queſto a un tempo ſteſſo molte immagini tutte a diverſe diſtanze; donde riſulterebbe ſu la retina una macchia colorata , la quale turberebbe di molto la rappreſentazione . E realmente ſi oſſerva che quando in una camera oſcura gli oggetti fuori di eſſa ſi rappreſentano ſu di una carta bianca , compariſcono in eſſa ricamati de' colori dell'arco baleno ; ed ecco che rieſce impoſſibile di rimediare a queſto difetto , qualora ſi voglia far uſo di un ſolo corpo traſparente . Si è intanto ſperimentato che a tutto ſi rimedia con impiegare diverſi mezzi traſparenti : ma nè la teorìa nè la pratica han potuto finora giugnere a tanta perfezione da eſeguire una coſtruzione tale che rimediaſſe a tutti queſti difetti . Fra tanto l' occhio architettato dal Creatore non ha alcuna di quelle imperfezioni di ſopra deſcritte , e molto meno altre molte , cui ſarebbe ſottopoſto l' occhio conſigliato dallo ſpirito forte . La vera ragione dunque perchè la Sapienza Divina ha poſto in uſo molte materie traſparenti per la formazione dell' occhio , non è altra che quella di metterlo al coperto di

tan-

Digitalizzato da Google

te imperfezioni, le quali caratterizzano tutte le opere degli uomini. Che bel motivo è questo della nostra ammirazione! E quanto ha ben ragione il Salmista d'istruirci con quella dimanda: Possibile, che colui il quale ha saputo organizzar l'occhio non vedrà? E non sentirà colui che ha saputo fabbricar l'orecchio? Or essendo l'occhio solo un capo di opera superiore ad ogni umano intendimento, qual sublime idea non dobbiam noi formarci di colui che ha provveduto di questo dono maraviglioso per le sue incomprensibili perfezioni non solamente gli uomini, ma tutti gli animali e fin gl'insetti i più vili!

19 Agosto 1760

LETTERA XLIV.

Perfezioni che si scuoprono nella struttura dell'occhio.

L'Occhio solo adunque è superiore infinitamente a qualunque macchina, che l'Industria umana è capace di produrre. Le diverse materie trasparenti di cui vien composto, non solo per la di loro varia densità son capaci di cagionar differenti rifrazio-

Digitalizzato da Google

zioni, ma la di loro figura è anche determinata in guisa che tutti i raggi usciti da un punto dell' oggetto sono esattamente in un sol punto riuniti senza menomo ostacolo, nè per la sua maggiore o minore distanza, nè per lo sito di prospetto o da canto, nè per la diversa rifrazione de' raggi secondo i varj colori. Se in fatti si facesse la menoma mutazione nella spezie o nella figura delle materie trasparenti, l'occhio perderebbe subito tutti i vantaggi che abbiamo finora ammirati. E pure gli Atei hanno la sfacciataggine di sostenere che gli occhj, e l'intero Mondo non è che l' opera del caso. Niente vi scuopro-no che meriti la loro attenzione; niun segno di sapienza riconoscono nella struttura dell' occhio: anzi credono aver ragione di lagnarsi che non è perfetto abbastanza, perciocchè non possono vedere nè tra le tenebre, nè quanto havvi dietro una muraglia, e molto meno le parti assai piccole degli oggetti lontani, come della Luna e degli altri corpi celesti; quindi si fanno a gridare impertinentissimamente che l'occhio non è già un' opera fatta a disegno, ma a caso come un pezzo di fango che si trova per terra; e che sarebbe un' assurdo il dire che noi abbiamo gli occhj per vedere, ma che deesi dire piuttosto che avendo ricevute tutte le membra del corpo dal caso, noi ne profittiamo per quanto la loro natura ce lo per-

Digitalizzato da Google

permette . Ma V. A. ſentirà già con iſdegno tai ſentimenti, per altro troppo comuni oggidì tra coloro che credono eſſer eſſi i ſoli ſavj, e ſi burlano inſolentemente di chi sa ſcoprire in queſto Mondo i ſegni caratteriſtici di un Creatore potentiſſimo e ſaviſſimo . E' coſa inutile veramente voler diſputare con coſtoro , perciocchè ſempre fermi ne' loro ſentimenti niegano sfrontatamente le verità le più riſpettabili . Tanto è vero ciò che dice il Salmiſta : che ſon veri pazzi quei che nel loro cuore dicono non eſſervi Dio . Per rapporto agli occhj le loro pretenſioni ſono ugualmente aſſurde che ingiuſte. In fatti non vi è coſa più aſſurda che il voler vedere le coſe dietro que' corpi pe' quali paſſar non poſſono i raggi della luce : e riguardo ad una viſta, che poteſſe diſtinguere nelle Stelle rimotiſſime i piccioli oggetti, fa uopo riflettere che i noſtri occhj ſono adattati a' noſtri biſogni : e ben lungi di pretender di più, dobbiamo anzi umilmente veberare queſto maraviglioſo dono dell' Ente Supremo . Del reſto per veder noi gli oggetti con diſtinzione , non baſta che i raggi i quali partono da un punto ſi riuniſcano in un altro punto ; fa uopo altresì che queſto punto di riunione cada preciſamente su la retina che ſta al fondo dell' occhio ; giacchè ſe cade prima o dopo, la viſta ne diverrà con-

Digitalizzato da Google

confusa . Or se fino ad una certa distanza tai punti di riunione cadon su la retina , ad una maggiore debbon necessariamente cadere avanti , e in una minore cadranno dietro l' occhio : e l' uno e l'altro caso cagiona confusione nell'immagine dipinta su la retina . Gli occhj adunque dell'uomo son destinati a certe date distanze e non più . Alcuni non veggono distintamente altro che gli oggetti molto vicini , e questi chiamansi *Miopi* o di corta vista ; altri poi detti *Presbiteri* veggono con distinzione soltanto gli oggetti assai lontani ; e finalmente coloro i quali veggono distintamente gli oggetti che sono in mediocre distanza , si dice che hanno una buona vista . Pur non di meno in ognuna di queste spezie si può , sebbene per poco , con qualche compressione accorciare o allungare gli occhj , e con questo mezzo approssimare o allontanare la retina , mettendola così in istato di veder distintamente gli oggetti poco più o poco meno lontani ; ed è questo un gran soccorso per rendere i nostri occhj più perfetti , che non si può certo attribuire al caso . Chi ha buona vista ne ritrae grandissimo profitto per vedere distintamente gli oggetti molto lontani e i molto vicini ; ma ciò s'intende fino ad un certo termine , non essendovi alcuno forse che possa vedere alla distanza di un pollice , o più

Digitalizzato da Google

vicino . E ſe V. A. teneſſe così proſſima agli occhj una ſcritta , vedrebbe certo i caratteri aſſai confuſi . Ma mi ſuppongo di avere a ſufficienza trattenuto V. A. su queſta per altro importante materia, e ſono ec.

21 *Agoſto* 1760 .

LETTERA XLV.

Su la gravità o ſia peſo conſiderato come una proprietà eſſenziale de' corpi .

Dopo aver parlato della luce e de' ſuoi raggi , avrò l'onore di ſpiegare a V. A. una proprietà generaliſſima di tutti i corpi noti , cioè la *gravità* , o ſia il peſo . Qualunque corpo ſia ſolido ſia fluido , ſi vede per eſperienza che cade giù da, che non viene più ſoſtenuto . Una pietra che ho in mano come lo laſcio cade a terra , e andrebbe anche più giù ſe a terra vi trovaſſe un buco . Così mentre che ſcrivo , la mia carta cadrebbe ſul pavimento ſe non foſſe trattenuta dal mio tavolino . Or lo ſteſſo accade a qualunque corpo che ſappiamo; nè havvene alcuno che non cada a terra da che non trova più oſtacolo , che lo ritenga . La cauſa di queſto fenomeno , cioè di queſta ten-

Digitalizzato da Google

tendenza al baſſo che han tutti i corpi è quella che ſi chiama la loro gravità. Quando diceſi che ogni corpo è grave, s'intende che ogni corpo ha queſta tendenza a cadere, e che cade effettivamente da che ſe gli leva l'oſtacolo, che lo trattiene. Gli Antichi non hanno in tutto conoſciuta una tal proprietà, e han creduto che vi foſſero effettivamente de' corpi che per lor natura ſalgono in alto come il fumo e i vapori, e però chiamarongli corpi leggeri per diſtinguerli dagli altri che hanno la tendenza a cadere. Ma dopo ſi è conoſciuto che l'aria è quella che li traſporta in alto; perciocchè in uno ſpazio voto di aria ſi fa col mezzo della macchina pneumatica che il fumo e i vapori ſcendono anch' eſſi al pari della pietra, e così ſi è veduto che queſte materie ſon per natura loro gravi e peſanti come le altre. Sicchè quando e' ſalgono in alto accade loro quello ſteſſo che vediamo intervenire ad un legno che ſi voleſſe immergere ſotto l'acqua, il quale malgrado la ſua gravità, ſubito che ſi laſcia libero rimonta sù e nuota a fior d'acqua, per eſſer di queſta meno peſante; e ſi è queſta una regola generale, che ogni corpo in un fluido più peſante monta sù. In fatti ſe ſi gittano in un vaſo di mercurio dei pezzi di ferro, di rame, di argento, e anche di piombo e di ogni altra ma-

Digitalizzato da Google

teria (ad eccezione dell' oro il quale perchè è più pesante va a fondo) tutti si veggon galleggiare, e. volendoli sommergere rimontano da se ; siccome adunque vi sono alcuni corpi i quali salgono nell' acqua o in un'altro fluido malgrado la loro gravità, non per altro che per esserne più leggeri, così non è maraviglia che certi corpi meno pesanti dell' aria come il fumo e i vapori vi montino anch' essi . Or si ricorderà V. A. che sopra ho avuto l' onore di farle osservare che l'aria è anch' essa pesante , e che pel suo peso sostiene il mercurio nel barometro ; però quando si dice che tutti i corpi son pesanti, fa uopo intendere che tutti senza eccezione cadrebbero in giù in uuo spazio voto d' aria . Posso anzi aggiugner di più che tutti cadono con ugual celerità, imperciocchè una moneta e una penna cadono con pari celerità sotto una campana, donde n' è estratta l' aria , come diremo appresso più diffusamente . Ma si potrebbe opporre a questa regola generale che una bomba lanciata da un mortajo non cade subito a terra come una pietra che lascio di mano , ma piuttosto monta in aria; forse che non la sarà affatto pesante ? ma è chiaro che la veemenza della polvere spigne in alto la bomba , e non le permette di cader subito. Veggiamo in fatti che non sempre sale , ma cessando quella forza che

la

Digitalizzato da Google

la ſpigne in alto ſubito cade e fracaſſa quanto incontra ; ciò che prova evidentemente la ſua gravità . Quando dunque ſi dice che tutti i corpi ſon gravi, non ſi niega ch' eſſi poſſon eſſere impediti di cader giù e che poſſono eſſer gittati in alto ; ma ciò accade per mezzo di forze eſteriori , e quindi rimane ſempre certo che ogni corpo abbandonato a ſe ſteſſo o che ſia in ripoſo o che ſia in moto cade ſenza altro da che ſe gli leva il ſoſtegno . Sotto la mia camera per eſempio vi è una cantina , e 'l pavimento è che mi ſoſtiene e m' impedisce di potervi cadere ; ſe queſto marciſſe in un iſtante e nel tempo ſteſſo crollaſſe la volta della cantina, infallibilmente vi piomberei ; giacchè il mio corpo è peſante al pari degli altri che noi ſappiamo . Io dico corpi che noi ſappiamo , perciocchè forſe vi potrà eſſere un corpo ſenza peſo, come que' degli Angioli che una volta apparivano (a) ; tai corpi non cadrebbero affatto quan-

(a) *Che i corpi aſſunti dagli Angioli ſieno veri corpi atti a vederſi e a toccarſi , dalla Scrittura non ci è permeſſo dubitarne. Perchè dunque voler toglier loro la proprietà eſſenziale del peſo? Forſe ch'ei non han gli Angioli*

Digitalizzato da Google

quando anche si togliesse loro il pavimento, e camminerebbero con ugual facilità in alto per aria, che quì abbasso su la terra. Ad eccezione dunque di tai corpi che noi non sappiamo, la proprietà generale di tutti que' che ci son noti si è la gravità, per forza della quale hanno una tendenza a cadere, e cadono di fatti quando non vi trovino ostacolo.

23 *Agosto* 1760.

LET-

gioli tanta forza a portarli seco e a farli montar sì come lor piace? Il dir poi che una volta apparivano, *benignamente si può intendere, non già che oggi non possano apparire o che non appariscano o che apparendo non prendano anche de' veri corpi: ma forse ei volle parlare Eulero delle apparizioni degli Angioli nel vecchio Testamento perchè più celebri, più contestate, più frequenti; quelle in fatti erano ordinate a figurare l' apparimento del Verbo Eterno nella carne umana. Del resto se non possiamo esser obbligati a tener di Fede che gli Angioli sieno apparsi nel decorso della Chiesa: siam certo dalla Fede obbligati a credere che possano anche oggidì comparire e assumer de' veri corpi per compiere i disegni della Provvidenza, così per la Chiesa universale che per ciaschedun Fedele.*

Digitalizzato da Google

LETTERA XLVI.

Su la ſteſſa materia e su la gravità ſpecifica.

HA già veduto V. A. che la gravità è una proprietà generale di tutti i corpi che noi ſappiamo, e che conſiſte in una tendenza la quale con una forza invincibile li porta giù. Diſputano non poco i Filoſofi ſe eſiſta effettivamente una tal forza che inviſibilmente agiſce su i corpi per urtarli abbaſſo, o vero ſia una qualità interna racchiuſa nella ſteſſa natura de' corpi quaſi un' iſtinto naturale che li determina a ſcendere. Una tal quiſtione può enunciarſi anche così: eſiſte forſe nella medeſima natura del corpo la cauſa della gravità, o pure fuori di eſſo, in guiſa che ſe mancaſſe ceſſerebbero anche i corpi di eſſer peſanti? e più ſemplicemente: la cauſa della gravità è ne' corpi, o fuori? Prima dunque d' innoltrarci in queſta diſputa, egli è uopó eſaminare un poco più eſattamente tutte le circoſtanze, che accompagnano queſta gravità. E prima d' ogni altro oſſervo che quando ſi ſoſtiene un corpo per impe-

Digitalizzato da Google

dirne la caduta, ſe ſi poggia su di una tavola, queſta ſoffre la ſteſſa forza con cui il corpo vorrebbe cadere; così ancora quando ſi appende qualche corpo ad un filo, queſto ne divien teſo a motivo della gravità, o ſia di quella forza che ſpigne il corpo in giù, tanto che ſe il filo non è abbaſtanza forte ſi rompe. Ecco dunque che tutti i corpi eſercitano una certa forza su gli oſtacoli che li ſoſtengono e gl' impediſcono di cadere, e queſta forza è preciſamente la ſteſſa che farebbe cadere il corpo ſe foſſe libero. Così ſe ſi poggia una pietra su di una tavola, queſta ne riſente il peſo; e ſol che ſi metta la mano tra la pietra e la tavola, ſi ſentirà ad evidenza queſta forza, che potrebbe eſſer grande a ſegno anche di ſchiacciar la mano. Queſta forza adunque ſi è quella, che chiamaſi peſo del corpo, ed è chiaro che val lo ſteſſo, *peſo* e *gravità* di un corpo, giacchè ambedue dinotano quella forza da cui il corpo viene ſpinto abbaſſo, o che queſta eſiſta nel corpo o fuori. Non vi è chi non abbia idea chiariſſima del peſo de' corpi, ſicchè non par neceſſario trattenermici di vantaggio; oſſervo ſolamente che ſe ſi uniſcono due corpi inſieme, i di loro peſi ſono anche uniti, in guiſa che il peſo del compoſto è uguale alla ſomma de' peſi delle parti; donde ſi vede che i peſi de' corpi poſſono eſsere fra loro molto differenti.

Di

Digitalizzato da Google

Di più noi abbiamo un mezzo ſicuriſſimo da paragonare tra loro i peſi de' corpi e miſurarli eſattamente coll' ajuto di una bilancia, la quale abbia la proprietà di ſtare in equilibrio qualora i corpi poſti su i due piattelli ſono ugualmente peſanti. Per venir dunque a capo di queſto paragone, ſi ſtabiliſce una miſura fiſſa o ſia un peſo determinato per eſempio di una libbra, e con una bilancia eſatta alle mani ſi arriva a peſare qualunque corpo, aſſegnandogli il numero delle libbre che contiene. E ſe un corpo è troppo grande che non cape nel piattello ſi divide, e peſatene le parti ſe ne ſommano i peſi. E in tal maniera potrebbe ſaperſi anche il peſo d' una caſa intera per grande che la foſſe.

Avrà ben delle volte oſſervato V. A. che un pezzetto di oro peſa quanto un pezzo di legno molto più grande; coſa che prova ad evidenza, che il peſo de' corpi non ſi regola ſempre ſu la di loro grandezza, potendo un piccioliſſimo corpo eſſere di un peſo ben grande, ed uno grandiſſimo di un piccioliſſimo peſo. Ogni corpo adunque è capace di due miſure in tutto differenti. Una di eſſe determina la ſua grandezza o ſia la ſua eſtenſione, la quale anche ſi chiama il ſuo volume; miſura che appartiene alla Geometrìa da cui ſi apprende la maniera di miſurar la grandezza o ſia l' eſtenſione de'

Digitalizzato da Google

de' corpi. L'altra misura poi che ne definisce il peso è del tutto diversa, e serve a distinguere la natura delle differenti materie di cui son formati. Concepisca per esempio V. A. molte masse di materie diverse, le quali sieno tutte d'una stessa grandezza o sia estensione; e ciascuna abbia per esempio la figura di un cubo, la di cui lunghezza, larghezza, ed altezza è di un piede.

Or questo volume, d'oro peserebbe 1330 libbre, di argento 770, di ferro 500, d'acqua non più che 70, e s'ei fosse di aria peserebbe un'oncia ch'è la duodecima parte di una libbra; quindi vede V. A. che le differenti materie di cui vengon composti i corpi, formano una differenza considerabilissima per rapporto al loro peso. Ora per esprimere questa differenza si usano certi vocaboli, che potrebbero sembrare equivoci qualora non s'intendessero bene. Perciò quando dicesi che l'oro pesa più dell'argento, non bisogna intendere che una libbra d'oro sia più pesante di quella d'argento, perciocchè una libbra di qualunque materia sia è sempre una libbra, ed ha precisamente sempre lo stesso peso; ma ei si vuole intendere, che avendo due pezzi della medesima grandezza, uno di oro e l'altro di argento, il peso di quello di oro sorpasserà quello di argento. E quando di-

Digitalizzato da Google

cesi che l' oro è 19 volte più pesante dell' acqua, s' intende che avendo due volumi uguali, uno di oro e l' altro di acqua, quello d' oro avrà un peso 19 volte maggiore che quello d' acqua. E però con questa maniera di parlare non si dice niente del peso assoluto de' corpi, si parla soltanto del paragone rapportandoli sempre ad ugual volumi; e niente importa che tai volumi sieno grandi o piccoli, purchè uguali.

25 *Agosto* 1760.

LETTERA XLVII.

Sul vero senso de' vocaboli relativi al peso de' corpi; e del piombino, e del livello.

LA gravità o sia il peso sembra esser tanto essenziale alla natura de' corpi, ch' è quasi impossibile il concepire l' idea di un corpo senza peso. E questa qualità entra così generalmente in tutte le nostre azioni, che in esse bisogna sempre aver riguardo alla gravità o sia al peso de' corpi. E noi, o sia che stiamo in piedi, o a sedere, o a letto, sentiamo continuamente il peso del nostro corpo; in fatti non cadremmo mai se

Digitalizzato da Google

se il nostro corpo e ciascheduna sua parte non fosse pesante, o sia dotata di quella tendenza che la porta a cader giù subito che non vien sostenuta. Il nostro modo stesso di parlare è regolato su di questa proprietà de' corpi, di maniera che noi chiamiamo *direzione in giù* quella verso la quale è diretta questa tendenza de' corpi, nè ha altro significato; e se la tendenza fosse verso un' altra direzione, noi questa chiameremmo *direzione in giù*, e l'opposta *direzione in sù*. Ora egli è uopo offervare che quando si lascia cader liberamente un corpo, scende sempre per una linea retta, giusta la quale si dice ch' egli è diretto abbasso; e quando noi concepiamo questa linea prolungata in alto fino al Cielo, questo punto del Cielo lo chiamiamo il nostro *Zenith*, parola Araba che significa il punto del Cielo direttamente opposto alla nostra testa. Comprende dunque V. A. che una linea verticale è appunto quella per la quale un corpo cade da che non vien sostenuto. Se si appenda un corpo ad un filo e si tenga immobile, resterà teso questo filo in linea retta ch' è appunto la verticale. Quindi è che i muratori nell' alzar le mura le quali perchè non crollino devono esser verticali, fanno uso di un filo detto *piombino* perciocchè all' estremo vi è attaccato un piombo.

Tutti i pavimenti devono essere regolati in

Digitalizzato da Google

in guisa che la linea verticale vi cada perpendicolarmente, e in questo caso dicesi che il pavimento è *orizzontale*; donde V. A. comprende che un piano orizzontale è sempre quello a cui la linea verticale è perpendicolare. Quando noi siamo in un piano perfetto che non sia limitato da alcuna montagna, l' estremità di questo piano si chiamano l' *Orizzonte*, voce greca che significa il termine della nostra vista; e questo piano rappresenta allora un piano orizzontale come la superficie di un lago. Si fa uso ancora di un altro vocabolo per dinotare ciò ch' è orizzontale, e si è *a livello*. Si dice anche che due punti sono a livello, quando la linea retta che passa pe' due punti è orizzontale, in guisa che la verticale o sia la linea a piombo l' è perpendicolare. All' incontro due punti non sono a livello, quando la retta tirata per questi punti non è orizzontale. In tal caso l' uno di questi due punti è più elevato dell'altro; lo che si avvera ne' fiumi, la di cui superficie ha sempre del declivio; imperciocchè se fosse orizzontale, il fiume sarebbe in riposo e non correrebbe affatto, ma tutti i fiumi scorrono sempre verso i luoghi più bassi. Havvi in fatti degl' istrumenti co' quali si può scoprire se due punti sono a livello, o se l'uno sia più elevato dell'altro, e quanto lo sia. Quest' istrumento chiamasi anche *li-*

Digitalizzato da Google

livello, e 'l ſuo uſo *arte di livellare*. Se V. A. voleſſe far tirare una linea retta da un punto del ſuo appartamento a Berlino ad un punto di quello di Magdebourg, ſi potrebbe con queſto ſtrumento trovare ſe queſta linea è orizzontale o nò. Io credo che quello di Berlino ſarebbe più elevato di quello di Magdebourg; e fondo tal ſentimento ſul corſo de' fiumi, Sprè, Havel, ed Elba; e poicchè la Sprè mette nell' Havel, fa uopo che queſto no fia più baſſo, e per la ſteſſa ragione più baſſo anche dell' Havel dee eſſer l' Elba. Dunque Berlino è più in alto di Magdebourg, vale a dire del ſuo piano, poichè ſe ſi tira una retta dal piano di Berlino alla ſommità del campanile del Duomo di Magdebourg, forſe che l'è orizzontale.

Vede dunque V. A. quanto la ſia utile l'arte di livellare, qualor ſi tratti di condur le acque; imperciocchè non potendo l'acqua correr che in giù, ſe ſi voglia profondare un canale, è neceſſario aſſolutamente che dall' un capo ſia più alto dell' altro, coſa che ſi conoſce col livello. Anche nel fabbricare una Città biſogna ſituar le ſtrade in guiſa che abbiano del pendìo verſo qualche parte, affinchè l'acqua vi abbia il ſuo ſcolo. Non è così nelle fabbriche, nelle quali ſi richiede che i pavimenti ne ſieno ben livellati e ſenza pendìo, non eſſendovi acqua da

Digitalizzato da Google

da ſcolare ; ad eccezion delle ſtalle , ove i pavimenti ſi fanno con un pò di pendìo . Gli Aſtronomi ancora ſono attentiſſimi a livellar bene i pavimenti de'loro oſſervatoi , affinchè corriſpondano all' Orizzonte reale del Cielo ; perciocchè la linea verticale che vi ſi pianta ne diſegna il Zenith .

27 *Agoſto* 1760

LETTERA XLVIII.

Riſpoſta ad alcune obbiezioni contro la figura ſferica della Terra ricavate dalla gravità .

E' Ben noto a V. A. che la Terra ha la figura di un globo, e quantunque in queſti ultimi tempi ſiaſi ſcoverto che la ſua figura non è perfettamente ſferica ma ſchiacciata un poco verſo i Poli , pure la differenza è così picciola che non è di alcun rilievo per quanto io mi ho prefiſſo di ſpiegarle . Nè le montagne o le valli ne ſviſano molto la figura ſferica , eſſendo il globo sì grande che ha per diametro 1720 miglia d'Alemagna , e le più alte montagne appena oltrepaſſano un mezzo miglio .

La vera figura della Terra poco è ſtata co-

Digitalizzato da Google

conoſciuta dagli Antichi. La maggior parte di eſſi l' hanno riguardata come una gran maſſa (*Tav. II fig.* 11) *ABCD* appianata nel di ſopra *AB*, e coverta parte di terra e parte di acqua. Secondo eſſi queſta ſola ſuperficie *AB* era abitabile; e teneano per impoſſibile trapaſſare i punti *A* e *B* creduti i confini del Mondo. Ma quando ognuno fu convinto che la figura della Terra è quaſi sferica e che da per tutto è abitabile, coſicchè vi ha de' luoghi oppoſti direttamente a noi ove gli abitanti tengono i loro piedi voltati ai noſtri, perciò detti *antipodi*: un tal ſentimento provò contraddizioni ſenza fine. Intanto oggidì chi ſolo voleſſe dubitarne, ſarebbe tenuto certo per matto, ſpezialmente dopo che tal ſentimento è ſtato confermato da' viaggiatori, i quali hanno fatto già infinite volte il giro della Terra. Ma vi ſono ancora in queſto ſiſtema molte difficoltà neceſſarie a ſpianarſi.

Se dunque il cerchio deſcritto (*Tav. II fig.* 12) ci rappreſenta la Terra e noi ſiamo in *A*, i noſtri antipodi ſi troveranno diametralmente oppoſti a noi in *B*; e perciò avendo noi la teſta in alto e i piedi in giù, biſogna che i noſtri antipodi abbiano tutto all' oppoſto i piedi in alto e la teſta in giù, coſa molto ridicola; coloro che hanno fatto il giro della Terra non ſe ne ſono accorti ne' loro viaggi, e non ſi ricor-

Digitalizzato da Google

cordano affatto di aver avuto la testa in giù e i piedi in alto . Or se l' antipodo in *B* avesse la testa in alto e i piedi in giù, ei toccherebbe la terra colla sua testa, e colla testa dovrebbe camminare. Or nell' imbarazzo che cagiona questo fenomeno, alcuni pretendono spiegarlo con un globo su la di cui superficie si veggono spesso camminare delle mosche o altri insetti tanto di sopra quanto di sotto ; ma non considerano che gl' insetti , che stanno al di sotto vi si attaccano colle loro unghie, e che ne cadrebbero certo senza questo ajuto ; così bisognerebbe che l' antipodo avesse de' rampini alle sue scarpe per appiccicarsi alla Terra, intanto egli non ne ha nè però cade. In oltre , siccome noi c' immaginiamo di esser su l'alto della Terra, così anche l' antipodo si crede lo stesso, e s' immagina che noi siamo al basso . E forse anch'egli si dà pena per noi come noi per lui, nè può concepire come avendo noi, a suo modo di pensare , i piedi in alto e la testa in giù possiamo vivere e camminare senza aver de' forti rampini alle scarpe. In fatti se alcuno volesse appiccicarsi co' piedi al soffitto di una sala e lasciar pendere la testa , bisognerebbe avere alle scarpe de' rampini ben forti e ciò non ostante ei le farebbe assai tristo giuoco . Per me io non vorrei star ne' panni suoi , e avrei molto paura di rompermi il collo, o al meno che

Digitalizzato da Google

per l'affluenza del ſangue alla teſta non mi pigliaſſe qualche malanno. Piuttoſto me n' andrei a' paeſi de' noſtri antipodi, percioc-chè ſarei ſicuro di ſtarvi con tutto il mio comodo come ſto quì, nè mi troverei nel timore di capitar sì male, come è lo ſtare appiccicato co' piedi ad un ſoffitto: ma ſon pur troppo vecchio per intrapren-dere queſto viaggio, che per lo meno è di 2700 miglia d' Alemagna. Ora il povero antipodo, di cui tanto ſi teme che non ca-da ſe i rampini de' ſuoi piedi veniſſero a mancare, dove cadrebbe egli ſe avveniſſe queſto caſo? mi ſi dirà certamente *abbaſſo*; ma con queſto cadere *abbaſſo* ei ſi allontanerebbe ſem-pre più dalla Terra, e poveretto lui certa-mente che non troverebbe mai ove poggia-re i piedi, e forſe ch' ei continuerebbe a cadere per tutta l'eternità (*a*). Ma queſto, mi

(a) *Fra tanti milioni di corpi celeſti che vi ſono, dovrebbe eſſer coſtui molto ſfortuna-to per non incontrarne uno ove fermarſi. Pu-re queſto ſarebbe il minor male che gli po-trebbe accadere, perchè quando ſcappaſſe dall' attrazione di ogni altro corpo del noſtro ſiſte-ma planetano ove potrebbe romperſi le gam-be, non potrebbe ſcappar certo da quella del Sole, reſtando in queſto caſo ſolo ad agire su di lui, e però per quanto lentamente vo-leſſe girargli intorno, non potrebbe in fine evi-ta-*

Digitalizzato da Google

mi creda pur V. A. è un timor panico, e finora non si è inteſa mai ſimile diſgrazia, che i noſtri antipodi ſien caduti così meſchinamente allontanandoſi ſempre più dalla Terra: al contrario ſe eſſi cadono, cadono pur come noi avvicinandoſi alla Terra, e s'immaginano anch' eſſi di cader abbaſſo. Creder poi che i noſtri antipodi abbiano i piedi in alto e la teſta in giù, e figurarceli come in una ſituazione tutta al roveſcio, non è che una illuſione figlia di quella falſa idea che noi attacchiamo a' vocaboli di *giù* e *sù*. Ovunque noi ci troviamo su la Terra, il *giù* è ſempre quel luogo verſo il quale cadono i corpi; e'l *sù* n'è l'oppoſto. Queſto e non altro ſenſo io gli ho dato nell' altra mia, pur tuttavolta credo che queſta idea debba eſſere ancor meglio ſviluppata per poter riſpondere alle oppoſizioni che ſi fanno per rapporto agli antipodi,

tare d' andar in bocca al drago; così non ce ne reſterebbe nè pur la cenere, e finirebbe il pericolo di romperſi le gambe. Del reſto non vorrei pigliarla più ſeria per non entrare alla diſputa di ſpazio finito o infinito, e (ſe è infinito) ſe è l' immenſità di Dio come credono Teofilo Antiocheno, Arnobio, Damaſceno, e con queſto tutti i Greci, e tra i moderni Newton, Halley, Ramphſon ed altri. Vedi Rad. Cadworth. ſiſt. intell. tom. 2. cap. 5. §. 25.

Digitalizzato da Google

ſebbene non credo che V. A. ſi ſia meſſa molto in pena per loro. 28 *Agoſto* 1760.

LETTERA XLIX.

Vera direzione ed azione della gravità per rapporto alla Terra.

QUantunque la ſuperficie della Terra ſia ineguale a cagion delle montagne e delle valli, pur nondimeno l' è perfettamente piana ov' è mare; perciocchè la ſuperficie dell'acqua è ſempre orizzontale, e la verticale ſecondo la quale i corpi cadono gli è ſempre perpendicolare. Se dunque tutta la Terra foſſe coperta d'acqua, in qualunque luogo di eſſa noi ci trovaſſimo, vedremmo la linea verticale ſempre perpendicolare alla ſuperficie dell'acqua.

Quindi la figura (*Tav. III fig.* 1) *ABCDEFGHI*, che rappreſenta la Terra, eſſendo la di lei ſuperficie da per tutto orizzontale, nel luogo *A* la linea verticale ſarà *aA*, nel luogo *B* ſarà *bB*, nel luogo *C* ſarà *cC*, e così in appreſſo. Ma da per tutto la verticale è quella che determina l' *alto* e 'l *baſſo*; dunque per coloro che ſono in *A*, il punto *A* ſarà nel baſſo e 'l punto *a* nell'alto; e per coloro che ſono in *F*, *F* ſa-

Digitalizzato da Google

F sarà nel basso ed *f* in alto, e così dicasi di tutti gli altri luoghi della Terra.

Or tutte queste linee verticali *aA*, *bB*, *cC*, *dD* ec. sono anche chiamate le direzioni della gravità o sia del peso, perchè da per tutto i corpi cadono secondo queste linee, ecco dunque che da per tutto i corpi devono cadere verso la Terra, e perpendicolarmente alla di lei superficie. Dunque in qualsivoglia luogo della Terra ci troviamo, poichè in esso i corpi cadono verso Terra; si dirà *cader giù* tutto ciò che si accosta alla Terra, e *andar sù* ciò che se ne allontana; e avendo da per tutto gli uomini i piedi poggiati a terra, avranno ancor da per tutto questi abbasso e la testa in alto. Quindi si vede che i nostri antipodi si trovano nella stessa situazione nostra, e che noi non avremmo mica ragione di rimproverarli che abbiano i piedi *in alto* e la testa *in giù*, perciocchè in tutti i luoghi del Mondo *il basso* è sempre verso la Terra, e'l punto contrario è sempre *l'alto*. Or se la Terra fosse un globo perfetto, tutte le linee verticali *aA*, *bB*, *cC* se si prolungassero al di dentro concorrerebbero fino al centro del globo *O*, il quale chiamasi il centro della Terra; e perciò dicesi che i corpi hanno sempre una tendenza di avvicinarsi al centro della Terra. Adunque da per tutto ove ci troviamo, se si domandi

Digitalizzato da Google

che cosa è il *basso*? Si risponderà che altro non è che la direzione verso il centro della Terra. In fatti se si facesse un buco a terra in qualsivoglia luogo e indefessamente si continuasse a profondarlo sempre più, si arriverebbe in fine al centro della Terra. Si sovverrà V. A. che Mr. d' . . . . . si è sempre burlato di questo buco che va fino al centro della Terra, di cui avea parlato Mr. Maupertuis. E realmente egli è arcivero che un tal buco non può mai eseguirsi, perciocchè bisognerebbe continuarlo alla profondità di 860 miglia d'Alemagna; ma pure ci è permesso supporlo, per concludere qnanto avverrebbe in tal caso.

Supponghiamo pertanto che questo buco (*Tav. III fig.* 2) cavato nel punto *A* fosse continuato al di là di *O* al centro della Terra fino ai nostri antipodi in *B*, e che noi scendessimo per questo buco. Prima di arrivare al centro *O* per esempio in *E*, il centro della terra *O* si vedrà da noi al di sotto e 'l punto *A* in alto, e se non ci tenghiamo ben fermi cadremo certo verso *O*. Ma passati di là per esempio in *F*, la nostra gravità tenderebbe verso *O*; e questo punto *O* (e molto più *A*) ci sembrerebbe abbasso e *B* in alto; e così questi vocaboli di *alto* e *basso* cangerebbero presto significato, quantunque noi passeremmo per una

Digitalizzato da Google

una linea retta da *A* verſo *B* (*a*). Finchè dunque paſſiamo d'*A* in *O*, noi ſcendiamo: ma paſſato *O* cominceremo realmente a ſalire verſo *B*; perciocchè ci allontaniamo dal centro della Terra ove tende il noſtro peſo; in fatti ſe trovandoci in *B* o in *F* noi cadeſſimo, cadremmo certamente in *O* centro della Terra. Lo ſteſſo caſo ſarebbe pel noſtro antipodo in *B*, che voleſſe paſſare per lo buco da *B* in *A*; da *B* ſino al centro *O* ſarebbe obbligato a ſcendere, ma da *O* ſino ad *A* biſognerebbe ch'ei ſaliſſe. Que-

(a) *Biſogna concepir la faccenda così. Nell' andar da* A *fino ad* O *centro della Terra, andremmo pur co' piedi verſo* O *: ma appena che voleſſimo paſſar di là, ci rivolteremmo toſto capo in giù deſcrivendo quaſi un ſemicerchio co' piedi per centro e 'l corpo per raggio, coſicchè paſſati ci troveremmo ſimilmente co' piedi verſo* O, *e cominceremmo a chiamar queſto punto il* baſſo, *giuſto perchè vi terremmo i piedi. Se poi il buco ſi concepiſſe così ſtretto che non poteſſimo deſcriver queſto ſemicerchio, paſſato il punto* O *ci ſentiremmo gravitar il peſo del corpo in su la teſta, e ci farebbe quegli ſteſſi ſcherzi che ſe uno ora quì ci rivoltaſſe capopiede.*

Digitalizzato da Google

ſte conſiderazioni ſi conducono a fiſſar bene l' idea della gravità o ſia peſo de' corpi : cioè che la gravità o ſia peſo , è una forza da cui tutti i corpi ſono ſpinti verſo il centro della Terra. E però uno ſteſſo corpo che eſſendo in *A* viene ſpinto ſecondo la direzione *AO*, qualor veniſſe traſportato in *B* ſarà dalla gravità ſpinto ſecondo la direzione *BO* , la quale è contraria alla prima. E' chiaro adunque che dalla direzione della gravità ſi regola il ſignificato delle voci *abbaſſo* e *in alto* , *ſcendere* e *ſalire*; poichè la gravità o ſia il peſo de' corpi ha una influenza eſſenzialiſſima ſopra tutti i noſtri movimenti , e ſopra quanto imprendiamo a fare , e ſu gli ſteſſi corpi noſtri , di maniera che ne proviamo continuamente gli effetti .

29 Agoſto 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA L.

Differente azione della gravità per rapporto a varj luoghi e distanze dal centro della Terra.

PEr ora è rimasa istruita V. A. sul grande articolo della gravità ; cioè che tutti i corpi , i quali si trovano su la Terra vengon sempre spinti dalla loro gravità o sia peso direttamente verso il centro della Terra, e perpendicolarmente su la di lei superficie. Con tutta ragione adunque dicesi *forza* il peso de' corpi , perciocchè non altrimenti chiamasi tutto ciò ch'è capace di mettere in moto un corpo . Perciò si attribuisce una forza a' cavalli , perchè possono tirare una carrozza ; e diciam *forte* alla corrente di un fiume o al vento, perciocchè possan muovere de' mulini . Non vi è dunque alcun dubbio che il peso sia una forza da che ei fa cadere i corpi ; e l' effetto di questa forza noi sentiamo in quella pressione che ci fa un fardello in su le spalle . Or in ogni forza vi son due cose da considerare , cioè la direzione secondo la quale agisce e spigne i corpi ; e la di lei vera grandez-

Digitalizzato da Google

dezza o ſia quantità. Per riguardo alla direzione noi ne ſappiamo abbaſtanza, ſapendo che i corpi vengon dal peſo urtati verſo il centro della Terra, o perpendicolarmente su la di lei ſuperficie ch' è lo ſteſſo. Ci reſta dunque ad eſaminare la grandezza di queſta forza che rende peſanti i corpi. Or viene una tal forza ſempre determinata dal peſo de' corpi, e come queſti molto differiſcono tra loro nel peſo; così i più peſanti ſono anche con maggior forza portati abbaſſo; e quindi il peſo di qualunque corpo è ſempre la giuſta miſura della ſua gravità o ſia della forza con cui egli è ſpinto abbaſſo. Suole farſi quì una quiſtione ſe il medeſimo corpo traſportato in altri luoghi della Terra conſervi ſempre lo ſteſſo peſo. Parlo di que' corpi che non perdono niente per evaporamento o per eſalazione. L' eſperienze le più accurate ci convincono che il medeſimo corpo traſportato verſo l'Equatore, diviene un poco meno peſante che ne' Poli. Agevolmente comprende V. A. che una tal differenza non ſi potrebbe ſcoprire colla bilancia la più eſatta, perciocchè i peſi di cui ci ſerviremmo per peſare i corpi ſarebbero ſottopoſti alla medeſima variazione; e quindi un peſo, per eſempio quì di 100. libbre, ſe veniſſe traſportato ſotto l' Equatore avrebbe anche il nome di 100 libbre; ma

Digitalizzato da Google

ma il ſuo ſforzo a cadere ſarebbe un pò minor che non è quì. Si è ſcandagliata adunque queſta variazione giuſto colla forza della gravità ò ſia del cadere; e ſi è oſſervato che lo ſteſſo corpo ſotto l'Equatore non ſcende così preſto che quì; e però è certo che il medeſimo corpo traſportato à differenti luoghi della Terra ſoffrè qualche picciolo cambiamento nel ſuo peſo. Ritorniamo orà a quel buco fatto nelle viſcere della Terra fino al ſuo centro, ed è chiaro che un corpo ſituato in queſto centro dee perdere tutta la ſua gravità o ſia il ſuo peſo; perch' ei non avrebbe più alcuna inclinazione a muoverſi, eſſendo (in qualunque altro luogo ſi trovi) la ſua inclinazione ſempre diretta verſo il centro della Terra. Poſto dunque che un corpo perde il ſuo peſo nel centro della Terra, ne ſegue che ſcendendo verſo queſto centro ſarà il ſuo peſo ſucceſſivamente diminuito; donde ſi conclude che un corpo nel penetrar nelle viſcere della Terra perde il ſuo peſo come più a miſura ſe ne approſſima al centro. Può dunque comprendere V. A. che la gravità non è così neceſſariamente legata colla natura de' corpi, ſicchè la ſi ſcuopra a primo occhio; in fatti non ſolamente ne può variare la quantità ma benanche la direzione, la quale nel paſſare agli antipodi divien finalmente oppoſta.

Do-

Digitalizzato da Google

Dopo aver fatto col penſiere un viaggio fino al centro della Terra ritorniancene ormai su la ſuperficie, e ſalghiamo su le più alte montagne: Noi non vi oſſerveremo alcun cambiamento ſenſibile intorno alla gravità de' corpi, comechè vi ſarebbero delle ragioni ben forti per decidere che il peſo di un corpo dovrebbe diminuirſi a miſura che dalla Terra ſi allontana. In fatti ſe immaginiamo un corpo, il quale ſempre più allontanandoſene arrivi finalmente ſino al Sole o ad una Stella fiſſa; ſarebbe ridicolo il pretendere che queſto corpo tornaſſe a cader su la Terra; eſſendo queſta un quaſi niente per rapporto a quegl' immenſi corpi celeſti: Deeſi dunque conchiuder da ciò, che un corpo ſe ſi allontani dalla Terra dee diminuirſi nel peſo ſempre più fino a ſvanire del tutto: Intanto havvi delle ragioni per dire, che allontanandoſi un corpo ſino alla diſtanza della Luna riterrebbe ancor qualche peſo, ma circa 3600 volte più picciolo che non era su la Terra. Concepiamo a cagion d' eſempio che un ſimil corpo peſaſſe quì da noi 3600 libbre, niuno certamente per buone ſpalle che ſi abbia potrà ſoſtenerlo addoſſo: ma ſi allontani pure alla diſtanza della Luna, ed io mi compromетto di ſoſtenerlo con un dito; perciocchè non peſerà altro che una libbra, e ſe foſſe più lontano peſerebbe

Digitalizzato da Google

anche meno . Concludiamo adunque che la gravità è una forza la quale ſpigne tutti i corpi verſo il centro della Terra ; che queſta forza agiſce più vigoroſamente su la ſuperficie della Terra e che ſi diminuiſce qualora ſe ne allontani, o ſia che ſi accoſti al centro , o ſia che ne ſcoſti ſalendo in alto. Ma rimane ancor molto da dire su di queſto ſoggetto.

30 *Agoſto* 1760.

LETTERA LI.

Gravità della Luna.

Già ho detto a V. A. che un corpo ſe s' innalzaſſe dalla Terra alla Luna il ſuo peſo ne diverrebbe 3600 volte minore , cioè a dire ſarebbe ſpinto di là verſo il centro della Terra con una forza 3600 volte minore che non è quì da noi. Pur nondimeno queſta forza baſterebbe a farlo cadere su la Terra ſubito che non veniſſe più ſoſtenuto . E' vero che di ciò non poſſiamo eſſer convinti con alcuna eſperienza, eſſendo per la noſtra gravità così attaccati alla Terra che non poſſiamo elevarci tanto ſù ; ma vi è fra tanto un corpo a sì fatta

Digitalizzato da Google

altezza, per appunto la Luna. Mi ſi potrà dire, ſe ciò è vero avrebbe dovuto già produrre un tal' effetto della ſua gravità, e pure non la veggiamo ancor cadere su la Terra. Riſpondo che ſe la Luna non ſi moveſſe cadrebbe ſenza meno, e che la maſſima velocità con cui ſi muove l' impediſce il cadere. Vi ſono in fatti dell' eſperienze che ci poſſon convincere della ſolidità di queſta riſpoſta. Una pietra che ſcappa di mano ſenza imprimergli alcun movimento, cade ſubito giù a linea retta verticale; ma ſe ſi gitta imprimendole un movimento da qualunque parte, la non cade più a linea retta, ma prima di giugnere a terra fa un moto curvilineo; e tanto più ſenſibile quanto più di celerità ſe le ſarà impreſſa. Una palla di cannone tirata orizzontalmente non cade a terra ſe non a gran diſtanza; e qualora ſi tiraſſe da una montagna molto alta, prima di arrivare a cadere percorrerebbe forſe molte miglia. Così alzando più in alto il cannone, e creſcendo la polvere andrà ſempre più lontano. Si potrebbe adunque portar tanto oltre la coſa, che la palla giugneſſe a cadere a' noſtri antipodi, e anche a non cader affatto e tornare al luogo donde fu tirata, e farebbe così un nuovo giro del Mondo; ſarebbe in ſomma una picciola Luna, che a ſomiglianza della vera farebbe

le

Digitalizzato da Google

le ſue rivoluzioni attorno la Terra. Si degni V. A. al preſente riflettere su la maſſima altezza in cui è la Luna, e su la prodigioſa celerità onde vien traſportata, e non le farà più maraviglia che non cada su la Terra, ſebbene dalla ſua gravità ne venga ſpinta verſo il di lei centro (*a*). Un'altra rifleſſione. Conſideriamo ſoltanto lo ſpazio deſcritto da una pietra lanciata obbliquamente o da una palla di cannone. Sempre

(a) *Si dee aggiugnere quì un'altra diſparità grandiſſima che vi è tra la bomba e la Luna, cioè la diverſa reſiſtenza che ha la bomba dall'aria e la Luna dall'etere; perchè quanto è maggior la reſiſtenza del mezzo tanto più il corpo perde del moto proprio o ſia di projezione: all'incontro eſſendo il moto curvilineo prodotto dal compoſto delle due forze di projezione e di gravitazione, è chiaro che quanto più l'una ſi diſtrugge più l'altra efficacemente opera; e così la Luna non cade, non ſolo perchè a ragion della gran diſtanza la gravitazione verſo il centro della Terra è piccioliſſima, ma anche perchè la projezione fra ſecoli di tempo non perde che infiniteſime. Si vegga la ſeconda nota alla Lettera XIX.*

Digitalizzato da Google

pre questo spazio è descritto da una curva (*Tav. III fig. 3*).

Sia *A* la cima d'una montagna donde è tirata la palla ; questa percosso lo spazio *AEFB* cade a terra in *B*, e questo spazio è una linea curva . Osservo intanto , che se la palla non fosse pesante , cioè a dire se non fosse spinta verso la Terra , non cadrebbe affatto quando anche si lasciasse in libertà , giacchè la sua gravità è la sola causa perchè cada ; con più ragione adunque venendo tirata in *A* , come la figura ce lo rappresenta , non cadrebbe giammai a terra : mentre la sola gravità fa cadere la palla dopo averle fatto descrivere la curva *AEFB* . Or essendo già provato che la gravità cagiona la curvatura dello spazio *AEFB* percorso dalla palla, possiam francamente conchiudere , che se questa non avesse affatto peso non descriverebbe già una curva , ma necessariamente una retta ; dunque se la palla non fosse spinta verso la Terra dalla sua gravità percorrerebbe la retta *AC* , secondo la di cui direzione è stata tirata. Posto ciò , consideriamo la Luna la quale sicuramente non si muove per linea retta ; comecchè mantengasi quasi sempre equidistante da noi : ma il suo corso è curvo , poco differente da un cerchio descritto intorno la Terra a quella distanza che sta la Luna . Mi si potrebbe quì dimandare perchè

Digitalizzato da Google

chè mai la Luna non ſi muove per linea retta ? e la riſpoſta è chiara , perciocchè ſapendo noi che la gravità è cagione del cammino curvilineo di una palla di cannone o di una pietra lanciata, avremo tutta la ragione di ſoſtenere che la gravità medeſima agiſce ſopra la Luna, ſpignendola verſo la Terra, e che queſta ſteſsa gravità cagiona la curvatura del ſuo movimento. La Luna adunque ha un certo peſo, e però è ſpinta verſo la Terra, ma queſto ſuo peſo è 3600 volte più picciolo che non ſarebbe ſu la ſuperficie della Terra.

Nè è queſta già una conghiettura probabile, poſso francamente aſserirla per una verità dimoſtrata; imperciocchè ſupponendo queſta gravità nella Luna, co' principj dimoſtrativi delle Matematiche poſſiamo aſsegnarne il movimento, e queſto ſi trova eſattamente d'accordo colle oſservazioni del moto che realmente ha.

1 *Settembre* 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA LII.

Scoperta della gravità universale fatta dal gran Newton.

IL peso dunque o sia la gravità è una proprietà di tutti i corpi terrestri, e ne partecipa la stessa Luna, venendone spinta verso la Terra e regolata nel suo movimento come una palla di cannone o una pietra gittata colla mano. Non ad altri che a Newton noi siamo obbligati di questa scoperta così importante; questo Inglese gran Filosofo insieme e valentissimo Matematico trovandosi un giorno a giacer sotto un' albero gli cadde un pomo su la testa, e ciò gli fece fare delle molte riflessioni. Notò egli in prima che non altro che il peso avea fatto cadere il pomo, staccato che fu dal ramo dal vento o da qualunque altra cagione. Era tanto naturale quest' idea che ogni contadino avrebbe potuto far simile riflessione; ma il Filosofo Inglese passò più innanzi. Bisogna, ei disse, al colpo che ho avuto, che l' albero sia molto alto; e quindi formò il quesito, cioè se il pomo sarebbe pur caduto colla stessa forza in caso che l' al-

Digitalizzato da Google

l' albero fosse stato anche molto più alto, e non trovava ragion da dubitarne.

Ma s' e' fosse stato tanto alto quanto la Luna? cominciò allora a imbarazzarsi su la decisione, se il pomo sarebbe o no caduto? Qualora fosse di sì, (cosa che gli sembrava molto verisimile non potendosi concepire un termine nell' altezza dell' albero, donde il pomo non fosse per cadere), bisogna ei dicea in tal caso che il pomo avesse qualche peso che lo spignesse verso la Terra; da che dunque la Luna si trova in questo luogo, bisogna che sia spinta verso la Terra per una forza simile a quella del pomo. Intanto come la Luna non gli cadde mai su la testa, sospettò che ne potea esser cagione il suo moto, non altrimente che una bomba può passarci per sopra senza cader giù verticalmente. E così il paragone del movimento della Luna colla bomba lo determinò ad esaminare la cosa con più attenzione, e agevolato dalla Geometria sublime trovò che la Luna seguiva nel suo moto le stesse regole che si osservano in una bomba, e che se fosse possibile di lanciare una bomba all' altezza della Luna e colla medesima celerità, farebbe appunto lo stesso giro. Una differenza vi trovò, e si è che il peso della bomba a quella distanza dalla Terra sarebbe molto più piccolo di quello, che lo sarebbe quì su la superficie. Or da

Digitalizzato da Google

questo racconto vedrà V. A. che sul principio il raziocinio di questo Filosofo era semplicissimo e quasi niente differiva da quello di un contadino ; ma in seguito si elevò altro che non avrebbe fatto il contadino . Ecco dunque una proprietà molto considerevole della nostra Terra, cioè che non solamente tutti i corpi che in essa si ritrovano, ma quelli ancora che ne son molto lontani fino alla distanza della Luna sono dotati di una forza che gli spigne verso il di lei centro; e questa forza non è che la gravità, la quale si diminuisce a misura che i corpi si allontanano dalla superficie della Terra . Il Filosofo Inglese non si arrestò nè pur quì ; ma come ei sapea che i corpi de' Pianeti sono perfettamente simili alla Terra , conchiuse che i corpi che si trovano intorno a questi Pianeti sono anche gravi , e che la direzione di tal gravità tende verso il di loro centro. Che questa gravità potrebbe ivi esser più o meno grande di quella che in questa Terra si sperimenta, siccome più grande o più piccola potrebbe esser la gravità di un corpo se da noi si trasportasse alla superficie di qualche Pianeta . Finalmente che questa forza di gravità verso il centro de' Pianeti si stende anche a gran distanza attorno di essi , e vedendo noi che Giove ha quattro Satelliti , e Saturno cinque che si muovono attorno a loro come la Luna attor-

Digitalizzato da Google

torno la Terra, non vi sarebbe motivo di dubitare che il movimento di questi Satelliti non sia regolato dal di loro peso verso il di loro centro respettivo; e che siccome la Luna attorno la Terra e i Satelliti attorno Giove e Saturno, così tutti i Pianeti muovonsi attorno al Sole. Ed ecco come il gran Newton dedusse quella famosa conseguenza, cioè che il Sole è dotato di una simile proprietà di peso, e che tutti i corpi i quali gli si trovano intorno, vengono verso di lui spinti da questa forza che potrebbe dirsi gravità solare. Or una tal forza si stende assai lungi intorno al Sole, anche al di là de' Pianeti, essendo questa stessa forza di gravità che ne regola il movimento. Il medesimo Filosofo coll'acume del suo ingegno ha trovato il mezzo di determinare il movimento de' corpi, qualor si sappia la forza onde vengono spinti; e avendo scoperto le forze da cui son mossi tutti i Pianeti, ei fu nello stato di dare una esatta descrizione del moto loro. Prima di lui in fatti eravamo in una ignoranza profonda per rapporto al moto de' corpi celesti; ed a lui solo noi siamo obbligati de' gran lumi che oggi abbiamo nell' Astronomia. Sarà molto sorpresa V. A. de' gran progressi, che tutte le scienze han fatto su di principj molto semplici e di poco momento. Se Newton non fosse stato a giacer sot-

to l'albero e non gli foſſe per buona ſorte caduto il pomo su la teſta, forſe faremmo ancor nella ſteſſa ignoranza riguardo al moto de' corpi celeſti, e ad un' infinità di fenomeni che ne dipendono. Ma queſta materia merita tutta l' attenzione di V. A., e però conviene che ſi tratti più a lungo.

7 Settembre 1760.

LETTERA LIII.

Si continua a parlare della ſcambievole attrazione de' corpi celeſti.

POtrà ben V. A. immaginare che il ſiſtema di Newton fece ſul principio grandiſſimo rumore, e con ragione; perciocchè non eraſi ancor fatta niuna ſcoperta così felice, la quale diffondea a un tratto infiniti lumi ſopra tutte le ſcienze. Varj ſono ſtati i nomi ſotto de' quali è ſtato conoſciuto queſto ſiſtema, i quali è ben che ſi ſappiano, perciocchè ſpeſſiſsimo accade ſentirne parlare. Si chiama *il ſiſtema della gravitazione generale*, giacchè Newton ſoſtiene che non ſolamente la Terra, ma generalmente tutti i corpi celeſti ſono dotati di queſta proprietà, cioè che ogni corpo viene ſpinto verſo di

Digitalizzato da Google

di loro con una forza ſimile al peſo o ſia gravità ; donde la parola di *gravitazione* ha tratto la ſua origine . Queſta forza intanto è del tutto inviſibile , nè niente ne vediamo del come agiſca su i corpi per urtarli verſo la Terra , e molto meno verſo i corpi celeſti . Poſſiamo nondimeno oſſervare un ſimigliante fenomeno nella calamita , verſo di cui ſono ſpinti il ferro e l'acciajo ſenza vederne il come . Or ſebbene al preſente ognuno ſia già perſuaſo ciò accadere per effetto di una materia ſottiliſſima che ſi trova tra i pori della calamita e del ferro , ciò non oſtante ſi può dire che la calamita attrae il ferro e che il ferro n' è attratto , perchè tal maniera di parlare non eſclude affatto la vera cauſa . Si potrà dunque parimente dire che la Terra attrae tutti i corpi che le ſono attorno anche a molta diſtanza ; e ſi potrà riguardare il peſo e la gravità de' corpi come l' effetto dell' attrazione della Terra , la quale agiſce fin su la Luna . Il Sole e tutti i Pianeti ſono del pari dotati della ſteſſa forza di attrazione , per cui tutti i corpi ne vengono attratti : e così anche ſi dice che il Sole attrae i Pianeti , e che Giove e Saturno attraggono i loro reſpettivi Satelliti . Ecco perchè il ſiſtema di Newton è detto ancora il *ſiſtema dell' attrazione* . Ora ſiccome non v' è dubbio alcuno che i corpi molto vicini alla

Digitalizzato da Google

Luna vi ſieno anche ſpinti da una forza ſimile alla gravità, così francamente può dirſi che la Luna attrae i corpi vicini; e forſe queſt' attrazione della Luna ſi ſtende anche ſino alla Terra, ſebbene molto debole; non altrimente che abbiam di ſopra veduto l' attrazione della Terra ſopra la Luna anch'eſſa conſiderabilmente indebolita. Ma queſta conghiettura lo ſteſſo Filoſofo l' ha renduta punto di evidenza, e ha fatto vedere che il fluſſo e rifluſſo del mare, di cui altrove avrò occaſione di parlare, ſono cagionati giuſto dall' attrazione della Luna. Dunque non ſi può dubitare che Giove e Saturno non ſieno anch' eſſi attratti da' loro Satelliti, e che anche il Sole non ſia ſoggetto all' attrazione de' Pianeti, ſebbene tal forza ſia eſtremamente picciola. Ecco l' origine del ſiſtema dell' attrazione generale, in cui con ragione ſi ſoſtiene che non ſolamente il Sole attrae i Pianeti, ma che anch' eſſo ne viene attratto; e che anche tra loro i Pianeti eſercitano la loro forza attrattiva. La Terra dunque non è attratta ſolamente dal Sole ma da tutti gli altri Pianeti, benchè quaſi inſenſibile ſia la forza degli altri a paragone di quella del Sole. Or agevolmente potrà conchiudere V. A. che il moto di un Pianeta, il quale è attratto non ſolamente dal Sole ma dagli altri Pianeti ſebbene con picciole forze, dee eſſe-

Digitalizzato da Google

essere un poco differente da quello che farebbe il Pianeta qualora veniſſe attratto unicamente dal Sole, e che per conſeguenza le attrazioni degli altri Pianeti debbono cagionare nel moto principale alcuni piccioli diſtornamenti . E queſti appunto ſono verificati dall' eſperienza ; coſa che ha portato il ſiſtema dell' attrazione univerſale a tal grado di certezza che non vi è perſona che poſſa dubitarne della verità . Debbo inoltre oſſervare che i Cometi ſono anch' eſſi ſottopoſti a queſta legge di eſſere principalmente attratti dal Sole il quale colla ſua forza attrattiva regola i di loro movimenti , ma che ſoffrono anche le forze attrattive di tutti gli altri Pianeti, ſoprattutto quando ſe gli avvicinano ; perciocchè l' è queſta una regola generale , come vedremo in appreſſo , che l' attrazione di tutti i corpi celeſti diminuiſce nell'allontanamento , e creſce nella proſſimità . Or i Cometi come dotati anch' eſſi d' attrazione ; attraggono a loro gli altri corpi , e tanto più ſenſibilmente quanto più vi ſi avvicinano . Qualora dunque qualche Cometa paſſa molto vicino ad un Pianeta , la ſua forza attrattiva può diſordinarne il movimento , al pari che quello del Cometa viene un poco diſturbato dall' attrazione del Pianeta . Tali conſeguenze ſono verificate appuntino dalle oſſervazioni , e ſi poſſono allegare alcuni eſempj di Cometi apparſi, in cui

Digitalizzato da Google

cui si è veduto che il movimento del Cometa è stato disordinato dall' attrazione de' Pianeti vicino a' quali è passato ; e che il movimento della Terra e degli altri Pianeti ha sofferto qualche disordine per l' attrazione del Cometa: Finalmente essendo le Stelle fisse corpi simili al Sole saranno anch' esse dotate di forza attrattiva ; ma noi non ne proviamo alcuno effetto per la loro prodigiosa distanza.

5 Settembre 1760.

LETTERA LIV.

De' varj sentimenti de' Filosofi su la gravità universale: sentimento degli Attrazionisti:

E' Chiaro dunque[redacted] ragioni sodissime che vi sia una gravità generale in tutti i corpi celesti , dalla quale vengon essi urtati o si attraggono scambievolmente ; e che tal forza sia tanto più grande , quanto tra loro sono più prossimi. Questo oggidì è un fatto che non si mette in dubbio ; si quistiona solamente se debba chiamarsi questa forza *impulsione* o pure *attrazione* ? ma il nome niente cambia della cosa: fa bene V.

A.

Digitalizzato da Google

A. che un carro o ch' ei ſi ſpinga da dietro o ch'ei ſi tiri davanti, l'effetto è ſempre lo ſteſſo : e così l' Aſtronomo attento unicamente all' effetto di queſta forza, poco ſi cura che i corpi celeſti ſieno ſpinti l'uno verſo l'altro, o che ſi attraggano ſcambievolmente ; e non eſaminando altro che i fenomeni, non ſi dà pena ſe la Terra attrae i corpi, o ſe i corpi vi ſono ſpinti da qualche cauſa inviſibile. Qualora poi ſi voglia penetrare ne' miſterj della Natura, è coſa importantiſſima il ſapere ſe ſia per impulſione o per attrazione che i corpi celeſti agiſcono l'uno su l' altro ; cioè ſe ſia qualche materia ſottile ed inviſibile che agiſce su i corpi urtandoli, o pure ſieno dotati di una qualità naſcoſta ed occulta, per cui ſi attraggono ſcambievolmente. I Filoſofi ſono su di ciò diviſi ; i parteggiani dell'impulſione ſi chiamano *Impulſionarj*, e quei dell' attrazione *Attrazioniſti* : M^r. Newton inclinava molto all' attrazione, e tutti gl' Ingleſi ſono oggidì Attrazioniſti fieriſſimi. Ammettono già eſſi che non vi ſieno nè corde nè alcuna macchina di quelle che ordinariamente ci ſerviamo per tirare, di cui poſſa far uſo la Terra per attrarre a ſe i corpi e dar loro la gravità ; e molto meno ſcuoprono tra 'l Sole e la Terra coſa di cui ſi poſſa credere che il Sole ſi ſerva per attrarla. Se ſi ve-

def-

Digitalizzato da Google

ch' esercita su de' suoi Satelliti è molto più grande di quella, con cui la Terra agisce sopra la Luna. Secondo questo sistema la gravità de' corpi su la Terra è il risultato di tutte le attrazioni, da cui vengono attratti a tutte le parti della Terra, la quale se più contenesse di materia di quella che attualmente contiene, acquisterebbe anche maggior forza di attrazione, e la gravità o sia il peso de' corpi diverrebbe più grande. Ma se al contrario per qualche accidente perdesse la Terra qualche porzione della sua materia, diminuita la sua attrazione si diminuirebbe anche la gravità di tutti i corpi. Si oppone per altro a questi Filosofi che secondo il loro sistema se per esempio su di una tavola si ponessero due corpi qualsivogliano, dovrebbero questi attraersi e conseguentemente avvicinarsi l'uno all'altro. Al che essi rispondono accordando la conseguenza, ma dicono che in tal caso troppo picciola sarebbe l'attrazione per poterne risultare un'effetto sensibile: imperciocchè se tutta la massa della Terra colla sua forza attrattiva non produce altro in ciaschedun corpo che la di lui gravità ch'è il suo peso, un corpo il quale è molti milioni di volte più picciolo che tutta la Terra produrrà un' effetto altrettanto minore. In fatti se il peso di un corpo diveniſſe molti milioni di volte più picciolo, l'effetto

Digitalizzato da Google

to dovrebbe esserne ridotto al niente; l' attrazione adunque non potrebbe esser sensibile che per un corpo eccessivamente grande. E così niente da ciò si guadagna contro gli Attrazionisti, i quali anche allegano a favor loro un' esperienza fatta in America dagli Accademici di Parigi, dove si è osservato sopra un' altissima montagna l' effetto di una picciola attrazione, con cui il corpo di essa ha attratto i corpi a lei vicini. Per tanto questo sistema degli Attrazionisti, non vi è da temere che ci conduca a false conseguenze: anzi saremo sempre più assicurati della di lui verità.

7 Settembre 1760.

LETTERA LV.

Forza con cui s' attraggono l' un l' altro i corpi celesti.

V. A. già sa la proprietà della calamita che attrae il ferro, avrà veduto in fatti mille volte che mettendole vicino de' pezzetti di ferro o d' acciajo per esempio gli aghi ne vengono attratti con una forza tanto più grande quanto più se le accostano. Or noi come niente vediamo nel ferro che lo

Digitalizzato da Google

lo ſpinga verſo la calamita, così diciamo che la calamita lo attrae. Intanto non ſi può dubitare che vi ſia della materia ſottiliſſima benchè inviſibile, la quale produce queſto effetto collo ſpignere effettivamente il ferro verſo la calamita; ma perchè il linguaggio ſi regola su di quanto appariſce, perciò ſi è introdotto l' uſo di dire che la calamita attrae il ferro, e che vi ſi faccia un' attrazione. Tuttocchè queſto fenomeno ſia particolare alla calamita ed al ferro, pure è molto proprio a riſchiarare il vocabolo di *attrazione*, di cui i Filoſofi moderni così frequentemente ſi ſervono. Dicono eſſi dunque che una proprietà ſimile a quella della calamita riſiede in tutti i corpi generalmente, e che però tutti ſcambievolmente ſi attraggono: ma che queſto effetto allora ſi ſcorge quando i corpi ſono di un'eſtrema grandezza, reſtando del tutto inſenſibile ne' piccioli. Per grande per eſempio che ſia una pietra non eſercita alcuna attrazione su di altri corpi che ſe le avvicinano, perciocchè la ſua forza è troppo picciola per render ſenſibile l'attrazione; ma ſe la pietra foſſe molte migliaja di volte più grande, ſarebbe alla fine ſenſibile l' attrazione. E diſſi già a V. A. che pretendeſi aver effettivamente oſſervato che una gran montagna dell' America abbia prodotta una leggiera attrazione. Una montagna adunque più grande ſe vi

foſ

foſſe produrrebbe un' attrazione anche più ſenſibile , e così in conſeguenza un corpo molto più grande cioè la Terra intera attrae a ſe i corpi con una forza proporzionata e totalmente viſibile; perciò in queſto ſiſtema la gravità , per cui cadono abbaſſo tutti i corpi non è altro che l' effetto dell' attrazione dell'intera Terra, per mezzo della quale ſe li tira a ſe . Se queſti foſſero più grandi o più piccioli , la gravità o ſia il peſo ancor ne ſarebbe più grande o più picciolo; da che ſi comprende che tutti gli altri corpi grandi dell' Univerſo , come il Sole , i Pianeti, e la Luna ſono dotati di una ſimil forza attraente , ma più o meno grande a proporzione della di loro maggiore o minore grandezza . Il Sole ch' è molte migliaja di volte più grande della Terra, ha una forza attraente altrettanto maggiore. La Luna poi che ſe ne computa circa 70 volte minore ha una forza attraente anche altrettanto più picciola ; e lo ſteſſo accade per tutti i corpi celeſti .

9 Settembre 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LVI.

Su lo stesso soggetto.

SEcondo il sistema dell' attrazione o sia della gravitazione universale ogni corpo celeste attrae gli altri, e ne viene vicendevolmente attratto. Per giudicare della forza colla quale questi corpi attraggono gli altri, consideriamone due soli che si attraggano tra di loro; e bisogna aver riguardo a tre cose, 1.° al corpo che attrae, 2.° al corpo attratto, 3.° alla distanza in cui sono, dipendendo da questi soli tre punti tutta la determinazione della quantità della forza attraente.

Sia (*Tav. III fig. 4*) A il corpo attraente e B il corpo attratto amendue sferici, giacchè a un di presso questa è la figura de' corpi celesti. In tal caso la loro distanza si stima quella che vi è tra i loro centri A e B, cioè a dire la retta AB. Or per riguardo al primo punto che riguarda la quantità del corpo attraente A, fa uopo osservare che quanto più egli è grande, tanto maggiore ne sarà la forza per attrarre il corpo B. Se dunque il corpo attraen-

S te

Digitalizzato da Google

te *A* foſſe due volte più grande, il corpo *B* ne verrebbe attratto con una forza doppia, ſe tre volte con una tripla, e così in appreſſo, ſupponendo ſempre uguali le loro diſtanze. Se la Terra dunque racchiudeſſe più o meno materia che attualmente non contiene, tutti i corpi verrebbero da eſſa attratti con altrettanta più o meno forza, o ſia il loro peſo ſarebbe tanto più o meno grande. E così perchè tutta la Terra viene attratta dal Sole, perciò ſe foſſe più o meno grande ne verrebbe attratta con altrettanta più o meno forza. Per rapporto poi al ſecondo punto cioè al corpo *B* attratto (eſſendo lo ſteſſo il corpo attraente *A* e la diſtanza *AB*) deeſi oſſervare che quanto più grande o più picciolo è il corpo *B*, tanto più grande o più picciola ſarà anche la forza, con cui viene attratto verſo il corpo *A*. Quindi ſe il corpo *B* è due volte maggiore, ſarà attratto al corpo *A* con una forza doppia, ſe tre volte più grande, con una forza tripla, e così in appreſſo. Ma per meglio ſchiarir queſto punto non haſſi a far altro che ſupporre la Terra nel luogo del corpo attraente *A*, e la forza da cui il corpo *B* è attratto non è altro che il peſo del corpo *B*: or noi ſappiamo che quanto più queſto corpo *B* è grande o picciolo, tanto più grande o picciolo n'è il peſo; donde ſi deduce che meſſo lo ſteſſo cor-

Digitalizzato da Google

corpo attraente *A* e la ſteſſa diſtanza *AB*, la forza con cui il corpo *B* è attratto ſegue preciſamente la grandezza di queſto corpo. Queſta circoſtanza i Matematici l'eſprimono coi vocabolo di *proporzionale* o *di ragion diretta*, e dicono che la forza con cui il corpo *B* è attratto dal corpo *A* è *proporzionale* o in *ragion diretta* della ſua maſſa; e ſignifica che ſe la maſſa del corpo *B* foſſe due, tre, o quattro volte più grande, la forza ſarebbe giuſto altrettante volte maggiore. E così anche pel corpo attraente *A*, ſi dice che la forza con cui il corpo *B* è attratto dal corpo *A* è proporzionale alla maſſa del corpo *A*, purchè il corpo *B* e la diſtanza *AB* ſieno le ſteſſe. Ma quì ſi avverta che quando parlo della quantità del corpo attraente *A* o del corpo attratto *B*, intendo dir della quantità di materia che o l' uno o l' altro racchiude, e non già della ſola loro eſtenſione; ben ſi ricorderà in fatti V. A. che i corpi ſono per queſte due coſe conſiderabilmente differenti, e che ve ne ſono di tali che ſotto una picciola eſtenſione racchiudono molta materia come l'oro; e di altri, come l' aria, che ſotto una grande eſtenſione ne racchiudono molto poca. Dunque quando quì ſi tratta di corpi, fa uopo giudicarne dalla quantità della loro materia o ſia maſſa. Reſtami ſolamente ad eſaminare il terzo

Digitalizzato da Google

punto, vale a dire la distanza *AB*, supponendo che i corpi sieno gli stessi. Su di che bisogna osservare che se la distanza *AB* si aumenta, l'attrazione si diminuisce; e all'incontro questa cresce se si diminuisce la distanza; con una regola costante per altro, ma non così facile ad esprimersi. Se la distanza fosse due volte più grande, la forza con cui il corpo *B* è attratto verso il corpo *A* sarà due volte due o quattro volte più picciola; e per una distanza tripla la forza d'attrazione diviene 3 volte 3, vale a dire 9 volte più picciola. Se la distanza fosse quattro volte più grande, la forza di attrazione diviene 4 volte 4 o 16 volte più picciola, e così in appresso. Per una distanza 100 volte più grande sarà dunque la forza di attrazione 100 volte 100 o sia 10000 volte più picciola. Donde si vede che in grandissime distanze la forza di attrazione dee in fine ridursi totalmente insensibile. E per l'opposto se la distanza *AB* è molto poca, la forza d'attrazione può essere considerabilissima, sebbene i corpi fossero assai piccioli.

11 *Settembre* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LVII.

Su lo ſteſſo ſoggetto.

HO già dimoſtrato a V. A. che ſe un corpo *B* è attratto da un' altro corpo *A*, la forza d' attrazione è proporzionale alla maſſa del corpo attraente *A* e del corpo attratto *B*; ma che queſta forza d'attrazione talmente dipende dalla diſtanza di queſti corpi che ſe queſta diveniſſe 2, 3, 4, 5 volte più grande, la forza d' attrazione diverrebbe 4, 9, 16, 25 volte più picciola.

La regola dunque ſi è di moltiplicare per ſe ſteſſo il numero che ſegna quante volte è creſciuta la diſtanza, e 'l prodotto dimoſtrerà quanto l' attrazione ne diviene più picciola. Ma per mettere queſta regola in tutto il ſuo aſpetto, fa uopo oſſervare che quando ſi moltiplica un numero per ſe ſteſſo, il prodotto che ne riſulta ſi chiama il ſuo *quadrato*: quindi per trovare queſto quadrato biſogna moltiplicare i numeri per loro ſteſſi nella maniera ſeguente

Digitalizzato da Google

moltiplicazione per quadrato.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1 | 4 | 9 | 16 | 25 | 36 | 49 | 64 | 81 | 100

	11		12
moltipl. per	11	moltipl. per	12
	11		24
	11		12
quadrato	121	quadrato	144

Da queſt' ultimo eſempio ſi vede che il quadrato del numero 12 è 144 ; e ſe voglia ſaperſi il quadrato di un' altro numero qualunque , per eſempio 258 , biſogna moltiplicare queſto numero per ſe ſteſſo facendoſi la ſeguente operazione

Digitalizzato da Google

```
  258
  258
 ----
 2064
1290
516
-------
66564
```

donde ſi vede che il quadrato di queſto numero 258 è *66564*; e così è per tutti gli altri numeri.

Dovendoſi adunque moltiplicare per ſe ſteſſa la diſtanza de' corpi, è chiaro che la forza d' attrazione diminuiſce quanto più aumenta il quadrato della diſtanza, o per meglio ſpiegarmi il quadrato della diſtanza diviene altrettante volte più grande, quanto più ſi diminuiſce la forza dell' attrazione. Per farſi intendere in queſte materie i Matematici adoperano certi vocaboli che biſogna ſpiegare, perciocchè ſpeſſo ſe ne fa uſo in converſazione. Se la forza di attrazione creſceſſe al pari del quadrato della diſtanza ſi chiamerebbe *proporzionale al quadrato della diſtanza* o *in ragion diretta del quadrato della diſtanza*: ma perchè la coſa va giuſto all' oppoſto, diminuendoſi la forza di attrazione come creſce il quadrato della diſtanza; perciò s' impiega il vocabolo

Digitalizzato da Google

inverſo per dinotare queſta oppoſizione, dicendo che la forza attraente è *in ragione inverſa del quadrato della diſtanza*. V. A. già comprende perfettamente il ſenſo di queſta geometrica eſpreſſione. Per giudicare adunque della forza con cui un corpo viene attratto verſo d' un' altro, ſi ha da riflettere che queſta forza è in ragion diretta e del corpo attraente e del corpo attratto, e in ragione inverſa del quadrato della loro diſtanza. Da che ſi deduce chiaramente che ſebbene la Terra e i Pianeti ſieno anche attratti verſo le Stelle fiſſe, queſta forza dee eſſere aſſolutamente inſenſibile atteſo la di loro infinita diſtanza. In fatti ſe ſupponghiamo la maſſa di una Stella fiſſa uguale a quella del Sole e uguali ancor le diſtanze, la Terra ne verrebbe attratta con tanta forza, quanta ne ha il Sole; ma poichè la diſtanza della Stella fiſſa è 400,000 più grande di quella del Sole, la forza con cui la Terra è attratta da queſta Stella fiſſa ſarà il quadrato di queſta diſtanza cioè cento ſeſſanta mila milioni di volte più piccola di quella con cui è attratta dal Sole; ed ecco un'attrazione aſſai picciola per produrre il menomo effetto ſenſibile. E per queſta ragione la forza attraente delle Stelle fiſſe niente altera il movimento della Terra, nè de' Pianeti, nè della Luna; ma la ſola attrazione del Sole regola principalmente

Digitalizzato da Google

te il moto sì della Terra che de' Pianeti, essendo molte migliaja di volte maggiore di ciascheduno di loro. Intanto se accade che due Pianeti si approssimassero in guisa che fosser più vicini tra di essi che non sono al Sole, la di loro forza attraente ne potrebbe crescere a segno di turbarne sensibilmente il moto. In fatti questo distornamento si scorge effettivamente, ed è una pruova evidentissima pel sistema dell' attrazione o sia della gravità universale; e così anche se un Cometa si approssima molto ad un Pianeta, ne può benissimo alterare il movimento.

13 *Settembre* 1760.

LETTERA LVIII.

Moto de' corpi celesti: metodo di determinarlo colle leggi della gravità.

DA quanto ho detto su la forza universale con cui i corpi celesti si attraggono l' un l' altro in ragion diretta delle loro grandezze o masse, e in ragione inversa del quadrato delle loro distanze, potrà facilmente comprendere V. A. che si arriva così a determinarne e la distanza, e 'l moto; e in

Digitalizzato da Google

in conſeguenza ſi giugne ad aſſegnare il vero luogo ove ciaſchedun corpo ſi dee ritrovare in un dato tempo, ch' è l' oggetto dell'Aſtronomìa. Queſta ſcienza adunque dipende dall' eſatta conoſcenza del moto de' corpi celeſti, per eſſere in iſtato di determinare per qualunque momento non men paſſato che avvenire il luogo ove ciaſcheduno corpo celeſte dee trovarſi, ed in qual luogo del Cielo dee comparire, eſſendo veduto dalla Terra o da qualunque altro luogo del Mondo. La ſcienza che tratta del moto in generale chiamaſi *Meccanica* o *Dinamica*. Il ſuo oggetto è di determinare il moto de' corpi ſpinti da una forza qualunque, e forma una delle principali parti delle Matematiche. Coloro che vi ſi applicano fanno tutti i loro sforzi per portarla al ſuo più alto grado di perfezione: ma le ricerche di queſta ſcienza ſono così profonde, che non v' ha ancora chi poſſa vantarſi d' eſſervi a pieno riuſcito, e però fa uopo contentarſi d' avvanzarvi a piccioli paſſi. Non ſono che dieci o venti anni che vi ſi fanno gran progreſſi, e principalmente nell' Accademia delle ſcienze di Parigi ove ſi propone ogni anno delle quiſtioni, colla promeſſa di premj conſiderabili per coloro che meglio vi rieſcono. La maſſima difficoltà conſiſte nella pluralità delle forze da cui ciaſchedun corpo celeſte viene urtato o attrat-

Digitalizzato da Google

tratto verſo gli altri corpi . Se un corpo non veniſſe attratto che verſo un ſolo altro corpo , la coſa non incontrerebbe menoma difficoltà , e 'l gran Matematico Ingleſe Newton morto nel 1728 avea già felicemente determinato il moto di due corpi che ſi attraggono ſcambievolmente ſecondo la legge di cui ho avuto l'onore di parlare a V. A. . In forza di queſta legge ſe la Terra non foſſe attratta che ſolamente verſo il Sole, ſe ne ſaprebbe efattiſſimamente il moto, nè vi ſarebbe biſogno di altre ricerche. Lo ſteſſo ſarebbe anche per gli altri Pianeti Saturno , Giove , Marte , Venere , e Mercurio qualora veniſſero attratti unicamente dal Sole. Ma poichè la Terra viene attratta non ſolamente dal Sole , ma da tutti gli altri corpi celeſti, ecco divenuta la quiſtione infinitamente più complicata e più difficile a motivo di queſta moltiplicità di forze donde viene agitata. Per la forza attraente che su di eſſa eſercitano le Stelle fiſſe ſi può ſenza pericolo di errore traſcurare, con ciò ſia che per grandi che ne ſieno le maſſe, pure ſon eſſe sì lontane che la di loro forza attrattiva ſi può liberamente contare per nulla ; e però il moto della Terra e degli altri Pianeti è ſempre perfettamente lo ſteſſo come ſe le Stelle fiſſe non vi foſſero affatto . Oltre quella del Sole adunque non ſi dee metter a calcolo altra forza che quella

con

Digitalizzato da Google

on cui i Pianeti si attraggono fra di loro. Or tali forze sono anch' esse estremamente picciole in paragone di quelle onde ciaschedun Pianeta è attratto verso il Sole; perciocchè la massa del Sole supera tante volte quella di ciaschedun Pianeta, che la forza di questo risulta necessariamente picciolissima in paragone di quella del Sole. Ma poichè tali forze crescono a proporzione che le distanze son minori, cosicchè una forza 4 volte più grande corri ponde ad una distanza 2 volte più piccola, ed una forza 9 volte più picciola corrisponde ad una distanza 3 volte più grande, e così in appresso secondo i quadrati de' numeri come l'ho reso chiaro nella mia lettera precedente; perciò sarebbe possibilissimo che due Pianeti si avvicinassero tanto che la loro forza attrattiva ne diveniste uguale a quella del Sole e anche la sopravvanzasse di molto. Ma ei non c'è timore: che accada già al Mondo questo caso e i Pianeti restano sempre nelle dovute lontananze l'un dall'altro, di maniera che la loro forza di attrazione è sempre incomparabilmente più picciola di quella con cui sono attratti verso il Sole. Perciò senza portar tanto oltre le nostre vedute si può riguardare ciaschedun Pianeta come se non venisse attratto che dalla sola forza del Sole; e così divien facile determinarne il movimento. Questo non però può

Digitalizzato da Google

può aver luogo qualora ci contentiamo di una cognizione superficiale del moto de'Pianeti, ma se volessimo istruircene a fondo bisognerebbe mettere a calcolo tutte queste picciole forze colle quali i Pianeti agiscono l'un su dell'altro; perchè effettivamente ne risultano certe picciole irregolarità o distornamenti di cui gli Astronomi fanno molto conto nelle loro osservazioni; e per ben conoscere queste irregolarità nel moto de'Pianeti vi sudano non meno gli Astronomi che i Meccanici.

15 *Settembre* 1760.

LETTERA LIX.

Sistema del mondo.

PEr poter meglio render chiaro quanto debbo dire a V. A. riguardo al moto de' corpi celesti e alle forze che ne sono la cagione, è ben fatto di rappresentarle (*Tav. 4 fig.* 1) il sistema del Mondo, o sia descrizione de' corpi celesti che lo compongono. Prima d' ogni altro è uopo osservare che le Stelle fisse son tanti corpi luminosi del tutto simili al Sole, situati in distanze grandissime così dal Sole che tra di loro; e fat-

Digitalizzato da Google

e forſe di grandezza anche uguali al Sole di cui la più proſſima a noi (come ebbi già l' onor di dire a V. A.) è almeno 400,000 volte più lontana del Sole. Ognuna di queſte Stelle fiſſe ſembra che ſia deſtinata forſe a riſcaldare e ad illuminare un certo numero di corpi opachi ſimili alla noſtra Terra, e probabilmente anche abitati che l' attorniano; da noi per altro non veduti per la loro infinita diſtanza. E ſebbene non v' è mezzo da potercene aſſicurare per via di oſſervazioni, ce ne perſuade nondimeno il vederle ſimili al Sole che ſerve a riſcaldare e ad illuminare la noſtra Terra e i Pianeti. Or queſti Pianeti (contandoci ancor la noſtra Terra) per quanto finora ne ſappiamo ſon ſei, e ciaſcheduno di eſſi ſi muove intorno al Sole con un giro chiamato *orbita* perchè poco differiſce dal cerchio, e' l Sole ſta fiſſo come tutte le altre Stelle; perciocchè il moto che noi ne vediamo è un moto apparente cagionato da quello della Terra. Queſto è dunque il ſiſtema Solare, il quale contiene tutti i corpi opachi che muovonſi intorno al Sole, e che godono di quegli ſteſſi vantaggi che noi godiamo. In mezzo ſta ſituato fiſſo il Sole; intorno ad eſſo havvi ſei cerchj che dinotano le orbite o ſieno i giri che deſcrivono i Pianeti. Il Pianeta più vicino al Sole è Mercurio ſegnato col ſegno ☿ che compie

il

il giro della ſua orbita in circa 88 giorni. Appreſſo ſegue Venere ſegnato così ♀, che compie la ſua orbita in 7 meſi circa. Il terzo cerchio è la noſtra Terra ſegnata così ♁, e la compie in un anno, non eſſendo l' anno altra coſa che il tempo che la Terra impiega a percorrere il ſuo cerchio intorno al Sole. Ma in tutto il cammino che fa la Terra intorno al Sole, un' altro corpo ſi muove intorno ad eſſa ſeguendola nella ſua orbita, e queſto è la Luna, il di cui cerchio o ſia orbita è rappreſentato nella figura col ſegno ☽. Il due primi Pianeti ☿ e ♀ non vediamo che ſieno accompagnati da altri corpi, come nè anche Marte ♂ ch' è il quarto, e percorre la ſua orbita intorno al Sole tra lo ſpazio di circa due anni. Il quinto cerchio è quello di Giove ♃ il quale impiega nella ſua orbita circa dodici anni, e intorno a lui ſi muovono quattro Satelliti rappreſentati nella figura colle loro orbite da' numeri 1. 2. 3. 4. Finalmente il ſeſto ed ultimo cerchio è l'orbita di Saturno ♄ il quale impiega circa 30 anni a fare il ſuo giro intorno al Sole, e viene accompagnato nel ſuo cammino da cinque Satelliti ſegnati co' numeri 1. 2. 3. 4. 5.. Quindi è che il ſiſtema del Sole racchiude ſei Pianeti principali, Mercurio ☿, Venere ♀, la Terra ♁, Marte ♂, Giove ♃, Saturno ♄; e dieci Satelliti, cioè la Luna

quat-

Digitalizzato da Google

quattro di Giove, e cinque di Saturno. Contiene ancora questo sistema molti Cometi, ma noi non ne sappiamo precisamente il numero.

Nella figura ne ho rappresentato uno per indicarne l' orbita ch' è tutta differente da quella de' Pianeti, essendo molto allungata di maniera che un Cometa ora si approssima molto al Sole, ed ora se ne allontana a segno che ci diviene del tutto invisibile. Tra i Cometi se n'è osservato uno il quale compie il suo corso tra lo spazio di circa 75 anni, ed è quello che videsi giusto l' anno passato. Per riguardo agli altri è certo che impiegano molti secoli a percorrere le loro orbite, ma perchè ne' secoli passati non si sono esattamente osservati, niente se ne può sapere del loro corso. Ecco dunque in che consiste il sistema Solare, ed è probabilissimo che ciascheduna delle Stelle fisse ne abbia uno simile.

17 Settembre 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA LX.

Sul medesimo Soggetto.

OLtre ciò che ho detto a V. A. sul sistema solare debbo anche comunicarle alcune osservazioni per la spiegazione della figura suddetta (*Tav.* 4). E prima di ogni altro bisogna riflettere che le linee le quali disegnano le orbite de' Pianeti non hanno alcuna realità ne' Cieli, perciocchè tutto lo spazio del Cielo entro di cui si muovono i corpi celesti è voto, o piuttosto ripieno di etere, come sopra ho avuto l'onore di parlargliene a lungo. Di più le orbite de' Pianeti non sono tutte a uno stesso livello come la figura le rappresenta; ma se l' orbita per esempio della Terra col Sole s' immagini a uno stesso piano come sta su della carta, le orbite de'cinque altri Pianeti si debbono ideare alcune più elevate dalla carta, e alcune al di sotto; o pure bisogna immaginare che l' orbita di ciascheduno Pianeta tagli obbliquamente la carta facendovi un'angolo, ch'è impossibile per altro rappresentarlo in una figura.

Oltracciò le orbite de' Pianeti non sono

Digitalizzato da Google

effettivamente cerchj come appajono nella figura, ma ſono piuttoſto ovali chi più e chi meno; ma tanto che non differiſcono conſiderabilmente dal cerchio. L' orbita di Venere è quaſi un cerchio perfetto, ma quella degli altri Pianeti è più ovale, di maniera che delle volte ſi ritrovano più vicini al Sole, delle volte più lontani. Le orbite de' Cometi ſi diſtinguono chiaramente perchè aſſai ovali o bislunghe, come ſi vede nella figura. Per riguardo alla Luna e a' Satelliti di Giove e di Saturno, le loro orbite ſono anche circolari ad un di preſſo: ma non biſogna nemmeno concepirle tali quali ſon ſituate ſul piano della carta; perciocchè eſſi non ſono ſempre a uno ſteſſo luogo, ma ſono traſportati intorno al Sole inſieme con quel Pianeta principale cui appartengono. Ed ecco come biſogna intendere le linee rappreſentate nella figura, toccando all'immaginazione il ſupplire a ciò ch'è impoſſibile di ben rappreſentare in carta. Da ciò facilmentè V. A. comprenderà quanto volle dire il fu Mr. Fontanella nel ſuo libro ſu la pluralità de'Mondi, poichè ſebbene ordinariamente noi chiamiamo Mondo queſta noſtra Terra co' ſuoi abitatori; pur nondimeno ciaſchedun Pianeta e anche ciaſcheduno de'Satelliti forſe con ugual dritto merita queſto nome eſſendo più che verisimile che abbiano anch' eſſi degli abi-

Digitalizzato da Google

tatori come la Terra. Vi ſarebbero dunque in queſta ipoteſi ſedici Mondi nel ſolo ſiſtema del Sole; e ſe ogni Stella fiſſa foſſe un Sole intorno a cui giraſse un certo numero di Pianeti, provveduti anche alcuni di eſſi di Satelliti, ecco che veriſimilmente noi avremmo quaſi un'infinità di Mondi ſimili alla noſtra Terra; poichè il numero delle Stelle fiſſe che ſi veggono da noi coll'occhio nudo ſorpaſſa molte migliaja, e quelle che ne ſcuoprono i teleſcopj ſono infinite. Dunque ſe ſotto nome di Mondo ſi vuole intendere un Sole con alcuni Pianeti e Satelliti che gli appartengono e ne ricevono il calore e la luce, tanti potranno eſſere i Mondi quante ſono le Stelle fiſſe. Se poi ſotto nome di Mondo intendiamo la Terra con tutti i corpi celeſti o tutti gli eſſere creati inſieme, in queſto caſo non vi potrà eſſere altro che un ſol Mondo, rapportandoviſi tutto ciò ch'eſiſte. In queſt'ultimo ſenſo ſi prende il vocabolo di Mondo nella Filoſofia, e ſoprattutto nella Metafiſica, in cui ſi ha per dogma, o ſia per verità fondamentale che non vi ſia altro che un Mondo, ch'è l'unione di tutti gli eſſeri creati non men paſſati, che preſenti, e futuri. Se Mr. Fontanella aveſſe voluto ſoſtenere in queſto ſenſo la pluralità de' Mondi, ſarebbe ſtato certamente in errore.

Intanto quando i Filoſofi diſputano tra

Digitalizzato da Google

loro se il nostro Mondo sia il migliore o no, suppongono senza dubbio una pluralità di Mondi possibili; e molti sostengono che quello ch' esiste sia il migliore tra quanti ve ne avrebbero potuto essere. Si rappresentano essi Iddio come un supremo Architetto, il quale avendo voluto creare il Mondo si abbia proposti molti piani differenti tra loro, in mezzo de' quali ha scelto il migliore o sia quello in cui le perfezioni erano tutte riunite nel più alto grado, e che abbia creato questo a preferenza di tutti gli altri. Questo sentimento sembra esser confermato dalla Storia della Creazione, in cui dicesi espressamente *che tutto era perfettamente buono*: ma il gran numero de' mali che trovansi in questo Mondo, e che traggono l' origine dalla malizia degli Uomini suscita un dubbio molto importante, cioè se mai fosse stato possibile di creare un Mondo che ne fosse stato del tutto esente. Secondo me fa uopo ben distinguere tra i piani di un Mondo che altro non contiene ch' esseri corporali, e i piani di un Mondo che contiene ancor degli esseri intelligenti, e liberi. Nel primo caso la scelta del migliore sarebbe senza menoma difficoltà, ma nell' altro ove gli esseri intelligenti e liberi fanno la principal parte del Mondo, il giudizio del migliore sorpassa infinitamente la nostra capacità, e la stessa malizia degli esseri

Digitalizzato da Google

seri liberi può contribuire alla perfezione del Mondo in una maniera inconcepibile da noi.

Sembra che i Filosofi non abbiano fatto molto attenzione a questa essenzialissima distinzione; ma io mi dichiaro molto insufficiente per voler entrare a decidere una sì importante quistione.

19 Settembre 1960.

LETTERA LXI.

Picciole irregolarità che si osservano ne' movimenti de' Pianeti cagionate dalla loro scambievole attrazione.

PEr determinare il moto de' corpi che compongono il sistema Solare fa uopo distinguere i Pianeti principali da' di loro Satelliti; i Pianeti sono sei, Mercurio, Venere, la Terra, Marte, Giove, e Saturno; i Satelliti sono dieci, cioè la Luna, quattro di Giove, e cinque di Saturno. Ho avuto l'onore di fare anche osservare a V. A. che questi sei Pianeti sono principalmente attratti verso il Sole cioè a dire che la forza con cui essi sono spinti verso il Sole è incomparabilmente maggiore della forza con cui si attraggono scambie-

Digitalizzato da Google

bievolmente . E la ragione di questo si è in prima la prodigiosa grandezza del Sole, e poi perchè i Pianeti non si approssimano mai tanto tra loro , sicchè la loro forza scambievole possa divenire considerabile in paragone di quella del Sole . Or se questi fossero unicamente attratti verso il Sole il loro moto sarebbe molto regolare e troppo facile a determinarsi : ma le picciole forze con cui essi agiscono l' un sopra l'altro vi cagionano alcune picciole irregolarità , che gli Astronomi s'impegnano a scuoprire colle osservazioni , ed i Meccanici a determinare co' principj del moto . La quistione adunque da decidere si è questa : Conosciute le forze che agiscono sopra di un corpo, qual mai ne sarà il moto? Or le forze cui è sottoposto ciaschedun Pianeta si ricavano da' suddetti principj , dunque sappiamo che il moto della Terra è un poco sconcertato 1.° dall' attrazione di Venere la quale alle volte si approssima molto alla Terra ; 2.° da quella di Giove , considerabile per la sua grandezza , sebbene stia sempre molto lontano . Marte è troppo picciolo per produrvi un'effetto sensibile , non ostante che alle volte ci venga molto vicino ; e Saturno all'incontro la sua massa è vero ch'è la più grande dopo quella di Giove , ma ne sta molto lontano . La Luna sebbene piccolissima cagiona pure qualche sconcerto di moto

Digitalizzato da Google

to a motivo della ſua vicinanza. Il Cometa dell' anno paſſato ci paſsò nella ſua approſſimazione ſette volte più vicino che non è il Sole; è veriſimile adunque che avrebbe potuto ſconcertare il moto della Terra, ſoprattutto ſe la ſua maſſa foſſe ſtata conſiderabile, locchè ci è ignoto. Se queſto Cometa foſſe ſtato grande quanto la Terra, l' effetto ne avrebbe potuto eſſere conſiderabiliſſimo; ma come appariva molto picciolo, mi dò a credere che ne foſſe ſtato aſſai minore, e per conſeguenza molto minore ne dovette eſſere proporzionatamente il ſuo effetto d'attrazione. Si oſſervò nondimeno che n' era molto lontano quando ci era viſibile, e ci ſcomparve in tempo della ſua approſſimazione di modo che i noſtri antipodi lo poterono veder molto luminoſo. Quanto ho detto su lo ſconcerto che ſi cagiona al moto della Terra ha luogo ancora negli altri Pianeti proporzionatamente alla di loro maſſa e alla di loro vicinanza. Per rapporto alla Luna e agli altri Satelliti il principio del loro moto n' è differente: La Luna è tanto vicina alla Terra che ne viene attratta molto più che dal Sole, come che queſto ne ſia molte migliaja di volte maggiore. Quindi è che il moto della Luna ſegue quello della Terra, che la tiene quaſi legata a ſe, per cui n'è riguardata come un Satellite. Se la Luna

Digitalizzato da Google

foſſe ſtata ſituata molto più lontana da noi ſicchè l'attrazione verſo la Terra foſſe meno che verſo il Sole, ſarebbe in tal caſo divenuta un Pianeta principale, ed avrebbe deſcritto la ſua orbita intorno al Sole; ma preſentemente la Luna è 300 volte più vicina alla Terra, che non al Sole; quindi è facile il comprendere che l'attrazione della Terra può ſorpaſſare quella del Sole. Venendo la Luna principalmente attratta da due forze, cioè da quella della Terra, e da quella del Sole, è chiaro che la determinazione del ſuo moto dee eſſere molto più difficile di quello de' Pianeti principali i quali non ſperimentano altro che la ſola forza del Sole, mettendo da parte que' piccioli ſconcerti, di cui ho già parlato. Quindi è che il moto della Luna ha ſempre imbarazzato gli Aſtronomi, nè mai hanno potuto arrivare a predire preciſamente il luogo della Luna nel Cielo a un dato tempo ſenza ingannarſi di molto. Da ciò comprende facilmente V. A. che per predire un' eccliſſi tanto di Luna, che di Sole fa uopo eſſere in iſtato di poter aſſegnare eſattamente il luogo della Luna. Or ne' ſecoli paſſati, quando ſi è voluta calcolare una eccliſſi vi è ſtato ſempre lo sbaglio di qualche ora, eſſendo accaduta ſempre più preſto o più tardi di quel che ſi era trovato col calcolo. Qualunque pena ſi abbiano data gl'

Digitalizzato da Google

antichi Aſtronomi per calcolare il moto della Luna eſſi ſono ſempre andati molto lungi dal vero ; non prima del gran Newton il quale ſcuoprì le vere forze che agiſcono su la Luna, ſi è trovato il mezzo come approſſimarſi ſempre più alla verità, ſuperati già quegli oſtacoli che s' incontravano su di ciò. Anch' io mi ci applicai molto tempo , e Mr. Meyer di Gottingue ſeguendo le orme ch'io avea ſegnate , è finalmente arrivato ad un punto di preciſione tale che non ſi può quaſi paſſar oltre. Non ſono dunque più di dieci anni in circa che ci poſſiamo dare il vanto di conoſcere a ſufficienza il moto della Luna . E da ora in poi ſiamo nello ſtato di calcolare l' eccliſſi con tanta eſattezza, che non accade errore nè pur d' un minuto , quando prima rimontando fino a' tempi di Newton lo sbaglio arrivava ad otto minuti e più. Adunque di queſta importante ſcoperta ne ſiam tenuti alla Meccanica, ſcienza che procura i vantaggi non ſolo dell'Aſtronomìa, ma ben' anche della Geografia, e della Navigazione.

23 *Settembre* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LXII.

Descrizione del flusso e riflusso del mare.

LA forza attraente de' corpi celesti si stende non solo al corpo intero della Terra, ma anche a ciascheduna parte che la compone. E però tutti i corpi che noi veggiamo su la superficie della Terra non solamente sono attratti alla Terra stessa da che ne risulta la loro gravità o sia il peso, ma sono ancora attratti verso il Sole e verso tutti gli altri corpi celesti più o meno a proporzione che questi son più grandi e più vicini. Or è chiaro che la forza con cui un corpo per esempio una pietra viene attratta verso la Terra, dee essere incomparabilmente maggiore di quella con cui vien' attratto verso il Sole, verso gli altri Pianeti, e verso la Luna a motivo delle loro grandi distanze. Se un corpo fosse tanto lontano dal centro della Terra quanto è la distanza del raggio della stessa Terra, sarebbe già 60 volte più lontano dalla Luna: se dunque la Luna fosse così grande come la Terra, l'attrazione verso la Luna sarebbe 60 volte 60, vale a dire 3600 volte più

Digitalizzato da Google

più picciola dell' attrazione verſo la Terra, o ſia della gravità del corpo meſſo ; or il corpo della Luna è 70 volte più picciolo di quello della Terra, dunque la forza attraente della Luna diviene ancora 70 volte 3600, cioè 252000 volte più picciola della forza attraente della Terra per cui ne gravita verſo il centro . Di più ſebbene il Sole ſia molte migliaja di volte più grande della Terra, pure è circa 24000 volte più lontano da noi di quel che ſia il centro della Terra, quindi è che l' attrazione del Sole ſu di una pietra è eſtremamente picciola per rapporto alla ſua gravità . Scorge dunque V. A. da tuttò ciò che la gravità de' corpi terreſtri , o ſia la forza con cui ſono eſſi attratti verſo la Terra non può eſſer mai ſenſibilmente alterata dall' attrazione de' corpi celeſti . Ma nondimeno per picciola che ſia queſt' attrazione , pure ne riſulta un fenomeno molto conſiderabile, il quale ha poſto in gran tortura i Filoſofi, cioè il fluſſo e rifluſſo del mare. Se ne parla così ſpeſſo in converſazione , ch' ei ſembra quaſi neceſſario di averne cognizione , e per ciò mi determino di preſentare a V. A. una deſcrizione dettagliata di queſto fenomeno ſingolare , ed una ſpiegazione delle cauſe che lo producono ; e comincio dalla deſcrizione del fenomeno. Prima d' ogni altro ſi ſa già che la maggior parte della ſu-

per

Digitalizzato da Google

perficie della Terra è coperta di acque, ch' è il Mare o l' Oceano. Questo ammasso così sorprendente di acque è molto differente da quello de' fumi e de' laghi, i quali secondo le differenti stagioni ora più acqua contengono, ora meno; in esso la quantità dell' acqua è quasi sempre la stessa. Intanto si osserva che l' acqua del mare alza e bassa alternativamente due volte al giorno con molta regolarità. Se per esempio in un porto l' acqua ritrovasi in questo punto alla massima altezza, si vedrà cominciar subito a bassare e questa diminuzione continua per lo spazio di *6* ore, dopo le quali ritorna di nuovo ad alzarsi e cresce anche *6* ore, finchè l'acqua arriva all'altezza ove prima era. Quindi ribassa un' altra volta per lo spazio di *6* ore, e dopo risale per altrettanto tempo; in guisa che nell' intervallo di circa 24 ore l'acqua si alza e si abbassa due volte, ed arriva alternativamente alla massima elevazione ed al massimo abbassamento. Quest'alternativa di aumento e diminuzione dell' acque del mare chiamasi *flusso*, e *riflusso*; e precisamente *flusso* dinota il tempo in cui l' acqua cresce e si alza, e *riflusso* il tempo in cui si abbassa e manca. Questo flusso e riflusso chiamasi anche col nome generale di *Marea*. Su di questa alternativa dunque di elevazione e di abbas-

Digitalizzato da Google

famento dell'acque del mare io avrò l'onore di ragionare a V. A.

Or la prima offervazione fi è che la differenza tra l' elevazione e l' abbaffamento varia fecondo la Luna. In tempo della Luna piena, e della Luna nuova l'acqua alza più che ne' fuoi quarti ; e lo ftefſo accade verſo il tempo degli Equinozj nel mefe di Marzo e di Settembre, Di più vi fi offerva una gran differenza fecondo le fituazioni delle fpiagge. Il fluſſo in certi luoghi non fi alza che pochi piedi, quando in certi altri arriva fino a 40 e più; e le maſſime di cui fi abbia cognizione accadono nel porto di Briſtol in Inghilterra.

Si dee inoltre offervare che queſto fenomeno fi offerva principalmente nell' Oceano in cui l' acqua ha una grandiſſima eſtenſione, e che ne' mari limitati e racchiuſi come è il Baltico, e 'l Mediterraneo è quaſi inſenſibile. L' intervallo finalmente dal fluſſo al rifluſſo non è preciſamente di ſei ore, ma di ſei ore e 11 minuti in circa, in guiſa che queſti cambiamenti non corriſpondono nel giorno appreſſo alla ſteſs' ora, ma circa tre quarti di ora più tardi, coſicchè a capo di 30 giorni fi rimettono alla medeſima ora, coſa che ſegna preciſamente il tempo del giro della Luna, ſopravvenendo giuſto dopo tanti giorni la Luna nuova.

26 Settembre 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LXIII.

Sentimenti de' Filoſofi ſul fluſſo e rifluſſo del mare.

QUando l'acqua del mare ſi alza in qualche luogo non biſogna già immaginarſi che qualche interna qualità l' abbia gonfiata come accade al latte meſſo al fuoco in un qualche vaſo. L' elevazione del mare naſce da un reale accreſcimento di acque che d' altronde vi accorre. E' in ſomma una vera corrente viſibiliſſima nel mare, la quale ſpigne le acque ne' luoghi dove ſi vede creſcere. Per meglio comprendere tutto ciò fa uopo conſiderare che nella grande eſtenſione dell' Oceano vi ſono ſempre alcuni luoghi in cui l'acqua è baſſa e certi altri in cui è alta, correndo da quelli a queſti. Sicchè quando l' acqua ſi alza in qualche luogo, vi è ſempre una corrente che vi traſporta l' acqua da altri luoghi ne' quali allora ſi abbaſſa. E' un' errore dunque l'immaginarſi, come alcuni Autori, che nel tempo del fluſſo del mare la maſſa totale dell'acqua ne diviene più grande, e ſe ne diminuiſce nel rifluſſo. La maſſa o il volu-

Digitalizzato da Google

lume dell' intero mare resta sempre lo stesso, ma vi domina un moto alternativo per cui l'acqua è trasportata d'un luogo all'altro ; e però quando l' acqua è alta quì, è certamente bassa in un altro luogo, in guisa che l'accrescimento ne'luoghi ove alza è precisamente eguale al decrescimento ove bassa. Ecco i fenomeni del flusso e riflusso del mare le di cui cagioni inutilmente han tentato scuoprire gli antichi Filosofi . Il grande Aristotele n' era così sorpreso quando trovavasi nell' Indie Orientali con Alessandro il Grande ch'ei volle seguire il ritiro del mare nel riflusso ; ma il ritorno delle acque gli sopraggiunse così improvvisamente che ne restò annegato, e così non abbiam potuto sapere quali speculazioni ci avesse fatto in sì funesta sperienza . Keplero per altro grande Astronomo e l'ornamento dell' Alemagna credette che la Terra al pari di tutti i corpi celesti fosse un vero animale vivente, e riguardò il flusso e riflusso del mare come l' effetto della sua respirazione . A giudizio di questo Filosofo gli uomini e le bestie sarebbero come tanti insetti o pidocchj che si nudriscono su la pelle di questo grande animale. Facilmente mi dispenso con V. A. di confutare questo bizzarro sentimento . Cartesio , quel gran Filosofo Francese, ha procurato d'introdurre maggior lume nella Filosofia, e ha osserva-

to

Digitalizzato da Google

to che il fluſso e rifluſso del mare ſi regola principalmente ſul movimento della Luna ; e queſta ſenza contraddizione alcuna ſi è una ſcoverta ben grande , benchè gli antichi Filoſofi aveſsero già ſoſpettato queſta conneſſione . Imperciocchè ſe l' alto mare per eſempio o ſia il fluſso accade oggi a mezzo giorno , il rifluſso ſarà a 6 ore ed 11 minuti della ſera ; riſalirà poi 22 minuti dopo la mezza notte, e baſserà di nuovo alla mattina ſeguente alle ſei ore e 23 minuti , coſicchè l' alto mare o ſia il fluſso ſeguente accaderà tre quarti di ora dopo mezzo giorno del giorno appreſso , e. perciò da un giorno all' altro le maree tardano ſempre 3 quarti di ora . E ſiccome ſi trova appuntino lo ſteſso nel moto della Luna la quale ſi leva coſtantemente 3 quarti d' ora più tardi, così fu facile ſoſpettar che le maree ſeguiſsero il corſo della Luna. Se in un luogo il naſcere della Luna nuova e l' alto mare accade a cagion d'eſempio tre ore dopo mezzo giorno, ſiam ſicuri che ſempre in avvenire la Luna nuova , e l' alto mare avverrà coſtantemente 3 ore dopo mezzo giorno, e che ogni giorno ſi oſſerverà ſempre il ritardo di 3 quarti di ora. Di più , non ſolamente il tempo in cui accade ciaſchedun fluſso e rifluſso del mare ſegue eſattamente la Luna , ma la grandezza delle maree la quale è ſottopoſta a variazio-

ne

Digitalizzato da Google

ne si ritrova averci anche una strettissima connessione. E in fatti le maree son da per tutto più forti dopo la Luna nuova e la Luna piena, vale a dire che in questi due tempi l'elevazione dell'acqua è più grande, e dopo il primo e l'ultimo quarto è più picciola. Questa bella armonìa tra le maree e 'l moto della Luna dee senza dubbio esser sufficiente a farci concludere che la principal cagione n'è la Luna, Credette adunque Cartesio che la Luna nel passare sopra di noi premesse l'atmosfera o sia l'aria che circonda la Terra, e che quest'aria facendo pressione su l'acqua dovesse farla abbassare. Or se la faccenda andasse così bisognerebbe che l'acqua fosse bassa ne' luoghi sopra di cui trovasi la Luna, e che producesse il medesimo effetto 12 ore dopo nella marea seguente, cosa che non accade affatto. Dall'altra parte la Luna è in gran lontananza dalla Terra e l'atmosfera è troppo bassa per poter giugnervi la pressione della Luna; e quando questa o qualunque altro corpo grande passasse per l'atmosfera troppo vi vorrebbe perchè questa ne sentisse pressione, e molto più il mare. Tali sforzi adunque di Cartesio per ispiegare il flusso e riflusso del mare hanno avuto poco buono successo; ma la connessione di questo fenomeno col moto della Luna così bene da lui sviluppata, ha messo gli altri in

Digitalizzato da Google

istato d' impiegarvi con più felicità i loro lumi . E di ciò avrò l'onore di parlar altra volta a V. A.

30 *Settembre* 1760 .

LETTERA LXIV.

Spiegazione del fenomeno del flusso e riflusso del mare per mezzo della forza attraente della Luna.

Conciossiachè la spiegazione del flusso e riflusso del mare immaginata da Cartesio nella pressione della Luna su la nostra atmosfera abbia avuto poco felice successo, farà più ragionevole cercarla nell' attrazione che la Luna esercita su la Terra , e per conseguenza anche sul mare . La forza attrattiva de' corpi celesti venendo sufficientemeute contestata da tanti altri fenomeni, come ho avuto l' onore di far vedere a V. A. , non si può più oggi dubitare che il flusso e riflusso del mare non ne sia una conseguenza . Stabilito una volta che la Luna al pari di tutti gli altri corpi celesti ha la forza di attrarre tutti i corpi in ragion diretta delle masse e inversa de'quadrati delle distanze, si comprende facilmente che il mare

Digitalizzato da Google

re corpo fluido non può restare insensibile all' azione di questa forza, tanto più che sovente ha potuto V. A. osservare che ogni menoma forza è capace di agitare un fluido. Deesi dunque solamente esaminare se la forza attrattiva della Luna tale quale noi la supponghiamo, sia capace di produrre effettivamente nel mare questo flusso e riflusso.

La figura (*Tav. III fig.* 5) rappresenti la Terra e la Luna . *A* sia il luogo della Terra donde si vede la Luna, *B* quello direttamente opposto , in cui si trovano gli antipodi , e *C* il centro della Terra . Or poichè il punto *A* è più vicino alla Luna del punto *C* e questo del punto *B*, un corpo situato in *A* viene con maggior forza attratto verso la Luna di quel che lo sia un' altro situato in *C*, e questo anche con maggior forza di un' altro situato in *B*. I corpi poi situati in *E* ed in *F* sono quasi ugualmente attratti verso la Luna che quello in *C* centro della Terra ; perciocchè ne son quasi in ugual distanza . Da ciò dunque si vede che i corpi della Terra non sono tutti ugualmente attratti verso la Luna ; quale ineguaglianza di attrazione dipende dall'ineguaglianza della distanza loro dal centro della Luna *L* , di sorta che un corpo della Terra tanto più forte è attratto dalla Luna quanto più n' è vicino al centro , e tanto meno quanto più n' è lontano . A que-

Digitalizzato da Google

ſta ineguaglianza di forze co' quali i corpi diverſamente ſituati su la Terra ſono attratti verſo la Luna ſi dee quì fare principalmente attenzione ; imperciocchè ſe tutti i corpi foſſero ugualmente attratti verſo la Luna, egli obbedirebbero ugualmente a queſta forza e non avverrebbe menomo diſordine nella loro ſcambievole ſituazione ; così per eſempio molti carri tirati da forze perfettamente uguali faranno il loro corſo conſervando ſempre tra di eſſi il medeſimo ordine e le medeſime diſtanze, ma toſto che alcuni cammineranno più preſto ed altri più lentamente, l'ordine ſubito ſe ne ſconcerterà . Così e non altrimente accade a' corpi della Terra, i quali ſecondo le diverſe ſituazioni vengono diverſamente attratti dalla Luna . Se foſſero tutti attratti ugualmente, conſerverebbero tra loro la medeſima ſituazione, e non vi vedremmo il menomo cambiamento ; ma da che le forze onde ſono attratti ſono ineguali, cambiato ne ſarà parimente l' ordine e la ſituazione, purchè queſti corpi non foſſero sì forte legati tra di loro che reſiſteſſero alle forze, coſa che non può accadere in un fluido come è il mare ; perciocchè ogni fluido ha per proprietà eſſenziale che tutte le ſue parti ſi diſtaccano facilmente l'una dall' altra, e che ciaſcheduna può liberamente ubbidire alle impreſſioni onde vien moſsa. E' chiaro dunque

Digitalizzato da Google

que che non essendo tra loro uguali quelle forze che agiscono su le diverse parti del mare, deesi produrre un' agitazione ed uno scompigliamento nel suo sito ordinario, e le diverse parti di esso debbono essere attratte inegualmente verso la Luna secondo che sono in disuguali distanze dal di lei centro. Ed ecco la ragione perchè il mare dee essere agitato dalla forza della Luna, la quale cambiando di continuo situazione per riguardo alla Terra e girandone intorno tra lo spazio di 24 e tre quarti in circa, fa provare al mare gli stessi cambiamenti, e gli stessi fenomeni dopo l' intervallo di 24 ore e tre quarti, o sia che il flusso e riflusso devono ritardare tre quarti di ora da un giorno all' altro, secondo sperimentiamo. Resta ora solamente a dimostrare come l' elevazione e la depressione alternativa del mare che accade nell' intervallo di 6 ore ed 11 minuti risulti dall' ineguaglianza delle forze della Luna; ciò che mi propongo a spiegare nelle lettere seguenti.

4 *Ottobre* 1760.

LETTERA LXV.

Continuazione dello ſteſſo ſoggetto.

HA già veduto V. A. che la Luna non cagiona affatto alterazione allo ſtato della Terra, ſe non quando agiſca inegualmente ſu le ſue parti. Il motivo ſi è che ſe tutte ſoffriſsero la ſteſsa azione, ugualmente ne verrebbero attratte ſenza riſultarne menomo cambiamento nel ſito.

Ma (*Tav. III fig.* 5) trovandoſi in *A* un corpo più proſſimo alla Luna, queſto ne verrà attratto con maggior forza di un'altro ch'è in *C* centro della Terra; vi ſi approſſimerà dunque più preſto del corpo in *C*. E però ne ſegue neceſſariamente che il corpo *A* ſi dee allontanare dal centro *C* verſo la Luna; ſe per eſempio vi foſsero due carri uno in *A* e l' altro in *C*, e quello ch'è in *A* foſse tirato verſo *L* con più forza dell'altro ch'è in *C*, il primo ſenza meno ſi allontanerebbe dal ſecondo; così ancora la forza della Luna procura di allontanare il punto *A* dal centro *C*. Ma allontanare un corpo dal centro della Terra è lo ſteſſo che alzarlo; e trattandoſi quì dell'acqua

Digitalizzato da Google

qua ch'è in *A*, è chiaro che la forza della Luna tende ad alzarla con uua forza altrettanto maggiore quanto è quella con cui il punto *A* è più fortemente attratto verſo la Luna del centro *C*. Queſta è dunque la forza con cui la Luna innalza le acque su di cui ſi trova a piombo. Conſideriamo ora anche un corpo in *B* oppoſto direttamente al punto *A*. Queſto corpo eſſendo meno attratto dalla Luna di un corpo che foſſe al centro della Terra *C*, queſto centro ſi approſſimerà alla Luna più del punto *B*, il quale reſterà per così dire in dietro, al pari di un carro che camminaſſe più lento. Quindi avverrà che il punto *B* ſi allontanerà dal centro *C*, e s' innalzerà, giacchè allontanarſi dal centro della Terra non è altro che innalzarſi. E' dunque evidente che la forza della Luna tende ad alzar non ſolo le acque che trovanſi in *A*, ma ancor quelle che ſono direttamente oppoſte in *B*, e queſte con una forza uguale alla differenza con cui il punto *B* è meno attratto verſo la Luna del centro *C*. Or coloro che trovanſi in *A* hanno direttamente la Luna al di ſopra di loro, o ſia nel loro Zenith; e coloro che ſono in *B* non la veggono affatto poichè allora occupa un luogo nel Cielo direttamente oppoſto al loro Zenith chiamato Nadir. Si comprende dunque che in ogni luogo del mare l'acqua dee alzarſi tan-

Digitalizzato da Google

to quando la Luna ritrovasi al Zenith, che quando trovasi al Nadir, o sia quando la Luna trovasi la più elevata sopra l' Orizzonte, e quando è al suo punto opposto sotto l' Orizzonte. Ne' tempi intermedj che la Luna è all' Orizzonte così nel nascere che nel tramontare non esercita alcuna forza capace di alzare il mare, e vi è anche una picciola forza contraria che tende allora a farlo bassare. Secondo questo sistema adunque nel luogo del mare ove la Luna è al Zenith, la sua forza tende ad alzar l'acqua, e dopo *6* ore e 11 minuti quando è arrivata all' Orizzonte tende a farla bassare. Dopo 12 ore e 22 minuti la Luna ritrovandosi alla massima profondità sotto all' Orizzonte esercita la medesima forza per alzare l' acqua; e quindi dopo 18 ore e 33 minuti risalendo su l' Orizzonte fa di nuovo bassare l' acqua, fintantocchè alla fine passate 24 ore e 45 minuti dal primo termine ritorna al Zenith del Cielo, ed incomincia ad alzare l' acqua come il giorno precedente. Or tutta questa teorìa si accorda perfettamente coll'esperienza. Tali alternative adunque di elevazioni e di depressioni del mare per intervalli di sei ore ed 11 minuti avendo una sì grande conformità col moto della Luna, non lasciano luogo di dubitare che il flusso e riflusso del mare non sia cagionato dalla sua forza attraente. Una cir-

Digitalizzato da Google

circoſtanza per verità vi è molto conſiderabile, cioè che la Luna agiſce ſul mare alzandolo non meno quando vi ſta a piombo che quando ſi trova al punto oppoſto ſotto l'Orizzonte; coſa per altro ch' è ſembrata molto ſtrana a' Filoſofi, i quali credeano che la Luna aveſſe dovuto produrre ſotto l'Orizzonte un' effetto contrario a quello che produce al *Z*enith; ma V. A. ha già veduto chiaramente il perchè la Luna produce lo ſteſſo effetto in queſte due poſizioni diametralmente oppoſte, avendole dimoſtrato colla figura che l' effetto della Luna è lo ſteſſo così in *A* che in *B*.

7 Ottobre 1760

LETTERA LXVI.

Continuazione dello ſteſſo ſoggetto.

DA quanto ho avuto l' onore di dire a V. A. ſul fluſſo e rifluſſo del mare vedrà bene che il ſiſtema di Newton da me ſeguito è direttamente contrario a quello di Carteſio. Secondo queſto la Luna agiſce per preſſione e 'l mare dovrebbe abbaſſarſi ne' luoghi su di cui ſta a piombo; ma ſecondo Newton agiſce per attrazione e lo fa alza-

Digitalizzato da Google

zare negli ſteſſi luoghi . L' eſperienza dunque dovrebbe decidere quale di queſti due ſiſtemi debba commetterſi . Non ſi avrebbe a far altro che conſultare le oſſervazioni fatte per riguardo all' Oceano , e vedere ſe l' acqua monta o ſcende quando la Luna trovaſi al Zenith. Or queſt' eſperienza ſi è fatta , e ſi è oſſervato che quando la Luna ſta al Zenith o al Nadir d'un dato luogo l'acqua non vi è nè alta nè baſſa , ma ſi alza alcune ore dopo che la Luna è paſſata per lo Zenith ; quindi coloro che non eſaminano a fondo le coſe hanno ſubito tirata la conſeguenza di non doverſi ammettere nè l' uno nè l' altro de' due ſiſtemi ; e i Carteſiani ci han fatto guadagno credendo che rigettato quello di Newton , dovrebbe neceſſariamente ammetterſi quello di Carteſio , ſebbene l' oſſervazione prodotta ſia altrettanto contraria all' uno che all' altro . Ma il ſiſtema di Carteſio vien roveſciato da queſto ſolo fenomeno, che il mare ſi trova ſempre nel medeſimo ſtato dopo un termine di 12 ore e 22 minuti , o ſia che ſi trova ſempre lo ſteſſo e quando la Luna ſta al di ſopra e quando ſta al di ſotto l'Orizzonte ; ed è impoſſibile a' ſuoi difenſori dimoſtrare come la Luna trovandoſi su i noſtri antipodi può produrre il medeſimo effetto che quando è su di noi . Si oſſervi alla *Tav. III fig. 6.*

L'

Digitalizzato da Google

L'esperienza ci fa vedere che lo stato dell' acqua in *A* resta lo stesso, o che la Luna si trovi in *M* suo Zenith, o che sia in *N* suo Nadir (che per conseguenza è Zenith degli antipodi in *B*). Ma se la Luna agisse per pressione come pretende Cartesio essendo in *M* dovrebbe far bassare l' acqua in *A*, e quando è in *N* è impossibile che l' acqua provi la medesima pressione in *A*. Al contrario nel sistema dell'attrazione egli è certo che l'azione della Luna dee essere ad un di presso la stessa o in *M* o in *N* che la si trovi, e questo è ciò che fan vedere le osservazioni. Io debbo quì ripetere un' osservazione già detta di sopra essendo di somma importanza. Quando la Luna trovasi in *M* il punto *A* l'è più vicino del centro *C*, dunque ne viene attratto con maggior forza ; dunque il punto *A* si allontanerà dal centro ; dunque s'innalzerà ; dunque la Luna essendo in *M* tende ad alzare le acque in *A*. Vediamo ora che mai farà la Luna trovandosi in *N*, dove arriva 12 ore e 22 minuti dopo essere stata in *M*. Essendo il punto *A* più lontano dalla Luna in *N* che il centro *C*, ne verrà più debolmente attratto che questo *C*; dunque il centro *C* si avanzerà più presto verso *N* del punto *A*; dunque la distanza *AC* diverrà più grande ; dunque il punto *A* sarà più lontano dal centro *C*. Ma l' allontanarsi dal centro della Terra è lo stes-

Digitalizzato da Google

ſteſso che ſalire ; dunque la Luna eſsendo in *N* fa ſalire il punto *A*, o ſia tende ad elevar le acque in *A* come ſe foſse in *M*. Or quì l' eſperienza ci potrebbe fare una grande oppoſizione, perciocchè ſi oſserva ch' eſsendo la Luna in *M* o in *N*, l'acqua ch' è in *A* non vi ſi trova in quel punto nella maſſima elevazione, ma ci arriva dopo qualche tempo: coſa, che come abbiam detto ha fatto sì che taluno rigettaſſe del tutto queſta ſpiegazione. Ma V. A. comprenderà facilmente, che queſto è precipitare il giudizio. Io non ho detto mai che quando la Luna è in *M* o in *N*, le acque ſi ritrovano alla più grande altezza in *A*; ho detto ſemplicemente, che la forza della Luna allora tende a far ſalire le acque. Ma queſte non poſſon certo ſalire in *A* ſenza che ſiaſene accreſciuta la quantità; fa uopo dunque che vi colino da altri luoghi anche lontaniſſimi. Ma vi vuol del tempo affinchè ſi poſsa accumular la quantità di acqua ſufficiente a formar la maſſima elevazione; egli è dunque naturaliſſimo che l'alto mare in *A* non poſſa accadere ſe non qualche tempo dopo paſſata la Luna per *M* o per *N*. Tanto è lungi dunque che queſta oppoſizione roveſci il noſtro ſiſtema, che anzi ſommamente lo conferma. Non vi è dubbio affatto che la forza la quale tende ad alzare il mare debba precedere la maſſima elevazione, anche di un tempo aſſai con-

Digitalizzato da Google

conſiderabile, perciocchè le acque devono colarvi da luoghi ben lontani, cioè da quelli ove allora baſſano. E ſe le acque devono paſſare per luoghi ſtretti o pure incontrano degli oſtacoli, l'alto mare dee ritardarſi anche di più. In fatti ſe nell'Oceano accade l'alto mare in *A* due ore dopo che la Luna è paſſata per *M* o per *N*, ne' mari più ſtretti ciò non dee accadere che dopo tre ore o più; coſa che ſi accorda bene colle oſſervazioni.

11 *Ottobre* 1760.

LETTERA LXVII.

Continuazione dello ſteſſo ſoggetto.

NOn dee più dubitare V. A. che il fluſſo e rifluſſo del mare non ſia cagionato dalla forza attraente della Luna: ma reſta ancora un'altra difficoltà, cioè che l'agitazione del mare è aſſai maggiore ne' novilunj, e ne' plenilunj che non è a' ſuoi quarti. Se la Luna nel ſuo nuovo naſcere o nel plenilunio foſſe più vicina alla Terra, che ne' ſuoi quarti la difficoltà ſi ſcioglierebbe ſubito rifondendo alla proſſimità l'aumento del-

Digitalizzato da Google

della ſua forza . Ma comechè la Luna ora più ora meno ſi accoſti alla Terra , pure non è differenza tale da produrre sì conſiderevole cambiamento ; e poi queſto accoſtarſi non è preciſo a' novilunj e a' plenilunj ; può accadere in fatti che la ci ſia più vicina ne' ſuoi quarti . Fa uopo dunque ricorrere ad altra cauſa. Il ſiſtema dell' attrazione ci fa conoſcer facilmente che non altro che la forza attrattiva del Sole unita a quella della Luna può dare una compita ſpiegazione di tutti i fenomeni che occorrono nel fluſſo e rifluſſo del mare . In fatti quanto ho eſpoſto ſu la forza della Luna per riguardo all' agitazione del mare , tutto è applicabile al Sole la di cui forza attraente agiſce anch' eſſa ſopra tutte le parti della Terra ; più ſopra le più vicine, meno su le più rimote . E la forza del Sole è anche molto ſuperiore a quella della Luna , come quella che regola principalmente il moto della Terra facendogli percorrere la ſua orbita . Per rapporto poi all' agitazione che cagiona nel mare , dipende queſta dall' ineguaglianza delle ſue forze per riguardo delle quali i punti della ſuperficie della Terra ſono attratti verſo il Sole più o meno che il ſuo centro come ho fatto vedere nella ſpiegazione dell' azione della Luna . Se tutte le parti della Terra foſſero attratte ugualmente, non ne riſulterebbe menoma varia-

Digitalizzato da Google

riazione nel di loro ſito . Ma ſebbene la forza del Sole ſia molto ſuperiore a quella della Luna riguardo alla maſſa intera della Terra, pure l'ineguaglianza di queſta ſua forza riguardo alle diverſe parti della Terra è molto più picciola giuſto per la gran diſtanza del Sole ch'è circa 300 volte più lontano dalla Terra che non è la Luna; e fattone il calcolo ſi ritrova quaſi tre volte meno dell' ineguaglianza delle forze della Luna: Dunque la ſola forza attrattiva del Sole ſarebbe anche ſufficiente per cagionare il fluſso e rifluſſo del mare, ma ſarebbe queſta circa tre volte minore di quello che dalla Luna vien cagionato. Quindi divien chiaro che il fluſſo e rifluſſo del mare è una produzione compoſta dalla forza attraente della Luna e del Sole ; o vogliam dire che ſieno realmente due maree , una cagionata dalla Luna , e l' altra dal Sole , delle quali la prima chiamaſi *Lunare* , e l' altra *Solare*. Quella della Luna è quaſi tre volte più grande , ne ſegue il moto , e da un giorno all'altro ritarda tre quarti di ora; quella poi del Sole corriſponderebbe ſempre alle medeſime ore del giorno qualora foſſe eſſa ſola , cioè ſe non vi foſſe quella della Luna . Queſte due maree unite producono dunque il fluſſo e rifluſſo del mare; ma poichè non men l' una che l' altra da ſe ſole fanno alzare e baſſare il mare alternativamen-

Digitalizzato da Google

mente, se accade che queste due cagioni operino concordemente ad alzare e bassare il mare, il suo flusso e riflusso diviene più considerabile; ma se una tende ad alzarlo e l' altra a bassarlo nello stesso luogo di maniera che i loro effetti divengon contrarj, in tal caso una verrà diminuita dall' altra, e la Lunare sarà scemata dalla Solare. Dunque a proporzione che queste due maree sono insieme d' accordo o contrarie tra loro, il flusso e riflusso sarà più o meno considerabile. E come ne' novilunj il Sole e la Luna si trovano negli stessi luoghi del Cielo, i loro effetti sono d' accordo perfettamente, e'l flusso e riflusso dee essere allora il più grande, perchè uguale alla somma di due maree. Ne' plenilunj poi anche avverrà lo stesso trovandosi allora opposta al Sole; e noi già sappiamo ch' essa produce il medesimo effetto sebbene si ritrovi in due luoghi del Cielo direttamente opposti; dunque il flusso e riflusso dee essere più grande ne' novilunj e ne' plenilunj. All'incontro la cosa va tutto a rovescio nel primo e nell' ultimo quarto. Quando la marea lunare alza le acque, la solare le abbassa e per converso; ecco dunque perchè in tal caso il flusso e rifluso dee esere il più picciolo, come vedesi dalle osservazioni: Finalmente si dimostra anche col calcolo che l' effetto della Luna o del Sole è un poco più grande

Digitalizzato da Google

de qualora questi corpi si trovano nell'Equatore del Cielo, o sia che sono lontani ugualmente da' due poli del Mondo, cosa che accade al tempo degli equinozj verso la fine del mese di Marzo e di Settembre: quindi si osservano allora più violente le maree. Non resta dunque più menomo dubbio che le maree, o sia il flusso e riflusso del mare sien cagionate dalla forza attrattiva della Luna e del Sole, in quanto che queste forze agiscono inugualmente su le diverse parti del mare; e la felice spiegazione di questo fenomeno il quale avea tanto imbarazzato gli Antichi, pienamente conferma il sistema dell' attrazione o sia della gravitazione universale, su di cui sta poggiata la teoria del moto di tutti i corpi celesti.

14 *Ottobre* 1760.

LETTERA LXVIII.

Esposizione più precisa della disputa de' Filosofi su la cagione della gravità universale.

DOpo aver dato a V. A. un' idea generale ma compita delle forze da cui vengon prodotti nel Mondo i principali fenomeni, e su di cui si poggiano i moti di tutti i corpi celesti, è importante il considerare più

Digitalizzato da Google

minutamente queſte forze che ſon compreſe nel ſiſtema dell' attrazione . Si ſuppone in queſto ſiſtema che tutti i corpi ſi attraggono ſcambievolmente in ragion diretta delle maſſe e inverſa della diſtanza , ſecondo che ho avuto l' onore di ſpiegare a V. A. La felice ſpiegazione della maggior parte de' fenomeni della Natura pruova ſufficientemente che tale ſuppoſizione è fondata ſodamente e che ſi poſſa riguardare come un fatto il più ſicuro, che tutti i corpi ſi attraggono tra loro . Si tratta ora d' indagare la vera origine di queſte forze attraenti ; coſa che appartiene piuttoſto alla Metafiſica , che alla Matematica ; ed io non poſſo luſingarmi di riuſcirvi molto (a).

Eſſendo pertanto ſicuro che due corpi qualunque ſono attratti l'uno verſo l' altro , ſi dimanda qual ſia la cagione di queſta tendenza ſcambievole; su di che non ſi trovano d' accordo i ſentimenti . I Filoſofi Ingleſi ſoſtengono che ſia una proprietà eſſenziale di tutti i corpi di attraerſi ſcambievolmente ; una naturale tendenza dell' uno verſo dell'altro , in virtù della quale ſi sforzano di approſſimarſi , come ſe aveſſero un ſentimento e un deſiderio . Altri Filoſofi poi riguardano queſta opinione come aſſurda

(a) *Queſta ingenua confeſſione dell' Autore è molto più a propoſito in appreſſo che quì .*

Digitalizzato da Google

da e contraria a' principj di una Filoſofia ben ragionata . Non niegano eſſi il fatto , e ſono di accordo che vi ſi no delle forze che urtano i corpi l' un verſo l' altro , ma ſoſtengono che tai forze agiſcano dal di fuori de' corpi , e che ſieno nell'etere cioè in quella materia ſottile che circonda tutti i corpi , al pari di quel che veggiamo che un corpo immerſo nel fluido può ricevere da queſto tali impreſſioni , che lo mettono in moto . Quindi ſecondo i primi la cagione dell' attrazione riſiede negli ſteſſi corpi e nella loro propria natura ; ſecondo gli altri riſiede fuori de' corpi , cioè nel fluido ſottile che li circonda . In queſto ultimo caſo il nome di attrazione ſarebbe poco proprio , e biſognerebbe piuttoſto dire che i corpi vengono urtati l' uno contro all' altro . Ma eſſendo uno ſteſſo l' effetto , o che due corpi ſieno urtati o che ſieno attratti , così non dobbiamo offenderci del nome di attrazione , purchè con queſto non ſi pretenda decidere su la natura di tal cagione . Ad evitare ogni confuſione che potrebbe naſcer dalla maniera di parlare , ſi dovrebbe piuttoſto dire che i corpi muovonſi come ſe ſcambievolmente ſi attraeſſero . Così reſterebbe indeciſo ſe le forze che agiſcono su i corpi ſono in loro ſteſſi o fuori , e terreberſi contenti amendue i partiti . Or fermianci a que' corpi che vediamo su la ſuperficie della Terra . Non

v'è chi poſſa dubitare che tutti queſti corpi non cadrebbero da che non veniſsero più ſoſtenuti; e tutta la quiſtione ſi aggira su la vera cagione di queſta caduta. Alcuni dicono che la Terra ſteſsa attrae queſti corpi per una forza a lei naturale; altri poi vogliono che ſia l'etere o qualche altra materia inviſibile, che urta i corpi abbaſso, reſtando in ambedue i caſi l' effetto preciſamente lo ſteſso. Queſt' ultimo ſentimento piace un poco più a coloro i quali amano nella Filoſofia di fiſſar principj chiari, perciocchè eſſi non veggono affatto come due corpi lontani l'uno dall' altro poſsano agire l'uno su l' altro ſenza che vi ſia tra loro alcun mezzo. Altri ricorrono alla Divina Onnipotenza, e ſoſtengono che Iddio abbia dotato tutti i corpi d' una forza capace di attraerſi ſcambievolmente. E comechè ſia pericoloſo il voler diſputare su di ciò che Iddio avrebbe potuto fare, ciò non oſtante egli è certo che ſe l'attrazione foſse un'opera immediata della Divina Onnipotenza ſenza alcun fondamento nella natura de' corpi, verremmo a dire che Iddio urta immediatamente i corpi gli uni verſo gli altri, e ſarebbe ciò un continuo miracolo (a). Supponghiamo

(a) *Non è queſta certamente l'idea del miracolo, e noi in appreſſo avrema occaſione di parlarne con preciſione.*

Digitalizzato da Google

mo che prima di creare il Mondo, Iddio non avesse creato che due soli corpi uno lontano dall'altro, e che fossero in riposo; sarebbe forse possibile che uno si approssimasse all' altro o che avessero una tendenza di approssimarsi ? Come mai stando uno lontano dall'altro potrebbe provare la di lui sensazione? Come ei potrebbe aver questo desiderio di approssimarglisi? Questo non si capisce affatto: ma se supponghiamo pieno di una materia sottile lo spazio ch'è fra un corpo e l' altro, subito si capisce che questa materia può agire su di essi urtandoli, e l' effetto sarebbe lo stesso come se si attraessero scambievolmente. Sapendo intanto che tutto lo spazio tra i corpi celesti è ripieno di una materia sottile cioè di etere, anzi che ricorrere ad una qualità inintelligibile, sembra più ragionevole attribuire a questa l' attrazione scambievole de' corpi, sebbene non ne sappiano la maniera di agire. Gli antichi Filosofi si sono contentati di spiegare i fenomeni del Mondo per mezzo di quelle qualità ch'essi chiamarono occulte, dicendo per esempio che l' oppio fa dormire per una qualità occulta, che lo rende proprio a procurare il sonno : quest' era lo stesso che non dir niente o piuttosto un voler nascondere la propria ignoranza; si dovrebbe adunque riguardare l'attrazione come una qualità occulta qualora si assegni per una pro-

Digitalizzato da Google

prietà eſsenziale de' corpi : ma poichè oggi ſi procura di bandire dalla Filoſofia queſte qualità occulte ; l' attrazione non dee conſiderarſi più in queſto ſenſo.

18 *Ottobre* 1760.

LETTERA LXIX.

Natura ed eſſenza de' corpi , o ſia la di loro eſtenſione , mobilità , ed impenetrabilità.

LA diſputa Metafiſica ; ſe i corpi poſsono eſser dotati della forza interna di attraerſi tra loro ſenza eſsere urtati da una forza eſteriore , non ſi può terminare ſe non ſi eſamini più da vicino la natura o ſia l' eſsenza del corpo in genere . Ed eſſendo queſta materia di ſomma importanza non ſolo nelle Matematiche e nella Fiſica , ma in tutta la Filoſofia , permetterà V. A. che mi ci dilunghi qualche altro poco.

Primieramente ſi cerca che coſa è corpo? Ora per quanto aſsurda ſembri una tal quiſtione, non eſsendovi perſona, che ignori la differenza che vi è tra il corpo e tutto ciò che non è corpo, pur nondimeno è difficile eſaminare con eſattezza i veri caratteri, onde ſi coſtituiſce la natura de' corpi . I Carteſiani la fanno conſiſtere nell' eſtenſione , e tut-

Digitalizzato da Google

tutto ciò ch'è esteso lo chiamano corpo. Già s'intende che parlano dell' estensioni che hanno tutte e tre le dimensioni, perciocchè sanno da buoni Geometri che una sola dimensione o sia l' estensione secondo la sola lunghezza non è che una linea, e che due dimensioni cioè sola lunghezza e larghezza non formano che una superfizie che pur non ancora è un corpo. Per costituire adunque un corpo fa uopo di tre dimensioni, cioè lunghezza, larghezza, e profondità o sia grossezza, vale a dire un'estensione a tre dimensioni. Ma si dimanda nel tempo stesso se tutto ciò che ha questa estensione sia un corpo? Cosa che dovrebbe avverarsi qualora fosse esatta la definizione di Cartesio. L'idea che il volgo si forma degli spettri racchiude anch' essa questa estensione, e pure si niega ch'essi sieno corpi; e sebbene questa sia una pura idea immaginaria (a), serve non di-

(a) *Non dobbiamo già conchiudere che il nostro Autore stimi gli spettri vana credenza del volgo. Egli al secondo tomo asserisce apertamente l' esistenza de' Demonj, e di sopra abbiam veduto che ammette ancora le apparizioni degli Angioli in corpi veri e palpabili. Senza entrar dunque in disputa se que-*

Digitalizzato da Google

meno a provare che vi potrebbe eſsere un' eſtenſione, ſenza eſservi un corpo. Oltre a ciò l'idea che abbiamo dello ſpazio racchiude ſenza dubbio un' eſtenſione a tre dimenſioni, e pure tutti convengono che il ſolo ſpazio non è un corpo, ma bensì quel luogo che viene occupato e riempiuto da' corpi. Supponghiamo per eſempio che quanto ci è ora nella mia ſtanza e anche l' aria ſia annichilita dalla Divina Onnipotenza; vi reſterà pure beniſſimo la ſteſsa lunghezza, larghezza, e profondità ſenza che vi reſti menomo corpo. Ecco intanto la poſſibilità di un' eſtenſione che non ſarebbe corpo. Un tale ſpazio ſenza corpo chiamaſi voto; il voto adunque è una eſtenſione ſenza corpo. Parimente, in ſenſo del volgo ſuperſtizioſo, diceſi che uno ſpettro ha un' eſtenſione, ma che

queſti ſpettri ſieno prodotti da' Demonj per una modificazione di aria, o per una immagine da eſſi immediatamente dipinta al fondo dell' occhio, o finalmente per una immagine ſvegliata o impaſtata nella fantasìa (coſe tutte eſeguibili alla di loro potenza) ci contenteremo di aver notato che gli ſpettri non ſi niegano dal noſtro Autore, ma ne rapporta ſolamente quello che ne penſa il volgo.

Digitalizzato da Google

che gli manca il corpo o ſia la corporalità: è chiaro adunque che non baſta l'eſſer eſteſo, e che vi biſogni qualche coſa di più perchè ſia corpo; donde ne ſegue che la definizione de' Carteſiani non è ſufficiente. Qual coſa dunque, oltre l'eſtenſione, ſi richiede per formare un corpo? Si riſponde da alcuni la *mobilità*, o ſia la poſſibilità d'eſſer poſto in moto; imperciocchè ſebbene un corpo ſia in ripoſo, e vi ſi mantenga fermiſſimo, ſarebbe intanto poſſibile di muoverlo purchè vi foſsero delle forze ſufficienti. Con ciò ſi eſclude lo ſpazio dal numero de' corpi, perciocchè ſi capiſce che lo ſpazio, il quale non ſerve ad altro che a ricevere i corpi, ſempre reſta immobile qualunque ſiaſi il movimento che poſsono avere i corpi che racchiude. Diceſi ancora che per mezzo del moto i corpi ſono traſportati da un luogo all'altro; da che ſi vuol far capire che reſtano ſempre inalterabili i luoghi e gli ſpazj: Ma io oſservo in contrario di queſta opinione, che la mia ſtanza col voto, ch'io di ſopra ho ſuppoſto potrebbe beniſſimo eſſer moſsa, e lo è effettivamente perciocchè ſegue il moto della Terra; ecco dunque un voto che ſi muove, e pur non è corpo. Della ſteſsa maniera la ſuperſtizione accorda il moto agli ſpettri; quanto baſta per provare che la mobilità e l'eſtenſione non poſsono ſole coſtituire la natura del

cor-

Digitalizzato da Google

corpo. V'è bisogno adunque di qualche altra cosa di più; la materia è quella che costituisce il corpo, o sia fa distinguere un corpo reale da una semplice estensione, o da uno spettro. Eccoci dunque ridotti a spiegar cosa sia la materia, senza di cui l'estensione non può esser corpo. Or il significato di questi due vocaboli è talmente lo stesso che ogni corpo è materia, ed ogni materia è corpo; ed in tal guisa non abbiamo dato nè pure un passo avanti: ma non di meno facilmente si scuopre un carattere generale il quale conviene a qualunque materia e per conseguenza ad ogni corpo; cioè l' *impenetrabilità* o sia l' impossibilità d' esser penetrato da altri corpi, o per dirlo più chiaro l' impossibilità che due corpi occupino nello stesso tempo uno stesso luogo. In fatti non altro che l' impenetrabilità manca al voto ed agli spettri per esser corpi, e se uno spettro (benchè immaginario), fosse impenetrabile, vale a dire che non vi si potesse passar la mano senza incontrar ostacolo, non si potrebbe punto esitare di metterlo nel numero de' corpi; ma riguardandolo come penetrabile, si niega la sua corporalità. Forse si potrà opporre che la mano può ben passare per entro l' acqua e per l' aria, e pur questi riconosconsi per corpi; vi sarebbero adunque de' corpi penetrabili, e l' impenetrabilità non sarebbe più un carattere

ne-

Digitalizzato da Google

neceſsario de' corpi . Ma biſogna far rifleſſione che quando ſi paſsa la mano per mezzo l'acqua , le particelle dell' acqua cedono alla mano , e che dove vi è la mano non vi è più acqua . Se la mano poteſse attraverſar l'acqua ſenza che queſta le cedeſse il luogo , e reſtaſse là ove ſi trova la mano, allora ſarebbe penetrabile : ma è chiaro che queſto non accade . I corpi ſono adunque impenetrabiliſſimi ; cioè uno ſempre eſclude qualunque altro da quel luogo che occupa ; e da che un corpo entra in un luogo , dee aſsolutamente queſto luogo eſsere abbandonato da quel corpo che prima l' occupava . Ed ecco come deeſi intendere il vocabolo d' *impenetrabilità* .

21 *Ottobre* 1760 .

LETTERA LXX.

Impenetrabilità de' corpi .

FOrſe V. A. mi opporrà contro l'impenetrabilità de' corpi l' eſempio d'una ſpugna la quale tuffata nell' acqua ne ſembra interamente penetrata ; ma non è già che le particelle della ſpugna fieno talmente penetrate che una particella d' acqua occupi quel me-

Digitalizzato da Google

medesimo luogo che occupa una particella di ſpugna. Anzi queſta ognun vede ch' è un corpo molto poroſo, e che prima di metterſi nell' acqua i ſuoi pori ſon pieni di aria; poſta poi nell' acqua, queſta s' intromette ne' ſuoi pori, e ne caccia via l' aria gonfiando le ſue particelle come tante bolle; e perciò nè l' acqua ſopravvenendo penetra l' aria, nè queſta penetra l' acqua, ma ſe ne ſcappa via in que' luoghi ove l' acqua s' introduce. E' adunque una proprietà generale ed eſſenziale di tutti i corpi l' eſſere impenetrabili; e per conſeguenza deeſi concludere che queſta ſia la vera definizione del corpo cioè un' *eſtenſione impenetrabile*, imperciocchè non ſolamente tutti i corpi ſono eſteſi ed impenetrabili, ma anche per converſo tutto ciò ch' è eſteſo ed impenetrabile è ſenza contraddizione un corpo. Quindi il voto viene eſcluſo dal numero de' corpi; perchè ſebbene abbia l' eſtenſione pure gli manca l' impenetrabilità, e dove vi è voto vi ſi poſſon mettere de' corpi, ſenza che queſti eſcludano coſa alcuna da quel luogo che vanno ad occupare; e lo ſpettro, quantunque immaginario, ſi eſclude anch' eſſo dal numero de' corpi, perciocchè è penetrabile; giacchè qualora c' immaginaſſimo che fuſſe impenetrabile, ſe gli dovrebbe accordare un luogo in mezzo a' corpi. Ma ſi dee togliere anche un' altra difficol-

Digitalizzato da Google

ficoltà. Havvi de' corpi, dicono, i quali si lasciano comprimere in uno spazio minore, come per esempio la lana e soprattutto l'aria, la quale sappiamo che si lascia comprimere in uno spazio fino a mille volte più picciolo; sembra dunque che le diverse particelle dell' aria sien ridotte nel medesimo luogo e che per conseguenza si penetrino scambievolmente.

Ma niente di ciò accade, perciocchè l'aria è anch' essa un corpo o una materia piena di pori voti, o vero pieni di quel fluido incomparabilmente più sottile che abbiam chiamato etere. Nel primo caso non accaderà menoma penetrazione, giacchè le particelle dell'aria altro non fanno che vie più approssimarsi tra loro diminuendo il voto; e nel secondo, all' etere non mancano piccioliſſimi passaggi per iscappar via quando i pori son compressi; e così le particelle di aria s'approssimano sempre più, senzache si penetrino scambievolmente. Ed ecco il motivo per cui fa uopo impiegare una forza sempre maggiore a proporzione che più si vuol comprimere; e se fosse possibile comprimerla fino al punto che tutte le sue particelle si toccassero, per qualunque forza non si potrebbe comprimer di vantaggio, perchè dovrebbe in tal caso penetrarsi la materia stessa dell' aria. Ella è dunque una legge necessaria e fondamentale in Natura

il

Digitalizzato da Google

il non poter due corpi penetrarsi scambievolmente, o sia ridursi nel medesimo luogo; e su questo principio si dee cercare la vera origine di tutti i movimenti e cambiamenti che si offervano ne' corpi. Da che due corpi non possono continuare il lor moto senza penetrarsi, bisogna assolutamente che uno dia luogo all' altro. Se dunque due corpi si muovono per la medesima linea uno a sinistra e l' altro a dritta, come sovente accade al bigliardo, e ciascheduno continua il suo moto, dovrebbero certo penetrarsi scambievolmente; ma essendo ciò impossibile, come si toccano vi accade una collisione per cui quasi istantaneamente se ne cambia il moto. Or questa tale collisione è opera della Natura unicamente diretta a prevenir la penetrazione, e però il moto di ciaschedun corpo non si cambia che giusto quanto basta ad impedirla; ed ecco in che consiste la vera causa di tutti i cambiamenti che nel Mondo accadono. Quando tai cambiamenti si considerano con attenzione sempre si trova ch' essi accadono per prevenire qualunque penetrazione che in quesi cambiamenti avrebbe dovuto farsi. In questo momento ch' io sto scrivendo, osservo che se la carta fosse penetrabile, la mia penna senza punto scrivere l' attraverserebbe liberamente, ma come la carta sostiene la pressione della mia penna umettata d' inchiostro

Digitalizzato da Google

ſtro, ne riceve però qualche parte che forma queſte lettere; coſa che non accaderebbe qualora i corpi ſi penetraſſero. Queſta proprietà di tutti i corpi conoſciuta ſotto il nome d'impenetrabilità non ſolamente è di ſomma importanza per rapporto alle noſtre cognizioni, ma rachiude anche la gran cagione, per cui la Natura opera tutte le ſue produzioni. Merita dunque d'eſſere eſaminata con attenzione per poter più chiaramente intender V. A. la natura de' corpi, e i principj di tutti i movimenti o ſieno *le leggi del moto* tanto rinomate preſſo i Filoſofi.

25 *Ottobre* 1760.

LETTERA LXXI.

Del moto vero ed apparente de' corpi.

NOn v'è corpo che non ſia o in ripoſo o in moto. Ma chiariſſima che ſembri queſta diſtinzione, pure è quaſi impoſſibile giudicare ſe un corpo ſi trovi nell' uno, o nell' altro ſtato. La carta ch'io veggo ſopra il mio tavolino mi ſembra effettivamente in ripoſo, ma quando rifletto che la Terra intera ſi muove con quella gran celerità che

ho

Digitalizzato da Google

ho avuto l' onore di esporre a V. A., debbo conchiudere che la mia casa, il mio tavolino, e questa carta sieno trasportati da questo stesso moto; quindi tutto ciò che ci sembra essere in riposo ha sicuramente lo stesso moto della Terra. Fa uopo dunque distinguere tra il vero riposo ed il riposo apparente. Il *vero riposo* accade quando un corpo costantemente dimora nel medesimo luogo non per rapporto alla Terra, ma per rapporto all' Universo.

Così sarebbe delle Stelle fisse se dimorassero sempre ne' medesimi luoghi dell' Universo (quantunque sembri che si muovano molto rapidamente); ma come non ne siamo certi, non possiamo dire che realmente sieno in un vero riposo. Si chiama poi *riposo apparente* quando un corpo conserva la medesima situazione su la Terra, e sebbene diciamo senza alcuna limitazione ch' ei sia in riposo, pur nondimeno bisogna intenderlo di un riposo apparente. Quindi si dee conchiudere che questi vocaboli di riposo e di moto sieno si introdotti nel linguaggio per dinotare piuttosto l' apparenza che la verità: ed in tal senso io posso dire sicuramente che il mio tavolino è in riposo al pari che tutta la Terra, e che il Sole e le Stelle fisse sono in moto ed anche in un moto molto rapido, quantunque forse sieno veramente in riposo. Sarebbe dunque lo stesso

che

Digitalizzato da Google

che voler attribuire a' vocaboli dell' idee tutte ſtrane e filoſofiche, qualora li voleſſimo confondere con que' del *vero ripoſo* e del *vero moto*: ed è molto ridicolo impiegare, come fanno alcuni, de' paſſi della Divina Scrittura per provare che la Terra è in ripoſo e 'l Sole in moto. Ogni lingua è ſtata introdotta per l' uſo del popolo, e i Filoſofi ſono obbligati a formarſi un linguaggio particolare. Non potendo intanto giudicare del ripoſo vero, è molto naturale il giudicare in ripoſo que' corpi che conſervano la medeſima ſituazione per rapporto alla Terra; com' è veriſimiliſſimo che gli abitanti degli altri Pianeti ſe ve ne foſſero giudicherebbero anch' eſſi del ripoſo dalla medeſima ſituazione per rapporto al loro Pianeta. Così noi veggiamo che coloro, i quali viaggiano per mare credono ſtar in ripoſo tutto ciò che conſerva la medeſima ſituazione per riguardo al vaſcello, e le ſpiagge che ſcuoprono ſembra loro che muovanſi; nè per queſto può criticarſi queſta maniera di parlare. Havvi adunque una grain differenza tra il ripoſo o 'l moto vero e aſſoluto, e tra 'l ripoſo o il moto apparente e relativo ad un corpo il quale allora ſi conſidera come s' ei foſſe in ripoſo ſebbene ſia in moto. I principj o ſieno le leggi del moto ſi rapportano principalmente allo ſtato aſſoluto del corpo, vale a dire a loro ripoſo o al loro moto ve-

Digitalizzato da Google

ro o assoluto. E per venirne in cognizione si comincia dal considerare un corpo solo, facendo astrazione dagli altri come se non esistessero.

Quest' ipotesi sebbene impossibile, può farci distinguere ciò ch' è operato dalla natura del corpo stesso, e ciò che gli altri corpi possono operare sopra di luí. Sia dunque un corpo solo ed in riposo; si cerca s' egli resterà in riposo, o pure comincerà a muoversi? E poichè non v' è alcuna ragione che lo determini a muoversi da una parte piuttosto che dall' altra, si conchiude che resterà sempre in riposo. Lo stesso dee accadere nel caso che supponghiamo l' esistenza di altri corpi; perciocchè questi niente agiscono su del corpo in quistione, d' onde ne segue questa legge fondamentale: *Se un corpo trovasi una volta in riposo, e niente al di fuori agisce sopra di lui, sempre resterà in riposo; e s' ei comincia a muoversi, la cagione del suo moto sarà fuori di lui, di maniera che non v' ha cosa nello stesso corpo che possa esser capace di metterlo in moto.* Quando adunque veggiamo che un corpo il quale è stato in riposo comincia a muoversi possiamo star sicuri che questo moto è stato cagionato da una forza estrinseca, perciocchè non v' ha cosa nel corpo stesso che sia capace di metterlo in moto; e s' ei fosse stato solo e senza comunicazione cogli altri cor-

Digitalizzato da Google

corpi, ſarebbe ſempre reſtato in ripoſo. Or ſebbene queſta legge ſia talmente ben fondata che potrebbe andar del pari colle verità Geometriche, pure havvi delle perſone poco avvezze a ben eſaminare le coſe, le quali pretendono che l' eſperienza ſia contraria a queſta legge allegando l' eſempio di una pietra appeſa ad un filo, la quale ſta in ripoſo, ma tagliato il filo ſubito cade. E' certo, dicono eſſi, che l'azione per la quale il filo ſi taglia non è capace di far muovere la pietra; dunque è uopo che la pietra cada per una forza che a lei è propria ed interna. Il fatto è certo, ma non è men certo che la gravità ſia cagione della caduta e non già una forza interna della pietra. Dicono eſſi di più che la gravità potrebbe eſſere una forza intrinſeca attaccata alla natura della pietra, ſu di che deeſi oſſervare che la gravità o è prodotta da una materia ſottile o dall' attrazione della Terra. Nel primo caſo queſta materia ſottile cagionerà la caduta della pietra: nel ſecondo che ſembra favorire i noſtri avverſarj, nè pur ſi potrebbe dire che la pietra cada per una forza intrinſeca; è la Terra piuttoſto, che ne racchiude la cagione, e che opera la caduta della pietra per la forza attrattiva; imperciocchè ſe non vi foſſe la Terra, o veramente che foſſe ſpogliata della ſua forza attrattiva, gli avverſarj convengono che

Digitalizzato da Google

la pietra non cadrebbe giammai. E' certo adunque che la cagione della caduta non risiede nella ſteſſa pietra: e però ſempre è eſterna la cagione o che la ſia nella materia ſottile, o che la ſi trovi nella Terra, (nel caſo che queſta ſia dotata di una forza attrattiva come pretendono i parteggiani dell' attrazione). Per lo che tolta queſta difficoltà, reſta in piedi la legge da me ſtabilita, cioè che ſe un corpo è in ripoſo, vi dimorerà ſempre, purchè non venga meſſo in moto da una cagione eſteriore. E dee aver luogo queſta legge anche nel caſo che il corpo ſia ſtato in ripoſo per un momento ſolo non oſtante che prima ſiaſi trovato in moto; e ſubito ch' è ſtato una volta ridotto in ripoſo, ei conſerverà ſempre queſto ſtato purchè non ſopravvenga di fuori cagione, che gli comunichi il moto. Queſto principio come quello ch' è il fondamento di tutta la Meccanica, è ſtato neceſſario ſtabilirlo colla maſſima certezza poſſibile.

28 *Ottobre* 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA LXXII.

Del moto uniforme, e de' movimenti accelerati e ritardati.

RItorniamo a quel corpo ſuppoſto talmente ſituato che non abbia alcun legame con altri corpi. E ſupponghiamo ancora che a queſto corpo ſia ſtato comunicato qualche moto da qualunque cagione ſi ſia; trattaſi di decidere coſa mai gli accaderà in appreſſo; proſeguirà forſe il ſuo moto? ritornerà in ripoſo? ſubito, o dopo qualche tempo? Dee comprendere V. A. che queſta è una quiſtione importantiſſima, e che da eſſa dipendono quante ricerche ſi fanno ſopra il movimento de' corpi. Or veggiamo ſe ragionando ne poſſiamo procurar la deciſione. Siccome il ripoſo è la dimora di un corpo nel medeſimo luogo, così il moto n'è il paſſaggio da un luogo all' altro, e quando un corpo paſſa da un luogo all' altro diceſi ch'è in moto. Ora in qualunque movimento vi ſono due coſe da diſtinguere, la direzione, e la celerità. La direzione è il luogo verſo il quale il corpo è portato dal movimento, e la celerità è una qualità

Digitalizzato da Google

per la quale ſi dice che il corpo percorre in un dato tempo più o meno ſpazio. Son ſicuro che V. A. ha ſu di ciò idee più eſatte di quelle, che qualunque mia ſpiegazione potrebbe comunicarle. Offervo ſolamente che finchè il corpo ſerba la ſteſsa direzione, ſi muove ſempre per linea retta; e a vicenda finchè un corpo ſi muove per linea retta, ſempre conſerva la ſteſsa direzione: ma ſe ſi muove in linea curva, cambia direzione continuamente.

Se dunque un corpo (*Tav. III. fig. 7.*) ſi muove nella curva *ABC* quando ſi trova in *A*, la ſua direzione è la picciola linea retta *Aa*, quando è in *B*, la ſua direzione è *Bb*; in *C*, *Cc*, ec. Or ſe ſi prolungano queſte linee rette, le di cui continuazioni ſono ſegnate dalle linee rette puntate *AL*, *BM*, *CN*; ſi dirà in tal caſo che quando il corpo paſsa per *A* la ſua direzione è la retta *AL*, perciocchè ſe conſervaſse la medeſima direzione che ha in *A*, ſarebbe moſſo ſecondo la retta *AL*. E' chiaro adunque che ſe ſi muove per la curva va ſempre cangiando la ſua direzione; E che quando arriva in *B* o in *C*, la direzione da cui ſi diſcoſta è eſpreſsa dalle rette *BM*, e *CN*.

Per ciò che riguarda la celerità del moto in un corpo comprende facilmente V. A. che coſa ſignifica il conſervar ſempre la medeſima celerità, ed è ciò che accade ad un cor-

Digitalizzato da Google

corpo qualor ſi muove ſempre ugualmente, o ſia che percorre ſpazj uguali in tempi uguali. Queſto moto chiamaſi *uniforme*. Così per eſempio ſe un corpo ſi muove in guiſa che percorra ſempre dieci piedi in un ſecondo, dicesi che il ſuo moto è uniforme e ſe un'altro ne percorre venti piedi in un ſecondo, il ſuo moto ſa à anche uniforme, ma con una celerità doppia della precedente. Da quanto ho detto ſul moto uniforme, agevolmente ſi comprende qual ſia mai quel moto che non è uniforme; imperciocchè quando la celerità di un corpo non è uguale, il ſuo moto non è uniforme; ſe la celerità va creſcendo il moto chiamaſi *accelerato*, ſe va diminuendo ſi dice *ritardato*. E in queſt' ultimo caſo potrebbe accadere che la celerità tanto ne andaſse diminuendo, che il corpo finalmente ne reſtaſse in ripoſo.

Premeſſe tali rifleſſioni ſu la celerità e la direzione, ritorniamo ora al corpo iſolato che ſuppongo eſser poſto in moto da una cagione qualunque. Quando una volta ha cominciato a muoverſi, ha avuto ſenza meno una data direzione, e una data celerità; e ſi cerca ſe in appreſso conſerverà così l' una che l' altra nello ſteſso grado che gli è ſtata impreſsa, o ſoffrirà qualche alterazione? Non ſi può già dire che ſarà dal primo iſtante ridotto in ripoſo; imperciocchè in tal caſo non avrebbe avuto menomo

Digitalizzato da Google

movimento, il quale ſuppone ſempre una durata per picciola che ſia. Or finchè dura il moto è certo che la direzione ſarà la ſteſſa; in fatti non ſi può concepire il perchè dovrebbe traviare nel ſuo corſo da una parte piuttoſto che dall' altra; e poichè niente accade ſenza ragione, ne ſegue che che il corpo in quiſtione conſerverà ſempre la ſteſſa direzione, cioè proſeguirà ſempre il ſuo moto in linea retta, ed ecco un grande articolo per decider la quiſtione. E' certo ancora che la celerità del corpo, di cui io parlo non può cambiarſi, perciocchè biſognerebbe che la creſceſſe, o ſi diminuiſſe; e perchè non vi è alcuna ragione per produrre queſto cambiamento, ſi conchiude che queſto corpo continuerà a muoverſi ſempre colla medeſima celerità, e ſecondo la ſteſſa direzione cioè camminerà ſempre in linea retta ſenza traviarne mai, e ſempre ugualmente preſto. Un tal moto ſi farà dunque ſempre ſecondo una linea retta e con ugual celerità ſenza che giammai ſi rallenti o ſi ritardi; non ſarà dunque mai il corpo ridotto in ripoſo. Quanto ho detto di un corpo il quale ho ſuppoſto ſolo, accaderebbe parimente al noſtro globo, ſe altri corpi non vi aveſſero alcuna influenza, perciocchè allora ſarebbe come ſe queſti altri corpi non eſiſteſſero affatto. Ecco dunque riſoluta la quiſtione; un corpo in moto lo con-

Digitalizzato da Google

conſerverà ſempre colla medeſima direzione e celerità, qualora non ſopravvenga qualche eſterna cagione capace di turbarlo nella continuazione del ſuo moto. Finchè dunque un corpo non vien ſottopoſto all'azione di qualche cagione eſterna dimorerà ſempre in ripoſo, ſe una volta è ſtato in ripoſo; e ſi muoverà in linea retta ſempre colla medeſima celerità qualora una volta ſia meſſo in moto; e queſta è la prima e principal legge della Natura, ſu di cui dee fondarſi tutta la ſcienza del moto. Da che ſi deduce queſt' immediata conſeguenza, che quante volte veggiamo muoverſi un corpo il quale prima era in ripoſo, o muoverſi in linea curva, o cambiarſene la celerità, è certo che un' eſterna cagione agiſce ſopra di lui; perciocchè non può accadergli menomo cambiamento, ſia nella direzione, ſia nella celerità, che non ſia prodotto da un' eſterna cagione.

1 Novembre 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LXXIII.

Legge principale del moto e del riposo; disputе che su di ciò han fatte i Filosofi.

PEr quanto sodamente sia stabilita la verità dell' anzidetto principio, cioè che ogni corpo messo in moto continua a muoversi colla medesima direzione e celerità finchè non gli sopravviene qualche esterna cagione che ne lo distorni, viene ciò non ostante attaccato da alcuni Filosofi, i quali non hanno mai fatto gran progressi nella scienza del moto; quando che coloro a' quali siam debitori di tutte le grandi scoverte che sono state fatte in questa scienza, concordemente convengono che tutte le loro ricerche sono unicamente fondate su di questo principio. Viene intanto il principio combattuto da due sette di Filosofi, di cui procurerò esporre e ributtar le opposizioni.

Alcuni dicono che tutti i corpi hanno un' inclinazione naturale al riposo, essendo per essoloro questo uno stato naturale e 'l moto uno stato violento, di maniera che quando un corpo è posto in moto viene dalla

Digitalizzato da Google

dalla ſua propria natura inclinato a ritornare in ripoſo, e però dicono che faccia degli ſforzi per fermarſi, ſe non è forzato da qualche eſterna cagione a mantenerſi in moto. E ne allegano in compruova l'eſperienza, la quale a parer loro, dimoſtra che non conoſciamo in natura alcun moto, in cui non ſi oſſervi viſibilmente queſta naturale ripugnanza. Non veggiamo forſe, dicono eſſi, ſul bigliardo, che qualunque ſia la forza con cui urtiamo una palla, il ſuo moto preſto ſi rallenta e torna al ripoſo? Così un' orologio, da che non ſe ne continua il moto colla forza eſterna da cui è montato, immediate ſi ferma e reſta in ripoſo; e generalmente in tutte le macchine ſi oſſerva che il moto non vi dura più delle forze eſterne onde vengono agitate. Quindi concludono che tanto è lungi che un corpo poſto in moto lo conſervi per ſua propria natura, che anzi fa uopo far uſo di forze ſtraniere per potercelo mantenere. Ma ben comprende V. A. che ſe foſſe legitima queſta concluſione, ſarebbe interamente roveſciato il noſtro principio, imperciocchè in forza di eſſo la palla del bigliardo, l'orologio, e ogni altra macchina, poſte una volta in moto dovrebbero ſempre conſervarlo finchè l'eſterne cagioni non vi produceſſero qualche cambiamento. E per verità ſe nell'eſperienze rapportate non vi foſſero eſterne cagio-

Digitalizzato da Google

gioni che arreſtaſſero il moto, ſaremmo certo obbligati a rinunziare al noſtro principio. Ma ſe facciamo attenzione al tutto, noi incontreremo tanti oſtacoli che ſi oppongono al moto, che non ci ſarà più maraviglia il vederne que' corpi così preſto arreſtati. In fatti per ciò che riguarda il bigliardo, lo ſtropiccìo ſopra tutto della palla ſul panno è quello che ne diminuiſce il moto; poi anche l' aria eſſendo una materia, cagiona della reſiſtenza capace a diminuirlo, in fatti per ſentir queſta reſiſtenza ed eſſerne convinto non vi vuol altro che muover con impeto una mano. E' chiaro adunque che ſul bigliardo tanto lo ſtropicciò, quanto la reſiſtenza dell' aria ſi oppongono al moto della palla e la riducono ben preſto al ripoſo. Or queſte cagioni ſono eſterne, e ben ſi comprende che ſenza tali oſtacoli il moto della palla dovrebbe durar ſempre. Lo ſteſſo per l' appunto accade in tutte le macchine nelle quali lo ſtropicciamento che agiſce ſu le diverſe parti è così conſiderabile, che viſibilmente è una ſufficientiſſima cagione per ridurla ben preſto in ripoſo. Avendo dunque ſcoperte le vere cagioni le quali producono ne' caſi allegati l' eſtinzione del moto; ed eſſendo tali cagioni eſterne e fuori di quel corpo che ſi muove, è falſo evidentemente che i corpi abbiano per natura loro un' inclinazione al ripo-

Digitalizzato da Google

riposo. Dunque resta in piedi il nostro principio, anzi acquista forza maggiore dalle opposizioni accennate: conservando ogni corpo sempre lo stesso moto che ha ricevuto una volta, qualora non sopravvenga un' esterna cagione che ne cambi la direzione o la celerità, o tutt' e due insieme. Ed eccoci per ora liberati da' primi avversarj che attaccano il nostro principio.

Ma ve ne ha ancora d gli altri che fanno più paura essendo i celebri Filosofi Wolfiani. Non si dichiarano essi apertamente contro il nostro principio, per lo quale anzi attestano del rispetto; ma ne affacciano degli altri ad esso diametralmente opposti. Sostengono dunque che ogni corpo per sua propria natura fa degli sforzi continui per cambiare il suo stato; vale a dire quando trovasi in riposo fa degli sforzi per muoversi, e s' è in moto fa degli sforzi per cambiare continuamente e la celerità e la direzione. Essi già non allegano menoma pruova di tal sentimento, e sarà forse un raziocinio profondo tirato dalla loro Metafisica, di cui avrò occasione di parlare altrove a V. A. Osservo quí solamente che tal sentimento è in contraddizione col principio da noi così sodamente stabilito, e confermato dall' esperienza. In fatti s' è vero che un corpo in riposo per sua natura resta in questo stato, è certamente falso che per la

Digitalizzato da Google

la ſteſsa ſua natura faccia degli sforzi continui per cambiarlo. E s'è vero che un corpo in moto conſerva per ſua natura queſto moto colla medeſima direzione e celerità, non potrà mai eſser vero che per la ſua natura ſteſsa faccia degli sforzi continui per cambiarlo e in celerità e in direzione. Nel voler dunque queſti Filoſofi ſoſtenere nel tempo ſteſso il vero principio del moto e 'l loro aſsurdo ſentimento, contraddicono a ſe ſteſſi, e con ciò roveſciano il loro proprio ſiſtema di Filoſofia. Sicchè reſta per certo che il noſtro principio è ſodiſſimamente fondata su la ſteſsa natura de' corpi, e che tutto ciò che gli ſi oppone dee eſser bandito dalla vera Filoſofia, la quale con queſto principio vien purgata da quantità d'illuſioni. Or ſi enuncia comunemente queſto principio con due propoſizioni, la prima ſi è *che un corpo poſto una volta in ripoſo, rimane ſempre in queſto ſtato, quando non venga meſſo in moto da qualche eſterior cagione.* L'altra *che un corpo poſto una volta in moto, lo conſerverà ſempre ſecondo la medeſima direzione e celerità, cioè ſarà traſportato da un moto uniforme in linea retta, purchè non ne venga turbato da qualche cagione eſterna.* In queſte due propoſizioni conſiſte il fondamento di tutta la ſcienza del moto, che chiamaſi Meccanica.

4 *Novembre* 1760.

Digitalizzato da Google

LETTERA LXXIV.

Sull'inerzia de' corpi, e su le forze.

SIccome di un corpo finchè è in riposo dicesi conservare il medesimo stato, così lo stesso dicesi d'un'altro finchè si muove colla medesima celerità e direzione. Dimorare dunque nel medesimo stato, non significa altro che restare in riposo o conservare il medesimo movimento. Questa maniera di parlare si è introdotta per enunciare più precisamente il nostro gran principio, che ogni corpo per sua propria natura si conserva nel medesimo stato finchè una causa straniera non ne procuri il disturbo, cioè o metta in moto quel corpo che sta in riposo, o ne cambi il movimento a quello che già si move. E però non bisogna immaginarsi che la conservazione dello stato in un corpo dinoti la sua dimora nel medesimo luogo; questo è vero qualora il corpo è in riposo: ma qualora si muove, anche si dice che dimora nel medesimo stato malgrado il suo cambiamento di luogo che fa in ogni istante, purchè si muova colla stessa celerità, e per la medesima direzione.

Ed

Ed è neceſsario aver ciò notato per non confondere il cambiamento di luogo con quello di ſtato. Sicchè ſe ora ſi richiede il perchè i corpi dimorano nel medeſimo ſtato, biſogna dire che ciò avviene per loro propria natura. Tutti i corpi in quanto ſon compoſti di materia hanno la proprietà di rimanere nel medeſimo ſtato ſe non ne ſono diſtratti da qualche eſterna cagione. Egli è dunque una proprietà fondata nella natura de' corpi, per la quale procurano di conſervarſi nel medeſimo ſtato, o di ripoſo o di moto. Queſta qualità eſsenziale di cui tutti i corpi ſono dotati chiamaſi *inerzia*, e conviene ad eſſi così neceſſariamente come l' eſtenſione e l' impenetrabilità, di maniera che è impoſſibile che vi ſia un corpo ſenza inerzia. Queſto vocabolo d' *inerzia* è ſtato principalmente introdotto in Filoſofia da coloro che ſoſteneano che ogni corpo abbia un' inclinazione al ripoſo. Riguardavano coſtoro i corpi come tanti uomini pigri i quali preferiſcono il ripoſo al travaglio, ed attribuivano a' corpi un' orrore pel movimento ſimile a quello che gli uomini pigri hanno per lo travaglio, dicendo *inerzia* quaſi voleſſimo dir pigrizia. Ma ſebbene ſiaſi poi conoſciuta la falſità di queſto ſentimento, e ſiaſi ricevuto per aſſioma che i corpi perſeverano ugualmente nello ſtato di moto che in quello di ripoſo, pure ſi è ritenuto lo

Digitalizzato da Google

ſteſſo vocabolo *d' inerzia* per dinotare in generale la proprietà de' corpi di conſervarſi nel medeſimo ſtato o di ripoſo o di moto. Non ſi può dunque concepire l' inerzia ſenza una ripugnanza per quanto potrebbe far mutare lo ſtato a' corpi ; imperciocchè come il corpo per ſua natura conſerva il medeſimo ſtato di moto o di ripoſo , da cui non può eſſerne diſtratto che da eſterne cagioni , ne ſegue che per far cambiare ſtato ad un corpo , fa uopo che vi ſia obbligato da una ſtraniera cagione , ſenza di cui reſterebbe ſempre nel medeſimo ſtato. Quindi è che a queſta eſterna cagione ſi dà il nome di *forza* : vocabolo che ognuno ha in bocca , ma pochiſſimi ne hanno un' idea preciſa . Da quanto dirò in appreſſo vedrà V. A. che il nome di *forza* ſignifica tutto ciò ch'è capace di cambiare lo ſtato de'corpi . Così ſe ſi muove un corpo ch' è ſtato in ripoſo, non altro che una *forza* ha prodotto queſto effetto , e ſe eſſendo in moto cambia direzione o celerità , anche una *forza* ha cagionato queſto cambiamento. Ogni cambiamento adunque di direzione o di celerità nel moto di un corpo richiede o un' aumento o una diminuzione di forze , e però queſte debbono eſſer ſempre fuori del corpo di cui ſi cambia lo ſtato , avendo già oſſervato che un corpo laſciato a ſe ſteſſo conſerva ſempre il medeſimo ſtato , qualo-

Digitalizzato da Google

ra una forza esterna non vi agisca sopra. Or *l' inerzia* per la quale il corpo tende a conservarsi nel medesimo stato esiste nel corpo stesso, e n' è una proprietà essenziale. Quando dunque una forza esterna cambia lo stato di qualche corpo, *l' inerzia* che vorrebbe mantenerlo nel medesimo stato si oppone all'azione della *forza*; e da ciò si comprende che *l' inerzia* è una qualità capace di misura, cioè può esser più o meno grande in un corpo che in un' altro. Ed essendo i corpi dotati d'inerzia a proporzione della loro materia, dalla stessa inerzia o sia dalla resistenza ch' essi oppongono al cambiamento di stato noi giudichiamo della quantità di un corpo; e all'incontro quanto più in un corpo havvi di materia, tanto più l'inerzia è grande. Così sappiamo che vi bisogna più forza per cambiare lo stato di un corpo grande, che quello di uno picciolo, e da ciò conchiudiamo che in questo vi è meno materia che nell' altro. Si può anche dire che la sola circostanza *dell' inerzia* ci fa venire in cognizione della materia. E' chiaro adunque che *l' inerzia* è una quantità, e ch'è la stessa della quantità della materia che un corpo contiene; e come la quantità della materia di un corpo chiamasi la sua massa, questa massa appunto è la misura dell' inerzia. Ed ecco a che si riduce la nostra cognizione del corpo in ge-

Digitalizzato da Google

nerale. Primieramente ſappiamo che ogni corpo ha un' eſtenſione di tre dimenſioni; in ſecondo luogo ch'è impenetrabile; in terzo che ha una proprietà generale detta *inerzia* per la quale tutti ſi conſervano nel loro ſtato; cioè a dire che ſe un corpo è in ripoſo è la ſua inerzia che ve lo fa reſtare, e s' egli è in moto non altro che la ſua inerzia lo fa continuare nella medeſima celerità e direzione; e queſta conſervazione nel medeſimo ſtato dura finchè non ſopravviene una forza eſterna che vi cagiona qualche cambiamento. E in conſeguenza ogni volta che cambiaſi lo ſtato di un corpo, non biſogna mai cercarne la cagione in ſe ſteſso; eſsa eſiſte ſempre fuori di lui, e tal' è la giuſta idea che deeſi formare di una *forza*.

8 *Novembre* 1760.

LETTERA LXXV.

Cambiamento che può accadere nello ſtato de' corpi.

IL principio fondamentale della Meccanica unito all' idea dell' *inerzia* che ho avuto l' onore di ſpiegarle a V. A., ci mette in

Digitalizzato da Google

istato di ragionar sodamente sopra una quantità di fenomeni che la Natura ci presenta. Nel veder muoversi un corpo con moto uniforme in linea retta, cioè a dire conservando la medesima direzione e la medesima celerità, diremo che la cagione di questa continuazione di moto non è già fuori del corpo ma nella sua stessa natura, e che la sola forza *d'inerzia* lo fa rimanere nel medesimo stato: se poi il corpo fosse in riposo, diremo che parimente accade per la forza della sua *inerzia*. Avremo anche ragion di dire che questo corpo non soffre alcuna azione esterna, o qualora vi fosser queste forze si distruggerebbero tra loro, di maniera che sarebbe come se non vi fossero. Se dunque si dimandasse il perchè egli continua a muoversi in questa maniera; poco vi vorrebbe a renderne la ragione. Se poi si domandasse il perchè questo corpo avea cominciato a muoversi in tal guisa? Sarebbe una quistione tutta differente. Bisognerebbe allora dire che tal moto gli è stato impresso da qualche forza esterna, essendo che prima era in riposo; ma non sarebbe affatto possibile di dir cosa di sicuro su la quantità di questa forza, come quella di cui non resta forse menomo vestigio. E' cosa dunque ben ridicola il domandare chi mai nel principio del Mondo ha impresso il moto a' corpi? o sia chi mai è stato il primo motore? Chi pro-

Digitalizzato da Google

promuove sì fatta quistione confessa certamente un principiò, e per conseguenza una creazione; e perchè immaginarsi poi, che Iddio avesse creato i corpi in riposo? Se gli può dunque rispondere che chi ha potuto creare i corpi, ha potuto anche imprimer loro il moto. Per me io dimando qual credono essi più facile, creare un corpo in riposo o pure in moto? Non men l'una cosa che l'altra richiede l'Onnipotenza di Dio; e perciò una tal quistione non ha più luogo in Filosofia. Ma tosto che un corpo ha ricevuto il moto, lo conserva in forza della sua natura, o sia per la sua inerzia nel medesimo stato, in cui invariabilmente rimane finchè non ne vien turbato da qualche esterna cagione, o sia da qualche forza. Fintanto dunque veggiamo che un corpo non rimane nel medesimo stato, cioè o che dal riposo passi al moto, o che nel moto cambi direzione o celerità, bisogna rifonderne ad una forza straniera la cagione del cambiamento; quindi perchè una pietra che mi fo scappare dalle mani cade giù, la cagione di tal caduta è fuori della pietra, e non già nella sua propria natura; e questa forza straniera è giusto quella che chiamasi gravità: dunque la gravità non è intrinseca al corpo, ma piuttosto è un'effetto di una forza straniera, la quale ha l'origine fuori del corpo. Cosa ch' è

Digitalizzato da Google

geometricamente ſcura , ſebbene non conoſciamo queſte forze ſtraniere che cagionano la gravità . Lo ſteſſo accade quando ſi gitta una pietra ; ſi vede chiaro che non ſi muove a linea retta , nè ſempre colla ſteſſa celerità . E non altro che la forza di gravità è quella che ne cambia inceſſantemente la direzione e la celerità , così che ſe queſta non vi foſſe , la pietra volarebbe ſempre in linea retta e ſempre colla ſteſſa celerità , e ſe nell' atto del movimento della pietra mancaſſe all' improvviſo la gravità , la pietra continuerebbe a muoverſi uniformemente ſecondo una linea retta , e conſerverebbe la medeſima direzione e celerità che ſi troverebbe avere in quell' iſtante in cui la gravità verrebbe a mancare . Ma poicchè la gravità non manca mai ed agiſce ſempre ſopra tutti i corpi , non dobbiamo maravigliarci ſe non incontriamo alcun moto , il quale conſervi la ſteſſa direzione e celerità: il caſo del ripoſo ſi avvera qualora ſi mantiene un corpo fermo abbaſtanza per impedirne la caduta ; quindi il pavimento della mia camera è quello che m' impediſce di cader giù . Per altro tutti i corpi che a noi ſembrano in ripoſo , vengon traſportati dal moto della Terra , il quale come non rettilineo , nè uniforme , così non può dirſi che tai corpi ſieno ſempre nel medeſimo ſtato . Di più tra i corpi celeſti nè pur

uno

Digitalizzato da Google

uno se ne trova che si muova a linea retta e colla medesima celerità; dunque in essi vi è un continuo cambiamento di stato; nè ci sono ignote quelle forze che tal cambiamento cagionano, perciocchè sono quelle stesse forze attrattive colle quali i corpi celesti agiscono tra loro. Ho dimostrato di sopra che queste forze possono aver l'origine nella materia sottile da cui sono i corpi celesti circondati, come quella che riempie tutti gli spazj celesti; ma secondo il sentimento di coloro che riguardano l'attrazione come una forza *inerente* alla materia, questa forza è sempre straniera al corpo su di cui agisce. Quindi allorchè dicesi che la Terra viene attratta verso il Sole, si ammette che la forza che agisce su la Terra non è già in questa, ma nel Sole; in fatti senza del Sole certamente questa forza non vi sarebbe. Intanto il sentimento che l'attrazione sia essenziale alla materia è sottoposto a tanti altri inconvenienti ch'è quasi impossibile poter esser ricevuto da una Filosofia ragionata. E però mi par sempre meglio il credere che quanto chiamasi attrazione sia una forza intrinseca di questa materia sottile che riempie tutti gli spazj celesti, sebbene non se ne sappia il come. Nè ci dee esser vergogna il confessare la propria ignoranza non solo su di ciò, ma su di mol-

Digitalizzato da Google

te altre cose di rilievo. 11 *Novembre* 1760.

LETTERA LXXVI.

Sistema Wolfiano delle monadi.

DOpo di aver dimostrato a V. A. la verità del principio che qualunque corpo per se stesso si conserva sempre nel medesimo stato di riposo o di moto; offervo che volendo su di ciò consultare l'esperienza senza entrar col raziocinio nella natura delle cose, si dovrebbe precisamente concludere il contrario, e sostenere che i corpi hanno sempre un' inclinazione a cambiare stato continuamente, giacchè altro nel Mondo non vedesi ne' corpi che un continuo cambiamento di stato. Ma abbiamo già offervato la cagione di sì fatti cambiamenti, e quindi sappiamo che niente v' ha ne' corpi de' quali si cambia lo stato, ma tutto è fuori di loro: tanto è lungi dunque che il principio da noi stabilito venga contraddetto dall'esperienza che anzi lo conferma. E da ciò potrà agevolmente V. A. giudicare quanto s' ingannino molti Filosofi, i quali sedotti da questa mal' intesa sperienza sostengono che

Digitalizzato da Google

che tutti i corpi contengono forze tali che fanno cambiar loro continuamente lo ſtato. Così ha ragionato il gran Wolf : E dicea . 1°. l' eſperienza ci fa conoſcere che tutti i corpi cambiano ſtato continuamente : 2°. Chiamaſi forza tutto ciò ch' è capace di far cambiare lo ſtato di un corpo : 3°. Tutti i corpi dunque hanno queſta forza di cambiare il loro ſtato : 4°. Dunque ogni corpo fa degli ſforzi continui per cambiarlo : 5°. Ma queſta forza conviene unicamente alla materia donde il corpo è formato : 6°. Dunque è una proprietà della materia il cambiare continuamente il ſuo ſtato : 7°. Or la materia altro non è che un compoſto di tante particelle che chiamanſi elementi : 8°. E perchè il compoſto non è capace di menoma coſa che non ſia fondata su la natura de' ſuoi elementi , fa uopo che ciaſcheduno di queſti contenga queſta forza di cambiare il ſuo ſtato , e queſti elementi non ſono che enti ſemplici , perciocchè ſe veniſſero compoſti di parti , non già ad eſſi , ma alle di loro parti dovrebbeſi attribuir queſta forza . Ma ogni ente ſemplice può dirſi *monada* : Dunque ogni monada ha la forza di cambiare continuamente il proprio ſtato . Ecco lo ſtabilimento del ſiſtema delle monadi , di cui forſe V. A. ha ſenti-

to

Digitalizzato da Google

to già parlare, febbene non faccia ora tanto rumore quanto prima ne facea; ed io ho cifrate quelle propoſizioni su le quali ſta fondato, appunto per potervi far meglio le mie rifleſſioni. E su le due prime non ſi può dir niente, ma la terza è molto equivoca, anzi aſsolutamente falſa nel ſenſo ch' egli l' intende.

Per non dire che le forze le quali cambiano lo ſtato del corpo provengono da qualche ſpirito, accordo volentieri ch' eſſe ſieno ne' corpi, ma in ogni altro fuorchè in quello che ſoffre il cambiamento di ſtato; queſto anzi ha una qualità contraria, com' è quella di conſervarſi ſempre in uno ſtato medeſimo. E però in quanto tai forze ſi trovano ne' corpi, ſi dee dire che queſti per un legame che hanno tra loro poſſono ſomminiſtrare delle forze, per le quali l' uno cambi lo ſtato dell' altro. Poſto ciò già la quarta propoſizione è aſſolutamente falſa; e dalle propoſizioni antecedenti ſi deduce piuttoſto che ogni corpo poſſiede la forza di rimanere nel medeſimo ſtato, conſeguenza contraria direttamente a quanto queſti Filoſofi pretendono di concludere. Ed in tale occaſione debbo oſſervare che troppo male a propoſito ſi chiama forza quella qualità de' corpi che li fa rimaner nel medeſimo ſtato; imperciocchè ſe

Digitalizzato da Google

ſotto nome di forza s' intende tutto ciò ch' è capace di produrre ne' corpi il cambiamento di ſtato, quella qualità per la quale ſi conſervano nel loro ſtato è piuttoſto l'oppoſto della forza. Dunque ſol per abuſo alcuni Autori danno all' inerzia il nome di forza, chiamando queſta qualità *forza d'inerzia*. Ma per non diſputare di vocaboli (ſebbene queſto abuſo può introdurre degli errori groſſolani), ritorniamo al ſiſtema delle monadi; e come la propoſizione al num. 4. è falſa, ſono neceſſariamente falſe tutte le ſeguenti, che ne diſcendono immediatamente; è falſo adunque che gli elementi della materia o ſieno le monadi (ſe ve ne ſono) abbiano la forza di cambiare ſtato. E ſi dee piuttoſto trovar la verità nella qualità oppoſta, cioè in quella di conſervarſi nel medeſimo ſtato; ed ecco interamente roveſciato tutto il ſiſtema delle monadi. Eſſi pretendeano metter gli elementi della materia nella claſſe degli ſpiriti e delle anime, che ſenza alcuna contraddizione hanno la facoltà di cambiare lo ſtato; imperciocchè nell' atto che ſcrivo, la mia anima continuamente ſi rappreſenta degli altri oggetti, e tai cambiamenti hanno l' origine in eſſa ſteſſa non già fuori. E ſiccome ſon pienamente convinto d' eſſer' io il padrone de' miei penſamenti, così il cambia-

Digitalizzato da Google

biamento che ne' corpi accade è effetto d'una forza ſtraniera. Or aggiunga V. A. a quanto ho detto la differenza infinita che paſſa tra lo ſtato di un corpo il quale altro non contiene che celerità e direzione, e i penſamenti dell' anima; e reſterà interamente convinta della falſità de' ſentimenti de' materialiſti che pretendono lo ſpirito eſſere un' aggregato di qualche materia. Queſti non hanno menoma cognizione della vera natura de' corpi: e pure quaſi tutti gli ſpiriti forti adottano queſto falſo ſiſtema.

15 *Novembre* 1760.

LET-

Digitalizzato da Google

LETTERA LXXVII.

Origine e natura delle forze.

NOn v'ha dubbio che ſia molto ſorprendente come ogni corpo abbia una naturale diſpoſizione per conſervarſi nel medeſimo ſtato ed opporſi a qualunque cambiamento, e ciò non oſtante tutti i corpi del Mondo cambino continuamente lo ſtato loro. Sappiamo per altro che non può avverarſi tal cambiamento ſe non per mezzo d'una forza eſiſtente fuori del corpo, di cui cambiaſi lo ſtato. Dove dunque cercheremo tai forze che operino tanti cambiamenti continui in tutti i corpi del Mondo, e che intanto ſieno ſtraniere agli ſteſſi corpi? Farà uopo forſe ſupporre oltre queſti corpi ch' eſiſtono altri enti particolari, i quali contengano queſte forze? o pure tai forze ſon eſſe tante ſoſtanze particolari ch' eſiſtono nel Mondo? Per noi altro non conoſciamo che due ſpezie di enti, una contiene tutti i corpi, l'altra tutti gli eſſeri intellettuali, cioè gli ſpiriti, le anime degli uomini

Digitalizzato da Google

mini e quelle degli animali (a) ; Si dovrebbe forse ſtabilire oltre i corpi e gli ſpi-

(a) *A ſentir quì* efferi intelligenti le anime degli uomini e degli animali , *chi non temerebbe che il noſtro Autore non voleſſe metterci tutti col muſſo nella tinozza de' porci o nella mangiatoja degli aſini ? E pur non è così . Tutto il male conſiſte all' eſpreſſione ch' è veramente inconſiderata . In fatti nel ſecondo tomo alla lettera centeſima ſviluppa la vera differenza che vi è tra l' un' anima e l' altra . Ogni volta dunque che appreſſo incontreremo ſimili accozzamenti* di uomini e animali (*che ſarà molta ſpeſſo nel ſecondo tomo*) *l' intenderemo per quanto ſon principio delle proprie azioni e del moto ne' corpi ad eſſe uniti . Se poi quì vi feriſce quell'* intelligenti , *dite* apprenſivi , *che queſta ha voluta dire certamente .*

Digitalizzato da Google

ſpiriti, una terza ſpezie di enti, cioè le forze? O vero foſſero gli ſpiriti che cambiano continuamente lo ſtato de' corpi? Non men l' uno che l' altro ſiſtema contiene tanti aſſurdi che non troverà uomo ſano che lo ſegua. E ſebbene non ſi poſſa negare che le anime degli uomini e delle beſtie abbiano la facoltà di produrre de' cambiamenti ne' loro corpi, pure ſarebbe un' aſsurdo il ſoſtenere che il moto d' una palla ſul bigliardo venga ritardato o ridotto alla quiete da qualche ſpirito; o pure che la gravità foſſe prodotta da qualche ſpirito il quale continuamente urti il corpo in giù, e che i corpi celeſti i quali ne' loro moti cambiano direzione e celerità ſieno ſottopoſti all' azione degli ſpiriti, ſecondo il ſiſtema di alcuni Filoſofi dell' antichità i quali hanno aſſegnato a ciaſchedun corpo celeſte uno ſpirito o un' Angelo che lo dirigga nel ſuo moto. Or ſe vogliamo ragionare ſodamente ſu i fenomeni del Mondo, fa uopo concludere che ad eccezione de' corpi animati cioè degli uomini e delle beſtie, tutti i cambiamenti di ſtato degli altri corpi ſono effetto di cagioni corporee, alle quali gli ſpiriti non hanno menoma influenza. Si riduce dunque la quiſtione ad eſaminare ſe le forze che cambiano lo ſtato de' corpi eſiſtano da parte e formino una ſpezie particolare di eſſeri, o pure ſieno ne' corpi?

Que-

Digitalizzato da Google

Queſto ultimo ſentimento ſembra a prima viſta moltò ſtrano ; imperciocchè ſe tutti i corpi hanno il potere di conſervarſi nel medeſimo ſtato, come può eſſer mai che contengano delle forze che ne procurino il cambiamento ? Peſando V. A. eſattamente queſte difficoltà non reſterà ſorpreſa nel ſapere che l' origine delle forze ſia ſtata in qualunque tempo un grandiſſimo ſcoglio pe' Filoſofi. Sempre è ſtata riguardata come il più gran miſtero della Natura del tutto impenetrabile a' mortali . Ciò non oſtante io ſpero di preſentare a V. A. una ſpiegazione sì chiara di queſto preteſo miſtero, che faccia dileguare interamente tutte quelle difficoltà che finora ſon ſembrate inſuperabili . Dico dunque , e ſo che dee comparire aſſai ſtrano , che la ſteſſa facoltà colla quale i corpi ſi sforzano di conſervare il proprio ſtato è capace di ſomminiſtrar loro baſtanti forze a cambiare lo ſtato degli altri . Non dico già che un corpo cambi mai il proprio ſtato , ma che poſſa eſſer capace di cambiare quello dell' altro . Per mettere V. A. in iſtato di penetrare queſto miſtero ſu l' origine delle forze baſterà conſiderare due corpi (*Tav. III. fig.* 4.) come ſe foſſero eſſi ſoli al Mondo .

Sia il corpo *A* in ripoſo , e 'l corpo *B* abbia ricevuto un movimento ſecondo la direzione *BA* con una data celerità . Poſto ciò

Digitalizzato da Google

ciò il corpo *A* vorrebbe restar sempre in riposo, e *B* vorrebbe continuare il suo moto secondo la retta *BA* sempre colla medesima celerità, l'uno e l'altro in virtù della loro *inerzia*. Dunque il corpo *B* arriverà fino a toccare il corpo *A*, ed in tal caso che accaderà mai? Finchè il corpo *A* resta in riposo, il corpo *B* non potrà continuare il suo moto senza attraversare il corpo *A*, vale a dire senza penetrarlo; è dunque impossibile che un corpo si conservi nel suo stato senza che sia penetrato da un'altro. Ma questa penetrazione è impossibile, perchè l'impenetrabilità è una proprietà di tutti i corpi: se dunque è impossibile che l'uno e l'altro si conservi nel suo stato, tre casi potranno accadere, 1°. che il corpo *A* cominci a muoversi per far luogo al corpo *B*, affinchè questo possa continuare il suo moto, 2°, che il corpo *B* arrivato a toccare il corpo *A* sia ridotto in riposo nel medesimo istante, 3°. che lo stato di tutti e due sia cambiato tanto quanto basta per far sì che l'uno e l'altro possa in appresso rimanere nello stato suo senza penetrarsi scambievolmente. E' uopo dunque assolutamente che l'uno, o l'altro corpo, o tutt'e due soffrano un cambiamento del loro stato; e la cagione di tal cambiamento esiste infallibilmente nell' impenetrabilità degli stessi corpi; è però chiamandosi col nome di forza ogni cagione capace di cam-

Digitalizzato da Google

biare lo ſtato de' corpi, non altro che l'impenetrabilità porge loro le forze per procurare tal cambiamento. In fatti contenendo l' impenetrabilità l' impoſſibilità di penetrarſi i corpi ſcambievolmente, ogni corpo ſi oppone a qualunque penetrazione fin nelle ſue menome particelle; ed opporſi alla penetrazione non è altro che impiegare le forze neceſſarie per impedirla: Ogni qualvolta dunque che due o molti corpi non potrebbero conſervarſi nel proprio ſtato ſenza penetrarſi ſcambievolmente, la loro impenetrabilità impiega ſempre le forze neceſſarie per cambiarlo, quanto baſtano perciò che non accada menoma penetrazione. Dunque l' impenetrabilità de' corpi è quella che racchiude la vera origine delle forze che ne cambiano in queſto Mondo continuamente lo ſtato; ed ecco il vero ſviluppamento del gran miſtero che ha tanto tormentato i Filoſofi.

18 *Novembre* 1760.

LETTERA LXXVIII.

Su lo ſteſſo ſoggetto, e ſul principio della menoma azione.

V. A. ha dato un gran paſſo nel conoſcimento della Natura, da che le ho ſpiegata

Digitalizzato da Google

gata la vera origine delle forze capaci a far cambiare a' corpi lo ſtato loro ; ed è ora nello ſtato di comprender ſubito perchè tutti i corpi di queſto Mondo ſon ſoggetti a cambiar ſempre lo ſtato loro sì di quiete che di movimento . Or in prima egli è ſicuro che il Mondo è pieno tutto di materia ; e noi ſappiamo che ſu di queſta noſtra Terra tutto lo ſpazio che ſi frammezza fra i corpi denſi ſoggetti al noſtro tatto è occupato dall' aria , e queſta quando ſe n' eſtragga toſto vi ſubentra l' etere , il quale riempie ſimilmente gli ſpazj immenſi ove nuotano i corpi celeſti . Eſſendo adunque tutto il Mondo pieno , egli è impoſſibile che un corpo proſiegua per un' iſtante il ſuo moto ſenza incontrarne degli altri , per entro i quali già paſſerebbe ſe non foſſero impenetrabili . E poichè queſta impenetrabilità contiene le forze che impediſcono ogni menoma penetrazione , queſte forze appunto ſon quelle che rimutano continuamente lo ſtato de' corpi ; e però non è maraviglia ſe vi oſſerviamo queſto perenne cambiamento , non oſtante che ſi ſforzino pur ognuno di mantenerſi nello ſtato ſuo . Se i corpi ſi laſciaſſero penetrare , potrebbe ognuno ritener ſempre ſuo ſtato : ma eſſendo eſſi impenetrabili , debbono aver neceſſariamente forze tali da eſcludere ogni penetrazione anche minima . Pertanto quando poſſon conſervar lo ſtato loro ſenza

Digitalizzato da Google

no dell' impenetrabilità, non si vede in campo niuna forza e i corpi restano come stanno: ma come si vuol tentar menoma penetrazione, tosto l' impenetrabilità diviene attiva e spiega le sue forze per impedirla, e tanta ne spiega giusto quanto ve ne bisogna, di maniera che non si può dire che abbia tanta forza e non più, anzi essa n' è una sorgente inesausta. Imperciocchè posto una volta che i corpi sono impenetrabili, questa sorgente di forze non può venir mai meno, altrimente si dovrebbero penetrare i corpi contro alla di loro natura. Di più bisogna riflettere che queste forze non sono già l' effetto della impenetrabilità di un sol corpo, ma di tutti a uno stesso tempo; poichè basterebbe a non farli cambiar di stato, che un sol corpo fosse penetrabile. Concorrendo adunque due corpi insieme e non potendo già conservar loro stato senza penetrarsi, ecco che l' impenetrabilità dell' uno ugualmente che dell' altro si oppone alla penetrazione, e amendue uniti producono una tal forza; onde si dice che agiscono l' uno su l' altro, e che tale azione nasce dalla forza prodotta dalla impenetrabilità di amendue. In fatti come essi vorrebbero penetrarsi l' un l' altro, questa forza agisce contemporaneamente su di tutti e due, e spignendoli ne impedisce la penetrazione. Egli adunque è fuor di dubbio che i corpi possono agire l' uno su l'al-

Digitalizzato da Google

l' altro, ed è cosa che V. A. l' avrà mille volte intesa, come diciamo per esempio a una palla di bigliardo che batte l' altra. Ma bisogna notar bene (come sopra ho detto) che tanto agiscono i corpi l' uno su dell' altro, quanto giusto è necessario per impedir la penetrazione; e però la forza che gli obbliga a cambiare stato è proporzionata a quella che ne attacca l' impenetrabilità, perchè se fosse minore non potrebbe almeno in tutto impedir la penetrazione. E' vero che una forza maggiore l' impedirebbe a ribocco, ma tosto che l' è impedita, cessa ogni azione dell' impenetrabilità, che la Natura non suol tirare stoccate al vento; dall' urto adunque de' corpi non ne risulta che la forza menoma capace d'impedir la penetrazione. Ed ecco che fuor d' ogni aspettativa V. A. trova quì i fondamenti del sistema di Maupertuis così vantato da una parte e contrastato dall' altra *del principio della menoma azione*, in cui pretende che tutti i cambiamenti che accadono in Natura, son prodotti sempre della menoma azione. In quell' aspetto ch' io l' ho presentato a V. A., egli è chiaro ch' è fondato su la natura stessa de' corpi, e che hanno pure il torto coloro che lo contrastano e molto più que' che se ne ridono. V. A. avrà già capito di chi parlo, cioè di que' tali poco amici di Maupertuis che si burlano ancora del buco fino al centro

Digitalizzato da Google

della Terra: ma il buono si è che la verità non vi perde niente.

22 *Novembre* 1760.

LETTERA LXXIX.

Se vi sia o no altra spezie di forze.

L'Origine delle forze fondata su l'impenetrabilità de' corpi, secondo che ho avuto l'onore di spiegare a V. A., non distrugge affatto il sentimento di coloro che sostengono aver l'anima degli uomini e delle bestie la forza di agire su i corpi loro. Può darsi benissimo che sienvi due spezie di forze che cagionino tutti i cambiamenti nel Mondo; una delle corporali originate dalla impenetrabilità de' corpi, l'altra delle spirituali che le anime degli animali esercitano su de' propj corpi; ben inteso che questa seconda spezie agisce soltanto su i corpi animati, che il Creatore ha così ben distinti da tutti gli altri, che non si permette affatto confonderli in Filosofia. All'incontro per l'attrazione, se si riguardi come una qualità intrinseca de' corpi, sarà questa una obbiezione fortissima; poichè se i corpi agiscono l'uno su l'altro solo per conservare la di loro impenetrabilità, l'attrazione non può averci mica alcun rapporto. Due corpi lontani l'uno dall'altro pos-

son

Digitalizzato da Google

ſon beniſſimo conſervare il proprio ſtato ſenza che vi s' impegni la di loro impenetrabilità, e in conſeguenza ſenza che vi ſia alcuna ragione da dover agire l' uno ſu l' altro, anche di tirarlo a ſe. In queſto caſo l' attrazione dovrebbe formare una terza claſſe di forze oltre le ſpirituali e le corporali. Ma egli è ſempre contro le regole della buona Filoſofia introdurre una nuova ſpezie di forze ſenza provarne prima evidentemente l' eſiſtenza. Ei biſognerebbe a queſto effetto aver già fatto toccar con mano, che le forze onde i corpi s' attraggono l' un l' altro non poſſan naſcere dalla materia ſottile che li circonda: ma queſta impoſſibilità non è provata ancora per ombra. Anzi ei pare che non ad altro fine abbia il Creatore pieno di queſta materia ſottile gli ſpazj del Cielo, che per formarne l' origine delle forze che ſpingono i corpi fra di loro ſecondo la legge poco anzi ſtabilitane ſu l' impenetrabilità. In fatti la materia ſottile potrebbe darſi che abbia un movimento tale, che un corpo che vi ſi trovi immerſo non poſſa conſervare il ſuo ſtato ſenza eſſerne penetrato; e così biſognerebbe dirſi neceſſariamente che queſta forza naſca dalla impenetrabilità e della materia e del corpo medeſimo. S' ei poteſſe darſi al Mondo un ſolo caſo in cui due corpi s' attraeſſero ſenza che lo ſpazio intermedio foſſe pieno di queſta ma-

Digitalizzato da Google

teria ſottile; converrebbe neceſſariamente ammetter l' eſiſtenza dell' attrazione: ma queſto caſo non vi è affatto, e in conſeguenza abbiamo tutta la ragione di dubitarne e anche di ributtarla interamente. Noi dunque non troviamo che due ſorgenti di forze onde accadono tutti i cambiamenti. L' impenetrabilità de' corpi e l' azione degli ſpiriti. I ſeguaci di Volfio ributtano anche queſt' ultima, e ſoſtengono che niuno ſpirito o ſoſtanza ſpirituale può agire ſu d' un corpo; e non han poco da fare quando ſe gli oppone che ſecondo il di loro ſentimento Iddio ſteſſo eſſendo ſpirito non potrebbe agire ſu i corpi, coſa che puzzerebbe forte d' ateiſmo. Eſſi in fatti ci danno una riſpoſta molto fredda, cioè che Dio in tanto può agire ſu de' corpi perchè egli è infinito (*a*): ma ſe egli è impoſſibile ad uno ſpirito perchè è ſpirito l' agire ſul corpo, queſta impotenza neceſſariamente va a cadere ſu di Dio ſteſſo. E poi chi può negare che l'anima noſtra agiſca ſul corpo? Io ſon così padrone delle mie membra che poſſo muoverle a mio talento. Lo ſteſſo può dirſi anche delle beſtie: e ſiccome ſecondo il ſiſtema di Carteſio ragionevolmente

(a) *Queſta ragione non è tanto fredda quanto la trova il noſtro Autore. E noi nel 2. tomo avremo occaſione di parlarne più a lungo ove ſi tratta dell'* influſſo fiſico.

Digitalizzato da Google

te derifo, le beſtie non farebbero più che tante macchine ſenza alcun ſentimento ſimili ad un'orologio, così ſecondo il ſiſtema di Volfio gli uomini ſteſſi non ſarebbero più che pure macchine.

Queſti ſteſſi Filoſofi colle di loro ſpeculazioni vanno tanto innanzi che giungono a negare anche la prima ſpezie di forze perchè niente ne intendono. In fatti non potendo arrivare a comprendere come un corpo agiſca ſu l'altro, han preſo il ripiego di negare rotondamente queſt' azione, e ſoſtengono che tutti i cambiamenti che accadono in un corpo naſcono dalle ſue forze particolari. Queſti ſteſſi Filoſofi di cui ho avuto già l'onore di ragionare a V. A. niegano in ultimo fin anche il primo principio della Meccanica cioè la conſervazione del proprio ſtato, lo che baſta a roveſciar tutto il lor ſiſtema. Dall'aver eſſi una volta cominciato a ragionar male ſu i fenomeni de' corpi che ſono nel Mondo è nata come già oſſervammo ogni altra aſſurdità. Dal vedere che tutti i corpi cambiano continuamente di ſtato ne han conchiuſo precipitoſamente, ch'eſſi contengono in ſe le forze per cui ſi sforzano ſempre a cambiare ſtato, e pure eſſi avrebbero dovuto dedurne tutto il contrario. Ed ecco come dal conſiderare le coſe ſuperficialmente ſi precipita negli errori i più groſſolani! Io ho fatto già capire a V. A. il difetto di queſto ragionamento: ma

Digitalizzato da Google

ma caduti essi una volta in questo errore per impegno di sistema hanno dovuto adottare ogni altra stranezza. Prima d'ogni altro essi hanno trasferito queste forze interne a' primi elementi della materia i quali secondo loro continuamente si sforzano di cambiare stato, e ne hanno conchiuso che ogni mutazione cui sono soggetti gli elementi è prodotta dalla sua propria forza, e che due elementi o due esseri semplici non possono agire l'uno su dell'altro. Posto ciò, essendo gli spiriti esseri semplici son passati necessariamente a spogliarli di ogni forza d'agire su i corpi (eccettuandone solo l'Ente supremo): ed essendo i corpi composti ancor essi di enti semplici sono stati obbligati anche a negare che possano agire l'uno su l'altro. In fatti per quanto loro si possa opporre che i corpi si urtano e che urtandosi cambiano stato, infanatichiti della sodezza del di loro ragionamento si contentano piuttosto dire che ogni corpo per forza di sua natura opera il cambiamento del suo stato, e che l'urto niente vi contribuisce, ma è una mera illusione che ce ne fa credere cagione l'urto; e finiscono con mettere alle Stelle la sublimità della di loro Filosofia che il volgo non può comprendere. Ma V. A. è già nello stato di giudicarne come si conviene.

25 *Novembre* 1760.

Fine del Tomo Primo.

IN-

Digitalizzato da Google

INDICE
DELLE LETTERE.

LETTERA I. *Dell' estensione.* pag. 1
LETT. II. *Della celerità.* 6
LETT. III. *Del suono e della sua celerità.* 10
LETT. IV. *Delle consonanze e dissonanze.* 15
LETT. V. *Dell' unisono e delle ottave.* 19
LETT. VI. *Delle altre consonanze.* 24
LETT. VII. *De' dodici tuoni del cembalo.* 30
LETT. VIII. *Sopra il piacere di una bella musica.* 40
LETT. IX. *Compressione dell' aria.* 45
LETT. X. *Su la rarefazione e l' elasticità dell aria.* 50
LETT. X'I. *Gravità dell' aria.* 54
LETT. XII. *Dell' atmosfera e del barometro.* 59
LETT. XIII. *Degli schioppi a vento, e del grado di compressione che ha l'aria nella polvere d' archibuso.* 63
LETT. XIV. *Effetti del caldo e del freddo sopra tutti i corpi e su i pirometri e i termometri.* 67
LET. XV. *De' cambiamenti che il caldo e'l freddo producono nell'atmosfera.* 71.

LET-

Digitalizzato da Google

LET. XVI. *Ragioni del freddo che si sperimenta su le montagne più alte ugualmente che nelle caverne molto profonde.* 76

LETT. XVII. *Su i raggi della luce, e sul sistema di Newton.* 81

LETT. XVIII. *Inconvenienti del sistema dell' emanazione.* 86

LETT. XIX. *Si espone un' altro sistema su la natura de' raggi e della luce.* 90

LETT. XX. *Su la propagazione della luce.* 99

LETT. XXI. *Digressione su la grandezza e su la natura del Sole e de' suoi raggi.* 107

LETT. XXII. *Riflessioni su la natura de' corpi luminosi e su la differenza che passa tra quesii e i corpi cpachi illuminati.* 112

LETT. XXIII. *Spiegazione del come i corpi opachi ci divengano visibili, e del sistema di Newton su la riflessione de' raggi.* 117

LETT. XXIV. *Esame e confutazione del sistema di Newton.* 121

LETT. XXV. *Altra spiegazione del come i corpi opachi illuminati ci si rendan visibili.* 126

LETT. XXVI. *Si continua la spiegazione del come i corpi opachi illuminati ci si rendano visibili.* 130

LETT. XXVII. *Su la vivezza del lume e'l colo-*

Digitalizzato da Google

colore de' corpi opachi illuminati. 138
LET. XXVIII. *Natura de' colori in particolare.* 144
LET. XXIX. *Trasparenza de' corpi per lo passaggio de' raggi della luce.* 149
LET. XXX. *Sul passaggio de' raggi della luce pe' mezzi trasparenti, e su la di loro rifrazione.* 154
LET. XXXI. *Rifrazione de' raggi di diverso colore.* 159
LET. XXXII. *Sul turchino del Cielo.* 168
LET. XXXIII. *Su l'indebolimento de' raggi di luce che partono da un punto luminoso a proporzione ch' è più lontano, e su l' angolo visuale.* 173
LET. XXXIV. *Su di ciò che il nostro giudizio aggiugne del suo al senso della vista.* 177
LET. XXXV. *Spiegazione di alcuni fenomeni che riguardano l'Ottica.* 182
LET. XXXVI. *Dell' ombra.* 187
LET. XXXVII. *Della Catottrica e della riflessione de' raggi negli specchj piani.* 191
LET. XXXVIII. *Della riflessione de' raggi negli specchj convessi e concavi, e degli specchj ustorj.* 196
LET. XXXIX. *Della Diottrica.* 201
LET. XL. *Su la stessa materia, e su le lenti ustorie e i di loro fuochi.* 206
LET. XLI. *Su la vista, e su la struttura dell' occhio.* 210
LET. XLII. *Si continua a scrutinar la maravigliosa struttura dell' occhio.* 214

Digitalizzato da Google

LET. XLIII. *Differenza infinita tra l'occhio di un'animale e un'occhio artificiale.* 218
LET. XLIV. *Perfezioni che si scuoprono nella struttura dell' occhio.* 222
LET. XLV. *Su la gravità o sia peso considerato come una proprietà essenziale de' corpi.* 226
LET. XLVI. *Su la stessa materia e su la gravità specifica.* 231
LET. XLVII. *Sul vero senso de' vocaboli relativi al peso de' corpi; e del piombino, e del livello.* 235
LET. XLVIII. *Risposta ad alcune obbiezioni contro la figura sferica della Terra ricavate dalla gravità.* 239
LET. XLIX. *Vera direzione ed azione della gravità per rapporto alla Terra.* 244
LET. L. *Differente azione della gravità per rapporto a varj luoghi e distanze dal centro della Terra.* 249
LET. LI. *Gravità della Luna.* 253
LET. LII. *Scoperta della gravità universale fatta dal gran Newton.* 258
LET. LIII. *Si continua a parlare della scambievole attrazione de' corpi celesti.* 262
LET. LIV. *De' varj sentimenti de' Filosofi su la gravità universale: sentimento degli Attrazionisti.* 266
LET. LV. *Forza con cui s' attraggono l'un l'altro i corpi celesti.* 270
LET. LVI. *Su lo stesso soggetto.* 273
LET. LVII. *Su lo stesso soggetto.* 277

LET-

Digitalizzato da Google

LET. LVIII. *Moto de' corpi celesti: metodo di determinarlo colle leggi della gravità.* 281
LET. LIX. *Sistema del Mondo.* 285
LET. LX. *Sul medesimo soggetto.* 289
LET. LXI. *Picciole irregolarità che si osservano ne' movimenti de' Pianeti cagionate dalla loro scambievole attrazione.* 293
LET. LXII. *Descrizione del flusso e riflusso del mare.* 298
LET. LXIII. *Sentimenti de' Filosofi sul flusso e riflusso del mare.* 302
LET. LXIV. *Spiegazione del fenomeno del flusso e riflusso del mare per mezzo della forza attraente della Luna.* 306
LET. LXV. *Continuazione dello stesso soggetto.* 310
LET. LXVI. *Continuazione dello stesso soggetto.* 313
LET. LXVII. *Continuazione della stesso soggetto.* 317
LET. LXVIII. *Esposizione più precisa della disputa de' Filosofi su la cagione della gravità universale.* 321
LET. LXIX. *Natura ed essenza de' corpi, o sia la di loro estensione, mobilità, ed impenetrabilità.* 326
LET. LXX. *Impenetrabilità de' corpi.* 331
LET. LXXI. *Del moto vero ed apparente de' corpi.* 335
LET. LXXII. *Del moto uniforme, e de' movimenti accelerati e ritardati.* 341
LET. LXXIII. *Legge principale del moto e del*

Digitalizzato da Google

del riposo ; disputе che su di ciò han fatte i Filosofi. 346

LET. LXXIV. *Su l'inerzia de' corpi, e su le forze.* 351

LET. LXXV. *Cambiamento che può accadere nello stato de' corpi.* 355

LET. LXXVI. *Sistema Wolfiano delle monadi.* 360

LET. LXXVII. *Origine e natura delle forze.* 365

LET. LXXVIII. *Su lo stesso soggetto e sul* principio della menoma azione. 370

LET. LXXIX. *Se vi sia o nò altra specie di forze,* 374

IL FINE.

ERRATA *CORRIGE*

p. 11. v. 18.	ogni corpo	in ogni corpo
p. 38. v. 16.	altro	alto
p. 68. v. 24.	colore	calore
p. 242. v. 26.	planetano	planetario
p. 256. v. 4.	percosso	percorso
p. 287. v. 13.	Il	I

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Tom. I. Tav. II.

Fig. 2.



Fig. 3.

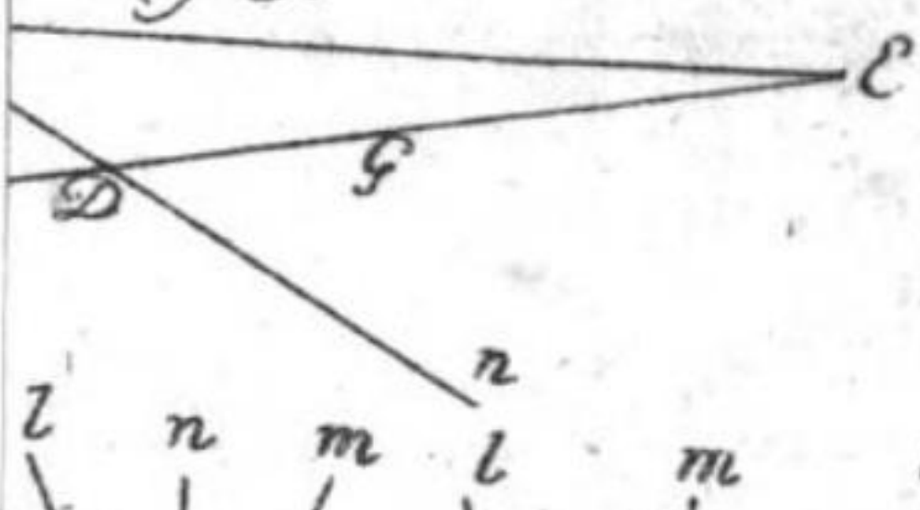


Fig. 4.



Fig. 7.

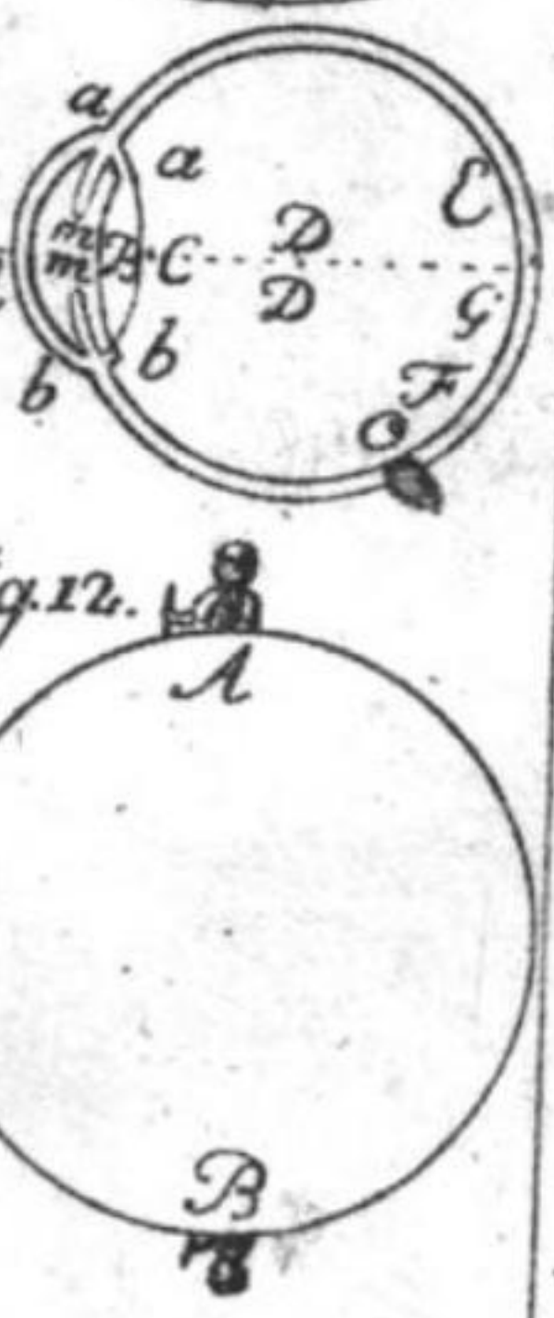
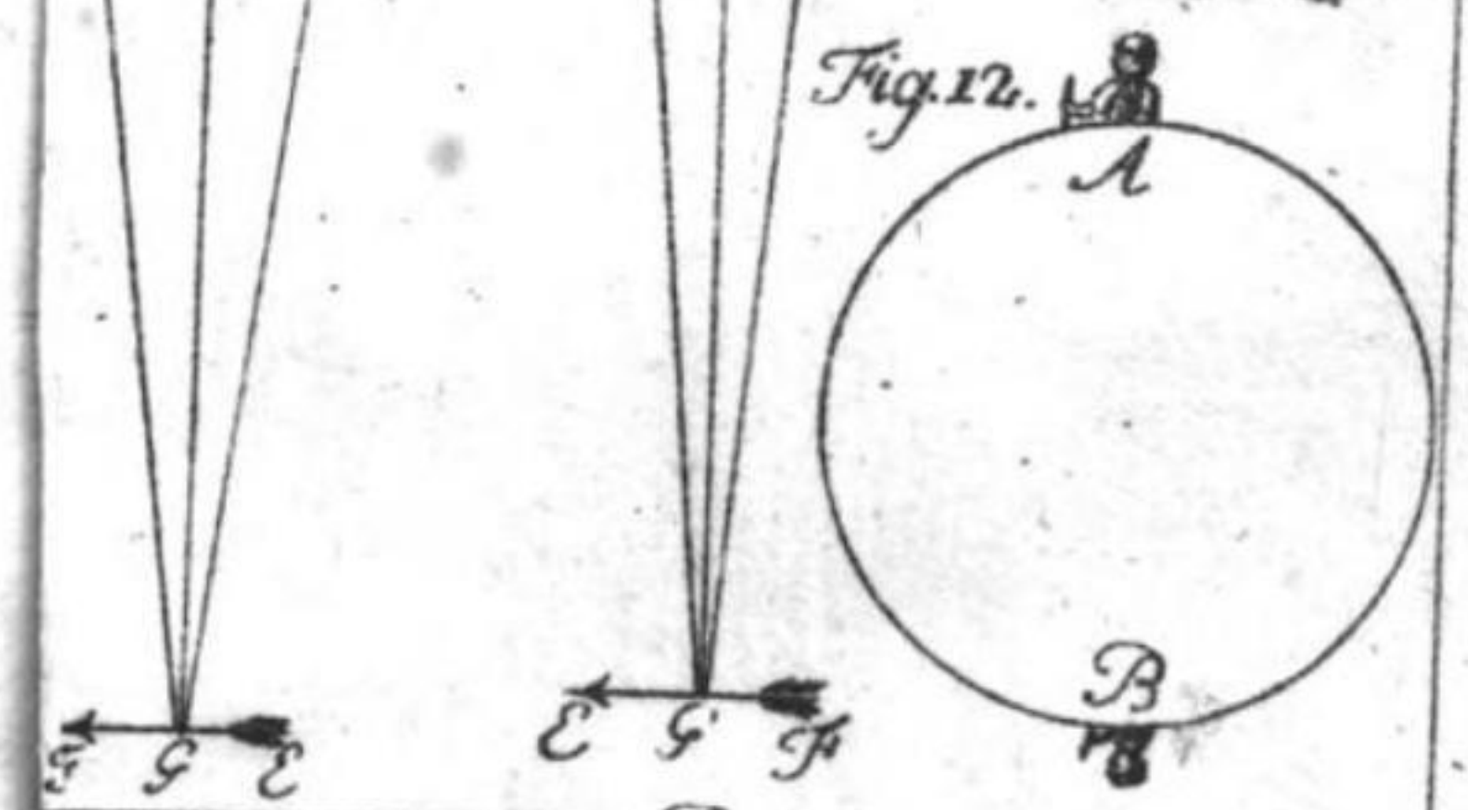


Fig. 12.



Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Fig. 3.

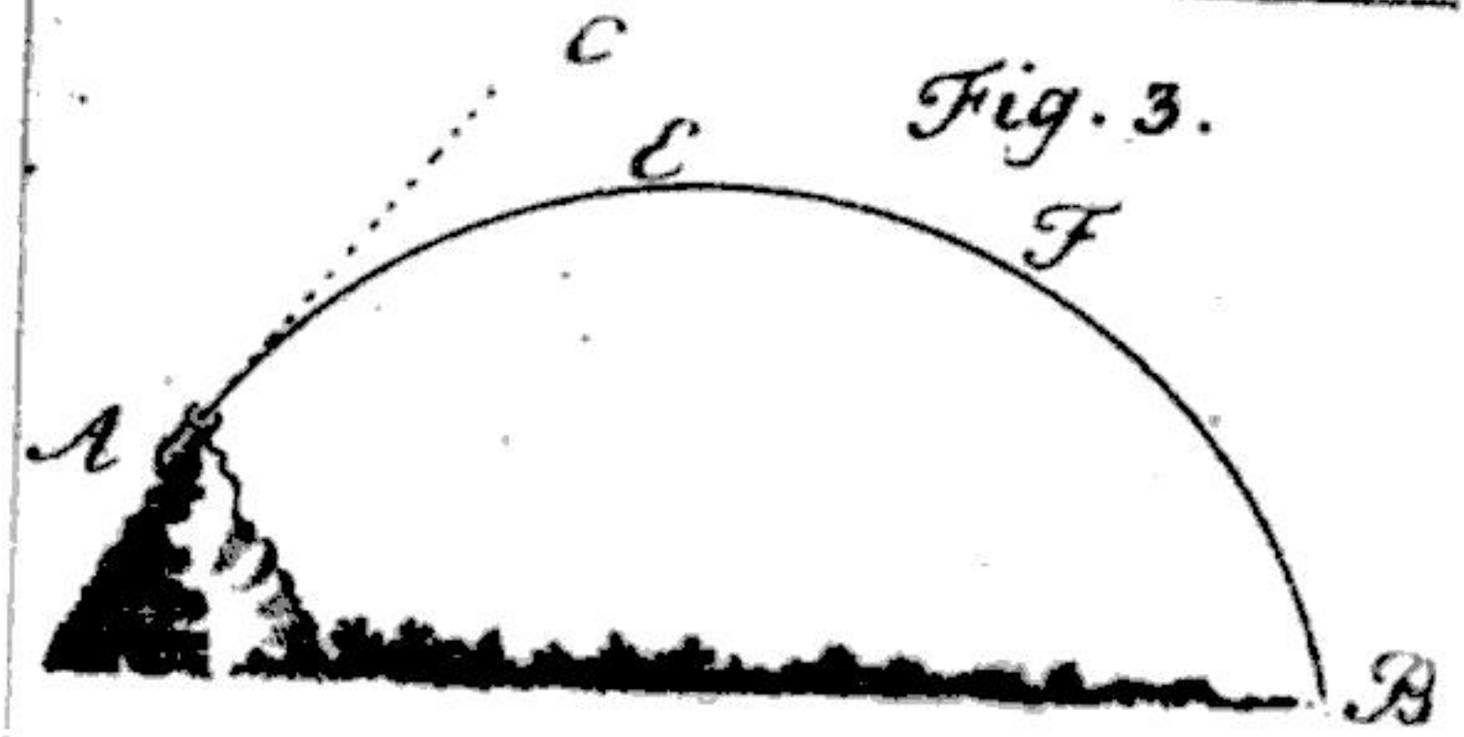


Fig. 4.

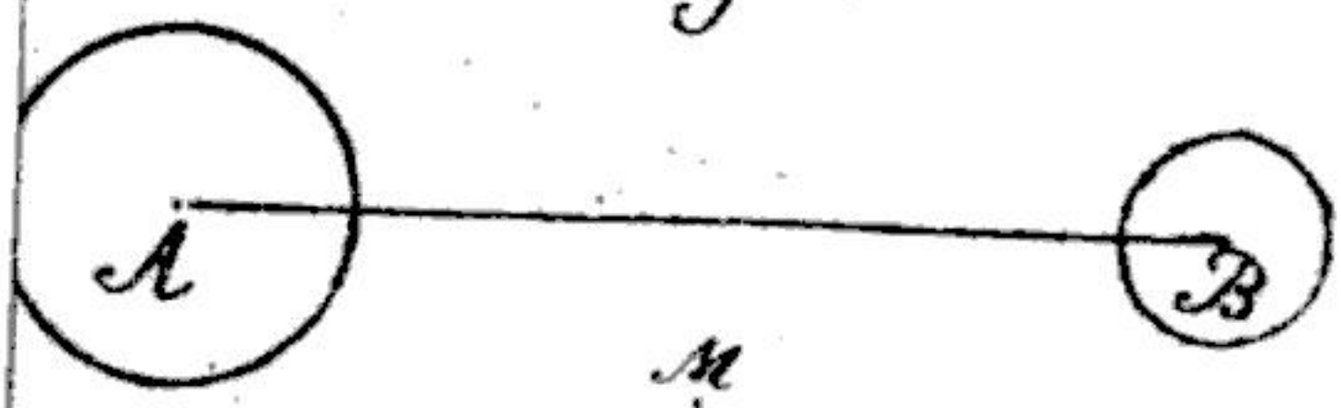


Fig. 6.

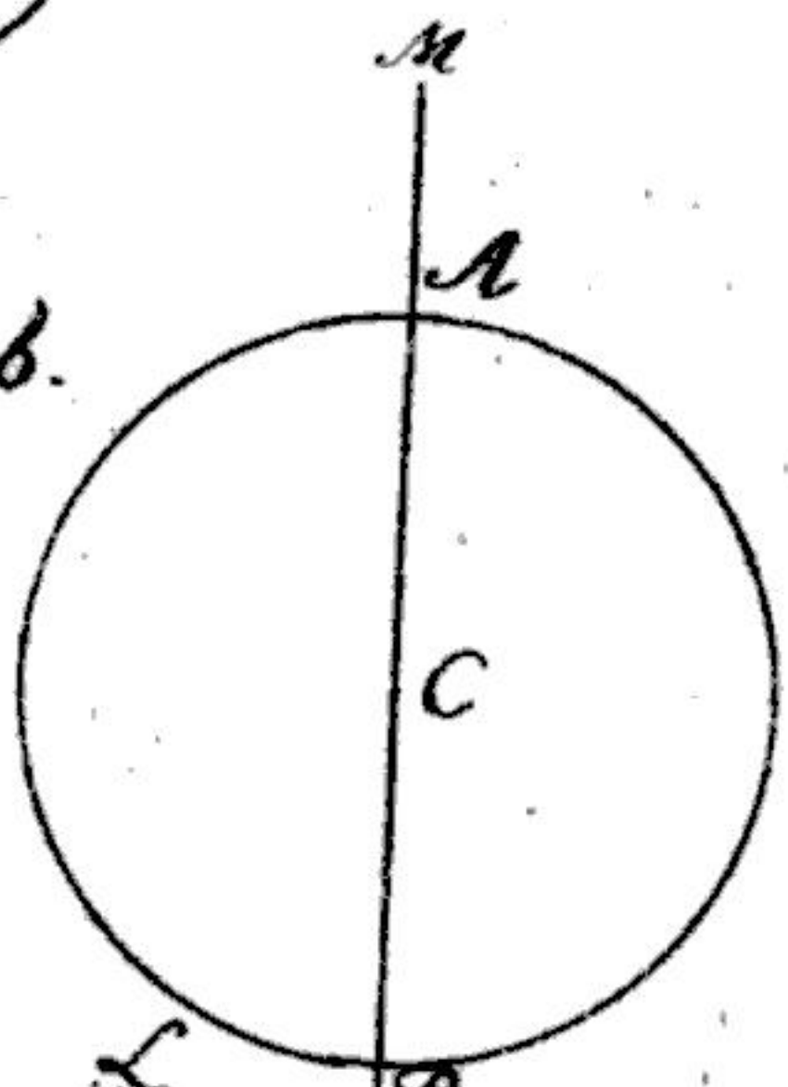
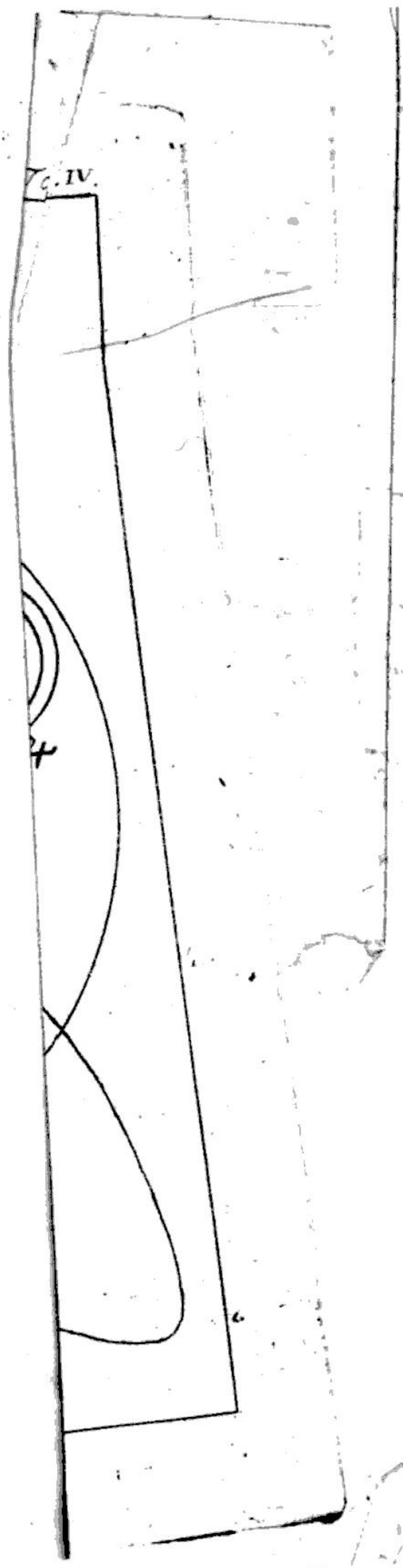


Fig. 7.

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google



Digitalizzato da Google

908037

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da Google

Digitalizzato da