

ELEMENTI DI FISICA SPERIMENTALE

DEL PUBBLICO PROFESSORE
GIUSEPPE SAVERIO POLI

ISTRUTTORE DI S.A.R. IL PRINCIPE ERED. DELLE SICILIE ;

Membro Britannico della Società Reale di Londra; Socio dell'Accademia
dell'Istituto di Bologna, di Torino e di Siena; Pensionario
della Reale Accademia delle Scienze di Napoli, ec.

Arricchiti d'Illustrazioni

DELL'ABATE ANTONIO FABRIS
E DI VINCENZO DANDOLO

E corredati di due Dizionarij di Nomenclatura chimica vecchia e nuova,
nuova e vecchia

EDIZIONE TERZA VENETA

Nuovamente accresciuta e migliorata dagli Illustratori,

TOMO IV.

Casa Editrice Romagnoli



IN VENEZIA MDCCXCVIII.

Dalla Tipografia di Antonio Curti
PRESSO GIUSTINO PASQUALI Q. MARIO.



*Hominis sapientia est, ut neque te omnia scire putes ;
quod Dei est ; neque omnia nescire, quod pecudis .
Est enim aliquod medium, quod sit hominis : idest
SCIENTIA CUM IGNORATIONE CONJUNCTA, ET
TEMPERATA .*

Lactant. Div. Instit. lib. III, cap. VI.

Caroli Augustini



v

INDICE

DELLE LEZIONI

E DEGLI ARTICOLI

contenuti in questo quarto Tomo.

LEZIONE XX.

Sull' Acqua.

Pag. 1

ARTICOLO I.

Della natura e delle proprietà dell' Acqua considerata nel suo stato di fluidità. ivi

ARTICOLO II.

Dell' Acqua considerata nello stato di vapore. 14

ARTICOLO III.

Della natura e delle proprietà dell' Acqua ridotta in diaccio. 32

ARTICOLO IV.

Delle Acque minerali, e d' altra particolar natura. 51

ARTICOLO V.

Dell' Origine de' Fonti.

23

57
LE-

LEZIONE XXI.

Sul Fuoco.

Pag. 65

ARTICOLO I.

Del Fuoco considerato nello stato di combinazione. 71

ARTICOLO II.

Del Fuoco libero, e del moto onde si eccita. 86

ARTICOLO III.

Delle varie proprietà del Fuoco libero. 91

LEZIONE XXII.

Proseguimento della teoria del Fuoco. 110

ARTICOLO I.

Sentimento di alcuni moderni filosofi intorno alla natura del Fuoco e del Calore. ivi

ARTICOLO II.

Nuovo sistema di Crawford sulla natura del Fuoco e del Calore. 112

AR-

ARTICOLO III.

Sistema di Scheele intorno alla natura del Fuoco e del Calore. Pag. 119

ARTICOLO IV.

Sistema di Walerio sulla natura del Fuoco e del Calore. 121

ARTICOLO V.

Sistema di de Luc intorno alla natura del Fuoco e del Calore. 124

ARTICOLO VI.

Altre idee particolari intorno alla natura del Fuoco e del Calore. 128

ARTICOLO VII.

Dell' infiammazione de' corpi in particolare, e de' fenomeni che l' accompagnano. 139

ARTICOLO VIII.

De' Termometri, e dei loro usi. 145

LEZIONE XXIII.

Sulla Luce.

Pag. 159

ARTICOLO I.

Delle opinioni de' varj Filosofi intorno alla natura della Luce.

160

ARTICOLO II.

Della Propagazione della Luce.

165

ARTICOLO III.

De' principj della Diottrica, ossia delle leggi della Luce rifratta.

173

ARTICOLO IV.

Delle varie specie di Lenti, e delle loro proprietà rispettive.

180

ARTICOLO V.

Della Struttura dell'Occhio, e del modo meccanico, onde esegue la vista.

195

ARTICOLO VI.

Di alcuni particolari Fenomeni riguardanti la Vista.

204

LE-

LEZIONE XXIV.

Proseguimento della teoria della Luce. Pag. 216

ARTICOLO I.

De' Microscopj, e della diversa loro costruzione. ivi

ARTICOLO II.

Della Lanterna magica, e della Camera oscura. 226

ARTICOLO III.

De' Telescopj di rifrazione, e delle loro differenti specie. 228

ARTICOLO IV.

De' principj della Catottrica, ossia della luce rimbalzata. 237

ARTICOLO V.

Delle proprietà delle varie sorte di Specchi. 240

ARTICOLO VI.

De' Telescopj di riflessione. 254

LEZIONE XXV.

Sui Colori. 260

AR-

ARTICOLO I.

Della diversa Rifrangibilità della Luce; e quindi dei Colori in essa esistenti. Pag. 260

ARTICOLO II.

De' Colori considerati ne' Corpi. 266

ARTICOLO III.

Della formazione delle Meteore enfatiche. 272

LEZIONE XXVI.

Sull' Elettività. 278

ARTICOLO I.

De' progressi di questa Scienza, e della varia natura de' corpi relativi all' Elettività. ivi

ARTICOLO II.

Della Macchina elettrica, e de' principali fenomeni dell' Elettività. 283

ARTICOLO III.

Della natura, e delle principali qualità del Fluido elettrico. 293

AR.

ARTICOLO IV.

De' principali sistemi intorno alla derivazione ed alla diffusione del Fluido elettrico. Pag. 298

ARTICOLO V.

Della Bottiglia di Leyden. 305

ARTICOLO VI.

Del potere elettrico dell' Anguilla del Surinam, della Torpedine, e d' altri Pesci. 318

ARTICOLO VII.

Dell' Elettroforo perpetuo; e dell' elettrico potere della Tormalina. 322

ARTICOLO VIII.

Dell' Elettività atmosferica. 325

ARTICOLO IX.

Della formazione di varie sorte di Meteore. 339

ARTICOLO X.

Dell' applicazione dell' Elettività a varie specie di morbi. 347

LEZIONE XXVII.

Sul Magnetismo.

Pag. 395.

ARTICOLO I.

Della virtù attrattiva e ripulsiva della calamita. 396

ARTICOLO II.

Della comunicazione del Magnetismo, e quindi delle calamite artificiali. 401

ARTICOLO III.

Della polarità della Calamita; della declinazione ed inclinazione degli aghi magnetici. 405

ARTICOLO IV.

Succinta idea de' principali sistemi intorno a' fenomeni magnetici. 410

LEZIONE XX.

Sull' Acqua.

ARTICOLO I.

*Della natura e delle proprietà dell' Acqua ,
considerata nel suo stato di fluidità .*

992. **L'**elemento dell'acqua trovasi sparso dappertutto, non solamente sulla superficie di questo nostro globo, *ove forma* immensi mari, fiumi di vastissima estensione, sorgenti di varie qualità, laghi, e paludi; ma eziandio dentro le sue viscere, ove va scorrendo, oppur trapelando lentamente, per somministrar l'origine a parecchi fonti e riviere che trovansi al disotto di quei naturali serbatoj. Nelle Lezioni precedenti l'abbiam veduta abbondantissima nell'atmosfera in ogni luogo: ed in ogni stagione, senza eccettuarne lo stato in cui quella sembra esser più secca: somministra ella quivi la materia alle nebbie, alla rugiada, alle nubi, alle piogge, e ad altre simili meteore. Ugualmente certo è benanche d'entrar ella a parte della sostanza dei vegetabili e degli animali, nonchè di parecchi corpi del regno fossile e minerale, siccome ce lo dimostra ad evidenza l'analisi chimica, e son quasi per dire l'oculare ispezione. Ci attesta il Boerhaave, che un pezzo di corno di cervo, indurito in modo nel corso di 40 anni, e che facea fuoco coll'acciajo, somministrò tanto di acqua col mezzo della distillazione, che pareggiava l'ottava parte del suo peso (310). Un pezzo di

Tom. IV. A os-

(310) Gli Antichi che ignoravano che l'acqua fosse un composto d'idrogeno e di ossigeno, e che ignoravano ancora che le sostanze animali e vegetabili contenessero come principi essenziali queste due sostanze, credevano, come crede il nostro Au-
to-

osso di un animale, renduto durissimo ed arido durante lo spazio di 25 anni, diede una gran copia del detto elemento in forza dello stesso mezzo (311). In un'oncia di allume, oppure di sal di Glaubero, v'è per lo meno una mezz'oncia di acqua: nè v'ha alcun sale, il quale non ne contenga una certa quantità, onde deriva la lor forma cristallina e la loro trasparenza. Di qui è che i Chimici la denominano *acqua di cristallizzazione* (312). Per la qual cosa Talete Milesio fu di sentimento esser l'acqua la materia primigenia; di cui vengono poscia formate tutte le varie specie di corpi: opinione adottata al dì d'oggi da alcuni Fisici moderni, e particolarmente dall'insigne Wallerio, come scorgesi dall'egregio suo libro intorno all'*Origine del mondo* (313).

993.

tore, che l'acqua che si trae colla distillazione da tali sostanze, esistesse del tutto formata nella loro sostanza; e quindi ritrovavano ad ogni passo motivi di stupore, veggendo, particolarmente, che una sostanza arida, ad arte disseccata, e vecchia di 40, 50 anni, desse dell'acqua in copia mercè la distillazione. Ora all'opposto, riesce semplicissimo il comprendere come l'idrogeno della sostanza animale, vegetale, o del corno di cervo, inalzato che sia ad una grande temperatura, si combini coll'ossigeno della stessa sostanza, e formino quindi dell'acqua che non aveva giammai esistito in tale sostanza.

Non è dunque che il corno di cervo contenga dell'acqua, ma contiene i principj soltanto che servono a comporla. Vedi a questo proposito le note 79 e 161.

(311) Vedi nota 310.

(312) L'acqua di cristallizzazione ch'entra in una quantità di sostanze saline, non è confondibile coll'acqua che si trae dalle sostanze secche vegetabili ed animali esposte al fuoco, o per mezzo della distillazione. La prima non è che l'acqua medesima che ha perduto il suo calorico e che si è solidificata, combinandosi, per una prevalente affinità, colla sostanza salina di cui fa parte; la seconda è l'acqua che si è formata nel modo esposto alla nota 310.

Come l'acqua diventi in un momento solida, combinandosi con alcuni corpi, e perdendo il suo calorico, noi lo veggiamo in tutti i cementi in cui vi entri particolarmente la calce. L'acqua nella calce vi resta unita nello stato solido eternamente, senza che mai questo cemento in cui entra gran copia di quest'acqua, dia segno di umidità qualunque (vedi note 6 e 310).

(313) Già abbiamo veduto replicatamente che i principj che com-

LEZIONE XX.

993. Sparsa l'acqua per ogni dove, siccome abbiamo brevemente dimostrato, riguardar si dee come uno degli agenti più poderosi e formidabili, a cui impera la Natura. Benchè talora placida, o stagnante, sembri del tutto incapace di operar grandi cose, il più delle volte però scorgesi agitata da rapidi movimenti; e non di rado inquieta e furibonda, non ha argine che la raffreni, non ostacolo che l'arresti, non forza che la contrasti; ma vincitrice sempre e rigogliosa, scorre e devasta immense campagne; abbatte ville e città; stermina boschi e capanne; avvala monti e colline; sommerge isole e continenti; oppur ne forma e ne innalza dei nuovi dall'incommensurabil suo seno; e cangia in tal guisa imperiosamente di tratto in tratto la faccia della Terra.

994. Per avere una giusta idea delle sue proprietà, fa mestieri considerarla nello stato della massima sua purezza, allorchè costituisce un fluido limpido e trasparente, scevro d'ogni sorta di odore e di sapore, e capace di congelarsi mercè di un determinato grado di freddo. Succede però all'acqua quel che abbiamo detto dell'aria (§ 652); vale a dire, che forse non esiste in verun luogo del tutto pura, essendo ella facilissima ad impregnarsi di particelle straniere; e l'esperienza ci fa vedere che non ci è massa d'acqua per limpida ch'ella sia, la quale non contenga dei principi eterogenei avviluppati nella sua sostanza, i quali per altro differiscono notabilmente nella loro quantità e qualità. Nell'acqua di neve, secondo l'analisi di Bergman, suol esservi del sal marino calcareo, e un debole indizio d'acido-nitroso; le quali sostanze rinvengonsi in

A 2

mag-

compongono l'acqua, fanno parte essenziale grandissima di tutti gli esseri organici della natura, &c. Questa verità deve condurci a credere che i Filosofi della più rimota antichità, come Talete di Mileto, vedessero in modo più semplice entro della natura vivente, di quello che vedevano fino a questi ultimi tempi i nostri Filosofi. Se Talete avesse presentito un poco più chiaramente come l'acqua si fissasse ne' corpi, quanto risalto non avrebbe avuto la sua teoria in confronto di tutte le altre che ressero fino a' giorni nostri?

F I S I C A

maggior dose nell'acqua piovana. Quelle di fiume sogliono contenere della terra calcarea, del sal comune, e talvolta un poco di alcali: le acque de' pozzi sono d'ordinario più doviziose degli stessi principj, e sovente ancora di selenite e di nitro. Quasi tutte poi tengono in se avviluppata dell'aria pura, onde nasce quel vivo senso di freschezza, che anima per così dire le acque potabili. Ve ne ha poi parecchie, le quali sono più, o meno impregnate d'aria fissa. L'esistenza di siffatti principj nelle acque, indipendentemente dall'analisi, si manifesta sensibilmente dalla varia lor qualità, non essendo esse ugualmente atte a cuocere i legumi, e a far del buon pane, del thè, del caffè, alla manifattura delle tinte, e ad altre operazioni di similgiante natura. La fluidità dell'acqua dipende certamente dal principio generalissimo, che costituisce tutti i fluidi; cioè a dire dal fuoco elementare, che trovasi sparto tra le sue particelle, siccome dichiareremo a miglior luogo (314).

995. Per quanto ci costa da un gran numero di tentativi praticati, l'elemento dell'acqua dovrebbe riputarsi inalterabile (315). Egli è vero ch'ella si risolve in vapori; ma questi addensati dal freddo convertonsi in acqua di bel nuovo. Tal è stato il successo degli esperimenti del Fontana e di altri Fisici illustri, da cui si è messa alla prova entro tubi di metallo fino al segno di renderla rovente. Potrebbe allegarsi in contrario il risultato degli esperimenti di Boyle e d'altri Chimici

(314) Abbiamo già antecedentemente dimostrato essere il calorico l'unico dissolvente della natura, da cui tutti gli altri corpi ripetono lo stato loro di liquidità e fluidità aeriforme; dal che siamo autorizzati a concludere che l'acqua è appunto un composto di diaccio e di calorico, come in seguito si scorderà distintamente. La causa dunque della fluidità dell'acqua è unicamente dovuta al calorico con cui il diaccio è combinato.

(315) Se l'Autore stesso riportò le particolarità sperimentali della decomposizione e ricomposizione delle acque per mezzi affini, come ora può mai nemmeno supporre un essere inalterabile ed elementare (vedi nota 261)?

LEZIONE XX.

ci valentissimi, i quali avendo distillato più volte di seguito lo stesso volume di acqua, ne ritrassero in ogni distillazione una certa porzione di terra; cosicchè dopo la centesima distillazione se ne ottennero $\frac{1}{100}$: dal che riputarono eglino doversene inferire, che proseguendo più oltre la dichiarata operazione, tutta la massa dell'acqua sarebbesi convertita nel testè mentovato elemento. Ma il laborioso sig. Lavoisier quantunque avesse ottenuto il medesimo risultato dal ripetere parecchie volte il detto esperimento colla massima diligenza e con tutte le cautele possibili, ci assicura tuttavia, che l'indicata terra, la quale si ottiene in ogni distillazione, non è affatto appartenente all'acqua, ma deriva soltanto da' vasi, ove si esegue la detta operazione; nella cui superficie fassi qualche sorta di raschiatura durante l'operazione medesima. Non è questa una cosa ideale; ma si è dedotta dal pesare diligentemente i vasi suddetti, prima e dopo di avervi distillato dell'acqua. Ciò facendo si è costantemente rinvenuto che la terra in quistione pareggiava esattamente il peso che andavasi scemando ne' vasi.

996. Potrebbe altri forse cadere in errore dallo scorgere, che l'acqua distillata racchiusa in un matraccio, guernito di un lunghissimo collo ermeticamente suggellato, dopo di avervi bollito per due giorni senza interruzione, comincia a prendere un color bianchiccio; dopo sei giorni di bollitura divien come latte; ed a capo di dodici giorni si fa densa e glutinosa. Uopo è però, ch'io rammenti ch'essendosi un tale esperimento praticato dal signor Scheele, si accorse egli ad evidenza, che la parte interiore del fondo del matraccio avea perduto affatto il suo lustro fino all'altezza, ove l'acqua era montata bollendo; cosicchè non gli restò il menomo dubbio, che il vetro del matraccio era stato scomposto in parte, ed avea comunicato all'acqua le qualità rapportate di sopra. Lo stesso intender si dee di qualunque altro esperimento di simile natura.

997. All'idea però dell'immutabilità dell'acqua par che si opponga direttamente l'esperimento di Priestley da noi rapportato nel § 885, il quale ci dimostra che dalla combustione delle due arie, deflogisticata e in-

fiammabile, ne risulta immediatamente dell'acqua pura; talchè parrebbe affatto deciso non esser l'acqua, come si è sempre riputato, un semplice elemento, ma bensì una sostanza composta d'entrambi i fluidi accennati. Tantovieppìù, che un volume d'acqua pura può scomporsi agevolmente nelle mentovate due arie nel modo indicato nel § 887. Cosa volete che si dica su tal punto? Il successo dell'esperimento è luminoso e costantissimo; e tutto il sospetto che cader potrebbe sulla conseguenza da esso dedotta, sarebbe quello di dire, che in vece di esser l'acqua un prodotto delle due arie deflogisticata ed infiammabile, sieno queste un prodotto dell'acqua: vo' dire con ciò, che potrebbe darsi che l'aria deflogisticata non fosse altro che acqua privata di flogisto, e doviziosa di materia del calorè, e la infiammabile un'acqua flogisticata; cosicchè rientrando in quella il flogisto, e dissipandosi la materia calorifica nell'atto della loro accensione, vengasi l'acqua a ripristinar di bel nuovo (316). Questo sospetto può essere avvalorato primieramente da' recentissimi esperimenti dello stesso Priestley, nei quali ha egli rinvenuto non esser l'aria infiammabile il puro flogisto, come egli avea prima immaginato (§ 875), ma bensì il flogisto medesimo combinato con acqua: ed in secondo luogo dall'esperimento rapportato nel § 899, in cui producesi aria infiammabile facendo passare il vapor dell'acqua per una massa di limatura di ferro, che ognun sa esser doviziosa di flogisto (317). Comunque sia

(316) Come è mai possibile, dopo le cose riportate dallo stesso Autore al § 887 e 888, il supporre in questo punto che l'aria deflogisticata sia acqua meno flogisto, e l'aria infiammabile sia acqua più flogisto, e che tolto il più da una parte, e restituito il meno dall'altra, tornassero l'una e l'altra acqua? La cosa sarebbe bizzarra assai; giacchè si troverbero identiche fra loro anche le basi del gas ossigeno, e la base del gas idrogeno; nè vi sarebbe altra differenza che il più, o meno di un ente che si può bensì supporre, ma non mai dimostrare (vedi note 83 e seg.).

(317) Quante ipotesi e quanti errori non si succedono gli uni

LEZIONE XX.

sia la cosa in se stessa, il successo degl'indicati esperimenti è sempre grande ed ammirabile; e sarà vero o che l'acqua è un composto d'aria deflogisticata ed infiammabile, oppur ch'ella si può convertire in coteste due arie. L'attività grandissima, onde pongonsi al cimento al dì d'oggi i fluidi aeriformi da soggetti di gran valore; e gli amplissimi lumi che si son procurati in forza delle laboriose loro investigazioni, ci fanno sperare di potersi ottenere tra breve lo sviluppo di un punto così interessante e meraviglioso (318).

998. Tra le varie proprietà dell'acqua, vi è quella di non esser ella capace di condensazione, per grande che sia lo sforzo che altri vi usi. I primi a scoprire una tal verità, furono gli Accademici del Cimento, i quali avendo riempito d'acqua addiacciata un globo dilicata di argento; e quindi avendo chiuso il suo orificio colla massima esattezza possibile, osservarono che a proporzione che il globo si ammaccava in virtù dei colpi del martello, l'acqua in esso contenuta lungi dal soffrire il menomo condensamento, trapelava fuori dei pori del metallo alla guisa che fa il mercurio per quei d'una pelle. Questo esperimento ha corrisposto esattamente all'aspettazione di tutti coloro, i quali lo hanno ripetuto, anche col far uso di acqua spogliata interamente dell'aria che appiattar si suole ne' suoi pori. Ciò nondimeno v'ha ancora chi sostiene esservi nell'acqua qualche grado di elasticità (319). Ed è cosa da far certamente trasecolare il vedere, che non cede agli sforzi della compressione neppur l'acqua calda, il cui

A 4

vo-

uni agli altri per sostenere un ente puramente di ragione, e che varia ad ogni istante, come variano la diversa natura de' corpi e le loro modificazioni? Qualora il lettore voglia formarsi idee distinte sui principj che compongono l'acqua, e sui principj ne' quali essa si risolve, basta ch'egli consideri ciò che rapportò l'Autore stesso al § 887, 888 e la nota 261 (vedi pure nota 83).

(318) Lo sviluppo interessante e meraviglioso si era già ottenuto con matematica precisione molti anni prima del 1792 (vedi le note antecedenti e specialmente la nota 78).

(319) L'acqua è un composto, come si è detto, di diaccio e di calorico; l'acqua dunque può soffrire un qualche grado di com.

Volume si trova sensibilmente dilatato in virtù del calore. Abbenchè però non sia ella sensibilmente compressibile per qualunque artificio che altri vi abbia adoperato (avendo gli Accademici del Cimento fatto uso di varj tentativi oltre al divisato di sopra, fino a quello di caricare di 80 libbre di mercurio un picciol volume d'acqua racchiuso in un tubo): scorgesi però, ch'ella si addensa poi di bel nuovo da se stessa qualora si raffredda (320).

999. Il fatto testè rapportato bastar dee per convincerci che le particelle dell'acqua sono oltremodo rigide e dure: cosa che non si crederebbe, se non fosse confermata ulteriormente da sperienze decisive. Faciasi uso dell'apparecchio descritto nel § 310; e caricata a palla la canna di archibuso I K, s'inclini per circa cinque gradi al disotto della linea orizzontale; e poscia si spari. Sarà tale la durezza delle parti dell'acqua, contro cui la palla andrà ad urtare, che oltre al soffrir questa talora in quella parte della sua superficie, onde s'imbatte, un notabilissimo schiacciamento, ne sarà rimbalzata con tanta violenza, che andrà

a fo-

Tomo I.
Tav. VII.
Fig. 5.

compressione pel solo peso ordinario dell'atmosfera, passando da una temperatura calda ad una temperatura fredda; e questo grado di compressione sarà in proporzione del calorico che è costretta di cedere a' corpi circostanti. Ciò porta l'idea che l'acqua non cessa di essere compressibile se non se perdendo la sua liquidità, o divenendo corpo solido. L'acqua può esser pure compressibile in proporzione dell'aria che contiene in se disciolta, qualora non si dimostri che quest'aria è in istato di tale densità nell'acqua, da non poter perdere nuovamente una data quantità di calorico mercè una grandissima compressione.

Già in ciascuno di questi due casi separatamente, o quando tutte e due le cause combinate concorrono, la compressibilità ed elasticità dell'aria non possono essere che picciolissime, ma però reali. Si sa anche per esperienza che l'acqua è atta a trasmettere de' suoni (vedi note 22, 41, ec.).

(320) L'aumento di volume che acquista l'acqua riscaldandosi, diventa allora intrinseco alla sua natura, cioè all'affinità necessaria ch'essa esercita col calorico, il quale, come si è detto parlando dell'aumento di volume dell'aria, attraversa il vaso che la contiene, si combina con essa, e forma un

tut-

LEZIONE XX.

§ forare un pezzo di tavola che si ergesse a piombo sul lato E del vaso A B C D, ove l'acqua è riposta. La durezza dell'acqua vien comprovata similmente in una maniera incontrastabile dell'ordinario giocolino de' ragazzi, i quali tirando una pietra obliquamente sulla superficie di quella, ne la fanno indi risaltare, una, o più volte di seguito, con loro grandissimo diletto (321).

1000.

tutto necessariamente maggiore di quello che era l'acqua prima di essersi innalzata di temperatura, o in altri termini, prima di essersi combinata con nuovo calorico. Da ciò ne segue che l'acqua calda, finchè si mantenga alla stessa temperatura, non può soffezire, in quanto alla sua combinazione col calorico, quella diminuzione che soffre quando cede per affinità il suo calorico ed altri corpi, esposta che sia ad una temperatura più fredda (vedi note 23, 42, e 319).

(321) Nella nota precedente abbiamo veduto, perchè non si possa comprimere in date circostanze l'acqua, senza che abbiasi a ricorrere a rigidità, o durezza di parti della medesima. Le palte poi, le pietre, ec. scagliate nell'acqua con un moto di proiezione quasi orizzontale, rimbalzano per due ragioni:

I. Per la refrazione del moto che i corpi soffrono nel loro passaggio da un fluido più raro ad un fluido più denso.

II. Per la elasticità poco, o molta dei corpi tirati, o per quella dell'acqua o del liquido in cui si tirano.

Rapporto alla prima causa, abbiamo veduto, trattando della refrazione dei corpi, che se dall'aria si lancia obliquamente un corpo qualunque nell'acqua, giunto a questa, prosegue a muoversi con una direzione più vicina di prima all'orizzontale, ovvero alla superficie dell'acqua stessa. Ora, siccome nel caso nostro, essendo la direzione dei corpi sommanente obliqua, sono molto vicini all'orizzontale anche prima di giugnere all'acqua; è chiaro, che dopo esservi giunti, avvicinandovisi ancora più, possono proseguire il loro cammino, o per la stessa orizzontale od anche sopra.

Quanto alla seconda causa, la cosa è chiara da se, per tutto quello che si è detto trattandosi dei corpi elastici. Quindi ne segue che il rimbalzo è in ragione diretta dell'elasticità del corpo che si lancia, e del liquido in cui questo corpo si tira, ed è inversa dell'angolo di proiezione, cioè un corpo tanto più sbalzerà sopra la superficie dell'acqua, quanto più sarà grande la sua elasticità e quella non meno del liquido (che sarà maggiore come sarà più denso); e quanto più sarà piccolo l'angolo formato dalla linea di proiezione e dall'orizzontale.

Cre-

1000. E' facile l'accorgersi che l'acqua è un efficace e poderoso sciogliente di varie sostanze. Ciò forse deriva dalla somma picciolezza e mobilità delle sue particelle, le quali internandosi per la divisata ragione dentro i numerosi interstizj di parecchi corpi, vanno quivi a disgregare le loro parti componenti, e quindi le sciolgono combinandosi con quelle (322). Le pelli, le corde, i legni d'ogni genere, ne sono penetrati soltanto: gonfiano essi il lor volume, e si aumentano di peso, siccome ce lo dimostrano ad evidenza i telaj delle finestre, le porte, i forzieri, ed altri simili lavori di legname, i quali quando non sieno verniciati non si possono chiudere il più delle volte in tempi assai umidi (323). Ma i sali d'ogni genere, varie specie di terre, le gomme, ed altri corpi di tal natura, vengono ri-

Crediamo dunque vote di senso nel caso nostro le parole *rigidezza* e *durezza* delle particelle dell'acqua, dalle quali l'Autore desume le sole cause dei riportati fenomeni.

(322) Nè alla picciolezza, nè alla mobilità delle particelle dell'acqua si debbe attribuire l'azione che l'acqua esercita sopra ai corpi, ma unicamente alla sua affinità per loro; dai gradi diversi della quale ne risulta che un corpo si scioglie nell'acqua, che un altro aumenta di volume ammettendo soltanto dell'acqua, e non si scioglie; e che un altro finalmente nè si scioglie, nè aumenta di volume, standovi immerso anni interi. Parlandosi del modo con cui agisce l'aria sopra ai corpi, abbiamo già somministrato gl'indizj bastanti, onde comprendere distintamente questa verità (vedi nota 29). Siamo però costretti di ricordare ch'essendo, come si è detto, l'acqua un composto di diaccie ossia d'un corpo solido, e di calorico, ne segue che l'acqua cresce progressivamente nella sua qualità dissolvente, come crescono i gradi di calore ch'essa acquista; giacchè si sa che l'acqua, per esempio, presa a dieci gradi sopra il gelo, e riscaldata fino a settanta, viene ad essere un composto dell'acqua a 10 gradi, più 60 gradi di temperatura, ossia calorico bastante per inalzare a 60 gradi una data quantità d'acqua.

E' facilissimo dunque il comprendere, perchè il diaccio non sia atto a disciogliere alcun corpo; perchè l'acqua ne disciolga molti; e perchè quest'acqua stessa disciolga de'corpi tanto più e tanto meglio, quanto più contiene di calorico, ossia di dissolvente universale (vedi note 10, 22, ecc.).

(323) Vedi nota 322.

ridotti da essa ad un perfetto scioglimento : ed un siffatto potere cresce a proporzione che le sue particelle rendono più mobili e più attive, come diremo più innanzi (324).

1001. Vuolsi però badare, che un dato volume di acqua non è capace di sciogliere, salvochè una determinata quantità di sale. Dopo di averla sciolta, dicesi allora d'esserne *saturata*; talmentchè qualunque altra quantità, che vi si gettasse al di dentro, non ne sarebbe attaccata affatto, e rimarrebbe del tutto illesa. In questo stato di cose reca stupore il vedere ch'ella è at- tissima a sciogliere un'altra quantità di sale di natura diversa da quello, di cui abbiám supposto trovarsi ella già saturata (325).

1002. Per l'efficacia ch'ella possiede d'internarsi nei pori de' corpi, e di tenere in dissoluzione i sali, certe specie d'olj, ed altre simili sostanze, riesce ella at- tissima, anzi necessaria, non solamente alla vegetazion delle piante, ma eziandio alla vita degli animali; ed è ella il veicolo di tali materie non solo per la via delle radici, ma ancora pei pori assorbenti delle foglie, i quali traendo a se l'aria fissa (§ 822), e parte di quel misto di sostanze straniere, che naturalmente galleggiano nell'atmosfera, le convertono poscia in loro nu- dri-

(324) Vedi nota 322.

(325) Essendo sempre dovuto a cause affini qualunque cangiamento che soffra un corpo, e qualunque fenomeno ch'esso presenti renderemo pertanto ragione dei due fenomeni di sopra riportati dall'Autore relativamente ai limiti della dissoluzione dei sali nell'acqua, ec. non che di ogni altro fenomeno di tal natura. Si fa astrazione dal cangiamento de' corpi dipendenti dall'azione meccanica, mentre ognun sa a cosa esso si riduca.

Noi dividiamo tutti i corpi della natura (relativamente al combinarsi alla pressione e temperatura in cui viviamo, ed al rimaner combinati, senza decomporsi tra di loro a due a due) in tre classi. I. In corpi atti a combinarsi fra loro e rimaner combinati, quantunque l'uno e l'altro di essi indistintamente sia in quantità indefinita rapporto all'altro. Questa composizione per affinità reciproche ed indefinite tra due corpi, non può aver luogo che quando i due corpi sono e l'uno e l'altro nello
sta-

dirimento, che unitamente all'acqua soffre la stupenda metamorfosi di cui si è ragionato nel § 18 (326).

1003. Dalla facilità e prontezza, onde l'acqua s'interpone ne' cuoi, ne' minimi vasi de' vegetabili e degli animali, nelle pietre, e finanche ne' metalli (§ 1000), i quali riescono del tutto impenetrabili all'aria, taluni han francamente conchiuso, che le parti dell'acqua sono più tenui e sottili di quelle dell'aria. Questa indu-

stato o di fluidità aeriforme, o di liquidità; mentre le capacità che acquistano per contenersi vicendevolmente, non possono mai cangiare in modo da convertirsi o l'uno, o l'altro de' componenti in istato di solidità. Una goccia d'acqua, per esempio, ammette all'infinito lo spirito di vino e *viceversa*, ed un pollice cubo di gas ossigeno ammette indefinitamente il gas azoto a *viceversa*, e così, ec. II. In corpi combinandosi a due a due, non ammettono in quantità indefinita nella loro combinazione che uno solo di essi, mentre diventa circoscritta sempre la quantità dell'altro. Questo avviene in ogni caso in cui si tratti di combinare un corpo solido con un corpo fluido. Il corpo fluido che si chiama dissolvente, può accrescersi all'infinito, ed il corpo solido no; poichè minorandosi la capacità del corpo fluido per contenere disciolto il corpo solido, a misura che ne discioglie, o in altri termini a misura che il dissolvente si avvicina alla natura e allo stato del corpo solido, giugne più, o men presto il punto in cui il corpo fluido, o dissolvente non può disciorre altro corpo solido, ec. Il sale, lo zucchero, ec. che si disciolgono nell'acqua, presentano tutti questo fenomeno. III. In corpi ch'essendo o tutti e due liquidi, oppure uno solido e l'altro liquido, non possono combinarsi per difetto di affinità. L'acqua per questa ragione non si combina o non discioglie l'olio, nè questo una sostanza gommosa. Non si discioglie dunque più sale nell'acqua dopo una data quantità, poichè l'acqua non ha più la capacità di contenerne, sebbene però possa essere atta a disciorre un altro sale che non esiga la stessa capacità nell'acqua per contenerlo, come esigea il primo ch'era disciolto.

Come poi tutte le dissoluzioni in generale si sa non operarsi che per mezzo del calorico, così dall'introdursi più, o meno di calorico in un dissolvente, ne segue ch'esso disciolga più sale, zucchero, ec. per esempio a 20 gradi del termometro, che a dieci, cinque, ec.

(326) Rapporto al vero modo di agire dell'acqua nella vegetazione, abbiamo detto l'occorrente alle note 176 e seg.

duzione però non è del tutto concludente; potendo derivare l'accennata differenza dal loro diverso peso; dalla diversa configurazione delle loro parti; da particolari gradi di affinità, o ripulsione con que' tali corpi; e da altre cagioni simiglianti. Un tubo capillare finissimo, che dà l'adito all'aria, non lascia passar l'acqua. Potrebbeasi dunque conchiuder bene da ciò, che le parti dell'aria sono più sottili di quelle delle acque? (327).

1004. Non essendo possibile di aver l'acqua in tutta la sua purità per cagione delle materie eterogenee, ond'ella s'impregna (§ 994), non si può similmente determinare con tutta l'esattezza la sua gravità specifica; essendo ella diversa a proporzione che l'acqua trovasi più, o meno caricata di quelle tali materie (328). Vuolsi anche porre a calcolo il divario cagionato dalla diversa temperatura dell'atmosfera ne' diversi tempi e nelle differenti stagioni. Da ciò derivano i dispareri tra coloro, i quali han cercato di farne il saggio. Tuttavolta però sono convenuti i Fisici di prendere

(327) Se dalla facilità e prontezza con cui un liquido s'introduce in un solido, si dovesse dedurre la maggiore, o minore tenuità delle sue parti, allora dovrebbeasi conchiudere che le parti del mercurio sono più tenui di quelle dell'acqua e dell'aria, poichè esse penetrano e s'internano nell'oro, argento, ec. corpi tutti che non vengono certamente penetrati nè dall'acqua nè dall'aria. Ma ciò è assurdo, e lo sarebbe egualmente ogni altro ragionamento che far si volesse sopra i fenomeni che presentano i corpi liquidi in generale applicati ai solidi, come dipendenti, cioè, dalla differenza del loro peso, dalla configurazione delle loro parti, dalla loro ripulsione, ec. Convien sempre ricorrere all'affinità rispettiva de' corpi gli uni cogli altri. Quest'è la causa a cui riportar si debbono tutti i diversi fenomeni che presenta l'azione dei liquidi, o fluidi sopra corpi solidi (vedi nota 29 e 322).

(328) L'arte veramente ci suggerisce un mezzo facile per aver l'acqua pura. Ciò è attaccato ad un principio semplicissimo, cioè, che l'acqua non contiene di estraneo alla sua purità, che corpi o più solidi, o più volatili di essa. Quindi la distillazione fa il doppio effetto di separare gli uni e gli altri, e ci dà acqua pura atta a servire ad ogni sperienza, e farci conoscere qual sia realmente la sua gravità specifica (vedi nota 98).

re la gravità mezzana, ch'è risultata da' varj esperimenti; cosicchè da parecchi trovasi stabilito essere ella rispettivamente alla gravità dell'aria comune come 800 ad 1. Un piede cubico d'acqua dolce farsi ascender generalmente a circa 70 libbre di peso (329).

A R T I C O L O II.

Dell'acqua considerata nello stato di vapore.

1005. **A**bbiamo altrove notato (§ 995), che l'acqua può facilmente convertirsi in vapori, i quali poscia addensati dal freddo ritornano in acqua di bel nuovo. Or considerando l'acqua in questo punto di veduta, ci presenta ella parecchie altre proprietà, e nuovi fenomeni interessantissimi, i quali meritano d'essere esaminati con una particolare attenzione.

1006. Per poter meglio seguire le tracce della Natura in queste tali ricerche, mettian l'acqua dentro d'un vaso, ed esponiamolo al fuoco: ed affinchè possiamo meglio vedere quello che segue, facciam che un tal vaso sia di vetro dilicato. Dopo d'esser ella stata per picciolo tempo in questa situazione, incomincia ad esser penetrata dal fuoco, le cui particelle disposte regolarmente in una serie, veggonsi montare su dal fondo del vaso verso la superficie dell'acqua alla guisa di tanti fili luminosi, che si possono chiaramente scorgere al bujo a traverso del vetro. Moltiplicandosi eglino di mano in mano, si uniscono a formare delle strisce luminose finattantochè penetrano dappertutto, ed in varie direzioni, la sostanza dell'acqua; le cui particelle disgregate dalla forza di quelli, lasciano scappar l'aria ch'era quivi appiattata. Dilatasi questa immantinente in vigor della sua molla, e del fuoco che l'investe; e facendosi strada verso la superficie dell'acqua, ove crepansi le sue bolle, agi-

(329) Vedi nota 328.

agita per tutt' i versi , e pone in grandissimo scompiglio tutte le particelle dell' acqua medesima , la quale in tal caso dicesi *bollire* . Questo bollimento viene accompagnato da una specie di sibilo e di strepito confuso , il quale deriva sì dal crepito delle bolle aeree , sì dagli urti frequenti dell' acqua , contro il fondo e le pareti del vaso , sì finalmente dal vivo contrasto di essa coll' atmosfera imminente , la cui pressione serve di poderoso freno all' agitazione dell' acqua , ed all' innalzamento de' vapori che se ne van mano mano staccando . Nuove particelle di fuoco van succedendo di grado in grado alle prime già introdotte ; a queste diffondendosi colla stessa celerità nell' aria contingua insieme co' vapori , serbasi costantemente nell' acqua il mentovato bollimento .

1007. Il bollire adunque , di cui ragioniamo , senza che altri il contenda , è veramente lo stato in cui l' acqua dal suo stato di liquidità fa passaggio a quello di gas , ossia di fluido aeriforme ; il quale investito dalla materia del calore , rendesi tosto volatile ; disortachè staccandosi egli dalle particelle acquose non ancora ridotte a cotale stato , passa ad introdursi nello stato di perfetta trasparenza nel seno dell' atmosfera (330) .

1008.

(330) Il bollimento dell' acqua è appunto il passaggio che fa la stessa dallo stato di liquidità allo stato aeriforme , mercè una compiuta dissoluzione nel calorico , che diventa notabile quando l' acqua pura acquista 80 gradi di temperatura sopra lo zero alla pressione di 28 pollici . Sarà utile a questo proposito il tenersi presente quanto segue . I. Che il diaccio è la base dell' acqua . II. Che l' acqua è la base dei vapori . III. Che quindi l' acqua ed i vapori sono composti d' acqua e di calorico . IV. Che i limiti della liquidità dell' acqua sono circoscritti fra lo zero del termometro e gli 80 gradi . V. Che perciò l' impiegare maggior quantità di calorico , oltre agli ottanta gradi nella svaporazione dell' acqua , altro non fa che porne in vapore una maggior quantità , senza ch' essa soffra giammai una temperatura maggiore degli 80 gradi suespressi . VI. Che i limiti dello stato aeriforme dell' acqua nel voto , sono dagli 80 gradi all' infinito , aggiugnendovisi calorico . VII. Che i limiti dello stato aeriforme dell' acqua , allorchè sia questa in combinazione coll' aria , sono per l' affinità che hanno questi due corpi , da sotto lo zero fino all' infinito .

1008. Porta il pregio di osservare in questo luogo, che il grado di calore richiesto per eccitare del bollore nell'acqua in generale non è sempre il medesimo, ma dipende moltissimo sì dal vario grado di purità dell'acqua stessa, come ancora dallo stato attuale dell'atmosfera; conciossiacchè egli è dimostrato dall'esperienza, che siccome l'acqua più pura bolle agevolmente al più leggero grado di calore (331), così uopo è, che il medesimo si vada aumentando sempre più per produrre lo stesso effetto, a misura che le acque sono impregnate di maggiore quantità di particelle straniere, specialmente quando queste sieno fisse per lor natura, e perciò restie ad essere poste in moto, com'è appunto il sal marino, il nitro, la terra marziale, ec. È facile lo sperimentare, che nell'acqua marina non si eccita verun bollimento con quel grado di calore, con cui si fa bollire l'acqua distillata, o pur quella di un pozzo. Egli è d'altronde ugualmente indubitato, che il vario peso dell'atmosfera aver dee una grande influenza sull'effetto in quistione. Imperciocchè dovendo l'acqua superare il peso dell'aria sovrastante nell'atto che bolle, per poter sorgere in qualche modo al disopra del suo naturale livello, e quindi sollevarsi in vapori; egli è chiaro che potrà ella farlo tanto più agevolmente, quanto è minore la pressione dell'atmosfera che le sovrasta. Quindi ne addiviene che l'acqua comincia a bollire ad un più leggero calore sulla cima d'una montagna, che nel fondo della valle sottoposta, o in altri luoghi meno elevati, siccome ce lo attestano le osservazioni ripetute del sig. de Luc, del cavalier Shuckburg, e di altri osservatori. Corrispondentemente a ciò scorgesi benanche, ch'ella bolle con somma facilità dentro d'un recipiente voto della macchina pneumatica: e lo svaporamento ch'ella soffre quivi in virtù di un calore di 80 gradi del termometro di Fahrenheit, è assai

(331) Col dire, che agevolmente l'acqua pura bolle, ossia prende lo stato aeriforme al più leggero grado di calore, niente havvi di ben determinato, perciò vedi nota 330.

sai più abbondante di quello che segue nella temperatura di 212 gradi (ch'è il punto dell'acqua bollente) all'aria libera (332).

1009. Vuolsi però fare su di ciò un'osservazione interessantissima ; ed è , che qualunque determinata specie di acqua , la quale facciasi bollire in vasi aperti nella stessa temperatura dell'aria , giunta che sia allo stato dell'attuale bollore , indicato generalmente dal grado 212 del termometro di Farenheit , è incapace di riscaldarsi maggiormente , per quanto sia grande la quantità di fuoco che vogliasi adoperare per aumentarne il calore , e per quanto sia lungo il tempo , durante il quale si fa ella bollire . Sicchè l'acqua distillata , esempigravia , acquista costantemente un determinato grado di calore , cui non oltrepassa giammai , qualunque volta si faccia bollire nella medesima temperatura dell'atmosfera . Lo stesso intender si dee d'una determinata acqua di pozzo , di mare , &c. Questa è cosa veramente da destar meraviglia ; e la ragion più soddisfacente , che apportar si possa per poter capire onde ciò avvenga , sembrami esser quella , che le parti dell'acqua , attesa la volatilità , cui concepiscono in forza di quel tal grado di calore (§ 1007) , staccansi immediatamente dalle loro simili ; e sollevandosi in aria in forma di vapore , sottraggonsi in tal guisa alla ulterior forza del fuoco , portandone via secoloro una determinata quantità che le investe (333). Questa spie-

Tom. IV.

B

ga-

(332) Abbiamo altrove dimostrato che l'affinità delle basi dell'aria, o l'affinità dell'aria stessa, non che d'ogni altro fluido aeriforme , diventa tanto maggiore pel calorico , quanto più si vengono a togliere sopra di esse i pesi comprimenti che impediscono sempre , o minorano l'affinità di questi corpi pel calorico . Lo stesso riesce dimostrato , trattandosi di ogni corpo liquido . Portandosi sulla cima d'un'alta montagna dell'etere , dell'alcol , dell'acqua , &c. , si scorge facilissimamente ch'essi bollono , o per dir meglio , si convertono in fluidi aeriformi ad una temperatura assai minore che a livello del mare ; e ciò unitamente per l'accresciuta affinità di questi corpi pel calorico (vedi note 23 , 53 , 331) .

(333) Per comprendere tutto distintamente e senza meraviglie , vedi la nota 330.

gazione rendesi più credibile prima di tutto dal vedersi, che qualora fassi bollir l'acqua in vasi chiusi, talmentechè non possa ella sottrarsi all'azion del fuoco, dopo d'esserne stata penetrata fino ad un certo segno, concepisce un grado di calore assai più gagliardo. Si può ciò sperimentare col mezzo della *Pignatta di Papino*, ch'altro non è se non se un vaso ben solido di metallo, il cui coverchio si può chiudere esattamente, e fermarsi per via di viti. Se un tal vaso empiasi in parte di acqua, ed in questa tengasi sospeso un pezzo di stagno, ovver di piombo; quindi chiuso esattamente il suo coverchio, si sovrapponga ad un fuoco violento; l'acqua ivi contenuta concepirà un tal grado di calore, che sarà sufficientissimo a fondere il detto piombo, od anche lo stagno (334).

1010. La dichiarata verità si comprova similmente dall'osservare che i soli corpi volatili son capaci di concepire un determinato grado di calore senza veruna sorta di aumento, ed oltracciò che un tal grado è minore a proporzione ch'è maggiore la loro volatilità (335). E se mai avvien talvolta, che vengano es-

si.

(334) Quest' esperimento che importa moltissimo di tenersi presente, dimostra chiaramente quanto valga la pressione onde impedire l'affinità del calorico pei corpi liquidi. Se lo sforzo che fa l'acqua innalzata ad una sì grande temperatura per combinarsi col calorico, superasse per un momento la forza di pressione della pignatta di Papino, la combinazione dell'acqua col calorico si farebbe allora con tanta rapidità, e l'aumento di volume che prenderebbe l'acqua, sarebbe sì grande e sì pronto, da ocasionare un effetto terribile agli astanti.

Ma come però tutto il calorico della pignatta sopra agli 80 gradi verrebbe tosto impiegato a disciorre o a porre in vapore una quantità più, o meno grande di acqua; così ne segue che l'acqua che rimanesse entro la pignatta dopo questa prima esplosione, si troverebbe tosto ridotta alla temperatura dei soli 80 gradi ch'è il limite, fino al quale l'acqua può rimanere in istato di liquidità (vedi note 23 e 332 ed il § 1020).

(335) Questa conseguenza veramente è falsa. Non havvi anzi per esperienza che i corpi volatili propriamente detti, che sieno capaci di un facile e straordinario aumento di volume; e se questo in qualche caso particolare non arriva, come nella pignatta di

si esposti all'improvviso ad un grado di calore maggior di quello, cui la loro volatilità è capace di soffrire; si genera nelle loro particelle un movimento così tumultuoso, che lungi dal risolversi dolcemente in vapori, son lanciate qua e là con una indicibile violenza. Questo accade per appunto qualor si versa dell'acqua sull'olio bollente, su d'un metallo fuso, oppur su di altre sostanze, il cui calore supera quello che può comportarsi dall'acqua (336). È ciò noto soprattutto per esperienza ai fonditori di cannoni, a cui suol avvenire talora; che un poco di umidità aderente alla forma del loro pezzo d'artiglieria, cagiona degli effetti pur troppo funesti nell'atto che vi si va a versare il metallo già fuso: L'esplosione è stata sì violenta in taluni casi, che non solo è stata capace di sfrantumare in minuzzoli la detta forma e la for-

B 2

na.

di Papino, ciò unicamente dipende dalla grandissima pressione del vaso in cui si trovano rinchiusi questi corpi, pressione che prevale allo sforzo che fa il corpo volatile per dilatarsi; o in altri termini, pressione che prevale allo sforzo affine del corpo volatile rinchiuso per combinarsi col calorico a così alte temperature. Egualmente ogni corpo solido atto a dilatarsi al fuoco, cesserebbe anch'esso d'aumentar di volume, qualora una pressione prevalente gl'impedisce di combinarsi con quella quantità di calorico, di cui sarebbe capace ad una data temperatura (vedi nota 334).

(336) In questi sperimenti, come ognun vede, si tratta di non esservi pressione alcuna che si opponga alla dilatazione de' corpi volatili oltre a quella dell'atmosfera; e quindi essi possono tosto combinarsi col calorico e prendere un immenso volume. In questi sperimenti poi, oltre alla volatilizzazione, havvi anche decomposizione dei corpi liquidi impiegati, e risoluzione di essi in fluidi aeriformi permanenti.

L'olio esposto ad un forte calore si decompone da per se; una porzion del suo idrogeno si separa sotto forma di gas, e una porzione del suo carbonico si combina coll'ossigeno dell'atmosfera, e si forma egualmente del gas acido carbonico. Versandosi poi dell'acqua sopra l'olio bollente, si decompongono entrambi, essa somministra l'ossigeno al carbonio dell'olio, si forma del gas acido carbonico e si pone in libertà copia grande d'idrogeno (sotto forma di gas); altro principio dell'acqua e dell'olio. Versandoci istessamente dell'acqua sopra la maggior

nace, colla morte degli astanti; ma eziandio di fendere il suolo fino ad una certa profondità. Or s'egli è certo, che siccome vi son delle acque nel sen della terra, così vi esistono parimente de' fuochi volcanici attivissimi; chi non comprende che una vena di acqua penetrata a caso fino alla sede di detti fuochi, può cagionare un tremuoto sì violento, che riesca fatale a numerose popolazioni (337)?

1011. Parecchi Fisici son falsamente di parere, che il determinato grado di calore dell'acqua bollente, di cui si è ragionato finqui, possa derivare da ciò, che qualora le parti dell'acqua vengono penetrate da una certa quantità di fuoco nel modo già dichiarato (§ 1006), trovansi elleno così disgregate e distanti l'una dall'altra, che passando quello liberamente tra que'tali interstizj, va quindi a disperdersi nell'atmosfera, senza di aver su di esse la menoma azione.

1012. La mentovata efficacia del calore, mercè di cui le particelle dell'acqua che ne son penetrate, perden-

parte de' metalli roventi, essa si decompone cedendo al metallo l'ossigeno, e si pone in libertà del gas idrogeno. Tutto ciò contribuisce a rendere più terribili ed energici gli effetti, allorchè si versa dell'acqua sopra l'olio, od un metallo rovente.

(337) Cosa operi la forza della pressione per impedire la dilatazione d'un liquido, quantunque rovente, posto in un vaso, o in luogo qualunque in cui non siavi comunicazione coll'aria esterna, ce lo ha schiettamente indicato l'Autore, riportandoci lo sperimento della macchina di Papino. Ognuno da ciò scorgerà facilmente, dopo anche l'esempio dei fonditori riportato, quanto ridicola cosa sia il supporre che un tremuoto possa avvenire entro le viscere della terra, in cui sia tolta la comunicazione coll'aria esterna, per la sola vaporazione dell'acqua, checchè ne dicano tutti coloro che mal valutano, o conoscono gli effetti uniti, o separati che può produrre l'azione di alcuni corpi sopra alcuni altri. I vulcani che sono sempre in comunicazione coll'aria esterna (il che indica che i corpi in vapore non soffrono che una picciola pressione) debbono necessariamente esser tanto più terribili, quanto più l'acqua abbonda rispettivamente alle sostanze sopra a cui va essa a versarsi, e debbono assolutamente cessar d'agire, mancando l'acqua che si vaporizzi, e si decomponga, e somministri continuamente ossigeno ed idrogeno (vedi note 44, 57, 334, ec.).

dedo la lor naturale picciola forza di coerenza, vengono a disgregare e separarsi l'una dall'altra, è una delle cagioni, per cui l'acqua bollente trovasi accresciuta di volume. Siffatto accrescimento è tale, che il volume dell'acqua che bolle, è di $\frac{1}{10}$ maggiore di quello ch'ella occuperebbe nel massimo grado di freddo, prossimo alla congelazione (338). Deriva ciò similmente dalla dilatazione, cui soffre ciascheduna delle particelle dell'acqua in virtù dell'efficacia del fuoco (339). Sicchè poi, e per la scemata lor forza di coerenza, e per la loro leggerezza, avvalorata dalla azione del calore, vengono a sollevare nell'aria in forma di vapore. Nè altri creda che il dichiarato svaporamento dell'acqua succeda soltanto quand'ella sia esposta all'azione del fuoco artificiale nel modo già detto; scorgendosi alla giornata, che vien egli cagionato parimente in grande abbondanza dalla semplice temperatura dell'atmosfera, per la cui efficacia sollevasi nell'aria la massima parte de' vapori, onde formansi le nebbie, le nubi, la pioggia, ed altre meteore simiglianti (340).

B 3

1013.

(338) Non mi è riuscito giammai di vedere che l'aumento di volume dell'acqua pura, presa appena sopra la congelazione e portata ad ottanta gradi, cioè all'ebollizione, sia maggiore di un venticinquesimo. Già s'intende alla pressione di 28 pollici di mercurio.

(339) Alle particelle dell'acqua poi, che si combinano col calorico e si disgiungono, accade lo stesso che alle particelle dello zucchero, ec. quando si combinano, o si disciolgono nell'acqua. Il tutto che ne risulta ne' due casi, è un composto le cui parti non sono altrimenti disgiunte fra loro; e le molecole dello zucchero disciolte nell'acqua, egualmente che quelle dell'acqua disciolte nel calorico, sono equiponderate equabilmente nel loro dissolventi, e si ritrovano tutte in un positivo contatto per la distensione infinita che le molecole dei corpi possono prendere combinandosi per affinità con un altro. I volumi dunque che si accrescono in una dilatazione, non sono come lo sgiungimento delle parti del corpo dilatato, ma come la quantità del dissolvente che si è combinato con esso, e da cui n'è risultato il composto enunciato.

(340) Vedi note 4, 69, e 330.

1013. Or richiamando alla memoria il meccanismo, onde abbiám detto eseguirsi il mentovato svaporamento (§ 1006), potrà sembrare assurdo a taluno, che egli si possa eseguire in tempo d'inverno, allorchè il calor dell'aria è sì debole, che lungi dall'aver la efficacia di spanderla, vedesi quella addensata. Cesserà però qualunque meraviglia dal riflettere, che un grado di calore atto ad espander l'aria per due terzi soltanto del suo volume, dilata effettivamente per più migliaja di volte una massa di acqua, come dimostreremo in appresso. Dal che giustamente si deduce, che un leggerissimo ed insensibil calore dell'atmosfera, del tutto incapace ad operar sull'aria, può benissimo agire efficacemente sull'acqua, e risolverla in vapori (341).

1014. Non vo' tralasciar di dire su questo proposito una verità di fatto, scoperta per la prima volta dal celebre Bacone da Verulamio, cioè a dire, che lo svaporamento de' laghi e delle acque stagnanti, è assai maggiore di quello de' fiumi e delle acque correnti; sì perchè le particelle delle acque de' fiumi rotolando continuamente su d'un piano inclinato, sottraggonsi agevolmente all'azione del sole, il quale può agire senza interruzione su di quelle delle acque stagnanti; sì ancora perchè le acque correnti acquistando

(341) La svaporazione dell'acqua a freddissime temperature è fondata sull'affinità dell'aria per l'acqua; ma perchè appunto non si può verificare questa svaporazione che a spese del calorico dell'aria stessa e de' corpi circostanti, ne segue che a noi sembra, per esempio, più fredda l'aria avente affinità per l'acqua a 2 gradi di temperatura, che l'aria non avente affinità per l'acqua pure a 2 gradi di temperatura; e ciò perchè nel primo caso noi che conteniamo molto calorico, siamo costretti a cederne del nostro proprio a misura che l'acqua si vaporizza, e che noi stessi traspiriamo più ne' tempi secchi, che ne' tempi umidi; mentre non ne cedono tutti que' corpi che non contengono che quello ch'è relativo alla temperatura dei 2 gradi suespressi.

Questi principj meritano d'essere ben considerati, poichè spargono un gran lume sopra tanti fenomeni che prima erano ignoti (vedi le note 52 e 69).

do una certa quantità di moto mercè la loro caduta sul divisato piano (§ 345), sono più difficilmente sollevate in alto dalla forza svaporante, che le investe.

1015. Premessa la dichiarazione di siffatte cose, arrestiamoci ora un poco ad esaminar minutamente qual sia l'indole de' vapori, e quali le particolari proprietà che loro convengono. Egli è vero che li abbiain veduti generati in forza del calore; ma non ancora abbiain particolarmente rintracciato il modo, ond'egli opera su di essi. L'immaginarsi ch'egli non contribuisca ad altro, che a sollevarli in alto come una sostanza estranea, capace di dar loro un urto, non è cosa punto ragionevole; potendosi dimostrare ch'oltre all'essere il fuoco, ovvero la materia del calore, l'agente immediato della generazione de' vapori, entra egli essenzialmente nella loro composizione; disortachè può francamente affermarsi esser eglino un misto che risulta dalla combinazione dell'acqua colla materia del calore che fa quivi le veci di fluido deferente.

1016. Le prove di questa verità trar si possono agevolmente dall'esperienza che qui siegue. Abbiain l'istrumento rappresentato dalla Fig. 6 della Tav. I, il quale vien formato dal tubo di vetro, A B, lungo d'intorno a un piede, e guernito in entrambi i suoi capi delle due sfere vote, C, D, ermeticamente chiuse. Eyvi nel tubo una certa quantità di acqua, ma l'intera capacità dell'istrumento è perfettamente vota d'aria. Quand'altri chiude entro la mano una delle sfere, cui supporremo C, tenendo il resto dello strumento in situazione orizzontale, scorgesi immantinente, che l'acqua ridotta allo stato aeriforme, ossia il vapore elastico quivi generato per virtù del calore della mano, scacciando con impeto l'acqua contenuta nel tubo A B, l'obbliga ad entrar con forza entro all'opposta sfera D, ove giunta, la fa per qualche tempo sensibilmente bollire quand'altri continui a tener chiusa in mano la sfera anzidetta, finattantochè il vapore generato vassi a condensare in vigor del freddo naturale della sfera, D, in cui s'introduce. Egli è tanto vero, che il vapore elastico manifestatosi nella capacità del descritto strumento vien generato dal ca-

lor della mano, e che questo seco trasporta il vapore medesimo; ciò è tanto vero, dicea, che la sfera C non ostante d'essere stata per qualche tempo racchiusa nella mano, si rinviene del tutto fredda se altri la tocchi in quell'istante, per cagion d'essersi tutto il calore comunicato all'acqua; laddove nel momento stesso, in cui cessa il bollore, e per conseguenza la evaporazione, non lascia ella giammai di concepire un calore sensibilissimo.

1017. Questa è la ragione, per cui risulta da infiniti fatti, che i vapori consumano sempre una copia considerabile di calore; e che questa viensi a manifestare di bel novo tosto ch'è quelli si vengono a condensare; disortachè può oggi riputarsi qual verità dimostrata, che nel passaggio d'ogni corpo dallo stato di solidità a quello di fluidità v'è sviluppo di calore; e che questo vien poscia assorbito tutte le volte ch'essi dallo stato di fluidità passano a quello di solidi (342). Bagnate con acqua, o con ispirito di vino, la palla d'un termometro: vedrete tosto, che cominciando quel fluido a svaporare, il mercurio si abbassa, per poi risalire di bel nuovo quando sia già cessata l'evaporazione. S'impugni, colla mano il mezzo del tubo A B; e tenendolo così in posizione orizzontale, s'inumidisca mercè d'una piuma imbevuta di acqua, oppure di spirito di vino, una delle sfere, C, D. Vedesi l'acqua contenuta nella capacità del tubo trasportarsi rapidamente in quella sfera che si è inumidita, per la ragione ch'essendo il vapore elastico ivi racchiuso, addensato in vigor del freddo prodotto dall'indicata evaporazione, non ha più il potere di far contrasto all'espansione di quello che contiensi nella sfera opposta. Dal che ne siegue, che tolto a questo l'ostacolo che tenealo in freno, si espande egli, e spigne con forza l'acqua del tubo ad occupare la capacità della sfera divisata. Ed è cosa osservabile, che lo svaporamento produce un grado di freddo più, o meno sensibile, a misura della maggiore, o mi-

Tav. I.
Fig. 6.

minore volatilità del fluido che svapora. Ciò ha somministrata l'idea di bagnarsi il corpo con etere vitriolico (che è un fluido volatilissimo) in tempo di estate, e quindi di farlo svaporare da se, rimanendo del tutto ignudo, affin di acquistare un tal grado di freddo da poter rimanere fresco in tutta la giornata, o almeno per non risentire punto gli effetti de' calori affannosi. È tale l'efficacia di questo espediente, che potrebbesi sicuramente col mezzo di esso, quando fosse continuato al di là di certi limiti, far morire un uomo agghiadato dal freddo, anche all'aspetto del più cocente del sole di estate. Questo dipende, siccome può ciascuno immaginarlo, da ciò; che i vapori portano via secoloro una notabil copia di fuoco che gli anima per così dire, e gl'innalza; forse anche coll'ajuto di una certa forza ripellente, che tende sempre ad allontanare le loro particelle (343). Mi rammento su questo proposito, che tra i varj esperimenti praticati in Londra nel 1780 in casa del signor Nairne, ove io assisteva in compagnia del dottore Priestley, Crawford, Magellan, ed altri celebri Fisici, vi fu quello inventato da Cullen fisico scozzese; a cui si dee la gloria di aver capito il primo la ragione del freddo dell'evaporazione. Fecesi questo esperimento con racchiudere nel recipiente d'una macchina pneumatica un termometro, la cui colonna mercuriale dal grado 67 di Fahrenheit si andò abbassando di mano in mano fino al grado 64, e a misura che si andava facendo il voto dentro di quello; per la ragione appunto che scemata la pressione dell'aria, ch'è certamente un freno attissimo allo svaporamento di tutt'i fluidi, le particelle vaporose mescolate coll'aria del recipiente potevano scappar via più agevolmente, e portar seco, non altrimenti che l'aria stessa, una notabil copia di fuoco (344). Quindi è poi, che il raffreddamento rendesi maggiore a proporzione

(343) Per ben intendere tutto ciò co' veri principj, si considerano le note 6, 34, e 69.

(344) Vedi note 23, 25, ec.

che l'evaporazione è più pronta e più copiosa. Per la ragione medesima il moto d'un ventaglio, e il soffiare colle labbra alquanto ristrette, vengono a produrre un freddo sensibile. Per lo contrario potrebbesi agevolmente dimostrare co' fatti, che i vapori, esempigrizia, dell'acqua bollente hanno circa un terzo di calore di più dell'acqua stessa quand'è nello stato di bollire. Farà sorpresa ad ognuno il luminoso esperimento praticatosi in Inghilterra, ove i vapori dell'acqua bollente addensati gagliardamente entro una canna di metallo, svilupparono un tal grado di calore, che giunse ad arroventar la canna come se si fosse messa sul fuoco ardente (345).

1018. I vapori generati nel modo già dichiarato soglionsi da' moderni Fisici distinguere in tre specie diverse; imperciocchè alcuni di essi venendo immediatamente disciolti dall'aria, e dividendosi anche in forza della sua agitazione in particelle tenuissime, specificamente più leggere dall'aria stessa, s'incorporano in modo tale con quella, che non sono affatto visibili, e non alterano sensibilmente la sua sottigliezza e trasparenza. Abbiamo veduto in fatti esserci effettivamente dell'umidità nell'atmosfera anche in tempo ch'ella ci sembra oltremodo secca e serena (§ 655). I vapori di questa prima classe soglionsi denominare *vapori elastici, sciolti, ossia puri*. Succede però talvolta, ch'essendo i vapori elevati nell'aria, la rinven- gono caricata d'una copia esuberante d'altri vapori, e perciò incapace a discioglierli. Nel qual caso essendo essi doviziosi di materia di calore, colla quale ab- biam detto esser eglino combinati di lor natura (§ 1015), rimangono galleggianti nell'aria medesima, e si conformano in tante piccole sfere esilissime, simiglianti a quelle che abbiain per costume di fare talvolta soffiando entro a un cannello che abbia in se qualche goccia di acqua di sapone. Diconsi questi propriamente *vapori ves- scicolari*, onde si formano generalmente le nebbie e le nu-

(345) Vedi note 2, 23, e 25.

nuvole. L'ingegnoso signor de Saussure, dalla cui Opera abbiain tratti varj lumi intorno a tal punto, c'indica il modo da poterli chiaramente ravvisare con far uso d'una lente da ingrandire, e d'una picciola tavoletta ben liscia di color nero. Se nell'atto che altri si trovi o nel mezzo d'una nuvola sull'alto d'un monte, ovvero circondato da nebbia in un luogo qualunque, tenga colla mano sinistra l'accennata tavoletta, e colla destra la lente nella giusta distanza da quella, vedrà passar tratto tratto dinanzi alla superficie nera, che gli sta dirimpetto delle sfere vaporose esilissime, che veggonsi attratte ed arrestate talvolta su quella. Può altri scorderle con uguale chiarezza esponendo a un raggio di sole una tazza di caffè, di cioccolatte, o di altro liquore ben caldo di color tendente al nero, sulla cui superficie talora con occhio nudo, ed assai meglio mercè d'una lente, si ravvisano innalzarsi i vapori alla guisa di sfere minutissime, e scorrere assai rapidamente per varie direzioni. Succede finalmente, che le particelle vaporose, onde si formano i detti vapori vescicolari, sieno in tanta abbondanza, che addensati in qualche modo, vadano a formare delle picciole sfere solide, ossia delle tenuissime gocce di acqua, le quali in vigore d'una doviziosa copia di fuoco con esse combinata, e col favore dell'agitazione dell'aria, mantengonsi sospese nell'aria stessa per qualche tratto di tempo. Dassi a questi la denominazione di *vapori concreti*; e son quelli appunto, da cui si generano l'*Arco baleno*, l'*Aloze*, ed altre simili meteore, che non si possono produrre dalle due specie di vapori mentovate dianzi, scorrendosi da' fatti, che non le producono le nubi. Quindi è; che l'apparizione di tali meteore viene ad essere il segno della pioggia imminente. Si rileva per via del manometro (§ 753), che gli anzidetti vapori elastici sciolti aumentano notabilmente il volume e l'elasticità dell'aria, entro cui si vanno ad insinuare.

(346).

(346) Vedi note a e 69.

1019. Risoluta l'acqua in vapori per le cagioni ora accennate, si attenua, e si dirada a un segno tale, che giugne ad occupare uno spazio per lo meno quattordicimila volte maggiore di quello che occupava in forma d'acqua, e la mentovata forza che l'espande, è così poderosa, ch'io sarei per dire non aversi idea di veruna sorta di ostacolo atto a contrastarla. Or poichè la detta efficacia de' vapori aumentasi a proporzione che si accresce l'azione della forza; ossia del fuoco, d'onde deriva; seguiremo brevemente i progressi ch'ella va facendo a misura della maggiore violenza del calore.

1020. L'istrumento atto a dare una leggera idea di questo fatto, è quello che dicesi *Eolipila*, che altro non è, se non se un picciolo vaso di metallo in forma d'una pera, guernito di un collo alquanto ricurvo, che va poscia a terminare in un picciolissimo orifizio. Ripieno egli in parte di acqua, e quindi sovrapposto ad ardenti braccia, ne incomincia ad uscire, dopo d'un breve tempo, un leggero e continuato spruzzo di vapore, il quale prendendo forza di grado in grado, diviene finalmente impetuosissimo, e sentesi accompagnato da una specie di sibilo, del tutto simile a quello d'un vento burrascoso. Quindi è, che si diè la denominazione di *Eolipila* al detto istrumento, che altro non significa in greca favella, salvochè la *porta di Eolo*; sull'idea già nota de' Poeti, ch'essendo Eolo il dio de' venti e delle procelle, li tenea racchiusi entro a caverne, una delle quali vien figurata dal detto istrumento. Esce il vapore con tanto impeto dall'indicato suo orifizio, che se per caso, o ad arte si venisse egli ad otturare, il vapore racchiuso al di dentro acquisterebbe una tal forza espansiva, che vinto il freno del metallo che lo chiude, non solamente lo ridurrebbe in pezzi con un orribile scoppio; ma recar potrebbe nel tempo stesso del grave danno ai circostanti. E' facile il dimostrare per via di un calcolo, che una *Eolipila* di quattro pollici di diametro; e della doppiezza di $\frac{2}{100}$ di pollice, è cre-

è crepata talvolta con una forza uguale a 38250 libbre (347).

1021. Il rapportato effetto dell' Eolipila vien rappresentato in picciolo da quelle minute palle di vetro, ripiene in parte di acqua, le quali gettate per gioco sui carboni accesi, sentonsi scoppiare dopo breve tempo con gran violenza e fragore. E' celebre l'esperimento praticato fin dalla metà dello scorso secolo dal marchese di Worcester, il quale avendo ripieno d'acqua per tre quarti della sua capacità un grosso cannone; e quindi avendone otturata la bocca e il focone, nella maniera la più efficace ed esatta che fosse possibile; lo dispose orizzontalmente; e vi accese al disotto un fuoco attivissimo. Dopo di averlo lasciato in tale stato durante lo spazio di 24 ore, fu tale la violenza, onde l'acqua ridotta in vapore si sforzò di espandersi per tutt' i lati, che il cannone videsi crepare orribilmente alla guisa di una granata.

1022. Ciò può servire di un luminoso esempio della tremenda forza del vapore dell'acqua. Ella è tale, a tenore de' calcoli già fatti, che supera per ben tre volte e mezza, quella della polve da cannone (calcolando l'espansione di questa secondo Belidor, poichè secondo altri risultati sarebbe anche maggiore): cosicchè se mai si potesse ritrovare un mezzo da ridur l'acqua in vapore con quella facilità e prontezza, onde si accende e si mette in azione la polve d'archibuso, non v'ha il menomo dubbio, che i can-
no-

(347 Ognuno già comprenderà facilmente che la forza dell'Eolipila è sempre proporzionale alla quantità di acqua che si combina, o si discioglie nel calorico per prendere lo stato aeriforme, e quindi alla quantità di calorico che s'impiega. Convien però ricordarsi come mercè una forte pressione si venga a render nulla nella macchina di Papino questa affinità dell'acqua pel calorico, quantunque l'acqua si arrossi, cioè venga esposta ad un calore assai più forte di quello che soffre nell'Eolipila. Crediamo poi molto imperfetti tutti i calcoli della natura che rapporta l'Autore, e molto più le conseguenze che se ne traggonno rapporto alla resistenza delle libbre 38250 (vedi note 37 e 334).

honi a vapore produrrebbero effetti assai più notabili di quelli che produconsi dalla polve. Per darne una qualche idea, proporrò il seguente esperimento.

1023. Prendasi una buona canna di archibuso ; e fatte cadere poche gocce di acqua entro alla sua culatta ; vi s'introduca una palla di piombo con una forza notabile : Messa quindi la culatta dell'archibuso dentro di un fuoco attivo ; si badi bene quando il vapore dell'acqua, antecèdentemente ivi racchiusa, comincia ad uscire dal buco del focone ; conciossiachè questo indicherà che l'aria n'è già stata spinta fuori , e che l'acqua principia ad espandersi . Si chiuda immediatamente il detto buco con una punta di metallo , e si sovrapponga la canna di bel nuovo al fuoco . Non andrà guari , che le anzidette gocce d'acqua risolte in vapori si espanderanno con tal vigore ; che cacceran fuori la palla con indicibile violenza , cagionando uno scoppio sì grande ; come sarebbe quello di un moschetto caricato a polve .

1024. La pignatta papiniana già mentovata dianzi (§ 1009) somministra eziandio un chiaro atgomento del potere eccessivo de' vapori dell'acqua . Imperciocchè hanno essi l'efficacia di penetrare vigorosamente le ossa e le dure corna degli animali in quella racchiusi , e di ridurli in una perfetta gelatina nello spazio di quattro, o cinque minuti , siccome ho sperimentato più volte (348).

1025. Di qui s'intende la ragione , per cui l'aria umida e calda, riesce micidiale agli animali ed alle piante.

(348) Nella pignatta papiniana non è altrimenti il vapore che penetri le ossa e le corna, e le riduca in perfetta gelatina, ma è l'acqua stessa di cui è empiuta la pignatta che, ritrovandosi ad una temperatura tanto elevata senza potersi convertire in vapore, attesa la gran pressione del vaso, diventa atta a produrre gli effetti suindicati. L'azione dunque dei vapori in questo caso non ha luogo; ma tutto anzi tende a dimostrare che la pressione forte mette un ostacolo onde l'acqua non si svapori, o in altri termini, onde non si possa combinare con tutto il calorico che le è necessario per prendere lo stato aeriforme (vedi nota 334).

te. Internandovisi ella con impeto straordinario; non solamente sfianca e rilascia le loro parti, ma le distrugge eziandio, e le dispone alla corruzione, siccome scorgiamo avvenir tuttoggiorno (349).

1026. Quantunque non possa concepirsi sì di leggeri d'onde derivi la sproportionata differenza tra il momento d'un volume di acqua calda, e quello del volume medesimo ridotto in vapore; tuttavolta però potranno farci strada a concepirlo in parte le seguenti considerazioni. E' cosa dimostrata (ed il celebre Galilei fu il primo a rintracciarlo), che dividendosi un corpo in qualsivoglia numero di parti simili, la massa rimane sempre la medesima; ma la superficie si aumenta in ragione della radice cubica del numero delle dette parti; talmentechè se un globo di qualunque materia si divida in altri 64 piccioli globi, la superficie di tutti questi sarà quattro volte maggiore della superficie del globo grande; giacchè la radice cubica di 64 è 4. Se altri voglia dunque supporre, che un dato volume di acqua risolta in vapori venga suddivisa con ciò in un milione di piccioli globetti acquosi; la sua superficie si accrescerà cento volte; ch'è la radice cubica di un milione (350). E poichè l'azione de' fluidi contro le resistenze cresce in ragione della superficie di quelle (qualora la massa resti sempre la medesima); per ragione che quanto è maggiore la detta superficie, tanto si aumenta eziandio il numero delle parti del fluido che la debbono contrastare; l'azione del fuoco, ch'è certamente il primo e forse l'unico tra i fluidi, sarà dunque cento volte mag-

(349) A questo proposito importa moltissimo il considerare la nota 52.

(350) Per non fermarsi a discutere ipotesi che non hanno alcuna relazione coll' aumento di volume che prende l'acqua, aumento che non è dovuto che alla sua combinazione con un altro corpo, cioè col calorico (il che costituisca un composto di due sostanze, e non un aumento di superficie e di volume di una medesima sostanza divisa e suddivisa) rimetteremo il lettore alle note 30 e seg.

maggiore sul divisato milione di particelle vaporesche di quel che lo sia contro il volume di acqua, da cui si son quelle generate, e questa maggioranza di azione crescerà sempre più, a proporzione che le dette particelle si andranno suddividendo in parti minori (351). Questa è parimente la ragione, per cui il vento, il quale non è atto a muover dal lor luogo delle grosse travi, de' gran massi di pietra, oppur de' pezzi di metalli, li trasporta poi via con grandissima facilità qualora sono ridotti in piccole strisce, in polvere, o in fina limatura. Questa verità applicata con giudizio apre la strada all'intelligenza di moltissimi fenomeni ed effetti particolari (352).

A R T I C O L O III.

Della natura e delle proprietà dell' Acqua ridotta in diaccio

1027. **E** noto a chicchessia, che l'acqua pura esposta a un certo grado di freddo convertesi in diaccio. I Fisici più giudiziosi son d'opinione essere questo veramente lo stato naturale dell'acqua (353); e quindi che la sua fluidità sia uno stato violento, cagionato dalla interposizione del fuoco elementare, ossia del-

(351) Vedi nota 350.

(352) E perchè omettere in un caso sì importante qualcheduna di siffatte applicazioni? (vedi nota 350).

(353) Se lo stato naturale di un corpo è quello che compete unicamente a se stesso, indipendentemente da qualunque altro, è certo che lo stato naturale dell'acqua è solido, giacchè lo stato della sua liquidità è dovuto ad un altro corpo *sui generis*, cioè al calorico, il cui esistere, o non esistere in essa dipende affatto da cause accidentali, e non essenziali. La base dunque di ciò che noi chiamiamo acqua, è dimostrativamente di sua natura solida, come lo è, ben considerate le cose, di tutti gli altri corpi fluidi della natura, astrazione fatta dal calorico, da cui unicamente ripeter si deve il loro stato di liquidità e fluidità aeriforme (vedi note 6, 22, e seg.

della materia del calore, siccome avviene nei metalli qualora son fusi (354). Su questa idea dir si potrebbe con ugual ragione, che lo stato naturale del mercurio, dell'olio, e di tutti gli altri fluidi, sia quello di solidità; essendo ormai dimostrato, che il mercurio stesso, non altrimenti che gli indicati fluidi, deve la sua fluidità al rapportato principio (355).

1028. Per ben concepire la natura e la qualità del diaccio, uopo è badare attentamente ai fenomeni della congelazione, ed alle condizioni manifeste, che l'accompagnano nell'atto che si produce. Esponendo all'aria aperta, la cui temperatura sia ai 23 gradi del termometro di Farenheit, una bottiglia di vetro delicato, guernita di lungo collo, e ripiena in parte di acqua, è ovvio il vedere che nell'atto che ella cominciasi ad addiacciare, s'innalza alquanto lungo il collo del vaso, e dopo pochissimo tempo scende di bel nuovo, e ponsi in riposo. Dopo un breve tratto vedesi ella montar su un'altra volta, e si addiaccia, convertendosi in una infinità di piccioli aghi piatti, inclinati l'uno all'altro in angoli di 60, oppur di 120 gradi, e disposti alla guisa di varie ramificazioni, od anche di piume. Alcuni credono doversi da ciò argomentare, che nel primo istante addensate in qualche modo dal freddo le pareti della bottiglia, e premuto perciò il fluido in essa contenuto, vien egli necessariamente costretto a montar su pel collo di quella; ma siccome il freddo che ha penetrato la bottiglia, internandosi poscia nell'acqua, produce quivi il medesimo effetto di addensarla, vien quella tosto obbligata a discendere. Dal che deducono eziandio esser l'acqua alquanto compressibile in forza del freddo, non ostante che non sia ella suscettibile di condensa-

Tomo IV.

C

zio-

(354) Se si può chiamare stato violento lo stato di combinazione per affinità fra due corpi, noi diremo coll'Autore che il diaccio è in uno stato violento formando l'acqua, atteso l'essersi combinato col calorico; ma realmente noi non pensiamo così (vedi note 6 e 352).

(355) Vedi note 6 e seg.

zione in forza di altri mezzi (§ 998): ciocchè è stato anche provato dal sig. Canton. La celere nuova salita dell'acqua vien da essi attribuita ad una specie di effervescenza che ivi succede, sì per l'introduzione di alcune particelle straniere, onde si promove la congelazione, sì ancora per l'attuale sviluppo del fuoco che in virtù di quelle si produce. La verità si è, che nel passaggio de' corpi dello stato di fluidità a quello di solidità vi è sempre sviluppo di calore (§ 1017): perciò l'acqua s'innalza nell'atto che si agghiaccia. Dissipato quindi un tal calore, ella si abbassa: è se poi si rialza di bel nuovo, ciò deriva in parte dall'aria, la quale sprigionata dalle sue particelle, aggruppa qua e là nella massa del diaccio.

1029. Riducendo ad esame le differenti opinioni proposte da' Fisici sulla formazione del diaccio, non ve n'ha che due, le quali sembrano plausibili, conciossiachè pare che la divisata operazione della natura non possa effettuarsi, che in uno di questi due modi.

1030. Può darsi in primo luogo, che il fuoco elementare, ossia la materia del calore sparsa per ogni dove, sia per qualsivoglià ragione diminuita nell'aria circostante ad una massa di acqua. Attesa la natural tendenza, ch'ella ha di mettersi in equilibrio, ossia di abbandonare que' luoghi, ov'è sovrabbondante, per occupare quegli altri che ne sono sprovveduti, dovrà necessariamente seguirne, che sottraendosi ella in qualche parte all'acqua, ov'era appiattata passerà nell'aria adiacente, che ne contiene di meno. E siccome l'interposizione delle sue particelle tra gli elementi dell'acqua è la cagione principalissima della fluidità di questa (§ 1027); dee quindi accadere che le sue particelle liberate in buona parte da quell'attivo principio, ond' erano costantemente disgiunte; e ponendo in esercizio la natia loro attrazione scambievolmente, debbono approssimare l'una all'altra; e tenendosi strettamente unite fra loro, debbono formare così un corpo solido e consistente.

1031. Questa è l'opinione del dottissimo Boerhaave, seguita poscia da un gran numero di Fisici. E a dir vero, a primo lancio sembra ella naturalissima e con-

consentanea al vero; il male si è, che non si può ella conciliare in verun modo con una numerosa serie di fatti e fenomeni, che non mai vanno scompagnati dalla congelazione. Abbiam di sopra osservato (§ 1028), che nell'atto che l'acqua si congela, il suo volume si dilata considerabilmente, giacchè monta ella con moto celere su pel collo della bottiglia: e l'esperienza ci fa concordemente scorgere, che il diaccio è specificamente più leggero dell'acqua, onde si forma; essendo il peso dell'uno a quello dell'altra come 8 a 9 a un dipresso. Un gran numero d'altri esperimenti, cui riferiremo più innanzi, ci confermano lo stesso; e fra gli altri quello dell'Accademia del Cimento, il quale fu praticato con un globo d'oro, che potea liberamente passare per un anello d'ortone, che lo abbracciava esattamente. Riempiuto egli di acqua, che fu poscia addiacciata, si dilatò al segno di non poter più attraversare l'anello anzidetto. Ed è anche vero, che il diaccio si forma più raro a misura che il freddo, che lo produce, è più intenso e di più lunga durata. Or come mai potrebbe ciò accadere, se l'acqua si addensasse nell'atto che gelà, giusta l'opinione di Boethaave? Si sono taluni avvisati di dire, che l'espansione dell'acqua in tempo che gela; e la leggerezza del diaccio a fronte dell'acqua, derivano unicamente dall'aria che si vede frapposta alla guisa di tante bolle tra le parti del diaccio. Questo però è un bel dire; sapendosi per esperienza, che la divisata leggerezza del diaccio sussiste tuttavia quantunque l'acqua si spoglia interamente dell'aria prima di farsi addiacciare, oppur si addiacci nel recipiente vuoto della macchina pneumatica. Di fatti riesce egli allora più compatto, e vedesi del tutto scevro dalle accennate bolle. Vero è però, che il suo peso specifico in tal caso è a quello dell'acqua come 21 a 22; ma ciò non fa nulla; imperciocchè dovrebbe egli necessariamente superare quello dell'acqua; posta la verità dell'accennata opinione (356).

(356) L'investigazione della causa che opera tutti i fenomeni del-

1032. Si aggiugne a tutto ciò una folla di osservazioni, le quali ci rendono sicuri, che parecchie volte
in

della congelazione dell'acqua, ha fino al giorno d'oggi occupato ed interessato tutti i Fisici. Non furono però che ipotesi le loro opinioni sopra questo proposito, e quindi la causa vera rimane ignota tuttora.

Abbiamo fiducia di averla rinyenuta. Essa è puntellata dall'esperienza, nè ha d'uopo d'ipotesi o supposizione alcuna. Questa nota avrà soltanto per iscopo di dimostrare, a senso di quanto ha finora introdotto l'Autore, perchè diacciandosi l'acqua, vi sia tanto aumento di volume, tante bolle, tanta minorazione di gravità specifica, e sviluppo di calore nel diacciarsi; perchè l'acqua esposta al voto o all'ebollizione di diaccio più compatto, avente meno bolle, ec. Porremo alcuni principj di fatto, onde rendere a tutti chiare le conseguenze.

I. Perchè una data quantità di diaccio alla temperatura di zero possa convertirsi in corpo liquido, o in acqua alla temperatura zero, vi vuole tanto calorico, quanto basterebbe ad innalzare la temperatura di una egual quantità di acqua da zero a 60 gradi. Questo principio che non fu da noi ancora numericamente dimostrato, risulta dell'ultima evidenza allorchè si mescoli una libbra di diaccio a zero, ed una libbra di acqua calda a 60 gradi; il liquore che prontamente ne risulta, si ritrova alla temperatura di zero.

II. L'acqua ha particolarmente una grande affinità coll'aria vitale, ne attrae dall'atmosfera una buona porzione separandosi dal gas azoto, ed è tale questa affinità, che l'aria combinandosi coll'acqua, perde gran parte del suo calorico di sopra-composizione, ed entra nell'acqua in istato di somma densità (vedi nota 28).

III. Minorandosi e togliendosi affatto il peso dell'atmosfera sopra l'acqua, o assoggettandosi ad una temperatura di 80 gradi sopra la congelazione, ch'è quella dell'acqua bollente, l'acqua ritiene sempre in combinazione per affinità una data porzione di aria.

IV. Il calorico combinandosi co' corpi, accresce il loro volume, minorandone la densità. Ciò posto come dimostrato per esperienza, ne segue. I. Dunque l'acqua ad ogni temperatura sopra il gelo è composta, 1. di diaccio a zero, 2. del calorico necessario per ricondurre il diaccio da zero allo stato di liquidità a zero, che sono i 60 gradi enunziati, e che non sono sensibili al termometro, 3. del calorico sensibile al termometro sopra zero, 4. di aria vitale (forse anche miscugliata con poco gas azoto) combinata coll'acqua in istato di somma densità. II. Dunque l'acqua può cedere fino alla temperatura zero il calorico di sopra-composizione che innalza la sua temperatura sopra
ze-

in varj luoghi non siegue la congelazione dell' acqua
 nè in tempo che il termometro è al grado 32 della

C 3

sca-

zero, minbrando soltanto di volume, senza che l'acqua cessi di rimaner fluida, come si riscontra di fatto. III. Dunque nell'atto che l'acqua a zero perde la sua fluidità e diventa solida o diaccio, perde tutti in una volta i 60 gradi di calorico che le sono tutti 60 intrinseci al suo stato di fluidità alla temperatura zero. IV. Dunque il momento della congelazione sarà marcato da uno sviluppo certo di calorico; come avviene di fatto per esperienza. V. Dunque in questo sviluppo di calorico, concorrendo anche nello stesso momento lo svolgimento dell'aria che l'acqua conteneva altamente condensata, o spogliata di calorico, quest'aria si riprenderà quella quantità di calorico, che le è necessaria per esistere isolata alla temperatura e pressione in cui si ritrova: VI. Dunque un minimo volume d'aria in combinazione coll'acqua nello stato di densità somma in cui si ritrova, può divenire grandissimo, ripigliandosi il calorico perduto nel momento che si è combinato coll'acqua. VII. Dunque le bolle di quest'aria, intorno a tutte, e ad una parte delle quali il diaccio si serra, debbono rendere questo diaccio specificamente più leggero dell'acqua. VIII. Dunque l'acqua da cui si sarà tratta una gran parte dell'aria sia coll'ebollizione, sia col togliersi i pesi comprimenti, darà un diaccio più compatto, con meno bolle, ec. come avviene di fatto. IX. Dunque potendo la congelazione di una data quantità di acqua farsi gradatamente; e potendo secondo le varie circostanze sortir dall'acqua più o meno dell'aria, che riprende il calorico perduto; ne segue che fino a tanto che l'acqua non è interamente gelata, vi possono essere varie alternative di aumento e diminuzione di volume nell'acqua che si gela; come avviene di fatto. X. Dunque in ogni caso di congelazione dell'acqua non possono sortire, e rendersi sensibili per qualunque siasi delicata speriienza tutti i 60 gradi di temperatura, e di calorico attò a determinarla; poichè una porzione di questo calorico rimane combinato coll'aria densa che dall'acqua si svolge nell'atto della congelazione, come si rileva di fatto. XI. Dunque spogliandosi l'acqua, se fosse possibile, per mezzo della temperatura, o del togliersi la pressione sopra di essa; di tutta l'aria che contiene in combinazione, e dei 60 gradi di calorico che sono indispensabili allo stato della sua liquidità a zero, ne seguirebbe rigorosamente, ciò che avviene a tutti i corpi della natura, di essere essa più grave nello stato di solidità, che in quello di liquidità. XII. Dunque è dimostrato che unicamente si debbono alla poca, o molta quantità di aria densa che in combinazione si ritrova coll'acqua, ed all'aumento grandissimo di volume ch'essa acquista ripigliandosi il perduto calorico, nell'ac-

to

scala di Fahrenheit, ossia al punto del gelo, nè quando è egli al disotto (357); laddove in altri tempi si suole ella addiacciare con grado di freddo assai minore; cioè a dire quando il divisato termometro segna soltanto 41 gradi, ed in taluni siti nei gran calori della state (358). Rapporta il signor de Luc, che una picciola quantità di acqua ben purgata dall'aria dentro di un matraccio, ove sia allogato nel tempo stesso un termometro, può concepire un freddo di gran lunga superiore a quello della congelazione ordinaria senza che geli. Gli è riuscito in fatti di tener l'acqua nelle anzidette circostanze, raffreddata fino a far dis-

scen-

to che questo calorico si svolge dall'acqua che diventa solida, tutti i sia qui riportati fenomeni che la congelazione dell'acqua ci presenta.

Per liberar l'acqua da tutta l'aria, vi vogliono de' corpi che abbiano più affinità coll'acqua, che questa coll'aria, ed allora l'acqua si presenta affatto senza bolle e molto densa, come la si riscontra nella cristallizzazione de' sali, ec.

Questi pochi cenni fondati sulla sperienza, serviranno per ispiegare con grandissima facilità tutti i fenomeni avvenire che la congelazione ci presenta.

(357) Il fenomeno che tanto spesso accade, che l'acqua cioè non si gela quantunque esposta a 6, 8 gradi sotto la congelazione, è tutto dovuto allo stato di perfetta quiete in cui si ritrova quest'acqua, o dal non essere questa in contatto coll'aria esterna che deve levarla, il calorico. Ciò deve tanto meno sorprendere, quantochè ci è noto che l'agitazione facilita la combinazione di due sostanze affini, e lo sviluppo di una terza che non è affine colle due. Per convincersi di ciò, basta prendere alla temperatura di 6, od 8 gradi sotto il gelo un vaso chiuso di acqua che per la quiete perfetta siasi conservata liquida; e lentamente versandosi, si scorgerà che in vece di acqua si verserà diaccio; ma come, nel diacciarsi quest'acqua, deve svolgersi il calorico che era essenziale al suo stato di liquidità, così si vedrà la temperatura ascendere dai 6 gradi circa in cui si trovava sotto lo zero, fino allo zero; lo che mostrerà distintamente lo sviluppo del calorico suindicato (vedi nota 356).

(358) Chi avrà fatto bene attenzione alla congelazione parziale dell'acqua, o in seno all'atmosfera, o in qualche altro luogo, troverà sempre esser ella prodotta da un rapido passaggio per affinità del calorico di quest'acqua ne' corpi circostanti. La scarica del fluido elettrico accumulato che passa in

ua

scendere il mercurio nell' indicato termometro al grado 14 di Farenheit senzachè si fosse gelata, non ostante di averla tenuta in tale stato durante lo spazio di parecchi giorni (359). Ma se rimanendo le cose così, pongasi a contatto coll' acqua un pezzettino di diaccio, vedesi immantinente gelarne una porzione. Sono stato io stesso testimonio oculare della gran copia di diaccio, il quale si foma in tempo de' calori eccessivi nella famosa grotta della Franca Contea, parte delle cui acque mi fu riferito esser del tutto digelate e correnti in tempo d' inverno. Or non è possibile di poter ragionevolmente sostenere a fronte di tali fatti l' opinione di Boerhaave; imperciocchè non è seguito il gelo quando l' aria adiacente all' acqua era molto sprovvista di calore; e si è poscia prodotto nei casi, che ella ne conteneva a dovizia (360).

1033. Ponete sopra un fuoco vivace un vaso alquanto largo, ripieno di neve pesta mescolata con sale; indi immergete in quella un altro vaso con entro dell' acqua. Non mancherà giammai di accadere, che

C 4

la

un corpo affine, porta seco sempre una copia immensa di calorico, e fa sovente che una quantità di acqua contenuta in una nuvola, ec. si condensi e si geli all' istante.

(359) Dietro ai principj da noi posti alla nota 356, si renderà facilissimo il concepire, perchè l' acqua da cui siasi estratta pressochè tutta l' aria, debba essere più difficile a gelarsi di quella da cui l' aria non siasi estratta. Eccone la ragione. L' aria combinandosi naturalmente per affinità coll' acqua, perde, come si è detto, una gran porzione del suo calorico; e quindi a misura che l' acqua si avvicina allo stato di solidità, cioè allo stato di non poter più tenere in combinazione quest' aria cotanto densa, essa fa degli sforzi per riprendersi il calorico perduto, e viene ad ajutare, ne' momenti vicini alla congelazione, la separazione dell' acqua dal calorico essenziale allo stato di fluidità della stessa. Quell' acqua dunque da cui si sarà ad arte estratta anticipatamente quest' aria, dovrà soffrire una maggior difficoltà a gelarsi in proporzione alla minorazione della causa attraente il calorico essenziale allo stato di fluidità dell' acqua, cioè si gelerà con più difficoltà, quanto meno conterrà di aria che faccia degli sforzi per levargli il calorico (vedi note 356 e 358).

(360) Vedi note 357 e 358.

la neve disciolta dalla forza del fuoco addiacci l'acqua contenuta nel vaso sovrastante: ed una tal congelazione sarà più pronta e più notevole, a misura che la neve e il sale saran disciolti con maggior prontezza, e conseguentemente a proporzione che il fuoco sarà più efficace ed attivo. Or egli è certo, che qui non siegue la congelazione perchè l'acqua resta priva della sua dose naturale di calore per trasferirlo nella neve sottoposta; imperciocchè la medesima impregnasi abbondantemente delle particelle ignee, a cui sovrasta, e che son cagione che ella si sciolga. Forz' è dunque supporre che le particelle saline, che il fuoco sviluppa dal vaso inferiore nell'atto dello scioglimento della neve, internandosi nell'acqua del vaso di sopra, la facciano convertire in diaccio (361).

1034. Queste ed altre simili considerazioni, che per brevità si tralasciano, hanno dato origine alla seconda opinione, la quale attribuisce la formazione del diaccio principalmente ad alcune particelle, che in certi determinati tempi, ed in alcuni dati luoghi do-
mi-

(361) Se si porrà sopra al fuoco un vaso contenente della neve pura, la temperatura dell'acqua che ne risulta, si manterrà sempre a zero, fino a tanto che si sarà disciolto l'ultimo atomo di neve; poichè tutto il calorico ch'entra, va successivamente a convertire in corpo liquido la neve, e ciò fino a tanto che sia interamente tutta affatto disciolta. Qualunque vaso dunque che fosse immerso in questa neve, soffrirebbe fino al totale discioglimento di essa una temperatura al gelo, poichè sarebbe costretto di cedere egli stesso alla neve che si gela, del proprio calorico finchè tutta si fosse disciolta. Un miscuglio poi di neve e sale determinano una temperatura di otto, dieci gradi sotto il gelo. Questo miscuglio attrae per conseguenza con più forza da tutte le parti il calorico circostante; e mentre una parte ne somministra il fuoco sottoposto al vaso, una parte ne somministra l'acqua contenuta nel vaso immerso, e quindi l'acqua si gela, mentre agisce il fuoco.

Questa è la cagione unica del riportato fenomeno, ed abbiamo fiducia che il giovine non darà retta ad azione alcuna dipendente dal passaggio di sostanze saline nell'acqua contenuta nel vaso; lo che ci getterebbe anche in questo proposito nel caos (vedi note antecedenti).

minano nell'aria; le quali essendo sottilissime ed acute alla guisa di tanti aghi, s'insinuano agevolmente tra le parti dell'acqua, con cui hanno una grandissima affinità. Fanno esse quivi l'ufficio di altrettante zeppe, le quali cacciando fuori efficacemente le particelle del fuoco elementare ivi contenute, mercè di una specie di effervescenza che vi producono, e fissando in certo modo le particelle dell'acqua, fan sì, che le medesime mantengansi fra se ristrette ed immobili, e formino così un corpo solido e consistente. Per ciò che riguarda la natura delle indicate particelle, le quali per l'uso che hanno, soglionsi chiamar frigorifiche, il più sensato sentimento si è, che sien di natura salina, accostantesi a quella del nitro (362).

1035. Questa supposizione, che vien vigorosamente difesa dal dotto Musschenbroek e da altri Fisici di gran nome, apre la strada a poter agevolmente comprendere onde avvengano i dichiarati fenomeni, i quali riescono inintelligibili nel sentimento opposto. A tenor di essa, la massa di acqua gelata debbesi espandere sì per l'indicato sviluppo del calore (§ 1028), sì ancora per cagione de' sottilissimi spigoletti, che alla guisa di tante zeppe s'insinuano in gran numero tra le sue particelle. E se in taluni luoghi non gela essendo il termometro di Fahrenheit al grado 323 laddove in altri l'acqua si addiaccia nel gran calore della state; ciò siegue perchè in quelli vi è scarsezza di

(362) Ti prego, o lettore, di condannare all'oblio tutti questi principi ipotetici, ed a considerar le note antecedenti; mentre è certo che in natura non si debbono ammettere altre cause che quelle che sono dimostrativamente necessarie onde spiegare i fenomeni ch'essa presenta. Nel nostro caso dunque ciò ch'è certo, si è che l'acqua pura, meno i 60 gradi di temperatura o di calorico relativo che le sono necessari per mantenersi nello stato liquido alla temperatura di zero, forma diaccio, neve, grandine, ec. alla temperatura di zero; e che diaccio, neve, grandine, ec. alla temperatura di zero, più i detti 60 gradi di calorico, fanno viceversa l'acqua a zero del termometro, che poscia diventa progressivamente più calda in proporzione della quantità di calorico che vi si aggiunge, ec. (vedi note 356 e seg.).

di particelle frigorifiche, e in questi ve n'è a dovizia. Se si ha a prestar fede alle osservazioni rapportate da Gmelino, Frezier, Tournefort, e da altri Naturalisti, quei tali luoghi, ove sogliono avvenire gli strani fenomeni accennati, abbondano realmente di particelle nitrose. Possono elleno però esser trasportate dai venti da un luogo in un altro; e veggiamo in fatti talvolta, che un vento improvviso è attissimo a produrre un gelo inaspettato (363).

1036. Questa opinione acquista maggior forza dall'osservarsi alla giornata, che l'acqua si addiaccia immediatamente qualor trovasi circondata da neve mescolata con sale; e che il diaccio fassi più prontamente, e divien più duro, a misura che la dose del sale è maggiore; o anche corrispondentemente alla diversa natura dei sali che si mischiano colla neve. Oltrechè lo esperimento rapportato nel § 1033 riguardar si dee come una delle massime prove di questo istesso sentimento. Che poi le supposte particelle frigorifiche possano realmente esistere nell'atmosfera, apparisce manifestamente da ciò che si è detto nel § 657, e nelle Lezioni sul Gas (364).

1037.

(363) Un dato vento potrebbe benissimo essere atto a produrre un gelo inaspettato, qualora quella porzione d'aria che si ritrova agitata, fosse in uno stato di somma affinità per l'acqua. La grande svaporazione che allora si promoverebbe nell'acqua sopra a cui corresse questo vento, e quindi il grado sommo di freddo ch'essa soffrirebbe pel calorico che sarebbe costretta di cedere, potrebbe farne gelare una data quantità in pochissimo tempo; giacchè si sa che la svaporazione dell'acqua non si fa che a spese del calorico de' corpi circostanti. Per assicurarsi di ciò con tutta la chiarezza, basta riflettere che se s'immerga una palletta piena d'acqua (fatta alla guisa di termometro ed involta in un pannolino) nell'etere solforico, e poscia, tirata dall'etere, si agiti nell'aria velocemente, e si rinnovi varie volte questa immersione, agitandola sempre nell'aria stessa, allora la pronta svaporazione dell'etere di cui è imbevuto il pannolino, si fa prontamente, a spese particolarmente del calorico dell'acqua contenuta nella palla, la quale in un momento si trova gelata, e più presto nel mese di luglio, che di gennajo. Come ognun vede, qui non entrano nè spigoletti, nè particelle frigorifiche, nè nitri, ec. (vedi note 356, 358, e 362, ec.).

(364) Vedi note 6 e 361.

1037. Quantunque neppur questo sentimento vada affatto scevro dalle sue difficoltà, alcune delle quali non sono dispregevoli a verun patto, sembra però più ragionevole del primo; e la spiegazione dei fenomeni riesce eziandio assai più soddisfacente. Egli è tuttavia manifesto, che non abbiamo ancora dei lumi certi relativamente alla cagion produttrice della congelazione (365).

1038. Abbiám ragionato di sopra della espansione del diaccio: Direm qui qualche cosa intorno alla forza di siffatta espansione. Nella serie dell'esperienze praticate dall'Accademia del Cimento relativamente alla natura del diaccio, furon fatti crepare in forza di esso e vasi di vetro, e vasi di metallo di più sorte. Le caraffe di vetro piene d'acqua, ed otturate, soglion tutte crepolarsi quante volte l'acqua vi si addiaccia al di dentro. Giusta un calcolo fatto dai nominati illustri Accademici, la qualità di acqua addiacciata entro un globo di metallo del diametro di un pollice, avea una forza espansiva equivalente a 27720 libbre. E' celebre l'esperienza di Hugenio, il quale avendo ripiena d'acqua una canna d'archibuso, serrata poscia col mezzo d'una salda vite, e con piombo fuso sovrapposto; ed avendola esposta al freddo di una asprissima notte d'inverno nell'anno 1667; ritrovò essere stato sì violento l'impero, onde l'acqua si dilatò convertendosi in diaccio, che la canna ne fu infranta notabilmente con uno scoppio sensibilissimo. Lo stesso avvenne ad un'altra canna della grossezza di un pollice siccome trovasi registrato nella storia della Accademia delle Scienze di Parigi. Narrano i viaggiatori della Lapponia, che i sughi degli alberi gelati si espandono quivi con tal forza in tempo d'inverno, che li fendono talora in più parti con uno scoppio violento. Questa gran forza espansiva, la quale squarcia e distrugge le fibre e i vasi dei vegetabili e degli animali, è la poderosa ragione, per cui

pa-

(365) Vedi note 6 ed antecedenti.

parecchi alberi soglion perire negli inverni assai rigidi e copiosi di geli, e talune membra delicate son guaste ed attaccate dalla gangrena nei paesi assai freddi (366).

1039. E' tale la forza di coerenza, onde le parti del diaccio tengonsi insiem congiunte, che un diaccio di quattro in cinque pollici di doppiezza ne' paesi del Nord è capace di sostenere un numeroso corpo di truppe: su quelli di un piede possono scorrervi senza verun pericolo, e cati e carrozze. V'è il fiume serpentino in *Hyde Park* presso Londra, su cui, addiacciato che sia, vanno a slisciate ogni anno centinaia di persone alla volta, le quali per puro diletto, e con maestria somma, (derivata da un lungo esercizio, rimanendo ritte in piedi, guerniti di un ferro in forma della catena di una barca, o van facendo varie sorte di

(366) Quanto non è mai semplice, dietro ai principj da noi posti alla nota 356, la spiegazione di tutti questi fenomeni!

L'aria, come si è detto, nel combinarsi per affinità coll'acqua, si riduce ad un picciolissimo volume; come già consta dall'esperienza; e perde per conseguenza una gran parte del suo calorico di sopracomposizione. Quindi, pel gran freddo, cessando l'acqua di esser fluida, abbandona quest'aria, ed il calorico con cui era combinata nello stato di liquidità; avvolgendosi dunque quest'aria, riprende di nuovo il calorico che aveva perduto, e ch'era combinato coll'acqua stessa in istato di liquidità, e quindi acquista il volume confacente alla pressione e temperatura in cui si trova, e diventa atta; essendo chiusa, a premere con forza poderosa. Ciò deve tanto meno sorprendere, quantochè si sa che se l'aria fosse unicamente combinata coll'acqua in uno stato di densità eguale alla metà della densità dell'acqua stessa, allorchè quest'aria riprendesse il suo calorico e volume perduto, vi vorrebbe per ridurla alla detta densità una forza meccanica forse assai maggiore di centomila libbre. Ecco dunque la causa semplicissima di tutti gli effetti straordinari che la congelazione dell'acqua in vasi chiusi ci presenta; e quindi non sarà strano il vedere talvolta che un masso grandissimo di pietra si spezzi esposto ad una freddissima temperatura atta a poter congelar l'acqua che si trovasse interposta nella sua sostanza; e ciò per l'unica ragione dell'accresciutosi volume dell'aria che si svolge, e ch'era combinata nell'acqua per affinità in istato di somma densità (vedi note 346 e seg.).

di carole, oppur vi fanno delle lunghe corse con una rapidità indicibile, emula veramente del volo degli uccelli. Nell'Olanda, ove sono frequentissime le acque addiaciate, che racchiuse entro a canali sporgonsi deliziosamente dall'una all'altra città, soglionsi fare de' lunghi viaggi nel modo divisato; e il famoso Algarotti narra ne' suoi *Viaggi di Russia*, stampati in Livorno nel 1784, che Pietro il Grande, spirando i gran venti di est ed ouest, solea andare e tornare a vela sul ghiaccio del *Neva* da Pietroburgo a Cronstadt su di una slitta tagliata a guisa di schifo. Ho veduto io stesso, durante un affannoso caldo del mese di luglio, de' massi liberi di granito d'enorme grandezza, staccatisi naturalmente da' vicini monti, esser francamente sostenuti dalle portentose *ghiacciate* (che son montagne altissime degli Svizzeri e della Savoia, ricoperte di ghiaccio, che non si fonde giammai), con qualche centinaio di piramidi di gelo di un'altezza incredibile, accavallate a ridosso, e torreggianti: e non vo' lasciar di dire, che gli altri monti vicini; senza eccettuar neppur quelli che formavano la stessa catena, n'eran del tutto sgombri, e bellamente vestiti di fresche piante e di alberi sempre verdi. Finalmente per colmo delle prove della grandezza del diaccio basterà rapportare, che nell'anno 1740 essendovi stato in Pietroburgo un freddo intensissimo, formaronsi cannoni di diaccio, i quali caricati a palla, e quindi sparati, furono capaci di resistere all'esplosion della polve, che spinse la detta palla a forar per traverso una tavola doppia due pollici, in distanza di sessanta passi. Merita di esser letta su di questo particolare la descrizione pubblicata dal signor Graaf sì del gran palagio di diaccio ivi edificato nel detto anno, che de' mentovati cannoni, ch'eran collocati sul fronte di quello. E' da notarsi però, che non tutti i diacci hanno la medesima durezza, dipendendo quella dal vario grado di freddo, dalla qualità de' siti e delle acque, e da altre simili circostanze (366).

1040.

(367) Ognuno comprenderà di leggeri, dopo le cose antecedente.

1040. Sembrerà forse una chimera a taluni, che l'acqua svapori anche nello stato di diaccio. Eppure l'esperienza ce lo rende manifestissimo; imperciocchè oltre allo scorgersi ad occhio nudo, che i vapori se ne staccano, e si elevano a guisa di fumo, trovasi egli diminuito di peso sensibilmente dopo il tratto di alcune ore. Cospira similmente a dimostrarlo l'elegante sperienza del signor de Saussure, il quale avendo messo un pezzo di diaccio in un vaso di vetro chiuso, in una temperatura di aria più fredda di quella della congelazione, e del tutto secca, rinvenne che la evaporazione di esso fu sì sensibile, che non solo produsse della alterazione dell'igrometro, che era nel tempo stesso racchiuso in quel vaso, ma si rendè discernibile col manometro, per essersi accresciuta l'elasticità di quella massa di aria per virtù degli indicati vapori (§ 1018). Vuolsi aggiugnere a tutto ciò, che lo svaporamento del diaccio è al massimo grado nell'istante preciso, in cui egli si forma, per cagion che le particelle del fuoco, le quali sviluppansi da esso in quell'istante, portano via secoloro un copioso numero di particelle vaporese (368).

1041.

temente esposte, che la diversa densità e durezza che il diaccio presenta, dipendono dalla maggiore, o minor quantità di aria ch'esso contiene; giacchè le bolle di questa quanto più si ritrovano spesse e grandi, tanto più rompono la continuità di coesione del diaccio stesso. I diacci quindi che formansi nei gran laghi, fiumi, ec. che formansi sempre alla superficie delle acque ed a piccioli e successivi strati, debbono essere durissimi in confronto di tutti gli altri che non si formano in tal modo; poichè così formandosi i primi, possono a grado a grado scaricare per disotto quasi tutta l'aria che nella congelazione si sviluppa senza ch'essa sia sforzata a notabilmente riagire; cosa che, come ognun vede, non può assolutamente ottenersi in un vaso, o in un luogo ristretto qualunque, ove quest'aria non possa scaricarsi che per disopra, oppur sia costretta di riagire con forza dal fondo dell'acqua stessa ond'essere necessariamente chiusa nell'atto stesso della congelazione.

Dalla facilità dunque con cui l'acqua, gelandosi, potrà scaricarsi dell'aria, ne risulterà unicamente la varia densità e durezza che il diaccio in date circostanze ci presenta (vedi note 356 e seg.).

(368) L'aria secca ha una grande affinità ad ogni temperatura,

1041. Ma dato per vero, che lo svaporamento venga originato dal fuoco, come si è stabilito dianzi (§ 1012); vi sarà dunque del fuoco nel diaccio? Si bene che egli vi esiste: e per rendervene sicuri, usate questo espediente. Immergete la palla d' un termometro nella neve; e quando il mercurio sarà disceso al grado 32, che è la temperatura del gelo in quello di Farenheit, gettate sulla neve un pajo d' once di spirito di nitro: produrrà egli nell'istante un maggior grado di freddo, che farà discender sensibilmente il mercurio: e se dopo di ciò vi piacerà di rifonderne successivamente, il freddo diverrà talvolta così eccessivo, che farà abbassare il mercurio per quaranta gradi al disotto dei 32; ossia del punto della congelazione. Se dunque può prodursi nel diaccio un freddo assai maggiore di quello che egli aver suole d' ordinario, ciò indica troppo manifestamente non esser egli del tutto sprovveduto di calore, giacchè in altro caso sarebbe incapace di raffreddarsi maggiormente (369). Il vedere inoltre, che un disco di diaccio,

tura, come si è detto alla nota 21, per l'acqua anche in istato di solidità.

Quest'affinità dell'aria per l'acqua è tale, che molti sali si lasciano togliere perfino la loro acqua di cristallizzazione, ch'è combinata chimicamente colla stessa sostanza salina.

L'aria agendo sulla superficie di questi corpi, ne porta via a grado a grado insensibilmente una porzione che prende tosto, combinandosi con essa, lo stato aeriforme. Il diaccio poi è al certo nel massimo grado di svaporazione, allorchè si forma, poichè in quell'istante l'affinità dell'aria si ritrova anche ajutata dal calorico che dall'acqua si separa nell'atto della congelazione (vedi note 356 e seg.).

(369) Il freddo che in questo caso si eccita, non dipende nè dal diaccio nè dallo spirito di nitro, ma dal composto di diaccio e spirito di nitro che ne risulta. Il diaccio non può passare allo stato liquido che mercè una data quantità di calorico. Lo spirito di nitro dunque disciogliendo il diaccio, è costretto di cedere il suo calorico ad esso, ed allora il tutto che ne risulta, acquista una capacità tanto maggiore per contenere il calorico, quanto cresce l'intensità del freddo che ne risulta. Non è egli dimostrato che una libbra di acqua quasi bollente, cioè ad una tem-

cio, stropicciato nel modo ordinario alla guisa d'una macchina elettrica, dà delle vive scintille di fuoco, conferma la medesima verità con grandissima evidenza (370).

1042. Merita d'essere inserita in questo Articolo la bella esperienza del signor de Morveau, relativa all'affinità prodigiosa, che ha il diaccio col mercurio. Prendasi una piastra di diaccio di figura rotonda, del diametro di due pollici e mezzo; ed attaccato un picciolo uncino, per via di mastice, alla faccia superiore di quello, sospendasi al braccio di una bilancia sensibile, e si equilibri con pesi pendenti dal braccio opposto. Se in tale stato di cose farassi egli alquanto discendere, sicchè la sua faccia inferiore giunga a toccare la superficie del mercurio contenuto in un vaso, sarà tale la forza di aderenza ch'egli contrarrà col mercurio, che farà d'uopo applicare un peso di circa un'oncia ed un quarto, all'opposto braccio della bilancia per poterlo distaccare. E poichè anche messo un tale apparecchio sotto il recipiente di macchina pneumatica votata d'aria fino al massimo grado possibile, richiedesi esattamente lo stesso peso di prima per poterli separare l'un dall'altro; chiaro si scorge che nella produzione di siffatto fenomeno non ci ha menoma parte l'atmosfera; e quindi ch'egli deriva immediatamente dalla forza di attrazione che vedesi ampiamente regnare in tutta la Natura. Il qui dichiarato esperimento aggiugne maggior forza a tutto ciò che si è da noi proposto nell'Articolo VI della prima Lezione.

1043. L'ultima considerazione che ci resta a fare con-

temperatura di 60 gradi, disciogliendo una sola libbra di diaccio alla temperatura di zero, acquista essa pure la temperatura zero? Dopo ciò, cosa c'è dunque di strano, se lo spirito di nitro impiegato ch'è ad una temperatura tanto minore dei 60 gradi dia un liquore assai più freddo del liquore suespresso, disciogliendo una quantità del medesimo diaccio?

In questo proposito non havvi altro assolutamente a dire, ed ogni altro ragionamento è falso (vedi note 6, 320, 376 e seg.).

(370) Qui vuol l'Autore che gli effetti che produce il disco di con-

concernente il diaccio, si è quella che i fenomeni della congelazione sono del tutto analoghi a quelli che ci presenta la cristallizzazione de' sali. Quindi è, che l'acqua scorgesi gelar lentamente ne' vasi chiusi, ed accelerarsi la congelazione, e talvolta prodursi in un istante, tostochè esponesi ella al contatto dell'aria libera. Una lieve e dolce agitazione promuove in simil guisa la formazione del diaccio, non altrimenti che veggiamo succedere nella cristallizzazione de' sali. Le quali cose chiaramente ci additano, ch'entrambe coteste operazioni della Natura sono assolutamente della medesima indole (371).

1044. Riepilogando le cose dichiarate intorno all'acqua nel corso di questa Lezione, apparisce assai manifestamente esser ella un agente poderosissimo in qualunque stato che mai si ritrovi. Consideratela come un fluido: la vedrete abbatte salde muraglie, dirroccar ponti, rompere argini, portar via alberi d'immensa mole; e vincendo qualunque sorta di ostacolo, farsi strada dappertutto, e guadagnar sempre terreno. § È nello stato di vapore, abbiam già veduto che non y'ha cosa al mondo, la quale sia valevole a frenarne la violenza (§ 1020 e seg.). Se finalmente si riguarda nello stato di congelazione, le cose riferite

Tom. IV.

D

nel

diaccio come corpo duro, secco, e idioelettrico, analogo affatto al disco di cristallo, vengano dal fuoco fissato nel diaccio; il che stabilirebbe che il fuoco elettrico viene dal disco di cristallo piuttosto che essere attratto per affinità, per mezzo de' corpi idioelettrici, da' corpi ambientali, dall'atmosfera, ec. il che sarebbe assurdo.

(371) Nell'atto della congelazione dell'acqua tre cause concorrono, ond'essa si converta in diaccio.

I. La perdita del calorico per mezzo de' corpi ambientali. II. L'attrazione ch'esercita l'aria condensata esistente nell'acqua per riprendersi il perduto calorico. III. L'attrazione reciproca delle molecole dell'acqua. Nella cristallizzazione de' sali havvene due, la perdita del calorico, e l'attrazione fra loro delle molecole del sale. La dolce agitazione nell'uno e nell'altro caso non fa che presentare maggior numero di superficie all'aria esterna e a' corpi ambientali, e quindi facilita nei due casi l'uscita del calorico dal liquore (vedi note 356., 357. e seg.).

nel § 1038 sono sufficientissime a farci comprendere quanto sia grande e formidabile il suo potere. Or chi mai immaginar potrebbe esser ella capace della menoma parte di questa sua efficacia in vederla cheta e tranquilla nel fondo d'una palude!

1045. Gli usi e vantaggi dell'acqua sono sì ovvj, ch'è inutile il rammentarli. Il massimo fra tutti è quello di servire di veicolo, atto ad introdurre ogni sorta di nutrimento nella sostanza de' vegetabili e nel corpo degli animali. L'acqua più leggera si reputa comunemente la più salubre per l'ordinaria nostra bevanda. A norma di questa regola dovrebbero preferirsi l'acqua distillata, e quella di neve, come altresì quella che filtrasi ne' pozzi attraversando una estension di terreno. L'esperienza però contraria questa massima: l'acqua di neve riesce insalubre; e quella di pozzo è cruda e grave sullo stomaco. L'acqua distillata contrae un gusto dispiacevole per cagion del flogisto, di cui si carica nell'atto della distillazione (372), e quand'anche ciò non seguisse, suol ella esser sciapita per cagion dell'aria che se n'estrae mercè della distillazione. Vero è però, che agitandola fortemente all'aria libera, la ripiglia ella di bel nuovo, e rendesi con ciò fresca e piacevole. La miglior acqua per bere è quella che facilmente bolle, e colla stessa facilità si raffredda, producendo nel tempo stesso sul palato un certo senso di somma mobilità nelle sue particelle. Diasi dunque la preferenza all'acqua di fontana quando sia pura; ed a quella di pioggia specialmente, quando sia stata lungo tempo nelle conser-

(372) Ancora flogisto! L'odore che contracc potesse qualche volta l'acqua mercè la distillazione, dipende da qualche corpicciuolo che si attacca e si abbrucia nel fondo del limbicco.

Se anche l'acqua distillata e scevra da ogni odore riesce pesante allo stomaco e difficile a passare, ciò avviene per l'aria che perde al calore della distillazione. Volendosi ch'essa divenga ottima, conviene agitarla nel modo che si pratica facendosi la limonata, onde riprenda l'aria perduta. In tal modo perde anche l'odore empireumatico, se lo avesse contratto.

LEZIONE XX.

51

serve, ove depono le materie straniere, di cui si è caricata nel discender dalle nubi per lo traverso della atmosfera. È questo un punto di grande importanza, trattandosi di cosa, di cui ne facciamo un uso continuo, ed in gran copia, talchè le sue cattive qualità aver debbono una grande influenza sul nostro individuo (373).

ARTICOLO IV.

Delle Acque minerali, e d' altra particolar natura.

1046. **L'**acqua dolce, ossia l'acqua pura, scorrendo lungamente per entro alle viscere della Terra, ed incontrando quivi delle sostanze saline, dello zolfo, del vetriolo marziale, del ferro, degli acidi, degli alcali, delle terre, ed altre simili sostanze, si combina con quelle, le scioglie, e se ne impregna: e costituisce in tal modo quelle che diconsi *Acque minerali*, di cui abbonda moltissimo questo nostro paese. Talune di esse passando per luoghi sovrapposti a fuochi sotterranei, oppure a siti, ove si fanno delle scomposizioni ed effervescenze spontanee (siccome dal solo contatto dell'acqua, o dell'aria, avvien nelle piriti), concepiscono un certo grado di calore, emulo talune volte di quello dell'acqua bollente. Queste diconsi propriamente *Acque ternali*, di cui ne abbiamo anche noi in Ischia, a Baia, ed altrove. Altre finalmente abbondar sogliono di gas mofetico combinato con altri principj, come si è già detto (§ 825); e diconsi *Acque acidule*. Tutte però chiamansi generalmente *Acque medicinali*, a motivo della loro grandissima efficacia nella guarigione di varie malattie.

D 2

1047.

(373) La migliore acqua per gli usi della vita e delle arti è quella che scorre sopra fondi renosi e quarzosi, e ch'è in contatto coll'aria esterna. Quella per conseguenza che scorre, o attraversa gessi, creta, marmi, ec. è più, o meno impura e nociva.

1047. Vi sono de' metodi atrissimi a poter analizzare codeste acque, ossia a poter iscuoprire quali sono i principj stranieri, onde sono imbevute, ed in qual' dose ne contengono. Riduconsi siffatti metodi (lasciando da parte il gusto e l' odorato, mercè di cui possono agevolmente rilevarsi alcune sorte di principj in esse esistenti; come sono lo zolfo, gli acidi, ec.) alla scomposizione delle dette acque col mezzo dello *svaporamento*, oppur *colla distillazione*; ed alla scomposizione per via di *reattivi*, ossia di quelle sostanze, le quali versate nell'acqua, alterano nell'istante il lor colore e la loro trasparenza, e son capaci di precipitare le materie eterogenee in esse disciolte, e quindi di far conoscere la lor natura. La infusione di galle, per esempio, versata su di un'acqua che in se contenga del ferro, ovver del vetriolo marziale, produce rōsto un color nero più, o men fosco, a misura che la quantità de' detti principj è più, o men abbondante. Lo spirito volatile di sale ammoniaco produce immediatamente il color blu quando venga gettato in un'acqua che in se contenga del rame. Lo sciroppo di viole prende il color verde, quando sia mescolato con un'acqua che in se contenga una terra assorbente. L' alcali volatile fa divenir lattiginose quelle acque, in cui vi sia disciolto il sal marino, ovvero la selenite ch'è una specie di sal neutro, formato dall'unione dell'acido vitriolico con qualunque terra calcarea; e così del rimanente, per cui uopo è ricorrere ai libri de' Chimici, e particolarmente alla detta Dissertazione di Bergman intorno all' *Analisi delle Acque* (374). Direm qui soltanto, che ad on-

(374) Sopra questo argomento, appunto, difficilissimo a ben trattarsi in note con quella estensione che converrebbe, onde presentare le idee necessarie potessero l'acque minerali, e pochissimo importante d'altronde alla fisica sperimentale; lasceremo correre i pochi cenni che ne fa l'Autore, onde non moltiplicare senza utilità le nostre note. Un modello per procedere a qualunque analisi di acqua minerale esiste nell'opera, *Analise Chim-*

onta de' laboriosi e ripetuti sforzi di tanti Chimici illustri, non abbiamo ancora de' risultati certissimi, e del tutto soddisfacenti, relativamente all'analisi di quelle acque, che diconsi medicinali. E' questo un travaglio difficilissimo ed immenso, il quale richiede una infinità di lumi, ed una pazienza non ordinaria in colui che dee eseguirlo. E quand'anche vi concorrono tutte le riferite condizioni, non si può neppure esser sicuro del risultato, sì perchè le chimiche operazioni, a cui si assoggettano le dette acque per poterle analizzate, son vevoli talvolta ad alterarle, ed a produrvi de' cangiamenti, sì ancora perchè i medesimi venir possono originati dalle scosse, che quelle ricevono ne' trasporti, od anche dallo stare per qualche tempo in riposo; dall'esposizione all'aria; dal differente stato delle viscere della terra in diversi tempi; e da altre molte cagioni di simigliante natura. Quindi è, che molto ragionevolmente fu asserito dal diligentissimo Bergman, che l'analisi esatta delle acque è uno de' problemi più difficili, che abbia la Chimica.

1048. Tra le acque minerali annoverar si possono giustamente quelle del mare e de' fonti salsi, la cui quantità è senza dubbio superiore a quella delle acque dolci. La loro salsedine deriva dalle varie sostanze ch'esse tengono costantemente in dissoluzione; essendosi rintracciato mercè dell'analisi chimica, ch'esse abbondano di sal comune (ch'è il più copioso); di sal marino a base terrea; di sal di Glaubero; di sale d'Epsom ossia amaro; e di selenite. E poichè tra i detti sali ve ne sono alcuni, i quali son dotati di una grande amarezza, come sono il sal di Glaubero, quello di Epsom, ed il marino a base terrea; ne avviene poi, che l'acqua del mare oltre all'esser salsa è parimente amara. Egli è dunque un grand' errore il credere, che siffatta amarezza derivi da una porzion di bitume che non si è mai rinvenuto in essa esistente

te ne' varj tentativi fatti da' Chimici più illustri. Vi ha ciò non ostante chi crede ritrovarsi almeno nell'acqua marina una specie di bitume assai tenue e leggero, da cui fassi derivare la sua qualità nauseosa.

1049. E' osservazione ripetuta da molti, che l'acqua del mare è più salsa ne' paesi caldi, che ne' freddi; più in tempo di state, che d'inverno; più verso il fondo, che presso alla superficie; come altresì a norma de' varj siri anche dello stesso clima: generalmente parlando però la quantità di sal comune in essa contenuta montar suole al 4 per 100; vale a dire, che in ogni cento libbre d'acqua contengonsi quattro libbre di sale. Quindi è, che qualora si fa ella svaporare in forza del calor del sole, raccogliesi costantemente una data quantità di sale. Questo è il metodo ordinario, onde si ricava il sal comune, o marino che dir si voglia. Fassi entrare l'acqua marina entro a certe chiuse spalmate di argilla, e collocate lungo il lido, sicchè le riempia fino ad una cert'altezza: indi facendola svaporare ne' grandi calor di estate, ottiensi il sale cristallizzato in forma di piccioli cubi insieme aggruppati. Facendo poscia svaporare sul fuoco il rimanente dell'acqua, vengonsi ad ottenere il sal di Glaubero, quello di Epsom, e gli altri principi accennati di sopra (§ 1048).

1050. L'acqua del mare si gela costantemente nei paesi che si avvicinano ai Poli. Il valoroso capitano Phipps, di cui or ora farem menzione di bel nuovo, ci attesta di averlo ritrovato coperto di un diaccio alto 21 piedi nella latitudine boreale di 80 gradi e mezzo. L'immortale Cook avendo diretto il suo corso verso entrambi i Poli ne' suoi diversi viaggi intorno al mondo, non potè inoltrarsi se non di poco al di là de' 71 gradi, per cagione dell'orrido ghiaccio, che presentò d'ogni intorno una barriera insuperabile al suo cammino, e nel tempo stesso all'importante oggetto de' suoi desiderj. Il diaccio, che risulta dall'acqua marina, è interamente, o presso che dolce. L'acqua che rimane scemata di quella quantità d'acqua dolce, dee farsi svaporar meno per ottener del sale: e questo è il mezzo, di cui si servono talvolta i po-

poli del Settentrione per abbreviare la detta operazione (§ 1049).

1051. La copia considerabile di materie eterogenee, che in se contiene l'acqua del mare (§ 1044), la rende più pesante dell'acqua dolce; dimanierachè un piede cubico d'acqua marina pesa sempre circa due libbre di più di un ugual volume d'acqua pura (§ 1000). Quindi ne addiviene che le barche caricate nel mare profundano di vantaggio entro ai fiumi, corrispondentemente a ciò che si è altrove insegnato (§ 588); cosicchè una barca caricata a ribocco potrebbe correr rischio di affondarsi nel passar dal mare in un fiume.

1052. E' cosa ormai troppo nota, che l'acqua marina può raddolcirsi agevolmente col mezzo della semplice distillazione, e rendersi tale, che non sia affatto distinguibile dall'acqua dolce di fontana distillata. Dopo tanti diversi metodi praticati per codesta operazione, il testè riferito vien riputato generalmente il più semplice, il più eseguibile, il meno dispendioso, e il più efficace. I Francesi e gl'Inglesi se ne sono serviti con profitto in diversi loro viaggi all'Indie orientali, ed altrove. Il metodo però non è nuovo, essendo stato praticato da parecchi ne' secoli scorsi. E' degna di esser consultata la Memoria del sig. Poissonier tra quelle dell'Accademia delle Scienze di Parigi, ove dà egli la descrizione di un'ottima macchina da se inventata per tal uopo, insiem col metodo di farne uso; come altresì il *Viaggio del capitano Phipps verso il Polo Boreale*. Cotesto insigne viaggiatore, che impedito da orridi immensi diacci non potè inoltrarsi al di là del grado $81 \frac{1}{2}$ di latitudine, ci dà nell'indicato suo libro la descrizione d'una macchina molto agevole per raddolcire l'acqua marina, immaginata dal dottor Irwing. In altro ella non consiste, salvochè in un tubo di latta, il quale si può applicare alla guida di un coverchio alle ordinarie caldaie di cucina, ove per si dee l'acqua di mare. Si eleva egli verticalmente per poco, indi piegandosi ad angolo retto, si estende orizzontalmente per circa cinque piedi: la sua forma è conica, avendo il diametro di cinque pollici nella sua base, e di tre nella sua estremità orizzontale. Basta cuoprire di tratto in tratto siffatto tubo

con un panno bagnato nell'acqua naturale, acciocchè il vapore sollevato dalla caldaia si condensi immediatamente, e quindi esca fuori per la detta cima orizzontale. Questo è il metodo adottato dalla marina inglese fin dal 1771. Il mentovato capitano, che oggi è *Lord Mulgrave*, ne fece uso felicemente nel detto viaggio. Mi assicurò egli stesso, che l'acqua marina così distillata è affatto dolce, sanissima, piacevole al gusto; e priva di quell'odore empireumatico, ch'è inseparabile dall'acqua distillata con altri metodi, ove si è fatt'uso della creta, delle ossa calcinate, o d'altri simili sostanze, mescolate coll'acqua marina. Oltrechè la quantità di acqua, che si ottiene, è abbondantissima, avendone egli ricavato 40 *galloni* per giorno, ossia 160 bottiglie. La falsa idea che l'acqua del mare in se contenesse una porzion di bitume assai tenace (§ 1048), avea fatto generalmente credere, che non si potesse ella raddolcire senza mescolarvi le sostanze indicate di sopra, atte ad assorbire il preteso bitume; non ostante che fosse ovvio il riflettere, che lo svaporamento del mare prodotto cotidianamente dal semplice calor del sole, genera dell'acqua dolce, che sciolta indi in pioggia, somministra l'ordinaria bevanda a tutti gli animali.

1053. Talune acque sogliono essere impregnate di sostanze terree di differente qualità e natura, le quali nell'atto che l'acqua, da cui sono sciolte, filtra a traverso di qualche masso di pietra, oppure di terra, si approssimano tra di loro, finattantochè spogliate interamente del loro veicolo, e rimaste affatto a secco, attraggonsi scambievolmente con tanto vigore, che vengono a formare un corpo duro e consistente, che dicesi *Stalattite*. Filtransi esse d'ordinario a goccia a goccia nelle grotte sotterranee ed in altri simili luoghi; e queste gocce rimanendo sovrapposte di mano in mano alle loro antecedenti alla guisa dei diacciuoli, formano finalmente un gruppo, che imitar suole d'ordinario i rami di un albero, un ceppo di funghi, una mammella, o altre simili bizzarre figure. Talvolta le parti terree associate coll'acqua vengono deposte nell'atto che quella scorre, su sterpi di piante, su massi di pietra, o altre sostanze, in cui s'im-

bat-

battono per cammino; e coprendole tutt'intorno, vi formano una specie di crosta, che dicesi *Incrostazione*. Le acque di Tivoli, quelle di Abano nel Padovano, e quelle de' bagni a s. Filippo presso di Radicosani, per non mentovarne delle altre, somministrano de' vaghi esempj di questa sorta di produzioni. Le ultime specialmente sono sì belle, che possono gareggiare col marmo bianco in genere di candidezza: e poichè sono elleno nel tempo stesso bastantemente dure, un Ingegnoso soggetto ha ritrovato il mezzo di far sì, che le dette acque depongano la loro terra su varie forme; rappresentanti de' ritratti, o altre figure; dimaniera che formansi in tal guisa de' bellissimoi quadretti a basso rilievo, di cui abbondano soprattutto Roma e Firenze.

1054. Con un meccanismo alquanto simile a quello che si è esposto nell' antecedente paragrafo, si esiegue parimente la petrificazione de' legni, de' pesci, delle conchiglie, e di tanti altri corpi marini, che ritrovare si sogliono in gran copia in tutto il sen della Terra, senza eccettuarne neppur quello delle montagne più alte. I sughi petrificanti che regnano sotterra, investendo le accennate sostanze, scompongono le parti di quelle, e passando ad occupare il lor luogo; vi si modellano in modo, che non ne alterano punto la forma. E poichè siffatti sughi trovansi impregnati or di parti calcaree, or di spatose, or di silicee; talvolta di gesso, di piriti, ec., ne dee per necessità avvenire, che le sostanze suddette convertansi in pietra, in spato, in selce, in gesso, ed in materia d' altra natura, siccome può osservarsi nella ricchissima serie ch' io serbo nel mio gabinetto di Storia naturale.

ARTICOLO V.

Dell' Origine de' Fonti.

1055. Dopo di aver esaminata la natura e le proprietà dell' acqua, uopo è dar brevemente un passo più oltre per rintraeciar l' origine di quelle sorgenti,

ti, per cui scaturendo ella a dovizia dal seno della Terra, arricchisce a larga mano la superficie di quella di fontane, di rivoli, di fiumi, e di laghi. Sarebbe questa per verità una ricerca assai oscura e difficile, se i moderni naturalisti, messe da parte quelle fantastiche idee, cui suggerir suole in simili casi una viva e feconda immaginazione, non avessero attentamente esaminato tutto ciò che la Natura medesima offre loro per rispetto a questo punto.

2056. Da siffatte osservazioni adunque par che risulti in un modo evidentissimo, che gl'immensi vapori che costantemente si sollevano dalle acque che inondan la Terra, risolti in piogge ed in nevi, oppure addensati sulle cime de' monti, parte scorron giù immediatamente lungo il declive lor dorso, e parte penetrano e s'internano nelle viscere de' medesimi, fin tantochè imbattendosi in uno strato petroso, oppure cretaceo, che loro vieta di poter penetrare più addentro, allogansi quivi come in un serbatoio; e trasudando poscia lateralmente per gli strati terrei, arenacei, oppure ghiaiosi a quello sovrapposti, scaturiscono dal monte in forma di rivi. V'ha parimente di codeste acque, le quali formando de' vasti laghi su delle vallate circondate da' monti, vanno di là scorrendo fil filo per le montagne e per le valli sottoposte, e danno in tal guisa l'origine ai fiumi, o almeno forniscon loro dell'acqua perenne; siccome ho veduto addivenire nelle Alpi sulla cima del gran s. Bernardo. I fiumi così formati van tutti poscia a metter foce nel mare; ed in tal guisa veggonsi soggette le acque ad una perpetua e non mai interrotta circolazione.

1057. Questa opinione, che trovasi accennata da Aristotele come adottata a' tempi suoi da alcuni savj della Grecia, e ch'è seguita oggigiorno da quasi tutti i moderni, trovasi fortemente garantita dalle prove che qui sieguono. 1. Risulta da tutte le osservazioni praticate negli scavi sotterranei d'ogni sorta e d'ogni paese, che le acque, le quali incontrar si soglion sotterra, non ascendono giammai, ma veggonsi sempre discender dall'alto verso il piano sottoposto. 2. Non v'ha nè rivo, nè fiume, il qua-

quale veggasi scaturire dalle alte cime de' monti, ma sorgono tutti indistintamente dal dorso, oppur dalle falde di quelli: e se mai avvien talora, che un ruscello qualunque prenda la sua origine manifesta dalla vetta d'una montagna, vi si trova sempre a fianco un altro monte più alto, che lo sorpassa e lo domina. 3 Non s'incontra giammai veruna scaturigine d'acqua nè dalle falde, nè dal dorso di quelle montagne, le quali son tutte formate o di strati terricci ed arenosi, i quali lasciano trapassar l'acqua nelle profonde viscere della Terra; oppur di viva pietra, o d'altra materia ugualmente dura, per entro a cui non può l'acqua trapelare nell'interno di esso monte. 4 Non v'ha alcuno de' gran fiumi, il quale sgorgi orgoglioso, e ricco d'acqua, dal luogo ove nasce: il Reno, il Danubio, il Rodano, il Po, ed altri fiumi reali, non sono in origine che piccioli rivoletti, i quali uscendo dagli screpoli di montagne, oppur scaturendo da qualche sassoso burrone, ricevono impaccio da' minuti sassolini, che gli fanno talora deviar dal loro corso: avvalorati poscia cammin facendo da altri simili ruscelli, che moltissimi di numero si vanno unendo e comunicando di mano in mano, gonfiano a poco a poco le loro acque, finattantochè rendutesi quelle copiose e violente, sprezzano orgogliose le sponde e gli argini i più fermi, quasichè rendute scovre da quel freno, cui abitualmente loro impone la natura. Taluni di essi dopo di aver corso pel tratto di più centinaia di leghe, divengono gonfi ad un segno, che rassomigliansi, sarei per dire, ad un picciolo Oceano, prima di metter foce nel mare. 5 Tutt' i gran fiumi prendon l'origine da luoghi abbondantissimi di piogge, oppur di nevi; e quelli son maggiori, i cui paesi ne sogliono abbondar maggiormente; siccome ce ne dan l'esempio il Nilo, il Gange, il Nero, l'Oronocco, il fiume delle Amazzoni, quel della Plata, ed altri molti, parecchi de' quali son renduti orgogliosissimi dagl'immensi rovesci di piogge che cader sogliono d'ordinario sotto la Zona torrida. 6 Finalmente la maggior parte de' fiumi veggonsi abbondantissimi d'acque in tempo d'inverno, e bassi, oppur secchi l'estate:

e se

e se mai ve n'ha taluni, i quali s'ingrossano da maggio in poi, e seemansi di bel nuovo nel cominciar di settembre, ciò accade sicuramente per ragion delle nevi, le quali essendo doviziosissime in quei tali luoghi, vengono disciolte in una immensa copia di acque dal gran calor della state.

1058. Basta l'aver viaggiato con occhio di curioso osservatore pei monti dell' Elvezia, per le Alpi, o per altri paesi montagnosi, per rimaner convinto dai fatti della verità della qui dichiarata opinione. Non ho mai provato un piacere più sensibile e penetrante, quanto nel mio passaggio da Berna a Ginevra; e di là al gran s. Bernardo a traverso della Savoia. Oltre alle portentose e vaghissime scene, cui la Natura quasi superba delle sue ricchezze offre quivi ad ogni tratto ai suoi contemplatori; è ovvio il rincontrare ad ogni ora de' piccioli rivoletti, che stillando fil filo dalla china di un colle, oppur trasudando lentamente dal capo di un' orrida balza che gli cela, veggonsi brancolar sulle prime su di un misero letticciuolo di ghiaia, oppur di arena. Avanzando poscia di mano in mano, cominciansi a mescolar colle acque di altri piccioli rivi, le quali cadendo giù separatamente da numerosi screpoli di varj monti, vanno tutte in ultimo a concorrere in un rivolo solo. Coll'aggiunzione continua di varie acque, motmorando tra gli sterminati massi di macigni, che per forza de' diacci (§ 1038), o per le ingiurie del tempo, soglionsi distaccare da' monti, guadagnano finalmente la pianura, ove distendono maestosamente il lor letto; talmentechè durava fatica a persuadermi talvolta, che quel fiume, la cui violenza facea tremare sensibilmente il ponte ch'io varcava, era quell'istesso che poche leghe all'indietro giugneva a mala pena a coprire la gorbia del mio bastone.

1059. Nè vale il dire che le acque piovane non sono sufficienti a somministrare quell'immensa copia di acque, cui vediamo scorrer di continuo per lo sterminato numero de' fiumi e de' fonti, che inondan la Terra. Egli è cosa dimostrata mercè le laboriose e diligenti osservazioni de' signori Perrault, Mariotte, Sedilò, e de la-Hire, confermate poscia da Vallisnieri,
e da

e da altri illustri Naturalisti, che la quantità delle acque piovane supera di gran lunga quella che scorre pe' fiumi. Il calcolo è stato istituito col misurare la quantità dell'acqua piovana, che suole in ogni anno cader sulla Francia, e quella che nel tratto di un anno viene a scorrer pei fiumi dello stesso paese. Si sa di certo, per esempio, col mezzo degli ordinari pluviometri, che la quantità mezzana di pioggia che inaffia annualmente la Francia, ascende a circa 20 pollici; che val lo stesso che dire, che se la pioggia non s' internasse dentro la terra, o non si disperdesse in veruna guisa, basterebbe ad allagar la Francia fino all' altezza di 20 pollici. Or la Senna, da cui è attraversato Parigi, in se riceve le acque d' una superficie di terreno di tremila leghe quadrate, le quali, a tenore dell' osservazione anzidetta, raccolgono in un anno una tale quantità di acqua, che supera per più di sei volte quella che annualmente scorre su per la Senna, come si è dedotto dalle osservazioni fatte da Mariotte sulla quantità ch' ella ne trasporta nello spazio di un' ora. E quand' anche un tal risultato voglia si scemar di due terzi, pure il residuo sarà sempre doppio delle acque della Senna. Questo calcolo potendosi istituire colla medesima facilità sugli altri paesi e fiumi della Francia, non altrimenti che sulle altre contrade del globo terracqueo; ci fa manifestamente rilevare la verità avanzata di sopra; cioè a dire, che le acque piovane superano di gran lunga quelle che scorrono pei fiumi. Al che si aggiugne di più; che in altri luoghi della Terra la copia delle acque piovane è maggiore che in Francia; essendo in Italia ed in Germania, di circa 40 pollici in ogni anno; e sotto la Zona Torrida anche di 60; ciocchè serve a compensare la quantità di que' paesi che ne scarseggiano, quando non si voglia supporre che i mentovati luoghi sieno più abbondanti di fiumi, oppur che n' abbiano dei più vasti. Il detto eccesso di acque vien poscia impiegato in abbeverarne gli animali, in nutrimento delle piante, ed in altri quotidiani usi ugualmente necessari e palesi.

1060. La gran copia de' vapori, d' onde derivan poi le piogge e le nevi, può rilevarsi eziandio dal ve-

dere che un vaso d'acqua qualunque esposto all'aria libera, fatto il compenso del più e meno, che ne svapora d'estate e d'inverno, come altresì ne' climi diversi, perde un quarto di pollice d'acqua per giorno, e conseguentemente circa 90 pollici l'anno. Or supponendo, anche con isvantaggio, che le acque cuoprano soltanto la metà di questo globo (§ 653), dovranno elleno dar tanta copia di vapori, che risolti poscia in pioggia ed in nevi; e sparsi parte sul mare, e parte sul continente, dovranno somministrare ad entrambi 45 pollici d'acqua per anno, che a tenore del calcolo proposto (§ 1059), superano di gran lunga la quantità dell'acqua che scorre pe' fiumi.

1061. A fronte di tanta evidenza, e di fatti cotanto decisivi, cosa diranno mai i Cartesiani, i quali negligendo di consultar la natura, e diletandosi di studiate immaginazioni, voglion supporre che il mare si dirami entro alla terra come il sangue nel corpo degli animali; e che incontrando nel cavo seno de' monti delle immense caverne, venga quivi risolto in vapori, quasi come un lambicco, in virtù del calor centrale; cosicchè raddolcito in siffatto modo, ed elevato sino alle vette di quelle tali montagne, venga poi a filtrarsi, a scorrer giù pel loro sfuggibile dorso, ed a formare de' fiumi? Se la pretesa diramazione del mare è tutta ipotetica, perchè non avvalorata da veruna osservazione: se l'esistenza del supposto fuoco centrale è del tutto chimerica, o almeno destituta di prove: e se le sotterranee caverne della natura di quelle ch'essi immaginano, e ne' siti, ove le credono allogate, non si possono far palesi; qual credito potran giammai incontrare le loro asseritive? Oltrechè sono elleno contrariate dalle osservazioni, le quali ci fan vedere, come si è detto (§ 1057), che le acque sotterranee non mai si veggono ascendere. E poi data anche per vera la supposta diramazione del mare, e l'esistenza di que' loro lambicchi; è da riflettersi che il livello del mare, e quello per conseguenza, a cui le acque si eleverebbero dentro le viscere della Terra, è di gran lunga inferiore alle falde della maggior parte de' monti; e quindi molto più al disotto di que' siti, da cui sogliono scaturire
pa-

parecchi fiumi e fontane; una tal differenza di altezza scorgesi ascender talora a qualche centinaio di piedi. Or com'è dunque possibile, che i vapori possano elevarsi fino a quell' altezza senza condensarsi verso la cima delle immaginate grotte in forza del freddo della Terra, e quindi ricader giù di bel nuovo, siccome accaderebbe ad un lambicco, qualora la parte verticale del suo collo, la quale si erge fino alla sua curvatura, fosse alta soverchiamente? Si aggiugne a ciò, che per potersi distillare tanta quantità di acqua, quanta se ne richiede per supplirne a tutt' i fiumi e rivi della Terra, farebbe assolutamente bisogno, che tutto l' interno del globo venisse formato da siffatte caverne: ciocchè veramente è assai ridicolo a sup-
porsi.

1062. Gioverà finalmente il menar buona a' Cartesiani la circolazion sotterranea del mare; il fuoco centrale; lo svaporamento dell' acqua in forza di quello; l' elevazione de' vapori fino al dorso, od anche alla più ripida vetta delle montagne; e centomila altre stranezze di questa sorta. Ci dicano eglino un poco come mai si può eluder la forza del seguente argomento? Si è già notato dianzi, che nell' acqua marina vi è il 4 per 100 di sale a un dipresso (§ 1049), il quale se ne ricava per mezzo dello svaporamento. Laonde per ogni cento libbre di acqua svaporata rimarrebbero quattro libbre di sale, parte in fondo, e parte nelle pareti de' supposti lambicchi: per conseguenza ogni 25 anni resterebbe ivi ammassata una tal copia di sale, che uguaglierebbe in peso la mole dell' acque che pel tratto di un intero anno vanno scorrendo su per la faccia dell' intero nostro globo. Quantità enormissima! Giusta un calcolo assai ragionato, la copia di sale, cui la sola Senna (ch' è per altro un picciol fiume) depositerebbe sotterra nello spazio di un anno, ascenderebbe a più di cento milioni di milioni di libbre; scorrendo per essa 228 milioni di piedi cubici d' acqua in tempo di 24 ore, come fu osservato dal signor Mariotte. E però nel tratto di presso a 6000 anni, dacchè è stato creato il mondo, tutt' i fiumi e fonti della terra avrebbero depositato tanto sale nelle sue viscere,
che

che affaldellatisi gli uni sugli altri quegl' immensi massi alla guisa de' favolosi monti accavallati da' giganti, non solamente avrebbero del tutto riempite le pretese caverne, ed otturati tutt'i pori, per cui le acque dovrebbero filtrare, ma torreggianti più che le montagne stesse, avrebbero occupato a ribocco l'intero seno della Terra, ancorchè si volesse supporre affatto vota al disotto: e il mare all'opposto spogliato in tal guisa del suo sale nativo, sarebbe già a quest'ora divenuto dolcissimo.

1063. Queste, e mille altre fondatissime riflessioni che riscontrar si possono o sparse negli Atti e nelle Memorie delle varie Accademie, oppur mentovate nelle Opere dell'insigne Vallisnieri, fanno abbastanza conoscere l'assurdità e la ridicolezza del dichiarato sistema. Che anzi colla loro fedelissima scorta potrà similmente ravvisarsi la falsità del sentimento di coloro, i quali lasciate da banda le caverne e i lambicohi cartesiani, sostengono nondimeno, che i fonti ed i fiumi debbano la loro origine alle acque del mare, le quali serpeggiando per entro alla Terra, filtransi a traverso de' suoi pori come per tanti tubi capillari; e spogliandosi così del sale che in se contengono, acquistano il grado di dolcezza, cui ravvisiam tuttoggiorno in quelle de' fiumi,

LEZIONE XXI.

Sul Fuoco.

1064. **R**echerà stupore a chiunque l'udire che una sostanza sì ovvia e triviale, com'è il fuoco, e nel tempo stesso così efficace ed attiva, trovasi avvolta in tenebre sì dense, e ci è ignota a segno che non la possiamo in verun modo definire (375). E come

TOMO IV.

E

mai

(375) Se havvi il caso d'intendere qualche cosa in queste Lezioni, ciò deve dipendere dal semplificare possibilmente le idee conformemente a ciò ch'esige la natura della cosa. Cominceremo dunque dal dire, che il fuoco è un essere evidentemente composto di due elementi, l'uno luce, l'altro calorico ossia causa efficiente del calore.

Da questa definizione ne segue necessariamente che l'idea di fuoco porterà seco sempre l'idea di due sensazioni affatto fra di loro diverse, come avviene di fatto, l'una cioè di produrre sopra a' nostri organi la sensazione che noi chiamiamo calore, e l'altra quella di farci scorgere con maggiore, o minor chiarezza gli obbietti circostanti, atteso il frapports della luce fra i nostri occhi e gli obbietti che scorgiamo.

Ne seguirà parimente, e sempre per maggiore evidenza di quanto si è detto, che il calorico potrà esistere da se ed indipendentemente dalla luce, producendo soltanto la sensazione che ad esso compete, e così pure potrà esistere da se sola la luce indipendentemente dal calorico, producendo la sola sensazione che pur ad essa appartiene.

Difatti una quantità di corpi caldi non danno alcuna indizio di luce, e quindi saremmo altamente ingannati toccandoli, sull'apparenza che non essendo luminosi, non dovessero abbruciare le nostre dita. La luce della luna, per esempio, atta a farci scorgere gli obbietti circostanti, non dà alcun indizio di calore, e così di un'infinità di corpi atti a darci la luce separata dal calorico. Ma come la luce combinata col calorico forma il fuoco, così succede pure nella nostra mente e senza stento alcuno l'idea di proporzioni diverse fra il calorico e la luce nel formare il fuoco;

mai definirla, se ad onta de' più gravi sforzi possibili non se ne può investigar la natura! Che anzi a maggior confusione dell'umana superbia non possiamo definirla neppur dagli effetti, per esser eglino del tutto vaghi e incostanti; soggetti ad accompagnarla, oppure a separarsene senza che il fuoco cessi di esser tale (376). Così l'acqua bollente, esempigrazia, scotta,

ma

co; talchè è certo che havvi fuoco con molto calorico e poca luce, e fuoco con assai luce e poco calorico, come la sperienza ricorda in ogni istante, ed in una infinità d'esempi. Noi qui intendiamo di far astrazione da quella minima porzione di calorico che per affinità potesse rimanere aderente in alcuni casi alla luce, e di quella minima porzione di luce che rimanesse aderente in alcuni casi al calorico, giacchè si sa che luce e calorico sono sparsi universalmente, e sono sempre in un contatto fra di loro. Basta che non sieno sensibili a' nostri organi.

In seguito si renderà tutto ciò vieppiù chiaro.

(376) Sarebbe stato assolutamente impossibile al nostro Autore il ben definire il fuoco finattantochè non si fossero considerati nella sua formazione due elementi distintissimi, luce e calorico, le cui proporzioni potendo variare all'infinito, dovevano presentare in ogni circostanza e ad ogni passo fenomeni diversi, e quasi, per così dire, affatto incompatibili fra loro. Volendo noi definire le proprietà dei due componenti il fuoco, non parleremo della natura e delle proprietà particolari della luce, bastando al nostro oggetto la definizione che antecedentemente ne abbiamo data; ma descriveremo invece con ogni possibile brevità i fenomeni che costantemente dipendono dall'azione del calorico, onde, ben concepiti sotto ogni rapporto, poter rigettare, ed omettere francamente quanto riscontreremo nel cammino di quest'opera.

I. Il calorico è un fluido *sui generis* sparso in grande abbondanza dappertutto. II. E' di sua proprietà il mettersi con più, o meno prontezza in equilibrio co'corpi circostanti. III. A questa proprietà del calorico di passare da un corpo all'altro, o in altri termini, a questo passaggio di calorico da un corpo a noi, o da noi ad un corpo, dobbiamo la sensazione di caldo e di freddo. IV. A questa proprietà stessa dobbiamo la dilatazione e la condensazione dei liquidi con cui formiamo i termometri. V. I termometri sono divisi in parti eguali che si chiamano gradi; questi gradi isolati od uniti costituiscono ciò che noi chiamiamo *temperatura*. VI. La temperatura di un corpo è dunque la misura delle dilatazioni dei liquidi impiegati per costituire i termometri. VII. Per conoscere la temperatura reale di un corpo, con-

ver-

ma non abbrucia, nè dà verun segno di splendore :
il fuoco elettrico risplende, ma non iscotta, nè infiam-
ma,

E 1

ma,

verrebbe che il termometro fosse costruito di un corpo solido infusibile, e del quale ci fosse noto il momento in cui tutte le sue molecole fossero nel maggior possibile contatto, che sarebbe allora lo zero reale, e da cui partendosi, vi corrispondessero progressivamente eguali le dilatazioni ad eguali quantità di calorico che successivamente ricevesse questo corpo dai corpi circostanti; allora si avrebbe la temperatura di tutti i corpi determinata dall'aumento di questo termometro. Ma siccome il punto da cui noi partiamo per dividere i termometri, non è quello in cui le molecole dei corpi che adoperiamo per la loro costruzione, si tocchino in tutti i punti possibili, così ne segue che i gradi de' nostri termometri non sono che frazioni ignote della temperatura reale, e che per conseguenza nello stato delle nostre cognizioni noi presentiamo un'idea falsissima, dicendo che la temperatura d'un corpo è doppia, tripla, in confronto di quella d'un altro. Il sapere lo zero reale del corpo solido non impedirebbe di ritenere anche lo zero termometrico per contrassegnare il grado di dilatazione, in cui s'arresta, per esempio, il mercurio immerso nel diaccio fondente. VIII. Tutti i corpi della natura possono esser divisi in tre classi, in solidi, in liquidi, ed in fluidi aeriformi. Quasi tutti i corpi della natura possono successivamente passare per l'azione del calorico dall'uno all'altro stato. Il diaccio, l'acqua, ed il vapore ne presentano un esempio, e così, ec. IX. Volendosi innalzare due corpi eguali in peso ed in temperatura, ad un'egual numero di gradi di temperatura, vi vogliono quasi sempre quantità diverse di calorico. Se, per esempio, si vuole una quantità 8 per innalzare una libbra d'acqua da due fino a 60 gradi del termometro a mercurio, non vi vuole che la quantità uno per innalzare agli stessi gradi la stessa quantità in peso di limatura di ferro; dal che appunto si apprende, che ne' diversi corpi eterogenei, eguali in peso e temperatura, vi vogliono quantità diverse di calorico per produrre i medesimi effetti, cioè per produrre l'innalzamento di eguali gradi di temperatura, e che i diversi corpi ritengono più, o men ben combinato il calorico colle loro molecole, o in altri termini, che i corpi hanno una diversa *capacità per ammettere fra le loro molecole quantità diverse*. Si è rilevato di sopra che quest'affinità, o *capacità* dell'acqua, per esempio è a quella del ferro, come 8 a 1. X. Comunicandosi per conseguenza a corpi diversi eguali in peso quantità eguali di calorico, i loro cambiamenti di temperatura sono in ragione inversa di questa *capacità* per contenere il calorico, XI. Nel determinare la *capacità* de' corpi diversi eguali in peso e temperatura per contenere il calorico, si

scqr.

ma, salvochè in alcune particolari circostanze; e per colmo di tutto la maggior parte delle sostanze tenendo

scorge che i risultati di queste comparazioni si allontanano più, o meno l'uno dall'altro secondo che la differenza di gravità specifica fra loro è più, o men grande. XII. Vi sono ne'corpi liquidi e fluidi aeriformi due porzioni diverse di calorico, una combinata perfettamente ed intrinseca alla loro natura, l'altra interposta, aderente per affinità alle molecole de' corpi, e non intrinseca allo stato loro. Ne'corpi solidi havvi quest'ultima quantità di calorico. XIII. Due corpi eguali in peso, o in volume, e ridotti alla stessa temperatura, contengono quantità ineguali di calorico. Questo calorico si chiama calorico specifico; il calorico specifico comprende dunque il calorico combinato ed il calorico interposto; cioè indica tutta la quantità di calorico che contiene un corpo la cui temperatura è determinata comparativamente a quella che contiene un altro corpo eguale in massa, e ridotto alla medesima temperatura; dal che ne segue che il calorico specifico d'un corpo, eguale in massa e temperatura ad un altro, è come il tal numero ad un tal numero. XIV. Da ciò ne segue 1. Che l'espressioni *temperatura*, *capacità*, e *calorico specifico* non sono che denominazioni relative a numeri astratti, che possono servire a stabilir delle relazioni ed a fissare delle misure. 2. Che l'espressioni, calorico combinato, e calorico interposto, possono essere considerate sotto un doppio punto di vista, cioè e come misure, e come maniere di essere del calorico. XV. Le dilatazioni e le condensazioni del mercurio nel termometro sono all'incirca proporzionali in tutti i gradi (alla pressione di 28 pollici di mercurio) compresi fra lo zero o termine della congelazione e l'ebollizione, alla quantità di calorico che si comunica. Tanto calorico, cioè, vi vorrà per innalzare il mercurio nel termometro da 2 a 3 gradi, come da 70 a 71. XVI. E' ben lontano però il termometro dall'essere una misura esatta, come si è creduto, del calore de' corpi. Se vogliamo che la parola *calore* esprima la sensazione prodotta dal calorico, è certo che quantunque il termometro indichi eguale la temperatura nel marmo e nel legno, a noi però sembra molto più freddo il primo che il secondo. Se al contrario si ammetta la parola *calore* come sinonimo di calorico, allora è certo egualmente che il termometro non indica nè il calorico combinato ne'corpi, nè il calorico interposto o aderente alle molecole, e per conseguenza non indica in verun modo il calorico specifico de' corpi. Il termometro dunque non indica se non se la diversa temperatura, de' corpi, cioè se quella d'un corpo sia più, o meno elevata di quella d'un altro dal termine della congelazione del mercurio fino alla sua vaporizzazione. XVII. La capacità di un corpo per contene-

de in se avvilluppata una gran copia di fuoco, non
E 3 ma-

te il calorico è permanente, quando quantità eguali di calorico innalzano di gradi eguali la temperatura d'un corpo. La capacità poi al contrario dicesi che si accresce, o si diminuisce nei corpi, se fa d'uopo di comunicare più, o meno di calorico, per ottenere un medesimo effetto, vale a dire per innalzare la temperatura di un egual numero di gradi. Questi saggi sulla permanenza, o non permanenza delle capacità dei corpi, debbono esser fatti col termometro a mercurio, la cui capacità, o dilatazione è appunto proporzionale all'incirca alla quantità di calorico che s'introduce. XVIII. Non havvi alcuna esperienza che indichi rigorosamente il cammino delle capacità. Sono esse permanenti o no, finattantochè il corpo cangia di stato. Nello stato attuale di cognizioni in cui siamo, è impossibile il rispondere con rigore, e la negativa sembra fondata sopra maggiore probabilità. In tutta la lunghezza della scala però, che comprende le temperature sopra alle quali si può operare, le capacità non sembrano differire sensibilissimamente. S'intende già finchè il mercurio non cangi di stato nel termometro. XIX. Vi sono due mezzi per determinare le capacità. Il primo consiste a mescolare insieme dei pesi, o dei volumi di sostanze eterogenee, le cui temperature sieno differenti, osservandosi poscia la temperatura del miscuglio che ne risulta. Le temperature sono allora in ragione inversa dei cangiamenti di temperatura. Il secondo consiste a riscaldare dei corpi, e chiuderli poscia in un involuppo di diaccio, raccogliendosi la quantità d'acqua che si è formata. Le capacità sono allora in ragion diretta della quantità di diaccio fuso, o della quantità d'acqua formata (vedi Lavoisier *El. di Chimica; 1792 Venezia*). XX. Qualora dal miscuglio di due sostanze eterogenee, eguali in peso, e di temperatura diversa, ne risulti la media aritmetica coincidente colla temperatura loro, allora diciamo che le capacità sono permanenti in que' corpi. Una libbra, per esempio, d'acqua a 40 gradi, miscugliata con una libbra a 80 gradi, dà un composto a 60. Ciò indica che la capacità dell'acqua è permanente dalla temperatura del diaccio che si fonde a quella dell'acqua bollente. XXI. Nello stesso modo se una libbra di acqua a 40 gradi disgela nell'apparato a diaccio sei onco di diaccio, e se una libbra a 80 gradi ne disgela una libbra, indica che l'eccesso di temperatura dell'acqua sopra a gelo è come 1 a 2, e quindi la capacità permanente come sopra. XXII. Essendo ineguali le porzioni delle medesime sostanze che si miscugliano; allora non havvi più la coincidenza fra la media aritmetica e la temperatura del miscuglio che indichi la permanenza di capacità, ma è la coincidenza fra la temperatura del miscuglio e la somma dei prodotti delle masse per le temperature, divise per

manifestano veruno de' segni accennati, se non in certe date occorrenze (377).

1065. Or poichè siffatte irregolarità, al par di varie altre, che per brevità non si rammentano, sembrano derivare dal vario stato in cui suole il fuoco trovarsi d'ordinario, uopo è che ci diamo la pena di considerarlo secondo que' tali aspetti diversi; essendo più agevole in tal guisa il poterne indagare le principali ammirevolissime proprietà. Per la qual cosa lo riguarderemo prima di tutto nello stato di combinazione ossia di *flögisto*, e quindi in quello di li-
ber-

per la somma delle masse. XIII. Essendo permanente la capacità dell'acqua dal gelo fino alla sua vaporizzazione, serve essa utilmente per riconoscere la permanenza, o non permanenza delle altre sostanze entro a' limiti di 80 gradi del termometro di Reaumur. Se una libbra d'acqua, per esempio, a due gradi miscugliata con una libbra di limatura di ferro a 11 gradi dia un miscuglio alla temperatura di 3 gradi, e se presa da un altro lato quest'acqua stessa a 10 gradi, e la limatura a 55, ne risulti il miscuglio a 15 gradi, si potrà concludere che la capacità del ferro è permanente fra' termini della congelazione e della ebollizione dell'acqua. XXIV. Quando i pesi delle sostanze eterogenee che si comparano, non sono eguali, le capacità fra loro sono in ragione inversa del prodotto dei cangiamenti di temperature per le masse. Questo rapido sbozzo, appoggiato alla miglior teoria sul proposito, insieme con quanto abbiamo detto alla nota 6, serve per comprendere la connessione che havvi fra il calorico e gli effetti immutabili che ne derivano; nondimeno si renderanno vieppiù distinte le idee nelle cose avvenire (vedi note antecedenti).

(377) L'acqua bollente non agisce sopra i nostri organi, o sopra ai corpi, che in proporzione degli 80 gradi di calore di cui è capace in istato di liquidità, o in altri termini in proporzione alla quantità di calorico atto ad innalzare la temperatura dell'acqua di 80 gradi. Non risplende perchè non è la luce, ma il calorico quello che la mantiene a tale temperatura. Il fuoco elettrico risplende, scotta, ed abbrucia secondo il grado della sua accumulazione. I corpi combustibili insomma ch' esistono in natura solidi, o liquidi, non tengono mai avviluppato il fuoco ch'è composto di calorico e di luce, ma bensì contengono una qualche porzione di calorico interposto o combinato che non ha peso alcuno sensibile, ed il cui svolgimento da essi non può mai produrre nè fuoco nè luce.

LEZIONE XXI.

71

bertà, ovvero di *fuoco libero*: ben inteso però, che altro non faremo in così difficili ricerche, se non se andare a tentoni, alla guisa di coloro che nel mezzo di un tenebroso cammino procedono lentamente innanzi colla guida di qualche lume assai incerto e lontano; non essendo affatto possibile, come si è detto, di poter francamente avanzarsi ad indagar la natura di co-esta sostanza, per poterne indi dichiarare le proprietà e gli effetti (378).

ARTICOLO I.

Del fuoco considerato nello stato di combinazione.

1066. **R**enduti sicuri da una serie di molti fatti, che il principio infiammabile trovasi naturalmente combinato con varie specie di corpi, ove contraendo egli una forte aderenza colle loro parti costitutive, e non manifestando perciò nè la sua volatilità, nè la mobilità, nè finalmente l'elastico potere, entra a comporre la materia di que' tali corpi; ci troviamo nell'assoluta necessità di doverlo distinguere dal principio medesimo qualor sia egli nello stato di piena libertà, capace di manifestare, e porre in uso le proprietà indicate, ugualmente che le altre dipendenti da quelle. Per tal fine adunque chiamasi egli *Flogisto*, *Fuoco fisso*, oppur *Fuoco principio*, nel primo stato; e *Fuoco libero* nel secondo: ben inteso però, che in qualunque di codesti due stati egli si ritrova, la sua intima natura è sempre la medesima; e le differenze non dipendono da altro, se non se dall'unione ch'egli contrae con quelle sostanze, con cui si trova attualmente combinato (379).

E 4

1067.

• (378) Vedi la nota sopra il flogisto 83, e particolarmente le note 375, 376, e 377.

(379) Gli Antichi credevano, come abbiamo detto alla nota 83, che il fuoco che con luce e calore si osserva svolgersi nell'atto della combustione di un corpo, fosse il flogisto stesso o il prin-

1067. E' cagion di destare la più alta meraviglia il riflettere, come mai possa addivenire, che una sostanza sì tenue, sì elastica e sì attiva, com'è il fuoco, atta a disgregare qualunque corpo, stia ritenuta ed inceppata in quelli in modo tale, che non palesi il
me-

principio infiammabile pesante, combinato e fissato nel corpo combustibile, che prendesse congedo, divenendo allora fuoco libero. Noi abbiamo dimostrato all'opposto, parlando e del flogisto (nota 83) e della combustione de' corpi (nota 54), che questo fuoco composto di calorico e luce si svolge non dal corpo che arde, ma dal gas ossigeno nell'atto che l'ossigeno più, o meno solido entra nel combustibile che arde, senza del quale ossigeno, che si combini con questo corpo, non può mai effettuarsi una combustione qualunque. E da ciò ne viene che, perchè abbia luogo una combinazione qualunque, vi vuole, come abbiám detto: I. un corpo che abbia una tale affinità coll'ossigeno, onde levarlo alla luce ed al calorico con cui è combinato, che si chiama corpo combustibile: II. l'occorrente di ossigeno, onde questa combinazione abbia luogo. Da tutto ciò parimente ne segue: I. Che nella combustione de' corpi solidi atti ad abbruciarsi, come in essi non havvi che quella qualunque sìasi porzione di calorico che non ha alcun peso sensibile, e ch'è aderente con una data affinità alle loro molecole; oost questa è la sola che possa aggiungersi, nell'atto che si abbruciano, al calorico che dal gas ossigeno si svolge nella combustione, senza che questa picciola porzione di calorico possa mai produrre, o aggiunger luce a quella che si svolge dal gas ossigeno stesso: II. Che nella combustione dei corpi liquidi combustibili, come in essi havvi sempre del calorico combinato in maggior quantità che ne' combustibili solidi, e da cui ripetono appunto lo stato liquido; così possono ben essi aggiungere al calorico che si svolge dal gas ossigeno, una qualche porzione di più di calorico, di quello che facciano i corpi solidi, ma non mai porzione alcuna di luce. III. Che nella combustione finalmente dei fluidi aeriformi combustibili gas azoto e gas idrogeno, come in essi havvi la quantità massima di calorico in combinazione colla base loro, e come sono essi sotto forma aeriforme, e debbono avere in combinazione, secondo ciò che si è detto alla nota 377, poca, o molta luce; così questi sono i soli combustibili che abbruciandosi, possono aggiungere molto calorico e luce al calorico e luce che si svolgono dal gas ossigeno nell'atto della loro combustione; lo che sembra manifestamente risultare nella combustione del gas idrogeno.

Per potere poi realmente stabilire che un combustibile solido, o liquido qualunque, abbia somministrato al calorico che si svol-

menomo segno della sua presenza, e non eserciti in menomo grado la poderosa sua efficacia natia (380). Ci offre però la Chimica un notabil numero di fatti, da cui apparisce che parecchie sostanze, le quali di lor natura non sembrano soggette a verun freno, si combinano poi, e si fissano per virtù di un certo grado di affinità ch'esse hanno con altre sostanze d'una indole particolare. Abbiamo eziandio de' fatti certi, e nel tempo stesso assai ovvj, i quali ci dimostrano, che l'aria, la quale siccome ognun sa, è fluidissima,

svolge dal gas ossigeno nella combustione, una qualche porzione del calorico proprio, bisognerebbe dimostrare che il prodotto che risulta dalla combustione, contenesse a circostanze eguali meno calorico di quello che conteneva il combustibile abbruciato; ma si scorge all'opposto, che in quasi tutti i corpi che risultano dai combustibili abbruciati, havvi una quantità somma di calorico di più di quello che contenesse il combustibile medesimo, e ciò particolarmente quando dal combustibile solido, o liquido risultano colla combustione fluidi aeriformi, che portano seco una quantità somma del calorico dell'ossigeno stesso, a loro necessario per esistere sotto forma aeriforme. Ben considerate dunque le cose antecedentemente esposte e le presenti, risulterà sempre più chiaro: I. Che il corpo solido, o liquido che si abbrucia, toglie al gas ossigeno del calorico in vece di somministrarne del proprio; II. Che la combustione d'un corpo non è che il passaggio dell'ossigeno in questo corpo, nell'atto che si svolge il fuoco, ossia il calorico e la luce insieme combinati che tenevano disciolto quest'ossigeno; dal che ne segue costantemente in ogni combustione aumento di peso del corpo abbruciato, o resti esso nello stato solido, o prenda lo stato aeriforme. Ecco a cosa si riduca il flogisto o il principio infiammabile combinato, fissato, pesante, ec. che si ritrova e che si svolge da' corpi (vedi note antecedenti).

(380) Qui si parla de' corpi solidi, e si suppone che il flogisto o il principio infiammabile ne faccia, come si è detto, una parte del loro peso e della loro sostanza, e se ne stia cheto e tranquillo nel corpo; quando in questi corpi, come abbiamo osservato, non entra altrimenti questo flogisto, ma unicamente usa porzione di calorico che aderisce per affinità alle loro molecole; che non ha alcun peso; ch'entra ed esce secondo che s'innalza, e si abbassa la temperatura dei corpi circostanti, e che per conseguenza è maggiore, o minore secondo che questa temperatura è più, o meno elevata (vedi note 3; 375 376 e 379).

ma, estremamente mobile ed elastica, contrae un'aderenza sì poderosa co' corpi secchi, che li siegue sin dentro l'acqua; nè se ne può staccare altrimenti, se non che per virtù di un gagliardissimo stropicciamento di un altro corpo bagnato. Ed oltreadi non abbiam forse veduto nelle Lezioni antecedenti, che le diverse specie di gas trovansi ne' corpi nello stato fisso, non ostante che sieno essi mobilissimi ed elastici dopo d'esserne sviluppati (381)? Che direm mai del fuoco elettrico, il quale comechè ugualmente mobile, tenue ed attivo che il fuoco comune e la luce, pure si trova nello stato di fissazione in un gran numero di corpi, onde si sprigiona, e si ritrae in virtù dello stropicciamento (382)? La luce medesima si fissa nei fosfori, ne' vegetabili, ed in parecchie altre sostanze, ove dà poi de' segni manifestissimi della sua esistenza (383). La legge d'affinità, o la forza attrattiva, che dir si voglia, è il legame più generale e più fermo, che unisce insieme e congiugne le differenti parti, le quali entrano a formar la materia. Questo adun-

(381) Qui si prende per aria e gas esistenti ne' corpi l'esistenza della base solida di questi gas ne' corpi medesimi. Per ben intender questa verità, vedi la nota 79.

(382) Il fuoco elettrico, che forse non è che una modificazione dello stesso calorico, ha anch'esso dimostrativamente le sue affinità; e quindi viene attratto per mezzo dei corpi idioelettrici stropicciati dai corpi ambienti, ec. e trasmesso ne' corpi naturalmente affini, metallici, o anelittrici.

Il corpo dunque che si stropiccia, potrà ben contenere combinata una data porzione di fluido elettrico ch'è disperso per tutti i corpi della natura; e ciò nella guisa stessa che i corpi contengono il calorico; ma è ben lontano che il fluido elettrico ch'emana dal cristallo, sia tutto combinato con esso. Parlandosi dell'elettricità, si renderà tutto ciò dimostrato (vedi note 376 e seg.).

(383) Abbiamo detto, quali sono i corpi in cui la luce si possa fissare, e quali le condizioni ond'essa si svolga. In tutti gli altri casi in cui si scorga chiarore senza un calore sensibile, havvi sempre una lentissima combustione di sostanze fosforiche che ardon a bassissime temperature (vedi note 375, 376, ec.).

adunque esser potrebbe il caso per rapporto al flogisto: e taluni han supposto, che unito egli in tal guisa a qualche specie particolare di materia, passi poi unitamente a quella a combinarsi ne' misti (384).

1068. Or tutte le qui rapportate considerazioni, in union di parecchie altre, cui andrem rammentando nei luoghi opportuni, e di altre moltissime, cui la legge d' un istituto ci obbliga, assolutamente di passare in silenzio, mi rendono inclinatissimo a supporre, che il flogisto altro non sia, salvochè la pura luce solare fissata ne' corpi in virtù della universal legge di attrazione; ed in conseguenza, che la luce, il flogisto, e il fuoco libero, abbiano tutti e tre la medesima essenza. E' questo un sentimento che si accorda moltissimo con l' indole e col costume della Natura, la quale modifica, ed alloga diversamente gli stessi esseri, destinati alla produzione di effetti e fenomeni differenti; ed è attissimo nel tempo medesimo a procurarci l' intelligenza di que' tanti effetti che il fuoco produce, siccome ciascuno rileverà da tutto quello che saremo per dichiarare nell' intero tratto di questa Lezione, onde resteran diletuate quelle tali difficoltà ed inverisimiglianze, le quali si presentano naturalmente allo spirito nel considerare attentamente il merito di siffatta opinione (385). E quand' anche mancassero altri argomenti per dimostrarne la ragionevolezza, manifestarebbesi ella a sufficienza dalle due seguenti considerazioni. Il ferro privato del suo flogisto, ossia ridotto in terra marziale, rendesi affatto incapace d' esser tirato dalla calamita: e per far sì, ch' egli ne venga tratto di bel nuovo, non si ha a far altro, che restituirgli il perduto flogisto (386). Or se la terra marziale esposta semplicemente a' raggi solari, raccolti da uno specchio ustorio, riacquista di bel
nuo-

(384) Vedi note antecedenti.

(385) Vedi note antecedenti.

(386) Qui il ferro combinato coll'ossigeno, e ridotto in ossido diventa, secondo l'Autore, il ferro che ha perduto il flogisto; lo che è assurdo (vedi note 83 e seg.).

nuovo la proprietà di esser tratta dalla calamita; avrassi difficoltà di convenire, che la luce si fissa nella terra marziale, e ch'ella non differisce essenzialmente dalla materia del flogisto (387)? Così parimente l'acqua forte non iscioglie il manganese se non nel caso che vi si aggiunga del flogisto. Or esposto egli dal signor Scheele, dopo la preparazion conveniente, per alcune ore a' raggi del sole entro una bottiglia di cristallo chiusa, ritrovossi del tutto disciolto; e dopo di averlo egli filtrato e messo al cimento, ritrovollo unito al flogisto, il quale non potè essergli comunicato altrimenti, salvochè dalla luce del sole (388).

1069. E poichè costa da varj fatti che saranno in parte dichiarati più innanzi, che le piante assorbono una gran copia di luce; ed oltre a ciò abbiamo altrove notato (§ 822), che i vegetabili scompongono l'acido aereo, cui assorbono dall'aria; e cacciando fuori l'aria deflogisticata come parte escrementizia, ritengono in se il flogisto, attissimo al loro nutrimento; egli è molto probabile, per non dir sicuro, esservi nelle piante una specie di laboratorio, ove si esegue la combinazione del flogisto con altre sostanze (389). Ed essendo vero, ch'esse abbondano moltissimo di parti combustibili, siccome vien chia-

12*

(387) Qui si crede che il calorico e la luce che compongono i raggi solari (che altro non fanno che separare per affinità dalla calce di ferro una porzione di ossigeno, ond'essa per conseguenza ceda di peso in proporzione alla quantità che n' esce) introducano all'opposto della luce, o del flogisto nella calce stessa, e quindi diventi essa di bel nuovo atta ad essere attratta dalla calamita; quando non lo diventa che per aver perduto con tal mezzo una porzione di ossigeno che aveva, attesa la sua quantità, tolta affatto al ferro ogni proprietà magnetica (vedi note 83 e seg.).

(388) Qui si prende come operata dal flogisto una semplice dissoluzione dell'ossido di manganese nell'acido nitrico; lo che è assurdo, mentre è proprio degli ossidi metallici il disciogliersi negli acidi (vedi nota 83 e seg.).

(389) A questo proposito abbiamo detto l'occorrente alle note 171 e seg.

LEZIONE XXI.

77

amente indicato dalla gran copia degli olj, che da loro si ritrae; e gli animali d'altronde nudrendosi per lo più di vegetabili; non sarà irragionevole il supporre che l'indicata combinazione del flogisto eseguita originalmente nelle piante, passi poscia con queste nel corpo degli animali, e quindi successivamente in altre sostanze, ove noi col fatto lo ritroviamo (390).

1070. Osserviamo alla giornata esservi in Natura parecchie specie di corpi, a cui appiccandosi il fuoco libero, sviluppassi immediatamente il flogisto in essi contenuto; il quale rompendo i suoi legami, e scomponendo le parti di quel tal corpo, con cui era egli associato, fa che quello s'infiamenti e produca luce e calore. Questi corpi, che sono a dir vero l'alimento del fuoco, formano una classe a parte; dicendosi nominatamente *corpi combustibili*, a differenza di quegli altri, i quali comechè penetrati da un fuoco straniero, che li riscalda e gli arroventa, sono però del tutto disadatti ad alimentare il fuoco libero (391). Nella prima classe uopo è annoverare lo zolfo; le resine, gli olj, i bitumi, il grascio, i carboni, i vegetabili secchi, ed altre simili materie, senza eccettuare parecchie sorte di metalli, i quali sono il rame, il ferro, il piombo, e lo stagno; a cui si dà il nome di *metalli imperfetti* per esser capaci di esser calcinati e distrutti dall'azione del fuoco; laddove entrano nella seconda la calce, le terre argillose, i sali, le ceneri, come altresì l'oro, l'argento, e la platina, i quali diconsi *metalli perfetti* a motivo che son capaci di soffrire l'azione del fuoco per più mesi di seguito, senza che ne sieno alterati in verun modo, e senza scemare affatto di peso (392).

1071. E' cosa da osservarsi particolarmente, che quantunque il flogisto ottener non si possa scevro d'al-

(390) Vedi note 83, 171 e seg.

(391) Vedi nota 54, 83, 375 e seg.

(392) Per sapere, quali sono realmente i corpi combustibili, cioè i corpi che sono atti a combinarsi coll'ossigeno, vedi nota 54.

altra sostanza (393), e del tutto puro, nulladimeno però si può egli agevolmente sviluppare da' corpi combustibili, e trasfondere negl' incombustibili nello stato di sua purità, per via del semplice contatto: oppure si può sviluppare da' primi col mezzo della combustione: ma allor si manifesta egli sotto l'aspetto di fuoco libero, e si dissipa immediatamente (394). V'ha chi crede, che certe specie di gas infiammabili, le quali sviluppandosi da certe mofete, oppur dal fondo delle miniere, accendonsi assai facilmente (§ 880); o anche il gas infiammabile in generale (§ 875), possano essere il puro flogisto scevro del tutto, o almeno in massima parte, da qualunque sorta di combinazione (395).

1072. Or sia ciò come si voglia, egli è infallibile, che il modo trovato da' Chimici di poter trasfondere il flogisto da un corpo in un altro senza che ne segua la menoma scomposizione, è riuscito opportunissimo a poterci render manifeste alcune sue interessanti proprietà, le quali in altro caso avremmo certamente ignorate.

1073. La prima proprietà si è, che il flogisto è il solo principio valevole a rendere i corpi combustibili; imperciocchè trasfuso egli da un corpo naturalmente combustibile in un altro che non è tale; questo rendesi combustibile, e quello che ne resta privo, perde immediatamente qualunque attitudine ad essere infiammato. Ce ne somministra un esempio l'acido vitriolico, il quale essendo incombustibile per sua natura, rendesi attissimo in primo grado a poter servire di alimento del fuoco mercè l'intima unione che egli contrae col flogisto. Come in fatti da codesta unio-

Tutti i metalli entrano intanto in questa classe.

Abbiamo già detto che ciò che caratterizza il corpo incombustibile, si è il non poter esso appropriarsi mai l'ossigeno dell'atmosfera, o degli altri corpi.

(393) Ahimè!

(394) Vedi note 83 e seg.

(395) Vedi note 83, 253 e seg.

unione ne risulta lo zolfo, il quale per conseguenza non è formato da altro, se non se dall'acido vitriolico e dal flogisto; ed ognuno sa quant'egli sia atto a concepire la fiamma. Il carbone d'altra parte potentissimo per sua natura ad infiammarsi, divien del tutto incombustibile tostochè si priva del flogisto. In fatti niuno ignora esser egli tale nello stato di cenere. Gli esempj di questa verità potrebbero moltiplicarsi all'infinito (396).

1074. La seconda proprietà consiste in ciò che trasfuso egli nella sostanza d'un corpo, e combinato con quello, gli comunica odore e colore, cui prima non possedeva. Per conferma di ciò vale lo stesso esempio rapportato di sopra (§ 1078): l'acido vitriolico, privo di sua natura d'ogni sorta di odore e di colore, acquista immediatamente entrambe le qualità tostochè si unisce al flogisto. Così l'odore e il color dello zolfo, che quindi ne risulta (§ 1073), son conosciuti a chicchessia. E poichè non v'ha corpo combustibile, ossia dovizioso di flogisto, il quale non abbia alcuna sorta di colore e di odore; e questi son più, o meno sensibili a misura che quel tal corpo abbonda più, o meno del principio infiammabile; e da altronde i corpi affatto incombustibili, ossia scevri da flogisto; sono privi similmente dell'una e dell'altra delle dette qualità; ragionevol cosa è il dedurne, che

(396) Nel paragrafo antecedente, l'Autore crede che sia il flogisto quello che passa e ripassa senza scomporsi, da un corpo, all'altro; e questo è ciò che compete all'ossigeno. In questo paragrafo pretende che il flogisto sia il principio della combustibilità dei corpi, e quindi che l'acido solforico non sia combustibile, perchè è desso lo zolfo che ha perduto il flogisto; quando all'opposto l'acido solforico è lo stesso zolfo, più l'ossigeno che lo acidifica, ec. ec. Le ceneri poi sono residui terrosi ed alcalini, i quali, non essendo di loro natura combustibili, non si possono combinare coll'ossigeno, e quindi prendere lo stato aeriforme o vaporoso, come prendono gli altri principj che compongono i carboni, i vegetabili, ec.

Per diradare, siam lecito il dir così, tutte queste nebbie che offuscano la ragione, vedi le note 34, 83, 127 e seg.

che il principio flogistico sia l'unico principio sì dell'odore, che del colore ne' corpi. Ciò però intender si dee in tal guisa; cioè a dire, ch'egli dispone e rende atre le particelle de' corpi, co' quali si combina, a ritenere ed a riflettere alcuni dati raggi della luce, d'onde poi risulta il colore, come dimostreremo più innanzi; e sprigiona, e volatilizza quelle tali parti de' corpi medesimi, le quali, solleticando i nervi dell'odorato, risvegliano in noi la sensazione dell'odore (399).

1075. La qui dichiarata verità può avvalorarsi oltremodo, e rendersi sensibilissima, seguendo l'opinione di coloro, i quali non fanno differire il flogisto dalla materia della luce (§ 1068). E' dimostrato dal signor Bonnet nelle sue *Ricerche intorno all'uso delle foglie*; ed oltreattò è pienamente noto a' giardinieri ed agli ortolani, che il color delle piante vien prodotto dalla luce; disortachè volendo essi darci dell'endivia, delle lattughe, de' cardi, ec., teneri e bianchi, fanno uso della pratica ordinaria di seppellirli sotterra, oppur di coprirne la parte di mezzo colle foglie esteriori legate in modo, che la luce del sole non vi abbia il menomo accesso. Esponendo poscia all'analisi siffatta sorta di piante, si trova realmente esser elleno meno doviziose di principio infiammabile a fronte di altre simili piante, esposte liberamente alla luce solare (398).

1076. La terza proprietà del flogisto è quella di render più densi, più molli, più volatili, assai più atti alla fusione, ed opachi, que' corpi solidi, con cui egli si combina, Egli è cosa dimostrata, che i
me-

(397) Per convincerti dell'erroneità di tutti questi principi, vedi le note 83, 127 e seg.

(398) Queste piante tutte si trovano doviziosissime di acqua, perchè venendo esse separate dal contatto della luce, non può l'acqua in loro decomorsi per cedere l'idrogeno al vegetabile; e quindi rimangono esse succolente, e non prendono il colore ch'è loro naturale, esposte che sieno a' raggi solari. Per tutto il resto, vedi le note antecedenti.

metalli sono un composto di terra e di flogisto, a cui egli si combina. Egli è cosa dimostrata, che i metalli sono un composto di terra e di flogisto, a cui forse si unisce qualche picciolissima copia di un altro ignoto principio. La quantità di flogisto, che essi contengono in gran dovizia, si può sviiluppare e portar via agevolmente coll' esporli ad un fuoco violento, appunto come suol praticarsi con tutti gli altri corpi combustibili. Separato che sia in tal modo cosiffatto principio, quel che rimane non è che una semplice terra, a cui si dà la denominazione di *calce metallica*; e l'operazione già esposta è ciò che dicesi dai Chimici *calcinazione dei metalli*. Ora l'esperienza ci fa vedere che nelle dette calci o si scemano, oppure scompaiono del tutto l'opacità, la mollezza, la durezza, la volatilità, l'attitudine alla fusione, ed altre qualità di simile natura; laddove introducendovi di bel nuovo il flogisto che loro si è tolto (ciocchè praticar si suole esponendole nuovamente all'azion del fuoco in unione di qualche materia combustibile, che lor possa somministrare il flogisto, come sarebbe l'olio, il carbone, le unghie, o corna degli animali, ed altre simili), le mentovate qualità, che eransi perdute, ritornano di bel nuovo, e le calci si convertono un'altra volta in metallo come prima. Quest'è ciò che dicesi *riduzione dei metalli*; ed è osservabile, che la sostanza che ha loro comunicato il flogisto, trovasi averne perduto tanto, quanto elleno ne hanno acquistato. E se mai invece di spogliare interamente i metalli del loro flogisto, se ne privano soltanto di una porzione, non v'ha che una porzione di essi ridotta in calce, restando affatto illeso il rimanente. E poichè la dichiarata riduzione succede costantemente la stessa, senzachè vi si possa ravvisare il menomo divario, sia qualunque la sostanza che si adopera per ritrarne il flogisto, e trasfonderlo nelle calci metalliche, v'ha tutta la ragion di asserire che un tal principio sia sempre lo stesso in tutti i corpi, e conseguentemente semplicissimo (399).

TOMO IV.

F

1077.

(399) Perchè cadano tutte queste ipotesi, considera la nota sopra il flogisto § 2 e seg.

1077. I dichiarati fatti adunque intorno alla calcinazione, ed alla riduzione de' metalli, ci fanno apertamente scorgere che le indicate loro qualità derivano unicamente dal principio infiammabile, che in se racchiudono. L'opacità è un segno immediato della densità maggiore, ch'essi acquistano; e dall'una e dall'altra deriva il liscio e il brillante, di cui eglino sono suscettibili in forza della pulitura. La copia del flogisto, onde abbondano a dismisura, fa loro ributtare l'acqua, con cui quello non è atto a combinarsi; e l'affinità grandissima, ch'egli ha cogli acidi, fa sì che i medesimi vengano a sciogliere i metalli, ed a privarli del principio infiammabile, siccome si è osservato nella Lezione su i Gas (400).

1078. Per ciò che riguarda la volatilità in particolare, l'esperienza ci fa vedere che lo spirito di vino, l'etere, e tutti gli spiriti ardenti, i quali abbondano di flogisto, sono assai più volatili dell'acqua che ne contiene di meno; e così s'intenda d'altri fluidi (401).

II

(400) Vedi note 83 e seg.

(401) Le dottrine riportate dall'Autore nel paragrafo antecedente, tendono tutte a persuaderci che dal solo flogisto i metalli ripeter debbono la loro densità, ec.; e le dottrine che in questo riporta, tendono a persuaderci che il principio della volatilità dello spirito di vino, etere, spiriti ardenti, ec. ripeter si debba dallo stesso flogisto. Non è questo camminar di contraddizione in contraddizione per sostenere la teoria flogistica? L'etere poi, gli spiriti volatili, e lo spirito di vino, sono composti d'idrogeno e di carbonio combinarsi col calorico, da cui ripeton lo loro stato di liquidità: L'affinità dei loro principj pel calorico è somma, ed in proporzione di essa si volatilizzano con più, o meno prontezza.

Se si abbrucino in vasi che contengano del gas ossigeno, e dell'aria atmosferica, si risolvono questi spiriti in due sostanze diverse. Il carbonio, una dei loro principj, si combina coll'ossigeno, e ne risulta dell'acido carbonico che prende lo stato aeriforme; l'idrogeno, altro loro principio, si combina coll'ossigeno, e si forma copia grande di acqua.

L'acido carbonico e l'acqua che ne risultano, sono eguali al peso del liquore abbruciato, più il peso dell'ossigeno consumato, e ciò con tutta la precisione numerica.

Quest'

LEZIONE XXI.

83

Il regolo d'antimonio e lo zinco, che sono naturalmente i più volatili tra i metalli imperfetti, convertonsi in terre ostremodo *refrattarie*, ossia capaci di reggere al fuoco più violento senza volatilizzarsi, tostochè trovansi spogliati del loro flogisto (402).

1079. La fusibilità, che altro non è se non se l'attitudine d'un corpo a divenir fluido, par che dipenda eziandio dal medesimo principio: e l'esperienza ci fa vedere che l'acciajo, il qual contiene più flogisto del ferro, è anche più fusibile del ferro stesso (403). Lo stagno che si fonde di leggeri mercè di un picciolo calore, è ostremodo *refrattario* nello stato di calce, allorchè è privo di flogisto (404).

1080. Finalmente la quarta proprietà del flogisto è quella di avere una ripugnanza grandissima a combinarsi coll'acqua e coll'aria; del che ci somministra la Chimica una infinità di esempj. E così però da destare il più vivo stupore lo scorgere, che ad onta della testè dichiarata ripugnanza, trovasi egli combinato con una infinità di sostanze, le quali abbondano di principio acquoso, come sono le resine, gli oli, gli spiriti ardenti, e tante altre, cui ci somministrano a dovizia il regno vegetabile e l'animale. Siamo da

F 2

ciò

Quest'è il flogisto che contengono, che perdono, che cedono, ec. (vedi nota 83).

(402) Vedi nota 83.

(403) È dimostrato che la differenza che havvi fra il ferro puro l'acciajo, ec. si è unicamente che l'acciajo è lo stesso ferro combinato con una porzione di carbonio. Il flogisto dunque diverrebbe ora identico col carbonio. La fusibilità diversa fra' corpi per mezzo del fuoco, si sa da altro non dipendere che dalla diversa affinità che hanno le molecole di questi corpi per combinarsi col calorico. Da questa diversa affinità ripetersi unicamente si deve l'esservi de' corpi che ad ogni più fredda temperatura rimangono perfettamente combinati col calorico sotto forma liquida ed aeriforme, e l'esservene degli altri che tutto il fuoco che noi conosciamo, non è atto a disciogliere, e che quindi rimangono sempre in istato di solidità.

Da ciò si scorga se il flogisto ha parte in questi fenomeni (vedi note antecedenti).

(404) Vedi nota 83.

ciò forzati a supporre, che quantunque ripugni egli a combinarsi coll'acqua, può però associarsi a quella mercè l'interposizione di qualche altro principio, con cui vi abbia qualche sorta di affinità. Tali sono gli acidi, le materie secche, e di natura terriaccia, particolarmente le terre calcaree e le argillose. Il carbone, ch'è assai combustibile, altro non è che una combinazione singolare di terra e di flogisto, derivati dalle materie vegetabili, o animali, da cui si produce, uniti forse a qualche sale fisso delle sostanze medesime. Giusta gli esperimenti recentissimi di Priestley, la quantità di terra contenuta in più libbre di carbone pareggia appena il peso di pochi grani, risolvendosi tutto il resto in aria infiammabile, ossia in flogisto associato con acqua (§ 997), tutte le volte che l'esperienza si esegue nel voto. Le anzidette considerazioni indussero i due celebri chimici Beccher e Stahl a riguardare il flogisto come una sostanza di natura terrea, composta di parti tenuissime e poco coerenti; e quindi a denominarlo *terra infiammabile* (405).

1081. Benchè la riferita teoria del flogisto sodamente stabilita dal celebre Stahl, fosse stata fin oggi generalmente adottata da' Chimici, ed abbia formata la base solidissima di tutta la loro scienza; alcuni recentissimi Chimici francesi, alla cui testa è il tante volte rammentato Lavoisier, incominciano a volerci persuaderè non esser punto necessario l'ammettere la teoria del flogisto; e che i fenomeni chimici spiegar si pos-

SO-

(405) Senza disaminare a parte a parte tutte le sopraddette cose dopo quelle che antecedentemente si sono da noi esposte e dimostrate, diremo solo che qui intende l'Autore di contrassegnare per flogisto esistente in tutti questi corpi la stessa sostanza combustibile che ne forma la loro essenza, e che, nel regno vegetabile ed animale, sono particolarmente il carbonio e l'idrogeno quelli che combinati fanno la base combustibile delle resine, degli olj, grassi, ec. L'acqua che si trae da questi corpi, dovuta alla combinazione dell'idrogeno coll'ossigeno senza che resistesse ne' corpi che si abbruciano. Il carbonio e l'idrogeno sono, come si sa, principj sempre identici, nè hanno bisogno per abbruciare che di ossigeno.

sono agevolmente senza di essa. Per la qual cosa negano essi risolutamente l'esistenza del flogisto; ed alla teoria stahliana sostituiscono la teoria pneumatica, cui più innanzi esporremo. Il fatto si è, come giustamente osserva il signor de Fourcroy, che malgrado i tanti esperimenti e le infinite specolazioni fattesi recentemente sulla natura del fuoco e della combustione, non si è ancora potuto escludere la materia del fuoco fissata nei corpi; e che lo stesso Lavoisier, il quale si è tanto affaticato per bandire la teoria flogistica, non ha potuto fare a meno di ammettere il principio infiammabile combinato coll'aria, come in appresso dimostreremo (406). L'esclude egli dunque da' corpi combustibili per rinvenirlo nell'aria. E poi le obiezioni dirette contro l'esistenza del flogisto sciolgonsi interamente seguendo le idee di Macquer; che val quanto dire supponendo, come è ragionevolissimo, altro non essere il flogisto, salvo che la materia della luce combinata ne' corpi; del che già abbiamo in altro luogo (§ 1068) rapportate le dimostrazioni (407).

1082. L'aver premesso siffatti lumi ci apre agevolmente la strada a poter procedere più oltre, ed a contemplare il fuoco nel suo pieno stato di libertà, per quindi venire in cognizione de' suoi meravigliosi effetti e fenomeni.

F 3

A R.

(406) Se il nostro Autore avesse letto con attenzione le ultime opere dei dottj Fourcroy, Lavoisier, ec. ec. non avrebbe certamente detto così. Per ultime opere intendiamo unicamente quelle che sono uscite molto avanti il 1792, tempo in cui apparve questa Fisica. Egli è un commettere, dirò così, un gran peccato in scienza contro di questi grand' uomini, l'asserire ch'essi credano ancora l'esistenza della materia del fuoco fissata ne' corpi, o il principio infiammabile combinato coll'aria, ec. nel senso dell'Autore (vedi nota 83).

(407) Dimostrazioni? (vedi note 83 e seg.).

A R T I C O L O H.

Del Fuoco libero, e del modo onde si eccita.

1083. **T**ostochè il principio infiammabile, ossia il flogisto, viene sprigionato co' mezzi opportuni dalla sostanza de' corpi, ov' era combinato e ristretto (§ 1067), ripiglia immediatamente il suo elastico potere, e la prodigiosa sua mobilità, e quindi si manifesta sotto l'aspetto di fuoco libero, accompagnato da fiamma; ed attissimo a generar del calore (408).

1084. I mezzi principalissimi, mercè di cui la Natura esegue il rammentato sviluppo, riduconsi giustamente a questi tre; cioè a dire allo stropicciamento, all'azion della luce concentrata; ed all'applicazione dello stesso fuoco libero, ossia de' corpi infiammati. Niuno ignora, che i raggi del sole raccolti da una lente convessa, ovvero rimbalzati da uno specchio concavo, infiammano poderosamente i corpi combustibili collocati nel foco di quelli (409). E' notò similmente, che l'acciajo sviluppa delle scintille di fuoco qualora si stropiccia contro la selce, che ne' moti lunghi e violenti d'una carrozza infiammansì talvolta gli assi e le ruote, per forza dello sfregamento; che i chiodi e i martelli, che gli battono con gran forza; le seghe,
le

(408) Noi già abbiamo detto che questa luce è calorico, o altrimenti questo fuoco, non esce mai dal corpo che si abbrucia, ma dal gas ossigeno, nel mentre che l'ossigeno va a combinarsi col corpo combustibile. Il flogisto dunque de' corpi non può manifestarsi sotto l'aspetto di fuoco libero, e perchè non esiste in natura, e perchè il fuoco si svolge nel modo che di sopra si è detto (vedi note 54, 83, 376, 379 e seg.).

(409) La maniera unica di mettere in combustione un corpo combustibile, è quella d'innalzarlo ad una data temperatura, per qualunque mezzo si voglia, onde possa esso combinarsi per affinità coll'ossigeno dell'atmosfera; e quindi svolgere luce e calorico, o in altri termini, produrre la sensazione della visione e del calore (vedi note 54 e seg.).

LEZIONE XXI. 87

le trivelle, i punteruoli, le lime, ed altri simili ordigni, riscaldansi d'ordinario ne' lunghi e continuati lavori, fino ad eccitar la fiamma in quelle sostanze che sono da essi penetrate, o distrutte (410). Due gran lamine di ferro stropicciate vigorosamente, e con gran celerità l'una contro l'altra, giungono prima a riscaldarsi, indi a concepir la fiamma, e finanche a fondersi, come appunto avvetrebbe in virtù dell'azione immediata di un fuoco violentissimo (411). Un fuso di legno duro internato entro a un foro d'un altro pezzo di legname dolce; e fatto quivi girar con forza mercè di un archetto ordinario de' torni a mano, vi eccita il calore, il fumo, e la fiamma (412). Lo stesso avviene parimente col far iscorrere velocemente una corda sovra un tronco di un albero, o su d'altra sostanza atta ad accendersi: e v'ha ben anche degli

F 4 esem-

(410) Tutto ciò prova chiaramente che, innalzandosi la temperatura del ferro, dell'acciajo, de' legni, ec. per mezzo dello stropicciamento in qualunque modo praticato, o per mezzo di corpi in attualità di combustione, si viene a porre in giuoco l'affinità di questi corpi per l'ossigeno dell'atmosfera, e quindi a porre a grado a grado in libertà il calorico che contiene il gas ossigeno; il quale toltto riscalda; fonde, abbrucia, ossida, ec. i corpi tutti combustibili, a contatto de' quali la decomposizione del gas ossigeno si opera.

Per convincersi poi con esperienze dirette di queste verità quanto semplici, altrettanto ammirabili, basti lo stropicciare l'acciajo contro la selce nel voto; o in un gas che non contenga ossigeno; per non ottenere più alcuna scintilla di fuoco, checchè ne dica altri; e all'opposto, continuandosi lo stesso stropicciamento nel voto, si vede che le scintille compatiscono a misura che s'introduce sotto la campana dell'aria atmosferica; e del gas ossigeno; e ciò appunto perchè non potrebbero mai splendere questi frammenti di ferro se non si appropriassero l'ossigeno dell'atmosfera, ponendo istantaneamente in libertà il calorico e la luce che lo tenevano in istato aeriforme. Quindi è che i colpi della selce nel voto non separano che frammenti di ferro puro; e nell'aria atmosferica questi frammenti sono egualmente di ferro; ma ossidato, ovvero in combinazione coll'ossigeno (vedi nota 54 e seg.).

(411) Vedi nota 410.

(412) Vedi nota 410.

esempj di selve arse e distrutte in forza dello scambievole stropicciamento degli alberi, cagionato da un turbine violentissimo. Dai quali effetti non vanno neppure esenti le parti degli animali; scorgendosi alla giornata, che le mani stropicciate con violenza l'una contro l'altra, riscaldansi notabilmente, e tutte le parti del corpo in generale concepiscono un fortissimo calore in forza di un lungo e continuato esercizio (413). Ed abbenchè sia certo, che i corpi fluidi, tra cui l'acqua ha il primo luogo, non danno al menomo segno di riscaldamento in seguito di un lungo moto, pure ci assicura il capitano Phipps, che il dottor Irving, imbarcato secolui nel viaggio al Polo Boreale (§ 1052), ritrovò col mezzo del termometro, che la temperatura dell'acqua del mare in tempo di una fiera burrasca era assai più calda di quella dell'atmosfera: là qual cosa trovasi eziandio manifestamente indicata da Plutarco come una verità di fatto; e può ragionevolmente attribuirsi alle sostanze eterogenee, che vi si trovano combinate (414).

1085. Questo efficacissimo mezzo per isviluppare il fuoco libero, ha potuto dare agli uomini la prima idea del fuoco. Accadono alla giornata degli stropicciamenti casuali, che lo manifestano assai vivo. Eglino però non producono sempre gli stessi effetti al medesimo grado; ma sono questi maggiori a proporzione che i corpi che si sfregano, sono più elastici; secondo che le loro masse (quando le altre cose vanno del pari) sono più notabili; giacchè in tal caso si accresce il numero de' punti stropiccianti; ed
a mi-

(413) Vedi nota 410.

(414) L'agitazione dell'acqua che ha affinità coll'aria facilita la combinazione di quella con questa. L'aria combinandosi coll'acqua, perde una gran quantità del suo calorico, come altrove si è detto. Per parte dunque di questa combinazione l'acqua può ricevere un qualche grado di calore (vedi note 28 e 356).

a misura che si aumenta la loro velocità, corrispondentemente alle leggi che i corpi seguono nei loro urti scambievoli.

1086. Producesi eziandio un effetto simigliante da certi stropicciamenti intestini ed insensibili, di cui ignoriam la cagione, i quali seguir sogliono nell'atto della fermentazione, oppure nelle effervescenze. Un mucchio di grano, macerato per alcuni giorni con acqua, e quindi gettato nell'angolo di una stanza; concepì tal grado di calore dopo due, o tre giorni, che non ebbi il coraggio di profundarvi la mano un poco addentro. Una coscia intera di montone ravvolta entro una carta; indi coperta ben bene tutt'intorno fra quattro salviette, profundata da me per circa due palmi entro un gran mucchio di letame cavato di fresco dalla stalla, fu trovato cotto a tal segno dopo il tratto di cinque ore, in virtù del natural calore di quel letame, che la carne si separava dall'osso, e si spappolava fra le dita. E' questo un esperimento, che può facilmente ripetersi da ognuno, o almeno da coloro che lo trovassero esagerato (415). Lo spirito di vino versato nell'acqua, oppure nel sangue umano, fa montare il termometro di circa dieciotto gradi; onde è poi, che i liquori spiritosi son nocivi alla salute, perchè riscaldan troppo gli umori del

(415) Se i corpi che si stropicciano, non sono combustibili, è già inutile l'attendere che producano fuoco, sieno essi duri, o teneri, densi, o leggeri, ec. I combustibili poi ne producono con più, o meno facilità, stropicciati che sieno, secondo che la loro affinità per l'ossigeno è maggiore, o minore. All'affinità poi fra loro de' principj diversi che compongono il grano, il letame quando sono umettati, ed a quella che hanno per l'ossigeno, o per l'azoto dell'atmosfera in istato di solidità, ed alla minorazione di capacità che acquistano i composti che ne risultano per contenere il calorico, si dee lo svolgimento d'una quantità maggiore, o minore di calorico. Si sa per esempio, che l'acqua stessa combinandosi co' corpi in istato di solidità, produce una quantità di calorico. Queste sono le cause principali a cui riferir si debbono i fenomeni della riscaldamento dei corpi umettati, ammonticchiati e composti di principj diversi (vedi nota 54 e 376).

del corpo (416). La limatura di ferro mescolata col zolfo, ed inzuppata di acqua, non solamente si riscalda, ma s'infiamma visibilmente (417). La calce mescolata coll'acqua sviluppa parimente un forte grado di calore (418). L'ulterior narrazione di simili fatti potrebbe, per così dire, estendersi all'infinito:

1087. E' inutile il rammentare particolarmente la generazione del fuoco libero mercè l'applicazione di altri corpi infiammati, essendo questo il metodo più comodo, e più alla mano, e per conseguenza il più generale per poterlo eccitare (419).

AR-

(416) Lo spirito di vino combinandosi coll'acqua, col sangue, ec. entra in una combinazione in cui per esistere sotto forma liquida ha bisogno di minor quantità di calorico, che rimanendo isolato; o in altri termini; il composto che ne risulta, ha meno capacità per contenere il calorico di quello che aveva, per esempio; separatamente l'acqua e lo spirito di vino. Da ciò ne segue; pel principio generale da noi altrove esposto, che un dato volume di acqua e di spirito di vino mescolati che sieno, fanno un volume minore di quello che facevano i due volumi separatamente presi, il tutto a circostanze eguali di temperatura e pressione (vedi note 356, 375, ec.).

(417) Si confondono fatti di natura diversa; perchè producono effetti che sembrano analoghi. In questo miscuglio havvi decomposizione reale dell'acqua, ossidazione del ferro, acidificazione dello zolfo, quindi sviluppo di calorico e di gas idrogeno.

(418) In questo caso havvi solidificazione dell'acqua nella calce, e sviluppo del calorico che la manteneva nello stato di liquidità (vedi note antecedenti).

(419) In questo articolo H. sul fuoco libero è sul modo di eccitarlo avrà ognuno compreso, che ora si trattava di sviluppare dal gas ossigeno il calorico e la luce che formano il fuoco, mentre l'ossigeno si andava a combinare con un corpo combustibile, ed ora si trattava di svolgere soltanto del calorico dai corpi, minorando le loro capacità, o le loro affinità per contenerlo. Questo è stato il registro di cui si è trattato (vedi note 54, 375, e 376, e seg.).

ARTICOLO III.

Della varie proprietà del Fuoco libero.

1088. La prima proprietà del fuoco libero, ch'è forse la più generale e la più costante, è quella di dilatare la sostanza di tutti i corpi secondo tutte le direzioni, e di aumentarne conseguentemente il volume (420). Abbiamo notato altrove (§ 335), che una verga di ferro della lunghezza di sei piedi, esposta dal signor de la Hire al sol cocente di estate, si allungò di $\frac{2}{7}$ di linea. Un cilindro di metallo, la cui base adegua esattamente un foro circolare, per cui si faccia egli passar liberamente, non può a frotto attraversarlo dopo di essere stato riscaldato. Si atto debitori all'ingegnoso Musschénbroek dell'invenzione di uno strumento, atto a misurare i varj gradi di dilatazione cagionata dal fuoco nelle diverse sostanze, ancorchè fosse ella sì picciola, che non giugnesse ad adeguare $\frac{1}{12}$ parte di un pollice. La sua costruzione è stata poscia variata in mille guise, o per renderlo più semplice, oppure per averne de' risultati più esatti. Rapporteremo qui brevemente la costruzione di quello, di cui facciamo uso ne' nostri esperimenti:

1089. Consiste egli nel ruotame racchiuso entro la cassetta A B, corredato del suo quadrante B C, e de' due indici D, E; nella cassetta bislunga F G; e nel

al Tav. I.
Fig. I.

(420) Noi dobbiamo unicamente alla maggiore, o minore affinità del calorico per le molecole de' corpi, ed agli sforzi ch'esso fa per discioglierle o in liquido se sono solide; o in fluidi aeriformi se sono liquide, la maggiore, o minore dilatazione che i corpi in date circostanze ci presentano. Non è dunque mai il fuoco che operi queste dilatazioni; e se anche per dilatare un corpo si adoperasse realmente il fuoco, non sarebbe che il calorico quello che separandosi dalla luce, entrerebbe nel corpo e lo dilaterebbe, mentre rimarrebbe sempre inuti le del tutto la luce che dal fuoco stesso si svolge (vedi a questo proposito la nota 377).

nel vaso inferiore H I, il quale essendo ripieno di spirito di vino, è fornito benanche dei varj lucignoli di cotone *a*, *b*, *c*, *d*. In altri pirometri manca la cassetta F G; e i detti lucignoli sono immediatamente sottoposti alla verga metallica N L, la cui dilatazione vuolsi sperimentare. Or questo metodo non rende lo strumento paragonabile: intendo dire che i risultati ottenuti con uno di siffatti strumenti non sono sempre uguali a quelli che si ottengono col mezzo di un altro, o anche collo stesso, in diversi tempi; giacchè le circostanze possono non esser le medesime: e la ragione: si è, che il grado di calore comunicato dai lucignoli accessi alla detta verga, oltre al non comunicarsi ugualmente a tutte le parti della medesima, è del tutto incostante ed incerto, potendo esser maggiore, o minore, a tenor di varie circostanze. Per la qual cosa si fa uso della cassetta F G, la quale riempendosi di acqua, e facendosi questa bollire mercè la fiamma degli indicati lucignoli, comunica sempre alla verga il medesimo grado di calore (§ 1009). E comechè codesto possa alquanto variare corrispondentemente al vario peso dell'atmosfera (§ 1008); pure siffatte variazioni non ascendono a gran cosa; ed oltre ciò si possono affatto schivare coll'istituire gli esperimenti in tempo che il barometro trovasi elevato alla medesima altezza. Ha ella di più il vantaggio di potersi riempiere di olio bollente invece di acqua, e così applicare alla verga un grado di calore assai più notevole, poichè il calor dell'olio bollente è a quel dell'acqua quando bolle come 600 a 212 a un dipresso.

Tav. I.
Fig. 1.

1090. Disposta impertanto la verga metallica N L nella situazione orizzontale rappresentata dalla Figura; riempita di acqua la cassetta F G; ed accessi i lucignoli *a*, *b*, *c*, *d*, imbevuti di spirito di vino (§ 1089); tostochè il calore, cui l'acqua va acquistando di mano in mano, si trasfonde alla verga, cominciasi questa a dilatare; e poichè non può ella allungarsi dalla parte L, per essere impedita dalla vite M, onde è premuta in parte contraria, è obbligata a distendersi dalla parte N; ove spignendo in dentro una picciola barra di acciaio, con cui s' incontra cima a

ci.

cima, fa sì, che la medesima dia moto ad una leva racchiusa nella cassa circolare A B. Siffatta leva ponendo in moto due ruote, con cui è connessa, fa poscia rivolgere i due indici D, E, i quali scorrendo lungo i due quadranti graduati a se corrispondenti, a misura che l'espansione della verga N L fa rivolgere in giro l'indicato ruotame, indicano i varj gradi di dilatazione, ch'ella viene a soffrire. Le dimensioni degli assi, e delle circonferenze di siffatte ruote sono proporzionate in modo, che l'espansione di $\frac{1}{1000}$ pollice nella verga fa fare all'indice D una intera rivoluzione; e fa rivolgere l'indice E con legge tale, che indichi le parti millesime di ciascheduna delle testè indicate. Le dette lamine di metallo si cangiano a piacere, ponendosi ora di ferro, or di rame, talvolta di oro, d'argento, di piombo, ec., per iscorgere i differenti gradi di espansione, cui lo stesso grado di calore è capace di generate ne' diversi metalli.

1091. Non ostante le ripetute osservazioni praticate relativamente alla dilatazione de' corpi in virtù del fuoco non si è potuto giammai ravvisare alcuna proporzione tra quella e la quantità del fuoco, oppure la massa del corpo adoperato; come nè anche tra il tempo, durante il quale il fuoco dee operare per poterla produrre. Uopo è dunque supporre, che ciò dipenda interamente dall' interna struttura de' corpi, cui affatto ignoriamo; dal vario grado di coerenza tra le loro parti; e da altre cagioni d' indole similgiante. Quel ch'è certo si è, che non tutte le sostanze si dilatano ugualmente collo stesso grado di calore; essendosi rilevato più volte, che col grado medesimo di caldo, ed a pari circostanze, il ferro si dilata di 80 divisioni del quadrante del pirometro; l'acciajo di 85; il rame di 89; l'ottone di 110; lo stagno di 153; e il piombo di 155. Dal che si scorge, che il ferro è meno dilatabile fra tutti i metalli; e che il piombo e lo stagno sono suscettibili della massima dilatazione (421). Per la qual cosa siamo da

cio

(421) Ciò ch'è certo in questo proposito, si è, che la dilatazio-

ciò manifestamente istrutti di doverci servire del ferro per far verghe di pendoli, perni di ruote, esatte misure di lunghezza, ed altre tali cose, ove si richiede che segua il menomo cangiamento possibile nelle dimensioni.

1092. Ne altri creda che il fuoco produca il dichiarato effetto unicamente sui solidi, essendo cosa indubitata, ch'egli lo cagiona ugualmente in tutte le specie di fluidi. Empite d'acqua, d'olio, di mercurio, di aceto, o di qualunque altro liquore, una bottiglia di vetro fino al collo, e immergetela nell'acqua bollente; e vedrete che saranno essi dilatati dal fuoco in un modo così sensibile, che si vedranno immantinente montar su pel collo della bottiglia, tranne il più ed il meno, dipendente dalla varia loro attitudine ad essere dilatati, come si è notato di sopra. Su questa verità di fatto è appoggiata la costruzione del termometro, atto a misurare i varj gradi di calore nell'atmosfera, oppure ne' corpi, di cui ragioneremo in appresso (422).

1093. Ora essendoci nell'atmosfera de' perpetui cangiamenti di caldo e di freddo, indicati dal termometro, seguir ne dee per legittima conseguenza, che le dimensioni di tutti i corpi, atti ad accrestersi col caldo, ed a restringersi col freddo, debbono similmente variar di continuo; in guisa che se fosse possibile di aver sempre alla mano un pirometro, atto a porre al cimento tutte le specie di corpi di qualunque figura e grandezza, ed in tutte le circostanze, ci recherebbe stupore il ravvisare che gli uomini, i
bru-

sione dei varj corpi eguali in peso e temperatura per mezzo di quantità eguali di calorico è in ragione inversa della capacità che hanno per contenerlo fra le loro molecole, e in altri termini, e tanto minore la dilatazione d'un corpo in confronto d'un altro a circostanze eguali, quanto è maggiore l'affinità di questo corpo pel calorico. Quest'è un principio universale applicabile a tutti i corpi della natura.

Sarà bene pel di più il considerare la nota 376,

(422) Vedi nota 376.

LEZIONE XXI.

95

bruti, gli edifizj, le misure, le vesti, tutto in somma diviene or più grande, or più piccolo, a norma del maggiore, o minor grado di calore che regna nella atmosfera. Siffatti cangiamenti, i quali sieguono realmente in Natura, non ci si possono tutti render sensibili attesa la somma loro picciolezza per rapporto alla efficacia limitata dei nostri organi sensorj.

1094. Vi ha in Natura alcune specie di corpi, le cui parti essendo investite di fuoco, vengono totalmente distaccate l'una dall'altra fino ad una certa distanza, ove continuano ad esser tuttavia dentro la sfera della loro attrazione. In tale occorrenza non sono elleno distrutte, ma passano in quello stato cui diciamo fluidità. Quest'è il caso dei metalli, della cera, della pece, del sego, e di altre tali sostanze qualora son fuse. L'esperienza ci rende sicuri, che quando siegue un tal effetto, il fuoco opera con una attività sì prodigiosa, che giugne a sciogliere le accennate sostanze, sarei per dire nelle loro parti elementari. Prendasi un sol granello di oro; e messolo a fondere con centomila grani di argento, tutta la massa si vedrà di color di oro; ed in qualunque picciola porzione, che altri ne voglia prendere, la quantità dell'oro in essa esistente sarà sempre a quella dell'argento come uno a centomila (423).

1095. Che la fluidità dei corpi dipenda dal fuoco (tranne la influenza che vi può avere la figura delle loro particelle), è cosa su cui convengono tutti i Fisici sensati al dì d'oggi. Ad eccezione del fuoco, che è il solo fluido per essenza, tutti gli altri fluidi lo sono unicamente per la interposizione del fuoco stesso, il quale vieta costantemente, che le loro parti

(423) L'esperienza dell'oro prova quanto abbiamo tante volte detto, cioè che i corpi diversi, che per affinità atti sono a combinarsi fra di loro, si equiponderano e formano sempre un tutto dappertutto eguale, come fa il calotico appunto quando si combina, o discioglie in liquido, o fluido aeriforme un corpo solido qualunque, senza che vi sia bisogno di supporre che le parti di questo corpo solido, ridotte liquido, e fluido aeriforme, abbiano giammai perduto la loro sfera d'attrazione.

ti persistano in un immediato contatto (424). I metalli, più duri, si fondono immediatamente per forza del fuoco; e qualor si raffreddano, divengono consistenti di bel nuovo: l'acqua privata in parte del fuoco, si addiaccia senza ritardo. Finanche il mercurio, che si credeva dai Fisici esser fluido per natura, avuto riguardo alla impossibilità di fissarlo, non lo è, se non se per la interposizione del fuoco. Diè motivo a questa scoperta l'orrido freddo regnato in Pietroburgo nell'anno 1759, allorchè Giuseppe Adamo Braun professore di Filosofia in quella imperiale Accademia dimostrò con decisiva evidenza, che il mercurio si può render solido mercè la diminuzione del suo calore. Servissi egli a tal uopo di una mistura formata di neve e di acqua forte, in cui essendovi immerso il termometro, il mercurio si vide discendere fino a cento gradi, e nei successivi esperimenti sino a 244, ed a 352. Divenne cotesto in tale stato una solida e splendente massa metallica, che si stese sotto il martello; di durezza inferiore a quella del piombo; e che rendeva un suono sordo al par dello stesso metallo. Ed è cosa notevole, che il mercurio consolidato a tal punto, andava a fondo del mercurio fluido, essendo ciò una prova, che egli si addensa agghiacciandosi, tutt' al contrario di quel che succede all'acqua. L'esperimento fu poscia ripetuto con ugual successo non meno nell'indicato anno, che nei seguenti dallo stesso Braun, e da altri Fisici in Pietroburgo, da Blumenbach in Gottinga, da Cavendish in Inghilterra, da Hutchins nella Baja di Hudson, ed altrove da altri Filosofi. Il detto signor Hutchins

eb-

(424) Fino al giorno d'oggi siamo in diritto di credere, oltre al calorico, fluidi per essenza tutti quelli che non hanno peso sensibile, e che possono esistere indipendentemente dal calorico, quali sono la luce ed il fluido elettrico. E quando anche il fluido elettrico non esistesse indipendentemente dal calorico e non fosse che una modificazione del calorico stesso, come noi non siamo lontani dal credere, resterà sempre fluido per essenza e *sui generis* la luce.

ebbe il piacere di dimostrare decisamente nel 1781, che il grado di freddo richiesto per congelare il mercurio, è tra i gradi 39 e 40 sotto il zero della scala di Fahrenheit; e che la discesa del termometro a più centinaia di gradi, solita ad osservarsi in tale occorrenza, dipende assolutamente dalla contrazione che il mercurio soffre nell'atto che si gela. Il signor Cazalot è riuscito ad addiacciarlo nelle parti meridionali della Francia; innaffiando la neve con ispirito di nitro fumante.

1096. Non vo' dipartirmi dal presente soggetto senza soggiugnere che il mercurio può del pari agghiacciarsi agevolmente in virtù di freddo naturale. L'esempio più rimarchevole di tal verità è quello rapportato dal celebre Naturalista Pietro Pallas, che dimorando nella Siberia nell'anno 1772, trovò che il mercurio del suo termometro esposto all'aria libera era disceso al grado 70, ed erasi consolidato. Trovossi egli più flessibile dello stagno, ma più friabile qualor si piegava. Se il martello, con cui si batteva, non era freddo, il mercurio scioglievasi in gocce sotto a' suoi colpi: ciocchè avveniva eziandio toccandosi colle dita, che n'erano agghiadate nell'istante. Trasportato in una stanza alquanto calda, liquefacevasi gradatamente come cera al fuoco.

1097. Vengono in sostegno della verità fin qui dichiarata due vaghissimi esperimenti del sig. de Luc. Pongasi la palla d'un termometro dentro d'un bicchiere ripieno d'acqua; e fatta poscia gelar cotesta, sicchè la palla suddetta trovisi dappertutto circondata dal ghiaccio, pongasi presso al fuoco cosiffatto apparecchio. L'esperienza dimostra che il mercurio del termometro ascende in alto fino al momento, che il ghiaccio è presso a fondersi. Tostochè cominciasi egli a liquefare, il mercurio si arresta e cessa assolutamente di fare il menomo cammino, non ostante che la luce sviluppata dalle materie combustibili prosiegua ad attraversare il ghiaccio suddetto. La qual cosa evidentemente dimostra che il fuoco, il quale s'interna nel ghiaccio nell'atto che si fonde, non vi produce il menomo grado di calore, ma s'impiega

unicamente nella trasformazione d' un solido in un fluido, ossia del ghiaccio in acqua (425).

1098. Che la cosa sia in fatti così, v' ha un' altra maniera di dimostrarlo. Deriva questa da un altro esperimento dello stesso autore, di cui se n' è riferita una parte nel § 1032. Si disse quivi, che se un pezzo di ghiaccio pongasi a contatto con una massa di acqua raffreddata molto al disotto del punto ordinario della congelazione, se ne vede tosto gelare una porzione: ora però vuolsi soggiugnere, che nell' istante che fassi cotal gelo, il fuoco sviluppato dalle sue particelle, e perciò renduto libero, corre a riscaldar la rimanente acqua a tal segno che la riduce all' ordinaria temperatura del gelo, in cui non lascia di perseverare finattantochè l' intera massa dell' acqua non sia convertita in ghiaccio (426). Se dunque il ghiaccio assorbe in se una considerevole copia di calore nell' atto che digela, per convertirsi in acqua; e se da se la sviluppa e la discaccia nel momento che si forma, v' ha tutta la ragion di dire che la fluidità dell' acqua, e così s' intenda degli altri fluidi, debbesi attribuire al fuoco che s' insinua, e vassi a combi-

(425) Ma se la cosa è così, come è di fatto, perchè dunque aveva bisogno l' Autore (per ispiegare altrove il fenomeno della congelazione dell' acqua contenuta nel vaso che si pone entro ad altro vaso esposto al fuoco ripieno di neve e sale) di ricorrere alle particelle frigorifiche, agli spigoletti, ec.? Da altro non dipendono e quel fenomeno e questo, che dal rimaner sempre stazionaria l' acqua alla temperatura del gelo, finchè venga ad essere disciolta anche l' ultima molecola di diaccio, essendo fino allora impiegato tutto il calorico ch' entra da tutte le parti, a fondere in corpo liquido il diaccio solido (vedi nota 363).

(426) Il pronto congelarsi dell' acqua che si trovava varj gradi sotto la temperatura del gelo, dipende in questo caso dalla agitazione che si promuove nell' acqua immergendovisi il diaccio, agitazione che facilita l' uscita del calorico, principio della fluidità dell' acqua. Il rialzamento dunque di temperatura che prende l' acqua che si gela, e l' acqua che resta fluida, dipende, come ognun vede, dal calorico che si separò da quella porzione di acqua nell' atto ch' essa passò dallo stato di fluidità allo stato di solidità.

Per ben intendere tutto ciò, vedi la nota 356.

binare colle sue particelle: tantovieppiù, ch'è legge costante, che in ogni liquefazione v'ha perdita di calore; vale a dire, ch'egli si assorbe in modo dalle parti, che vansi rendendo fluide, che si rende del tutto insensibile, ed affatto incapace di operar sul termometro: per la qual cosa fu egli denominato *calor latente* dal dottor Black insigne filosofo scozzese, che ne fu lo scopritore; benchè il signor de Luc avesse avuto anticipatamente su di ciò la medesima idea (427). Il successo de' rapportati esperimenti non solamente dimostra la vera cagione della fluidità dell'acqua, ma c'induce a pensare nel tempo stesso con de Luc, che cotal fluidità non succede per virtù della semplice interposizione del fuoco tra le particelle dell'acqua, ma bensì per virtù d'una intima unione ch'egli contrae coll'acqua medesima, onde si genera una particolare affinità ed un' attrazione a maggior distanza; scorrendosi chiaramente, che per quanto calore s'introduce nel ghiaccio nell'istante della sua liquefazione, non si altera punto la sua temperatura: segno è dunque che il fuoco in tale occorrenza non rimane libero, ma si combina coll'acqua (428). Che s'egli per avventura restasse in libertà, frapposto soltanto tra le particelle dell'acqua stessa per tenerle alquanto disgregate l'una dall'altra, il volume dell'acqua, che risulta dal ghiaccio, supererebbe quello del ghiaccio: ciocchè si oppone, come ognun sa (§ 1028), direttamente al fatto (429).

1099. Il filosofo illuminato, che gettando uno sguardo sul complesso delle materiali sostanze, vi scorge ad ogni tratto i vigorosi effetti di quella forza prodigiosa e stupenda, onde tutte le parti della materia tendono naturalmente ad unirsi a vicenda; e che riguardar si può giustamente come il cemento universale, che insiem collega, ed unisce gli elementi di tutt' i corpi; non può fare a meno di non ravvi-

(427) Vedi note 6, 356 e 376.

(428) Vedi note 356 e 376.

(429) Vedi note 356 e 376.

sare nel fuoco un agente poderosissimo e formidabile; ch'essendo l'antagonista perpetuo della forza indicata, vieta effettivamente; che le parti della materia si uniscano insieme per l'efficacia di quella, e concorrano tutte a formare un intero e solido masso di tutto l'universo. Il suo potere è sì grande, la sua attività è così estesa; e le maniere, ond'egli opera, sono sì variate ed ammirabili, che indussero ne' tempi andati la gloriosa nazione, annoverata generalmente tra le più sagge, a riguardarlo come un nume supremo, e a tributargli corrispondentemente adorazioni ed omaggi. E a dir vero, neppur la rammentata efficacia della forza attraente sarebbe valevole a frenar l'azione del calore abituale, che regna in alcuni corpi, se a cotal forza non si unisca nel tempo stesso la pressione dell'atmosfera; giacchè veggiamo che tolta questa, siccome avvien di fatti nel recipiente vuoto della macchina pneumatica, l'etere, lo spirito di vino, l'acqua, ed altre simili sostanze, cominciano a bollire, e convertonsi tosto in un fluido aeriforme (430).

1100. Dalle cose dichiarate fin qui si deduce in una maniera evidentissima, non solamente che il fuoco è corpo, ma eziandio che le sue particelle sono sottilissime, ed estremamente mobili; altrimenti non potrebbero internarsi ne' pori angustissimi di tanti diversi corpi, e penetrarli in tutte le direzioni. Sono
el-

(430) Senza entrare in discussione sopra l'attrazione e repulsione de' corpi, di cui non abbiamo detto il nostro sentimento in passato, diremo solo, che l'acqua esposta al voto ad una temperatura media non solo non bolle, ma non si vaporizza che in picciola porzione, e si forma nell'interno del recipiente una atmosfera che appena è atta a sostenere il mercurio nel barometro qualche linea. Laddove l'etere, posto nello stesso caso, può formare un'atmosfera sotto il recipiente atta a sostenere anche 20 pollici il mercurio. L'affinità del calorico per l'acqua sopra a cui si è fatto il voto, non è dunque atta a convertirla in fluido aeriforme, facendola bollire, o altrimenti. Il peso dell'atmosfera è già indifferente alla maggior parte dei corpi della natura.

esseno parimente dure all'eccesso, e dotate di grandissima forza; poichè in caso contrario non sarebbero atte e vevoli a superare la prodigiosa forza di aderenza, onde si tengono strette insieme le particelle di parecchi corpi, senza eccezzuarne i più tenaci e compatti, come sono l'oro, l'argento, il ferro, ed altri della medesima indole. Non è possibile di render ragione de' dichiarati fenomeni senza supporre il fuoco dotato di queste tali proprietà.

1101. Or se il fuoco è corpo, ed una delle proprietà universali del corpo è la forza di gravità, sarà dunque il fuoco pesante. Ma vi son poi esperimenti, d'onde rilevar si possa il suo peso, e rendercisi sensibile (431)? Boyle, Lemery, Musschenbroek, e parecchi altri han creduto di poterlo dimostrare. Il primo fra gli altri ha scritto un intero Trattato su di tal particolare. La maggior parte de' loro argomenti è dedotta dal peso considerevole, che i metalli acquistano colla calcinazione: il qual peso lo suppongono essi originato dal fuoco che in quelli s'introduce durante l'operazione suddetta. Quanto ciò sia lontano dal vero ci proporremo di esaminarlo a luogo più opportuno (432). Per ora osserveremo che altri si sono appigliati al partito di paragonare il peso d'un metallo rovente a quello ch'egli ha essendo raffreddato. Allegano eglino tra gli altri l'esperimento del conte di Buffon, il quale asserisce che una palla di

G 3

fer-

(431) La cosa sarebbe bizzarra assai, se dopo che si è creduto di dimostrare che il fuoco fissato ossia il flogisto, è parte intrinseca e talvolta principale del peso dei corpi, ec., ora si venisse a scorgere che questo medesimo ente cessa di aver peso alcuno sensibile, qualora si ponga in libertà. Ne verrebbe allora una contraddizione in fatto, cioè che il fuoco sia pesante quand'è combinato, e non pesante quand'è fuori di combinazione o in istato libero. A che conduce mai la teoria flogistica? Realmente nè il calorico nè la luce, che formano il fuoco, hanno alcun peso sensibile, sieno essi combinati coi corpi, o si trovino nello stato libero (vedi nota 84 e seg.).

(432) Noi abblamo già dimostrato precedentemente che l'aumento dei metalli è unicamente dovuto all'ossigeno che si combina col metallo stesso (vedi note 132 e seg.).

ferro del peso di 49 libbre e 9 oncie, coll' essersi fatta arroventare al fuoco pesò 49 libbre ed 11 oncie; cosicchè vi furono 19 grani ed $\frac{1}{2}$ di aumento in ciascuna libbra di quel metallo. Ma oltrechè questo argomento prova troppo, come suol dirsi nelle scuole, non essendo possibile che il fuoco abbia un peso così notevole, convien sapere che in altri moltissimi esperimenti praticati da Boerhaave, e da parecchi altri Fisici, si è rilevato che i metalli di gran massa; arroventati, o anche esposti al fuoco durante lo spazio di tre anni, non hanno acquistato il meno peso sensibile.

1102. Il sagace Musschenbroek avendo ottenuto anch' egli risultati analoghi a cotesti, si è ingegnato molto giudiziosamente di trarre da medesimi una prova del peso del fuoco. Se il fuoco, dic' egli, non aumentasse il peso de' corpi che investe, il metallo arroventato non potrebbe aver giammai lo stesso peso che il freddo, imperciocchè essendo quello dilatato dal fuoco, ed accresciuto di volume (§ 1088), dovrebbe pesare meno di quando è freddo, allorchè il volume è minore; e ciò per le ragioni assegnate nel § 597. Uopo è dunque attribuire al peso aggiunto dal fuoco l'equilibrio che il ferro arroventato forma con se medesimo qualora sia freddo.

1103. Ma cosa mai direbbe un sì dotto filosofo se altri gli dicesse, che in una lunga serie di esperienze istituite in Inghilterra dal signor Whitehurst con oro e con ferro, pesati con una bilancia sensibilissima, capace di traboccare con $\frac{1}{30000}$ di grano, si trovò costantemente, che siffatti metalli pesavano più essendo freddi, che caldi; e che in altri esperimenti, fatti da altri soggetti in presenza di parecchi membri della Società Reale, ora si ebbero i medesimi risultati, ed ora risultati contrari. Se dunque la riuscita di cotali esperienze non è sempre la medesima; s'ella è favorevole, o contraria all'idea de' mentovati Filosofi, a tenore di circostanze, cui ignoriam dell' intuito; la prudenza esige che non si tragga da esse veruna conseguenza; e quindi che si abbia per fermo, che quantunque il fuoco sia indubitabilmente dotato di peso, pure attesa la sua tenuità,

non

non è egli suscettibile di rendersi palese alla debole efficacia de' sensi nostri (433).

1104. Dopo che il fuoco libero investendo e penetrando la sostanza de' corpi combustibili, li dilata ed espande in tutte le direzioni (§ 1088), se mai avviene che egli possa continuar la sua azione al disopra di quelli, cagiona un moto sì violento nelle loro particelle, che giugne a disgregarle e a disciorle dell' intuito, portandole al di là della loro sfera di

G 4

(433) Queste contraddizioni fra' Fisici sperimentatori dipendono dall' essersi fatta sempre astrazione dalle sostanze che possono ricevere, o perdere un dato metallo, sia esponendosi al fuoco, sia agghiacciandosi levate dal fuoco, indipendentemente da ogni peso del fuoco medesimo. Difatto I. Whitehurst pesava il metallo caldo, e scorgeva che freddo pesava di più; ma ciò derivava perchè raffreddandosi il metallo, aderiva rosso ad esso per affinità una picciola porzione d'aria e conseguentemente di acqua contenuta nell'aria stessa. II. Buffon pesava prima la palla di ferro, e trovava che aumentava di peso per l'azione gagliarda del fuoco, senza scorgere che quest'aumento dipendeva unicamente da un dato grado di ossidazione del ferro, occasionato dall' essersi innalzata la temperatura del ferro, a segno di renderlo combinabile con poco ossigeno, da cui ne seguiva un necessario aumento di peso. III. Altri esponevano de' metalli al fuoco, e negavano l'aumento e minorazione loro, poichè i metalli ch'esponevano, non erano atti ad ossidarsi, come il ferro, sebbene esposti ad alte temperature per anni interi. IV. Altri infine facevano de' ragionamenti chi per volere l'aumento, e chi la diminuzione, senza scorgere che ravvicinati gli effetti tutti alle cause che li producevano, non doveva necessariamente risultare che il calorico come calorico non comunicava nè toglieva peso sensibile ai corpi. Un carbone ben asciutto, per esempio, esposto che sia in vaso chiuso al fuoco, cioè in modo che l'aria esterna non abbia accesso, cala di peso, perchè ad una forte temperatura, scaccia dalle sue molecole una quantità d'aria che era loro aderente ed in istato di gran densità; ma poscia questo stesso carbone esposto che sia un'altra volta all'aria asciutta, ne assorbe di nuovo una quantità, ed aumenta di peso. Ecco che ignorandosi la causa di quest'effetto, sembrerebbe egli provare che il fuoco rovente fa calare, piuttosto che crescere, un corpo asciutto in cui non vi fosse il contatto dell'aria esterna. Da tutti gli esperimenti possibili non si giungerà dunque mai ad inferre che il calorico, combinandosi coi corpi, ne accresca, o diminuisca il peso.

attrazione; dimanierachè quelle che son più volatili, se ne scappan via in forma di vapore, ovver di fumo; e le rimanenti divengon carbone, cenere, calce, o altra cosa simigliante. Si può questa riguardare come la seconda proprietà del fuoco libero (434).

1105. La terza proprietà consiste in una certa tendenza, ch'egli ha a diffondersi uniformemente verso tutte le parti, e a distribuirsi in ugual dose ne' corpi circonvicini. Una verga di ferro rovente esposta all'aria libera si raffredda dopo un certo tempo: e se si pone su di un'altra simile verga, che abbia solamente la temperatura dell'aria, acquisteranno entrambe il medesimo grado di calore; e dopo qualche tempo si ridurranno ambedue alla temperatura dell'aria che le circonda. Il fuoco dunque si diffonde dalla verga nell'aria, oppur da quella in un'altra simile verga non rovente, altrimenti non potrebbero ridursi entrambe alla stessa temperatura, siccome vien chiaramente indicato dal termometro. Lo stesso accade mescolando due quantità eguali di liquidi omogenei, uno de' quali sia più caldo dell'altro. Dopo seguita la loro mescolanza, un termometro immersovi indica manifestamente essersi il fuoco distribuito ugualmente in

(434) Dopo che il fuoco dell'Autore, cioè il calorico, ha investito, penetrato, espanso, diagregato, e disciolto del tutto le molecole dei corpi, noi diciamo che queste molecole non vengono portate altrimenti al di là della loro sfera di attrazione; poichè entrando esse come parte di un composto, si ritrovano disciolte in un fluido ed equiponderate equabilmente in tutto il composto; e quindi l'attrazione sussiste pienamente fra tutte le molecole del composto, come sussiste nelle molecole dei corpi separatamente presi. Le molecole dello zucchero disciolte nell'acqua non vengono portate fuori della sfera della loro attrazione, come le molecole dell'acqua contenendo lo zucchero in dissoluzione, non sono portate elleno stesse fuori della loro sfera di attrazione; ma invece le molecole del composto sono tutte attratte fra di loro e tutte eguali in ogni loro parte. Ciò che si dice dello zucchero, sale, ec. disciolti nell'acqua, si dica delle molecole di tutti gli altri corpi disciolti nel calorico. I corpi poi, che non hanno affinità col calorico, non si disciolgono in esso, e rimangono fissi a date temperature, come le ceneri, la calce, ec.

in ambidue i fluidi; inguisachè se la loro temperatura prima di esser mescolati era in uno di 50 gradi, e nell'altro di 20; dopo la mischianza sarà in ambidue di 35: saggio evidentissimo, che la differenza 30 si è ugualmente distribuita fra tutt' e due i fluidi accennati (435). Questa è dunque la ragione, per cui i corpi intuocati si raffreddano, e i freddi concepiscono del calore.

1106. Ciò però vuolsi intendere qualora non vi sono degli ostacoli, atti ad impedire la mentovata uniforme diffusione; e che abbia il fuoco il tempo richiesto per potersi trasfonder ne' corpi; essendo noto per esperienza, che non tutt' i corpi sono ugualmente atti ad esserne penetrati colla stessa facilità e prontezza, come nè anche nella medesima dose (436). Codesti ostacoli derivar possono dalla varia tessitura e qualità de' corpi; dalla loro differente massa; dal diverso colore, dal differente grado di affinità col principio igneo; e da altre simili cagioni. Così il ferro si riscalda più facilmente che il marmo: un fil di ferro sottile si accalora più prontamente di una gran lamina dello stesso metallo: l'acqua del mare non ha lo stesso grado di calore a diverse profondità, siccome fu sperimentato dal dottor Irvving, e dal capitano Phipps, col mezzo del termometro del sig. Cavendish (molto atto a tal uopo) nel loro viaggio al Polo Boreale. Siffatti esempj possono multipli

(435) Tutto ciò proverà che nell'acqua; ne' liquidi, ne' solidi omogenei cioè della medesima specie, le loro capacità sono permanenti finchè si mantengano nel medesimo stato, e che quindi mescolandosi due quantità eguali di acqua, per esempio, a temperature diverse ma note, vi sarà sempre una coincidenza fra la media aritmetica e la temperatura che ne risulterà. Questo esempio però, trattandosi di corpi della medesima specie e stato, non significa altrimenti che il calorico si distribuisca in egual dose ne' corpi circostanti, come accenna l'Autore: lo che è anzi assurdo per esperienza, poichè le capacità dei corpi per contenere il calorico fra le molecole, variano, o possono variare, come variano le specie e lo stato loro (vedi la nota 376).

(436) Vedi note 376 e seg.

plicarsi all'infinito; sono eglino però pur troppo ovvj e triviali (437). In simil guisa i corpi di diverso colore non sono atti a riscaldarsi tutti nel tempo stesso, ed al medesimo grado; scorgendosi da' fatti, che le loro attitudini ad esser penetrati dal fuoco (quando le altre circostanze vadano del pari) variano secondo l'ordine de' colori nel prisma, di cui ragioneremo in appresso. Prendete un pezzo di panno, il quale sia tinto a strisce di varj colori, talchè vi sia il blu, il verde, il giallo, il rosso, ec.; bagnatelo ben bene nell'acqua: indi esponetelo al fuoco: vedrete senza dubbio, che il fuoco non opererà ugualmente su coteste diverse liste; cosicchè non essendo ugualmente e con ugual prontezza penetrate da quello, si asciugherà prima la lista di color violetto, poscia quella di color d'indaco, indi la blu; ed in ordine la verde, la gialla, quella di color di arancio, e la rossa. Ciò combina di fatti colle scoperte di Newton, cui esporremo a suo luogo; cioè a dire, che i corpi coloriti assorbono la luce in maggiore, o minor copia corrispondentemente a' loro colori, e coll'ordine testè dichiarato. E poichè il nero assorbe tutt'i raggi, ed il bianco gli riflette, e gli discaccia dell'intutto, si rileva concordemente dall'esperienza, che i corpi di color nero si riscaldano assai più facilmente, e concepiscono un calore più intenso de' bianchi (438). Un termometro, ch' esposto

sto

(437) Vedi note 376 e seg.

(438) Moltissimi Fisici riportarono, come fa il nostro Autore, il singularissimo fenomeno del vario grado di calore che concepiscono alcuni corpi del tutto eguali fuorchè nel colore, esposti all'aria aperta nelle medesime circostanze, e nessuno si occupò d'indagare qual esser potesse la causa fisica di questo fenomeno. A noi sembra facilissimo lo spiegarla. Riflettasi I. Che il calorico e la luce, come abbiám detto, formano il fuoco. II. Che il calorico e la luce sono sparsi egualmente in ogni punto della nostra atmosfera, e debbono per conseguenza essere in un contatto scambievole le une colle altre le molecole di questi corpi. III. Che ciò basterebbe, perchè determinandosi per attrazione in un corpo una corrente del fluido luce, o del fluido calorico, venisse ad essere strascinata nel corpo stesso o una por-

zio-

sto direttamente a' raggi del sole, ascese al grado 108 di Farenheit, s'innalzò poscia al grado 118 quando la sua palla fu tinta di nero con un po' d'inchiostro della china. Su i campi di torfa, ch'è una specie di terra grascia di color nero, di cui si fa uso in Fiandra, in Olanda, ed in altri paesi invece di carbone, non vi si può passeggiare in tempo di estate senza risentire ne' piedi un fortissimo calore. Ne ho fatto l'esperienza io stesso nel mio passaggio da Breda ad Antuerpia, ove la detta torfa si trova abbondantissima; e ho ritrovato un gran divario tra il calor di que' siti, e quello de' luoghi adiacenti forniti d'altre terre. In alcuni paesi freddi, ove il sole non ha molta efficacia, tingonsi di nero le pareti, a cui sono appoggiati gli alberi a spalliera per far sì, che quelli in se ritergano il calore (439). Uno specchio ustorio

zione di luce col calorico, o di calorico colla luce. IV. Che dovendo ciò avvenire puramente per legge meccanica, ne deve seguire che tutti que' corpi che avranno, per esempio, un'eguale affinità pel calorico, ed un'attrazione maggiore per la luce, dovranno manifestare un maggior grado di calore di quelli che avendo un'eguale affinità pel calorico, avranno una minore attrazione per la luce stessa. V. Che per conseguenza i due estremi nella quantità di calorico che per cagione del colore della superficie può essere attratto, debbono riscontrarsi nel nero per lo più, poichè la superficie nera assorbe tutti i raggi, e nel bianco per lo meno possibile, poichè la superficie bianca riflette, o scaccia tutti i raggi. VI. Che questo è appunto ciò che avviene per esperienza, vale a dire che il panno nero, per esempio, si profonda nella neve a quelle medesime circostanze che il panno bianco non si profonda un momento nella stessa. VII. Che quest'effetto deve essere molto più grande se si ammetta ch'è stata un qualche grado d'affinità fra il calorico e la luce, come sembra certissimo. VIII. Che finalmente i corpi colorati intermedj, a circostanze eguali in tutto, fra il bianco ed il negro, dovranno ammettere più calorico in proporzione alla loro maggiore attrazione per la luce; lo che avviene di fatto per esperienza.

Ecco come, ben concepiti alcuni principi, essi servono mirabilmente alla spiegazione di un gran numero di fenomeni importantissimi.

(439) Per comprendere la causa di tutti questi effetti, vedi la nota precedente.

rio di marmo nero, od anche uno di metallo, coperto di nero di fumo, si riscalda immediatamente ai raggi del sole, quantunque non produca nel suo fuoco il menomo grado di calore; tutt'al contrario di quel che succede in altri specchi, i quali non sono tinti di nero; poichè questi non si accalorano punto, ma facendo rimbalzare i raggi dalla loro superficie, fanno loro produrre nel punto di riunione un calore violentissimo (440). Dovremmo da ciò esser pienamente persuasi del vantaggio che le vesti bianche recar si possono in tempo di estate per tenerci alquanto guardati da' gran caldi, e conseguentemente della superiorità che hanno a questo riguardo le vesti colorite, in tempo d'inverno (441).

1107. I dichiarati fatti, ed altri di tal natura ci dimostrano ad evidenza l'error di Boerhaave, il quale immaginava che il fuoco si distribuisse ne' corpi in modo tale, che la sua quantità fosse sempre proporzionale al volume di quelli, non ostante che alcuni fossero più densi degli altri: laddove costa da sperienze più recenti ed esatte, ch'egli non vi si distribuisce nè in ragion del volume, nè in quella della massa, ma che vi deve anche entrare a calcolo il

va-

(440) Dopo le cose dette antecedentemente, si comprende facilmente la ragione per cui i citati specchi non facciano fuoco, atteso l'assorbimento parziale di luce e di calorico che si fa dal color nero in ogni punto dello specchio; lo che impedisce che i raggi solari composti di luce e di calorico si riflettano e si uniscano in un punto solo, come avverrebbe, se non esistesse questo assorbimento parziale in tutti i punti della superficie concava dello specchio (vedi nota 438).

(441) Come i corpi esposti, ove esiste luce e calorico, ed aventi una data attrazione per la luce, vengono penetrati da una quantità di calorico maggiore di quella da cui sarebbero penetrati se la luce non vi fosse; così reciprocamente avviene ch' esponendosi un corpo che non abbia nessuna attrazione per la luce, com'è il color bianco che la riflette, essa nel riflettersi faccia deviare dal contatto di questo stesso corpo una porzione di quel calorico stesso ch'entrerebbe se la luce non vi fosse; lo che, com'è di fatto, stabilisce realmente l'esistenza di una data affinità fra il calorico e la luce (vedi nota 438).

LEZIONE XXI. 109

vario grado di affinità, che i corpi hanno con siffatto principio: il qual grado di affinità essendo il medesimo ne' corpi omogenei, come sono acqua ed acqua, mercurio e mercurio, ne segue poi, che in cotesti la distribuzione del fuoco si fa in ragion de' volumi, secondo l'idea di Boerhaave (442).

LE.

(442) Vedi nota 376 e seg.

LEZIONE XXII.

Proseguimento della Teoria del Fuoco.

1108. **D**ichiarate fin qui le proprietà del flogisto e del fuoco, possiam proporre ormai le opinioni di alcuni moderni Filosofi intorno alla loro natura; a cui seguirà poscia l'esposizione di talune altre ragionevoli conghietture relativamente allo stesso soggetto (443).

ARTICOLO I.

*Sentimento di alcuni moderni filosofi intorno alla natura
del Fuoco e del Calore.*

1109. **L**e diverse opinioni de' Fisici intorno a questo punto si possono giustamente ridurre a due classi principalissime. La prima abbraccia il sentimento di coloro, i quali riguardano il fuoco come una sostanza determinata e particolare, distinta da' corpi infuocati; e l'altra si riduce alla supposizione di quegli altri, i quali non considerandolo come un essere singolare, hanno immaginato ch'egli si produce in Natura per via di mezzi meccanici, che cagionando un certo moto violento e perturbato nelle particel-

(443) Alle teorie dei varj Fisici, che ora riporta l'Autore, noi non faremo alcuna annotazione, lasciandone pienamente l'esame ed il giudizio al Lettore. Crediamo soltanto utile che il giovane studioso non perda mai di vista particolarmente le note 54, 83 e 376.

LEZIONE XXII.

127

le de' corpi, fanno sì, che i medesimi convertansi in fuoco, il quale per conseguenza non differisce dalle particelle de' corpi stessi. Il celebre Bacone, il Boyle e il cavalier Newton, veggonsi alla testa dei partigiani di questa tal supposizione; e le ragioni principali, onde son tratti a difenderla, derivano dal vedere che non fa mestieri d'altro, se non se di moto per eccitare in qualsivoglia corpo fuoco e calore. I chiodi fortemente battuti, le seghe, le trivelle, ed altri simili ordigni, riscaldansi, e si infiammano durante i lunghi lavori, siccome abbiám veduto (§ 1084). L'acciajo produce delle scintille col batter la selce.

IIIO. Ciò però altro non prova, se non che il fuoco esiste in tutti i corpi, e non v'ha bisogno di altro, se non se de' mezzi convenienti per poterlo sprigionare: uno de' quali mezzi abbiám già osservato essere lo stropicciamento. Come in fatti se il fuoco non differisse punto dalle particelle de' corpi poste in moto, come mai sarebbe possibile, che una semplice scintilla cagionasse talvolta un orribile incendio? Per far ch'ella riducesse in fiamme un'intera selva, converrebbe assolutamente, che producesse un'azione violentissima, atta a produrre un moto sensibile, e perturbato in tutte le parti di quella: ciocchè è affatto contrario alle leggi della Dinamica, e per conseguenza assurdo.

IIII. Egli è dunque assai più ragionevole, e del tutto consentaneo a' fatti il credere, che il fuoco sia una sostanza particolare, affatto distinta dalle particelle de' corpi: Questa è l'opinione, a cui si attiene la maggior parte de' Fisici moderni. V'ha però de' dispareri anche tra essi nello sviluppo e nell'estensione di codesta ragionevole idea. Nel porre in chiaro questa tal proposizione, daremo un breve ragguglio di tutto ciò che riguarda un sì importante soggetto.

A R-

A R T I C O L O I I .

Nuovo Sistema di Crawford sulla natura del Fuoco e del Calore.

1112. Sono alcuni di sentimento, e tra essi v'è Musschenbroek, s' Gravesande, ed altri della stessa scuola, che il fuoco e il calore sieno la stessa cosa: col solo divario, che il fuoco in picciola quantità produce il calore; laddove essendo abbondantissimo, va col calore accompagnata la fiamma. Siffatto fuoco e calore sviluppansi, giusta la loro idea, da' corpi combustibili nell'atto della loro combustione. Il signor Crawford al contrario, dotto chimico inglese, in una sua Opera intitolata: *Esperimenti ed Osservazioni sul calore animale, ec.*, ch'egli pubblicò in Londra nel 1779, e ch'è stata poi notabilmente da essolui accresciuta, e ristampata nel 1788, cerca di stabilire un nuovo sistema su tal punto, appoggiato principalmente sull'idea, che i corpi combustibili non contengono il fuoco in se stessi, ma lo ricevono dall'aria nell'atto della combustione. L'essenza di questo ragionevolissimo sistema, su di cui ho avuto il piacere di conferir più volte coll'anzidetto suo autore, è quello che qui siegue.

1113. Calore, fuoco elementare, e fuoco puro, secondo l'idea di codesto scrittore sono vocaboli sinonimi; e per essi vuolsi intendere un ignoto principio, il quale entra nella composizione di tutt' i corpi. Però non tutt' i corpi (per servirmi della sua espressione) hanno la medesima capacità di contenerne; cioè a dire non tutti hanno con esso il medesimo grado di affinità; ma altri sono atti a contenerne più, ed altri meno, secondo la differenza della loro natura. Questo fuoco, o calore che dir si voglia, non solamente è di verso dal flogisto, ma è altresì un fiero antagonista del medesimo; attesochè mercè l'azione del calore su i corpi, si scema la forza della loro attrazione col flogisto; ed in virtù dell'azion del flogisto si diminuisce similmente il
lo-

loro attrattivo potere col calore; dimanierachè una porzione del calore naturalmente esistente nella sostanza dei corpi come principio elementare, vien cacciata via da quelli allorchè vi si introduce una porzione di flogisto; non altrimenti che una parte di codesto viene obbligata ad uscirne tutte le volte che vi si insinua una data quantità di calore. Tostochè questa ne venisse sviluppata di bel nuovo, il flogisto vi accorrerebbe nell'istante a rimpiazzare il luogo abbandonato da quella; e così a vicenda. Ciò non differisce punto da quel che siegue nella separazione dell'aria dalle terre, o dagli alcali, col mezzo degli acidi, e nel riunirsi che essa fa di bel nuovo nell'atto della separazione degli acidi stessi. Versate su di un alcali dolce un po' di acido vitriolico; se ne svilupperà subito una quantità di aria fissa: fate che il detto acido si estragga di bel nuovo dallo stesso alcali; l'aria andrà immantinentemente ad occupare il suo luogo.

1114. Le fondamenta di questo sistema lungi dall'essere ipotetiche, veggonsi appoggiate su di un gran novero di accurati e decisivi esperimenti, i quali ci dimostrano in primo luogo esser l'aria pura così doviziosa di calore, ossia di fuoco elementare, che se il medesimo non si dissipasse nell'atto che ella si converte in aria fissa, ed in vapore acquoso, sarebbe sufficiente a riscaldare entrambi a un grado che sopravanzerebbe di quattro volte l'eccesso del calore del ferro arroventato sull'ordinaria temperatura della atmosfera. Costa d'altronde mercè il lume dell'esperienza, che qualora un corpo infiammabile sia ridotto incapace, mercè la combustione, di alimentar più lungamente la fiamma per essere rimasto del tutto privo del suo flogisto (1073), assorbe avidamente una gran quantità di calore assoluto; laddove ricuperando egli la sua infiammabilità col rendergli il già perduto flogisto, scaccia via da se una ugual quantità di calore. Per maggior chiarezza serviamci di un esempio. La calce di rame contiene in se presso al doppio di calore di quel che contiene il rame stesso. Or se esponendo la detta calce alla azione del fuoco a contatto di sostanze infiammabili,

li, si fa sì, che ella si ravvivi, o vogliam dire, si converta in rame, soffrirà ella immantinente una perdita della metà del suo calore: facendo calcinare il rame di bel nuovo con ispogliarlo del suo flogisto, vedrassi tosto ricuperare quella quantità di calore, che avea perduta dianzi. Lo stesso vuolsi intendere di altre sostanze, intorno a cui ci astenghiamo di rapportarne gli esempj. Se dunque l'aria pura è assai doviziosa di calore, il quale se ne stacca effettivamente a misura che vassi ella impregnando di flogisto; e se i corpi infiammabili assorbono realmente il calore a misura che il processo della combustione li va privando di mano in mano del lor principio infiammabile; natural cosa è il conchiudere che l'aria, e non già il principio infiammabile, somministra il calore nell'atto della combustione; e che il calore e il flogisto sono realmente antagonisti tra loro; siccome asserisce il signor Crawford. Coll'applicazione di siffatto principio, dedotto da essolui, come si è detto, da una lunga serie di bellissimi esperimenti, rende egli ragione non solo di ciò che siegue ed accompagna la combustione dei corpi, ma eziandio della sorgente e della conservazione del calore animale.

1115. Applicate l'azione del fuoco libero, della luce concentrata, oppur dello sfregamento, ad un corpo combustibile, il quale per natura abbonda di flogisto, e contiene una piccola copia di calore; ne avverrà necessariamente, che il detto flogisto, ne sarà sprigionato e cacciato fuori. In conseguenza dei principj stabiliti dal signor Crawford, aumentandosi nel corpo combustibile la capacità di assorbire il calore per lo già seguito sviluppo del flogisto (§ 1113), staccherassi quello nell'istante medesimo dall'aria atmosferica contigua a quel tal corpo, la quale a tenore dei suoi sperimenti è doviziosa di calore; e correndo verso il corpo già detto, andrà ad occupare il luogo abbandonato dal flogisto, nell'atto che quest'ultimo s'unisce all'aria, che si è spogliata del calore. Per la qual cosa l'aria divien flogisticata, oppur si converte in vapore acqueo ed in gas acido mosetico (§ 814). Or se l'indicato calore assoluto comunicatosi al corpo combustibile, per esser copioso fuor di modo, divien ridondante, talchè

chè venga obbligato ad uscir da quello con grandissima velocità, si converte tosto in fiamma; e per la proprietà che ha di diffondersi uniformemente, dappertutto, produce un caldo sensibilissimo tutt' all' intorno sino ad una certa distanza. Se mai un tale sviluppo si fa lentamente, talchè non si possa accumulare sul corpo combustibile, si comunica egli ai corpi circonvicini, e si dissipa senza produrre la menoma infiammazione. Sicchè a buon conto nell'atto della combustione il calore, ossia il fuoco, viene sviluppato dall'aria, e si va ad insinuare nel corpo combustibile, a misura che egli si spoglia del proprio flogisto.

1116. Colla guida degli stessi principj rende egli ragione agevolmente dell' accrescimento e della violenza, cui prende il fuoco col soffiarsi sopra per via di un mantice; o col dirigerli contra una nuova e successiva corrente d'aria fresca; essendo cosa pur troppo chiara, che per via di tali mezzi si accresce la quantità dell'aria atmosferica intorno al fuoco, la quale contenendo in se una picciola quantità di flogisto, ed una copia grandissima di calore, è nello stato di assorbir quello, e di trasfonder questo nel corpo combustibile; cosicchè accumulandosi e concentrandosi il calore attorno di esso, dovrà necessariamente produrre una fiamma vivacissima, e cagionare nel tempo stesso un caldo assai sensibile. E poichè dopo di avere un corpo combustibile bruciato per qualche tempo in un luogo perfettamente chiuso, l'aria ivi esistente divien flogisticata, e trovasi priva nel tempo stesso della sua natural dose di calore; uopo è, che la sorgente della infiammazione venga a mancare, e ch'egli finalmente si estingua. Questo è in fatti ciò che avviene ad una candela accesa, od anche ad un corpo infuocato; qualora tengasi racchiuso dentro di una capacità qualsivoglia, ove l'aria non si può rinnovare in verun modo.

1117. Or siccome l'aria deflogisticata racchiude in se una tenuissima quantità di flogisto; ed una copia grandissima di calore a fronte dell'aria atmosferica, seguir ne dee per necessità, che dovrà ella esser più atta di questa ad avvalorar l'infiammazione dei corpi, ed a mantenerla per lungo tempo, siccome abbiam veduto di fatti addivenire (§ 773).

1118. Il meccanismo, onde si sviluppa il calore animale giusta il sentimento del citato Autore, non differisce punto da quello della combustione. Imperciocchè siccome nell'atto della combustione l'aria comunica il calore al corpo combustibile, e ne riceve in contraccambio il flogisto (§ 1115); così nell'atto della respirazione il sangue trasfonde il suo flogisto all'aria, e questa gli comunica il calore. Che l'aria contenga in se del calore a gran dovizia, vien chiaramente dimostrato da un gran novero di decisivi esperimenti (§ 1114). Che il calore contenuto nell'aria si assorbe dal sangue nell'atto della respirazione, si rileva dal considerare in primo luogo, che gli animali che respirano, veggonsi avere un maggior grado di calore di quegli altri, i quali son privi degli organi della respirazione; 2. che tra gli animali, cui diciamo a sangue caldo, i più calorosi son quelli, i cui organi respiratorj sono più ampj, e i quali per necessaria conseguenza respirano una maggior quantità di aria in proporzione del loro volume; disortachè essendo gli uccelli dotati di ampj organi della respirazione a fronte degli altri animali, scorgesi effettivamente possedere essi il maggior grado di calore: 3. che nello stesso animale il grado di calore è in qualche modo proporzionale alla quantità dell'aria da esso ispirata in un dato tempo; ond'è, che il calore animale si aumenta notabilmente in forza dell'esercizio del corpo, ed in virtù di tutti quegli altri mezzi, la cui mercè si promuove e si accelera la respirazione: 4. finalmente, egli è cosa fuor di dubbio, che dell'aria atmosferica ispirata $\frac{1}{6}$ si converte in vapore acquoso, e i rimanenti $\frac{5}{6}$ cangiasi in aria fissa col mezzo della respirazione (§ 862). Costa d'altronde dai nuovi esperimenti del sig. Crawford, che il calore comparativo dell'aria pura è a quello dell'aria fissa e del vapore acquoso, in cui ella si converte entro ai polmoni, come tre ad uno. Se dunque l'aria che esce dai polmoni, in se contiene $\frac{1}{3}$ parte soltanto del calore che era in quella che vi si è internata; uopo è dire, che questa abbia depresso quasi tutto il suo calore entro ai polmoni, e quindi si sia impregnata di flogisto.

1119. Che nell'atto della respirazione si trasfonda dal

dal sangue nell'aria una certa quantità di flogisto ; vi son parecchi fatti luminosi , che concorrono a gara a dimostrarlo ; e noi ne abbiam già rapportati alcuni nel corso delle Lezioni antecedenti . Che anzi alcuni esperimenti dimostrano che la quantità dell'aria alterata dalla respirazione di un uomo nello spazio di un minuto , pareggia quella che si altera dal bruciar di una candela nello stesso tratto di tempo , cosicchè da ciò si deduce , che un uomo assorbe di continuo , e senza veruna interruzione , tanta copia di calore dall'aria , quanta se ne sviluppa da una candela che brucia . Dietro la scorta fedele di siffatti principj , che chiaramente dimostrano che il laboratorio , diciam così , del calore animale consiste principalmente negli organi della respirazione , mercè di cui si trasfonde ne' viventi quel *principio vitale* , che è cotanto necessario alla conservazione della loro vita , ecco come ragiona il signor Crawford intorno al modo , onde seguir dee una tale trasfusione . E' cosa dimostrata , che nell'atto della respirazione sviluppassi il flogisto del sangue , e si trasfonde nell'aria già introdotta nei polmoni (§ 771) . A tenore dunque del dichiarato principio (§ 1113) , si accrescerà nel sangue la capacità di assorbire il calore , e si scemerà corrispondentemente nell'aria la capacità di contenerlo . Forz'è dunque , che il medesimo si distacchi dall'aria , e vada a combinarsi col sangue .

1120. Or siffatta copia di calore , onde il sangue si impregna , internandosi nei polmoni , dee necessariamente passar nel cuore per la vena polmonare , e quindi diffondersi per tutto il corpo per le vie del sistema arterioso . E siccome il flogisto abbandona il sangue qualor passa pei polmoni , per unirsi all'aria , con cui ha egli maggiore affinità ; così circolando quello per le arterie , il flogisto che si sviluppa da tutte le parti del corpo , le quali tendono per natura alla putrescenza abbandona le parti medesime per unirsi al sangue ; avendo egli con questo maggiore affinità che con quelle . Ecco impertanto una cagione efficacissima , per cui il calore esser dee obbligato ad uscir dal sangue per quindi trasfondersi nelle varie parti del corpo (§ 1113) ; ed ecco l'origine e la sorgente perenne del calore negli animali .

1121. Spogliato il sangue nello scorrer per le arterie del calore acquistato nei polmoni, la sua capacità di assorbire il flogisto troverassi molto accresciuta nel passaggio che egli fa nelle vene: se ne andrà egli dunque impregnando di mano in mano per iscaricarlo finalmente sull'aria introdotta nell'organo della respirazione, siccome si è già detto (§ 1118). Risulta in fatti dagli esperimenti del mentovato scrittore, che il calore comparativo del sangue arterioso è a quello del sangue venoso come 11 e mezzo a 10; e che questo ultimo è doviziosissimo di flogisto. A stabilire fermamente questa soda teoria sembranmi conducentissimi gli esperimenti del dottor Priestley, onde risulta che il color rosso vivace del sangue arterioso acquista una certa lividezza tostochè si espone al contatto dell'aria infiammabile, o di qualunque altro fluido aereo dovizioso di flogisto; siccome d'altronde il color livido del sangue venoso cangiasi in rosso vivace qualor rimanga esposto all'aria pura, quand'anche si nell'uno, che nell'altro caso sia egli racchiuso in una sottilissima vescica. Coi quali risultati convengono eziandio quelli degli esperimenti del dottor Hamilton, il quale mercè l'iniezione dell'aria infiammabile nelle vene di un gatto, non solo ne accrebbe notabilmente la lividezza, ma scemò eziandio la sua tendenza al rappiglio. Se dunque il flogisto è quello che rende il sangue di color livido; e s'egli è certo d'altra parte, che il color rubicondo del sangue arterioso acquista una certa lividezza nel passare pei minimi vasi capillari nel sistema venoso, e quindi riacquista il suo rossore e la sua floridezza entro ai polmoni; come mai si potrà dubitare che il sangue s'impregni del principio flogistico nel passare pe' minimi vasi capillari entro alle vene, e che quindi se ne scarichi di mano in mano dentro ai polmoni? Dalle quali cose è necessario il conchiudere, che nell'atto della respirazione il sangue altro non fa che spogliarsi del flogisto, ed assorbir del calore; laddove durante la sua circolazione, si va di continuo spogliando di questo ed imbevendo di quello.

1122. Dallo stabilimento de' dichiarati principj deduce il sig. Crawford in un modo assai agevole la spiegazione di parecchi fenomeni riguardanti la combustione

ne

ne e il calore animale; su di cui uopo è consultare la nuova edizione della citata sua Opera (§ 1112).

1123. Al riferito sistema di Crawford è analogo in qualche modo il sistema recentissimo del sig. Lavoisier in quanto che anche in questo il fuoco sviluppassi dall'aria, e non già dai corpi combustibili. Noi però ne ragioneremo nell'Articolo VII, ove si tratterà della combustione dei corpi.

ARTICOLO III.

Sistema di Scheele intorno alla natura del Fuoco e del Calore.

1124. Merita qui certamente d'aver luogo il recente sistema del sig. Scheele, insigne chimico svezzeze, pubblicato da essolui nell'anno 1777 nel suo *Trattato Chimico sull'Aria e sul Fuoco*. Sostiene egli, che il fuoco non sia un semplice e puro elemento, qual si reputa da tutti i Filosofi, ma bensì un misto di aria deflogisticata (cui egli denomina *aria del fuoco*) e di flogisto, insieme combinati: indi si avvanza a stabilire che se la dose del flogisto combinato coll'aria anzidetta, oltrepassa quella che è necessaria per costituire il fuoco, viensi a generare la luce. Sicchè dunque la luce non differisce dal fuoco, se non se per la picciola quantità di flogisto che ella ha di più a fronte di quello: conseguentemente dee riputarsi anche ella un essere composto, e non già un elemento semplice e purissimo. Finanche i diversi raggi, ond'è composta la luce, contengono in se diverse dosi di flogisto, d'onde poi dipende la varia loro rifrangibilità, come si dirà a suo luogo.

1125. L'aria deflogisticata, dice egli, forma circa la terza parte della nostra atmosfera. Il flogisto è la parte infiammabile elementare, che penetrando la sostanza di parecchi corpi, vi si mantiene aderente con grandissima efficacia. Tra tutte le sostanze conosciute, la più atta a separarnelo è la detta aria purissima, con cui ha egli una grandissima affinità, specialmente qualora vi concorrono alcune favorevoli circostanze. Essendo egli insieme combinati, ne risulta un misto

elastico così tenue e sottile, ch'è attissimo a penetrare finanche i pori impercettibili del vetro, e quindi a disperdersi per ogni verso entro all'atmosfera. Trovandosi in tale stato, costituiscono egli il fuoco; e qualora s'imbattono in sostanze tali, con cui abbia il flogisto una affinità maggiore di quella che egli ha coll'aria, ne siegue immediatamente la loro scomposizione: il flogisto combinasi con quelle tali sostanze, e sparisce; l'aria ripiglia le sue proprietà originarie, e rendesi sensibile. In comprova di tutto ciò risulta dagli esperimenti, che dalla combinazione del flogisto coll'aria producesi il calore; e che facendo passar nell'aria il flogisto, viensi a perdere una quantità assai notevole di corale aria.

1126. In conferma di codeste sue idee rapporta egli diversi esempj tratti dalla Chimica, atti a provare che le proprietà di parecchi corpi variano a proporzione della maggiore, o minor quantità di flogisto che essi ammettono nella loro sostanza; come sono particolarmente l'olio di vetriuolo e l'acido nitroso.

1127. E' assolutamente impossibile il dare idea in un sì breve estratto, dell'estensione che il dotto Autore citato dà alla sua ipotesi; della facilità, onde spiega i varj fenomeni; della varietà e della forza degli argomenti; ond'egli si affatica molto felicemente per poterla convalidare. Uopo è dunque ricorrere alla divisata sua Opera (§ 1124) per esserne appieno informato. E' giunto egli a render quivi la sua ipotesi sì naturale ed importante, che l'insigne cavalier Bergman suo compatrioto, dopo di aver ripetuti e verificati i numerosi esperimenti addotti in conferma di quella, asserisce francamente, che il volerla riguardare come una vana sottigliezza, e il crederci in diritto di averla in dispregio, non può derivare da altro, se non se da una infinità di pregiudizj, e dall'essere in preda della più stupida ignoranza.

ARTICOLO IV.

*Sistema di Wallerio sulla natura del Fuoco
e del Calore.*

1128. Il signor Wallerio, chimico svedese assai rinomato, sostiene con varj argomenti, che il principio infiammabile, ossia flogistico, è assolutamente distinto dalla materia del calore. Quello difficilmente si unisce coi corpi, e non gli abbandona, se non lentamente e con istento; questa al contrario è un principio attivissimo, sommamente mobile e volatile, atto a penetrare agevolmente tutte le specie di corpi, e ad abbandonarli colla stessa prontezza. I metalli arroventati possono perdere il lor calore raffreddandosi, ma non restano privi perciò del principio infiammabile, che certamente in essi rimane, e che si sviluppa d'ordinario in forza della singolare mobilità e volatilità della materia calorifica. Per esser questa assai fluida e vigorosa, e perciò atta ad internarsi, come si è detto nei pori dei corpi i più solidi, e quindi a discioglierli, ne sieguè poi, che in essa appunto risiede il principio di fluidità di tutti i corpi.

1129. Ora il corpo secondo le idee del citato Autore consiste propriamente nel moto di coteste due materie distinte; cioè a dire della materia infiammabile o flogistica, e di quella del calore; dimodochè al minimo moto delle loro particelle si genera tosto una semplice scintillazione: se il loro moto divien più sensibile e vigoroso, producesi l'infuocamento dei corpi; e finalmente la fiamma, ove il detto lor movimento facciasi oltremodo sensibile e gagliardo.

1130. Malgrado però cotali idee afferma l'egregio Autore, che la forza del fuoco ed il calore, non sono punto proporzionali a' rammentati gradi di movimento; scorgendosi coll'esperienza, che il fuoco di paglia, esempigrazia, benchè accompagnato da fiamma grande e vivace, non ha la stessa forza, e non riscalda ugualmente, che il metallo arroventato, il carbone acceso, ed altre tali sostanze, il cui infuo-

ca-

camento, e la cui fiamma sono sensibilmente mingri. Pensa egli dunque, che il loro potere dipenda piuttosto dal grado di durezza e densità delle particelle del principio infiammabile.

1131. S'innoltra Wallerio ulteriormente ad affermare che la luce e il fuoco sono due oggetti diversi; e le ragioni principalissime, su cui appoggia egli la sua idea, possono ridursi alle seguenti. In primo luogo la luce non ha bisogno di alcuna sorta di nutrimento, nè di materia infiammabile per potersi mantenere, come si ravvisa ne' raggi solari concentrati mercè d'uno specchio ustorio, i quali godono costantemente della stessa forza, e del medesimo splendore; la qual cosa non si può punto affermare del fuoco. Secondo. La luce esercita liberamente la sua azione ne' luoghi chiusi, nello spazio voto, e finanche nell'acqua a grandi profondità, ove francamente sustiste, tutt'altrimenti di ciò che accade al fuoco. Terzo. Finalmente il moto della luce è così rapido e vigoroso, che scorre ella immensi tratti di spazio, come dimostreremo più innanzi, in un istante impercettibile; laddove il moto del fuoco è in realtà assai più lento e progressivo. Or tutte queste proprietà della luce evidentemente dimostrano, dice egli, non esser ella nè infiammabile, nè calorifica; ma di una specie particolare, totalmente distinta dalle altre materie a noi conosciute.

1132. Crede egli imper tanto non essere il sole un corpo ardente, ma bensì un globo di purissima luce, ch'è in realtà una porzione di quella che fu creata da Dio nel primo giorno della creazione del mondo; principio fluidissimo ed attivissimo, che è la prima origine di tutti i moti che fansi ne' corpi, e che dà il vigore e la forza a tutti i corpi organici. Per la qual cosa quantunque i suoi raggi non sieno per loro natura nè fuoco, nè calore, sono egli bensì attrisimi a produrlo col porre in moto, sviluppare ed eccitare la dovuta efficacia nelle particelle del fuoco, che trovansi appiattate nella sostanza de' corpi, oppure avviluppate e disperse tra i vapori e l'esalazioni, in seno all'atmosfera. Questo è il modo, onde i raggi solari raccolti da uno specchio ustorio fan divampare i
cor-

corpi esposti al suo foco, e il calore non per altra ragione scorgesi dipender dal sole, ed esser proporzionale in certo modo a' varj periodi del suo giornaliero ed annuo cammino, se non per esser egli più, o meno atto a porre in moto la materia infiammabile avvolta nell'atmosfera e ne' corpi terrestri, a misura che fa egli una breve, ovvero lunga dimora al disopra dell'orizzonte, secondochè i suoi raggi sono perpendicolari, oppure obliqui, e quindi più, o meno addensati e copiosi. Dal che deriva poi il vario grado di calore sì nelle diverse stagioni, che ne' climi differenti.

1133. Varie sono le ragioni ch'egli apporta, per provare che i raggi del sole sono scervi ugualmente di fuoco e di calore: hanno elleno però il principale fondamento sulla osservazione già fatta, che i detti raggi non dan segno nè di fuoco, nè di calore, se non quando s'imbattono in materie solide e combustibili. Così, il lor foco, quando sieno essi raccolti da uno specchio, diretto unicamente sull'aria non vi produce il menomo indizio di calore, nè di dilatazione, nei siti che lo circondano; attesochè le lievi piume, il fumo, ed altri corpicciuoli simiglianti collocati là presso, non vi soffrono la menoma agitazione sensibile. Di più il calor del sole non è affatto proporzionale nè alla sua elevazione e declinazione, nè tampoco alla diversa copia de' suoi raggi, variando egli notabilmente finanche nello stesso clima, a norma delle diverse qualità dell'aria, del suolo, della maggiore, o minore elevazione de' luoghi sul livello del mare. Ciò prova, dic' egli, che i raggi del sole non contengono in se del calore, non avendo eglino sempre, e in ogni dove la medesima forza; ma che quello deriva dalla costituzione dell'aria, dalla quantità, dalla purità, e dal vario grado di sottigliezza delle materie infiammabili, ove essi s'imbattono. Le Cordilliere, che sono montagne altissime dell'America meridionale, avvegnachè collocate sotto dell'Equatore, han le cime sì fredde, che rischierebbe di perire agghiadato chiunque osasse di salirvi. Altri esempj e ragioni di tal sorta, atte a confermare il suo sistema, possono riscontrarsi nell'

ec-

eccellente sua Opera, la quale ha per titolo: *Dell' Origine del mondo.*

A R T I C O L O V.

Sistema di de Luc intorno alla natura del Fuoco e del Calore.

1135. Il sistema del signor de Luc intorno al fuoco da essolui esposto nell' egregio suo Trattato, che ha per titolo: *Idee sulla Meteorologia*, pubblicato in Londra nell' anno 1787, comechè converga realmente in qualche parte con quello del signor Wallerio dichiarato dianzi, differisce nulladimeno essenzialmente da quello. Or secondo le idee del testè mentovato illustre Autore, il fuoco non è un elemento primigenio, come comunemente si crede, nè una sostanza indestruttibile, ma bensì un composto di luce, che gli serve di fluido deferente, e d'una sostanza puramente grave, che egli denomina *materia del fuoco*.

1135. La materia di questa sostanza *isolata* è ignota: si sa però, che combinata ella colla luce, viene a formare il fuoco, pel cui mezzo la luce entra nella composizione di quasi tutte le sostanze: ed è osservabile che ella si distacca dalla luce per virtù di una semplice compressione.

1136. L' ignota sostanza, con cui la luce è combinata nel fuoco, la priva dell' esercizio della sua facoltà distintiva, qual è quella di produrre la chiarezza, ossia lo splendore; conciossiachè dalla loro chimica unione ne risulta un composto, il quale in vece di seguire una sola e semplice direzione nel suo movimento, la va cangiando di continuo, cosicchè descrive un sentiere tortuoso, ed in certo modo spirale. Da siffatto cangiamento derivano poi non solamente delle differenze nell' esercizio delle facoltà che possiedono i due fluidi separati nello stato di libertà, ma ne risulta eziandio una alterazione notevole di affinità e di fenomeni singolari, attesochè quelle del fuoco sono differenti da quelle della luce. Sicchè dunque siccome

me la luce combinata chimicamente col fuoco, e con altre sostanze, si sottrae alla vista, e non ricomparisce altrochè nella scomposizione di quelle, così il fuoco da altra parte si sottrae, oppur si rende discernibile al termometro, a norma delle varie composizioni, o scomposizioni che viene a soffrire. La luce libera, che attraversa rapidamente parecchie sostanze, con cui non ha ella veruna affinità, vien poi ritenuta in tutto, od in parte da moltissimi altri corpi, coi quali l'affinità è più, o meno sensibile; come sono appunto i corpi opachi, cui ella per la ragione addotta è incapace di penetrare, comechè le sue particelle sieno più tenui di quelle del fuoco; ma quando ella è all'opposto combinata col fuoco rendesi attratta a trapassar tutti i corpi, giacchè veggiamo che effettivamente il fuoco vi penetra dappertutto. In simil guisa si scorge che la luce trapassa liberamente il ghiaccio, cui il fuoco non attraversa punto, tranne lo stato, in cui quello comincia a liquefare: il qual divario proviene certamente dal cambiamento di affinità che la luce ha sofferto mercè la sua combinazione col fuoco.

1137. E' il fuoco capace per sua natura di un determinato grado di densità, a cui quando egli sia giunto, comincia immantinentemente a scomporsi in qualche parte. Il grado adunque di densità, che può dirsi il massimo, è l'*incandescenza*; nel qual caso soltanto produce il fuoco dei fenomeni fosforici; e ciò si fa perchè le sue particelle addensate fino a quel segno divengono sì vicine l'una all'altra, che quelle che costituiscono la materia del fuoco propriamente detta (§ 1134), si uniscono insieme, ed abbandonano, e lascian quindi scappar via le parti della luce.

1138. I raggi solari non sono *calorifici*, ma semplicemente *fosforici*, siccome crede Wallerio (§ 1132); che val quanto dire, che il calore da essi prodotto non procede immediatamente da loro medesimi; ed in conseguenza che essi non sono fuoco. E se veggiam non ostante, che essi riscaldano, ciò avviene in due modi: cioè a dire accrescendo l'espansibilità del fuoco già esistente in uno stato libero, o formandone del nuovo: lo che segue allorchè essi si imbattono nella materia del fuoco in certe date combinazioni,
che

che permettono loro di associarvisi, e di produrre così del fuoco.

1139. I raggi solari formano probabilmente nell'atmosfera una parte del nuovo fuoco; che dee rimpiazzar quello che distruggesi di continuo, non solamente in tutti i fenomeni fosforici sensibili di codesto fluido; ma eziandio in quelli che non sono discernibili a noi per la loro debolezza. E poichè lo stato dell'atmosfera non solo è differente in diversi luoghi, ma sovente si cangia nel sito stesso; da ciò deriva la diversa temperatura dello stesso luogo nelle varie ore e nelle differenti stagioni.

1140. Il nuovo foco formasi principalmente negli strati inferiori dell'atmosfera; d'onde nasce che gli strati superiori sono più freddi degl'inferiori, quantunque quelli sieno attraversati da ugual somma di raggi diretti e riflessi. E poichè gli strati inferiori, a seconda della natura del suolo, possono contenere più materia di fuoco in un paese, che in un altro, s'intende facilmente perchè in paesi diversi, comechè situati nella stessa latitudine, possono segnare temperature differenti:

1141. Siccome la chiarezza, o splendore, è l'effetto d'una sostanza, che dicesi *luce*, in quanto che agisce sull'organo della vista, così il fuoco è una sostanza, la quale, essendo libera, produce un effetto distinto, che dicesi *calore*. Sicchè il calore astrattamente considerato non è che il *grado attuale della forza espansiva del fuoco*, a cui debbonsi attribuire gli effetti meccanici del fuoco stesso; ed il segno visibile dell'azione sua è la dilatazione delle sostanze, che il fuoco investe. Il calore dunque de'corpi è proporzionale all'attuale forza espansiva del fuoco, e non già alla sua densità, ossia alla sua quantità nello stesso spazio; perciò quantità uguali di fuoco, che non esercitano lo stesso grado di forza espansiva in tutte le sostanze, non vi producono lo stesso grado di calore. Dal che poi deriva, che sostanze diverse, comechè della medesima temperatura, possono contenere diversa quantità di fuoco libero, e che una doppia, o tripla elevazione del termometro non sempre indica una doppia, o tripla quantità di fuoco in quelle tali sostanze.

1142.

1142. Cotesta forza espansiva del fuoco, che determina, come si è detto, il grado di calore, dipende da due diverse circostanze, che sono la *quantità* del fuoco stesso, e la *rapidità* del suo moto. Se la quantità del fuoco sarà sempre la medesima, avrà egli maggiore; o minor grado di forza espansiva, a misura che le sue particelle si muoveranno con maggiore, o con minore velocità; e siffatta velocità sarà più, o meno notabile; a norma della lunghezza dello spazio che le particelle ignee saranno nella libertà di scorrere per entro a' corpi; in guisa che le sostanze, in cui le particelle del fuoco sono arrestate più sovente nel loro corso, nasca ciò dalla forma, oppure dalla picciolezza de' loro pori, dicansi avere maggior *capacità pel fuoco*: ciocchè torna allo stesso che il dire, che vi fa mestieri di una maggior quantità di fuoco per poter generare il medesimo grado di calore, per cagione della minore azione che le sue particelle sono nel caso di potervi esercitare: Così, per cagion d' esempio, dirassi che l'aria ha minor capacità pel fuoco di quel che abbia il ferro; imperocchè avendo le particelle del fuoco uno spazio maggiore nell'aria per potersi muovere; la stessa quantità di fuoco vi esercita maggior forza espansiva che nel ferro; i cui pori sono meno numerosi, e più ristretti. Nell'aria dunque farà mestieri di una minor quantità di fuoco per poter produrre lo stesso grado di calore. Dal che si deduce essere tale la natura del fuoco, che può egli produrre differenti gradi di calore in varie sostanze, non ostante che si trovi egli diffuso in quelle nella stessa quantità proporzionale.

1143. L'intero complesso di cotal sistema ponderato maturamente rinviensi del tutto sodo e ragionevole; e la spiegazione de' fenomeni par che derivi da esso nella maniera la più semplice e naturale, che non lascia di esser nel tempo medesimo ugualmente ragionevole e soddisfacente.

A R T I C O L O VI.

Altre idee particolari intorno alla natura del Fuoco e del Calore.

1144. **S**e altri, alieno dal seguire nuovi sistemi, che vansi fabbricando alla giornata intorno alle materie filosofiche, amasse piuttosto di seguir le tracce già prima battute, e di formarsi una idea ragionata intorno alla natura del Fuoco e del Calore, del tutto confacente ai principj da noi stabiliti nella Lezione antecedente, non isdegnerebbe per avventura di conformarsi a quelle teorie, cui ora in brevi tratti farommi a dichiarare, avuto riguardo ai sodi fondamenti, su cui trovansi appoggiate; tranne alcune difficoltà, a cui al par delle altre rapportate dianzi debbono elleno ritrovarsi inevitabilmente soggette.

1145. La luce solare purissima, trattenuta e fissata nei corpi secondo le prove già addotte, costituisce il principio infiammabile, ossia il flogisto, cui ciascun corpo in se accoglie (444). Non avendo egli però uguali gradi di affinità con tutte le specie di corpi, non abbonda ugualmente in cadauno di essi. Quelli che ne contengono a dovizia, sono certamente i corpi combustibili (§ 1070). Siffatto flogisto sviluppato dai medesimi, e messo in piena libertà in virtù dei mezzi accennati (§ 1084), e per l'azione dell' aria circostante, che va prendendo mano mano il suo luogo, appare immediatamente sotto la forma di fuoco libero; ed essendo in copia sufficiente, ed agitato da un moto violentissimo, genera la fiamma (445). Prendete in fatti una verga di ferro, e fatela stare dentro il fuoco finattantochè si riscaldi ben bene, e non

(444) Siccome si è dimostrato non esistere il flogisto, così cesserà il lettore d'affaticarsi a comprendere, come ora la luce fissandosi ne' corpi, costituisca il flogisto stesso (vedi note 54, 83, e 379).

(445) Vedi note antecedenti ed anche l'ultima.

non giunga a farsi rovente; sicchè punto non risplenda. Cavatela immediatamente dal fuoco, e fatela battere rapidamente intorno intorno nel modo ordinario de' fabbri al disopra di un'incudine. Vedrete tosto arroventarsi la verga, indi spargere un vivo splendore, ed un calore eccessivo (446).

1146. Che la luce solare possa fissarsi, ed esser trattenuta ne' corpi; e ch'ella non differisca punto dal flogisto, apparisce chiaramente da ciò che si è dichiarato ne' § 1067 e 1068, e vien confermato ulteriormente dal vedere che i diamanti, gli smeraldi, i zaffiri, la pietra di Bologna, i gusci d'ostreche, oppur di uova, cakinati, ed altre moltissime sostanze, risplendono sensibilmente al bujo dopo di averle tenute esposte per qualche tempo alla luce del sole (447).

1147. Il calore è il semplice effetto del fuoco libero; e non dipende da altro, se non che da un moto assai veemente, impresso alle particelle de' corpi, sia in virtù della luce concentrata, sia in forza di altro fuoco libero, sia finalmente in virtù dello sfregamento. Per l'efficacia di siffatto moto, e per l'azione dell'aria circostante, le particelle del flogisto, divenuto già fuoco libero, vengono lanciate con forza in-

TOMO IV.

I

tor-

(446) Il calorico è quello che dilata il ferro. Percuotendosi il ferro caldo, si viene a restringerlo, o in altri termini, si viene ad avvicinare le sue molecole, spremendo una porzione d'esso. Questo calorico, uscendo, innalza di qualche poco la temperatura della superficie del ferro stesso. Questa temperatura innalzata determina una pronta combinazione dell'ossigeno dell'aria col combustibile ferro. Dalla combinazione di quest'ossigeno in istato di solidità col ferro, ne esce luce e calorico, ossia il fuoco.

(447) Ci sono ignoti molti di questi fatti. Se avverrà però il fenomeno suespresso, sarà indizio certo che una qualche picciola porzione di acido fosforico contenuto in queste sostanze si sarà per ragioni affini decomposto, perdendo il suo ossigeno, e che quindi il fosforo avrà acquistato di nuovo la sua proprietà combustibile, onde esposto a contatto dell'aria ed al bujo bruciare e risplendere con una luce fiacca (vedi nota 54).

torno intorno; e mercè la loro azione su i nostri nervi risvegliano in noi la sensazione del calore (448).

1148. Per convincersi che la cagion produttrice del calore nei corpi consista soltanto nel moto violento delle particelle dei corpi stessi, le quali slanciano e determinano il flogisto, ossia le parti della luce, a diffondersi con violenza in tutte le direzioni possibili, basterebbe il considerare che i raggi solari non producono verun calore notabile, su cui cadono. Questa è la ragione, per cui appena cagionano essi del calore sulle cime degli alti monti; laddove generano un caldo vivissimo nelle sottoposte valli, da cui vengono riflessi (449). Il signor Charles, il quale collocato in una gondola pendente con funi da un gran globo areostatico (§ 893), sollevossi in aria col mezzo di quello fino all'altezza di 1524 tese, sentì quivi un freddo sì eccessivo, che gli cadde di mano la penna nell'atto che accingevasi a scrivere, quantunque nei siti più bas-

(448) Il calore propriamente detto non è che la sensazione prodotta dal calorico libero che passa nel nostro corpo per equilibrarsi. Se entrerà per conseguenza in noi di questo calorico, proveremo in ogni caso la sensazione del calore. Pel di più vedi note 54, 83, 376 e seg.

(449) Tutt'altro che convinti noi siamo di quanto disopra ha esposto l'Autore. Abbiamo detto altrove che se sulla superficie della terra abbiamo ciò che si chiama calore, ciò dipende dall'esservi un gran numero di corpi che hanno grande affinità pel calorico onde ritenerne gran copia di quello che emana dal sole, e quindi di cederlo a misura che occorre agli altri corpi che sono esposti a raffreddarsi; dal cui passaggio noi proviamo appunto la sensazione del calore. Abbiamo ancora dimostrato che una fonte perenne ed inesauribile di calorico esiste alla superficie della terra, e questa nella decomposizione del gas ossigeno per mezzo de' corpi combustibili; ed abbiamo finalmente dimostrato che se nell'alto dell'atmosfera havvi sempre un grandissimo freddo, ciò dipende dall'affinità ch'esercitano le basi dell'aria o l'aria stessa pel calorico, onde combinarsi con questo a misura che si levano sopra di essa i pesi comprimenti, ec. ec. Questi principj, fondati sopra semplici affinità ed esperienze, non hanno bisogno di flogisti, o di altr'enti suppositizj per sostenersi.

Per tutto il resto vedi note 23, 54, 83, e seg.

bassi dell'atmosfera fosse l'aria assai più temperata durante lo stesso tempo:

1149. In secondo luogo il calore eccitato nei corpi mercè lo sfregamento, date uguali le altre cose, rendesi più intenso ed attivo, a misura che lo sfregamento è maggiore, ed in proporzione che le parti del corpo sfregato sono più dense, più numerose, e più arte a concepire un moto violento (450). Lo stesso intender si dee del calore prodotto dalla luce concentrata. Esponetè una lamina di vetro dilitato al fuoco di uno specchio concavo, oppur di una lente ustoria: vi riuscirà a mala pena di rammollirla dopo un lungo intervallo di tempo: fate che la detta lamina sia molto più spessa; si fonderà molto sollecitamente. Un grosso pezzo di ferro sarà arroventato e fuso nell'istante qualor sia messo nelle medesime circostanze (451).

1150. Si ricava un'altra prova di questa verità dall'osservare nella comunicazione del calore quelle medesime leggi, le quali abbiám veduto eseguirsi nell'urto

I a

scam-

(450) Il calore che si eccita ne' corpi, non si rende intenso nè attivo per quanto si sfregano, e per quanto sieno solidi, qualora non sieno combustibili, mentre allora, non essendovi passaggio di ossigeno, non si svolge nè copia grande di calorico, nè luce (vedi note 54, 83, 379, 419 e seg.

(451) Se una laminetta sottile di vetro, ch'è un corpo incombustibile, riscaldata dallo specchio ustorio si fonde più difficilmente che un pezzo di vetro grosso, ognuno facilmente ne comprenderà la ragione, riflettendo che la laminetta è quasi in tutti i punti per la sottigliezza in contatto coll'aria esterna, che le porta via il calorico a misura che penetra nella lamina stessa; lo che non avviene quando il pezzo di vetro è atto ad essere penetrato da maggior quantità di calorico, e quindi a concepire un maggior grado di calore onde fondersi più presto. Il ferro all'opposto è un corpo combustibile, ed è atto, esposto che sia ad un gran calore, ad abbruciarsi egualmente che a fondersi. Una laminetta di esso è più facile ad abbruciarsi che a fondersi, qualora sia innalzata ad una data temperatura, perchè essendo essa in tanti punti a contatto dell'aria esterna, questa gli somministra facilmente l'ossigeno, il quale combinandosi con essa, fa che si svolga la luce ed il calorico che lo costituisce sotto forme aeree.

scambievole dei corpi. Un corpo in moto, il quale vada ad urtarne un altro di ugual massa posto in quiete, gli comunica la metà del suo movimento (§ 247). Lo stesso appunto vediamo seguire nella comunicazione del calore: una quantità di acqua riscaldata ad un dato grado; e versata su d'una ugual quantità di acqua fredda, le comunica la metà del suo calore; e riduconsi entrambe alla medesima temperatura (§ 1105). La qual cosa intender si dee ugualmente di altri corpi omogenei; giacchè in quelli di diversa natura ci prendon parte la diversa loro tessitura, i varj gradi di affinità, ed altre simili cose (§ 1106). E poichè abbiamo un infinito numero di fatti di tal natura, non è dunque irragionevole il credere che il calore nei corpi in altro non consista, se non se in un certo moto di vibrazione impresso alle parti del fuoco dalle loro particelle. La maniera, onde io concepisco che ciò possa addivenire, è quella che qui siegue.

1151. Egli è una verità di fatto, che tutti i corpi concepiscono un certo grado di calore prima che ardano, e divampino. E poichè costa anche dall'esperienza, che il calore dilata, e disgiugne le particelle dei corpi (§ 1088); ciò dà luogo a credere che i mezzi, onde si sviluppa il flogisto per convertirlo in fuoco libero (§ 1147), generano nelle particelle dei corpi combustibili un certo grado di movimento, in quanto che la forza di aderenza, che insieme congiugne le accennate particelle, facendo un continuo contrasto contro quell'altra che tende a dilatarle, vi cagiona per necessità una specie di vibrazione alternà. Questa uopo è che non sia molto notevole in sulle prime; onde è che non può comunicare alle parti del flogisto, che si va sviluppando di mano in mano, se non se un picciol moto, incapace a poterle spignere determinatamente secondo una data direzione. Andranno elleno dunque nel tratto di quei primi istanti sparpagliate qua e là, e disperse alla rinfusa; e non saranno idonee che a produr del calore. Coll' aumentarsi lo sviluppo delle medesime, e coll' accrescersi la superficie delle parti dei corpi combustibili mercè il successivo disaggregamento che vi produce la dilatazione,

ne, si farà sì, che il flogisto già messo in azione avrà maggior presa sul corpo combustibile per le ragioni altrove dichiarate (§ 1026); e cagionando in quello un moto più violento, le sue proprie particelle ne verranno rimbalzate con grandissima velocità, e manifesterassi egli sotto l'aspetto di fuoco (452). Cotale velocità renduta finalmente di gran lunga più notevole, renderassi atta a disporre le particelle del fuoco l'una dopo l'altra in altrettante serie determinate e rettilinee, e quindi a generare in noi la sensazione della luce (453). Così lo spruzzo di una siringa ripiena d'acqua, il cui stantuffo non gl'imprima che un picciol moto, sarà del tutto indeterminato ed irregolare; laddove spinto con grandissima velocità, vedrassi formato da globetti d'acqua disposti in serie, i quali rappresenteranno una specie di raggio. Tale appunto sappiamo esser l'indole della luce; poichè scorgiamo alla giornata, che un raggio di essa introdotto in una stanza buja per entro ad un foro d'una finestra, scompare dell'intutto tostochè si chiude quel tal foro; non già perchè la luce resti annientata in quell'istante; ma perchè cessa di agir su di essa quella forza, la quale comunicandole una notevole velocità, e disponendo le sue parti in serie rettilinee, fa sì, ch'ella ci si renda sensibile in forma di luce. L'esperienza indicato nel § 1017, ove i vapori dell'acqua bollente compressi gagliardamente entro a una canna di metallo la renderon rovente, talchè il lor calore convertissi in fuoco, e poscia in viva luce, somministra un grande argomento a pro di questa opinione. Dietro la scorta di siffatti lumi a me sembra di poter intendere onde avvenga che alcuni corpi bruciano senza risplendere, come è appunto il ferro prima di essere arroventato; od altri abbruciano, e risplendono nel tempo stesso (454).

(452) Se il lettore non sapesse prontamente liberar la sua mente da tutte queste ipotesi, veda le note 54, 83, 375, 376, ec.

(453) Vedi nota 454.

(454) Abbruciarsi un corpo combustibile suppone sempre de-

1152. Laonde a tenor di questi dati, la cagion del calore nei corpi che lo tramandano, altra non è, se non se un moto intestino prodotto dal contrasto tra la forza espansiva, e quella di attrazione, mercè del quale movimento unito all'azione dell'aria circostante, come dichiareremo nell'Articolo seguente, sviluppansi, efficacemente, e si lanciano le particelle del flogisto, o con picciola velocità ed alla rinfusa, talchè non ci possono rappresentare i diversi punti visibili di quei corpi, oppur con moto velocissimo, atto a disporle in serie, e quindi ad eseguire l'ufficio della luce. La qual cosa vien confermata ulteriormente, dal vedere che un dato grado di fregamento, atto soltanto a generar del calore, qualor si accresca al segno conveniente, rendesi attissimo a generar la fiamma e lo splendore (§ 1145) (455).

1153. Ciascun comprende benissimo, che tutto quello, che si è dichiarato finquì intorno al calore, riguarda

composizione del corpo che si abbrucia; riscaldarsi un corpo combustibile non suppone che penetrazione di calorico nel corpo che si riscalda, senza ch'esso si decomponga. L'abbruciamiento è dunque marcato dalla decomposizione, ed il riscaldamento dall'ingresso soltanto di calorico. Da ciò ne segue ch'è assurdo il supporre che vi sia abbruciamiento nel ferro che si è riscaldato, attesa la compressione dei vapori in un tubo di questo metallo, quando altro non havvi che penetrazione di calorico nel ferro stesso. Può bensì avvenire, come tante volte si è detto, che innalzata la temperatura di un corpo per mezzo del calorico che lo penetra, esso diventi atto a combinarsi coll'ossigeno; e quindi allora havvi decomposizione nel corpo che si abbrucia, e svolgimento di calorico e luce, come appunto si osserva nella canna che propone l'Autore. Qui si fa astrazione da tutte quelle lentissime combustioni, le quali levando insensibilmente a grado a grado una picciolissima porzione di ossigeno all'atmosfera, rendono insensibile lo svolgimento del calorico e della luce. Il ferro, per esempio, esposto all'aria si abbrucia lentamente, combinandosi coll'ossigeno dell'atmosfera, e quindi si rugginisce ovvero si ossida insensibilmente. Questa è una lentissima combustione del ferro, nella quale i nostri sensi non possono scorgere nè luce, nè calorico, appunto per la sua estrema lentezza (vedi note 54, 53, e seg.).

(455) Vedi note antecedenti.

da soltanto la sua cagion produttrice per parte del corpo combustibile. Ma se altri mi chiedesse come ella operi su di noi, ovvero in che consista la sensazione di caldo che ella produce quando opera sul nostro corpo; e quindi la sensazione di freddo qualor cessa di operare; risponderei francamente, che le mentovate opposte sensazioni dipendono unicamente da una sorta di distrazione, cagionata nelle fibre del nostro corpo dalla insinuazione del fuoco, e da una specie di aggrinzamento che succede nelle fibre medesime per la privazione di quello (456). Abbiam veduto che il fuoco dilata i corpi, nei quali si insinua (§ 1088), senza eccettuarne quelli degli animali; forz'è dunque, che egli distraga, e procuri di allontanare l'una dall'altra le loro particelle. Il freddo al contrario cagiona effetti del tutto opposti. Che però io son di opinione, che qualora il fuoco distrae le fibre del nostro corpo coll'internarsi fra le parti di quelle, vi produce una sorta di solletico, il quale riesce grato e piacevole, qualor sia moderato; laddove divien molesto e doloroso, quando cresce di forza. Toccate assai leggermente qualunque parte del corpo coll'estremità del dito indice; vi ecciterà una specie di solletico: premetela assai forte col dito stesso; vi cagionerà sicuramente del dolore: ed è cosa indubitata, che quantunque il dolore e il piacere sieno affatto contrarj, pure i loro estremi sono infinitamente prossimi tra loro, ed insiem congiunti, poichè l'ultimo termine del piacere è il principio del dolore, siccome lo dimostra l'esperienza. D'altronde è da riflettersi, che seguendo l'anzidetta distrazione delle fibre per l'introduzione del fuoco, tostochè questo cessa di agire, oppure scema di forza, le particelle delle fibre stesse accorciansi alquanto, e si restringono in virtù della naturale lor forza di contrazione. Siffatto restringimento risveglia nell'anima una sensazione molesta, che chiamasi freddo, e che è

(456) Vedi note 54 e seg.

più, o meno dispiacevole, a proporzione che il detto restringimento è più, o meno notevole (457).

1154. I motivi ragionevolissimi, che mi spingono a pensare in questo modo, derivano dal riflettere che la sensazione, che eccita in noi lo stesso grado di calore, è sempre relativa all'attuale disposizione degli organi del nostro corpo, ed è sempre tale, che rendesi minore a misura della minor distrazione che egli viene a produrre nelle parti, entro alle quali si insinua. Così d'altronde la sensazione del freddo riesce meno notevole a proporzione che le parti suddette sono obbligate a restringersi meno. Volete convincervene col fatto? Fate che una persona, la quale abbia dilatate le parti del suo corpo per essere stata vicino ad un gran fuoco, oppur dentro una stanza calda in tempo d'inverno, esca immediatamente all'ambiente; sentirà ella un freddo sensibilissimo, che la farà tremare, laddove lo stesso grado di freddo non riesce così intenso nè alla persona medesima, nè a qualunque altra che non sia antecedentemente riscaldata a quel segno (458). Ognun sa, che i primi freddi, over quelli che si risentono ne' cambiamenti istantanei della temperatura dell'aria, come per esempio nell'improvviso spirare d'un vento di Tramontana dopo d'aver dominato per qualche tempo lo Scirocco, sono sensibili e crudi oltre ogni credere; giusto perchè trovandosi i pori molto dilatati dal caldo sofferto, sono obbligati a ristringersi di molto per la privazione del fuoco, che uscendo in parte dal corpo,

(457) Dietro alle cose da noi esposte nelle note antecedenti, pensi qui il giovane a fare da se stesso quelle sane applicazioni che troverà opportune, onde rilevare l'inconsequenza di queste spiegazioni.

(458) Quanto maggiore sarà la differenza di temperatura fra l'uomo ed il corpo che lo tocca, essendo tutte le altre cose a circostanze eguali, tanto più l'uomo proverà la sensazione di caldo, o di freddo più viva, secondochè appunto darà, o riceverà maggiore quantità di calorico. Per ispiegare la sensazione del caldo, o del freddo, a noi è indifferente il considerar lo stato delle fibre del corpo umano (vedi note antecedenti).

po, si diffonde nell'aria fredda (459). E' cosa già decisa mercè delle osservazioni termometriche, che i freddi insoffribili, i quali sopravvengono talvolta all'improvviso in tempo di state, sono di gran lunga meno intensi di quelli che in tempo d'inverno ci fanno parer l'aria assai temperata.

1155. Per colmo delle prove di cotal verità, sarà ben fatto di praticare il seguente esperimento. Ponete dell'acqua tiepida dentro un bacino; e cercate di far sì, che una delle mani si riscaldi ben bene presso al fuoco nell'atto che l'altra si raffredda col toccar della neve. Essendo elleno in tale stato, immergetele entrambe nell'acqua tiepida tutto ad un tratto, e nel medesimo istante. Sapete cosa ne avverrà? Costo volume d'acqua sembrerà caldissimo alla mano raffreddata, e risveglierà un senso di freddo nell'altra ch'è assai riscaldata dal fuoco (460). Questo è similmente il caso dell'intenso freddo che ci assale innanzi di scoppiare la febbre. Siccome in quell'atto siegue un sensibile restringimento in tutt' i vasi cutanei, ci si risveglia la sensazione di un asprissimo freddo, anche in mezzo agli affannosi caldi di state, malgrado qualunque sorta di copertura che ci si possa mettere addosso. Or cotesto freddo vassi poi dileguando a gradi in virtù del successivo dilatamento, che i sud-

(459) In queste circostanze, oltre al cangiamento di temperatura, havvi anche il cangiamento di stato dell'aria, il quale divenendo secco, accelera la traspirazione, ed accresce per conseguenza il grado di freddo sulla superficie dell'uomo, benchè la temperatura tanto nel vento di scilocco, quanto nel vento di tramontana rimanesse la stessa. Per intender ciò con chiarezza, vedi la nota 69.

(460) E perchè nascerà questo fenomeno? Non sarà egli sempre proporzionale alla differenza di temperatura delle mani che si saranno esposte in contatto coll'acqua? La mano calda dà del calorico all'acqua e prova la sensazione del freddo, e la mano fredda, appunto perchè più fredda dell'acqua tiepida, prova la sensazione di caldo, perchè in essa passa il calorico dell'acqua? Quest'è il tutto numerico dell'affare senza che abbiasi bisogno di considerare lo stato delle sole fibre del corpo umano.

detti vasi soffrendo per l'accresciuto moto del sangue; finattantochè va a degenerare in ultimo in un senso di vivacissimo calore. Non son questi dunque argomenti evidentissimi per dimostrare che la sensazione del caldo deriva da una certa distrazione delle fibre del nostro corpo, e quella del freddo da un certo restringimento di quelle (461)?

1156. Eccoci con ciò al termine della breve narrazione dei principali sistemi ideati ai tempi nostri intorno alla natura del fuoco e del calore. Ciascheduno di essi trovasi appoggiato sopra sode e ragionevoli fondamenta, nè v' ha quasi alcun fenomeno, la cui spiegazione non riesca agevole in qualunque di essi. D'altronde ha ciascheduno le sue difficoltà, e non è atto a dileguare ogni sorta di dubbio. Per recarne di passaggio un solo esempio, come mai succede seguendo il sistema di Scheele, che i gran recipienti di vetro, a traverso dei quali si dissipa il calore, non si trovano scemati di peso dopo di una tal dissipazione, s'egli è vero che il calore altro non è che aria del fuoco e flogisto (§ 1124)? Se l'aria deflogisticata unita al flogisto genera dell'aria fissa (§ 814), che è più grossolana e più pesante dell'aria atmosferica (§ 802), come possono poi cotesti due principj insieme combinati comporre il fuoco; e come possono eglino passar liberamente pei pori del vetro (462)? Egli è certo d'altronde, che non sempre il ritrovar difficoltà è lo stesso che abbattere un sistema. A dire il vero attengomi volentieri al partito di non esaminar particolarmente il merito delle dichiarate opinioni, poichè ciò facendo entrar dovrei in una lunga discussione di punti intricatissimi, i quali mi condurrebbero al di là dei limiti di una Istituzione senza poterne dare al fin dei conti un preciso e decisivo giudizio; essendo tale il merito di ciascheduna di esse, che l'animo nel
lo-

(461) Vedi note antecedenti.

(462) Già tutte queste ipotesi sono false per le cose tante volte dette.

L E Z I O N E XXII. 139

loro esame resta indeciso e titubante, nè sa qual debba scegliere, e qual rigettare. Per la qual cosa si è procurato di esporle qui colla massima chiarezza ed imparzialità possibile, affinchè nel mezzo di cotal bujo ciascun segua quel sentiere, ove crede di scorgervi qualche sorta di barlume (463).

A R T I C O L O VII.

*Dell'Infiammazione dei corpi in particolare,
e dei fenomeni che l'accompagnano (464).*

1157. **E'** osservazione costante, che il fuoco non può sussistere senza il contatto dell'aria. Ponete un carbone rovente, o una candela accesa sotto il recipiente della macchina pneumatica: votatelo bene d'aria, e vedrete che quelli si smorzeranno nell'istante. Disponete nel recipiente suddetto l'ordigno conveniente per far sì, che una selce venga quivi percossa dall'acciajo, oppur che si applichi il fuoco ad un pò di polvere da sparo: nè questa si accenderà, nè la selce caccierà la menoma scintilla. Or questi fatti dimostrano ad evidenza, che la presenza dell'aria è assolutamente necessaria per la combustione dei corpi, siccome la è per la respirazione degli animali. Il sistema del signor Crawford rende ragione di tutto ciò con molta semplicità e naturalezza.

1158.

(463) Se saremo dunque riusciti a far adottare decisamente al giovane un sistema fondato sulla esperienza, e sulla ragione deviando dal bujo dell'ipotesi, avremo occasione di sentirne viva la contentezza per aver soddisfatto all'unico oggetto contemplato dalle scienze fisiche (vedi note antecedenti).

(464) Sulla combustione de' corpi, sui fenomeni ch'essi presenta e sulla natura del flogisto, abbiamo detto abbastanza nelle note 54, 93 e seg. Crederemmo quindi di stancare troppo il lettore, moltiplicando le annotazioni sopra questo proposito. Vedi dunque la teoria della combustione alla nota 54, e quella del flogisto alla nota 93.

1158. Di più è cosa indubitata, che l'aria contribuisce materialmente alla combustione dei corpi; poichè un dato suo volume, racchiuso dentro d'un recipiente, ove arda una candela, trovasi sensibilmente minorato, posciachè quella si è spenta. A ciò si aggiugne, che il grado della combustione trovasi sempre proporzionale non solo alla quantità dell'aria circostante, ma eziandio al grado della sua purezza; e noi abiam già veduto esser ella incomparabilmente promossa dall'aria deflogisticata (§ 783).

1159. Finalmente scorgesi dai fatti esser legge costante, che i corpi bruciandosi aumentano sensibilmente di peso. Ciò che mette questa verità nell'aspetto il più luminoso, è senza dubbio la calcinazione dei metalli (§ 1076), che val quanto dire la loro combustione. Supponghiamo che prendansi due libbre e mezza di stagno, e si riducano in calce: si troveranno elleno accresciute di circa sett'onze di peso dopo seguita la calcinazione. Un'oncia di mercurio vivo si è trovata accresciuta talvolta di 40 grani coll'essersi calcinata. Una libbra di regolo di antimonio, calcinato con uno specchio ustorio, si accrebbe della decima parte del suo peso totale; e così s'intenda di altri metalli, che da parecchi Filosofi sono stati messi più volte ad un tale cimento. E quantunque sembri che ciò non si avveri in quei corpi, che sono oltremodo combustibili e volatili, le cui particelle dissipandosi in tutto, o in parte nell'atto della combustione, fan sì, che non vi sia alcun residuo, oppur che il medesimo trovisi poscia assai più leggero; tuttavolta però quando la loro combustione facciasi in modo, che tutto ciò che n'esala, possa raccorsi nel modo conveniente, ed assoggettarsi alla bilancia; la dichiarata verità trionfa similmente in cotal genere di corpi. Riuscì di fatti in tal modo al signor Lavoisier di provare, che sedici onze di spirito di vino acquistarono mercè la combustione due onze di peso.

1160. La natural difficoltà, cui seco porta la spiegazione di cotesto fenomeno, trasse i Fisici dei varj tempi in parecchie insussistenti e stranissime opinioni. Chi ne attribuì la cagione ad un principio acido internato nei metalli nell'atto della calcinazione: chi

fe.

fece derivare il lor peso accresciuto dalle parti fuliginose, o d'altra indole simigliante, che supponeva introdursi nell'atto stesso: vi è chi lo crede originato dalla mancanza del flogisto, che abbiamo detto svilupparsi dai metalli durante la calcinazione; il qual flogisto essendo volatile per sua natura, pretendesi che debba rendere i corpi più leggeri: e v'ha finalmente di coloro, che ne assegnano altre cagioni. Il dileguare siffatti dubbj era riserbato all'ingegnoso ed indefesso signor Lavoisier dell'Accademia di Parigi, il quale istruito dai pensieri di Hales e di Rey su di questo punto; ed osservando che nella riduzione dei metalli seguiva una specie di effervescenza, si indusse a credere che si sviluppasse da quelli in tale atto qualche principio aeriforme, e che al medesimo si dovesse attribuire quel tale aumento di peso nelle loro calci. Che però usò egli tutta la diligenza possibile per farne la riduzione in modo che il fluido elastico da essi sviluppato si potesse agevolmente raccogliere, e quindi porre al cimento. Il risultato si fu, che si trovò esser egli un gas mofetico, il cui peso uguagliava perfettamente l'eccesso del peso della calce al disopra del metallo, da cui si era ella prodotta; ed in conseguenza si deduce che il suo peso accresciuto deriva unicamente dall'aria, cui ella assorbe nell'atto della calcinazione: la qual aria unita poscia al flogisto che si sviluppa dalle materie infiammabili, che adoperar si sogliono nella riduzione (§ 1076), si converte in aria fissa; a tenore di ciò che si è da noi altrove dichiarato (§ 814). Conciossiachè tutte le volte che una tal riduzione si faccia, come dicesi dai Chimici, senza addizione, ossia per virtù del solo fuoco, senza l'intervento di alcun principio infiammabile, siccome praticò egli col precipitato di mercurio; la mentovata aria raccolta trovasi essere aria deflogisticata purissima. Varj esperimenti dell'indicata sorta sono stati poscia ripetuti, e variati dal signor Bayen; e i risultati che ne ha ottenuti, sono stati sempre i medesimi di quelli di Lavoisier.

1161. La considerazione dei fatti importantissimi fin qui rapportati ha indotto, non ha guari, il signor Lavoisier ad immaginare un nuovo sistema concernente

te la combustione; e quindi a sostituire la teoria pneumatica alla teoria stahljana del flogisto. E' egli dunque di avviso, che l'aria pura, ossia vitale, sia un composto di materia del fuoco, e di un altro ignoto principio, che ne costituisce la base: il qual principio vien da essolui nominato *ossigino* per esserè il principio acidificante universale (§ 794). Laonde immagina egli, che nell'atto della combustione il fuoco non si sviluppa da' corpi combustibili, ma bensì dall'aria pura, la cui base, ossia *ossigino* avendo una grandissima affinità con quelli, ne viene avidamente assorbita nell'atto che la materia del fuoco che ne costituisce l'altra porzione, rimasta libera per tal mezzo, vedesi divampare all'intorno di que' tali corpi, e vi cagiona la combustione. Di qui è, che il peso de' corpi bruciati aumentasi considerabilmente (§ 1159), e tanto più, quanto è maggiore l'affinità ch'essi hanno col principio *ossigino*. Che però tutti que' corpi, che nella teoria stahljana diconsi combustibili perchè doviziosi di flogisto, come son le resine, gli olj, ed altri simiglianti, giusta la teoria pneumatica non sono che sostanze semplici, le quali avendo una grandissima affinità coll' *ossigino*, scompongono l'aria, ed assorbendone il detto principio, lasciano libera la materia del fuoco, e la fanno divampare. Sicchè dunque a buon conto la teoria pneumatica è assolutamente l'inversa della teoria flogistica; conciossiachè laddove in questa il principio infiammabile sviluppati dai corpi combustibili, che in se lo contengono, e quindi diffondesi nell'aria: in quella all'opposto il detto principio svolgesi dall'aria, ed internasi, o per dir meglio circonda i corpi combustibili. Per ciò che riguarda la riduzione de' metalli, non segue ella, secondo la teoria pneumatica, se non pel semplice sviluppo del principio *ossigino*, ch'essi assorbono nell'atto della calcinazione.

1162. L'illustre Macquer considerando da una parte le sode fondamenta, su di cui è appoggiata la teoria flogistica; e ben vedendo d'altronde doverli assolutamente tener conto della influenza, che ha l'aria nella combustione dei corpi; ciocchè per altro erasi negletto dal celebre Stahl; si è egli ingegnato

di perfezionare ulteriormente l'indicata teoria ponendo a profitto le nuove invenzioni; e vi è riuscito con tal felicità, che non havvi fenomeno della combustione, che spiegar non si possa colla maggior semplicità possibile, ed in un modo soddisfacente. Crede egli impertanto, che i mezzi altrove indicati (§ 1084) non sieno sufficienti da se soli per isviluppare da' corpi la materia del fuoco, ossia il flogisto con essi combinato, e quindi che l'aria contribuisca co' detti mezzi a sprigionare efficacemente il flogisto da' corpi combustibili, facendo in tale occorrenza l'uffizio di precipitante; dimanierachè cacciandone fuora mano mano il flogisto, passa ad occupare il luogo abbandonato da quello, donde deriva poscia l'aumento del peso ne' corpi bruciati. E poichè le arie flogisticate ed impure, non sono punto atte a mantener la combustione; rendesi manifesto, che il dichiarato uffizio viene ad eseguirsi soltanto dall'aria deflogisticata purissima, di cui esiste sempre una certa quantità nell'aria atmosferica.

1163. Egli è tanto vero, che l'aria fa nella combustione l'uffizio di precipitante, assolutamente necessario a svolgere il flogisto da' corpi combustibili per quindi occupare il luogo abbandonato da quello; che la calcinazione de' metalli non può riuscire in vasi chiusi, ove manca l'aria, che eseguir dee la detta operazione: e se mai avvien talora, che si incominci a fare la calcinazione, ciò deriva unicamente da quella picciola quantità d'aria, che trovavasi già racchiusa ne' vasi; la quale essendo consumata, la calcinazione non può poscia proceder più oltre.

1164. Or non son questi argomenti luminosissimi per riconoscere quanto vadano errati coloro, i quali adducono gl'indicati aumenti di peso per dimostrare la gravità del fuoco; siccome han fatto Bayle, Musschenbroek, s' Gravesande, Lemery, e tutti gli altri che gli hanno seguiti (§ 1101)? Gli argomenti medesimi forniscono eziandio una prova manifestissima della falsità dell'opinione di coloro, i quali francamente asseriscono che l'aria non è altrimenti necessaria al mantenimento del fuoco e della fiamma, se non se per l'effetto che ella produce di tenere insiem congiunte e condensate le particelle del fuoco; le quali altrimenti per ca-
gio-

gione della loro volatilità si andrebbero a dissipate (§ 718).

1165. La verità stabilita di sopra ci guida similmente a farci comprendere perchè il fuoco si accende, ed acquista un gran vigore col soffiarsi al disopra. In tal caso ognun vede, che si spigne contro una corrente di aria alquanto addensata dalla forza del soffio; per conseguenza una maggior quantità di precipitante (§ 1162) in un dato tempo, il quale dovrà per necessità sviluppare una maggior dose di flogisto; indurre nelle parti pel corpo combustibile un moto più violento; e quindi fargli produrre effetti più efficaci e sensibili. Per questa stessa ragione la fiamma e il fuoco veggonsi più vivaci, e si consumano più sollecitamente nei tempi freddi e sereni d'inverno, allorchè la densità dell'aria è assai notevole.

1166. È general credenza, che il soffio produca il mentovato effetto con agitare le parti del fuoco. Quanto sia ciò insussistente, vien chiaramente dimostrato dallo scorgersi, che per quanto altri soffi con violenza contro il cono di luce, il quale rimbalzato da uno specchio ustorio, fa divampare i corpi collocati nel suo foco, non si può giammai produrre in esso la menoma agitazione. Il soffio dunque non ha la menoma azione sulle particelle tenuissime del fuoco puro; e se mai scorgiamo alla giornata, che la fiamma della candela, oppur quella che si genera nei nostri cammini, viene spinta dal soffio dell'aria secondo tutte le direzioni, non è che il soffio abbia presa sul fuoco; ma ciò dipende dall'agitazione, cui soffrono le particelle dei corpi combustibili volatilizzate dal fuoco stesso, le quali per conseguenza portan seco qua e là le particelle ignee, che vansi di mano in mano sviluppando da quelli. Aggiungete, che se il soffio dell'aria rendesse il fuoco più attivo in virtù dell'agitazione, non vi sarebbe ragione, per cui l'aria deflogisticata riuscire dovesse di gran lunga più efficace dell'aria comune per produrre il medesimo effetto (§ 783), e la flogisticata, o fissa, cagionar dovesse un'effetto contrario.

A R-

ARTICOLO VIII.

De' Termometri, e de' loro usi (465).

1167. **R**intracciatasi da' Filosofi la proprietà che ha il fuoco di dilatare i corpi, ne' quali s'interna; ed osservatosi, che i corpi fluidi, attesa la lieve coerenza delle particelle, sono più suscettibili di dilatamento mercè lo stesso grado di calore; si avvisarono eglino di costruire uno strumento, il quale essendo atto a rilevare i diversi gradi di espansione di qualche fluido nelle diverse circostanze, indicasse così i differenti gradi di caldo, che regnano nell'atmosfera in diversi tempi, oppure in temperatura d'un corpo qualunque. Questo è ciò che dicesi *Termometro*, che altro non vuol significare in greca favella, salvochè *misura del caldo*.

1168. La prima idea fu quella di servirsi a tal uopo dell'aria, sul riflesso d'esser ella suscettibile di dilatarsi notabilmente in virtù d'un leggero calore. Quindi è, che presosi un tubo guernito in cima d'una palla, s'immerse nel liquor colorito contenuto in un recipiente, siccome vien rappresentato dalla qui annessa figura. Cacciata fuori un po' d'aria dalla palla A e dal tubo A B, mercè della rarefazione; tostochè la rimanente si addensa per l'attuale temperatura dell'aria esteriore, il liquore contenuto in C D monta alquanto su pel tubo in forza della pression dell'atmosfera. In tempo della mezzana temperatura di cotesta si noti, per esempio, il punto E, a cui trovasi elevato il detto liquore nel tubo: sarà quello il punto dello zero, da cui cominceranno le divisioni d'una scala da porsi accanto al detto tubo; inguisachè scendendo il liquore al disotto di E, verrà ad indicare essersi dilatata l'aria della palla, e quindi

Tav. I.
Fig. 2.

Tomo IV.

K

che

(465) Crediamo utile che il giovane lettore consideri a questo proposito la nota 376.

che regna un maggior grado di calore nell'atmosfera inedita. Questo è il *Termometro di Drebhel*, olandese di nazione, a cui dalla maggior parte de' Fisici si attribuisce l'invenzion del primo strumento di tal natura.

1169. Una picciola riflessione farà conoscere l'inesattezza della dichiarata costruzione. Imperciocchè oltre all'essere arbitrario ed incerto il punto E, il quale si stabilisce per la temperatura mezzana dell'aria, ciascun concepisce, che nella salita e discesa del liquore contenuto nel tubo AB, indipendentemente dal caldo e dal freddo, ci può aver parte la pressione dell'atmosfera; poichè facendosi quella maggiore, dee necessariamente spingere il liquore su per lo tubo, e poscia farlo discendere quando la pressione si scema: oppure può darsi il caso, che in tempo che la pressione dell'aria esteriore lo sforzi ad ascendere, l'aria dilatata nella palla lo spinga in parte contraria; cosicchè premuto egli da due forze opposte nell'atto stesso, si tenga stazionario, non ostante che il calore dell'atmosfera siasi accresciuto. Tuttavolta però malgrado questi gravi inconvenienti, può siffatto strumento esser di uso profittevole in que' casi, ove si richiegga di fare qualche osservazione estemporanea, per cagione dell'estrema sua sensibilità.

1170. Gli Accademici fiorentini del Cimento, volendo ovviare agl'inconvenienti esposti di sopra, presero un tubo simile ad A B, guernito della sua palla C; e riempitolo in parte di spirito di vino colorito, chiusero ermeticamente la sua cima superiore A. Notarono anch'eglino un punto fisso D, ove il detto liquore trovavasi elevato durante la mezzana temperatura dell'atmosfera, affinchè salendo poscia lo spirito al disopra di quello, indicasse i varj gradi di aumento di calore, e scendendo i gradi del freddo, tutt'al contrario di ciò che avviene nel termometro di Drebhel (§ 1168).

1171. Ma neppur questo vantare può l'esattezza che si ricerca in istrumenti di tal natura, sì perchè il punto D è capriccioso ed arbitrario, non essendo possibile di determinare qual sia la temperatura mezzana dell'atmosfera; sì per cagione, che l'aria racchiu-

Tav. I.
Fig. 3.

chiusa tra la cima **A** del tubo, e la superficie superiore della colonna dello spirito, dee impedire in qualche modo il libero movimento di quello. Al che si aggiunge, che il liquore, di cui è ripieno, non è atto a poter praticare ogni sorta di osservazioni, come or ora diremo. E quantunque Boyle ed Halley si fossero occupati a perfezionarlo, tuttavolta però i loro sforzi non ebbero una felice riuscita. L'unico vantaggio che ci prestò il dottor Halley fu quello di aver sostituito il mercurio allo spirito di vino; conciossiachè oltre al dilatarsi quello più facilmente, ed al raffreddarsi con maggior prontezza di questo, è assai più atto a misurare i gradi di calore violento, che misurar non si possono collo spirito di vino, il quale bollendo a un certo grado di caldo, fa inevitabilmente crepare il tubo: e poi il mercurio difficilmente è soggetto a gelarsi ne' climi freddissimi, siccome avvenne nella Lapponia al termometro a spirito di vino, allorchè gli Accademici di Parigi andarono colà a misurare un grado del meridiano terrestre. Si aggiugne a tutto ciò, che il mercurio è il solo fluido conosciuto, i cui gradi di dilatazione, per quanto se ne può giudicare co' sensi, sono corrispondenti a' gradi di calore, ond' ella si produce.

1172. Uno degli eccellenti termometri è quello di Fahrenheit, il quale si costruisce coll' immergere la palla **C** piena di mercurio dentro della neve aspersa di sale ammoniaco: il punto, a cui discende il mercurio nel tubo durante una tale immersione, si nota col zero e costituisce il principio della scala. Estratta poscia la palla dall'anzidetta mistura, immergesi dentro la neve pura in tempo ch'ella comincia a digelare: e notato il punto, a cui ascende il mercurio, si ripartisce in 32 parti la lunghezza del tubo, ch'è compresa tra lo zero ed il punto già notato; il quale esprimerà per conseguenza il punto della congelazione. Ciò fatto, si tuffa la palla in seguito entro l'acqua bollente in tempo che il barometro trovasi elevato alla sua mezzana altezza (§ 721); e marcando col numero 212 il punto, a cui ascende il mercurio, si divide in 180 parti la lunghezza del tubo, che si frappone tra quel punto e il grado 32 già

Tav. I.
Fig. 4.

segnato. Finalmente immergendosi la palla stessa nel mercurio bollente; il punto, a cui si eleva il mercurio nel tubo, si segna col numero 600, che costituisce il termine della scala. Queste sono le divisioni principalissime, tra cui per altro ve ne sono delle intermedie, indicanti il calore umano, il calor febbrile, quello de' polli, ec., siccome si scorge dalla figura.

1173. Anche il cavalier Newton cercò di contribuire al miglioramento de' termometri, e servivsi di olio di lino invece di mercurio. Determinò egli il rapporto tra la capacità della palla del termometro, e quella del tubo, e fece sì, che ogni divisione della scala uguagliasse la millesima parte della capacità della palla. Indi messa la detta palla dentro la neve, notò col numero 1000 il punto, a cui l'olio trovavasi elevato, marcandosi poscia co' numeri 1010, 1020, ec., i punti sovrapposti, a cui l'olio anzidetto si andava elevando di mano in mano in virtù dei successivi aumenti di calore: dopo di ciò la palla era cavata fuori della neve per essere indi immersa nell'acqua bollente, nella cera liquefatta, e finanche nel fuoco stesso. Ed ognuno vede, che le indicate divisioni fan ravvisare essersi l'olio dilatato di $\frac{1}{1000}$, di $\frac{2}{1000}$, di $\frac{3}{1000}$ parti, ec., del volume ch'egli occupava nella temperatura del diaccio.

1174. Finalmente il sagacissimo signor de Reaumur seguendo le tracce di Newton costituì il punto della congelazione e quello dell'acqua bollente, per principio e termine della scala del suo termometro, cosicchè appose accanto al primo lo zero della sua scala; ma cangiò l'olio in ispirito di vino colorito, e diede tal rapporto tra la capacità della palla, e quella del tubo, che il liquore disceso allo zero durante la immersione nella neve, si dilatava di 80 millesime parti entro l'acqua bollente; ond'è, che un tal numero trovavasi apposto nel suo termometro accanto all'acqua che bolle. I termini intermedj di temperatura mezzana, di caldo d'estate, ec., trovansi segnati tra l'uno e l'altro in parti millesime già dette, siccome vien chiaramente indicato dalla qui annessa figura.

Tav. I.
fig. 5.

1175.

1175. Vuolsi avvertire però, che i termometri più usitati a' di nostri sono quelli di Fahrenheit e di Reaumur. In Inghilterra fanno uso generalmente del primo, comè più atto a misurare gli eccessivi gradi di calore; i quali misurar non si possono con quello di Reaumur, le cui divisioni sono di gran lunga maggiori; e la scala è meno estesa: un grado del termometro di Reaumur ne pareggia $2 \frac{1}{4}$ della scala di Fahrenheit. Del resto è ovvio il ritrovar de' termometri guerniti di scale, che sono divise alla diritta giusta il metodo di Reaumur, ed alla sinistra secondo quello di Fahrenheit. Il termometro di Newton si è abbandonato da molti, anche per cagione che l'olio, di cui è ripieno (§ 1166), attaccasi alle pareti interne del tubo, ed acquista durante gli eccessivi freddi un certo grado di maggior consistenza, che non gli fa serbare l'ordinaria sua libertà di scorrer lungo quel tubo.

1176. Ad oggetto di serbare la necessaria brevità tralasciamo di descriverè i termometri di Amontons, di de l'Isle, di Lord Cavendish, ed altri, la cui costruzione rilevar si può agevolmente mercè l'ispezione oculare degli strumenti stessi. Non tralascieremo pertanto di avvertire, che i termometri, qualunque sia la loro costruzione, debbono riguardarsi come strumenti in certo modo imperfetti per due ragioni principalissime, per passar sotto silenzio le altre di minor rilievo. La prima di siffatte ragioni si è, che v'ha motivo di credere, che i fluidi, ond'eglino si sogliono riempire, non si dilatano in volumi esattamente corrispondenti ai gradi di calore, da cui vengono penetrati, siccome sappiamo accadere ne' solidi per la scambievole coerenza delle loro particelle. Se dunque un doppio, o triplo grado di calore nell'aria non produce ne' detti fluidi un doppio, o triplo accrescimento di volume, non può il termometro costituire un' esatta misura del calore medesimo. Questo inconveniente però non ha luogo ne' termometri a mercurio, il quale, giusta le osservazioni dell'ingegnoso signor de Luc, a cui la Fisica deve moltissimo in genere di strumenti e d'osservazioni meteorologiche, si dilata costantemente a misura che var

crescendo i gradi di calore. In secondo luogo è provato da numerosi esperimenti, che la palla e il tubo di vetro, che in essi si adoperano, sono suscettibili di condensamento e di espansione in forza del freddo e del caldo. Di fatti immergete un termometro nell'acqua bollente; e vedrete che nell'atto dell'immersione il mercurio discende nel tubo, comechè poi s'incominci a sollevare. Tuffatelo dentro la neve; vedrete accaderne il contrario: intendo dire, che nell'istante dell'immersione il mercurio si vedrà salire. Ciò prova, che il caldo dilata il vetro; ed accrescendo la sua capacità, obbliga il mercurio a discendere; non altrimenti che il freddo lo sforza ad ascendere mercè la contrazione che genera nelle particelle del vetro stesso. Or chi non vede esser questa una cagione poderosissima per far sì, che le ascensioni e depressioni de' fluidi de' termometri non sieno del tutto atte ad indicarci la vera misura del caldo e del freddo? Tanto vieppiù che la riferita alterazione nella sostanza del vetro è soggetta a variare a norma della differente sua qualità e consistenza.

1177. V'ha benanche un'altra osservazione su questo punto, ed è, che qualora le palle de' termometri sono molti grandi, e i tubi sono alti, e di notabil diametro, si cangia eziandio la loro figura in forza del peso del mercurio; ond'è, che date uguali le altre cose, i piccioli termometri sono sempre più esatti de' grandi, oltre all'essere più comodi.

1178. Non è possibile il comprendere in poche pagine i lumi rilevantissimi, che ci ha somministrato l'uso di siffatto strumento. Basterà l'accennare soltanto d'essersi scoperti col mezzo di esso i differenti gradi di calore, di cui son dotate le diverse specie di animali, sì generalmente, che in particolari e diverse circostanze. Così per esempio, si è ravvisato dalle più accurate osservazioni, che il calore d'un uomo sano, sia qualunque la sua età e il suo temperamento, fa montare il mercurio nel termometro di Fahrenheit da 95 fino a 102 gradi; cioè a dire, che applicata la sua palla sotto l'ascella, dopo il tratto d'un quarto d'ora il mercurio ascende a

95 gradi: indi nello spazio d'un'ora a 102, cui non oltrepassa giammai. I cani, i gatti, i lupi, ed altri simili animali, hanno presso a poco lo stesso calore. All'incontro il calor febbrile è tale, che fa montare il mercurio prima al grado 100, e poi al 109. I polli hanno poco meno che il calor febbrile dell'uomo. Gli insetti, i pesci, i testacei, le bisce, hanno un grado di calore assai inferiore a quelli che si son testè indicati.

1179. Per via di osservazioni termometriche praticate in Inghilterra da' signori Fordyce, Solander, Phipps, e Banhs, ora Presidente della Società Reale, si è rintracciato similmente l'ammirabile efficacia, cui possiede il corpo degli animali, di soffrire un grado di caldo assai maggiore della propria temperatura, contro ciò che si era stabilito dal celebre Boerhaave. Nel mese di febbrajo dell'anno 1774, allorchè l'aria esteriore teneva il mercurio del termometro al disotto del punto della congelazione, i mentovati illustri Accademici entrarono in una stanza riscaldata a gradi 150 del termometro di Fahrenheit, ove si trattennero 20 minuti: indi passarono in una stanza contigua, ove il calore era di 198 gradi; e vi rimasero 10 minuti. Il dottor Solander entrò poscia solo in una terza stanza, ove il termometro era a gradi 210; e il cavalier Banks vi entrò anche separatamente allorchè il calore era di 211 gradi, e vi si trattenne per sette minuti. Queste osservazioni erano state fatte antecedentemente dal dottor Fordyce entro a camere riscaldate a gradi 90, 110, 119, e 130. Ci attestano eglino, che durante la lor dimora in caldi così eccessivi, il calore, ch'essi sentivano, era oltremodo veemente, ma sopportabile; e la respirazione del tutto libera. Il polso divenne più frequente di grado in grado, fino a fare 145 battute in un minuto di tempo: le vene si gonfiarono notabilmente. Del resto dopo di essersi rassetrati in altre camere per lo spazio di circa due ore, uscirono eglino immediatamente all'aria aperta freddissima senza risentirne il menomo danno. Quello ch'è degno di particolare osservazione in questo caso si è, che durante tutto il tempo ch'eglino soffrivano un caldo così af-

fannoso, e che le catene de' loro orioli non potevansi toccare per essere infocate, la temperatura del loro corpo, e dell'orina non si alteravano punto corrispondentemente a quei gradi di calore; conciossiachè la palla di un termometro applicata sotto la lingua, oppur tenuta entro alla mano, o finalmente immersa nell'orina, faceva ascendere costantemente il mercurio a 100 gradi (466). Osservarono quindi, che

(466) È giunto il momento opportuno onde porgere alcuni indizj sopra lo stupendo fenomeno della traspirazione, e colla respirazione e digestione formano i tre gran regolatori dell'economia animale. Come mai, senza far qualche parola d'essa, potrebbe concepirsi dalla nostra mente il fenomeno che un uomo possa resistere senza morire, esposto ad un calore di 210 gradi del termometro di Fahrenheit, ch'è la temperatura di 80 gradi circa del termometro di Reaumur, cioè quella dell'acqua bollente? Come concepirsi ancora, che un uomo esposto a così straordinario calore, si abbia a mantenere nella sua ordinaria temperatura di 32 gradi circa, quando tutti i corpi ambientali acquistano un calore proporzionato alla temperatura cui sono esposti, e quindi tale da non poter esser tocchi senza riportare una notevole scottatura? Abbiamo già veduto che la respirazione produce nel polmone e forse in tutto il corso della circolazione una specie di combustione che leva continuamente al sangue carbonio ed idrogeno, i quali combinandosi colla base dell'aria vitale ossia coll'ossigeno, fanno che si ponga in libertà la quantità di calorico necessaria per la conservazione del calore animale. Sappiamo pure ch'è la digestione quella che somministra pel tubo intestinale l'acqua, idrogeno e carbonio, che rendono abitualmente alla macchina animale ciò che questa perde per la respirazione (ed anche per la traspirazione), e che finalmente rigetta al di fuori per evacuazione il resto de' materiali che la natura non ha impiegati nell'economia animale.

L'oggetto poi della traspirazione è quello di portar via dall'animale quell'eccesso di calorico che accumulare in esso si potesse, e ciò per mezzo dell'acqua che dall'animale si emana sotto forma aeriforme. Questa vaporizzazione a spese del calorico cagiona necessariamente dentro e fuori dell'uomo un dato raffreddamento continuo, e questo maggiore, o minore a circostanze eguali in proporzione che la traspirazione è più grande, o più piccola; e quindi impedisce sempre che l'animale prender possa mai un grado notevole di temperatura superiore a quello che la natura ha fissato per la sua conservazione.

Se l'uomo, per esempio, si trova in un clima freddo; dà una par.

che il medesimo andavasi abbassando a misura che egli

parte la respirazione si accelera, si decompone più affa al polmone, si sprigiona più calorico, e questo compensa in qualche modo la perdita che si cagiona dal raffreddamento occasionato da' corpi circostanti: dall'altra la traspirazione nello stesso tempo si diminuisce, si fa per conseguenza meno svaporazione, e quindi meno raffreddamento. Se lo stesso individuo passa in una temperatura molto più calda, succede allora l'effetto contrario: la natura rallenta il moto della respirazione, meno aria si decompone, meno calorico si sprigiona; una traspirazione più abbondante si stabilisce; una svaporazione più rapida si promuove, e leva per conseguenza più calorico. In tal guisa si stabilisce quel calore costante che riscontrasi in quasi tutti gli uomini che respirano.

Finchè la variazione di questi effetti non esce dai limiti fissati dalla natura, finchè bastano i mezzi di compensazione che essa impiega, l'animale è nello stato di salute; ma se la respirazione levasse dal polmone più idrogeno e carbonio di quello che per la digestione si possa somministrare, e se la traspirazione ed il raffreddamento ch'essa cagiona, non togliessero tutto il calorico proveniente dalla decomposizione dell'aria vitale ec., l'economia animale sarebbe ben presto alterata; ed in tali occasioni la natura accelera, o ritarda il moto della circolazione e l'energia della vita. Ma noi senza avvedercene, strascinati dall'utilità della cosa, ci allontaniamo dal nostro oggetto; e quindi ci affrettiamo di ritornarci.

La traspirazione non è dunque realmente che un'emanazione principalmente di acqua pura che si esala continuamente dal corpo degli animali a spese del loro calorico, e che per esser combinata perfettamente con esso, non diviene sensibile che in date circostanze. Quest'emanazione non succede soltanto per mezzo dei pori della pelle, come si credeva, ma si esala ancora una quantità d'umidità dal polmone ad ogni espirazione, umidità che viene filtrata attraverso le membrane del polmone, e ch'è originata dall'umor viscoso che stilla di continuo nei bronchi. Quest'umidità è quella che trovandosi sommonte divisa nel momento in cui esce dai pori estremamente fini delle membrane polmonarie, si discioglie in una data quantità del calorico che si svolge per l'atto della respirazione e ne sorte per ogni espirazione; senza il qual mezzo quest'acqua così filtrata aumenterebbesi ben presto nei bronchi e farebbe perir l'animale. Questa svaporizzazione è anche aiutata dall'aria, la quale entrando feggia nel polmone, ed uscendo calda, si carica facilmente dell'acqua in vapore, e ne vota ad ogni espirazione, come sensibilmente scorgiamo nell'inverno.

Es.

Esponendosi dunque, dopo le cose dette, un uomo ad una altissima temperatura, si scorge facilmente che la traspirazione o la svaporazione cutanea e polmonare si debbe accrescere notabilmente, cioè a misura che la temperatura s'innalza; ma dovendosi questa svaporazione o traspirazione continua effettuare tutta a spese del calorico circostante, ne segue necessariamente che l'uomo che dà del suo calorico all'acqua che continuamente si svaporizza, non può mai innalzare la sua temperatura dal limite ordinario; perciocchè tutto il calorico che riceve al disopra dei 32 gradi circa, va continuamente a porre in vapor l'acqua: cosa che non può avvenire per gli altri corpi, i quali non consumandone in verun uso, innalzano la loro temperatura in proporzione al calorico che ricevono. Se ciò non avvenisse, converrebbe dire che l'uomo riceve due quantità di calorico a differenza degli altri corpi, una cioè per innalzare la sua temperatura al grado degli altri corpi ambientali, e l'altra onde porre in vapore l'acqua ch'esso traspira, la quale, come si sa, esige una grandissima quantità di calorico.

La causa unica dunque per cui un uomo esposto ad un grandissimo calore resiste senza che la temperatura si accresca, è fondata sull'aumento della sua traspirazione cutanea e polmonare, o in altri termini sull'aumento di svaporazione che si fa sulle superficie umettate dell'uomo: svaporazione che impiega spaccissivamente tutto il calorico che lo affetta al di là della sua temperatura ordinaria, e che lo conserva per conseguenza nel suo ordinario grado di calore. Havvi degli esempj che alcuni uomini abbiano resistito ad un calore anche maggiore dell'acqua bollente. La base però di ciò è sempre la svaporazione cutanea, e quindi l'esistenza nell'animale dell'umidità necessaria. Auzi I. l'animale che sia esposto a così alta temperatura, o che si affatichi assai, si riscaldi, e traspiri, ha gran bisogno di bere frequentemente, onde introdurre il materiale che deve ad ogni istante portar seco l'eccesso di calorico a misura o che tenta di penetrarlo, o che si depone al polmone nella decomposizione del gas ossigeno. II. Se l'animale non introducesse quest'acqua, allora si avvicinerrebbe alla deperizione in proporzione appunto che l'umor traspirabile si andasse scemando. III. Cessando nell'animale la traspirazione per mancanza d'umor traspirabile, allora si ridurrebbe esso in un momento alla temperatura de' corpi ambientali, e perirebbe.

In guisa sì semplice la natura ha fissato i gran regolatori dell'economia animale, onde l'uomo sia atto a poter egualmente travagliare (colla sola differenza di traspirazione e di respirazione) sotto l'equatore, che sotto ai poli, e fissò parimente
con

za, ed a proporzione che andava crescendo il numero delle persone (467). Il mentovato dottor Fordyce trovò similmente nel corso de' suoi esperimenti, che un cane potè vivere comodamente in un'aria riscaldata al grado 260, conservando nel tempo stesso quasi la sua natural temperatura, la quale a dir vero non si accrebbe, che di soli due gradi (468). Dal che apparisce che il corpo degli animali possiede effettivamente l'efficacia di produrre un certo grado di freddo, e di serbare in esso loro una temperatura minore di quella dell'aria che li circonda. Una serie di vaghi sperimenti praticati dal signor Crawford su di ranocchie, non men vive, che morte, esposte all'aria or umida, or secca, ed immerse finanche nell'acqua calda, non solamente dimostra a chiaro lume la stessa verità, ma fa chiaramente scorgere che la facoltà posseduta da' viventi di produrre un certo grado di freddo, deriva da due principj; cioè a dire, e dallo svaporamento del loro corpo, mercè di cui si porta via il calore in gran dovizia, come si è già notato (§ 1017), e dal concorso del calore interno dal centro del corpo verso i vasi polmonari, che ne restano mano mano sformiti per la ragione del rapido assorbimento, che ne fa la mentovata evaporazione.

1180. Per ciò che riguarda i gradi di freddo, si era nella falsa supposizione, che il massimo freddo, al di

con semplicità in ciascun uomo i regolatori della nutrizione, avvertendolo de' suoi bisogni colla sensazione dell'appetito, oppure con quella della nausea, o della indigestione, qualora esso, fatto schiavo de' sensi, avesse introdotto nei canali della digestione più di quello che al suo essere abbisognava.

(467) Per le ragioni addotte nella nota antecedente, si scorderà che quanto maggiore sarà il numero delle persone poste entro ad una di queste camere calde, tanto più si accrescerà la svaporazione, e quindi l'impiego di calorico, che vi si farà; dal che ne verrà necessariamente l'abbassamento della temperatura interna (vedi nota 466).

(468) Il cane in questa situazione dà segni manifesti di essere prontamente assetato (vedi nota 466).

là di cui niuno animale avrebbe potuto vivere, fosse quello che si produsse da Boerhaave col mescolar lo spirito di nitro insiem colla neve, il quale fece discendere il mercurio 40 gradi sotto lo zero di Fahrenheit, ossia 62 gradi al disotto della congelazione (§1172). Ma le osservazioni termometriche fatte nella Siberia durante lo spazio di nove anni dal sig. Gmelino, professore di Chimica e di Storia naturale in Pietroburgo, ci rendono informati, che il freddo è quivi così intenso soventi volte durante l'inverno, che fa discendere il mercurio al grado 87 e mezzo sotto il gelo del divisato termometro; e che nell'anno 1738 ai 9 di febbrajo fu egli sì crudele, che lo fece abbassare al grado 152 sotto la congelazione. Il signor Hutchins dimorando nella Baja di Hudson in America, e proriamente nel Forte Albany, la cui latitudine supera di un sol grado quella di Londra, non solamente trovò gelato il mercurio parecchie volte, ma nel 1778 per virtù di freddo naturale lo vide disceso nel termometro fino a 490 gradi, che è per verità il più intenso, che fosse stato osservato giammai. Cosa veramente straordinaria, quando si rifletta che gli Accademici parigini ritrovarono il massimo freddo sotto il cerchio polare a gradi 37 di Reaumur, ossia a 70 sotto lo zero di Fahrenheit.

1181. Finalmente si è scoperto col mezzo dei termometri l'esistenza del fuoco, o del calor latente; che val quanto dire, che i corpi possono assorbire una data quantità di fuoco, senza che siegua la menoma alterazione nella loro temperatura. Abbiam detto altrove (§ 1098) essersi questa cagione rilevata dal dottor Black, comechè altri prima di lui ne avessero osservati gli effetti. È nota ad ognuno la sperienza degli Accademici del Cimento, i quali avendo immersa la palla di un termometro dentro un vaso di diaccio pesto, ed avendolo ridotto alla temperatura del medesimo, immersero quindi il vaso con tutto il termometro nell'acqua bollente. Il risultato di codesta preparazione si fu, che non ostante il bollorè dell'acqua, il calore del termometro non soffrì la menoma alterazione nella sua altezza. Nel § 1097 si sono rapportati esempj simiglianti. Laonde è forza il dire,

re, che il calore sviluppato dall'acqua si fosse comunicato al diaccio, e quindi combinato in guisa tale con quello, che la sua temperatura non ne fu punto alterata.

1182. Si è osservato più volte, che una massa di acqua assai più fredda di quel che si richiede per ridurla in diaccio, conservava tuttavia lo stato di fluidità; laddove agitata poi col mezzo della mano, convertivasi immediatamente in gelo; segno è dunque, che mediante l'agitazione si sviluppa dall'acqua una certa dose di fuoco, la quale altrimenti sarebbe rimasta, per così dire, appiattata senza manifestare la sua naturale mobilità.

1183. E' scoperta del sopraccitato dottore Black che l'acqua bollita si addiaccia più prontamente di quella che non ha sofferto alcun bollire: e che un tal divario vien cagionato da ciò, che l'acqua bollita assorbitisce una certa quantità di aria, di cui erasi spogliata bollendo, la quale agitandola in certo modo nell'internarvi, sprigiona con efficacia quella dose di fuoco, che altrimenti sarebbe rimasta quivi appiattata. Gli esperimenti del valoroso signor Landriani confermano questa verità, avendo egli rilevato che il mentovato divario non ha luogo nei vasi chiusi. I curiosi su questo soggetto è ben che leggano quel che egli ne ha registrato nei suoi *Opuscoli scientifici*.

1184. Ed è anche da osservarsi, che siffatta dose di calor latente si sprigiona poscia, e si manifesta tutte le volte che i corpi lasciando lo stato di fluidità passano all'esser di solidi; oppur quando fan passaggio dallo stato di vapore a quello di fluidi. Una quantità di vapore acquoso della temperatura dell'acqua bollente, condensato coi mezzi convenienti dentro di un vaso, riducesi in gocce, il cui calore supera di molto quello dell'acqua che bolle (§ 1017). Il dottor Black ha dimostrato che una massa di ghiaccio, nell'atto che si fonde, toglie ad una ugual massa di acqua 140 gradi di calore, misurati sulla scala di Fahrenheit, senza cangiar temperatura; inguischè presa una massa di ghiaccio alla temperatura di 32 gradi, e mescolata con una massa uguale di acqua alla temperatura di 172 gradi, tostochè sarà fuso il ghiaccio;

la

la temperatura della massa totale sarà di 32 gradi. Si son dunque assorbiti dal fluido 140 gradi di calore. D'altronde l'acido vitriolico, e l'olio insieme mescolati vansi ad indurire; ed a misura ch'essi lasciano lo stato di fluidità, va crescendo sensibilmente il loro calore. Sono innumerabili gli esperimenti, che rapportar si potrebbero in comprova di questa verità: quelli particolarmente, che han per oggetto lo scioglimento de' sali; le cristallizzazioni, i coagoli; le fusioni, ec, sono oltremodo semplici, curiosi, e soddisfacenti.

1185. Abbiam già accennato in altro luogo (§1098) quanto sia ragionevole la congettura del signor de Luc, il quale suppone, che intanto il fuoco scomparisce in tali casi, in quanto che si combina egli intimamente coi fluidi, ne quali s'introduce, giacchè si rende visibile di bel nuovo nella scomposizione. Da qui si trae agevolmente l'intelligenza del calor costante dell'acqua che bolle; avvegnachè combinandosi il fuoco co' vapori, che costantemente n'esalano; a misura che l'acqua viene investita dal medesimo; e divenendo egli parte essenziale e costitutiva di quelli, non si può in verun modo accumular nell'acqua per quindi aumentarne il grado di calore.

LEZIONE XXIII.

Sulla Luce.

1186. **C**onsiderando i corpi per rispetto alla luce; debbonsi eglino distinguere in tre classi principali: cioè a dire in *corpi luminosi*, i quali scagliano la luce originalmente dal proprio seno; in *corpi diafani*, ossia *trasparenti*, la cui sostanza vien liberamente attraversata dalla luce; ed in *corpi opachi*; la cui superficie fa rimbalzare indietro i raggi di quella, qualor vi s'imbatta; nel qual caso possono eglino denominarsi *corpi illuminati*. Una tal distinzione forma il soggetto di tre rami particolari di scienza: intendo dire dell'*Ottica*, che considera la luce diretta nello stato ch'ella si diffonde da' corpi luminosi; della *Diottica*, la quale esamina la luce rifratta, ossia traviata dalla sua direzione nell'attraversare i corpi diafani; e finalmente della *Catottica*, la quale riguarda la luce riflessa, o vogliamo dir rimbalzata da corpi opachi. E poichè codeste tre scienze prese insieme in se comprendono tutta la dottrina della luce, a cui si dà in termini generali la denominazione di *Ottica*; uopo è che rivolgiamo le nostre mire a considerarle partitamente; col dar principio dalla prima, siccome par che richiegga la stessa natura della cosa.

*Delle Opinioni de' varj Filosofi intorno alla natura
della Luce.*

1187. **N**iuno ignora che altro non intendiamo col nome di luce, se non quel mezzo, di cui la Natura si serve per poterci far nell'occhio quella viva e dilettevole impressione, che chiamasi *chiarezza*; cosicchè possiamo aver l'idea della grandezza e della figura, del colore e della situazione di quegli oggetti che si trovano fuor di noi in una convenevol distanza. Dilegua ella le tenebre le più folte, e porta il chiarore dappertutto; ma la sua natura ci si rende oscurissima al par di quella del fuoco, che giusta le ragionevoli idee di alcuni Filosofi riputar si deve una stessa cosa (§ 1068). Qui però uopo è ridursi alla memoria i ragionevoli argomenti di Wallerio e di de Luc brevemente da noi rapportati negli Articoli IV, V della Lezione precedente, ond' essi si affaticano per provare esser la luce interamente distinta dal fuoco, abbenchè secondo le idee di de Luc entri ella nella formazione del fuoco medesimo. Non v' ha dubbio che volendosi abbracciare cotal supposizione, riesce assai più agevole la spiegazione di alcuni fenomeni del tutto intralciati ed astrusi.

1188. Credevano i Peripatetici, che la luce non fosse corpo, ma bensì una qualità, o un puro accidente. Andarono eglino però molto lungi dal vero; conciossiacchè com'è possibil mai che la luce non sia corporea, quando raccolta da uno specchio concavo, oppur da una lente ustoria, penetra, disgrega, scioglie, ed abbrucia le sostanze le più dure in un attimo di tempo? Come dirassi mai ch' ella non è corpo, se imbattendosi in ostacoli invincibili, vien rimbalzata da quelli; se attraversando mezzi di diversa densità, vedesi costretta a traviar dal suo cammino; se ricevuta in gran copia entro l'organo dell'occhio, vi produce costantemente una sensazion dolorosa?

1189.

1189. Per la qual cosa si appigliarono a miglior partito quei Fisici, i quali riguardaron la luce come sostanza corporea. Pure ad onta di un tale accordo tengono essi diversa opinione intorno all'origine, o per meglio dire, intorno al fonte della medesima. Fassi avanti Renato delle Carte, e pretende di farci credere che la luce non venga cacciata dai corpi luminosi, ma che consista unicamente in una pressione, che essi fanno sulla materia del suo preteso secondo elemento (§ 17). Il sole adunque giusta il suo pensare, collocato nel centro di un gran vortice, premendo colla sua efficacia la materia globosa, che lo circonda dappertutto, dà alla medesima un certo movimento, il quale risveglia in noi la sensazione della luce; in quella guisa appunto, che una campana, od altro corpo sonoro, non caccia il suono da se, ma lo produce soltanto coll' imprimere all'aria, che gli è intorno, un certo modo di vibrazione, il quale propagandosi sino all'orecchio, genera in noi la sensazione del suono (§ 927).

1190. Il dotto abate Noller riflettendo che la ipotesi cartesiana non era punto sostenibile, perchè appoggiata sulle chimeriche sue idee intorno alla generazione del Mondo (§ 17), ove si trova la origine della pretesa materia globosa; nell'atto che la caratterizzò come erronea, ritenne il fondo del sistema, e s'indusse a credere al par di Cartesio, esser la luce sempre presente anche in assenza dei corpi luminosi, ed in seno al bujo il più profondo; altro ella non essendo salvochè il fuoco elementare sparso sempre in tutto l'universo; il qual fuoco per altro ha bisogno di esser messo in un certo movimento per potersi manifestare sotto l'aspetto di luce: e che siffatto ufficio è riserbato unicamente dalla Natura ai corpi luminosi.

1191. Cotesta ipotesi non può essere più ingegnosa e più semplice; ma come attenervisi malgrado tante ragioni che tendono a distruggerla? Il fuoco elementare è il solo fluido per essenza (§ 1095); e mobilissimo ed elastico; e perciò premuto egli da qualunque parte, dovrebbe una tal pressione propagarsi nella massa in tutte le direzioni, giusta le leg-

gi di tutti i fluidi (§ 549). Per la qual cosa tenendo per vera la mentovata ipotesi , dovrebbe necessariamente seguirne , che la luce dovrebbe propagarsi in ogni sorta di direzioni , tanto curve , che rettilinee ; e che anche in assenza del sole il nostro emisfero sarebbe luminoso . Addio notte dunque , addio bujo , addio ombre dei corpi . E come no , se ciò deriva immediatamente dalla sua fluidità , dalla somma mobilità , dalla sua molla ? Presentate ad un' acqua messa in moto un ostacolo qualsivoglia : non potendo ella andare innanzi in quella direzione , vedrassi tosto gettarsi verso i lati di quello , e quindi passarli al di dietro per curvi sentieri . Eccitate delle vibrazioni nell' aria mercè di un corpo sonoro : ponete poscia un ostacolo tale tra quello e il vostro orecchio , che dall' uno all' altro punto non si possa tirare una retta . Udirete il suono ad onta di tutto questo : perchè l' aria vibrata non potendosi propagar direttamente , prenderà il suo cammino secondo qualunque curva , e giugnerà così al vostro udito . Or l' esperienza c' istruisce (e lo dimostreremo in appresso) , che la propagazione della luce si fa costantemente in linea retta , nè siegue giammai veruna sorta di curvi sentieri . Veggiamo anche coi fatti , che tramontato il sole , e coperti da nubi gli altri corpi celesti , restiamo avvolti immanamente in un foltissimo bujo ; laddove essendo vera la ipotesi di Nolet , la pressione fatta dal sole e dagli astri , sul fuoco elementare del sottoposto emisfero , dovrebbe necessariamente comunicarsi a quello che riempie l' emisfero superiore , e quindi farlo comparire sotto l' aspetto di luce . Se questa legge vedesi regnare nell' aria , nell' acqua , ed in altri fluidi ugualmente grossolani , con assai maggior ragione dovrebbe ella eseguirsi dal fuoco , che è assai più sottile , più fluido , più mobile e più attivo di quelli .

1192. A vista dunque di siffatte cose egli è assai più ragionevole il credere col Newton , seguace in ciò di Democrito e di Epicuro , che la luce sia una vera e reale emanazione del corpo luminoso ; cosicchè il sole , le stelle fisse , e tutti gli altri corpi lucidi ; lanciano da se continuamente raggi della propria

pria sostanza, i quali propagandosi con una indicibile rapidità, estendonsi poscia nell' immenso spazio del mondo. Nè v'ha ragion di temere che la sostanza 'del sole, per esempio, avrebbesi dovuto sensibilmente scemare per aver da se scagliata la luce dal momento di sua creazione fino ai dì nostri, ossia durante lo spazio di quasi 6000 anni. Imperciocchè prima di tutto la luce è sì tenue e sì sottile, che la nostra mente si smarrisce al solo immaginarlo. Vi rammento di aver già provato (§ 8), che una quarta parte di un grano di sego sviluppa da se tanta luce che è sufficientissima a riempire uno spazio sferico del diametro di 4 miglia durante l'intervallo d' un minuto secondo: e qui è ben di avvertire che in quella quattordicesima parte di un grano di sego vi sono molte particelle straniere e pesanti, affatto diverse dalla luce. Forate con un ago un pezzo di carta nera: applicate l' occhio a quel tal foro; e vi riuscirà di scorgere a traverso una buona parte del nostro emisfero. Qual prodigiosa picciolezza dunque aver non debbono le particelle della luce, se un numero così immenso di raggi, qual è quello che viene scagliato da tanti e sì differenti punti del detto emisfero, è atto a passare nel medesimo istante per lo traverso di un foro sì esile! Passa ella in fatti liberamente pei minutissimi pori del vetro, del diamante, e d' altri simili corpi trasparenti, per cui non si fa strada verun' altra sorta di fluido a noi noto. Qual prodigiosa copia di effluvi non si diffonde dal muschio, dall' ambra grigia, e da altri corpi odorosi, durante il tratto di mesi e di anni, senza che soffrano eglino la menoma diminuzione di peso! Laonde qual diminuzione sensibile volete che abbia sofferto un corpo così vasto ed immenso, com' è il sole (il quale supera in grandezza d' un milione e 400 mila volte il nostro globo terracqueo), collo scagliare da se una sostanza così tenue com' è quella della luce (1)?

L 2

1793.

(1) Per avere un' idea ancora più sensibile della pochissima perdita di luce che fa il sole, riflettasi alle cose seguenti:

L 3

1193. D'altronde egli è ben di riflettere che la luce scagliata dalla forza del sole, giunta ad una sterminata distanza, dee necessariamente perdere l'impulso che l'è stato comunicato, per cagione che il suo peso la tira costantemente in parte contraria verso il centro del sole; e quindi forz² è che cada di bel nuovo nella massa solare, ond'è stata scagliata; nella guisa appunto, che un grave spinto all'insù anche in uno spazio voto, viene obbligato a discendere dopo un certo tempo pei successivi ritardi, cui va generando nel suo moto la forza di gravità (§316), da cui il moto medesimo vien finalmente distrutto. E però può il sole ricuperare in tal modo la quantità di luce perduta, ritornando ella così nel suo seno natio (2). Oltreachè potrebbe ella venirgli sup-
pli-

La gravità specifica dell'acqua è alla gravità specifica dell'aria che si trova alla superficie della terra, all'incirca come 800 : 1; e moltiplicando l'uno e l'altro termine di questa ragione per l'unità unita a settantadue zeri, sarà la detta ragione come 8 con settantaquattro zeri all'unità con settantadue zeri. Ora la gravità dell'aria alla superficie della terra è alla gravità dell'aria in un'altezza di 840 miglia (dove, essendosi osservate delle aurore boreali, vi furono delle riflessioni di luce) come l'unità unita a settantadue zeri alla sola unità; ciocchè si può ottenere dalla progressione geometrica decrescente all'infinito, altrove dimostrata trattando dell'aria; quindi la tenuità della luce è infinitamente superiore alla tenuità dell'aria che si trova in quella stessa altezza. In fatti le riflessioni di luce mostrano chiaramente che l'aria nell'altezza indicata, quantunque tenuissima, vince la quantità del moto della luce avente una sorprendente velocità, perlochè quest'aria è colà assai più densa della luce stessa. Dunque la gravità specifica dell'acqua a quella della luce è incomparabilmente maggiore della sopraespressa ragione; onde una sfera di acqua avente un pollice di diametro avrà una quantità di materia tante volte maggiore d'una sfera di luce dello stesso diametro, quante volte l'8 con settantaquattro zeri contiene l'unità. Inoltre è stato calcolato da Bosovich che, per tramandar tanta luce eguale alla quantità di materia compresa nella detta sfera d'acqua, dovrebbe il sole impiegare un numero di secoli espresso dall'unità con ventotto zeri. Ella è dunque pochissima la perdita di luce che potrebbe fare il sole anche in una serie di quadrilioni d'anni.

(2) Se la luce si propaga con moto equabile, come si vedrà
in

plita in qualche parte dalla luce delle stelle fisse, la quale gli si scaglia incessantemente al disopra.

ARTICOLO II.

Della Propagazione della Luce.

1194. La luce essendo corpo (§ 1188), uopo è che impieghi successivi tempi per poter trapassare successive parti dello spazio. Il primo a scuoprire una tale verità fu il celebre Romer astronomo danese nel 1675 seguita dall'immortale Cassini; giacchè prima di loro regnava generalmente l'opinione, che la luce si propagasse in un istante. La scoperta ebbe origine dalla osservazione degli eclissi de' Satelliti di Giove. Per poterlo ben concepire immaginatevi il sole in S: l'orbita della terra sia A B C; E D F sia l'orbita di Giove espresso da D: sia I uno dei suoi Satelliti; ed H I K rappresenti la sua orbita. Giunto il detto Satellite al punto L di siffatta orbita, ed immergendosi nell'ombra D G del corpo di Giove, viene per conseguenza ad eclissarsi; e quindi accade la sua *emersione* qualora comincia ad avanzarsi verso I. Or le osservazioni han fatto scorgere che le mentovate immersioni ed emersioni dei Satelliti di Giove, in tempo che la terra è in B, ossia in congiunzione, rendono visibili 16 minuti e 15 secondi più innanzi di quel che si veggono essendo la terra in A; ovvero in opposizione. E siccome la distanza da A a B uguaglia

Tav. II.
Fig. 1.

L 3 glia

in seguito, per quanto sorprendente fosse la sua velocità, ne verrebbe che, se la gravità del sole agisce nella luce scagliata a guisa di quella della terra nei gravi lanciati, dovrebbe, dopo specialmente una enorme lontananza, rendersi sensibile l'ineguaglianza della sua velocità, cioè, divenire il moto variabile contro le osservazioni. Inoltre la luce non dovrebbe avere alcuna attrazione coi corpi della nostra terra, ciò ch'è contrario alla *refrazione ed inflessione* che succede nella luce in vicinanza dei corpi o diafani, od acuminati. Ella è dunque un'ipotesi falsa ed assurda, che la luce possa finalmente ritornare nel suo seno natio.

glia il diametro dell'orbita terrestre rappresentata da ABC ; così si rende chiaro che la luce impiega 16 minuti e 15 secondi, per iscorrere l'intero diametro dell'orbita della terra; e conseguentemente che ella richiede lo spazio di 8 minuti e 7 secondi e mezzo, per trapassare da S fino ad A , oppure a B ; che val quanto dire per giugnere dal sole fino a noi (3). Questa bella ed interessante verità fu poscia confermata ulteriormente nell'anno 1728 dal celebre Bradley mercè un grandissimo numero di laboriose osservazioni intorno all'*aberrazione* delle stelle fisse, la quale risulta dagli effetti combinati del moto della luce, e di quello della terra.

1195. Nell'atto che le ingegnose fatiche dei dichiarati astronomi illustri rendono sicuri della successiva propagazione della luce, ci fan rilevare similmente la immensa velocità, onde ella si diffonde. Il diametro AB dell'indicata orbita terrestre uguaglia più di 68 milioni di leghe giusta lo stabilimento del sig. de la Lande (§ 162): per conseguenza il semidiametro SA , oppur la distanza del sole fino a noi, supera 34 milioni di leghe, le quali si corrono dalla luce in poco più di mezzo quarto d'ora. E poichè in siffatto tempo la terra non iscorre che un arco di circa 20 secondi nella sua orbita ABC ; si rileva mercè di un calcolo, che la velocità onde si muove la terra, è a quella con cui corre la luce, come 1 a $103\frac{1}{3}$; non ostante che la terra descriva circa 24629 miglia nello spazio di un'ora (4). Eppure malgrado una sì pro-

di-

av. II.
Fig. 1.

(3) Se a scorrere il diametro dell'orbita annua della terra, la luce impiega il doppio di tempo, che a scorrere il semidiametro, è chiaro che i tempi stanno come gli spazi; dunque si ha $S : s :: T : t$; ma d'altronde si sa che $S : s :: TV : tv$; dunque V cioè la luce oltre di propagarsi successivamente si propaga anche con moto equabile. La stessa verità si potrebbe dedurre dall'*aberrazione* della luce; ma ciò c'impingerebbe in calcoli troppo sublimi che non sarebbero più a portata della gioventù, a cui specialmente sono dirette le nostre riflessioni.

(4) Sia OP una porzione dell'eclittica, ossia dell'orbita an-

digiosa velocità della luce, è tale la distanza delle stelle fisse da noi, che giusta il sentimento del signor de la Lande, appoggiato sopra dati non dispregiabili; impiega ella lo spazio di tre anni per potersi diffonder fin qui. Non per questo però dobbiam noi perderle di vista un momento; imperciocchè ove la lor luce sia diffusa una volta durante l'indicato tempo, i suoi raggi mantengonsi sempre estesi fino a noi, e vengono continuamente suppliti dalla nuova luce, che esse tramandano di mano in mano.

Tab. 2.
in fine
Fig. 1.

L. 4. 1196

annua percorsa dalla terra, nello stesso tempo che un raggio di luce partendo dalla stella C arriva in P; è manifesto che lo spettatore giunto in P, colpito dal raggio di luce CP, dovrà riferire la stella al punto M, sapendosi già che ogni raggio di luce porta seco l'immagine di quell'obbietto da cui parte, e che questo si riferisce nella direzione dell'impressione ricevuta: quest'apparente relazione di luogo prodotta dai moti della terra e della luce combinati nella maniera indicata dicesi *aberrazione*, e l'angolo CPM, *angolo di aberrazione*.

Dunque nella detta ipotesi risulta che la velocità della luce sta alla velocità della terra come CP : OP, supponendosi già l'arco OP = alla corda OP, per esser esso arco assai piccolo, e per esser OP = CM, potendosi supporre COPM un parallelogrammo rettangolo come CP : CM, ovvero come il seno totale al seno dell'angolo d'*aberrazione*. Posto ciò, si rende chiara la ragione del calcolo indicato dall'autore. Poichè la terra scorre la sua orbita in 365. 50. 49" = 525965"; dunque per esser le periferie proporzionali ai loro diametri, ne viene che nel tempo 8' 13" = 8' $\frac{1}{4}$ ", all'incirca impiegato dalla luce a percorrere il raggio dell'orbita della terra, essa terra percorrerà un archetto della orbita sua eguale prossimamente ad una terza parte di un minuto primo: dunque la velocità della luce sta alla velocità della terra nella sua orbita come il raggio dell'orbita all'archetto percorso; ed essendo noto per la Trigonometria che il raggio di un cerchio è eguale prossimamente ad un arco di minuti primi 3438', dovrà per conseguenza

esser l'indicata ragione come 3438' $\left(= \frac{20''}{60''} = \frac{1}{3} \right)$; cioè co-

me 3438' : 1 = $\frac{10314}{3}$: $\frac{1}{3}$: 10314 : 1; e levand' 1 dal

numero 10314 per fare un debito compenso coll'arco 3438', si avrà la detta ragione come 10313 : 1.

1196. Il propagarsi che fa la luce con una rapidità così immensa, ci dà l'idea dell'eccessivo grado di forza, onde ella è scagliata: e il non produrre ciò non ostante effetti assai notabili sulle sostanze delicatissime, quali sono: le foglie di tante piante, i loro fiori, le parti di taluni minutissimi insetti, ec., ci somministra un nuovo argomento della prodigiosa sottigliezza delle sue particelle (§ 1192); attesochè la sua massa, per poco sensibile che fosse, spinta con una velocità così immensa, dovrebbe produrre una quantità di moto ben grande, e perciò attissima a distruggere le mentovate delicatissime sostanze (§).

1197. Dalla forza indicibile, onde abbiám veduto esser lanciata la luce dai corpi luminosi (§ 1195), sembra derivare la proprietà, cui ella costantemente serba, di propagarsi per sentieri rettilinei; conciossiachè la veemenza di quell'impulso fa sì, che le sue par-

(5) Essendo noto per la meccanica, che nel moto equabile la quantità del moto è il prodotto della massa nella velocità, ed essendo per l'idea dello spazio percorso sorprendente la velocità della luce; ne segue che, per piccolissima che si supponga la massa di un raggio di luce, purchè questa quantità sia finita, l'effetto da essa prodotto sopra i corpi dovrebbe esser assai grande per non dire enorme, ciò ch'è contro l'esperienza; resta dunque qual massa della luce sia inassegnabile nella sua piccolezza cioè $= \frac{1}{\infty}$; ora si sa che il prodotto di

una quantità infinitamente piccola in una finita è zero cioè $\frac{1}{\infty} \times c = 0$, chiamata c la velocità. L'effetto dunque prodotto da essa sui fiori, ec. deve essere insensibile, tutto il contrario succede, lorchè si fa sensibile la sua massa, come quando vien raccolta nel foco d'uno specchio ustorio, mentre in quel caso la sua massa non è più zero cioè $\frac{1}{\infty}$, ma una

quantità finita come p. es. $\frac{d}{b}$, e quindi $\frac{d}{b} \times c = \frac{ac}{b}$ quantità finita; onde l'effetto diviene sensibilissimo a misura che cresce il prodotto, cioè a misura che cresce d, e cala b.

particelle si dispongano in serie l'una dopo l'altra, e quindi costituiscano de' raggi, come si è detto nel § 1151, emuli di altrettante linee rette; non potendo la loro gravità distorli da quel retto sentiere, per esser ella infinitamente picciola in corrispondenza della loro prodigiosa sottigliezza. In prova di ciò si può far entrare un raggio di sole entro una camera buja per un foro praticato in una finestra. Vedrassi egli seguire immancabilmente il mentovato retto sentiere; talchè facendosi un altro foro nella parte opposta del muro, fino a cui si sporge il detto raggio, propagherassi egli al di fuori, e scomparirà dell'intutto quella sua porzione che attraversa la stanza, senza diffondere in quella la menoma quantità di luce. Lo provano similmente le ombre de' corpi, i cui perimetri sono tali, che scorgonsi limitati da raggi, sporgenti in linea retta dal corpo illuminato sino ai diversi loro punti. Che anzi neppur elleno esisterebbero, se la luce si propagasse per curvi sentieri; giacchè le ombre vengono cagionate, siccome ognun sa, da una semplice privazione di luce, oppur dall'esser ella debole all' eccesso.

Tav. II.
Fig. 1.

1198. Per poter rintracciare con profitto le vie della luce, e quindi seguirla di mano in mano in tutti gli effetti ch'ella cagiona, uopo è immaginare un corpo luminoso, il quale scaglia da ogni punto della sua superficie un fascio di raggi. Affine di render la cosa più semplice, ci proporremo di considerar soltanto uno di cotesti punti; e sia egli il punto A della candela accesa A B. Messa siffatta candela sopra d' un tavolino; qualunque sia la situazione, cui l'occhio occupi all'intorno di essa, il punto A gli sarà ugualmente visibile; sia egli collocato in C, sia in D, sia in F, in H, in I, ec. Segno è dunque, che il punto A tramanda de' raggi intorno intorno come dal centro d' una sfera su tutta la superficie di quella, e per conseguenza divergenti; sempre però per sentieri rettilinei, come si è detto (§ 1197.). Che però cotesto fascio di luce si può giustamente riguardare alla guisa di un cono, il cui apice, ossia punto raggianti, trovasi nel corpo luminoso, e la cui base è rivolta in parte contraria, ossia verso l'occhio dello spetta-

to

to: e ciascheduna delle sue porzioni CAE, EAG, GAI, ec. riguardar si può come un cono più picciolo, che faccia parte del cono intero CAI.

1199. Che la direzione dei raggi luminosi sia tale, come si è qui rappresentata, può ciascheduno scorgerlo da se; imperciocchè per poco che altri ristringa le palpebre nell'atto che riguarda un corpo luminoso, vedrà scagliarsi da ogni punto di quello, su cui fissa l'occhio, un fascio di raggi divergenti, i quali partendo da un apice, si estenderanno colla loro base verso dell'occhio.

1200. Essendo così la cosa, ognun concepisce che la luce è più densa a misura che è più vicina al punto raggiante; e quindi che la sua densità ed efficacia, si vanno diminuendo di mano in mano che ella si discosta da quel tal punto; cosicchè sono elleno nella ragione inversa del quadrato della distanza del corpo luminoso per le ragioni addotte nel § 76 sul proposito della gravità (6).

1201. Questa verità è suscettibile di esser comprovata col mezzo di esperimenti. Il più semplice e il più decisivo si è quello di porre una candela sopra un tavolino collocato in un'ampia gallerja; di porsi un libro alla mano; e di andarsi discostando tratto tratto.

(6) Questa legge non ha luogo se la propagazione non accade con moto equabile. Poichè si concepisca una sfera di luce: si diffonda questa in un'altra, il cui diametro ecceda il diametro della prima d'una picciola quantità; se la diffusione della luce nella seconda sfera succederà equabilmente in ambedue, si conterà allora la stessa quantità di luce, e quindi la densità nella sfera maggiore sarà alla densità della minore, come il volume della minore a quello della maggiore; quindi la quantità di luce compresa in un circolo della sfera minore, sarà alla quantità di luce compresa in un circolo della sfera maggiore come il quadrato del raggio della sfera maggiore al quadrato del raggio della minore, cioè in duplicata inversa; ma è da notarsi che i volumi non istanno in inversa delle densità, se non contengano la stessa quantità di materia, cioè se la luce non si propaga equabilmente, ciocchè venne notato da varj prestantissimi Astronomi, e confermato dall'osservazione indicata dall'autore nel § 1201.

tratto da quella tal candela, fino a tanto che l'efficacia della luce si minori al segno di non poter più leggere il libro tirandosi un passo più indietro. Suppongasì che una tal distanza sia d'una tesa ossia di sei piedi. Discostandosi poscia ad una doppia distanza, ossia a quella di due tese, si troverà col fatto, che per poter nuovamente leggere il libro, non sarà sufficiente un doppio numero di candele, ma farà d' uopo assolutamente di adoperarne quattro, per esser questo il quadrato di due, che esprime la distanza già supposta.

1202. Potrebbe ricevere eziandio su di un piano verticale la base di un cono di luce, introdotto in una stanza buja per un foro praticato in una finestra, e guernito di una gran lente convessa. La detta base, che verrà rappresentata su quel tal piano alla guisa di un cerchio luminoso, sarà maggiore, o minore, a misura che sarà quello più, o meno discosto dal punto raggiante: e se altri voglia misurarla coi metodi geometrici, vedrà esser ella proporzionale al quadrato della distanza del piano dal mentovato punto: e perciò la densità della luce; la quale si scema a proporzion che si accresce il detto cerchio luminoso; sarà nella ragione inversa dei quadrati delle distanze.

1203. Quindi si rileva la ragione, per cui gli oggetti lontani si van perdendo di vista di mano in mano; e si deduce parimente, che la densità della luce solare deve esser sommamente notabile presso al suo fonte (7); sul riflesso che malgrado la distanza
di

(7) Ad onta che l'intensità della luce si diminuisca a misura che cresce il quadrato della distanza, pure i raggi condensati per mezzo di lenti o specchi ustori producono gli stessi effetti del nostro fuoco. Dunque divenendo zero il quadrato della distanza, cioè partendo la luce dalla superficie del corpo luminoso dovrà esser colà intensa quanto mai vi può essere; quindi produrrà colà effetti infinitamente maggiori di quelli del nostro fuoco, giacchè oltre non esservi alcuna divergenza de' raggi in quel sito, non v'è nemmeno quella perdita d'intensità che soffre la luce passando per un mezzo diafano d'inequabile

di 34 e più milioni di leghe (§ 1195), giugne ella a noi bastantemente addensata per poter produrre una azione sensibilissima, qual è quella di dilatare e generar del calore.

1204. Diffondendosi i raggi della luce alla guisa di tante rette, le quali divergono scambievolmente a misura, che si van discostando dal punto raggiante (§ 1198), dee necessariamente accadere che eglino si andranno intersegando gli uni cogli altri nell'intero tratto del lor corso, nel modo appunto che vien rappresentato dalla Figura 2. Per verità non si può affatto comprendere come mai addvenir possa, che tanti innumerabili raggi, malgrado l'indicibil numero delle loro intersezioni, non si disturbino gli uni cogli altri e non si rendano improprij a renderci visibili que' punti, da cui vengono scagliati. L'impossibilità di poterlo chiaramente concepire, trasse madama du-Chastellet a dubitare che la luce fosse penetrabile: ella stessa però, comechè seguendo le dottrine leibniziane riguardasse la impenetrabilità come un semplice fenomeno, e non già come un attributo essenziale dei corpi, conobbe l'improprietà del suo assunto, e propose candidamente le ragioni che lo contrastavano, siccome può riscontrarsi nella sua dissertazione sul fuoco. Difatti è cosa del tutto assurda il riguardar la luce come un corpo, e poi crederla spogliata dell'impenetrabilità che le compete per essenza. Con ugual fondamento dubitar si potrebbe della impenetrabilità dell'aria, scorgendosi alla giornata, che tanti e sì diversi tuoni d'una sinfonia giungono illesi all'orecchio, senza che le onde sonore (§ 933) disturbinsi a vicenda, ciocchè è ugualmente assurdo e insussistente. Quello che ci ajuta in qualche modo a poter comprendere l'indicato fenomeno, si è da una parte la immensa sottigliezza dei raggi della luce (§ 1192), e da altronde la di-

stan-

Tav. II.
Fig. 3.

bile densità, com'è l'aria, onde non è lontano dal vero che il sole sia un fuoco di una incalcolabil attività.

stanza che dee necessariamente frapporsi tra loro, avuto riguardo alla loro divergenza (§ 1199) (8). Possono dunque tra siffatti interstizj passar liberamente altri infiniti esilissimi raggi di luce senza disturbarsi l'un l'altro. E quand' anche taluni di essi si imbattessero per avventura con altri simili, ed interrompessero il loro corso, non per questo cesserebbero d'esser visibili i punti raggianti, da cui se ne scaglia un immenso numero di altri. Oltredichè la superficie di un corpo luminoso non ci sembrerebbe punto interrotta dal rendersi invisibili alcuni punti raggianti, nella guisa medesima che la superficie di un tavolino di marmo, di una piastra di metallo, di un piano di legno, ec. sembra del tutto liscia, ed unita in tutti i suoi punti anche all'occhio il più fino, non ostante che vi sia in quella un'infinità di pori, i quali certamente ci sono invisibili, poichè da essi non si lascia su di noi verun raggio di luce.

ARTICOLO III.

De' principj della Diottrica, ossia delle leggi della Luce rifratta.

1205. La luce, che scagliata dai corpi si diffonde per sentieri rettilinei attraversando uno spazio voto; tutte le volte che s'imbatta in corpi *diapani*, ossia *trasparenti*, come sono l'acqua, il vetro, l'aria, l'olio; ed altri simili, cui può ella attraversare da parte a parte, soffre un certo deviamiento dalla sua direzione.

(8) Essendo infinitamente piccola la massa di un raggio di luce, e senza confronto più picciola una molecola, saranno perciò i suoi raggi emuli alla linea retta, e dovendo essere divergenti, cioè trovarsi fra loro distanti in qualche intervallo, per essere in distanza dal punto raggiante; ne viene che non sia difficile a concepire la ragione perchè non si debbano gli uni cogli altri disturbare senza ricorrere ad ipotesi affatto pugnanti colle leggi del moto.

reazion primitiva; e questo è ciò che dicesi *Rifrazione*. A siffatti corpi diafani dassi generalmente la denominazione di *mezzi*; e diconsi eglino *densi*, ovvero *rari*, secondochè trovansi essere più, o meno compatti,

1206. La luce adunque siegue in questo caso quella legge che abbiain veduto competere ad altri corpi (§ 305): che anzi seguendo ella il natural costume di quelli, non deriva giammai dal suo dritto sentiere qualora vien lanciata entro ai mezzi in direzion verticale; ma si rifrange soltanto qualor vi cade obliquamente. Vi ha però questa essenzial differenza, che laddove tutti gli altri corpi passando da un mezzo raro in un mezzo denso, supponiam dall'aria nell'acqua, traviaho dal lor sentier primitivo con legge tale, che si discostano dalla perpendicolare alla superficie del mezzo rifrangente, che si suppone tirata pel punto d'incidenza; ed al contrario (§ 307) la luce si approssima maggiormente a siffatta perpendicolare, da cui cominciasi di ragione a discostare quando da un mezzo denso tramassa entro di un raro, come a dire dall'acqua nell'aria.

1207. Queste verità essendo immediatamente dedotte dall'esperienza, render si possono agevolmente sensibili col mezzo di quella. Pongasi in primo luogo su gli orli del vaso, supponiam di majolica, A B C D, un bastone E F in situazione orizzontale; e facciasi dallo specchio G rimbalzar talmente un raggio di sole, che cada a piombo sull'anzidetto bastone. Or siccome l'ombra che un tal bastone dee necessariamente gettare dalla parte opposta, ossia sul fondo del vaso, vedesi cadere esattamente sullo stesso sito, sì qualora il vaso è voto, che quando è pieno di acqua, o d'altro fluido somigliante; non v'ha luogo da poter dubitare, che in entrambi i casi l'accennato raggio di luce arriva al fondo del vaso senza soggiacere ad alcuna rifrazione; altrimenti l'ombra del bastone, che è da esso raggio circoscritta, dovrebbe necessariamente cangiare la sua situazione.

1208. In secondo luogo, facendo uso del vaso A B C D adoperato dianzi; nell'atto che egli è del tutto

vo-

LEZIONE XXIII. 175

voto si faccia stare in un luogo esposto al sole, talchè i suoi raggi I, K, L, M, scagliati obliquamente, sull'orlo C D, faccian ravvisare l'ombra di questo nella parte N O del fondo del vaso. Tostochè il medesimo s'empie d'acqua, l'ombra che era in O N, vedesi passare in P Q. Segno è dunque, che i raggi, i quali andavan prima a dirittura da I ad N, da M ad O, ec., rifratti poscia nell'internarsi entro l'acqua, vengono diretti da b a P, da R a Q, ec., accostandosi così alla perpendicolare C S.

1209. Che egli accada il contrario attraversando egli un mezzo denso per entrare in un raro, è facile provarlo nel modo che qui siegue. Messa per cagion di esempio, una moneta nel sito P Q sul fondo del vaso A B C D affatto voto, incominciate ad allontanarne fino al segno che ella incominci a scomparir dell'intutto. Supponiamo che l'occhio si trovi collocato in T, quando la moneta principia a rendersi invisibile. Ciò fatto, empite il vaso di acqua, ed osserverete che quella moneta, che non poteva in verun conto vedersi essendo l'occhio in T, si renderà visibilissima anche qualora sia egli meno elevato, come sarebbe in I. Dal che uopo è conchiudere che il raggio s b, il quale, essendo il vaso voto, procedeva in su giusta la ditezion rettilina s T, rifratto poi dall'acqua contenuta nel vaso stesso, devia da quel sentiere, e prende la direzione di b I; altrimenti non potrebbe rendersi visibile all'occhio collocato in I. E poichè b I è più lontana di b T dalla retta C S, che tirata pel punto d'incidenza C, è perpendicolare alla superficie rifrangente C D; chiaro si scorge che la luce trapassando da un mezzo denso entro di un raro, va a discostarsi da una tal perpendicolare.

1210. Nel praticare questa ultima esperienza porta il pregio di osservare, che la moneta esistente in P si ravvisa dallo spettatore, che è in I, come se fosse collocata in a, ossia nel punto, ove la perpendicolare X P, elevata dall'estremità P del raggio P b, sega il raggio rifratto I b prolungato verso N; e per conseguenza scorgesi ella più sollevata, essendo il raggio b P, procedente dal luogo vero della moneta,

Tav. II.
Fig. 3.

Tav. II.
Fig. 3.

ra, assai più depresso di $b N$, il qual procede dal luogo apparente. E poichè ciò siegue costantemente in ogni rifrazione di tal natura, uopo è conchiudere che gli oggetti veduti per lo traverso di mezzi di diversa densità, veggonsi sempre fuori di luogo, e propriamente nella direzione del raggio rifratto, la quale scostandosi dalla perpendicolare nel passaggio da un mezzo denso in un raro, com'è appunto il caso di $b I$, fa sì, che il detto luogo apparente sia in tali occorrenze più elevato del vero. Quindi è, che il fondo de'vasi ripieni di qualche liquore, oppure gli oggetti ivi collocati, veggonsi sempre più in alto di quel che realmente lo sono: e sappiamo per esperienza, che tutte le volte che un oggetto qualunque trovasi in fondo dell'acqua, ed è veduto perpendicolarmente, la rifrazione è tale, che scorgesi egli elevato dalla quarta parte della profondità di quella, per essere il seno dell'incidenza a quello di rifrazione (secondochè diremo più innanzi) nel passar dall'aria nell'acqua, come 4 a 3; talchè il primo supera l'altro di un quarto. Questa è infatti la ragione, per cui un remo, od un bastone, immerso in parte obliquamente nell'acqua, ci comparisce curvato a forma di angolo, quasichè fosse egli spezzato nel punto, ove comincia ad internarsi dentro di quella.

1211. Dalle cose fin qui riferite si concepisce benissimo onde accade, che il nascere e il tramontar degli astri non si veggon seguire ne' tempi precisi, che risultano dal calcolo. Immaginatevi uno spettatore collocato nel punto A sulla superficie terrestre rappresentata da $B A C$; e sia $F G$ una porzione dell'atmosfera che la circonda. Essendo il sole H al di sotto della retta $F D$, la quale fa le veci dell'orizzonte sensibile, che circoscrive i limiti della vista dello spettatore collocato in A (§ 167.), non gli si dovrebbe egli render visibile in verun patto; poichè il raggio $H G$ incontrerebbe l'ostacolo della Terra; e gli altri lanciati nella direzione di $H E$, o in qualsivoglia altra direzion simigliante, andrebbero a diffondersi negl'immensi spazj celesti, senza potersi diriger all'occhio del mentovato spettatore. Ciò nondime-

Tav. II.
Fig. 4.

dimeno però, giunto il raggio H E (e così s' intenda degli altri simili) per sentiere rettilineo a toccare l'atmosfera nel punto E; e passando da un mezzo raro, qual è lo spazio celeste (il quale o è del tutto vuoto, oppure trovasi ripieno di un'etere sottilissimo,) in un mezzo denso, com'è l'aria; per la legge già esposta (§ 1206) devierà egli dal sentiere E K, e seguirà quello di E A, accostandosi alla perpendicolare. Per tal ragione l'astro H, d'onde il raggio procede, non vedrassi nel luogo vero, ove attualmente si ritrova; ma bensì in un luogo apparente, che è I, giusta il prolungamento del raggio rifratto A E. (§ 1210). Laonde malgrado la reale esistenza in quell'astro al disotto dell'orizzonte, sembrerà egli elevato al disopra di quello di una quantità più, o meno notevole, secondochè la densità dell'aria sarà maggiore, o minore, e conseguentemente il suo rifrattivo potere più, o meno sensibile. Dal che vuolsi dedurre, che qualora ci sembra che il sole comincia ad elevarsi al disopra del nostro orizzonte, egli esiste quivi soltanto in apparenza, poichè in realtà trovasi abbassato notabilmente al disotto di quello; siccome d'altra parte quando egli si scorge che comincia a tramontare, ha già oltrepassati da qualche tempo i limiti dell'orizzonte. E così s'intenda degli altri corpi celesti; i quali per conseguenza non mai si veggono da noi nel sito in cui sono, ma sempre più elevati; onde è che gli astronomi nel praticare le loro osservazioni su gli astri, sogliono tener conto dell'errore prodotto dall'accennata rifrazione, il quale essendo di circa 33 minuti presso all'orizzonte, va minorando tratto tratto, finchè in ultimo divien nullo nel zenit, d'onde i raggi vengono scagliati in direzione perpendicolare.

1212. Di qui prendon l'origine l'Aurora e il Crepuscolo, ossia quel leggero e delicato chiarore, che illustrando vagamente l'aria infino ad una certa altezza, non meno prima del nascere, che dopo il tramontar del sole, non solamente ci presenta un bellissimo spettacolo coi suoi vaghi e variati colori, ma prolunga oltreacchè la durata del giorno. Comincia l'Aurora a farsi scorgere fin da quando il sole trovasi

inferiore di 18 gradi al lembo dell'orizzonte, ossia un'ora e più prima del suo levare: si fa quindi più sensibile di mano in mano fino a tanto che il sole spiega e disvela col suo nascere tutta la vivacità e il suo sflogorante splendore.

Tav. II.
Fig. 5.

1213. L'angolo ABD , formato dalla perpendicolare DB , e dal raggio di luce AB , che s'interna nel mezzo $RSTV$, dicesi *angolo di incidenza*; siccome l'angolo EBC , formato dal prolungamento della stessa perpendicolare, e dal raggio rifratto BC , si denomina *angolo di rifrazione*; ed AD , EC , sono i loro rispettivi seni (9). Or egli è materia di fatto, che qualunque sia l'inclinazione con cui il raggio AB vien lanciato dentro d'un dato mezzo, gli indicati seni hanno sempre una ragion costante tra essi: così passando egli dall'aria nell'acqua, il seno d'incidenza AD sarà a quello di rifrazione EC come 4 a 3; inguisachè se l'inclinazione di AB sarà tale, che AD sia di

(9) Quantunque sia questa verità una materia di fatto, pure, per esser d'essa uno dei principali fondamenti della Diottrica, non se ne deve omettere la dimostrazione. Nella fig. 9. si prenda $BM = AD$, e dal punto M si tiri MN parallela alla BE finattantochè incontri un punto della retta BC prolungata: dal punto N si tiri NO parallela alla CE .

Fig. 9. Giacchè dentro uno stesso mezzo, per le cose esposte in questo §., qualunque ne sia l'inclinazione, la velocità non si accelera nè si diminuisce; se AB rappresenta la velocità della luce in un mezzo più raro di $URST$, passando nel più denso dovrà accostarsi al perpendicolo BC , ed acquistare maggior velocità, come s'osserva dalla sperienza, per essere il mezzo dotato di maggior forza d'attrazione: sia espressa la velocità dopo la refrazione dalla NB ; essendo simili i triangoli BEC , BON , sarà $NB : CB :: NO : DC$; ma $NO = BM = AD$, e la $CB = AB$ velocità del raggio incidente; dunque la velocità dopo la refrazione alla velocità avanti la refrazione come il seno d'incidenza al seno all'angolo di refrazione: ma NB ed AB dentro questi mezzi sono costanti, perciò anche la ragione di questi seni dovrà esser costante; dal che ne deriva che le velocità sono in ragione inversa di questi seni.

Corollario. Se sarà dunque evanescente l'angolo ABD , lo sarà pure anche EBC ; non si dà dunque refrazione in un raggio che cade perpendicolarmente.

di 12 linee. E C sarà certamente di 9. Nel passar dall'aria nel cristallo, A D è ad E C come 3 a 2 a un dipresso, ossia come 17 ad 11; laddove nel passar dall'aria entro al diamante è come 5 a 2; e così del rimanente. Quantunque però il rapporto tra i mentovati seni sia inalterabile nel passaggio che fa la luce per un determinato mezzo, nulladimeno la quantità della rifrazione è maggiore, o minore, a norma della diversa natura, ossia del vario rifrattivo potere dei mezzi differenti. Generalmente parlando, ella si aumenta secondochè i mezzi hanno maggior densità.

1214. Internandosi i raggi della luce da uno in un altro mezzo; dopo di aver sofferta l'indicata rifrazione (§ 1206), prosiegguono ad attraversarlo per sentieri rettilinei tutte le volte che egli sia di ugual densità in tutta la sua massa, come effettivamente si è l'acqua, l'olio, ed altri fluidi di simigliante natura. La cosa però va tutt'altrimenti nei fluidi di diversa densità, com'è l'aria, la quale abbiám veduto esser variamente densa nelle varie altezze al disopra della superficie terrestre (§ 692). Per la qual cosa si rende chiaro, che i raggi tramandati dai corpi celesti, oltre alla rifrazione a cui soggiacciono nell'internarsi dentro l'atmosfera (§ 1211), debbono soffrirne parecchie altre nel discender fino a noi; e quindi che il lor sentiere è veramente tortuoso; comechè poi le direzioni parziali dall'uno all'altro punto di rifrazione sieno effettivamente rettilinee.

1215. Immaginatoci ora; che un raggio di luce già rifratto per essersi internato in un mezzo più denso, torni ad uscire da quello per l'opposta superficie, affin di penetrare di bel nuovo nel mezzo più raro. Le leggi, cui egli seguirebbe in tal caso, non si possono in verun modo determinare senza che altri abbia riguardo alla qualità d'entrambe le superficie del mezzo, con cui egli è costretto di attraversare. E poichè questo è precisamente il caso delle lenti, giusto è che prendiamo a ragionarne in questo luogo.

A R T I C O L O I V .

Delle varie specie di Lenti, e delle loro proprietà rispettive.

Tav. II.
Fig. 5.

1216. **P**rima di entrare in questa materia, fa mestieri premettere che i raggi di luce, che attraversano da parte a parte un corpo diafano, le cui superficie fossero perfettamente parallele, come è appunto R S T V, comechè sieno rifratti due volte nei punti B, ed F, per cui s'internano, e n'escon fuori, tuttavolta la lor direzione rispettiva non si altera in verun modo; cosicchè prosiegua eglino ad esser paralleli se vi sono entrati in tal direzione (10); oppur conservano lo stesso grado di convergenza, o divergenza, con cui per avventura vi si sono internati. Questo è ciò che avvenir suole generalmente in tutti i vetri piani; i quali per conseguenza non alterano punto la grandezza degli oggetti veduti pel loro traverso.

1217. Ma quei vetri che servir debbono agli usi ottici, sogliono lavorarsi in maniera, che la loro superficie sia piana da una parte, e convessa dall'altra, oppur convessa in ambe le facce. Taluni hanno una superficie piana, e l'altra concava: e ve n'ha di quelli,

(10) Il seno dell'angolo d'incidenza ABD al seno dell'angolo refratto FBD (come si è detto nella nota antecedente) è in una ragione costante. Essendo BF fuori del vetro, ed entrando nell'aria si scosta dal perpendicolo GF, prendendo la direzione FI: si prolunghi IF verso EB, finchè tagli DE in d: passando BF dal vetro nell'aria, il seno dell'angolo d'incidenza al seno dell'angolo di refrazione sta come 2 : 3, e nel primo caso come 3 : 2; dunque, per esser GF perpendicolare ad VT, saranno BE, FG parallele, e l'angolo d'FG l'angolo refratto, come si vede chiaro prolungando GF; dunque perchè si fa nell'aria la refrazione (27, l. I.) $dFG = FdE$, ma $Gfd = ABD = dBG$; dunque $FdE = dBG$; e però ABG, dFI sono parallele. Ecco perchè non alterano nè la grandezza, nè la distanza degli oggetti, veduti che sieno pel loro traverso.

li, i quali sono concavi in ambedue le superficie. I vetri conformati in questa guisa diconsi *Lenti*; ed a tenore dell'accennata forma delle loro superficie si denominano *piano-convesse*; *convesso-convesse*; *piano-concave*; e *concava-concave*. Vi è anche il *menisco*, ch'è concavo da una parte, e convesso dall'altra; ma oggigiorno non è più in uso, poichè la lente piano-convessa è molto più atta a far le sue veci.

1218. Abbenchè le leggi, cui siegue la luce nell'attraversare le riferite specie di lenti, sieno in tutte le medesime, nondimeno però la diversità delle loro superficie vien poscia a cagionare diversi risultati, siccome ora vedremo coi fatti.

1219. Esaminiamo prima d'ogni altra la lente piano-convessa ABC, su cui cada il raggio FG parallelo all'asse BD della lente. Essendo BC la superficie rifrangente: la perpendicolare tirata nel punto d'incidenza G, verrà espressa EH. Che però il raggio FG derivando dal suo sentiere GI; e dovendosi accostare alla perpendicolare EH (§ 1206), uopo è che siegua il sentiere GD, o altro simigliante, che si andrà ad intersegar coll'asse BD nel punto D (11). E poichè lo stesso accader deve a tutti gli altri raggi paralleli ad FG; è facile il dedurre che tutti co-

Tav. II.
Fig. 6.

M 3 de-

(11) Potendosi considerare la superficie di una sfera come composta di un numero di piani infiniti, e fra loro inclinati, sotto un angolo infinitamente ottuso, ne viene che il raggio sarà perpendicolare a quella piccolissima superficie piana, che corrisponde all'estremità del detto raggio; onde supponendo FG parallelo all'asse BD, sarà $FGH = EGI = BEG$, angolo d'incidenza, ed EGD angolo di refrazione; si sa poi che $BEG + GED = 180^\circ$; perciò $EGI + GED = 180^\circ$, e perciò EGD + GED minori di 180° , dovendo GD accostarsi al perpendicolo EG, e quindi concorrere in un punto dell'asse.

Tav. II.
Fig. 6.

Corollario. Quindi, per la Trigonometria, $GD : DE :: \text{sen. } BEG : \text{sen. } EGD$; e ponendo FG, BE assai vicine, DG non differirà sensibilmente da DB, e però $DB : DE :: \text{sen. } BEG : \text{sen. } EGD$, cioè come il seno dell'angolo d'incidenza a quello di refrazione. Dal che ne viene questo teorema: la distanza DB dal foco alla superficie della sfera sta alla distanza compresa tra il foco ed il centro; cioè DE, nella indicata ragione.

desti raggi andranno a concorrere nel punto D, o in altro esistente nell'asse BD (12), il qual punto suolsi denominare *Foco reale*. La superficie ABC, siccome vedete, è un segmento della sfera ABCD; ed è dimostrato che in una lente piano-convessa il rammenta-

to

Tav. 2.
in fine
Fig. 2.

(12) Per ciò dimostrare, si rende necessario di premettere un teorema che servirà come di fondamento alla soluzione del problema enunciato dall'autore: mentre, trattandosi di lenti piano-convesse, ec. non si deve lasciare ignaro il lettore della soluzione di quei problemi, che come riguardanti le lenti, formano la base della Diottrica: perchè nelle lenti di cui sono formati i microscopj ed i telescopj, consiste l'uso loro e la spiegazione.

Teorema. Se il raggio di luce NH passa da un mezzo raro x in un più denso ABCQ avente la superficie ABC piano e parallele, sarà NO, cioè la distanza del punto raggiante dalla superficie del mezzo più denso, alla distanza MO compresa tra la superficie AB ed il punto M che si ha dal prolungamento del vaggio refratto SH, come il seno dell'angolo di refrazione al seno dell'angolo d'incidenza, supposto che sia il punto H assai vicino al punto O, cioè sarà NO : MO :: NH : MH.

Dimostrazione. Non soffrendo NH alcuna refrazione, si propagherebbe per dritto come NF, ma in H si refrange, passando per ipotesi in un mezzo più denso; diverrà perciò SH, accostandosi al perpendicolo RI: si prolunghi SH finchè incontra in un punto M la ON prolungata (questo punto dicesi foco imaginario). Dal punto M si tiri MB parallela alla NH: saranno simili i triangoli OMB, ONH, perciò ON : OM :: NH : MB; e per essere MB maggior di MH (20, l. 1), sarà ON : OM in minor ragion di NH : MH; ed essendo H vicinissimo ad O, sarà senza error sensibile NH : MH :: ON : OH :: sen. NMH : sen. ONH; ed essendo NMH = RHN = MHR = SH I angolo di refrazione, ed HNO = NHR angolo d'incidenza, si vede chiara l'enunciazione del Teorema, C. D. D.

Corollario. E se il punto raggiante fosse S, sarebbe SHI = MHR = HMN angolo d'incidenza, che prima era di refrazione, e perciò NHR = ONH quello di refrazione; onde sarebbe in tal caso NH : MH :: sen. NMH : sen. ONH, come il seno dell'angolo d'incidenza al seno dell'angolo di refrazione, cioè, per il teorema, NO : MO :: sen. NMH, sen. ONH, cioè in questo caso la distanza dal foco vero N, cioè NO, alla distanza MO del foco imaginario dalla stessa superficie AB, come il seno dell'angolo d'incidenza a quello di refrazione.

to foco D, ossia il punto di riunione di tutti i raggi che l'attraversano, è distante dal vertice B della lente per l'intero diametro BD dell'anzidetta sfera (13). Ciochè ci somministra un mezzo agevolissimo, e sicuro per poter rintracciare il foco di qualsivoglia lente piano-convessa.

1220. Il medesimo effetto succede eziandio se gli anzidetti raggi paralleli vadano a cadere su di una
M 4 len-

(13) Per esser la teoria delle lenti una delle cose più importanti per la luce refratta, non ci possiamo dispensare di darne la dimostrazione a' suoi rispettivi luoghi, inserendo all'uopo alcune elementari nozioni. Daremo frattanto il seguente.

Problema. Sia data la lente piano-convessa QKEB, di cui sia nota la grossezza $KM = g$, come pure il raggio $LK = a$, trovar FM distanza della superficie piana QB dal foco, ossia trovar il foco F.

Soluzione. Il raggio incidente HE sia parallelo e vicinissimo all'asse LK; è chiaro che, dopo la prima refrazione in E, si accosterà al perpendicolo CE già supposto tirato, e perciò dovrà concorrere in un punto dell'asse per es. G (nota 11). Sia ^{Tav. agg. in fine Fig. 3.} la ragione (lo ch'è sempre noto dall'esperienze fatte) del seno dell'angolo d'incidenza a quello di refrazione $p : q$; sarà (vedi la nota antecedente) $p : q :: GE : EC$; onde $p \cdot q : p ::$

$$GE \cdot GC = GK, \quad GC = CK : GK; \quad \text{onde } GK = \frac{pCK}{p-q};$$

$$\text{e perciò } GK \cdot KM = GM = \frac{pCK}{p-q} - KM = \frac{p^2 a}{p-q} - g. \text{ Ma anche in N si refrange; dunque deve scostarsi dal perpendicolo NX tirato al punto N, perchè passa da un mezzo denso in un più raro; perciò (vedi la nota antecedente } p : q :: GN = (GM) :$$

$\frac{qGM}{FM}$, onde $MF = \frac{q}{qGM}$, e sostituito il valore di GM di sopra

$$\text{trovato, sarà } MF = \frac{q}{p} \left(\frac{p^2 a}{p-q} - g \right) = \frac{q p^2 a}{p(p-q)} - \frac{q g}{p} = \frac{q^2 a}{p(p-q)}, \text{ per}$$

esser la grossezza g cioè $\frac{q g}{p}$ nella pratica insensibile; la ragione

$$\text{poi di } p : q \text{ dall'aria del vetro è come } 3 : 2, \text{ dunque } MF = \frac{2 a}{3} = a. \text{ C. D. D.}$$

lente convesso-convessa: col solo divario, che laddove nella piano-convessa vanno egliino a concorrer tutti nel punto D, in distanza del diametro della dichiarata sfera, nella convesso-convessa M N O si vanno a riunire nel punto P, che è il centro di M N O X, inguisachè il foco in questa specie di lente è distante dal vertice N pel semplice raggio della sfera (14), di cui la convessità MNO trovasi essere un segmento.

1221.

Tav. II.
Fig. 7.

Tavi agg.
in fine
Fig. 4.

(14) Si rende affatto necessario di premettere un problema ed un teorema per quindi dimostrare questa proprietà delle lenti convesso-convesse di essere uguale al raggio della convessità la distanza dal foco al vertice:

Problema. Da un mezzo denso Z, partendo un raggio di luce dal punto raggianti p situato nell'asse PD, e cadente assai vicino al punto B sulla superficie convessa SBR di un noto raggio CB del mezzo più raro X; determinare il punto F (detto foco immaginario) che nasce dal prolungare il raggio refratto nR.

Soluzione. Sia data pB = m, CB = a, ed FB = X. Il raggio pR passando da un mezzo più denso in un più raro, dovrà scostarsi dal perpendicolo CR: sia questo allontanamento nR; si prolunghi verso l'asse finchè concorra in un punto; dal dato centro C si tiri Cm perpendicolare alla Fn, e così CL sopra pR prolungata: è chiaro che Cm è seno dell'angolo di refrazione CR, che si denominerà q, e che CL è seno dell'angolo d'incidenza CRL = pRy che si denominerà p. Per ipotesi R è pochissimo distante da B, perciò senza error sensibile BR si può prender per una retta; onde sono simili i triangoli FBR, CFm, e così pCL, pBR; onde FC: FR =

$$FA :: Cm : BR, \text{ cioè } a + x : x :: q : \frac{qx}{a+x} = Br; \text{ nel}$$

$$\text{secondo caso sta } pC : pB :: CL : \text{ cioè } a + m : m :: p : \frac{pm}{a+m} = BR, \text{ dunque } \frac{qx}{a+x} = \frac{pm}{a+m}; \text{ e ridotte al comun}$$

denominatore, sarà $(a + m) qx = (a + x) pm$; d'onde, com'è chiaro, viene $(a + m) qx - pmx = pam$, perciò (l. 4, l. 6) $(a + m) q - mp : pa :: m : x$, cioè $qa + qm - mp : pa :: m : x$, cioè, facendo la sostituzione, $qBC + (q - p) pB : pBC :: pB : BF = x$; sicchè essendo noti i tre primi termini si ha x. C. D. D.

Teorema. Se sia O un punto raggianti ed esistente nel mez-

1221. Ciò però vuolsi intendere qualora le convessità MNO, MRO, sieno amendue uguali; conciossia-

Tav. II.
Fig. 7.

mezzo X più denso di quello di Z tendente in R poco distante da B, ed in maniera che OR sia convergente nell'asse all'insù, e cada nella superficie concava SBR di un noto raggio, e sia diviso inoltre BD in C, tocchè sia DB : DC :: q : p, cioè in ragione del seno dell'angolo refratto a quello d'incidenza, dopo la refrazione concorrerà in F, in maniera che sarà pD : pC :: pB : pF.

Dimostrazione. Per ipotesi DB : DC :: q : p, dunque $DB = \frac{pBC}{q-p}$,
— DC = BC : DC :: q — p : p, onde $DC = \frac{q-p}{qBC}$,
perciò, confrontando il primo termine della seconda analogia col primo della prima, si avrà BC : DB :: q — p : q, onde $DB = \frac{qBC}{q-p}$; dunque $pD = pB + DB = \frac{qBC}{q-p} + pB = \frac{qBC + (q-p)pB}{q-p}$; perciò, prendendo i termini analoghi,

— pD : DC :: qBC + (q-p)Bp : pBC; ma (per il probl. ant.) qBC + (q-p)Bp : pBC :: pB : BF = x; dunque pD : DC :: pB : BF; dunque pD : pD — DC : pB : pB — BF; cioè pD : pC :: pB : pF, C. D. D.

Sia Ne pyd una lente convesso-convessa: sia il raggio di luce xp parallelo ed assai vicino all'asse MR; sia C il centro del segmento sferico Nep, ed O quello di Ndy, e sieno dati i raggi Cp della lente Nep, ed Oy della lente Ndy, e la grossezza de; dimostrar l'assunto.

Dimostrazione. Essendo per ipotesi xp parallelo ed assai vicino ad Me, per le cose dette nel §. ant., xp si refrangerà in p, e s'accosterà al perpendicolo Cp; sia questo deviatamento pR: sarà Rp = Re appunto perchè vicinissimo, ed il raggio py passando dal vetro nell'aria dovrà scostarsi dal concetto condotto perpendicolo Oy, e concorrere in un punto dell'asse. Quindi per il teorema prec. può farsi RM : RO :: Rd : RF; ma RM = Re + Md — ed, RO = do — ed, Rd = Re — ed;

Tav. agg.
in fine
Fig. 3.

Dunque facendo che la grossezza della lente sia piccolissima, cioè non curabile rapporto alla pratica, cioè ed = 0, sarà, fatta la sostituzione R, e + md : Re + do :: Re : RF; onde $RF = \frac{Re(Re + do)}{Re + md}$; ed essendo (nota 13) Re : RC

:: 3

siachè in caso contrario il metodo per determinare la distanza focale, si è quello di dividere il prodotto dei raggi di entrambe le convessità per la metà della loro somma; poichè il quoziente esprimerà la distanza richiesta. Così, per cagion d'esempio, se il raggio di MNO sia di 12 pollici, e quello di MRO sia di 8; moltiplicando l'uno per l'altro, si avrà per prodotto 96. Laonde dividendo 96, che è il prodotto dei raggi, per la metà della loro somma, che è 10, il quoziente $9\frac{6}{10}$ esprimerà la distanza focale della lente M N O dal vertice N.

1222. In grazia di coloro che non volessero far uso dei metodi fin qui proposti per poter determinare il foco d'una lente dell' indicata specie, proporremo brevemente un metodo meccanico ugualmente certo e sicuro. Prendasi la lente, sia ella piano-convessa, oppur convesso-convessa; e tenendola esposta ai raggi del sole contro d'un piano qualunque biancheggiato, si accosti, oppur si allontani da quello fino a tanto che i raggi, che ella raccoglie, vadano ivi a formare un picciol cerchio luminoso, che è l'immagine del sole. Ridotto che sia cotesto cerchio alla minima pic-

cio-

:: 3 : 2, poichè la refrazione succede nel vetro, sarà $Re : Re - RC :: 3 : 3 - 2 = 1$; onde $Re = 3Ce$; e così $Mc = 3do$. Dunque

$$RF = \frac{3Ce + 3do}{3m(3m+r)}$$

Sia $do = r$, $Ce = m$, sarà $RF =$

$$\frac{3m + 3r}{3(3m^2 + mr)} = \frac{m + r}{3m^2 + mr}$$

duinque

$$Re - RF = Fe = Fd, \text{ trascurando la piccolissima } de, \text{ cioè}$$

$$Fe = 3m - \frac{m+r}{3m^2 + mr} = \frac{3m(3m^2 + mr) - m - r}{3m^2 + mr} =$$

$$\frac{9m^3 + 3mr^2 - m - r}{3m^2 + mr}$$

, e supponendo che le superficie di queste lenti sieno seg-

menti eguali di sfere eguali; cioè $m = r$, sarà $Fe = \frac{2r}{2r} =$

r , C. D. D.

ciolezza possibile coll'accostare, o discostar la lente, la sua distanza dalla lente medesima ci esprimerà il fuoco di essa. Si può ottenere questo similmente coll'avvicinare, o allontanare la lente dal muro d'una stanza, anche quando non vi sia sole, fino a che scorgasi quivi dipinta con distinzione, o in tutto, o in parte, una finestra, o un altro simile oggetto che le stia a rincontro.

1223. Posciachè i raggi SP , TP , ec., si vanno a raccorre nel fuoco P , se egli avvien mai, che non si presentino loro alcuna sorta d'ostacolo, atto ad impedire il lor progresso, l'intersecano quivi scambievolmente, e quindi prosieguaono il lor corso nelle direzioni PV , PX , ec., cosicchè si rendono divergenti: e se mai essendo eglino in tale stato, vengasi a presentar loro un'altra lente convessa VX , sono da quella rifratti in guisa, che n'escono poscia paralleli corrispondentemente a ciò che si dichiarerà or ora, e nel modo che si scorge nella qui annessa Figura.

1224. Per la stessa ragione, per cui i raggi FG , KL , ec., i quali cadono in direzion parallela sulla lente piano-convessa ABC , dopo la rifrazione rendonsi convergenti, e si van tutti ad unire nel fuoco D , in distanza dell'intero diametro della sfera, di cui ABC n'è un segmento, dee necessariamente avvenire che varj raggi di luce, i quali partendo divergenti dal punto D (come sono appunto DL , DG , e i loro intermedj), vadano ad attraversare la lente medesima, debbono uscir fuori da quella in direzion parallela, come sono LK , GF , e tutti quegli altri, che tra essi si frappongono. La qual cosa avvenir deve ugualmente nella lente convesso-convessa MNO tutte le volte che i raggi partano divergenti dal punto P , che è il centro della sfericità della lente.

1225. Che se il punto raggianti sia collocato in maggior vicinanza alle accennate lenti di quel che sono i loro rispettivi fochi D e P ; in tal caso i raggi da esso lanciati, come ognun vede, tra se divergenti, proseguiranno a divergere più, o meno, secondochè il detto punto sarà più, o meno vicino a quelle tali lenti: e per difetto della loro unione neppure in questo caso si formerà veruna immagine di quel

Tav. II.
Fig. 7.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 6. 7.

Tav. II.
Fig. 8.

quel tal punto. Ove poi il punto raggiante fosse più distante dalle lenti di quel che lo sono i loro fochi, com'è di fatti il punto E, che è molto più discosto dalla lente CB di quel che sia il foco D; i raggi dopo d' essersi rifratti uscirebbero dalle lenti con convergenza più, o meno notabile, atta a farli riunire in un punto, la cui distanza dal vertice di quelle è maggiore, o minore, secondochè il detto punto raggiante è più prossimo, o più discosto dai rispettivi lor fochi: ed in cotal punto di unione formerassi l'immagine del punto raggiante testè mentovato. E poichè siegue lo stesso di ogni altro punto A, F, ec., collocato al di là dell'anzidetto foco D, è agevole il dedurre che i raggi tramandati dai punti visibili di qualunque oggetto (suppongasi A F) collocato in quella tal distanza, si andranno a raccogliere in altrettanti punti corrispondenti nell'opposta parte della lente, ove rappresenteranno al vivo l'immagine di esso, nella guisa appunto che i raggi A C, A B, A L, si uniscono in I; E C, E L, E B, si raccolgono in H; ed F C, F L, F B, vansi ad unire nel punto G. La qual cosa succedendo ugualmente per rapporto ai punti intermedi, l'intero oggetto A E F vedrassi rappresentato in G H I, quantunque tutto al rovescio; e ciò per cagione della scambievole intersezione dei raggi mentovata nel § 1223, come si ravvisa nella Figura.

1226. In questo caso la distanza dell'immagine G I è sempre reciproca a quella dell'oggetto A F: intendo dire, che a misura che l'oggetto A F si accosta alla lente C B, l'immagine G I se ne discosta, e così a vicenda. Giusta la proporzione di un tale allontanamento si aumenterà eziandio la sua grandezza lineare, ossia la sua altezza e larghezza, conciossiachè per ragione della simiglianza dei triangoli G L I, A L F, A F, ch'è la lunghezza dell'oggetto, è a G I, ch'è la lunghezza dell'immagine, come A L, oppure E L, che è la distanza dell'oggetto dalla lente, è a G L, ovvero H L, che è la distanza dell'immagine dalla lente stessa. Quindi è poi, che la superficie dell'immagine G I sarà come il quadrato della indicata sua distanza dalla lente C B, e la sua solidità in ragione del

del cubo della distanza medesima, siccome vien dimostrato in Matematica.

1227. Abbenchè i raggi tramandati dal sole e dagli altri corpi celesti, vengano a noi assai divergenti (§ 1198), attesa nondimeno la sterminata lontananza di tali astri, riguardar si sogliono dagli Ottici come tra se paralleli. Or poichè i raggi paralleli rifratti da lenti piano-convesse, oppur convesse di entrambe le parti, vanno tutti a concorrere in un punto, che nelle prime è costituito nell'estremità del diametro (§ 1219), e nelle seconde nel centro della loro convessità (§ 1220): ne dee necessariamente seguire che queste specie di lenti esposte ai raggi solari gli faranno convergere nel lor foco: in forza di tale unione dovrà crescere la loro intensità; e dovranno eglino conseguentemente rendersi più attivi. Ecco la ragione, onde avviene che parecchi corpi combustibili esposti al foco dichiarato veggonsi divampar nell'istante. Egli è cosa trivialissima l'accender l'esca, la polvere, il legno, mercè di picciole lenti ordinarie della riferita natura, ma gli effetti che si producono da lenti particolari di una notevole grandezza, sono veramente ammirabili. E' celebre quella di Parigi costrutta dal signor de Berniere, e detta del sig. Trudaine, che la fece costruire a sue spese. Ella è formata di due segmenti di sfera insiem congiunti per via del loro orlo alla guisa di un piatto, che ne ricuopra un altro simile a se: il voto che vi rimane frammezzo, è ripieno di spirito di vino. Esposta ella ai raggi del sole abbrucia nell'istante parecchie sorte di corpi combustibili, e fonde nel tratto di pochi secondi il rame, l'argento, e l'oro, esposti al suo foco, che è distante dal suo vertice poco meno di undici piedi. Il genio insigne dell'ingegnoso Parker lo ha tratto, non ha guari, a fonder delle lenti ustorie di grandezza notabilissima, ed ha egli avuto in ciò un sì felice successo, che mercè la loro prodigiosa efficacia praticar si possono esperimenti di ogn sorta, ove altri richiegga un vigore straordinario ne raggi solari.

1228. Nel far uso di tali specie di lenti non si vede giammai, che i raggi rifratti vadano poscia a
con-

concorrere tutti in un sol punto, come si è di sopra dichiarato, ma si scorge costantemente, che essi formano un picciol piano circolare, più, o meno grande a tenore delle circostanze. Ciò procede principalmente dalla convessità della lente, la quale fa sì, che i raggi vicini all'asse vadansi ad unire in un punto più lontano dal suo vertice, di quel che sieno gli altri punti, ove concorrono insieme i raggi prossimi all'orlo. Al che si aggiugnè poi la diversa rifrangibilità dei raggi stessi, come si dirà un poco più innanzi.

1229. E' ovvio l'immaginare, che a cose pari; quanto è più picciolo il detto cerchio luminoso, ovvero il foco di una lente, altrettanto cresce il suo potere di abbruciare, poichè i raggi vi si addensano vie-maggiormente. Che però la densità dei raggi raccolti dalla lente, sarà alla natural densità dei raggi stessi, onde son lanciati su di quella, come l'aja, ossia la superficie della lente che gli riceve, all'aja dell'immagine circolare del foco (1228): e conseguentemente il natural calore dei raggi solari sarà al calore che essi hanno nel foco della lente, come la superficie di questa alla superficie di quello. Or constando dalla esperienza, che il calore del fuoco di legna supera di 35 volte il massimo calor del sole, è naturale il concepire, che per far sì, che una lente sia atta a produrre un calore uguale a quello del fuoco, uopo è assolutamente, che ella condensi di tanto i raggi della luce, che la superficie del suo foco (che altro non è se non se una picciola immagine del sole) uguagli $\frac{1}{35}$ della superficie della lente. Onde è poi, che a misura che il foco si andrà minorando, si accrescerà la sua efficacia al disopra di quella del fuoco indicato. Paragonando dunque amendue le dichiarate superficie, si potrà agevolmente rilevare il rapporto tra il naturale calor del sole, ovver del fuoco, e quello che vien prodotto dalla lente.

1230. Dall'esame delle lenti convesse uopo è passare a quello delle concave. Suppongasi dunque, che il raggio E F cada sulla lente piano-concava A B C in direzione parallela all'asse D B. Essendo I K la retta perpendicolare al piano rifrangente A B C; giun-

Tav. II.
Fig. 9.

10

to il detto raggio in F, uopo è che travii dalla sua direzione FM, per approssimarsi ad FK (§ 1189). Laonde descriverà egli il sentiere FL, il quale prolungato in su, andrà a segare l'asse DB nel punto D: la qual cosa accadendo in simil guisa al raggio GH, e a tutti i loro intermedi, si rende manifesto che i raggi paralleli sono rifratti in modo da una lente piano concava, che la lor direzione è la medesima di quel che sarebbe se fossero lanciati in direzion divergente da un punto distante dal vertice della lente per l'intero diametro della sua concavità. Così i raggi rifratti FL, HN, sembrano procedere dal punto D, ch'è il punto estremo del diametro DB. Codesto punto immaginario dicesi *foco negativo*, ovvero *foco virtuale*.

1231. Lo stesso accade se i raggi paralleli AB, CD, vengano rifratti dalla lente concavo-concava B E D; col solo divario, che laddove nella piano-concava i raggi prolungati all'indietro vanno a concorrere ad un punto, che è distante dal vertice della lente per l'intero diametro della sua concavità, in questa al contrario un tal foco virtuale è nel centro della concavità stessa, e per conseguenza distante dal vertice E pel solo suo semidiametro (15). Così i raggi

(15) Problema *Supposto che D è cada parallela all'asse F s in una lente concavo-concava di due porzioni eguali di sfere, cioè che i raggi sieno eguali; si propone di determinar la distanza del foco della superficie concava.*

Soluzione e dimostrazione. Per ipotesi D è parallela all'asse Fa, e parte da un mezzo raro passando in uno più denso; dunque deve accostarsi al perpendicolo De, supponendosi D centro della superficie concava e a, e prenderà p. es. la direzione er; si prolunghi re finchè incontri un punto F dell'asse Fs; sarà (note 11, 12) Fa : Fd :: p : q; onde Fa : Fa — Fd = da ::

$$p : p - q; \text{ dunque } Fa = \frac{p \cdot da}{p - q} \cong \frac{p \cdot r}{p - q}, \text{ se } da = r. \text{ Questo}$$

stesso effetto sarebbe stato prodotto dal punto raggiante P posto dentro del vetro e cadente nella direzione Fry sulla superficie convessa di un mezzo più raro ron (nota 14 probl.). In questo caso Fr nel refrangersi nel punto r deve scostarsi dal

peo

gi AB, CD, sono rifratti talmente verso IG e KH, come se fossero stati tramandati dal punto F nelle direzioni FI ed FK.

1232. Dalle quali cose vuolsi conchiudere come per regola generale, che la proprietà delle lenti concave si è quella di far divergere i raggi; siccome dalle cose riferite di sopra risulta manifestamente, che le lenti convesse hanno il potere di renderli convergenti; essendosi già dimostrato, che elleno fanno convergere i raggi paralleli, e rendono paralleli i raggi divergenti (1220 , 1224).

perpendicolo Lo, e prolungato concorrere in un punto dell'asse, p. es. m. Suppongasi ora che dal punto m situato nell'aria parta un raggio di luce, e cada sopra la superficie convessa di un mezzo più denso: in questa ipotesi sarebbe m r z angolo d'incidenza, ed y r l quello di refrazione, poichè y r deve accostarsi ad L r; onde m r z è angolo d'incidenza se parte da m, di refrazione se viene da e r; onde, se si faccia (nota 14) s o t s L :: p : q, cioè come s e n - m r z :: s e n - y r L, si avrà s o

$$: s o - s L :: p : p - q ; \text{ onde } s o = \frac{p o L}{p - q} = \frac{p d}{p - q}, \text{ se si}$$

ponga o L = d. Dunque Fa + s o = F s (trascurandosi la grossezza del vetro o a, perchè si suppone picciolissima) sarà

$$F s = \frac{p r}{p - q} + \frac{p d}{p + q}; \text{ ma pel teorema (nota 14) } F s : s L =$$

$$s o :: o L : F o :: o m : F a :: a m, \text{ per esser } o a = \frac{x}{\infty}; \text{ dunque}$$

$$\frac{p r + p d}{p - q} : \frac{p d}{p - q} :: \frac{p r}{p - q} : a m = x, \text{ cioè, per le proposizioni}$$

$$\text{dimostrate } p r + p d : \frac{p d}{p - q} - d = \frac{q d}{p - q} :: p r : x; \text{ onde } x =$$

$$\frac{p q d r}{p q d r} = \frac{p q d r}{p q d r} = \frac{p d r}{p d r}$$

$$\frac{(p - q)(p r + p d)}{2 r r} = \frac{(p - q) p (r + d)}{2 r r} = \frac{(p - q)(r + d)}{2 r r},$$

quando i segmenti delle superficie non sono eguali; ma per ipotesi r = d; e p = 3, q = 2, poichè la refrazione succede

$$\text{nel vetro; dunque } x = \frac{2 r r}{(3 - 2)(r + r)} = \frac{2 r r}{2 r} = r.$$

1233. Dall' essersi detto costantemente in tutto il tratto di questo Articolo, che i raggi di luce scagliati su i varj mezzi vengono a soffrire una data rifrazione, sarebbe erroneo il dedurre che tutt' i raggi, che su di essi si tramandano, vadansi a rifrangere. S' egli è pur vero, che non ci si può render visibile verun punto di un oggetto senza che da quello ci si tramandi all' occhio un raggio di luce; e s' egli è cosa indubitata, che noi possiam vedere l' interna sostanza d' una lente, una massa d' acqua chiara fino al suo fondo, e così altri corpi trasparenti; non si durerà fatica a persuadersi, che tra i varj raggi tramandati su varj mezzi, alcuni si rifrangono, e gli attraversano da parte a parte, altri vengono rimbalzati indietro della loro superficie, altri dal lor fondo, e da tutte le parti intermedie, posciachè vi si sono internati, e sono stati quivi rifratti: ond' è poi, ch' egliino ci rendono visibili codeste parti accennate.

1234. Parecchi Fisici sono d' opinione, seguendo le idee cartesiane, che il deviamiento, cui soffre la luce nel trapassare diversi mezzi, debbasi attribuire alla sensibile alterazione prodotta nella sua velocità dalla varia resistenza de' mezzi stessi, siccome abbiain veduto accadere negli altri corpi (§ 307). E poichè a tenor di questa ipotesi, trapassando la luce da un mezzo raro in un denso, dovrebbero discostare dalla perpendicolare, come si è detto (§ *ivi*); attengono si egliino al partito di dire, ch' ella passa con maggior libertà pel vetro, per l' acqua, ec.; di quel che passi per l' aria. Newton all' opposto stabilisce per cosa indubitata, che il deviamiento indicato derivi unicamente dalla diversa forza attrattiva pe' mezzi divisati; cosicchè cadendo, esempigrazia, il raggio *AB* obliquamente dall' aria nell' acqua, la cui densità e il cui potere attraente sono maggiori di quelli dell' aria, per esser maggiore il numero delle parti che attraggono; verrà egli per necessità attratto dall' acqua: e poichè l' indicata forza di attrazione opera nella direzione *BE*, perpendicolare alla superficie *BS* del detto mezzo, dovrà egli abbandonare la sua direzione primitiva *BG*, e quindi portarsi lunge *BC* (§ 212). Per la ragione stessa il raggio *CB* uscendo dall' acqua nell'

Tav. II.
Fig. 5.

TOMO IV.

N

aria,

aria, e venendo tratto ugualmente dal mezzo più denso R S nell'indicata direzione B E, forz'è che declini dalla perpendicolare D B per seguire il sentiere B A, che più si accosta al divisato mezzo R S.

1235. Le ragioni, ond' egli fu tratto ad abbracciare la riferita sentenza, non sono per verità di picciol peso. Imperciocchè se la rifrazione della luce derivasse dalla varia resistenza de' mezzi, dovrebbe necessariamente seguirne, che mezzi della stessa densità dovrebbero *sempre* produrre, a cose pari, il medesimo grado di rifrazione; e quelli di diversa densità tutt' al contrario. Ciò però ripugna manifestamente all' esperienza, la qual ci mostra, che un raggio di luce soffre della rifrazione facendosi strada dal vetriolo nell' alumine, malgrado d' esser egli ugualmente denso; che passa irrefratto dall' olio d' ulive nel borace (ch'è una materia salina dotata di tutte le proprietà d' un tale neutro), quantunque la densità di questo superi quasi del doppio la densità di quello; e finalmente che trapassando egli dall' acqua nell' olio di trementina, ch'è meno denso dell' acqua, si accosta alla perpendicolare contro la legge, a cui egli generalmente soggiace in altre specie di corpi (§ 1206). Risulta in somma dalle osservazioni di Newton, che le sostanze olose, sulfuree, spiritose, ec., hanno un potere rifrattivo molto maggiore di quello che si ravvisa in altre sostanze di più notevole densità. Finalmente osservasi col fatto, che un raggio di luce obbligato a passare framezzo a' tagli di due coltelli, situati in direzion parallela in picciolissima distanza l' un dall' altro, declina sensibilmente dal suo primitivo sentiere in virtù della forza attraente de' tagli mentovati. Le quali cose rendono per verità molto credibile la già dichiarata sentenza newtoniana.

AR-

ARTICOLO V.

*Della Struttura dell'occhio, e del modo meccanico,
onde si esegue la Vista.*

1236. **F**ra gli strumenti diottrici inventati finora in forza dell'umano ingegno, non ve n'ha alcuno, che metter si possa al paragone dell'occhio, il quale per verità supera di gran lunga tutti gli altri in perfezione ed eccellenza. La maniera più semplice e più naturale per concepirne la struttura, si è quella d'immaginarsi uno de' nervi ottici K, il quale introdottosi appena dentro l'orbita, ossia nella cavità ossea, destinata dalla Natura per comodo ricettacolo dell'occhio, diveste la sua polpa della dura e pia madre, che son due membrane che lo tengono avviluppato, per quindi espanderle tutt'all'intorno, e conformarle alla guisa d'un picciol globo. Figuratevi dunque prima di tutto la dura madre ridotta a formare il primo involto esteriore dell'occhio ABC, a cui si dà il nome di *Sclerotica*, ossia di *Cornea opaca*. Lascia ella però un foro notabilissimo AC nella sua parte anteriore, il quale vien coperto da una membrana sferica alquanto prominente AFC, che alla guisa del cristallo d'un oriuolo vi s'incassa appunto, e vi rimane fortemente aderente. Essendo questa trasparentissima al par d'una lamina di corno assottigliata con diligenza; ed essendo formata in simil guisa di parecchi strati strettamente affaldellati l'uno sull'altro, si suol denominare perciò *Cornea trasparente*, a differenza della sclerotica, che abbiám detto essere opaca. Taluni han creduto ch'entrambe siffatte membrane fossero la stessa cosa. Parecchi negano d'altronde, che la sclerotica, e l'altra membrana sottoposta, di cui or ora parleremo, sieno una continuazione della dura e pia madre, siccome noi abbiám proposto di riguardarle: e a dire il vero v'è da ragionare su di ciò in pro ed in contro.

1237. Tutta l'interna superficie della sclerotica trovasi foderata dalla *Coroide arBob*, derivata, siccome

Tav. II.
Fig. II.

Fig. II.

N 4

al-

alcuni credono, dall' espansione della pia madre (§ 1236): la sua faccia riguardante la sclerotica, alla quale si congiugne mercè d'una tessitura cellulare, ugualmente che per via di nervi e di vasi sanguigni, è tinta d'un bel nero. Si dà il nome di *membrana ruischiana* ad una rete vascolosa di ammirabile struttura, che ricuopre dappertutto la divisata faccia della coroide. Giunta questa in picciola distanza dall' orlo della sclerotica immediatamente unito alla cornea (§ 1236), vi si attacca intorno intorno per via di un forte tessuto cellulare, a cui si dà poscia la denominazione di *legamento cigliare*, ossia di *anello cigliare*: indi spandendosi in giro da' varj punti di quello in direzion verticale, costituisce una specie di diaframma, ossia di tramezzo *rabo*, quasi parallelo al piano della cornea A F C. Trovasi egli guernito d'un foro circolare *ab*, che dicesi *pupilla*, atta a dilatarsi, oppure a ristringersi secondochè si richiede una maggiore, o minor quantità di luce, per via di alcune fibre, le quali partendo alla guisa di altrettanti raggi della circonferenza del dichiarato tramezzo, sporgonsi fin presso alla circonferenza della pupilla; ove diramandosi, la circondano similmente intorno intorno alla foggia di un anello. E' chiaro che contraendosi le prime, uopo è che la pupilla si dilati; laddove forz' è che si restringa mercè la contrazione delle ultime.

1238. Siffatto tramezzo, che non senza ragione piace a molti di riguardarlo come di particolar natura, e non già come continuazione della coroide (§ 1237), vien formato da due membrane, messe a ridosso l'una dall'altra. L'anteriore variegata di differenti colori, dicesi *iride*: ella fa, che altri abbiano l'occhio nero, altri bianco, altri turchino, ed altri di vario colore. La posteriore rivolta verso il fondo dell'occhio, dicesi *uvea*: ella è di color nero, ed è ripiegata in modo, che non è punto dissimile dalla corteccia d'un acino d'uva nera, privato della sua polpa.

1239. Finalmente il nervo ottico spogliato in tal guisa delle membrane che lo tenevano avvolto, spandesi tosto in un gran numero di sottilissimi filamenti,

LEZIONE XXIII. 197

ti, i quali intrecciandosi scambievolmente in mille guise, vengono a formare una specie di finissima rete *m G H n*, che ricuopre la coroidè fin presso alle vicinanze dell'anello cigliare (§ 1237). Questa è quella che dicesi *Retina*, destinata a ricevere le immagini degli oggetti visibili, come di qui a poco dimostreremo. Giova qui però il mentovare, che il mezzo del nervo ottico, o per così dire il suo asse, nella parte, ond'ei s'interna nell'occhio, vien penetrato da un ramo arterioso, procedente dall'arteria oftalmica, il quale prende per tal motivo la denominazione d'*arteria centrale*.

Tav. II.
Fig. II.

1240. Il globo dell'occhio, conformato e costruito nella maniera qui esposta, serve di attissimo ricettacolo a varj umori, il cui rifrattivo potere è tale, che i raggi che vi s'internano, andandosi ad unire in varj punti al disopra della retina, dipingono quivi l'immagine dell'oggetto visibile. Il primo di codesti umori dicesi *acquoso* per cagione della gran simiglianza ch'egli ha coll'acqua, sì per rapporto alla sua limpidezza e gravità specifica, che per riguardo alla potenza rifrattiva. Occupa egli perfettamente le due cavità *or, nm*; e rende così la cornea *A F C* protuberante all'infuori. Le divisate due cavità essendo divise l'una dall'altra per via dell'iride *r a b o*, comechè poi comunichino insieme col mezzo della pupilla *a b*: ricevono il nome di *camera anteriore*, e *camera posteriore* all'umore acquoso siegue immediatamente la *lente cristallina e s*, così detta sì perchè la sua sostanza assomigliandosi ad una gelatina trasparentissima di notabil consistenza, sembra un picciol pezzo di cristallo, sì ancora perchè la sua forma è convesso-convessa alla guisa d'una lente: però la sua convessità è alquanto più notevole nella faccia posteriore. La sua gravità specifica paragonata a quella dell'acqua è come 11 a 10. Viene ella racchiusa in una particolar membrana assai fina e trasparente; e il suo lembo vien coperto da una specie di picciola frangia circolare, formata da un gran numero di sottilissime fibre, le quali sporgonsi quivi dalla parte inferiore dell'anello cigliare (§ 1237); ond'è che soglionsi denominare *processi cigliari*. È caduto in pen-

Fig. II.

siere a parecchi, che i medesimi servir potessero per alterare nelle occorrenze la forma della lente cristallina, oppur per accostarla ed allontanarla dalla retina, per iscorger distintamente gli oggetti in varie distanze. Quel ch'è certo, si è, che ne' cadaveri trovansi eglino sempre privi di qualunque sorta di attacco colla lente accennata.

Tav. II. Fig. II. 1241. Tutta la rimanente cavità dell'occhio, ossia la terza camera $mGHn$, ch'è al di là della lente cristallina, trovasi ripiena di un'altra sostanza, la quale essendo assai copiosa, le fa prender la figura d'un globo. Dicesi questa *umor vitreo*, e somiglia di molto il bianco d'un uovo, anche in genere di consistenza: del resto la sua gravità specifica, e il rifrattivo potere, eccedono di poco quelli dell'acqua. E' avvolto anch'egli da una finissima membrana detta *hyaloide*; ed ha una picciola cavità nella parte d'avanti, che in se riceve ed abbraccia la faccia posteriore della lente cristallina.

1242. Dichiarata a sufficienza la struttura interna dell'occhio per quanto richiede il nostro proponimento, altro non manca per poter intendere il meccanismo della vista, salvochè l'applicazione delle teorie che si son dichiarate negli Articoli antecedenti.

Fig. II. 1243. Per la qual cosa egli è ben di risovvenirsi, ch'essendo l'occhio ABC rivolto all'oggetto E , da ciascuno de' punti di cotesto verrà scagliato un fascio di raggi divergenti cEd (§ 1198), cui chiameremo d'ora innanzi *pennello luminoso*. Giunto questo alla cornea AC , il raggio di mezzo EF , ovvero il suo asse, a cui si dà il nome di *asse ottico*, attraversando perpendicolarmente sì la cornea anzidetta, che la massa degli umori dell'occhio, andrà per certo irrefratto al punto B della retina. Se i rimanenti raggi Ec , Ed , ec. soggiacessero all'istessa sorte, andrebbero eglino innanzi secondo le direzioni cH , dG ; e conseguentemente impediti dall'iride $ra b o$, non potrebbero internarsi dentro la pupilla $a b$. Come però avendo la saggia Natura costrutta la cornea di densità differente da quella dell'aria, d'onde procedono i detti raggi; ed avendo inoltre ripiene dell'umore acquoso entrambe le camere, anteriore e posteriore

or ed *nm* (§ 1240); uopo è, che quelli deviano dal lor sentiere, ed approssimandosi alla perpendicolare (§ 1206), prendano le direzioni *ce*, *ds*; cosicchè trapassando al di là della pupilla, vanno a cadere sulla lente cristallina *es*. Scorrerebbero eglino i sentieri *sg*, *eb*, se penetrandola non venissero a soffrire alcuna rifrazione; ma poichè essendo la detta lente più densa dell'umore acquoso, è forza che di bel nuovo si avvicinino alla perpendicolare; verranno essi tramandati fuori lungo le rette *sB*, *eB*, anche in virtù del rifrattivo potere dell'umor vitreo, talchè andranno finalmente a concorrer tutti nel punto *B*, e dipingeranno quivi l'immagine distinta del punto *E*, da cui vengono scagliati. La qual cosa succedendo egualmente per rispetto agli altri punti del supposto oggetto; può comprendersi benissimo com'egli si renda visibile in tutte le sue parti all'occhio stesso *ABC*. Siffatta progressione de' raggi tramandati dai varj punti d'un oggetto, e quindi schierati in fondo all'occhio al disopra della retina, vedrassi chiaramente rappresentata nella Fig. 12, ove i varj pennelli luminosi *AB*, *CD*, *EF*, lanciati da' varj punti *G*, *H*, *I*, dell'oggetto, rifratti, e incrocicchati nella lente cristallina *NO*, vanno a dipingere la sua immagine ne' rispettivi punti *K*, *L*, *M*, della retina, e conseguentemente in situazione rovesciata.

Tav. II.
Fig. 12.

1244. Gli esperimenti ci fan palese, che tutti i punti raggianti, il cui foco va a ferire non già la retina, ma bensì il tronco del nervo ottico, da cui quella si dirama, ci si rendono affatto invisibili; e ciò per cagione dell'arteria centrale, onde abbiam detto (§ 1239) essere occupato il suo asse. Questo fenomeno avvien molto sovente nell'atto che vediamo; e quindi o tutto, o parte di taluni oggetti ci si rende invisibile in quell'istante; ma è tale la mobilità dell'occhio, ch'essendo in tal effetto di cortissima durata, non ci si rende sensibile a verun patto, nella guisa medesima, che neppur ci accorgiamo dell'istantanea cecità, che in noi cagiona il rapidissimo chiuder delle palpebre. Nulladimeno però si può agevolmente contrarre l'abituazione di far in modo, che il foco d'un fascio qualunque di raggi vada a

ferire il centro del nervo ottico, cui la Natura ha providamente collocato verso un angolo del fondo dell'occhio, accostantesi al naso. Io soglio attaccare tre pezzettini d'ostia rossa a un muro bianco all'altezza della mia testa, e alla distanza di circa un palmo l'uno dall'altro, talchè formino una fila orizzontale. Ciò fatto, mi ritiro indietro del muro per circa quattro palmi; e chiudendo con una mano l'occhio destro, rivolgo il sinistro al pezzetto d'ostia, ch'è a destra: mi si rendono visibili nel tempo stesso e questo pezzetto, e l'altro ch'è a sinistra; ma quel di mezzo scompare dell'intutto come s'egli non vi fosse sulla faccia del muro. Se tenendo aperto lo stesso occhio, lo dirigo al pezzettino di mezzo, scompare soltanto quello di sinistra. Se finalmente chiudo l'occhio sinistro, e col destro fisso lo sguardo al pezzettino di sinistra, veggo questo e l'altro, ch'è a destra, ma perdo affatto di vista il pezzettino di mezzo; per esser egli in quelle tali posizioni dell'occhio diametralmente opposti al centro del nervo ottico. Il principal requisito per riuscire in questo esperimento si è quello di *fixar determinatamente* l'occhio aperto sul pezzettino indicato in questa regola, e non riguardare l'altro, che dee anche comparire, se non colla coda dell'occhio. Fino a tanto che non si sarà acquistata questa pratica, sembrerà che l'esperimento non sia punto riuscibile.

1245. S'egli avvien mai, che la convessità della cornea vengasi ad accrescere per la grande abbondanza degli umori; oppure che il potere rifrattivo di costesti si venga ad aumentare per l'accresciuta loro densità, o per altre cagioni; se finalmente la lente cristallina rendesi più lontana dalla retina, di quel che si richiede per far che i raggi si vadano ad unir su di quella; ne dovrà necessariamente seguire che il pennello luminoso $b A c$, scagliato dal punto A collocato in qualche distanza, sarà ivi rifratto a tal segno, che i suoi raggi $A r$, $A s$, andranno a concorrere nel punto f prima di giugnere alla retina; ond'è che dopo di essersi scambievolmente incrocicchiate in tal punto, procederanno nelle direzioni $f m$, $f n$; ed

ap-

7 av. II.
Fig. 13.

Andando ad occupare in quella lo spazio mn , non potranno ivi produrre la vista distinta del punto A . Questa viziosa disposizione delle parti dell'occhio, molto frequente ad incontrarsi ne' giovani, dicesi *miopia*; e *miopi* si dicon coloro, il cui occhio è conformato in tal guisa. Costoro han per costume di riguardar gli oggetti assai da vicino, poichè in tal caso essendo i raggi lanciati con maggior divergenza, come apparisce dalla Fig. 12, ove i raggi $P S$, $O S$, sono assai più divergenti di $G S$, $I S$, non saranno forzati ad unirsi sì tosto dalla gran rifrattiva potenza delle parti dell'occhio, e quindi il lor foco potrà giugnere infino alla retina, e dipingere quivi una immagine distinta; scorgendosi mercè le lenti artificiali, che l'immagine del corpo luminoso, da' cui raggi sono elleno investite, farsi tanto più chiara e distinta, quanto più si minora la superficie del cerchio luminoso, che rappresenta il lor foco (§ 1228).

Tav. II.
Fig. 12.

1246. Tutto il contrario accade ne' *Presbiteri*, ossia in coloro, il cui occhio per cagioni affatto opposte a quelle che si son mentovate nel § antecedente, ha un potere rifrattivo poco notabile; cosicchè i raggi, esempigrazia, del pennello $m A n$ non essendo rifratti a sufficienza, andrebbero a concorrere nel punto B al di là della retina; ma poichè il proceder tant' oltre viene loro vietato dalle membrane componenti il fondo dell'occhio, vanno ivi ad occupare lo spazio de , e quindi rendonsi disadatti a formar l'immagine del punto raggiate A . Questa viziosa disposizione dell'occhio è assai comune a' vecchi, in cui le parti dell'occhio stesso soglionsi alquanto appianare per cagion di scarsezza di umori. Di qui è, che i medesimi possono veder bene gli oggetti lontani; conciossiachè i raggi tramandati da quelli essendo naturalmente più convergenti, malgrado il lieve potere di rifrangere del loro occhio, andranno unitamente a concorrer sulla retina. Così i raggi $G S$, $I S$, tramandati dall'oggetto $G I$, collocato in notabile distanza dall'occhio $R L T$, sono meno divergenti de' raggi $P S$, $Q S$, tramandati dall'oggetto $P Q$, che si ritrova in maggior vicinanza all'occhio diviso.

Tav. III.
Fig. 1.

Tav. II.
Fig. 12.

1247. La scienza della natura ci fornisce de' mezzi
age-

agevolissimi per poter rimediare a siffatta sorta d'inconvenienti. Ricorre ella tosto al poter delle lenti; e propone ai miopi gli occhiali formati da lenti concave, ed ai presbiti all'opposto gli occhiali convessi.

Tav. II.
Fig. 13.

Rivolgendo in fatti lo sguardo alla Fig. 13, manifestamente appare, che laddove i raggi $A b$, $A c$, seguendo il naturale lor corso, andrebbero a ferire la lente cristallina ne' punti r , ed s , e quindi si unirebbero nel foco f prima di giugnere alla retina (§ 1245); rostochè si applica innanzi all'occhio la lente concava $C D$, rendendosi eglino alquanto più divergenti per l'efficacia di quella (§ 1232), andranno sulla lente cristallina nelle direzioni $b d$, $c e$, e conseguentemente formeranno il lor foco alquanto più in là del punto f , e propriamente in B , che trovasi precisamente al disopra della retina. Tutta l'attenzione, che vuolsi avere in tal caso, consiste nello scegliere lenti concave in tal curvatura, che rendano i raggi divergenti al segno, che vadano poscia a concorrere esattamente sulla retina.

Tav. III.
Fig. 1.

1248. Facendo attenzione in simil guisa alla Fig. 1, rendesi manifesto, che i raggi $A b$, $A c$, deviando dai loro sentieri $b m$, $c n$, che li porterebbero a concorrere nel punto B , al di là della retina, si faranno più convergenti per virtù della lente convessa $G D$ (§ 1232); cosicchè andando a ferire ne' punti o , x , la lente cristallina, andranno quindi a concorrere nel punto S , ch'è nel fondo dell'occhio. Per iscegliere la convessità degli occhiali, atta a produrre il divisato effetto, fa assolutamente mestieri di ricorrere agli esperimenti.

1240. Le fin qui dichiarate dottrine possono tutte rendersi evidentissime col mezzo del fatto. Non si ha a far altro, se non se prendere, a cagion d'esempio, un occhio di bue: e recisa quella parte della sclerotica e della corioide, che ne ricuopre il fondo, unitamente alla retina, adattarvi una pellicina sottile, od anche una carta oliata; affinchè non iscorrano fuori gli umori. Se dopo di averlo così preparato s'applichi la cornea ad un foro praticato nell'uscio della finestra d'una camera oscura, vedrassi l'immagine degli oggetti esteriori, collocati in una determinata distanza,

za, dipinta al rovescio al disopra della carta con tutti i suoi colori. Si scorge di vantaggio, che siffatta immagine si minora, oppur si accresce, secondo la maggiore, o minor lontananza dell'oggetto dall'occhio; inguischè s'ella è di mezza linea, essendo l'oggetto in distanza di 12 piedi, divien poscia d'una linea, ove quello sia lontano di soli sei piedi; corrispondentemente a ciò che si è dichiarato nel § 1226.

1250. Suol benanche costruirsi un occhio artificiale mercè d'un picciol globo di metallo guernito di varie lenti, atte a rappresentare l'immagine de'varj oggetti sul fondo di quello. Può altri ottenere col mezzo sue le più chiare riprove delle dottrine da noi esposte intorno alla Miopia e Presbiopia (§ 1245, 1246); conciossiachè adattando nell'interno dell'occhio lenti più convesse, o più piane di quelle che si richieggono per dipinger distintamente gli oggetti al disopra della retina; o vogliam dire in fondo all'occhio, si rileva che la loro immagine è assai confusa ed imperfetta. Ciò non ostante però, coll'applicare innanzi all'occhio medesimo una lente convessa, se la lente interiore anzidetta sia più piana del dovere; ovvero una lente concava, s'ella è più convessa di quel che si richiede; si fa in maniera, che i raggi vadano a concorrere precisamente nel fondo dell'occhio, e quindi che si rappresenti quivi l'immagine del tutto chiara e distinta.

1251. Egli è ben di sapere su di questo proposito, che l'impressione fatta da' raggi della luce al disopra della retina, non è punto istantanea nella sua durata. E poichè mercè di essa, con artificio del tutto ignoto a noi, si risveglia nell'anima la percezione dell'oggetto visibile che la produce; ne vien quindi a derivare, che malgrado l'assenza di quel tale oggetto che ci ha colpito poc' anzi, proseguiamo a vederne l'immagine per un brevissimo spazio di tempo. Ch'ei sia così, cel persuade pienamente un tizzone infocato, portato in giro con qualche rapidità, il quale non lascia giammai di rappresentarci una specie di nastro circolare di color rosso di fuoco, pel solo motivo, che non cancellandosi immediatamente le impressioni fatte nell'occhio da ciascuna delle sue parti

in

In cadauno dei punti di quel cerchio, vengono elleno rappresentate tutte all'anima nel tempo stesso; e quindi esprimono così un cerchio luminoso. Da varj esperimenti praticati da Fisici illustri sembra risultare, che la durata dell'anzidetta impressione suole ascender d'ordinario ad un minuto secondo.

1252. E' tale l'indole dell'organo della vista, che non differisce punto da quella degli altri organi sensorj: vale a dire, che siccome un suono forte non ci fa sentire il debole; un dolore intenso rende insensibile un altro più mite; un dolore acuto distrugge quello che è più lieve, ec.; così del pari l'impressione originata nell'occhio da una luce assai viva, o fa scomparire dell'intutto, oppure offusca in buona parte quell'altra che vi cagiona uno splendore più debole. Questa è la cagione, onde accade alla giornata, che coloro, i quali sono collocati in una stanza, suppongasi al pian terreno, distinguono benissimo le persone che sono nella strada senza poter essere affatto veduti da quelle. Chi si trova in istrada, ha l'occhio colpito da una luce viva; che gli rende insensibile l'impressione di quella della stanza, la quale per verità è molto debole al suo paragone.

ARTICOLO VI.

Di alcuni particolari fenomeni riguardanti la Vista.

1253. Il primo motivo di curiosità, naturalissimo ad eccitarsi per avventura in coloro, i quali vorranno esaminar con ponderazione il modo meccanico, onde abbiam detto poc' anzi formarsi in noi la vista, è quello di sapere d'onde mai addivenga, che veggiam costantemente gli oggetti diritti ad onta della loro immagine capovolta in fronte alla retina (§ 1243) (16).

Per

(16) Pare che la natura non abbia fissato altra regola per giudicare delle sensazioni, che quella delle impressioni ch'esse fanno sopra i nostri organi sensorj, secondo la direzione con cui ne vengono urtati. Ciò posto, si comprende facilmente che noi veggiam
gia.

Per verità la ricerca è del tutto ragionevole; onde è, che parecchi Filosofi si son presa la pena di ridurla ad esame. Tra i varj pareri da esso loro adottati, che per altro son molti, non ve n'ha che due, i quali mi sembrano attissimi alla spiegazion del fenomeno. L'unica ragione, per cui l'immagine degli oggetti dipingesi capovolta al disopra della retina, si è l'incrocicchamento dei raggi nel passar per gli umori, siccome si è osservato (§ 1243). Or quantunque il punto G dell'oggetto venga nella retina rappresentato in K, e il punto I in M, nientedimeno però l'anima, che ne percepisce la sensazione, rapporta il punto K a G col mezzo del raggio K G, per cui l'ha ricevuta; e corrispondentemente riferisce M ad I lungo il raggio M I: cosicchè rapportando ella in tal modo il punto inferiore K a quel di sopra, che è G; e il superiore M al punto I, che si trova di sotto; ne dee per necessità avvenire, che ella vedrà l'oggetto G I ritto in piedi, non ostante che la sua immagine stia rovesciata in fronte alla retina. Le rette K G, M I, sono gli assi dei pennelli luminosi A B, E F, lungo i quali assi veggiamo noi costantemente le immagini dei rispettivi punti dell'oggetto, da cui sono quelli tramandati, siccome c'insegnano le osservazioni.

Tav. II.
Fig. 13.

1254. V' ha poi di coloro, i quali riflettono che *dritto e rovescio* sono idee relative; e che allora un uomo, esempigrazia, si giudica esser capovolto, quando egli tenga i piedi in alto, ove egli ergono il
ca-

giamo dritti gli oggetti, ad onta che nel fondo della retina vengano dipinti capovolti. Se si esamina l'immagine d'un uomo delineata nel fondo della retina, si vede che i piedi sono volti al zenit, ed il capo al nadir. L'impressione però fatta nel luogo, ove sono dipinti i piedi, si trova in quella direzione che va a terminare nel vero sito dei piedi dell'uomo, posto dihanzi agli occhi, e così quella del capo. Ammessa dunque per vera la regola indicata, quest'uomo debb'essere veduto dritto, benchè dipinto nell'occhio al rovescio, e ciò debbe accadere per le direzioni delle linee visuali, e non per l'abitudine e l'uso, come pretendono alcuni.

capo. Or s'egli è verità di fatto, che tutti gli oggetti dipingonsi rovesciati in fondo alla retina, non si altererà in nulla il lor rapporto scambievole: tutti gli animali avranno i loro piedi contro la terra, su di cui avranno in simil guisa le loro fondamenta gli edifizj. D'altronde le sommità di questi, il capo degli animali, le cime degli alberi, e cose simili, guarderan tutte uniformemente verso il cielo. Qual ragione dunque può esservi giammai per giudicar rovesciati codesti oggetti, se in nulla viene alterato il lor naturale e scambievol rapporto? Serviamoci in conferma di ciò di un semplice paragone. A voler considerare i nostri antipodi relativamente alla nostra posizione, non v'ha dubbio che dobbiamo figurarceli capovolti, essendoci eglino diametralmente opposti co' loro piedi. Consideriamo un poco la lor posizione assoluta come se effettivamente fossimo fra di loro: non ritroveremo ombra di motivo per' dire d'esser eglino rovesciati; conciossiachè appoggiansi essi coi piedi sulla faccia della terra, ed hanno tutti il capo rivolto al cielo non altrimenti che noi.

1255. Il secondo motivo di stupore si è il considerare, che ad onta della doppia immagine di un oggetto, che si dipinge ne' due occhi, in realtà non ne scorgiamo che un solo. Quante supposizioni non si son fatte per ispiegare un tal fenomeno! Chi ha voluto supporre ch'entrambi i nervi ottici, mercè di cui recasi all'anima la sensazione della vista, andassero ad incorporarsi scambievolmente prima di giugnere a' loro *talami*, d'onde si diramano; e quindi che ambe le immagini si andassero quivi a confondere. Chi ha preteso che l'unità dell'oggetto derivi unicamente dalla riflessione dell'anima, la quale rileva coll'esperienza non esservene che uno, malgrado che le venga egli rappresentato come doppio; ed in conseguenza, che nella prima età, allorchè l'anima non è ancora istruita di codesti fatti, ogni oggetto in realtà comparisce raddoppiato. Altri han tenuto opinione che ciò provenisse dal far noi uso d'un occhio alla volta, malgrado l'errore in cui siamo di adoperarli tutt'è due nel tempo stesso. In somma chi si è attenuto a un partito, e chi a un altro. Il
mi-

migliore di tutti a me sembra esser quello di dire; che l'unità degli oggetti debbasi attribuire alla perfettissima simiglianza delle due immagini, la quale risulta dal farsi le impressioni de' raggi in punti d'entrambe le retine tutt'affatto corrispondenti. Ciò fa sì, che l'anima non sia valevole a distinguere l'una dall'altra; ond'è poi, che mancando una tal condizione, veggonsi di ragione gli oggetti raddoppiati. Volete assicurarvene col fatto? Premete un po' un occhio obliquamente col dito, sicchè rimanendo l'altro nella sua piena libertà, venga ad esser quello alquanto distratto: vedrete immantinente gli oggetti raddoppiati, siccome appunto accade a coloro che patiscono di *strabismo*. E poichè in tal caso altro non succede, che dirigere gli assi ottici in maniera, che non vadano eglino a ferire punti corrispondenti in entrambe le retine, da ciò una fortissima riprova della ragionevolezza della testè accennata sentenza. In fatti dirigendo noi ambidue gli occhi all'istesso punto visibile nella vista libera, facciamo ivi concorrere tutti e due gli assi ottici; nè vediamo con distinzione, salvochè quel punto solo, giacchè il rimanente dell'oggetto si scorge in confuso, come ogauno potrà sperimentare da se stesso. Ora gli occhi essendo ivi ugualmente diretti, l'estremità degli assi ottici dovranno necessariamente ferire ambedue le retine in punti corrispondenti.

1256. Affin di rendere sensibile tutto questo, io soglio istituire il seguente esperimento. Ergo un bastone verticalmente in faccia al muro d'una stanza, e poi mi ci pongo a rincontro in distanza di due, o tre palmi. Prendo fra le dita in situazione verticale un pezzo di crine, un bastoncino di ceralacca, o altra simile cosa; ed in mancanza di tutto: ergo il mio dito indice; e tenendolo nella direzione del naso, discosto per circa sei pollici, l'oppongo così direttamente al bastone. Tutte le volte ch'io fisso *attentamente* lo sguardo sopra il bastone, non ne scorgo che un solo: veggio bensì raddoppiato il mio dito, comechè la sua immagine sia alquanto confusa. Se in tale stato di cose fisso il mio sguardo sul dito, lo veggio unico immediatamente, e mi si raddoppia il ba-

bastone; la cui vista è alquanto confusa, laddove il dito mi comparisce distinto. Volendo ragionare un poco su tal fatto, si rileverà senza veruna fatica, che quand'io rivolgo entrambi gli occhi al bastone, fo necessariamente concorrere in un punto di quello ambidue gli assi ottici (§ 1255); e quindi fo sì, che eglino vadano a ferire punti corrispondenti in entrambe le retine. Egli è vero, che nel tempo stesso veggio confusamente anche il mio dito; ma è similmente fuor di dubbio, che non essendo i miei occhi direttamente fissati su quello, non è possibile che i pennelli luminosi scagliati dai varj suoi punti, vadano a cadere su punti analoghi nel fondo di tutti e due gli occhi. Ma da ciò siegue il raddoppiamento dell'oggetto; laddove nel primo caso appariva egli d'essere un solo v'ha dunque grandissima ragion di credere che l'unità dell'oggetto malgrado le due immagini che si formano negli occhi, derivi unicamente dalla perfettissima simiglianza di quelle cagioni dal farsi l'impressione su punti del tutto analoghi in fronte alla retina.

1257. Giova poi riflettere di vantaggio, che questa spiegazione è del tutto conforme all' indole degli altri organi sensorj, intorno ai quali scorgiamo che non ostante l'opera di due orecchie, di due narici, di due mani, non udiamo che un suono, non sentiamo che un odore, non tocchiamo che un corpo. E siccome ciò non deriva che dalla perfetta simiglianza di siffatte impressioni, cosicchè l'anima è del tutto incapace di distinguerle, e non già da veruna sorta d'incorporamento tra i nervi dei divisati organi, nell'atto che si conferma la spiegazione rapportata di sopra (§ 1256), si rovescia similmente l'ipotesi appoggiata sull'intima mescolanza dei nervi ottici (§ 1255); tantovieppiù, che la medesima è oltremodo dubbiosa. Al che vuolsi aggiungere, che se l'unità degli oggetti dipendesse per avventura da una tal mescolanza, non mai dovrebbero eglino comparir raddoppiati, contro ciò che abbiám veduto accadere nei casi riferiti (§ 1255 e seg.). La insussistenza della opinione dell'insigne conte di Buffon, cioè a dire che i bambini sul primo lor nascere veggono gli
og-

oggetti raddoppiati, fino a tanto che l'anima acquista la pratica di correggere un tal errore (§ 1255), si fa tosto palese dal ponderare che un cieco nato, a cui fu renduta la vista con deprimergli la cateratta, cominciò a vedere gli oggetti semplici dal primo momento che essi gli ferirono gli occhi.

1258. Dal concorso di entrambi gli assi ottici in un sol punto dell'oggetto visibile, avviene senza alcun dubbio, che per quanto ci sembri di vedere distintamente a un colpo d'occhio tutte le parti di quel tale oggetto, su di cui teniam rivolto lo sguardo, nulladimeno non abbiamo la vista distinta, salvocchè di un punto solo. Se ciò per avventura vi sembra strano, io vi propongo un mezzo facilissimo per rendervene convinti. Aprite un libro qualunque, e getrate lo sguardo su di una delle sue pagine. Vi parrà a primo lancio di scorgerne distintamente tutte le lettere nel tempo stesso. Egli è però un grandissimo inganno. Fateci un poco di riflessione, e vi accorgerete che per poter distintamente vedere una sola lettera, uopo è che fissiate gli occhi particolarmente su di quella, ed allora vedrete anche le altre, ma molto confusamente. Vi dico anche di più; ed è, che facendovi ulterior riflessione, rileverete col fatto, che volendo distintamente scorgere un punto solo di quella semplice lettera, vi sembrerà parimente indistinta la rimanente parte della medesima.

1259. Se egli è vero esser l'occhio una macchina diottrica composta di differenti mezzi atti a rifrangere i raggi, ed a farli concorrere in un foco al disopra della retina, come è possibil poi, che egli possa distintamente scorgere gli oggetti collocati in varie distanze? Se facendo uso dell'occhio artificiale (§ 1250), veggiamo dipinta con distinzione sul vetro appannato, che costituisce il suo fondo, la immagine di un oggetto collocato in distanza di sei piedi; per far che un altro distante 15 piedi vi si possa rappresentare con ugual distinzione, fa mestieri assolutamente, che il detto vetro, che è figura della retina, si spinga alquanto più addentro col mezzo della sua vite, oppur che la lente oggettiva gli si accosti di vantaggio; siccome uopo è che si pratici

il contrario qualora l'oggetto fosse più vicino. Or come tutto ciò accada nell'occhio, è sommamente arduo a determinarlo. Il ricorrere, come parecchi han fatto, all'efficacia dei processi cigliari (§ 1240), e il supporli idonei o ad avanzare alquanto la lente cristallina verso l'iride, o a renderla più convessa giusta l'idea di Cartesio, non par cosa punto soddisfacente: sì perchè i processi anzidetti non sono di natura muscolosa, sì ancora perchè non le si ritrovano attaccati, ma soltanto sovrapposti. E quantunque il dottissimo Haller inclini a credere che ciò avvenga unicamente nei cadaveri, pure confessa egli medesimo, che l'aderenza non si fa che col mezzo di una mucilagine dilitatissima, niente atta ad esercitar quella forza che si richiede per rimuovere dal suo sito, oppur per cangiar la forma della lente cristallina. Sembra dunque molto più ragionevole il credere col Molinetti, col Boerhaave, e con tanti altri insigni soggetti, che nei casi accennati vengasi ad alterare l'intera forma dell'occhio per forza dei suoi muscoli, attrissimi ad accorciarlo, ovvero a renderlo più lungo secondo che l'uopo il richiede. E per verità sentiamo costantemente negli occhi una certa sensazione fastidiosa tutte le volte che ci sforziamo di vedere un oggetto, il quale sia o vicino di molto, oppur lontano d'assai. A me accade alla giornata, che avendo un libro fra le mani, cui sto leggendo per qualche ora con grande attenzione, qualor tolgo da esso lo sguardo per rivolgerlo tutto ad un tratto, supponghiamo alla finestra, o a qualche persona che entra nella mia stanza, la vista di quel tale oggetto mi si rende assai confusa in quel primo istante: tosto però divien ella distinta, e mi sento succeder nell'occhio qualche sorta di alterazione, ch'io non so qual sia, ma so che mi spiace. Se dopo d'esser ciò seguito, ritorno a gettar di punto in bianco l'occhio sul libro, nol ritrovo atto in quell'istante a poter distintamente leggere in quella picciola distanza: lo divien egli però nel momento che siegue, ma non lascio di provare la mentovata spiacevole sensazione. Non reputo neppure inverisimile l'opinione di coloro, i quali suppongono che la vista degli oggetti lontani ci si rende pressochè ugualmente distinta di quella dei

dei vicini col mezzo della dilatazione e del ristricimento della pupilla: in sul riflesso, che la sua apertura più ristretta farà passar sulla retina quei raggi soltanto, che saran più prossimi all'asse; laddove l'apertura maggiore permetterà che vi si introducano parimente i raggi laterali e più obliqui. Or egli è certo, che questi ultimi, attesa la loro obbliquità maggiore, non si andranno ad unire in un punto ugualmente distante dalla cornea di quell'altro, ove andranno a concorrere i raggi centrali. Qualche cosa di simile vedesi effettivamente seguire nella camera oscura in virtù dei notabili ristricimenti della sua apertura. E chi sa se le due qui mentovate cagioni non concorrano entrambe unitamente a produrre lo stesso effetto!

1260. Abbiamo altrove dimostrato (§ 1242), che gli assi GS, IS, dei pennelli luminosi AB, EF, frastagliandosi scambievolmente nell'occhio, vanno quindi a ferire i punti K, M della retina, e a dipingervi l'immagine M K. Or l'angolo GSI, formato da codesti raggi, dicesi *angolo ottico*, a cui è sempre uguale l'angolo opposto al vertice MSK: e siccome GSI ha per base l'oggetto visibile GI, così MSK ha per base la detta sua immagine KM. Abbiamo osservato nell'esperimento praticato coll'occhio di bue (§ 1249), che siffatta immagine si minora a misura che l'oggetto è più lontano dall'occhio, ed a vicenda; e corrispondentemente vediamo che l'angolo ottico GSI, e il suo uguale MSK, spettanti all'oggetto lontano, sono minori dell'angolo PSQ, e del suo opposto al vertice VSX, appartenenti al medesimo oggetto più vicino. Essendo dunque indubitato, che l'angolo ottico maggiore forma una maggiore immagine in faccia alla retina, ed al contrario; egli è parimente fuor di dubbio, che la grandezza dell'angolo ottico è il mezzo principale, di cui l'anima si serve per farsi rilevare la grandezza degli oggetti. Non per questo però dir si dee d'esser egli il solo. Imperciocchè se così fosse, un oggetto qualunque posto alla distanza, esempigrazia, di 10 piedi, dovrebbe comparirci doppiamente più grande di quel che si scorge alla distanza di 20 piedi essendo l'angolo ottico nel primo caso esattamente doppio di quello del secondo; eppur la cosa non è co-

Tav. II.
Fig. 12.

non è così in effetto. Uopo è dunque affermare, che in occorrenze di tal natura prende gran parte un certo giudizio dell'anima, derivato dall'osservazione e da una lunga pratica, il quale rettifica in certo modo quello che risulta dall'efficacia dell'angolo ottico. Ponete una persona, ch'è vissuta in paesi mediterranei, a fronte d'un piloto, o d'un capitano di nave; e fate che osservino entrambi un legno assai distante in alto mare. Nell'atto che il primo giudicherà asseverantemente esser quello un piccolo battello, il capitano vi dirà a colpo sicuro, che egli è un vascello d'alto bordo: nè vi sarà pericolo che sbagli, essendo egli istrutto da una lunga pratica, che le grandi navi collocate in quella distanza soglion sempre apparire di quella tal picciolezza: e così ragionate del resto.

1261. Anche nel determinare la distanza degli oggetti, forz'è che l'anima ricorra all'indicato giudizio prudenziale, derivante da una lunga e consumata abitudine: e di coloro che l'hanno acquistata, sogliam dir d'ordinario, che hanno il compasso negli occhi. Un buon cacciatore, un esperto ingegnere, sapran determinarvi a colpo d'occhio talune distanze con una precisione notevole; laddove un'altra persona, a cui manca tal pratica, ne formerà un giudizio assai lontano dal vero. Di fatti il cieco nato, a cui fu depressa la catteratta, perchè del tutto sornito di uso non potea formare verun giudizio delle distanze, parendogli che ogni cosa, benchè lontana, gli saltasse su gli occhi. Per altro i mezzi ordinarj, cui l'anima suole adoperare in tal caso, sono, prima di tutto, la grandezza degli oggetti conosciuti; cosicchè un uomo, esempigrazia, la cui statura ci è nota, si giudica esser molto lontano qualora si vede molto picciolo: un bue, che passando sulla cima d'un colle, ci sembra grande come un capretto, si reputa immediatamente esser molto distante. Che ciò sia vero, apparisce chiaro dall'incapacità che abbiamo di valutar le distanze di quei tali oggetti, la cui grandezza ci è ignota. Coloro i quali han viaggiato per contrade straniere assai montuose, avran ravvisato per prova quanto sia facile l'ingannarsi nell'assegnar la distanza d'una montagna, oppur d'un minaccioso burrone. In secondo luogo l'impressione più de-

debole, o più vivace, cagionata in noi dagli oggetti, fa sì, che gli reputiamo più lontani, o più vicini; essendoci noto per esperienza, che gli oggetti posti in vicinanza tramandano luce più viva di quegli altri che son più remoti. Vuolsi dir lo stesso del vederli ben distinti, o confusi; scorgendosi alla giornata, che la distinzione degli oggetti si scema colla lor lontananza. Volgete lo sguardo al Vesuvio, alla Costa di Sorrento, a Capri, o ad altri luoghi, del nostro delizioso *Cratere*, allorchè dopo una dirotta pioggia scorgesi l'aria del tutto pura e serena: vi parranno eglino ingranditi e sì vicini, quasichè li potessimo toccare collo stender della mano; laddove in diverso stato dell'atmosfera vi sembreranno più piccioli, e remoti d'assai. Ciò deriva, siccome ognun comprende, dal comparirci egli no forte, illuminati e distinti nel primo caso; e più oscuri e confusi nel secondo. Corrispondentemente a siffatte idee veggiamo avvenire con nostra gran sorpresa e diletto, che un pittore usando l'artificio d'impicciolare tratto tratto la grandezza degli oggetti, e d'indebolire gradatamente le loro tinte, giugne a farci illusione tale, che non solo ci fa comparire gli uni collocati al di dietro degli altri, ma ci fa scorgere una sterminata lontananza su d'un picciolo quadro d'un sol piede. Finalmente a far che l'anima determini con precisione la distanza degli oggetti, contribuiscono moltissimo gli altri oggetti intermedi, qualor ve ne sono; imperciocchè dalla somma di picciole distanze separatamente rilevate, formasi poi la stima dell'intera distanza dell'ultimo oggetto. Credono taluni, che gli indicati giudizi possono talora venire avvalorati dalla percezione della maggiore, o minor divergenza degli assi ottici, i quali siccome abbiain notato (§ 1258), vanno entrambi a concorrer nell'oggetto; oppur da quella degli altri raggi che s'internano nell'occhio; cosicchè nel primo caso gli oggetti si reputano vicini, e nell'altro collocati in distanza.

1262. E' cosa d'avvertirsi però, che in genere di distanza la natura ha stabiliti certi limiti, al di là dei quali niun oggetto ci si può render visibile. Così scorgiamo col fatto, che trattandosi di oggetti vicini, non è possibile di poterli vedere con distinzione (essendo

la vista perfetta), se non sono collocati in distanza di sei in otto pollici dall'occhio. Essendo eglino più vicini, i raggi da essi tramandati entrano nell'occhio con tal grado di divergenza (§ 1245), che il potere rifrangente degli umori di quello non è valevole a farli convergere quanto basta per poterli riunire in un foco. Di qui è, che non si può dipingere la loro immagine in fondo della retina. D'altronde a misura che gli oggetti si allontanano dall'occhio, l'angolo ottico si va facendo minore (§ 1260) (17), fino a tanto che arriva a tal picciolezza, che uguaglia a mala pena 34 minuti secondi. In tal caso cominciano eglino a vedersi confusi; e la distanza, ove debbonsi ritrovare per far che questo succeda, uopo è che sia tale, giusta gli esperimenti del signor Mayer, che superi di circa seimila volte il proprio lor diametro. Quindi è, che essendo noto il diametro di un oggetto qualunque (lo supponiam sempre illuminato a sufficienza); si può agevolmente determinar la distanza, fino a cui potrà egli scorgersi distinto. Tostochè il detto angolo giugne ad uguagliare un minuto secondo, divien l'oggetto invisibile, siccome accade appunto per rapporto ai tagli, ed a' angoli degli edifizj, onde è poi, che le torri quadrate ci sembrano del tutto rotonde.

1263. Par cosa naturale il concepire che il moto dell'immagine nella retina fa percepire all'anima il moto dell'oggetto. Lo scorgiamo palesemente nei verti-

(17) Gli oggetti si diminuiscono nella ragione che si diminuiscono gli angoli ottici, cioè in proporzione della distanza dall'occhio all'oggetto, supposto però che gli angoli sieno assai piccoli, poichè l'immagine delineata nel fondo dell'occhio è tanto più piccola, quanto è più piccolo l'angolo ottico; l'angolo ottico poi è tanto più piccolo, quanto è più lontano l'oggetto, com'è agevole vedersi tirando due linee dalle estremità d'una retta a varj punti più, o meno lontani. Dunque le grandezze apparenti degli oggetti sono in ragione inversa delle distanze dall'occhio agli oggetti stessi, quando gli angoli però sieno piccoli. Segue da ciò che, quando l'angolo è evanescente, gli oggetti spariscono, e si veggono assai confusi quelli che sono assai vicini a quest'angolo evanescente. Sviluppato questo principio, riescono facili le spiegazioni di molti fenomeni, che qui si tralasciano per brevità.

riginosi ed ubbriachi, i cui nervi soffrendo delle violente ed insolite commozioni in quell'atto, fan loro parere che si aggirino intorno le case, ed altri oggetti che realmente non si muovono. Risulta dalle osservazioni, che qualora il cammino descritto dall'oggetto in tempo d'un minuto secondo è sì lieve, che occupa nella retina uno spazio minore di 15 secondi, siamo del tutto incapaci di ravvisare il suo movimento; e quindi ci comparisce egli immobile.

1264. Essendo noi collocati in un luogo elevato, oppure in mezzo ad una vasta pianura, sembra che la nostra vista venga limitata tutt'intorno da un cerchio immaginario, il cui centro è il nostro occhio, e che abbiam detto denominarsi *orizzonte sensibile* (§ 167). V'ha mille modi per potersi assicurare per via di sperimenti, che il *campo della vista*, ossia la parte di cotesto cerchio, cui l'occhio abbraccia ad uno sguardo (quando si faccia uso d'un occhio solo), adegua un intero quadrante; e conseguentemente un semicerchio, qualora tengonsi aperti entrambi gli occhi. Ciò dipende, come è manifesto, dalla quantità dell'angolo ottico (§ 1260), la cui grandezza vien limitata dall'apertura della pupilla. Il raggio poi del divisato cerchio limitatore si aumenta a proporzione che l'occhio, oppure gli oggetti visibili trovansi più elevati, inguisachè essendo egli di circa 6 miglia per coloro, i quali trovandosi su di una pianura, riguardano oggetti vicini all'orizzonte, giugne poi ad oltrepassare 80 miglia ove l'occhio si trovi elevato fino all'altezza di un miglio; oppure nel caso che essendo l'occhio vicino all'orizzonte, si trovino gli oggetti elevati d'assai. La efficace cagione, che in siffatti casi ci vieta di poter vedere più oltre, è senza verun dubbio la sfericità della terra.

LEZIONE XXVI.

Proseguimento della teoria della Luce.

ARTICOLO I.

Dei Microscopj, e della diversa loro costruzione.

1265. **A**vedo la natura stabilito i suoi limiti alla vista; e non essendo possibile all'occhio sano di scorgere distintamente quegli oggetti, la cui distanza è minore di sei in otto pollici (§ 1262); faceva assolutamente mestieri, che l'umana industria rintracciasse un mezzo conducente a farci vedere con distinzione quei corpi, i quali per cagione della loro picciolezza non sono suscettibili di esser veduti all'indicata distanza. Un vantaggio sì pregevole ottiensi agevolmente col mezzo del *microscopio*, che altro non vuol dire in greca favella, se non che istrumento *per poter vedere le piccole cose*. Distinguesi egli in *semplice* ed in *composto*, secondochè vien formato da una sola lente, o pur da più. Qualora siffatte lenti sono di tal grandezza, che adoperar si possono comodamente per via della mano, diconsi d'ordinario *Lenti da ingrandire*; laddove essendo molto piccole, uopo è che si racchiudano in bussolini atti a contenerle; e che questi si adattino a qualche ordigno, che sia proprio per poterli far maneggiare nel modo conveniente: nel qual caso prendono elleno propriamente il nome di *Microscopj*.

1266. Il *Microscopio semplice* viene formato, come si è già detto, da una sola lente convesso-concava. **TAV. III. A B**, nel cui foco si suol collocare l'oggetto **C D**, che altri vuol vedere. L'occhio **E G H F** sovrasta all'opposta superficie della lente medesima anche in distanza del suo foco. Due sono i vantaggi che si

ot-

L E Z I O N E XXIV. 217

ottengono mercè di esso ; cioè a dire, quello di ingrandire notabilmente l'oggetto e di renderlo distinto. Ora vediamone brevemente il modo , e la ragione .

1267. Se l' oggetto C D avesse tramandato i suoi raggi all' occhio senza la interposizione della lente A B , vi sarebbero eglino andati con tal grado di divergenza , per cagione della norabile vicinanza di quell' oggetto all' occhio , che il rifrattivo potere di questo non sarebbe stato bastante a farli unire sulla retina . Or i punti C , D dell' oggetto , e così tutti gli altri , essendo collocati nel foco della lente A B ; i raggi da essi scagliati saranno rifratti da quella in modo tale , che si renderanno paralleli (§ 1223) in ciascun pennello , come sono in effetto i raggi 1 , 2 , 3 del pennello lanciato da D , e 4 , 5 , 6 , del pennello tramandato da C . Che però in virtù di un tale parallelismo saranno eglino uniti nei punti F ed H ; in fondo della retina : conseguentemente si renderà distintissima la vista dell' oggetto , che in altro caso sarebbe stata confusa (§ 1245) . E poichè , a cose pari , la grandezza apparente degli oggetti è proporzionale all'angolo ottico , che essi formano nell' occhio (§ 1265) ; e d' altronde l'angolo ottico si fa maggiore a misura che l' oggetto più s' avvicina all' occhio stesso (*ivi*) ; tenendosi egli distintamente visibile ad una picciola distanza in virtù del microscopio , dovrà necessariamente comparire ingrandito di assai . Così supponendo la lente A B di un pollice di foco , l' oggetto si renderà distintamente visibile alla distanza di un pollice : e poichè l' angolo ottico alla distanza di un pollice è otto volte maggiore di quel che sarebbe stato in distanza di otto pollici , ove l' oggetto potea vedersi con distinzione ad occhio nudo (§ 1262) , forz' è che il suo diametro veggasi ingrandito otto volte . Ma le superficie dei corpi simili sono tra loro in ragion dei quadrati dei loro diametri ; e le solidità come i cubi dei medesimi : dunque la superficie di quel tale oggetto si vedrà 64 volte maggiore della vera ; e la solidità vedrassi accresciuta di 512 volte ; per esser 64 il quadrato di 8 ; e 512 il cubo dello stesso numero .

Tav. III.
Fig. 2.

1-68. A misura che la lente è più piccola, si minore la sua distanza focale; e si aumenta l'angolo ottico: dal che nascer dee per necessità, che deesi notabilmente accrescere il suo potere di ingrandire. La cognizione di questa verità suggerì l'idea all'insigne nostro P. della Torre di formare delle piccole palline di cristallo, e di servirsene nei microscopj invece di lenti; conciossiachè il foco della sfera essendo in distanza della quarta parte del suo diametro (18), e

Tav. 288.
in fine
Fig. 7.

(18) Per intendere la teoria dei microscopj si rende indispensabile di aggiungere alla proprietà delle lenti anche questa della sfera di vetro indicata dall'autore. Sia DNCG l'asse della sfera prolungato d' ambe le parti indefinitamente, e sia QSR un raggio di luce parallelo ed assai vicino all'asse DG; in S si deve refrangere, e perciò accostarsi al tirato perpendicolare CS, formando l'angolo CSO minore dell'angolo CSR; onde SO prolungato concorrerà in un punto dell'asse. Si avrà dunque (note 11, 12) GN : GC :: p : q, cioè, come il seno dell'angolo d'incidenza p a quella di refrazione q, oppure GN-

GC=CN : GN :: p-q : p; dunque GN = $\frac{pCN}{p-q}$. Dalla stessa elementare analogia si ottiene parimente GN-GC=CN : GC :: p-q, da cui si ha GC = $\frac{qCN}{p-q}$. Ora, passando il raggio

SO dal vetro nell'aria in o, si refrange scostandosi dal tirato raggio Cob, che n'è il perpendicolo, e perciò forma l'angolo boF maggiore dell'angolo boG, per cui concorre in un punto F dell'asse DG. Dunque in questo caso si può fare (n. 14. prob.) GD : GC :: CM : GF, cioè GD : GM :: GC : GF; onde GD : GM = MD : GM :: GC - GF = FC : SF. Si sa poi (§ 1219) che MD : DC :: p : q, oppure MD-DC=MC :

MD :: p-q : p, d'onde MD = $\frac{pMC}{p-q}$ = GN. Ma era di sopra MD : GM :: FC : GF; dunque GN : GM :: FC : GF. Sia

MC = NC = r, FC = x; sarà GF = GC-FC = $\frac{qCN}{p-q} - x = \frac{q r}{p-q}$ x,

GM=GN-MN = $\frac{pCN}{p-q} - 2r = \frac{p r}{p-q} - 2r$. Dunque, sostituiti que-

sti valori nell'analogia, sarà $\frac{p r}{p-q} : \frac{p r}{p-q} - 2r :: x : \frac{q r}{p-q} - x$; e

ri.

LEZIONE XXXIII.

le palline essendo estremamente piccole; la distanza focale c breve a segno, che talune di esse, di cui ne conservo una bella serie, giungono ad ingrandire per più di mille volte il diametro dell' oggetto (*). Coll' ajuto di siffatte palline giunse egli a scuoprire che le particelle del sangue umano hanno la forma di un anello, o per dir meglio, di una ciambelletta, formata dall'unione di due pezzolini a foggia di sacchetti disposti in giro; e conseguentemente vota nel mezzo. E benchè un tal fatto gli sia stato contrariato da molti insigni osservatori, ho io il piacere di essere intimamente convinto della sua veracità; conciossiachè facendo io secolui delle osservazioni su tal punto, m'imbattai un giorno fortunatamente ad osservare che alcune delle mentovate ciambelle, nuotanti in un apparente mare di siero, giunte ad uno stretto angustissimo, formato da grumi di sangue rappresentanti due isolette; e non potendo proceder più oltre per essere il lor diametro maggiore dell'ampiezza di quello stretto; si sciolsero mano mano nelle loro particelle componenti in forza dell'urto di altre ciambelle, che venivan loro di

ridotto il tutto al comun denominatore, sarà $pr : (2q-p)r :: px-qx : qr - px + qx$, cioè $p : 2q - p :: px - qx : qr - px + qx$; onde $2q-p + p : p :: qr - px + qx + px - qx : px - qx$, cioè $2q : p :: qr : px - qx$. Dunque anche $\frac{2q}{2q} : p :: \frac{qr}{2q}$;

$(p-q) x$, cioè $x : p :: \frac{r}{2} (p-q) x$; e perciò $x = \frac{pr}{2(p-q)}$.

Dunque $FC-MC=FM = \frac{pr}{2(p-q)} - r = \frac{pr}{2(p-q)} - \frac{2r}{2}$. Ora $p=3$, $q=2$, perchè dall'aria nel vetro l'angolo d'incidenza è a quello di refrazione come 3 : 2; dunque $FM = \frac{3r}{2} - \frac{2r}{2} = \frac{r}{2}$.

(*) Siffatte palline, non men che le lenti microscopiche le più acute, costruisconsi qui al presente nella massima perfezione dal signor d. Antonio Barba; ed io le ho adoperate con successo nel praticare le osservazioni inserite nella mia nuova opera indicata altrove.

di dietro; ed essendosi ordinate in fila, procuraronsi così un libero passaggio. Tostochè si misero al largo, per virtù, io m'immagino, d'una scambievolmente poderosa attrazione, curvaronsi immediatamente in giro le rispettive particelle di ciascheduna, ed in un attimo formarono di bel nuovo la ciambelletta come prima.

1269. Le cose dette di sopra ci fan manifestamente comprendere che non si richiede che la distanza focale della lente, per poter sicuramente determinare l'ingrandimento che il detto microscopio è atto a produrre; conciossiachè osservando quante volte ella si contiene in otto pollici, ch'è la massima distanza, a cui tener si possa un oggetto per poter esser distintamente veduto (§ 1262); il quoziente esprimerà l'ingrandimento richiesto in quanto al diametro; il cui quadrato e il cui cubo esprimeranno poi di quanto sia ingrandita la superficie e la solidità dell'oggetto medesimo (§ 1267). Così una lente che abbia il foco in distanza di 4 linee, ingrandirà 24 volte il diametro dell'oggetto, perchè 96 linee (equivalenti ad 8 pollici) divise per 4, danno per quoziente 24. Per conseguenza la superficie comparirà 576 volte maggiore della vera; e la solidità sarà accresciuta di 13824 volte; essendo siffatti numeri il rispettivo quadrato, e il cubo del numero 24.

1270. Nella costruzione del microscopio composto richieggonsi necessariamente due lenti convesse: ed altro egli non è, a giusto ragionare, se non se un microscopio semplice ripetuto in tal guisa, che l'inferiore AB rivolto all'oggetto EF forma l'immagine GH di quello ne' punti G ed H, ove vanno a concorrere i raggi ch'egli tramanda, per essere egli più lontano dalla lente AB della distanza del foco (§ 1225), e il superiore CD rivolto all'occhio, ingrandisce e dipinge l'immagine anzidetta nel fondo dell'occhio medesimo: pel qual fine trovasi la detta lente collocata in modo, che l'immagine GH esser possa esattamente nel suo foco. Altro essenziale divario adunque non v'ha tra il microscopio semplice e il composto, eccetto quello che il primo ci fa scorgere l'oggetto reale ed effettivo, e il secondo l'immagine di esso. Del

re-

Tav. III.
Fig. 3.

resto ingrandisce egli l'oggetto, e lo rende distinto coll'istesso artificio spiegato dianzi (§ 1267). Ognun vede infatti, che l'immagine GH veduta col mezzo della lente CD viene rappresentata all'occhio sotto l'angolo IKL , nella direzione dei raggi rifratti KI , KL (§ 1210); e quindi il suo diametro apparisce uguale ad IL . E poichè l'angolo ottico viene accresciuto prima dalla lente inferiore AB , che dicesi *oggettiva*, e poi dalla superiore CD , che si denomina *oculare*; può egli produrre un ingrandimento pressochè uguale a quello de' microscopj semplici con lenti di maggior foco: ciocchè dà l'opportunità di poter meglio illuminar gli oggetti; laddove ne' microscopj semplici non può praticarsi lo stesso, dovendosi quelli avvicinar d' assai alla lente per cagione della piccola distanza del suo foco. Oltrechè il microscopio composto forma un campo assai maggiore di quello del semplice; e quindi rendesi atrissimo a farci scorgere una maggior porzione dell'oggetto a un colpo d'occhio. La ragione si è, che il campo si rende maggiore a misura che entra nella pupilla un maggior numero di raggi, quali per conseguenza ci rendono visibile un maggior numero di punti dell'oggetto. Or siccome le lenti convesse posseggono la proprietà di riunire i raggi della luce, è chiaro che quanto più sono elleno numerose; tanto più saranno quelli riuniti e raccolti; e quindi più a portata d'introdursi nella pupilla.

1271. Uopo è sapere però, che ne' microscopj composti, che soglionsi costruire oggigiorno, vi sono altre lenti oltre alle due qui mentovate, a solo fine di temperare debitamente i raggi della luce, per produrre un maggior campo, e per renderlo distinte in tutte le sue parti, per la ragione esposta di sopra, e per quelle che si dichiareranno qualora si tratterà dei telescopj.

1272. Essendo il microscopio composto un doppio microscopio semplice (§ 1270), quando altri voglia determinare il suo ingrandimento, non ha che procedere colla stessa regola dichiarata di sopra (§ 1296). Se il foco di AB sarà di 4 linee, il diametro dell'immagine GH sarà ingrandita 24 volte, e la superficie

Tav. III.
Fig. 3.

576. Supponendo dunque d' un pollice la distanza focale di CD, il diametro della detta immagine sarà accresciuto 8 volte, e la superficie 64. Per la qual cosa moltiplicando 24 per 8, il prodotto 192 indicherà che il diametro dell' immagine GH, si aumenterà 192 volte in virtù di un tal microscopio, e la superficie vedrassi ingrandita di 36864 volte, per essere questo il prodotto di 576 (ch' è l' ingrandimento della lente A B) per 64 (ch' è l' ingrandimento della lente C D).

1273. Malgrado però il qui dichiarato ingrandimento, i microscopj ci tolgono il piacere di farci scorgere tutte le parti degli oggetti nel tempo stesso, conciossiachè a misura che si aumenta il lor potere d' ingrandire, si minora il numero de' punti visibili dell' oggetto. Quindi è, che siamo forzati a farli passare successivamente sotto la lente oggettiva, ed a contemplarli a parte a parte: nè v'ha altro mezzo per poter vedere l'intero oggetto tutto a un tratto, eccetto quello di far uso di lenti, il cui potere d'ingrandire sia poco notevole.

1274. I microscopj adoperar si possono sì per vedere gli oggetti trasparenti, che gli opachi. I primi soglionsi alligare generalmente tra due pezzettini di talco ben chiaro e sottile, entro a fori praticati in

Tav. III. una stecca d'avorio, come si rappresenta da AB nella Fig. 4.

Questa si sottopone alla lente oggettiva nella conveniente distanza, e poi s'illumina mercè della luce riflessa da uno specchio concavo; poichè altrimenti non si potrebbero veder gli oggetti colla necessaria chiarezza, per ragione che la luce da essi tramandata si andrebbe ad indebolire nel trapassare la spessezza delle lenti. Gli oggetti opachi all' incontro messi su d' un piano levigato sottoposto al microscopio, soglionsi illuminare, o per via d' una lente convessa, atta a concentrare la luce sulla loro superficie, oppure col mezzo d' uno specchietto concavo di metallo, che abbia la lente oggettiva collocata nel suo centro, siccome vien rappresentato dalla Figura 5. Questa nel microscopio semplice I K adattasi capovolta, col mezzo della vite L, al pezzo C, cosicchè la luce riflessa dallo specchio concavo levigatissimo M N, il cui

cui foco uguaglia precisamente quello della lente O collocata nel suo centro, possa illuminare l' oggetto, che a tal fine si alloga sul *Porta-oggetto* D E; il quale mediante la vite FG si alza, oppur si abbassa, per porlo esattamente nel foco della detta lente. Nel caso che l' oggetto è trasparente; essendo egli collocato entro ai talchi *a, b, c*, nella stecca A B, come si è detto, viene illuminato dai raggi tramandati dallo specchio, H, che gli è sottoposto. Per lo contrario nel microscopio composto A B la divisata lente O coll' Tav. III.
Fig. 5. annesso specchietto M N, rappresentato dalla Fig. 5, adattasi alla sua cima inferiore A; la lente oculare è allogata in B; il *Porta-oggetto* viene espresso da E F; la stecca da C D; la lente per illuminare da M; lo specchio riflettente da G: e il corpo A B del microscopio adattasi alla conveniente distanza dall' oggetto mediante la vite HI. Le aste, I K, K L (Fig. 4. e 6) sì del microscopio semplice, che del composto, adattansi al disopra della loro rispettiva cassetina, che in se racchiude tutte le loro attinenze, e gli ordigni necessarj. Ho avuto la avvertenza di far collocare le Figure 2 e 3, a rincontro delle Figure 4 e 6, affinchè unitamente ai microscopj scorgere si potesse il cammino rispettivo, che fanno i raggi prima di giungere all'occhio.

1275. Vi è poi un'altra specie particolare di microscopio, inventato dal signor Lieberkun accademico di Fig. 7. Berlino, e detto *solare* per l'uso che in esso si fa dei raggi del sole. Applicato lo specchio piano A B fuori dell'uscio della finestra di una camera oscura, rivolgasi al sole sì fattamente, che un fascio di raggi C da esso ripercosso, trapassando per un picciol foro praticato espressamente nell'uscio suddetto, vada a cadere sulla lente convessa D E. Codesti raggi renduti convergenti andranno ad illuminar fortemente il picciolo oggetto F G, preparato framezzo ai talchi della stecca O P, come si è detto (§ 1274), e collocato un po' più vicino alla lente DE di quel che sia il suo foco; altrimenti verrebbe egli bruciato e distrutto dal gran calore dei raggi solari concentrati in quel punto. E poichè i raggi medesimi sono poscia tramandati dai varj punti dell' oggetto sulla lentina con-

convessa HI , che n'è discosta un poco più del suo foco, andranno eglino a convergere nei punti K, L (§ 1225), formando un angolo assai notevole KsL . Avvenendo lo stesso a tutti gli altri raggi che tramandansi in giro dall'anzidetta lente; si verrà quindi a formar un cerchio luminoso KLM sul muro a rincontro, nel cui mezzo vedrassi rappresentata in grande l'immagine dell'oggetto divisato. Ognuno concepisce che la medesima si farà tanto maggiore, quanto più si accresce la distanza del mentovato muro, o del piano verticale che sia, dall'oggetto FG ; ed al contrario (§ 1236); cosicchè per determinare l'ingrandimento di un tal microscopio, non si ha a far altro, che dividere la distanza dell'immagine KL dalla lente HI per la distanza dell'oggetto FG dalla stessa lente; imperciocchè il quoziente ci esprimerà appunto l'ingrandimento richiesto. Così se la distanza MI sia di dieci piedi, ed sr di una mezza linea; col dividere 1440, che è il numero delle linee contenute in dieci piedi, per mezzo; il quoziente 720 indicherà che il divisato oggetto FG verrà ingrandito in diametro 720 volte.

1276. Abbenchè nel costruire il microscopio solare si usi l'attenzione di cuoprire in modo tale una superficie della lentina GI , che vi rimanga soltanto un picciolo foro atto a trasmettere unicamente i raggi centrali, che formano l'immagine più distinta; pure nondimeno qualora l'ingrandimento è assai notevole, per essere il muro, ove quella si dipinge, assai discosto dalla lente HI , non si ottiene ella ben terminata, specialmente nel suo lembo. E poichè si fatta immagine si avrebbe capovolta per cagione dello scambievole incrocicchamento de' raggi, vuolsi aver l'attenzione di por l'oggetto al rovescio, affine di scorgerlo rappresentato diritto sulla faccia del muro.

1277. La forma, la grandezza, e la disposizione delle parti delle divisate sorte di microscopi, si sono variate in mille guise; tuttavolta la loro costruzione essenziale è in tutti la medesima a un dipresso. Vengono da Inghilterra delle cassetine, che in se contengono l'intero *apparecchio microscopico*, consistente nel

nel microscopio semplice, nel composto, e nel solare, forniti d'una serie di picciole lenti, allagate ne' loro bussolini, atte a formare diversi ingrandimenti, e quindi a potersi applicare all'istrumento secondo che l'uo-
po il richiede, o a piacere di chi osserva. V'è parimente un ricco assortimento di stecche d'avorio fornite di oggetti d'ogni sorta; e mille altre attinenze, le quali rendono poi necessarie nel praticare le osservazioni. In unione di sì fatte cose v'è similmente il coltello spirale di Cumming (§ 12), assai adatto a tagliare i virgulti delle piante in fette trasparentissime, cosicchè rilevar si possa chiaramente col mezzo del microscopio la loro interna ed ammirabile struttura.

1278. E' impossibile di dare idea del piacere che s'incontra nel fare osservazioni di tal natura. Sembra effettivamente, che altri venga trasportato in un nuovo mondo: il quale gli offra ad ogni passo degli oggetti non mai veduti, e degli spettacoli da destare il più vivo stupore. Chi mai s'immaginerebbe di poter ravvisare nel capo d'una mosca un vaghissimo gruppo di occhi, emuli d'altrettanti rubini di figura esagona, i quali al numero di circa 8000 sono regolarmente schierati a diritta e a sinistra? I suoi pennacchi, la proboscide, gl'ispidi peli che la vestono dappertutto, son cose da far trasecolare chicchessia. Le finissime penne ond'è coperto il corpo, e son fregiate le ale della zenzara; i due pennacchi che le adornano la fronte; il pungiglione, niente dissimile da un acutissimo spillo; e la maniera ond'egli è racchiuso e custodito entro ad uno stucchio, dan forte motivo di diletto a coloro che si pongono a contemplarli. Che dirò poi di quell'immenso numero di piccioli viventi, che si ravvisano nuotar nelle acque, ove sia stato in infusione del grano, del pepe, della corteccia di quercia, o altra sostanza di tal natura! Le picciole anguille, di cui abbonda l'aceto, sono anche distintamente visibili con una lente di picciolo ingrandimento. Tralascio di rammentare il profitto che si ritrae da osservazioni di tal natura a pro delle scienze e delle arti. Però il più ammirabile del microscopio a me sembra che consista nel farci scorgere che la Natura è forse più prodigiosa nelle picciole cose, che

nelle grandi; e che gli esseri più vili e negletti, portano tutti per così dire l'impronta d'una indicibile sapienza e di un infinito potere.

A R T I C O L O II.

Della Lanterna magica, e della Camera oscura.

Tav. III.
Fig. 7.

1279. **L**a *Lanterna magica*, il cui inventore vuoi si essere stato il p. Kirker gesuita tedesco, non differisce punto essenzialmente dal microscopio solare (§ 1275). Son costrutti entrambi sul medesimo principio; colla sola differenza, che le due lenti DE, HI. sono assai più grandi nella lanterna magica, ed invece di far uso de' raggi del sole, si adopera uno specchio concavo di metallo il quale riflettendo la luce d'una candela, va ad illuminar fortemente l'oggetto che trovasi dipinto con colori trasparenti su d'una lamina di vetro. Talvolta vi si aggiungono due altre lenti per render l'immagine sul muro più terminata e distinta.

1280. Siccome la lanterna magica non differisce dal microscopio solare, così la *Camera oscura* non è diversa in essenza dall'occhio artificiale, di cui si è fatto parola nel § 1250, e l'uno e l'altra non differiscono punto dall'occhio naturale. Consiste ella in una cassetta, più, o meno grande, guernita di una grande lente convessa, la quale ricevendo i raggi dagli oggetti che le stanno a rincontro, gli tramanda incrocicchiate, e poscia uniti sulla superficie d'uno specchio piano, ch'essendo allogato in fondo alla cassetta con una inclinazione di 45 gradi, gli rimbalza in su verticalmente, e quindi fa loro dipinger l'immagine di que' tali oggetti co' loro più vivi colori, su di un vetro appanato, che gli sta alquanto al disopra orizzontalmente. La divisata lente convessa trovasi situata entro a un tubo scorrevole, il quale potendosi tirare in avanti o spingere indietro, secondochè vogliansi vedere oggetti vicini, o lontani, cagiona sempre, che i raggi vadansi ad unire sopra dello specchio. Fu ella inventata dal nostro insigne filo-

so-

L E Z I O N E XXIV.

27

30fo napoletano Giambattista della Porta, il quale ne prese l'idea dalle immagini rovesciate, che sogliamo veder dipinte in faccia al muro d'una stanza buja tutte le volte che siavi per avventura un piccol foro in uno degli uscj della finestra; e che gli oggetti esteriori situati a rincontro sieno bene illuminati. Siffatto strumento oltre al somministrare a chicchesia motivo di diletto, reca grandissimo comodo a' pittori qualor si tratta di ridurre dal grande in piccolo qualunque prospettiva. La più bella camera oscura, che io abbia veduto ne' paesi più colti di Europa, è quella del R. osservatorio di Greenwich; alla cui imitazione ne ho fatto poscia costruire una per uso di S. A. R. il principe ereditario delle Sicilie. Consiste ella in una picciola stanza buja, guernita d'un picciolo cupolino mobile, il quale porta seco uno specchio piano da inclinarsi a piacere secondo le occorrenze. Dirigendosi egli mercè d'un picciolo ordigno a qualunque piaggia dell'orizzonte, e ricevendo i raggi tramandati da quella; gli riflette poi su d'una gran lente sottoposta, da cui vengono raccolti su di un piano alquanto concavo di 3 in 4 piedi di diametro, collocato nel mezzo della stanza alla guisa di un tavolino, talchè rappresentano ivi l'immagine di que' tali oggetti che sono a rincontro dello specchio. In tal modo non solo il vasto parco adjacente all' osservatorio, ma la città di Londra, le abitazioni di Greenwich, il corso del Tamigi colle numerose navi che vi veleggiano al di dentro, e tutti gli altri oggetti che sono visibili intorno, veggonsi successivamente dipinti su quel piano co' loro più vivi colori, ed animati nel tempo stesso da' loro rispettivi movimenti.

1281. Oltre a' qui descritti strumenti diottrici è facile il vederne parecchi ne' gabinetti de' curiosi, i quali per altro comechè diversi in apparenza, e destinati ad altri usi, sono costrutti tuttavolta su gli stessi principj.

A R T I C O L O III.

*De' Telescopj di rifrazione, e delle loro
differenti specie.*

1282. **F**ra tutti gli strumenti diottrici finora inventati, quello che fa più onore all'umano ingegno, si è certamente il *Telescopio* o *Cannocchiale*, che altro non è, se non se uno stromento atto a farci vedere distintamente gli oggetti assai lontani. Gran fatto, che si ignori l'autore d'una sì prodigiosa scoperta! Alcuni ne danno l'onore ad un certo Ruggiero Bacone, religioso francescano di nazione inglese, il quale visse verso la metà del secolo XIII. Altri vogliono che l'inventore fosse stato l'olandese Giacomo Mezio. Parecchi l'attribuiscono ad un certo Zaccaria Jansen, nativo di Middelburg nella Zelanda, e credono che egli lo inventasse verso l'anno 1609, ch'è certamente anteriore al tempo di Mezio, siccome saggiamente riflette Cristiano Hugenio. Affermano costoro, che l'invenzione fosse stata del tutto casuale, attesochè i suoi garzoni di bottega tenendo per gioco due lenti in qualche distanza l'una dall'altra, aveano ravvisato più vicina, e molto imbrandita la palla collocata in cima d'un campanile a rincontro. La verità si è, che il celebre nostro compatriotto Giambattista della Porta, il quale fiorì verso la metà del secolo XVI, nel lib. 17 della sua *Magia naturale* fa chiarissima menzione di una combinazione di lenti, mercè di cui potea egli vedere gli oggetti più vicini, ed ingranditi d'assai. Sia però la cosa come si voglia, egli è fuor d'ogni dubbio, che il primo a costruir de' telescopj, conducenti a far delle scoperte intorno ad oggetti assai lontani, fu l'illustre Galilei, il quale, siccome afferma egli stesso, si occupò seriamente a costruirli verso l'anno 1609, per avere inteso d'esserne stata fatta allora la scoperta in Olanda. Essendo egli felicemente riuscito nella sua intrapresa, ebbe il piacere di scoprire con tal mezzo le macchie nel sole, le fasi di Venere, ed i Satelli-

liti di Giove, detti poscia da essolui *Stelle Medicæe* in onore di Cosmo de' Medici gran-duca di Toscana, ch'era nel tempo stesso suo gran mecenate e signore.

1283. La costruzione di tal sorta di telescopio, detto comunemente *Telescopio Galileano*, è semplice oltre misura; ed affine di ben comprenderla, immaginatevi i due pennelli luminosi CAD , CBD , scagliati da' due punti A e B dell'oggetto (e così s'intenda degli altri) sulla lente convessa CD . Dopo d'esservisi eglino scambievolmente incrocicchati, si andrebbero ad unire ne' punti E ed F , ove dipingerebbero la piccola immagine EF dell'oggetto AB (§ 1225). Ma poichè una delle proprietà del telescopio dev'esser quella d'ingrandire l'oggetto visibile, uopo è servirsi parimente della lente concava HI , la cui distanza da' punti E ed F , dev'esser tale, che uguagli quella del suo foco virtuale G . Per la qual cosa i raggi Cs , Dc ; Ds , Ca , essendo costretti a trapassar la lente concava HI , saranno da quella renduti divergenti (§ 1232); dimanierachè procederanno oltre lungo i sentieri sL , cL , sK , aK . Ciò non ostante però, attesa la convergenza, con cui cadono al disopra della detta lente, come si scorge dalla Figura, andranno essi a concorrere ne' loro rispettivi fochi K , ed L ; ma questi saranno assai più distanti di quel che sarebbero stati i fochi E , e F , qualora non vi si fosse interposta la lente HI . Laonde essendo l'immagine KL rappresentata all'occhio sotto l'angolo KGL ; e questo essendo maggiore dell'angolo EPF , sotto cui sarebbe rappresentato l'oggetto AB se fosse veduto ad occhio nudo; dovrà egli per necessità comparire ingrandito. Oltre ciò comparisce egli assai chiaro e distinto, sì per cagione che la lente CD rendendo convergenti i raggi scagliati dall'oggetto, gli rende atti a trapassar la pupilla, giacchè in altro caso si sarebbero eglino dissipati per la loro natural divergenza; sì ancora perchè i raggi stessi non attraversano che due sole lenti, e quindi nè si sminuisce la loro efficacia, nè si turbano scambievolmente, siccome avvenir suole qualora si faccian loro soffrire ripetute rifrazioni. Finalmente si vede egli dritto, poichè i pennelli luminosi cLs , aKs , non frastaglian.

Tav. III.
Fig. 6.

gliandosi dentro l'occhio per cagione della notabile loro divergenza, ma solo nel centro P della lente C D, vanno a dipingere nella retina l'immagine rovesciata, appunto come si richiede per far che l'oggetto si scorra diritto (§ 1253). Siffatta sorta di telescopio ha benanche il vantaggio di non esser molto lungo, richiedendosi poco più che la semplice lunghezza del fuoco dell'*oggettivo*. Questo è il nome che si dà a quella lente ch'è situata verso l'estremità del cannocchiale, rivolta all'oggetto; qual sarebbe, per esempio, C D; giacchè l'altra vicina all'occhio, qual sarebbe H I denominar si suole *lente oculare*.

1284. Il massimo inconveniente del telescopio galileano si è quello di formare un picciol campo, per ragione che i pennelli luminosi $a K s, c L s$, essendo molto divaricati in virtù della lente concava H I, non possono introdursi tutti dentro la pupilla, e quindi far perdere di vista que' punti dell'oggetto, che son molto discosti dal suo centro (§ 1270). Ciò fa sì, ch'egli non riesca molto piacevole; e che ci renda difficile ed incomodo il ritrovare gli oggetti, specialmente nel caso ch'egli ingrandisca notabilmente, e quindi ci faccia vedere pochi punti a un tratto, come si è già notato per rapporto al microscopio (§ 1273).

1285. Niente dissimile dalla costruzione del telescopio galileano è quella del *cannocchiale da teatro* e de' piccoli *cannocchiali da tasca*, che denominar sogliamo *spioncini*. Sono ancor questi formati da due lenti cioè a dire da un'oggettiva piano convessa, oppure convessa d'ambidue le parti; e da un'ocular piano-concava, ovver concavo-concava. Il solo divario che v'ha fra essi, è quello che passa tra il piccolo e il grande. I cannocchialetti da teatro sogliono avere una grande apertura, ossia l'oggettivo assai grande; poichè adoperandosi con lumi di notte, la cui efficacia non uguaglia punto quella della luce solare, non potrebbero altrimenti veder chiari gli oggetti. Per tal cagione sono eglino imperfettissimi volendosi usare di giorno, facendo comparire le immagini assai confuse, mal terminate, e cariche di colori, per le ragioni che esporremo più innanzi.

1286. L' incomoda piccolezza del campo del telescopio galileano (§ 1284) obbligò gli Ottici ad immaginare la costruzione d' un altro telescopio, il quale fosse composto di due lenti convesse nel modo che siegue. L' oggetto A B tramandando i pennelli luminosi sulla lente C D; e questi essendo rifratti in modo, che vadano a concorrere ne' punti E ed F; formeranno quivi l'immagine E F. E poichè la lente oculare G H giace in distanza del suo foco G E dalla detta immagine; i divisati pennelli, incrocicchati scambievolmente ne' rispettivi fochi E ed F, e tramandati di là in direzioni divergenti, saranno renduti paralleli da quella (§ 1223), cosicchè l'occhio collocato in R vedrà l'immagine E F ingrandita e distinta (§ 1267). La vedrà bensì rovesciata, per cagione che frastagliandosi i raggi in R, andranno a dipinger sulla retina l'immagine diritta, quandochè esser dovrebbe capovolta (§ 1253): la qual cosa riuscendo assai disgustevole, ha fatto sì, che questa sorta di telescopio si adoperi soltanto per osservare i corpi celesti, la cui forma sferica ci rende indifferentissimo il vederli capovolti, oppur diritti. E questa è la ragione, per cui egli si denomina *telescopio astronomico*.

Tav. III.
Fig. 2.

Fig. 3.

1287. Affin di renderlo atto a veder gli oggetti terrestri nella loro natural posizione, uopo è aggiugnervi altre lenti. Queste sono le altre oculari I K, N O, situate immediatamente dietro la prima G H. Sono elleno alloggiate in un tubo unitamente a questa; laddove l'oggettivo C D è riposto in un altro tubo più ampio; e la loro distanza rispettiva uguaglia precisamente il lor foco, ch'è uguale in tutt'e tre. In questo caso applicasi l'occhio presso ad S; laddove nel telescopio astronomico applicasi ad R. Ecco dunque cosa succede coll'aggiunta delle divisate lenti. I fasci di raggi H I, G K, i quali tramandati paralleli dalla prima oculare G H (§ 1286), andranno a ferire la seconda I K; renduti quivi convergenti (§ 1220), andranno a formare l'immagine L M nel foco di quella in situazione affatto diritta, corrispondente a puntino alla vera posizione dell'oggetto A B. E poichè siffatta immagine viene a scorgersi dall'occhio col

mezzo della lente NO , che ne rovescia la posizione; la vedrà egli conseguentemente diritta) § 1253), ed egualmente ingrandita di quel che si vedea col mezzo della sola lente GH ; conciossiachè le due altre lenti aggiunte non alterano in verun modo l'angolo ottico (talchè GRH è uguale ad NSO), ma sono unicamente destinate ad addirizzare l'immagine, come si è detto, e ad accrescere il campo (§ 1270).

1288. Un telescopio costrutto nel modo fin qui descritto, dicesi *Telescopio terrestre*, oppur *Cannocchiale*: e sebbene la lente GH non ingrandisca l'immagine più di quello che si faccia col mezzo delle lenti consecutive IK , ed NO (§ 1287), pur nondimeno quando ella sia sola, e non combinata colle altre, come appunto succede nel telescopio astronomico, si può fare un poco più convessa; cosicchè formando un angolo ottico maggiore, per esser più corto il suo foco, possa in corrispondenza ingrandire anche di più. La qual cosa non si può praticare ne' telescopj terrestri, per ragione che la luce s'indebolirebbe di troppo nel suo passaggio per lenti di tale spessezza. Per questo motivo appunto gli oggetti veggonsi più oscuri col mezzo di telescopj composti di sei lenti convesse, che soglionsi fare talvolta per uso di Marina, per essere il lor campo maggiore almen del doppio che in un cannocchiale di quattro lenti (§ 1271).

1289. Soglionsi costruire benanche de' telescopj *binocoli*; cioè a dire tali, che adoperar si possono entrambi gli occhi nel tempo stesso. Sono eglino formati di due cannocchiali simili montati sull'istesso piede, e distanti l'un dall'altro quanto sono le pupille degli occhi. Trovansi poi corredati d'una vite, mercè di cui disponendosi in modo, che tutt'e due gli assi ottici vadano a concorrere nello stesso punto; gli occhi a loro applicati veggono entrambi il medesimo ed unico oggetto. Egli è materia di fatto, che col mezzo de' telescopj binocoli non solo il campo apparisce maggiore, ma gli oggetti stessi veggonsi più chiari e più ingranditi; la qual differenza per altro scorgesi similmente nella nuda vista, allorchè senza far uso di alcun telescopio, veggiamo gli oggetti
più

più chiari e più grandi con tutt'e due' gli occhi , che con un solo.

1290. Per ragione dell' efficacia , cui serba la luce nel trapassare pe' telescopj astronomici , vengono egliero adoperati per formarne de' *Telescopj di notte* , molto idonei per far vedere ai naviganti in mezzo il bujo gli oggetti situati sulla superficie del mare . Servendo essi a tal uopo , l' oggettivo ha una grande apertura , affin di raccogliere una gran quantità di raggi , sì tramandati dall' oggetto , che ripercossi dall' acqua . Ha egli inoltre un fuoco assai corto , suppongasi di 8 , o 10 pollici ; ond' è , che forma un campo assai vasto e spazioso ; nulla importando che l' immagine dell' oggetto non sia poi ben terminata e distinta .

1291. Tutte le volte che il telescopio astronomico viene adoperato per vedere il disco , oppur le macchie del sole , si suol' applicare un vetro piano affumigato innanzi all' oculare , affinchè l' occhio possa riguardare impunemente un tal pianeta . V' ha però un altro strumento destinato a tal uso , e perciò detto *Eliscopio* . L' invenzione è del celebre dottor Hook , e consiste in varj specchi piani disposti in tal guisa , ch' essendo la luce rimbalzata quinci e quindi ripetute volte , si renda in ultimo debole a segno , che l' occhio la possa soffrire senza veruna sorta d' incomodo .

1292. Affin di raccorre in poche verità le più principali e più interessanti dottrine riguardanti i telescopj , le quali manifestamente derivano dalle cose dichiarate ne' precedenti paragrafi , fa mestiere stabilire in primo luogo , che col mezzo de' telescopj , o cannocchiali che dir si vogliano , non veggiamo realmente gli oggetti , ma soltanto la loro immagine ingrandita nel foco dell' oculare (§ 1287) : la qual cosa si può eziandio comprovare con un fatto ; cioè a dire col presentare il cannello d' una penna , un dito , o altro simile impedimento , all' oggettivo , nell' atto che altri stia riguardando un altro oggetto lontano . Altro effetto egli non produrrà , se non quello di scemar la chiarezza di quel tale oggetto per ragione della perdita di que' raggi che intercetta ; poichè del resto proseguirà l' oggetto medesimo a vedersi bell' e

in-

intero come prima: cioè non potrebbe accadere se il telescopio ci facesse scorgere l'oggetto stesso, e non già la sua immagine. 2. Che il detto ingrandimento non si fa con altro artificio, se non col rappresentare l'immagine all'occhio, sotto un angolo maggiore di quello, sotto cui vedrebbe l'oggetto ad occhio nudo (§ 1283). 3. Che l'oggetto scorgesi assai chiaro, per ragione che le lenti hanno il potere di raccorre, e far entrare nella pupilla una infinità di raggi, che altrimenti si sarebbero dispersi per la loro natural divergenza. 4. Ch'egli nel tempo stesso vedesi distinto, a motivo che i raggi renduti paralleli in forza dell'oculare, ed internandosi nell'occhio in tal direzione, possono rendersi convergenti a segno dagli umori di quello, che vadano tutti a concorrere ne' loro rispettivi fochi in faccia alla retina (§ 1243). 5. Finalmente, ch'egli comparisce più vicino, per esser l'immagine, che lo rappresenta all'occhio, assai più d'appresso di quel ch'è l'oggetto medesimo, da cui ella procede.

1293. Dalle cose medesime si deduce in simil guisa che l'ingrandimento de' telescopj è sempre nella ragione della distanza focale dell'oculare, paragonata a quella dell'oggettivo, dimaniera che quante volte la prima si conterrà nella seconda, tante volte l'oggetto comparirà ingrandito. Quindi è, che un cannocchiale, il cui oggettivo abbia 15 piedi di foco, e l'oculare l'abbia di un pollice, ingrandirà il diametro dell'oggetto 180 volte; essendo questo numero il quoziente di 180 pollici (ossia 15 piedi) divisi per 1. Che però in un telescopio, il cui oggettivo ed oculare fossero di ugual foco, l'ingrandimento diverrebbe nullo. La ragione del proposto metodo deriva manifestamente dal minorarsi l'angolo ottico a misura che si accresce la distanza dell'oggetto (§ 1260); onde è, che essendo, esempigrazia nel caso nostro, l'oggettivo di 15 piedi, ossia di 180 pollici di foco, l'occhio quivi applicato ravviserebbe l'immagine dell'oggetto sotto un angolo 180 volte minore di quello, sotto cui la ravvisa col mezzo dell'oculare che n'è distante per un solo pollice.

1294. Questa regola vale ugualmente pei telescopj
ter-

terrestri formati da più oculari (§ 1288); concios-
siachè senza tener conto delle lenti intermedie, da cui
abbiam detto non alterarsi l'angolo ottico (§ 1287),
basta il paragonare il foco della prima lente oculare
vicina all'occhio a quello dell'oggettivo.

1295. La luce e la chiarezza degli oggetti dipendono
unicamente dall'apertura dell'oggettivo: e quando que-
sta sia tale, che introduca nel telescopio una abbon-
danza di luce, si ha benanche il vantaggio di potervi
applicare una lente oculare più convessa affin di pro-
durre un forte ingrandimento, non essendoci pericolo,
che la luce vi si vada a indebolire di troppo. Egli è
però da sapersi, che l'apertura, di cui si ragiona, è
del tutto limitata; ed è relativa, a cose pari, al foco
dell'oggettivo; ond'è che i gran telescopj hanno sem-
pre del vantaggio su i piccioli per questo riguardo. Il
dare all'oggettivo un'apertura maggiore di quel che
richiede la distanza del suo foco, sarebbe lo stesso che
aver l'immagine mal terminata e confusa; attesochè la
sfericità della lente produrrebbe una notabilissima
aberrazione; che val quanto dire, che per ragione del-
la sua curvatura, ed oltre a ciò per essere i raggi
della luce diversamente rifrangibili, come dimostreremo
a suo luogo, quelli che ne attraversano gli orli,
non andrebbero a concorrere nello stesso punto con
quelli che son presso all'asse; e quindi ne segui-
rebbe l'anzidetta confusione: la quale è chiaro che si
deve aumentare a misura che più si scuoprano gli orli
della lente. E poichè la esperienza ci fa scorgere, che
qualora i raggi rifratti sono sparsi, e non uniti
in un punto, sviluppano una serie di colori, avver-
rebbe anche nel divisato caso che l'immagine vedreb-
besi straordinariamente colorita, e del tutto indistin-
ta.

1296. Per ischivare più ch'è possibile l'aberrazione
prodotta dall'oggettivo, come si è detto, si pro-
pose un metodo dal celebre Eulero nel 1747 dietro
le tracce di Newton. Tuttavolta però deve si a Dol-
lond, illustre artefice inglese, la gloria di essere riu-
scito fin dall'anno 1759 nel far sì, che i raggi di
diversa specie vadano quasi tutti a concorrere nel me-
desimo foco: e ciò col fermare l'oggettivo di due
di-

diversi cristalli, uno detto *crown glass*, e l'altro *flint glass*. Sogliono questi ridurre, uno in una lente concava, e l'altro in una lente convessa, la quale adattandosi alla cavità di quella, formi poi un solo oggettivo. Talvolta vien questo formato da tre delle divisate lenti invece di due; ed allora quella di mezzo è concava d'entrambe le parti, e le rimanenti sono convesse. I cannocchiali forniti di siffatta sorta di oggettivi, diconsi *acromatici*, che val quanto dire *scveri da colori*; quantunque ciò non sia vero a tutto rigore; poichè rimane sempre l'aberrazione prodotta dalle lenti oculari. Così soglionsi costruire oggidì tutti i cannocchiali in Inghilterra; ed hanno essi il gran vantaggio, oltre al rammentato dinanzi, di aver l'oggettivo di grande apertura rispettivamente agli altri, che non sono acromatici, per ragione che anche i raggi vicini all'orlo vanno a concorrere con quelli di mezzo in virtù del già divisato artificio.

1297. La testè rammentata aberrazione delle lenti oculari costituisce parimente de' limiti alla loro apertura, e quindi al *campo della vista* che ne dee risultare; imperciocchè fa assolutamente mestieri di porre un *diaframma*, ossia un tramezzo presso all'oculare, che abbia un'apertura sì limitata, che passando soltanto i raggi rifratti a dovere, ed esclusi gli altri, provenienti dagli orli, veggasi l'immagine distinta, e scarica di colori. Or la quantità dell'apertura medesima decide unicamente dell'ampiezza del campo, giacchè essendo ella più ampia, ammette raggi più discosti dal mezzo dell'oggetto. D'altronde l'aberrazione essendo maggiore nelle lenti, che ingrandiscono assai, per esser elleno assai convesse; si rileva con evidenza che a misura che cresce l'ingrandimento ne' telescopj, uopo è che si scemi il lor campo; dovendosi corrispondentemente minorare il diaframma per aver l'immagine distinta.

1298. Ho stimato necessario di dare questo preciso dettaglio delle principalissime dottrine pratiche riguardanti i cannocchiali, dopo di averne pienamente esposta la teoria, ad oggetto di porvi nello stato di poter francamente giudicare del merito e della bontà d'uno

d'uno strumento sì ovvio, e così profittevole nel tempo stesso. Dubito però che siffatte cose non saranno gustate abbastanza se non se da coloro, i quali si dilettono di far uso di questa sorta di strumenti, ed hanno il genio di rendere utili le cognizioni agli usi della vita.

1299. I telescopj, o cannocchiali finora descritti, diconsi, *diottrici*, ossia *telescopj di rifrazione*, a differenza de' *catadiottrici*, ossia di *riflessione*, di cui si ragionerà nell' Articolo della luce riflessa. I Francesi riservano il nome di *telescopio* solamente a questi ultimi, e danno a' primi il nome di *cannocchiali*.

ARTICOLO IV.

De' principj della Catottrica, ossia della luce rimbalzata.

1300. **T**utte le volte che la luce scagliata da' corpi luminosi avvien che s'imbatta in corpi opachi, ossia in quelli, la cui struttura è tale, che non si lasciano attraversare dalla luce a simiglianza de' corpi trasparenti, come sono i metalli, i legnami, la maggior parte delle pietre, ed altri di simile natura; ne vien ella rimbalzata indietro, per cagione, come altri crede, della sua elasticità; ed in tale occorrenza esegue ella appuntino la legge, a cui soggiacciono tutti i corpi elastici; vale a dire di far l'angolo della riflessione uguale a quello della incidenza (§ 296). Però non tutti i raggi tramandati sulla superficie dei corpi vengono a soffrire siffatto rimbalzo; conciossiachè ve n'ha di quelli, i quali s' internano nella sostanza dei corpi medesimi per entro ai loro pori; ove ripercossi e rifratti molto irregolarmente, si dissipano quindi, e si disperdono; cosicchè non risaltando di là, nè facendo sull' occhio nostro veruna sorta d'impressione; quelle tali interne particelle ci si rendono invisibili, e il corpo dicesi *opaco*. Per la qual cosa uopo è tener per fermo, che tutto ciò che vediamo nei corpi, ci si rende visibile in virtù dei raggi della luce rimbalzati dai varj loro punti: i qua-

quali potendosi ugualmente scorgere da un gran numero di persone, nel cui mezzo si trovino essi collocati, forz'è il credere che non differiscano in verun modo dal punto raggiante d'un corpo luminoso; e che alla guisa di quello diffondano eglino tutto all'intorno de' raggi di luce in direzioni divergenti (§ 1198).

1301. L'esatta regolarità, onde i raggi luminosi eseguono l'accennata legge (§ 1300); e la notevole scabrosità di tutte le specie di corpi, anche i più levigati e puliti, la quale sembra che a siffatta regolarità dovrebbesi opporre, fece credere a Newton che la luce non giugnese sulla superficie de' corpi, ma che ne fosse rimbalzata in picciolissima distanza da quella in virtù d'una certa forza ripellente, diffusa da que' tali corpi alquanto al di là de' limiti della forza d'attrazione, da cui quella deriva, siccome abbiamo detto (§ 64): e la ragione, per cui non tutti son rimbalzati all'indietro, ma alcuni s'internano ne' loro pori (§ 1300), si è, a parer suo, che non tutti vi sono tramandati con ugual grado di obliquità, e conseguentemente colla velocità istessa; essendo ben chiaro, che i più obliqui esser debbono meno efficaci a contrastare la presesa forza ripellente (§ 285); e quindi son ripercossi in parte contraria, a differenza degli altri più diretti, i quali vincendo total forza, vengono tosto avvalorati ad internarsi ne' corpi dalla forza di attrazione, onde son quelli più immediatamente circondati.

1302. Per quanto codesta sentenza sembri inetta e dispregevole a coloro che la considerano superficialmente, non sembra tale però a quegli che vogliansi prender la pena di ponderar seriamente le ragioni e i varj argomenti prodotti in suo favore da Newton, e dalla maggior parte de' suoi seguaci. A noi non torna conto di diffonderci sovra speculazioni di tal genere, le quali non fanno in certo modo che somministrar del pascolo all'altrui curiosità, senza darci affatto de' lumi per render queste dottrine giovevoli agli usi della vita.

1303. L'accennata legge d'uguaglianza tra l'angolo di riflessione, e quello d'incidenza, trattandosi di luce rimbalzata, costituisce il fondamento di tutta
la

la catottrica, la quale altro non è, a voler giustamente ragionare, che un'applicazione semplicissima della legge divisata. Per tal fine val certamente la pena di rassicurarsene preventivamente mercè di un agevole esperimento. Pongasi uno specchio piano in situazione orizzontale entro una stanza; e rendutala buja, facciasi cadere su quello un raggio di luce, introdotto per un foro nell'uscio della finestra. Vedrassi egli risultare all'indietro, ed osservare le leggi esposte nel § 296; talmentechè descriverà dopo il rimbalzo lo stesso sentiere, per cui vi è disceso, tutte le volte che sarà stato scagliato in direzioni perpendicolare: e nel caso che vi sia stato lanciato obliquamente, facendo uso di un quadrante graduato, si troverà immancabilmente che l'angolo formato col piano dello specchio dal sentiere, per cui il raggio è disceso, uguaglia quello, cui forma col piano medesimo il raggio di rimbalzo.

1304. Malgrado la costante uguaglianza dei mentovati angoli, sia qualunque la forma della superficie dei corpi, o piana, o concava, o convessa, i risultati sono varj a norma della varietà delle superficie istesse, siccome abbiain già osservato a proposito della rifrazione (§. 1218). Per porre in chiaro tutto questo, supporremo i raggi di luce scagliati su piani levigati delle accennate forme, o vogliam dire sopra specchj piani, concavi, o convessi; su di cui possono eglino esser lanciati, o in direzioni parallele, o convergenti, oppur divergenti.

1305. Dovendo l'angolo di riflessione esser sempre uguale a quello d'incidenza, ne dee certamente avvenire che i raggi di luce tramandati in qualunque delle indicate direzioni su coteste tre sorte di specchj, debbono esserne rimbalzati in modo, che dallo specchio piano non si altrerà punto la lor direzione dopo il risalto; dal concavo saranno renduti convergenti; ed all'opposto si faranno divergenti dallo specchio convesso. Affin di entrare in siffatto dettaglio, uopo è considerarli partitamente.

AR.

A R T I C O L O V.

Delle proprietà delle varie sorte di specchi.

Tav. III.
Fig. 10.

1306. Sia AB uno specchio piano, su cui cadano i raggi di luce CD , EF , tra se paralleli. Affinchè gli angoli di riflessione riescano uguali a quelli d'incidenza CDA , EFA , è assolutamente mestieri, che il raggio CE risalga lungo DG , ed EF lungo FH , ed ognun vede che i raggi rimbalzati DG , ed FH prosiegono ad esser paralleli, come lo erano gl'incidenti CD ed EF .

Fig. 11.

1307. In simil guisa se sullo specchio piano AB vengano lanciati dal punto C i raggi divergenti Ca , Cb , Cc , Cd ; l'osservanza dell' indicata legge farà risalire il primo lungo aE , il secondo lungo bF ; il terzo lungo cG , e l'ultimo finalmente nella direzione di dH ; perchè così l'angolo di riflessione EaB sarà uguale a CaA ; e così mano mano i rimanenti. Ed è chiaro, che i raggi rimbalzati aE , bF , cG , dH , sono tra se divergenti, come lo erano gl'incidenti Ca , Cb , Cc , Cd .

Fig. 12.

1308. Rendesi evidente in ultimo, che i raggi tra se convergenti Hd , Gc , Fb , Ea , sarebbero rimbalzati dal medesimo specchio piano AB nelle rispettive direzioni di dC , cC , bC , ed aC , le quali non cessano neppure di esser convergenti tra loro.

Fig. 13.

1309. All' incontro cadendo i raggi paralleli DA , FB , EC , sullo specchio concavo ABC , il cui centro sia F ; per poter sicuramente determinare i detti angoli, uopo è tirare dal centro F le rette $FAFC$, ai punti d'incidenza A , e C ; le quali essend' raggi della concavità ABC dello specchio, saranno per conseguenza perpendicolari alla sua superficie. Or l'inclinazione di qualunque raggio incidente, su cotal sorta di specchi deesi misurar sempre rispettivamente a siffatte perpendicolari. Per la qual cosa apparisce manifestamente dalla Figura, che per farsi l'angolo di riflessione FAG uguale a quello d'incidenza FAD , fa mestieri assolutamente, che il raggio DA risalga lun-

go A G. Per la ragione medesima il raggio E C dovrà risalire lungo C G. Il raggio F B, che riguardar si dee come l'asse dello specchio, risalirà per la stessa retta, per esser egli perpendicolare (§ 1303). Dunque tutti cotesti raggi andranno ad unire in un punto dell'asse, ch'è G; il quale si dimostra esser distante dal vertice B dello specchio, ossia dal punto ove la sua superficie vien penetrata dall'asse, per la metà del raggio, o vogliamo dire per la quarta parte del diametro (19).

TOMO IV.

Q

1310.

(19) Per dimostrare l'enunciata proprietà dello specchio sferico concavo, stimiamo bene di premettere intanto un problema generale appartenente a tal sorta di specchi, il quale parimente potrà servire di fondamento per dimostrare più sotto altre proprietà di questi stessi specchi.

Problema. Data la distanza AB del punto vangiante A posto nell'asse AB, che tramanda il raggio di luce AM Tav. agg. assai vicino al punto B dello specchio sferico concavo MB, in fine di cui sia noto il raggio CB; determinare il foco F, ossia Fig. 8. trovar la distanza FB.

Risoluzione. Dal centro C si tiri CM: questo sarà il perpendicolo al punto M, essendo MB un arco assai piccolo, sarà perciò l'angolo z misurato da questo arco assai piccolo, e quindi l'angolo MCA assai ottuso, ed r, o parimente assai piccoli. Dunque anche l'angolo x di riflessione assai piccolo, dovendo esser eguale ad r angolo d'incidenza. Quindi nel triangolo AMF, essendo l'angolo AMF diviso per metà, sarà (3, l. 6) AM : MF :: AC : CF. Ma senza error sensibile AM = AB, MF = FB; dunque AB : FB :: AC : CF, per cui si avrà

$$AB \times CF$$

$$FB = \frac{AB \times CF}{AC}.$$

Sia AB = d, CB = r, FB = x, FC = r - x, AC

$$= d - r; \text{ sarà } x = \frac{d(r-x)}{d-r}, \text{ ed } x(d-r) = d(r-x)$$

cioè, fatta la moltiplica, e lasciato x solo, sarà $x = \frac{d r}{2 d - r}$

$$\frac{AB \times BC}{2 AB - BC} = \frac{AB \times BC}{AB + AC}.$$

Corollario. Se A è infinitamente lontano, cioè AB = ∞, i raggi AM, AB sono paralleli, e quindi CB, rispetto ad AB, = $\frac{1}{\infty}$

1310. Ugualmente manifesto rendesi eziandio, che i raggi divergenti GA , GC , ed altri simili, tra-
 Tav. III. mandati sul detto specchio, ne sarebbero rimbalzati
 Fig. 11. lungo le rette AD , CE , tra le parallele; altrimenti gli angoli di riflessione FAD , FCE , non sarebbero rispettivamente uguali ad FAG , FCG , che sono gli angoli d'incidenza. Questa è la ragione, per cui gli specchi concavi adoperar si sogliono per illuminare le strade a grandi distanze, ponendoli in fondo a' fanali, sicchè la fiamma della lampana sia collocata nel loro foco. Ora se i raggi paralleli per virtù di siffatto specchio sono renduti convergenti; e i divergenti son fatti paralleli; i raggi naturalmente convergenti saranno da esso renduti più convergenti d'assai. Dal che si fa chiaro, che lo specchio concavo possiede la proprietà di far convergere ogni sorta di raggi.

1311. In forza di tutto ciò resta similmente stabilito, che i raggi scagliati da oggetti infinitamente distanti dalla superficie d'uno specchio concavo, come sarebbero per cagion d'esempio i corpi celesti, i cui raggi riguardar si possono come paralleli quando sien giunti a noi) per esser minimo l'angolo della loro divergenza), son da quello riuniti nel punto G , ch'è lontano dal suo vertice B per la metà del raggio della sua concavità. Dassi ad un tal punto il nome di *foco solare*, ivi raccogliendosi i raggi tramandati dal sole: e poichè i medesimi condensati oltremodo con siffatto mezzo conseguiscono una violenza affatto straordinaria, ed atta a far divampare qualunque sorta di corpo; prende egli eziandio la denominazione di
fuo-

$$= \frac{1}{2} r. \text{ Dunque in questo caso } AC=AB; \text{ onde } x = \frac{AB \times BC}{AB + AC}$$

$$= \frac{AB \times BC}{2 AB} = \frac{CB}{2} = \frac{r}{2}, \text{ cioè nei raggi paralleli il foco è}$$

distante dal centro per la metà del raggio, come dice appunto l'autote.

fuoco caustico; e gli specchi adoperati a tal uso diconsi *specchi ustori*, od anche *specchi caustici*.

1312. Finalmente i raggi paralleli FA, GC , lanciati sullo specchio convesso ABC , per formare gli angoli di riflessione FAH, GCI , rispettivamente uguali a quelli d'incidenza FAD, GCD , dovranno risalire lungo i sentieri AH, CI , i quali ognun vede esser divergenti; ed il loro foco K sarà negativo, ossia al di dentro dello specchio, in distanza della metà del raggio, come appunto si è detto del foco positivo degli specchi concavi (§ 1311) (20). In simile guisa i raggi convergenti IC, AH , tendenti ad unirsi nel punto K , saranno renduti paralleli, dovendo eglino risalire lungo le direzioni CG, AF . Per la qual cosa i raggi naturalmente divergenti diverranno maggiormente tali; e quindi si rende manifesto, che gli specchi convessi hanno l'efficacia di far divergere ogni sorta di raggi.

Tav. III.
Fig. 13.

1313. Dalle verità fin qui premesse dipendono immediatamente gli effetti che si producono dalle varie sorte di specchi. Per poterle scorgere col fatto, incominciamo da' piani.

1314. Le principali proprietà degli specchi piani sono quelle di rappresentarci le immagini perfettamente

Q 2

te

(20) Data la distanza pB dallo specchio convesso MBn , nel quale il punto raggianse sia A , da cui tramandi il raggio di luce pn assai vicino al punto B ; determinare il foco F , cioè il punto ove si dipinge l'immagine dell'oggetto. Tav. agg. in fine Fig. 8.

Sia $pB=d$; sarà $pC=d+r$, supposto $CB=r, EB=x$. Nel triangolo pnC si ha $pC:pn::\text{sen. } CnL:\text{sen. } pCn$ (s'intende già tirato il raggio Cn). Ma $CnL=FnC$, per le leggi delle riflessioni, dunque $pc:pn::\text{sen. } FnC:\text{sen. } pCn::CF:Fn$, da cui

$$CF \times pn = (r-x)d$$

si ottiene $Fn=FB = \frac{pC}{d+r}$; onde $x(d+r) =$

$$(r-x)d, \text{ cioè, fatta la moltiplica, e ridotto solo } x, \text{ sarà } x = \frac{dr}{pB \times BC} = \frac{pC \times BC}{pB \times BC}$$

$$\frac{dr}{d-r} = \frac{pC+BC}{pC+pB}$$

Ora facendo $pB = \infty$,

$$\text{cioè, facendo che i raggi sieno paralleli, sarà } x = \frac{pB \times BC}{pB} = \frac{pB}{BC}$$

te simili, ed uguali all'oggetto, a cui appartengono; di farcele scorgere dietro lo specchio, e in tal distanza, che uguagli la lontananza dell'oggetto dallo specchio medesimo; e finalmente di farci vedere l'immagine diritta corrispondentemente alla posizione dell'oggetto (21). Il vedere l'immagine dritta dipende, siccome ognuno concepisce, dall'essere i raggi rimbalzati all'indietro senza veruno incrocicchiamento, cosicchè non v'ha ragione per cui, debbasi alterare la posizione dell'oggetto. E poichè gli angoli di riflessione uguagliano perfettamente quelli d'incidenza, forza è parimente che l'immagine riesca del tutto uguale al suo oggetto. Per poter poi concepire onde avviene, che vedesi ella dietro lo specchio, ed in ugual distanza, ch'è l'oggetto dallo specchio medesimo, uopo è sapere che nei raggi rimbalzati siegue lo stesso che abbiamo già osservato accadere ne' raggi rifratti; vale a dire, che siccome rifrangendosi i raggi, ravvisiamo l'oggetto che li tramanda, nella direzione de' raggi rifratti (§ 1210), così essendo eglino rimbalzati, ci fanno scorgere l'oggetto lungo i raggi riflessi. Per la qual cosa il punto C dell'oggetto, veduto dall'occhio col-

Tav. III.
Fig. 11.

BC
2, essendochè in questo pC diviene eguale a pB.

(21) Nella nota 20 si ha la formola generale $x = \frac{dr}{2d-r} =$

$\frac{AB \times BC}{2AB - AC}$

Tav. agg.
in fine
Fig. 8.

Sia ora il raggio $BC = \infty$: allora lo specchio sarà piano; quindi $2AB$ è nullo in confronto di BC . Dunque la formola sarà $x = \frac{AB \times \infty}{\infty} = -AB$. Ma AB è la distanza de' l'oggetto dal dinanzi dello specchio; dunque $-AB$ non indicherà che una distanza eguale alla prima, ma in senso opposto, cioè al di dietro dello specchio.

Questa proprietà, ch'è pure in qualche modo dimostrata dall'autore, con qual facilità non resta ella dunque dedotta dalla formola generale?

collocato in E mercè del raggio rimbalzato aE , scorgesi da quello lungo lo stesso raggio Ea prolungato all'indietro: e propriamente nel punto D, ove egli s'intersega colla retta CD, la quale perchè tirata dal punto raggiante C in direzion perpendicolare al piano riflettente AB, denominar si suole *cateto d'incidenza*. La ragione di ciò si è, che il mentovato punto D è precisamente quello, ove i raggi rimbalzati Ea , $F'b$, Gc , Hd , si andrebbero tutti ad unire nel caso che fossero prolungati al di là dello specchio, come dimostra la Figura. Or se noi proveremo che siffatto punto è tanto distante dalla parte posteriore dello specchio AB, per quanto il punto C dell'oggetto è lontano dalla parte opposta, si farà palese la ragione, per cui si dovrà egli vedere nella divisata distanza al di là dello specchio. Gli angoli AaD , EaB , sono tra se uguali per esser opposti al vertice; ma l'angolo EaB , ch'è l'angolo di riflessione, uguaglia CaA , ch'è quello d'incidenza. Dunque gli angoli AaC , AaD , saranno uguali tra loro. D'altronde gli angoli aAC , aAD , sono retti, per esser CD perpendicolare ad AB giusta l'ipotesi; e il lato Aa è comune. Si uguaglieranno dunque tra loro entrambi i triangoli; e perciò la base AC sarà uguale ad AD. Conseguentemente il punto C sarà tenuto distante da A, ch'è nella superficie dello specchio, quanto lo è il punto D. Ciochè si dovea dimostrare. Or se quello che si è detto del punto C, vogliasi applicare a tutti gli altri punti dell'oggetto, si comprenderà la ragione, per cui l'intera sua immagine dovrà scorgersi in ugual distanza all'indietro dello specchio, ch'egli lo è dalla parte d'avanti.

1315. La dichiarata immagine poi sarà una sola quando lo specchio sia metallico; ma nel caso che sia di cristallo; se ne scorderanno due in piccola distanza tra loro; ed oltre a ciò l'una sarà più debole dell'altra. Avvicinate ad uno specchio piano di cristallo una candela accesa, od altro corpo assai luminoso: vedrete due candele dietro lo specchio, una assai viva, e simile alla candela suddetta, e l'altra molto più pallida e smorta. Volgete l'occhio alla Figura 10, e

Tav. III.
Fig. 10.

Q 3

dop-

doppia riflessione; una sulla superficie superiore A B indicata dai raggi EF, FH; e l'altra sulla superficie inferiore L M, presso all'*amalgama*, ossia alla foglia di stagno, che ricuopre il fondo dello specchio medesimo, indicata dai raggi E I, I K. Questa seconda essendo cagionata dalla luce, che internandosi entro allo specchio, vien prima rifratta, e poi riflessa dal suo fondo, e quindi spezzata di bel nuovo in O, riesce per necessità assai debole, per ragion che si scema di molto l'efficacia della luce divisata in forza delle accennate rifrazioni.

1316. Se a rincontro di uno specchio piano di cristallo situato verticalmente, se ne ponga un altro simile, ed in egual situazione; entrambe le immagini riflesse dal primo saranno rimbalzate dal secondo: quello le tramanderà di bel nuovo contro di questo; e così successivamente. Per tal cagione una lumiera pendente dalla soffitta di una galleria vedrassi bellamente ripetuta come in una lunga fila di stanze, le quali sembreranno contigue l'una all'altra in entrambi gli specchi, e sempre più deboli di mano in mano, finattantochè le immagini successivamente ripercosse riusciranno invisibili per cagione dell'indebolimento, cui soffre la luce in siffatte ripetute rifrazioni, e nei successivi rimbalzi. Dilettansi molto di costesto fenomeno in Parigi, ove ho veduto parecchi appartamenti guerniti di specchi nella guisa divisata, il cui effetto riesce per verità assai meraviglioso e piacevole.

1317. Per poter convenientemente esporre le proprietà degli specchi concavi, fa mestieri considerar gli oggetti in differenti distanze; conciossiachè a norma di siffatta diversità sono anche diversi i lor fochi. Se l'oggetto si trova in una infinita distanza, come sono, per cagion di esempio, i corpi celesti; potendosi i raggi da essi tramandati riguardare come paralleli quando sien giunti fino a noi (§ 1311) andranno essi a concorrere in un punto G dell'asse, distante dal vertice B dello specchio per la metà del raggio della sua concavità, ed ivi dipingeranno l'immagine di quel tale oggetto (§ 1311). Per lo contrario i raggi tramandati da qualunque oggetto ter-

Tav. III.
Fig. 12.

re-

restre , per distante che sia , non essendo paralleli , ma divergenti , andranno ad unire in un punto. , il quale si troverà tra il foco solare G , e il centro F dello specchio : ed è chiaro , che egli sarà più vicino a G , oppure ad F , secondochè l' oggetto sarà in maggiore , o minor lontananza dallo specchio diviso ; conciossiachè essendo egli più vicino allo specchio , i raggi vi cadranno assai divergenti , e quindi si andranno ad unire più in su verso F ; laddove essendo in maggior distanza , l' unione sarà più prossima a G per cagione della minor divergenza dei raggi indicati . Siffatto puato di unione dei raggi divergenti si denomina *foco proprio* , a differenza del solare (1311).

1318. Ove l' oggetto si trovi collocato tra i punti G , e B , o vogliam dire tra il foco solare e il vertice dello specchio , come è appunto l' oggetto H I , scorgesi la sua immagine dietro allo specchio , come nel piano ; ma in maggior distanza di quel che egli è realmente dal vertice B dello specchio medesimo . La ragione si è , che attesa la somma divergenza dei raggi I a , I C , H b , H e , non possono eglino concorrere in un punto dopo il rimbalzo . Che però il loro foco sarà *negativo* ; che val quanto dire , che il loro punto di riunione sarebbe nei punti K , L , dietro allo specchio , qualora fossero eglino prolungati verso quella parte dopo di essere stati rimbalzati . Or s' egli è vero , che l' oggetto vien sempre rapportato dall' occhio a siffatti punti (§ 1314) , ben s' intende la ragione , per cui egli dovrà comparire dietro allo specchio . E poichè lo specchio concavo possiede la proprietà di far convergere i raggi (§ 1310) , forz' è che avvenga che i raggi rimbalzati C E , a D , ec ; divergano meno che gli incidenti I C , I a , ec : e quindi prolungati eglino all' indietro verso L , e verso K , si uniranno in maggior distanza di quel che avrebbero fatto se avessero serbata la natural divergenza dei raggi incidenti . Si scorge in fatti , che i punti H , I , sono più prossimi allo specchio che i punti K , L . Forz' è dunque che la immagine K L comparisca in maggior distanza da quello che non lo è l' oggetto medesimo . Finalmente per la accresciuta

Tav. III.
Fig. 3.

convergenza degli assi $I d$, HB , degli anzidetti pennelli luminosi dopo il rimbalzo in virtù dello specchio (i quali assi cadono convergenti al disopra dello specchio a differenza de' rimanenti raggi), dovrà necessariamente accadere che il loro punto d' unione farassi più vicino allo specchio, e conseguentemente l'angolo ottico da essi formato sarà maggiore di quel che sarebbe giusta la loro natural convergenza non alterata dallo specchio in menoma parte. Quindi è che l'angolo ottico O , prodotto dagli assi riflessi, è per tal ragione maggiore di M ; cui avrebbero formato gli assi incidenti. Or se il mezzo principalissimo, di cui l'anima fa uso per poter giudicare della grandezza dei corpi, specialmente qualor si tratta di oggetti vicini, è l'angolo divisato (§ 1260); rendendosi questo maggiore in virtù dello specchio, comparirà ingrandita similmente l'immagine dell'oggetto; ed oltre a ciò sembrerà ella diritta, per cagione che nel dichiarato progresso de' raggi non succede fuori dell'occhio veruno incrocicchamento.

1319. Può avvenire inoltre, che l'oggetto sia collocato al disopra del centro dello specchio, ossia in maggior distanza dal suo vertice di quel che sia la lunghezza del suo raggio. In tal caso la sua immagine vedrassi pendente nell'aria fuori dello specchio, ed in situazione rovesciata. Eccone il perchè: Tramandando l'oggetto AB , collocato al disopra di C , che è il centro dello specchio, i suoi raggi BD , BE , BF , da uno de' suoi punti; e dovendo essi formare angoli di riflessione uguali a quelli d'incidenza (§ 1303); andranno a concorrere nel punto G in virtù dello specchio, non essendo la naturale lor divergenza così notabile, come era quella de' raggi dell'oggetto HI nella Figura 14. Per la stessa ragione i raggi tramandati da A , cui reputo opportuno di occultare (per evitar la confusione, andrannosi ad unire in H . Così s'intenda eziandio de' punti intermedj. Or s'egli è vero che l'occhio vede l'oggetto in virtù de' raggi riflessi; e che lo rapporta sempre al sito, ov'essi vansi ad unire (§ 1314); ben si scorge ch'egli nel caso nostro dovrà vedersi in GH , e quindi pendente nell'aria. E poichè i raggi del punto A di sinistra uniscon-

Tav. III.
Fig. 15.

sconsi in H ch'è a destra, e quei di B ch'è a sinistra, si vanno ad unire in G alla sinistra, uopo è che l'oggetto per tal ragione veggasi capovolto.

1320. Egli è chiaro similmente che l'immagine GH sembrerà più lontana dallo specchio a misura che l'oggetto sarà più vicino allo specchio medesimo; conciossiachè in tal caso essendo maggiore la divergenza de' raggi BD, BF, ec., s'andranno eglino ad unire più in su de' punti G, ed H, come di sopra si è detto (§ 1317). E poichè a proporzione che siffatti raggi si vanno ad unire più in su, si accresce la distanza tra G, ed H, la quale determina il diametro dell'immagine: ne siegue parimente che questa potrà farsi maggiore, o minore dell'oggetto, col porre l'oggetto medesimo in minore, o maggiore distanza dalla superficie dello specchio. Quindi essendo l'oggetto al di là del centro C, la sua immagine GH apparirà in aria tra esso e lo specchio, come si è già detto, ma minore in diametro, poichè la distanza tra gli apici A, e B, de' pennelli luminosi tramandati dall'oggetto, sarà maggiore della distanza tra G, ed H che sono gli apici de' pennelli riflessi, da cui abbiám detto determinarsi il diametro dell'immagine. Nel caso che l'oggetto fosse GH, la sua immagine sarebbe AB per la ragione assegnata di sopra; e conseguentemente sarebbe ella maggiore dell'oggetto.

1321. Dalle quali cose vuolsi manifestamente dedurre. Primo. Che negli specchi concavi la grandezza dell'immagine è alla grandezza dell'oggetto come la distanza di quella dal vortice dello specchio è alla distanza di questo dallo stesso vertice; di maniera che se l'oggetto fosse collocato nel centro dello specchio, la sua immagine gli sarebbe uguale, poichè s'incontrerebbero entrambi scambievolmente in quel tal punto; laddove è ella maggiore essendo l'oggetto più vicino allo specchio; ed è minore quando egli è collocato al di là del centro divisato. Secondo. Che atteso il frastagliamento de' raggi in siffatti casi, l'immagine è sempre capovolta. Terzo. Che l'unico caso, ov'ella scorgesi diritta, è quando il foco sia negativo, oppure qualora l'immagine si ravvisa dietro lo specchio (§ 1318)

(§ 1318). E finalmente che il foco negli specchi concavi esser può o positivo, o negativo, secondo le circostanze; che in questo l'immagine è sempre ingrandita; laddove in quello può esser maggiore, o minore dell'oggetto a norma delle condizioni.

1322. Non vo' lasciare il soggetto degli specchi concavi senza darvi una breve idea della loro efficacia di bruciare. Abbiam detto che per tal motivo soglionsi essi denominare *specchi ustori*. Or siccome cotesto potere deriva unicamente dalla condensazione dei raggi, ossia dall'esserè eglino riuniti in un punto, si scorge benissimo che l'efficacia divisata, dato uguale il resto, renderassi maggiore a proporzione che crescerà la grandezza dello specchio; poichè in tal caso essendo maggiore il numero dei raggi incidenti, sarà maggiore benanche quello dei raggi riflessi. Di qui è che si stabilisce generalmente dai Fisici che il calore prodotto da uno specchio concavo qualsivoglia, è al calor naturale dei raggi del sole, come l'aja dello specchio all'aja del cerchio luminoso, che rappresenta il suo foco, come appunto si è detto delle lenti (§ 1229), imperciocchè vuolsi sapere che neppur negli specchi i raggi uniscono in un punto, per cagione della loro curvatura, la quale fa sì che i più distanti dall'asse vadano a concorrere assai prima di quegli altri che gli sono più vicini. Per la qual cosa essendo le aje dei piani circolari come i quadrati dei loro diametri, misurando il diametro del foco, e l'ampiezza dello specchio, ossia la distanza tra D ed F, e paragonando scambievolmente i loro quadrati, si avrà la conoscenza del caustico potere dello specchio medesimo.

Tav. III.
Fig. 15.

1323. La materia, onde essi si formano, è varia, facendosene di cristallo, di legno, o cartone dorato, di metallo, di marmo, e di altre simili sostanze. Il requisito essenziale è quello della loro curvatura. E ben vero però, che quei di cristallo, a pari circostanze, non sono così efficaci come i metallici, per cagione della doppia rifrazione, di cui si è parlato nel § 1315. E quantunque le lenti posseggano anche esse il poter di bruciare (§ 1227), nulladimeno però, parlando di lenti ordinarie, non si possono met-

mettere al paragon degli specchi . La ragione si è , che il diametro del foco è proporzionale alla sua distanza dal vertice della lente , e quindi la sua efficacia rendesi maggiore a misura che si diminuisce la sua distanza focale . Or non è possibile di poter rendere assai corta cotal distanza nelle lenti grandi , conciossiachè la loro straordinaria ampiezza vieta di potersi ritrovare , e quindi lavorare un pezzo di buon cristallo , il quale abbia la doppiezza necessaria per rendere il lor foco sì corto . Egli è materia di fatto , che la distanza focale si accorcia secondochè si aumenta la spessezza delle lenti . Negli specchi concavi al contrario siffatta distanza è molto breve , essendo ella sempre uguale alla metà del lor raggio (§ 1309) . Quindi è , che la loro efficacia è veramente immensa . Non v'ha sostanza in Natura , la quale possa resistere alla loro violenza : i metalli più duri e compatti , veggonsi divampare e liquefarsi nello spazio di pochi secondi .

1324. Eppure ad onta di cotesto lor potere , non sono stati eglino giammai capaci , non dico di bruciare alcuna specie di corpi , ma nemmen di produrre il menomo grado di calore mercè dei raggi lunari . I famosi specchi di Tschirnhausen e di Villette , atti a render la luce pressò a 18000 volte più densa di quel che è realmente ; col raccogliere i raggi della Luna piena , e collo scagliarli al disopra di un termometro , non poterono produrvi giammai la menoma alterazione . Non è possibile di intendere un fenomeno così strano , salvochè col riflettere , prima di tutto , che i raggi lunari sono alla Luna tramandati dal Sole , e quindi ripercossi verso di noi dalla sua superficie ; la quale essendo convessa , e i detti raggi cadendovi paralleli (§ 1311) , vengono per necessità a render divergenti . Uopo è badare in secondo luogo dietro le tracce e i calcoli del signor Bouguer , che l'indicata divergenza rende i raggi della Luna tre milioni di volte più rari di quelli del Sole . Or siccome la forza di qualunque specchio ustorio è di gran lunga inferiore a quella che si richiederebbe per poter rendere i raggi lunari di ugual densità di quelli del Sole nel loro stato naturale , non

non dovrà poi sembrare strano, che sieno eglino inefficaci a produrre il menomo grado di calore sensibile.

1325. Da parecchi Storici degni di fede vien chiaramente rapportato, che essendo assediata la città di Siracusa dall'armata romana comandata da Marcello, riuscì ad Archimede di arderne le navi mercè la efficacia di uno specchio, messo in distanza del tiro di una freccia; e che la flotta, onde era assediato Bisanzio, fu similmente incendiata coll'istesso espediente, per opera di Procolo. E' ovvio il ritrovare dei Fisici, i quali reputano un tal fatto del tutto favoloso; non potendo eglino comprendere come mai cotali insigni Matematici avessero potuto costruire uno specchio ustorio di tal foco, che avesse potuto arder le navi nell'accennata distanza. Costoro però cangerebbero certamente linguaggio se si dessero la pena di esaminare i fonti, da cui deriva cosiffatta notizia. Tzetze fra gli altri manifestamente rapporta, che Archimede non si servì di uno specchio concavo, come essi erroneamente suppongono, ma bensì di uno specchio ardente, formato da varj piccioli specchi piani, e mobili per via di cerniere. E a dir vero, la rammentata efficacia degli specchi concavi non deriva da altro, se non dal potere che essi hanno di far concorrere un gran numero di raggi in un sol punto. Non vi ha dunque ragione, per cui un numero sufficiente di specchi piani disposti in modo per via di cerniere, che i raggi da essi rimbalzati andassero a concorrere in un punto solo, non dovessero produrre presso a poco il medesimo effetto. La qual ragione vien parimente sostenuta dal fatto per opera dell'insigne Naturalista il conte di Buffon; conciossiachè avendo egli fatto costruire uno specchio di sei piedi di diametro, composto, giusta il rapporto del riferito scrittore, di 168 piccioli specchi piani, ciascun dei quali era di un mezzo piede quadrato, e talmente mobile, che i raggi da loro rimbalzati facevansi concorrer tutti in un medesimo foco; riuscì ad ardere nel mese di marzo dell'anno 1747, dei gran pezzi di legno messi in distanza di 200 piedi; ed a liquefare il piombo e lo stagno alla distanza di 129 pie-

pedi. Or se i riferiti fatti vengono chiaramente rapportati da Storici autentici e degni di fede; se la ragione ci persuade che essi potevano avvenire; e se la esperienza ci fa scorgere che uno specchio costruito nella guisa da quelli indicata, produce assai efficacemente l'effetto in quistione; non si dee ragionevolmente dire che chiunque li nega, vuol tener chiusi ostinatamente gli occhi al lume della verità, e brama a bello studio di viver nell' errore?

1326. Passando ora a ragionare delle proprietà degli specchi convessi, vuolsi dire che eglino fan vedere l'immagine dell'oggetto al di dietro della loro superficie; la fan vedere più vicina dell'oggetto stesso, ed alquanto diminuita. E' facile il dimostrare che tutto ciò deriva dalla divergenza che acquistano i raggi per virtù dei divisati specchi (§ 1312). Suppongasi che il punto C dell'oggetto C K scagli i raggi C a, C b, sullo specchio convesso A B. Per le ragioni assegnate nell'anzidetto paragrafo si aumenterà la loro divergenza dopo il rimbalzo; e le loro direzioni saranno espresse da a E, e b F; e quindi il lor punto di unione, ossia il lor foco, dovrà necessariamente esser negativo, ossia al di dentro dello specchio in H; ove verrà rappresentata l'immagine del divisato punto C (§ 1314): e così s'intenda di tutti gli altri. Avuto riguardo all'accresciuta divergenza dei raggi rimbalzati, cotesto foco H si farà in maggior vicinanza allo specchio di quel che sarebbe stato s'egli no avessero serbara la loro divergenza primitiva; e perciò la immagine sembrerà più vicina allo specchio di quel che lo è realmente l'oggetto. Finalmente essendo fuor di dubbio, che il sito, ove la immagine scorgesi esistente in ogni sorta di specchi, è appunto quello, in cui i raggi rimbalzati vanno ad intersegare il cateto d'incidenza (§ 1314), che nel caso nostro viene espresso da C G (il quale per essere un raggio tirato dal centro G dello specchio, è perpendicolare alla sua convessità A B); manifestamente si deduce che il mentovato punto C dovrà comparire in H; e il punto K (i cui raggi non si esprimono per ischivar la confusione) dovrà comparire in I: per conseguenza il diametro dell'immagine dovrà neces-

Tav. III.
Fig. 16.

sariamente esser compreso tra H, ed I; il quale intervallo essendo minore di CK, da cui viene rappresentato il diametro dell' oggetto; forza è, che quella comparisca meno grande dell' oggetto diviso.

1327. Quest' ultima proprietà degli specchi convessi gli rende idonei a poter rappresentare in piccolo una gran prospettiva: onde è, che sogliono essi riuscire assai profittevoli pei pittori, quando la loro curvità non sia molto notevole; imperciocchè in altro caso conformandosi l'immagine alla curvatura dello specchio, viensi ella a trasformare in qualche modo, ed a riuscir difettosa nelle sue proporzioni.

1328. La qui mentovata trasformazione dell'immagine viene a farsi notabilissima negli specchi cilindrici, oppure in quelli di forma conica, i quali assomigliandosi agli specchi piani qualor si considerano divisi in piccole lamine elevate perpendicolarmente di basso in alto; e da altronde essendo simili agli specchi convessi volendosi riguardare come formati da più piani circolari paralleli all'orizzonte; partecipano in effetto delle proprietà di ambidue: dal che ne nasce poi una grandissima sproporzione in tutte le parti dell'immagine. Alcuni sogliono denominarli *specchi misti* per le ragioni testè rammentate, e non hanno essi altro uso eccetto quello di soddisfare il capriccio dei curiosi, i quali ponendoli elevati al disopra di una carta orizzontale disegnata con alcune regole, ed affatto mostruosa nelle sue proporzioni, hanno il piacere di vederla poi rappresentata con esattezza dentro lo specchio.

ARTICOLO VI.

Dei Telescopj di riflessione.

1329. **C**olla nozioni che si son premesse in rapporto agli specchi concavi nell'Articolo antecedente, rendesi agevole la intelligenza del *telescopio di riflessione*, detto altrimenti *catadiottrico*. Consiste egli in un tubo

bo A B C D, guernito nel suo fondo di uno specchio concavo E F, che ha il diametro del tubo, ed un foro notabile $a b$ nel suo centro. Ve n'è poi un altro più picciolo G H in qualche vicinanza all'estremità superiore del tubo. La lor distanza oltrepassa di poco la somma dei loro fochi, per le ragioni che or ora si diranno. Codesto picciolo specchio può muoversi su e giù per via di un braccio K, di una vite L M aderente al lato del tubo; affin di adattarlo alle varie viste, ed alle diverse distanze degli oggetti. V'ha poi nella inferiore il picciolo tubo N R S, m , che in se contiene le lenti oculari per l'uso che diremo.

Tav. IV.
Fig. I.

1330. Servendo i telescopj d'ordinario per vedere oggetti assai lontani, si può ragionevolmente supporre, che i raggi $p s$, $p a$, tramandati da un punto P dell'oggetto P Q, vadano a cadere paralleli sullo specchio concavo E F in fondo al telescopio. In virtù di siffatto specchio ne saranno eglino rimbalzati convergenti nelle direzioni $s e$, $a e$, (§ 1309); cosicchè unendosi nel foco e dello specchio, dipingeranno quivi l'immagine di quel tal punto. Non altrimenti l'immagine del punto Q verrà rappresentata nel punto f ; e così i punti intermedj tra P, e Q, verranno rappresentati tra e , ed f . Si è nella necessità di non esprimere tutti codesti raggi per evitar la confusione. Ora unendosi i detti raggi $s e$, $a e$, nel punto e ; dopo di essersi quivi incrocicchati, procederanno innanzi divergenti; e andando a ferire il picciolo specchio G H nei punti r , ed H, ne verranno quindi riflessi alquanto convergenti nelle direzioni $r v$, H b ; attesochè il punto e , da cui vengono tramandati, è più distante dallo specchio G H, di quel che sia la lunghezza del suo foco x : altrimenti in tal distanza ne sarebbero rimbalzati paralleli (§ 1310). Lo stesso vuolsi intendere dei raggi procedenti dal punto f . L'accennata convergenza dei raggi $r v$, H b , ec., è tale, che andrebbero essi a concorrere verso i punti N, m , e a dipingere quivi l'immagine dritta dell'oggetto P Q. Ma poichè incontrano per cammino la lente oculare R S collocata nel picciol tubo N R S m , son renduti da quella assai più convergenti, e quindi vanno a con-

concorrere in maggior vicinanza, e propriamente nei punti c , d , ove dipingono l'immagine $c d$. Tramandati poscia da siffatti punti sull'altra oculare $T V$, vanno finalmente a concorrer tutti nel punto X , presso al picciol foro, ove si applica l'occhio, il quale vedrà la detta immagine diritta sotto l'angolo $Y X Z$, e per conseguenza ingrandita di assai.

1331. Dalle cose fin qui dette può ciascuno rilevar manifestamente, che potrebbe farsi a meno della seconda oculare RS ; giacchè senza di essa, e per virtù della sola $T V$, si andrebbero i raggi ad unire nel mentovato punto X . Tuttavolta ella vi si aggiugne a solo fine di non far comparire l'oggetto colorito nel lembo dell'apertura, giacchè una di corali lenti corregge l'aberrazione dell'altra; per poter raccogliere una maggior quantità di raggi, e quindi per rendere il campo assai più ampio e spazioso (§ 1270).

1332. Questa è la maniera, onde son costrutti oggigiorno i telescopj di riflessione, detti comunemente *Gregoriani* per essere stati immaginati a bella prima dal celebre Gregory, comechè da altri denominar si sogliono eziandio *Newtoniani*. V'ha però un picciolo divario tra i telescopj newtoniani e quelli di Gregory, e consiste in ciò, che nei newtoniani si applica d'occhio lateralmente ad un foro praticato in b , ove vanno a formar l'immagine i raggi rimbalzati dal picciolo specchio che è piano, ed è collocato obliquamente. Evvi eziandio un'altra costruzione detta di *Cassegrain*, in cui il picciolo specchio suddetto è convesso invece di esser concavo come lo è nella costruzione di Gregory: mostra egli però l'oggetto capovolto come in quello di Newton; e può formare lo stesso ingrandimento di un gregoriano non ostante che sia più corto.

1333. Il vantaggio dei telescopj di riflessione sopra quelli di rifrazione consiste principalmente nell'ingrandimento; imperocchè non soffrendo la luce rimbalzata dagli specchi il medesimo grado di aberrazione, cui soffre nel passar per le lenti, si può far uso di un' oculare di corto foco, e quindi atta a produrre un ingrandimento assai considerabile. Dal che risulta parimente il vantaggio di esser egli più ma-

neg-

neggevoli. Di fatti un buon telescopio di riflessione della lunghezza di sei piedi può ingrandire gli oggetti al par d'un altro di rifrazione, che abbia la lunghezza di cento piedi. D'altronde hanno essi lo svantaggio di non aver la chiarezza de' telescopj di rifrazione; poichè gli specchi metallici non riflettono tanta luce, quanta ne trasmetterebbe una lente; ond'è, che il loro uso principalissimo si è per gli oggetti celesti, ove il detto inconveniente svanisce del tutto, per esser egli-
no luminosi d'assai.

1334. Porta il pregio di far qui menzione del nuovo telescopio di riflessione inventato in Inghilterra nell'anno 1782 dal signor Herschel (§ 156). Tratto egli da un genio straordinario per l'Astronomia, si diede di proposito a migliorare il telescopio newtoniano. Riuscì di fatti a costruirne uno di sette piedi di fuoco, e di sei pollici d'apertura, il quale presentato a Sua Maestà Britannica, ed esaminato nel Reale Osservatorio di Greenwich, meritò gli elogi di tutta la Società Reale. Ingrandisce egli 650 volte il diametro dell'oggetto; e l'autore assicura di poterlo far crescere fino a 6000. Di fatti il signor Dollond mi ha assicurato, che ciò sarà possibile, servendosi egli d'una sola oculare. Inoltre ne ha egli formato un altro; il cui specchio oggettivo ha la lunghezza focale di 20 piedi e 18 pollici e $\frac{7}{8}$, ossia poco più d'un piede e mezzo di apertura. Col mezzo di questo, il cui ingrandimento è di 932 volte il diametro degli oggetti, giunse egli a scoprire che una porzione della Via lattea (§ 150) non più lunga di 15 gradi di un cerchio massimo, e larga due gradi soltanto, che passava pel campo del suo telescopio nell'intervallo di un'ora, non contenea meno di 50 mila stelle, grandi abbastanza per potersi numerare distintamente; e congettura che ve n'erano almeno altrettante, che comparivano interrottamente, e che per la debolezza del lume, e per la picciolezza non si potevano ben distinguere. Lo stesso telescopio gli ha fatto scorgere due macchie lucide, e biancheggianti presso a' poli di Marte; la sua inclinazione all'ecclittica di $59^{\circ} 42'$; la figura sferoidale di un tal pianeta, e la proporzione del diametro equato-

riale al polare, ch'è come 1355 a 1272, ossia come 16 a 15 a un di presso; che il primo satellite di Urano (§ 161) compie il suo giro sinodico in circa 8 giorni e $\frac{1}{4}$, e il secondo in quasi 13 giorni e $\frac{1}{2}$; che parecchie stelle sono doppie, ovvero sembrano avere in lor vicinanza un'altra stella, ch'è generalmente di disugual grandezza. Con questo telescopio in ultimo la sua sorella Carolina scuoprì la nuova cometa nel mese di agosto del 1786, ed ha fatto egli tante altre rilevanti scoperte (a), le quali trovansi registrate ne' più recenti volumi delle Transazioni Filosofiche. Quello però che ci dà forte ragion da sperare che la scienza de' corpi celesti farà tra breve più rapidi progressi, e il nuovo gran telescopio, costruito non ha guari da cotesto astronomo insigne. Ha egli l'apertura di 4 piedi, e la lunghezza di 40. L'illustre autore non si è curato finora di dargli un ingrandimento assai notevole; ma la sua mira è quella di *penetrar più addentro*, per servirmi della sua espressione, *nello spazio celeste*: la quale efficacia essendo proporzionale all'apertura del telescopio, ne siegue di ragione, che mercè di esso può ravvisarsi un oggetto celeste *dieci volte* più distante di quel che si possa scorgere col massimo telescopio di rifrazione, che abbia l'apertura di presso 5 pollici. Le prime osservazioni interessanti con esso praticate, sonosi da noi già indicate nel corso della III Lezione.

1335. Per avere l'ingrandimento de' telescopj di riflessione, fa mestieri di ritrovare da una parte il prodotto che nasce dal moltiplicare la distanza focale dello specchio grande per la distanza del piccolo specchio dall'immagine ch'è prossima all'occhio: indi si ritrovi l'altro prodotto, che risulta dalla moltiplicazione della distanza focale del picciolo specchio per la distanza focale della lente oculare. Ciò fatto, dividendo siffatti prodotti l'uno per l'altro, si avrà espresso dal quoziente l'ingrandimento del telescopio.

1336.

(a) La maggior parte di siffatte scoperte trovansi mentovate ne' varj Articoli della Lezione III.

1336. Accenneremo qui di passaggio esservi eziandio i microscopi di riflessione, i quali sono costrutti in modo, che i raggi dell'oggetto ripercossi da uno specchio concavo, vanno a formar l'immagine pendente nell'aria, come si è detto già nel § 1319. Codesta immagine poi si vede ingrandita col mezzo d'una lente, come appunto suol seguire nel microscopio composto (§ 1270).

1337. La scienza della luce è oltremodo vasta ed estesa. Qui all'incontro non si è fatto che sfiorarla, così richiedendo i limiti d'un'Opera elementare. Chi volesse profondersi, ed iscorgerne tutte le bellezze, non è che legga principalmente le Opere di Newton, e il *Corso d'Optica* di Smith colle note del p. Pezenas, riguardato generalmente come l'Opera la più insigne su di questo soggetto; dove ritroverà di che soddisfarsi, sì per rapporto alla teoria, come per rispetto alla pratica.



LEZIONE XXV.

Sui Colori.

ARTICOLO I.

Della diversa Rifrangibilità della Luce ; e quindi de' colori in essa esistenti.

1338. **N**ell'annoverare i varj cangiamenti che sopravvengono alla luce attraversando diversi mezzi, l'abbiam costantemente supposta omogenea e semplicissima. Il genio immortale di Newton ci ha felicemente manifestato la falsità di una tal supposizione. Laonde nell'atto che andremo dichiarando le sperienze, ond'egli pervenne allo scuoprimento d'un sì mirabile arcano, prenderemo occasione di rettificare le nostre idee su di questo importante soggetto.

1339. Fatto entrare un gran raggio di luce, supponiam che sia *E*, in una camera buja per entro a un picciol foro praticato nella finestra, dirigasi egli obliquamente sul lato *AB* d'un prisma di cristallo, composto, siccome ognun sa, di tre facce piane *AB*, *BC*, *CD*. Dopo d'essersi egli rifratto in cotal passaggio, invece di deviare tutt' unito in un fascio siccome vi è entrato per la parte opposta, scorgesi notabilmente dilatato; inguischè malgrado l'uguale inclinazione, con cui i raggi, che lo compongono, sono caduti sul lato *AB* del prisma, veggonsi eglino uscire dall'opposto lato *DC* diversamente inclinati, formando angoli diversi colla perpendicolare *FG* nel modo espresso dalla Figura. Mostra ella in fatti, che il raggio *Fb* forma l'angolo *bFG* colla perpendicolare *GF*; laddove il raggio *ia* forma l'angolo *a iG*,
 ch'è

TAV. III.
F. G. 7.

ch'è assai maggiore del primo; e così di tutti gli altri intermedj.

1340. Si ravvisa in secondo luogo, che i raggi parziali, in cui si scompone con tal mezzo il fascio E, sono al numero di sette; che ciascheduno di essi è variamente colorito; e che opponendo loro un piano verticale di color bianco, suppongasi R S, vanno eglino a dipingervi l'immagine del sole di figura bislunga, terminata però circolarmente in ambidue gli estremi, siccome si scorge in H I. Questa immagine, ossia *spettro*, è anch'essa fregiata di più vaghi e vivissimi colori, cui l'arte non potrà pareggiare giammai: corrispondono essi a quelli de' detti raggi, onde ella è formata. Siffatti colori, ugualmente che i raggi, sono sempre al numero di sette; e l'ordine, con cui sono disposti, è sempre il seguente. Nella parte inferiore scorgesi il *Rosso*, indi l'*Arancio*, poscia il *Giallo*: a questo sieguono il *Verde*, il *Blu*, l'*Indaco*, ossia il *Porporino* e il *Violetto*. Sono eglino però accordati talmente fra loro, che mercè di un' ammirabile gradazione di tinte vansi a convertire l'uno nell'altro; cosicchè il rosso, per esempio, essendo assai intenso nel suo principio, va poi tratto tratto degenerando in color d'arancio; e così s'intenda degli altri.

Tav. IV.
Fig. 7.

1341. È molto osservabile di vantaggio, che l'estensione di siffatti raggi, e quindi lo spazio che occupano sul piano divisato R S, non è uguale in ciascuno. Quand' altri volesse prenderne le misure con tutta l'esattezza, ritroverebbe, che formandosi una scala di parti uguali della lunghezza I H, e dividendosi in 300 parti; il color rosso ne occupa 45, l'arancio 27, il giallo 48, il verde 60, il blu anche 60, l'indaco 40, e il violetto 80. Nè questo è tutto. Se si prenda una corda metallica della lunghezza A a, ch'è doppia di quella dello spettro B I; e si applichi sul tonometro (§ 953), oppur su d'un cembalo qualunque, sicchè suoni un tuono qualsivoglia; riducendola poi alla lunghezza A B, ch'è quella dello spettro, con applicare un ponticello al disotto del punto B, suonerà ella l'*ottava*. Facendosi lunga quanto A C, suonerà la *settima minore*. Ridotta

Fig. 3.

Fig. 3.

R 3

alla

alla lunghezza di A D, esprimerà la *sesta maggiore*; laddove darà la *quinta* uguagliandosi ad A E; la *quarta* pareggiando A F; la *terza minore* essendo lunga quanto A G; e finalmente la *seconda maggiore* qualor si riduca alla lunghezza di A H. Che però si otterranno in tal modo, siccome ognun vede, tutt' i tuoni musicali. Or chi mai, avrebbe potuto immaginare esservi ne' colori le armoniche proporzioni! E chi sa se qualche altro ingegno fortunato e sublime, non abbia a scuoprire un giorno gli usi ammirabili, a cui la Natura le avrà forse destinate!

1342. Per poco che altri rifletta alla serie de' fatti riferiti qui dianzi, rileverà di leggeri, che i colori esistono nella luce; e che i primitivi ascendono soltanto al numero di sette. L' esperienza poi ci dimostra che dalla diversa loro combinazione vengono a risultare tutti gli altri colori, che debbonsi ragionevolmente riguardare come misti. Al nero dassi molto impropriamente il nome di colore, altro egli non essendo che la privazione di tutt' i colori. Di fatti le tenebre altra idea non ci presentano, che quella del nero. Il bianco all' incontro risulta dalla mescolanza e dall' intima unione di tutt' i colori. L' argomento semplicissimo per rimanerne persuaso, è quello di riflettere che la luce del sole, la quale abbiám veduto che in se contiene tutt' i colori, apparisce di color bianco nel suo stato naturale, ossia qualora non è scomposta ne' diversi raggi che la formano. Del resto vi sono molte sperienze per poterlo comprovare. Presentate, per esempio, la lente convessa M N allo spettro colorato I H, togliendo di mezzo il piano verticale R S; tutt' i raggi, che lo compongono, andranno a riunire nel foco O, e scompariranno ivi immediatamente tutt' i colori; inguisachè adattando in quel sito il detto piano verticale R S, vi si scorderà un picciol cerchio luminoso di color bianco. All' incontro se costeso piano si collochi un poco più innanzi, come sarebbe in T V, od un poco più indietro in P Q, talchè i raggi uniti ed incrociati in P possano dilatarsi di bel nuovo, e procedere oltre in direzioni divergenti; vedrassi lo spettro comparir nuovamente come prima; nè vi sarà altro divario

trans

Tav. IV.
Fig. 2.

tranne quello di vederlo capovolto nel secondo caso, occupando il rosso la parte superiore P, e il violetto l'inferiore Q, per lo scambievole frastagliamento dei raggi nel foco O della lente.

1343. Può anche formarsi un piano circolare ABCD Tav. IV. di legno, oppur di cartone, e dipingervi intorno alla Fig. 4. sua circonferenza il rammentato spettro prismatico, con legge tale, che i colori non solamente passino gradatamente l'uno nell'altro, come si è detto (§ 1340), ma occupino similmente le loro rispettive estensioni (§ 1341): ciocchè può praticarsi agevolmente col ripartire il detto piano circolare in altrettanti angoli, ciascuno de' quali sia di tanti gradi, quanto è il numero delle parti uguali, che abbiam detto (§ ivi) occuparsi da ciascun colore nello spettro. Se dopo di aver tinta di nero la rimanente parte del piano EFG, facciasi egli rivolgere rapidamente intorno al suo asse; tutta la sua circonferenza occupata dallo spettro vedrassi di color bianco; e la ragione si è, che l'impressione della luce sul fondo dell'occhio non essendo istantanea (§ 1251), le impressioni cagionatevi da ciascheduno de riferiti colori, persisteranno quivi durante l'intero giro del piano; cosicchè produrranno lo stesso effetto, che ne nascerebbe dall'andare egli unitamente a ferir la retina.

1344. Si può anche ricorrere all'ajuto dell'arte per procurarsi le pruove della dichiarata verità. Derivano queste dal vedere, che presi sette diversi colori, simili per quanto è possibile a quelli dello spettro prismatico, e mescolati intimamente tra loro nelle dovute proporzioni, vengono a formare un color bianco. E' ben vero ch'egli non è un bianco perfetto: ma ciò deriva unicamente dal non essere i detti colori della stessa perfezione di quelli del prisma, e del tutto puri.

1345. Affine poi di comprovare che gli annoverati sette colori prismatici sono primigeni e semplicissimi, basta praticare un foro, e sia H, nel divisa- Fig. 5. to piano verticale R S, il cui diametro uguagli lo spazio occupato dal color violetto. Tolta indi la lente M N, si applichi un altro prisma in M, ad oggetto di poter rifrangere il raggio violetto, che si farà

R 4

sra-

strada al di là del piano verticale per entro al detto foro. La conseguenza sarà, che cotesto raggio, tuttochè rifratto dal secondo prisma, e perciò deviato dalla perpendicolare, non soffrirà la menoma scomposizione, e rimarrà di semplice color violetto, com'era dianzi prima di attraversarlo.

1346. La qual cosa succederà ugualmente a tutti gli altri raggi, che col far girare il prisma A C intorno al suo asse, si faran passare successivamente pel detto foro per esser quindi rifratti dal secondo prisma collocato in M. E se al di là di questo secondo prisma se ne collochi un terzo, ed anche un quarto, cosicchè i raggi separatamente presi possano essere reiteratamente rifratti; serberanno eglino costantemente il loro colore senza soggiacere ad alterazione di veruna sorta.

1347. Nel praticare quest'ultima esperienza, gioverà altresì che altri faccia attenzione al particolar deviamiento di ciascuno degl' indicati raggi dalla perpendicolare; imperciocchè vedrassi egli corrispondere appunto a quello che si è in loro ravvisato per virtù del primo prisma: vale a dire che appariranno eglino diversamente rifrangibili in questo esperimento, siccome si sono veduti essere nel primo.

1348. Abbiamo osservato nel § 1233, che tra i raggi tramandati su i corpi diafani ve ne sono alcuni che vengono rimbalzati all' indietro invece di essere rifratti. Ora il Newton facendo osservazione su di quelli che vengono rispinti dal prisma, rilevò parimente in un modo evidentissimo che i divisati sette raggi di luce sono meno atti ad esser riflessi a misura del diverso grado della loro rifrangibilità.

1349. Ragionando il Newton intorno alla cagione produttrice della diversa capacità de' raggi sì ad essere rifratti, che riflessi, si arrestò alla determinazione di credere ch'ella provenisse dalla varia grandezza delle particelle, di cui eglino sono composti, e dal vario grado di celerità, onde sono forniti; cosicchè il raggio violetto che abbiám veduto essere il più rifrangibile (§ 1339), essendo composto di parti più minute, ed essendo dotato di piccola velocità, risente con maggiore efficacia la forza attraente del mez-

20 (§ 1234); e quindi accostandoglisi maggiormente, devia dalla perpendicolare assai più di tutti gli altri. Il raggio rosso ne devia meno di tutti per essere le sue parti più grossolane, più gravi, e più rapidamente mosse; e così proporzionatamente tutti gli altri. Da siffatta diversità di parti e di velocità, crede egli poi che derivi la diversa impressione ch'essi fanno sull'organo sensorio; e quindi la percezione de' differenti colori nell'anima; d'umanierachè le particelle della luce che soffrono la maggior rifrazione per essere dotate della minima velocità a paragone delle altre, ed oltreacciò della minima mole, scuotendo meno la retina, ed eccitandovi delle vibrazioni più deboli, risvegliano nell'anima la sensazione del colore men forte, qual è appunto il violetto: a differenza di altre particelle, le cui vibrazioni essendo più sensibili per cagion della massima velocità, con cui si muovono, e della massima lor grandezza, eccitano per conseguenza la sensazione d'un color più vivace, com'è il rosso. La qual cosa con va altrimenti per rispetto a' loro intermedj. Sicchè dunque secondo questa idea i raggi luminosi non contengono in se i colori realmente, ma gli fanno rilevare all'anima in forza del differente modo, ond'essi vanno a percuotere l'organo della vista. Il signor Scheele all'opposto riguardando la luce come formata di aria del fuoco, e di flogisto (§ 1124), fa derivare la differenza de' suoi raggi dalla diversa dose di flogisto che ciascuno di essi in se racchiude, come si è detto. Cartesio finalmente suppone che la diversità de' colori debbasi attribuire alla diversa combinazione del moto progressivo, e di quello di rotazione intorno all'asse, onde egli immagina esser dotata la sua pretesa materia globosa (§ 1189).

F I S I C A
A R T I C O L O II.

De' Colori considerati ne' Corpi.

1350. **S'** egli è vero che i colori consistono soltanto nella luce, come si è già dimostrato, d'onde avvien poi che veggonsi i corpi variamente coloriti? Ad una sì ragionevole richiesta è facile il rispondere che intanto i corpi compariscono coloriti, in quanto che le loro particelle sono disposte in modo, e la loro natura è tale, che sono atti a riflettere alcuni raggi, e ad assorbirne altri in preferenza. Per esempio, l'oro è giallo per ragione ch'egli assorbe in se la maggior parte degli altri raggi della luce ad eccezione de' gialli, i quali venendo da esso rimbalzati in grandissima copia, ce lo fan poscia comparire di quel colore. Il carminio è rosso perchè fa principalmente risaltar cotal raggio, assorbendo in se la maggior parte de' rimanenti. Così intendete di tutti gli altri. E qualora accade che la natura del corpo sia tale, che sia idonea a riflettere più raggi a un tempo stesso con uguale efficacia, apparirà egli di color mischio, tendente sempre al colore di quel raggio ch'è per avventura il più predominante.

1351. Tanto è vero, che i colori de' varj corpi derivano unicamente dalla qualità de' raggi da essi ripercossi, che se si prenda, per cagion d'esempio, un po' di cinabro, e si esponga successivamente ai varj raggi rifratti dal prisma, vedrassi egli violetto essendo illuminato dal solo raggio violetto; comparirà giallo essendo illuminato dal solo giallo; e così dei rimanenti. Nondimeno però codesti colori ch'egli mostrerà, saranno molto deboli a fronte di quello, di cui egli apparisce qualora si espone al raggio rosso ch'è il suo colore natio; poichè in tal caso scorgesi egli fregiato d'un rosso assai vago e risplendentissimo.

1352. Questa spiegazione riguarda i corpi che si veggono per via di luce riflessa. Se discorrasi poi dei trasparenti, ossia di quelli, i quali si veggono per
lu-

luce rifratta, uopo è dire che i lor colori vengono determinati dal raggio ch'eglino lasciano passare pel loro traverso, e che quindi si rifrange, ad esclusione di tutti gli altri che ne vengono rimandati indietro. Così il vino di Borgogna è rosso, perchè escludendo tutti i rimanenti raggi, vien trapassato soltanto dal raggio rosso: il vino di Malaga è giallo, perchè si lascia attraversare dal raggio giallo; e così via via degli altri. Per venire in chiaro di siffatta verità, prendansi due piccole caraffe di cristallo di figura quadrata, ed empiuta una, per esempio, di tintura di girasole ch'è di color violetto, e l'altra di tintura di ambra ch'è gialla; quantunque le medesime separatamente prese sieno trasparentissime, pur tuttavolta messe a contatto l'una dell'altra, si renderanno opache all'eccesso. Imperciocchè la prima essendo idonea a lasciar passare soltanto il raggio violetto, non può questo trasmettersi dalla seconda, ch'è atta a rinfrangere il solo raggio giallo. E questo effetto succede ugualmente se si empiano le caraffe d'altri liquori coloriti.

1353. Vi sono alcuni corpi, la cui natura è tale, che riflettendo essi alcune specie di raggi, ne rifrangono degli altri nel tempo stesso. Da ciò ne deriva che veduti eglino contro lume, ossia per luce rifratta, compariscono d'un colore; e guardati direttamente, ossia veduti per luce di rimbalzo, ne mostrano un altro. Così una foglia d'oro da indorare, il cui colore è giallo, scorgesi di color verde tendente al blu quando è veduta di traverso. L'infusione di fiori d'Iride ch'è rossa a lume riflesso, appar tinta d'un vago colore tra l'indaco e il blu a lume rifratto. Vuolsi notare su di questo proposito, che d'ogni tre colori contigui del prisma, i due estremi insiem combinati producono presso a poco quello di mezzo, intendo dire che la combinazione del rosso e del giallo genera l'arancio; quella del giallo e del blu produce il verde, ec.; attesochè i divisati sette colori disposti in serie vanno gradatamente degenerando gli uni negli altri, siccome si è già detto (§ 1340).

1354. Finalmente appajono di color bianco, ossia propriamente parlando, di color di luce, tutti quei

cor-

corpi, i quali fanno risaltare promiscuamente tutte le sorte di raggi; laddove compariscono neri tutti quegli altri che assorbono in se i raggi di tutte le specie: ond'è che il nero non può dirsi colore; altro egli non essendo che la privazione di tutti i colori, come si è già dichiarato (§ 1342). Per la qual cosa par del tutto naturale l'immaginare che i corpi collocati nel bujo sono privi affatto d'ogni sorta di colore. Il bel manto del fagiano della China, la vaghissima coda del pavone, le più belle opere del pennello di Raffaello e di Tiziano, quando non sieno illuminate dalla luce, non differiscono punto in vaghezza, quelli dal manto e dalla coda d'un'ordinaria gallina, e queste da una tela scarabocchiata alla cartona dal pennello di maestro Scopà.

1355. È cosa ragionevole il dimandare come mai avviene che veggonsi da noi i corpi di color nero, s'eglino assorbono tutti i raggi? Del pari ragionevole egli è però il rispondere, che il credere di vederli è un vero inganno. Sapete cosa accade quando fissiamo lo sguardo sul nero? Non ne veggiamo che il contorno, ov'egli confina con altri corpi illuminati: tutto il di dentro restando bujo, ci fa l'illusione, e ci fa parere che lo veggiamo. Per averne una prova convincente, tagliate un pezzettino quadrato dal mezzo d'un foglio di carta bianca: vi resterà un foro di figura quadrata, il qual tenuto in aria senza che abbia al didietro verun oggetto illuminato, vi parrà essere un quadrato di color nero. Vedesi egli dunque a cagion del contorno che lo circoscrive, il quale se fosse rotondo, o triangolare, vi farebbe vedere un cerchio, od un triangolo invece di un quadrato. Ho veduto farsi di ciò un'arte ammirabile in Inghilterra, attissima a procurar del passatempo alle dame, le quali avendo in mano un pajo di cesoje, ed un foglio di carta, vi fanno de'voti tali che vi rappresentano al vivo in un batter d'occhio, un bosco, un cervo, od anche il ritratto di una persona, in forza de' contorni: cosa che praticar si suole colla massima disinvoltura possibile, senza interrompere in menoma parte l'ordinario corso della conversazione.

1356. Per non lasciar cosa da desiderarsi intorno a questo soggetto, gioverà l'osservare che dalla varia rifrangibilità e riflessibilità de' raggi della luce (§ 1348) derivano poi i colori cangianti che uno stesso oggetto ci presenta nelle varie sue posizioni. Qual prodigiosa e vaga diversità di colori non ci offre, per servirci d'un esempio, il collo di un colombo! Sapete voi d'onde quelli derivano? Le penne che lo vestono sono atte a riflettere varie specie di raggi; e questi non essendo ugualmente riflessibili, ossia formando varj angoli colla perpendicolare, non possono entrar tutti nell'occhio in una data posizione. Saranno eglino dunque nell'istessissimo caso, in cui sono i varj raggi *a*, *b*, *c*, ec., rifratti dal prisma AC; cosicchè essendo l'occhio in *a*, vedrà l'oggetto di color violetto; passando in *b*, lo vedrà di color d'indaco; in *c*, lo vedrà blù; e così via via. Il qual effetto si produrrà ugualmente se restando l'occhio fisso nella medesima situazione, vengasi a muover l'oggetto, talmentchè gli diriga ora contro il raggio violetto, ora l'indaco, ora il blù, o altri che ve ne fossero.

Tav. IV.
Fig. 2.

1357. Tra i varj esperimenti che praticar si sogliono per pruovare che i colori consistono nella luce, e che i corpi mostrano un tale, o un tal altro colore, secondochè sono eglino atti a riflettere un tale, o un tal altro raggio; i più belli e convincenti che io abbia veduti, sono quelli del signor Delaval, membro illustre della Società reale di Londra, a cui esser debbo sommamente grato per essersi data la pena d'istruirmi intorno al modo di farne la preparazione, e di eseguirli; richiedendosi perciò una particolar maestria. Per darne un brevissimo saggio per quanto richiede il nostro istituto, uopo è ch'io dica ch'eglino s'istituiscono mercè di un color rosso, preparato con talune specie di fiori, e coll'ajuto di un acido e di un alcali. Empita una tazza del detto liquore, e ripostala su d'un tavolino che abbia di fronte una finestra, sicchè possa il liquore riguardarsi contro al lume, apparisce egli d'un bellissimo color rosso. Intingo la punta sottilissima d'una penna nell'acido, sicchè a mala pena ne resti attaccata una

una minutissima goccia; indi immersala dentro il liquore della tazza, l'agito un poco mercè della penna inedesima: veggio il color rosso cangiarsi nell'istante in color porporino. Immergendovi di bel nuovo la punta della penna intinta nell'acido suddetto, il color porporino si cangia in un attimo in un bellissimo blù; e quindi in color verde col ripetere la stessa operazione. Rimanendo in tale stato il liquor della tazza, intingo la punta di un'altra penna in un liquore alcalino; e rimescolando con quella il detto liquor verde, lo fo tosto risalire nuovamente al color blù, indi al porporino, e poscia al rosso come prima, ripetendo successivamente l'immersione dinotata di sopra. Se invece d'immergere la penna intinta nell'acido dentro il liquor rosso, vi getto una notevole quantità d'acido stesso in un sol colpo; prende egli tosto il color d'arancio, e poi si cangia in color giallo.

1358. Voi vedete dunque, che ad uno stesso semplicissimo liquore si fan prender gradatamente tutti i colori del prisma coll'infondervi dentro una minutissima stilla d'un altro liquore trasparentissimo, il quale altro certamente non può fare, se non se modificare diversamente le parti di quello (rendendole forse più dense, o più rare), cosicchè rendansi atte a rifrangere ora uno, ed ora un altro raggio.

1359. Gioverà qui l'avvertire, ch'egli è materia di fatto, che i raggi i quali sono meno rifrangibili, che val quanto dire che deviano meno dalla perpendicolare in forza del prisma, sono parimente più forti, ossia più atti a penetrare ne' mezzi resistenti. Veniamo infatti assicurati da coloro, i quali s'immergono assai profondamente nel mare, che gli oggetti veggonsi quivi tutti rossi; e tanto più carichi di tal colore, quanto più vanno eglino al fondo. La ragione si è che i soli raggi rossi penetrano a quella profondità, per essere i più duri; giacchè tutti gli altri sono rimbalzati indietro dall'acqua. I rimanenti colori sono meno forti di mano in mano, finattantochè si giunga al violetto ch'è il più dolce di tutti, per essere similmente il più rifrangibile.

1360. La scomposizione della luce ne' sette suoi
pri-

primigenj colori, la quale abbiamo veduto cagionarsi dal prisma, vien prodotta eziandio da una lente molto convessa, le cui facce sono per conseguenza molto inclinate tra loro; come altresì da' cristalli d'altre forme che abbiano inclinate le loro superficie; non mai però così regolarmente, ed in modo così vago e manifesto, come si opera dal prisma. I vetri piani, o prossimamente tali, non possono produrre lo stesso effetto; imperciocchè la scomposizione prodotta da una superficie correggesi dall'altra opposta che rifrange i raggi in parte contraria. Egli è cosa assolutamente necessaria l'arrestarci qui un poco a contemplare il mentovato fenomeno, per esser egli conducente a farci acquistare una compiuta intelligenza degli strumenti diottrici, di cui si è ragionato nella Lezione antecedente.

1361. Sia dunque ABCD una lente assai convessa, su cui cada un fascio di luce EA. Potendosi la sua parte ASD riguardar come un prisma; il detto fascio di raggi dopo d'essersi rifratto in D, sarà scomposto ne' varj raggi DI, DK, DL; il primo de' quali, cioè a dire DI, rappresenta il violetto ch'è il più rifrangibile; l'ultimo DL esprime il rosso che si rifrange meno di tutti; quel di mezzo DK esprime il verde che possiede la mezzana rifrangibilità. Suppongansi gli altri intermedj per via dell'immaginazione. Ne avverrà da ciò, che il raggio DI andrà a segare l'asse GH in I; il raggio DK andrà a segarlo in K; e il raggio DL in L. La qual cosa succedendo ugualmente al fascio di raggi FB, il quale cade sull'altro canto dell'asse GH; rendesi palese che non tutti i raggi andranno a concorrere nello stesso punto; e che il foco de' raggi violetti sarà in I, quello de' raggi verdi sarà in K, e quello de' rossi in L. Il foco de' rimanenti si farà ne' punti intermedj, frapposti tra I, ed L. Quindi è che il foco d'una lente non può essere un punto, ma forz'è che sia un piano circolare (§ 1228), il cui diametro alla distanza GI sarà MN; alla distanza GK sarà OP; alla distanza GL sarà QR. Dovrà da ciò seguire eziandio che siffatti raggi ricevuti dall'occhio in I, rappresenteranno l'immagine fregiata nel lembo di color ros-

Tav. IV.
Fig. 1.

so, per ragione de' raggi rossi DM , CN che non si vanno ad unire; ricevuti in K , sarà ella contornata dal color violetto, a motivo de' raggi violetti DP , CO che non vanno a concorrere in un sol punto; e così mano mano degli altri. Dal che deriva poi la grande imperfezione degli strumenti diottrici, come si è già osservato.

1362. Deduciamo da questi fatti un'altra bellissima conseguenza, ed è che il foco d'una lente uopo è che sia vario secondochè gli oggetti, che con essa si riguardano, sono fregiati di differente colore. Guardandosi, per esempio, un oggetto di color rosso, il quale quasi non tramanda da se altri raggi che rossi (§ 1350); per esser egli veduto con distinzione a traverso della lente $ABCD$, uopo è che l'occhio sia collocato in L , ove quelli concorrono coll'asse GH ; per vedersi distintamente un oggetto verde, uopo è che l'occhio si collochi in K , ove si uniscono i raggi verdi; e così via via. Siffatta diversità di fochi non è molto sensibile negli occhiali ordinarj, per esser eglino formati di lenti, la cui curvatura essendo poco notevole, non è valevole a separare i raggi notabilmente tra loro; e quindi fa sì che i punti della loro unione non sieno assai distanti l'uno dall'altro.

Tav. IV.
Fig. 3.

A R T I C O L O III.

Della formazione delle Meteore enfatiche.

1363. **L**e cose dichiarate fin qui ci agevolano l'intelligenza di parecchi fenomeni, i quali quanto sono ovvj e triviali, altrettanto riescono misteriosi ed incomprendibili al volgo. Tali sono, per esempio, l'*Arcobaleno*, la *Corona*, il *Pavelio*, la *Paraselene*, ed altri simiglianti. L'*Arcobaleno* ossia *Iride*, è quell'arco che suol comparire in cielo durante la pioggia, e vedesi fregiato di tutti i colori prismatici. Deve egli la sua origine a' raggi del sole, i quali investendo le gocce cadenti dalle nubi, ed essendo rifratti da quelle, mostrano scomponendosi i divisati colori. Per ac-
qui-

acquistarne una chiara idea suppongasì il fascio di raggi A B scagliato sulla goccia B. Andando eglino a ferirla in direzioni parallele; rifratti da quella nel punto B, saranno tramandati convergenti verso C. Rimbalzati di là in direzioni divergenti, e rifratti poscia di bel nuovo nel punto D, uscirebbero quindi paralleli per virtù della convessità della goccia; ma per cagione d'esser eglino diversamente rifrangibili, saranno scomposti, e dilatati a segno nel punto D, che ciascheduno di essi, D E, D F, D G, ec., farà mostra del suo natio colore, come accader suole in forza del prisma. Se l'apertura dell'occhio fosse estesa di tanto che potesse riceverli tutti insieme, scorgerebbe egli ad un tratto in ogni goccia tutti i colori dello spettro (§ 1240); ma poichè sono eglino molto divergenti attesa la lontananza, da cui procedono, non ne può egli vedere che uno per volta. Che però essendo egli collocato in E, ove uopo è assolutamente che si trovi, come diremo più innanzi; riceverà il solo raggio rosso D E ch'è il meno rifrangibile; giacchè gli altri D F, ec. saranno diretti al disopra. Vedrà egli dunque la goccia B di color rosso; e per l'istessa ragione scorgerà tinte di tal colore tutte le altre gocce, le quali essendo collocate lungo la direzione della circonferenza d'un cerchio verticale V X, il cui centro è l'occhio, saranno tutte nella medesima situazione relativamente all'occhio medesimo; e quindi saranno tutte nel caso di tramandar sulla pupilla il solo raggio rosso. Tutte le rimanenti gocce che saran fuori di cotal cerchio, tramanderanno anch'esse i colori prismatici, ma questi non potendo esser ricevuti dall'occhio per essere altrove diretti, riusciranno invisibili; e quindi si vedrà il colore nella sola fascia circolare, siccome si è detto. E poichè lo stesso accade appunto per rispetto alle altre gocce consecutive, generanti gli altri colori, come or ora vedremo; ne nasce poi di ragione che tutte le fasce colorite, e conseguentemente l'intero arcobaleno, veggasi della figura d'un arco.

1364. Siccome la posizione della goccia B è tale rispettivamente all'occhio, che non può quello ricevere salvochè il raggio rosso, così essendo la goccia

consecutiva M alquanto inferiore, il raggio rosso a cadrà un poco al disotto, e quindi l'occhio riceverà soltanto il raggio arancio $M E$ che segue immediatamente al rosso (§ 1340); talchè per la stessa ragione, per cui scorge egli una fascia rossa di figura circolare in virtù della prima goccia B (§ 1263), dovrà scorgere un'altra di color arancio immediatamente al disotto, in virtù della goccia M . In forza della goccia N uopo è che ne vegga un'altra di color giallo, perchè essendo quella inferiore ad M , non potrà dirigersi all'occhio che il solo raggio giallo; e così consecutivamente in ordine altre fasce degli altri colori del prisma, per cagion delle gocce O ; P , Q , R , che alle già mentovate succedono.

1365. La supposizione d'una sola goccia rifrangente i raggi del sole, necessaria a formar ciascuna fascia, si è qui fatta soltanto per render la spiegazione più chiara ed intelligibile: del resto uopo è immaginarsi che molte di esse concorrono nel tempo medesimo a produrre lo stesso effetto; e che attesa la notabilissima loro vicinanza, i raggi rossi esempigrazia da loro tramandati possono esser tutti contemporaneamente ricevuti dall'occhio. Intendasi lo stesso per li rimanenti colori, e si avrà la spiegazione dell'ampiezza notevole di ciascuna delle divisate fasce.

Tav. III.
Fig. 6.

1366. Accade nel tempo medesimo che altri raggi solari invece d'investire altre gocce di pioggia nella parte loro superiore Z , come abbiám supposto fin qui, vanno diretti contro la parte inferiore d . In tal caso la loro rifrazione non può essere analoga a quella di prima; conciossiachè il raggio $Y d$ rifratto in d sarà diretto verso c : sarà di là riflesso verso b ; ove rimbalzato di bel nuovo, verrà poscia a rifrangersi in Z ; e frastagliando la sua porzione $Y d$, con cui si è internato nella goccia, s'innoltrerà in ultimo luogo $Z E$. In forma della detta rifrazione nel punto Z scomporranno i raggi ne' diversi loro colori, come nel caso dell'antecedente paragrafo; ma atteso il loro incrocchiamento in e , se ne sovvertirà l'ordine; in guisa che la parte superiore sarà occupata dal raggio violetto, l'inferiore dal rosso, e quindi dagli altri consecutivi le parti di mezzo. Che però verrà a generarsi un altro

ar-

arcobaleno concentrico al primo, ma sovrapposto a quello, e conseguentemente più ampio. Dicesi egli perciò *Iride secondario* per distinguersi dall'altro che si denomina *primario*. A motivo dell'accennato rovesciamento de' colori sarà egli fregiato di rosso nella parte concava, e di violetto nella parte convessa; laddove il primario ha il rosso nella parte convessa, e il violetto nella sua concavità. Per cagione poi dell'indebolimento, cui soffre la luce col riflettersi e rifrangersi ripetute volte, come si è detto, i suoi colori saranno assai meno vivaci di quelli dell'Iride primario, onde ne avviene ch'egli non è visibile, se non quando vi sieno al di dietro nubi assai folte e nere, contro cui possa egli risaltare, e così rendercisi sensibile.

1367. Ad oggetto di potersi pienamente persuadere che in tutto il qui dichiarato ragionamento non v'ha nulla d'ipotetico; ma che tutto è conforme alle vie, cui siegue la Natura nella produzione d'un sì vago fenomeno, prendasi un picciol globo di puro cristallo, ed empiutolo di acqua, suspendasi in modo alla soffitta d'una stanza buja, che possa egli tirarsi su e giù come l'uopo il richiede. Fatto indi entrar nella stanza un raggio di sole, dirigasi egli mercè di uno specchio piano contro la parte superiore, suppongasi B, del globo. Vi presenterà un vaghissimo spettacolo lo scorgere che siffatto raggio farà entro al globo que'tali progressi che ne' paragrafi antecedenti abbiamo supposto nelle gocce dell'acqua; vale a dire che rifratto egli nel punto B, si vedrà proceder verso C: rimbalzato di là sarà rifratto nuovamente in D: e se uscendo da quello gli si presenterà un foglio di carta bianca, vi si scorgeranno dipinti al disopra ordinatamente i colori dell'Iride. Che se invece di dirigere il detto raggio contro la parte superiore B del supposto globo, facciasi cadere contro d'un altro punto a quello sottoposto, qual sarebbe il punto D; la progressione del raggio vedrassi esser tale qual si rappresenta da *d c b*; cioè a dire, che si rifrangerà e rifletterà due volte; ond'è poi che i colori vedransi rappresentati sulla carta in ordine inverso, e le loro tinte saranno assai più deboli di quelle di prima.

Tav. IV.
Fig. 6.

1368. Se in tale stato di cose tirandovi a qualche

distanza dal globo, vi ponete in tale situazione che l'occhio non possa scorgere che il solo raggio rosso, facendo scendere il globo stesso un poco più giù, vi riuscirà di fare in modo ch'egli si scorga l'arancio. Col deprimere il globo un poco più abbasso, vedrà l'occhio soltanto il color giallo; e così tratto tratto i rimanenti colori giusta l'ordine dello spettro prismatico (§ 1340).

1369. Scorgesi talvolta intorno al sole, od anche alla luna, un vago cerchio luminoso, e variamente colorato, che alla guisa d'un'ampia girandola circonda in giro i mentovati pianeti, e forma così uno spettacolo assai vago e grazioso. Perciò gli si è dato il nome di *Corona*, od anche di *Alone*. Talvolta suol esser egli molto spazioso: e i colori non son sempre ugualmente varj: che anzi vi sono de' casi, ov'egli non è affatto colorito. V'ha di coloro che han veduto siffatte corone intorno a Giove, a Saturno, e ad altri pianeti. Questo fenomeno vien cagionato certamente dai vapori sparsi nell'atmosfera, e nominatamente da quelli che diconsi concreti (§ 1018), i quali essendo assai densi, abbondanti, e diffusi uniformemente nell'atmosfera stessa, rifrangono efficacemente i raggi di luce tramandati dagli anzidetti astri, e gli fan quindi comparir coloriti. E comechè la sua sede non sia che nell'atmosfera, l'occhio nostro lo progetta nel cielo, siccome accader suole d'ordinario in tutti i corpi celesti per cagione della gran distanza, e lo fa apparire collocato immediatamente all'intorno de' divisati astri. In fatti veggonsi eglino soltanto in tempo nebbioso, e dileguansi collo spirar de' venti, i quali dissipano, o portano altrove i vapori divisati.

1370. Per comprovare la verità di siffatta teoria, non si ha a far altro, salvochè porre una candela accesa sopra d'un tavolino, e quindi collocare a terra innanzi al tavolino medesimo una picciola caldaja, o altro vaso ripieno d'acqua bollente. Ponendovi innanzi alla detta caldaja, sicchè il vapore che da quella si solleva, ritrovar si possa fra voi e la candela; e riguardando questa a traverso del vapore stesso, la vedrete circondata da un bel cerchio luminoso, e variamente colorito, del tutto simigliante all'alone. Sarà cer-

certamente accaduto a qualcun di voi, di scorgere lo stesso fenomeno intorno alla candela in tempo che l'occhio era inrugiato d'umori per essere attaccato da una qualche forte flusione.

1371. La spiegazione del *Parello* e della *Paraselene*, ossia del *falso Sole* e della *falsa Luna*, non è così facile a rintracciarsi come quella de' fenomeni antecedenti. Consiste il *parello* (lo stesso vuolsi intendere della *paraselene*) in una, o più immagini del sole, le quali appariscono in cielo essendo quello innalzato al disopra dell'orizzonte. Talvolta sono elleno disposte lungo la circonferenza d'un gran cerchio luminoso di color bianco, parallelo all'orizzonte. Ve n'ha di quelle che sono circondate da aloni ugualmente che il vero sole; e questi son fregiati talora di assai vaghi colori. Egli è certo, che la sede de' *parello* è riposta nell'atmosfera, benchè scorgansi eglino progettati altamente nel cielo. Credesi generalmente esser eglino generati dalla luce solare riflessa alla guisa di uno specchio da vapori addiacciati, ed ondegianti nell'aria, e quindi unita in una qualche piaggia celeste, ove dipingesi poi l'immagine solare, oppur quella della luna. E a dir vero, non solamente viene ciò indicato dallo stato attuale dell'atmosfera allorchè segue la loro apparizione (essendo quella abbondante di vapori congelati durante lo spirar d'un freddo vento di Nord: tempo, in cui succeder sogliono i divisati fenomeni); ma eziandio dal potersi produrre un effetto simigliante mercè di piccioli cilindri di cristallo, imitanti le dette particelle di ghiaccio, siccome fu per la prima volta praticato da Hugenio.

1372. Le qui riferite meteore diconsi in termini generali *Meteore enfatiche*, per differirle da meteore di altra natura, di cui si ragionerà nella seguente Lezione.

LEZIONE XXVI.

Sull' Elettricità . (22)

ARTICOLO I.

*Dei progressi di questa Scienza, e della varia natura
dei corpi relativamente all' Elettricità.*

1373. Niuno ignora ai dì nostri esserci alcune specie di corpi, le cui parti agitate, o stropicciate nel modo conveniente, acquistano la virtù di trarre a se i corpicciuoli leggeri, e talora anche quella di dar scintille di fuoco. La anzidetta facoltà di attrarre, essendo stata fin dai tempi i più rimoti conosciuta nell' ambra, che dai Greci dicesi, ἤλεκτρον, fece sì, che in progresso di tempo se le attribuisce il nome di *Elettricità*, e che si denominassero *elettrici* quei corpi che ne sono forniti.

1374. Gilberto medico inglese del secolo XVI fu il primo a scuoprire che la rammentata virtù dell' ambra
com-

(22) Piuttosto di fare delle annotazioni sopra la Lezione della Elettricità, le quali avrebbero dovuto essere numerose, onde poter dare una qualche estensione alle sperienze ed applicazioni in essa Lezione contenute, e sariano forse riuscite senza un certo frutto pel giovane studioso; abbiamo pensato di scegliere e porre in fine del presente Volume alcune *Riflessioni* che noi credemmo le più importanti, e le più esattamente dedotte, onde presentare distintamente quell' idea che debbesi in realtà formare dello stato dell' elettricità nell' atmosfera. Ci parve tanto più a proposito questa scelta, quantochè finora nelle opere tutte di Fisica nulla scorgemmo che per nostro avviso uguagliasse, nella loro semplicità e utilità insieme, queste *Riflessioni*.

competeva eziandio al vetro, allo zolfo, al diamante, e ad altre pietre preziose, al salgemma, all'alume, al talco, al mastice, ed a parecchie altre sostanze. Dal che venne poscia in idea al sig. Hauxbée di stropicciare un cannello di vetro per risvegliare l'elettricità; e quindi di far girare velocemente intorno all'asse un globo di vetro per ottenerla più sensibile ed efficace. Ottone da Guerrike, inventore della macchina pneumatica (§ 603) l'aveva in ciò prevenuto; ma il suo globo era di zolfo. Di qui trasse l'origine la *Macchina elettrica*, di cui ragioneremo più innanzi; e che fu poscia perfezionata mercè l'ingegnose invenzioni, prima de' filosofi tedeschi e francesi, e poi di quelli delle altre nazioni.

1375. L'ordine delle cose richiede, che per dare una giusta idea di questo soggetto, debbasi incominciare dal ripartire in due classi tutti i corpi esistenti in Natura. Imperciocchè ve n'ha di quelli che stropicciati nel modo che conviene, danno immediatamente segni di elettricità, e ve n'ha di altri, che ad onta di un tale strofinio son del tutto incapaci di manifestare cotale virtù. Nulladimeno però la virtù elettrica sviluppata da' primi si può molto agevolmente comunicare a questi ultimi: nel qual caso rendonsi egliano idonei a produrre gli stessi effetti che produconsi da quelli. Avuto riguardo alle quali cose, si è ragionevolmente pensato di denominare i *primi elettrici*, e i *secondi non elettrici*. Riduconsi quelli, come si è già accennato, al vetro, alle pietre preziose, allo zolfo, alla ceralacca, alle resine, alla seta, alla cera, ai peli degli animali, a' legni del tutto secchi, e ad altre poche sostanze; laddove si comprendono tra i secondi quasi tutti i rimanenti corpi ch'esistono nell'universo; e specialmente le parti degli animali e de' vegetabili, non affatto aride, l'acqua, i metalli d'ogni sorta, ec.

1376. In secondo luogo i corpi della prima classe, ossia gli elettrici, quando sono elettrizzati, e pongonsi a contatto con quelli della seconda, ovvero coi non elettrici, non comunicano a questi, salvo che l'elettricità spettante alla parte toccata senza che si scemi la rimanente: questi all'incontro messi in comu-

nicaazione con altri simili, trasmettono, e spogliansi in un punto di tutta l'elettricità ricevuta da' primi, e ch'era su di essi accumulata. La qual cosa deriva dalla proprietà che hanno i corpi elettrici di potersi elettrizzare qualunque parte di essi mercè lo stropicciamento, senza che la virtù elettrica si diffonda alle parti rimanenti; laddove ne' non elettrici all'opposto l'elettricità comunicata alla menoma loro parte, diffondesi tosto ugualmente su tutta la loro superficie. Dal che nasce altresì, che gli elettrici presentano dell'ostacolo, e talvolta vietano quasi del tutto il passaggio al fluido elettrico lungo la loro superficie, a differenza de' non elettrici, su de' quali una tal diffusione liberamente si esegue. Per la qual cosa gli elettrici diconsi anche *non conduttori*, ossia *isolanti*, e i non elettrici si denominano *conduttori*, ovvero *non isolanti*. E quantunque s'ignori quale sia la vera cagione produttrice di cotal divario, siam giunti però a scuoprire mercè le felici ricerche del signor Achard accademico di Berlino, di aver su di ciò grandissima influenza il caldo e il freddo, col dilatare e restringere i pori delle indicate sostanze, e quindi col far sì, che le particelle ignee ivi contenute ovvero che soppravvengono dal di fuori, abbian maggiore o minor libertà di muoversi più, o meno rapidamente. Ed in fatti l'esperienza ci fa vedere che il vetro, la resina, ed altre sostanze elettriche, divengono conduttori dell'elettricità tostochè sieno riscaldate a un certo segno; laddove si fanno oltremodo elettriche ed isolanti in forza del freddo.

1377. L'idea, cui seco porta la testè dichiarata divisione, potendo cagionar degli errori quando fosse lasciata a se sola, ha positivo bisogno di qualche dichiarazione. Incominceremo dunque dal dire, che anche i corpi elettrici si possono elettrizzare per via di comunicazione; tuttavolta però il loro elettrizzamento segue in un modo affatto diverso da quello de' corpi non elettrici; siccome si scorgerà da' fatti che rapporteremo negli Articoli seguenti. Vuolsi sapere per ora, che non v'ha corpo in Natura, che fornito non sia naturalmente di una data quantità di fluido elettrico. Questa ne' corpi non elettrici si può

può accrescer notabilmente mercè dell'elettricità che loro si comunica, e rendersi quindi manifesta; ed allora diconsi eglino elettrizzati *positivamente*, o *in più*: negli elettrici al contrario, e principalmente nel vetro, non si può ella nè accrescere, nè diminuire: può bensì disturbarli il suo naturale equilibrio col privarne una delle sue superficie, e trasfonderla sulla faccia opposta; dimanierachè quella dose naturale, ch'era naturalmente ripartita in entrambe le facce, si trovi poscia accumulata su d'una di quelle. Nel qual caso quest'ultima dicesi elettrizzata *positivamente*, o *in più*, e l'altra *negativamente*, o *in meno*. Laonde da ora innanzi diransi *elettrizzati positivamente*, per *eccesso*, o anche *in più*, que' corpi, la cui dose naturale di fluido elettrico è sensibilmente accresciuta; ed *elettrizzati negativamente*, per *difetto*, oppure *in meno*, si denomineranno quegli altri, la cui dose naturale di elettrico fluido è sensibilmente diminuita. Siffatte elettricità *positiva* o *negativa*, che furon riguardate altra volta come due elettricità essenzialmente distinte l'una dall'altra, presero generalmente il nome di *vitre* e *resinosa*; attesochè i corpicciuoli elettrizzati dal vetro, nell'atto che son rispinti da quello, vengono attratti dalla resina elettrizzata; per esser questa elettrizzata in meno, e quello in più.

1378. Vuolsi aggiugner però, che l'elettricità negativa scorgesi similmente nell'ambra, nello zolfo, nella cera, nella ceralacca, nella seta, ed in altre sostanze di tal natura, e che nè ella è così essenziale alle materie resinose, nè la positiva è così essenziale al vetro, che non si possa ottenere da quelle l'elettricità positiva, e la negativa da questo. Basterà spezzare in due pezzi un bastone di ceralacca per osservar col fatto, che le due estremità contigue d'ambi i pezzi che ne risultano, non solamente troveransi elettrizzate, ma possederanno elettricità contrarie, sicchè l'una scorderassi elettrizzata in più, e l'altra in men. Ed è cosa non men rimarchevole, che curiosa il vedere che una stessa sostanza rendesi atta ad essere elettrizzata positivamente e negativamente, secondo la diversa natura de' corpi.

on-

onde viene stropicciata. La ceraspagna, per cagion di esempio, che stropicciata colla mano, con un pezzo di carta, con pelle, con panno di lana, ec. dà elettricità negativa, scorgesi poi elettrizzata positivamente quando si fregghi con un pezzo di metallo. In legno infornato ed arido, che stropicciato con un poco di flanella, trovasi negativamente elettrizzato, dà poi elettricità positiva se si stropicci con un pezzo di seta. Il vetro ruvido, che a differenza del vetro levigato si elettrizza negativamente; essendo strofinato con un pezzetto di seta oliata, o con un pezzo di metallo, divien positivamente elettrizzato. Ponete l' un sull' altro due nastri di seta, un bianco, e l' altro nero, e fateli passare alcune volte alquanto rapidamente fra le dita: mercè di questa operazione il nastro bianco si elettrizzerà in più, e il nero in meno, disortachè si attrarranno eglino a vicenda. L' uno, o l' altro di essi collocato su di un quinterno di carta, e stropicciato con ambra, o con ceralacca, si elettrizza tosto in più: fregato con vetro levigato, diviene elettrizzato in meno; e così accade in mille altri casi d' indole similante.

1379. Fa mestieri di avvertire in ultimo luogo, che siccome i corpi elettrici elettrizzar si possono eziandio per via di comunicazione, così vi sono esempi di corpi non elettrici elettrizzati per via di strofinio. Per quanto questa proposizione sia contraria alle idee avute finora da tutti i filosofi moderni, non lascia ella di esser vera: però la elettrizzazione dei corpi non elettrici eccitata con siffatto mezzo, è affatto diversa da quella dei corpi elettrici, oltre all' esser di gran lunga più debole. Imperocchè laddove parecchi di questi ultimi si elettrizzano positivamente mercè lo strofinio, quelli all' opposto si elettrizzano sempre in meno: pel qual motivo uopo è assolutamente di tenerli isolati, altrimenti assorbirebbero dal seno della Terra quella dose di fluido, di cui rendono privi. Sono scorsi appena dodici anni dacchè una tale scoperta fu fatta in Germania dall' abate Herbert, il quale avendo stropicciato con pelle di gatto un cilindro di ottone ben levigato, lo elettrizzò in modo, che facea spicar dal dito che il toccava, delle podero-

se

se scintille. Egli è poi cosa ovvia il ritrovar persone, il cui corpo strofinato al bujo manifesta delle vive scintille. Una donzella inglese essendo isolata nell'atto che pettinava i capelli di una sua sorella, si elettrizzava a segno, che non solo dava poderose scintille a chi la toccava, ma ne caricava una bottiglia atta a dar la scossa.

ARTICOLO II.

Della Macchina elettrica, e dei principali fenomeni dell'Elettricità.

1380. **P**er poter ben concepire la serie dei fenomeni elettrici, uopo è conoscere preventivamente la macchina elettrica, mercè di cui fansi soggiacere i corpi al divisato strofinio. E' stata ella costrutta in varie guise, come accader suole ad ogni sorta di strumenti prima che giungano alla loro perfezione: tuttavolta però le costruzioni usate oggi giorno riduconsi a due sole; cioè a dire a quella, con cui facendosi girare un globo di vetro, oppure un cilindro, intorno al suo asse, si stropiccia egli nel tempo stesso per via di un cuscinetto, oppur colla mano asciutta; ed all'altra, ove si adopera un piano circolare di cristallo, ossia disco, in vece di globo. Siccome col mezzo di questa ottener si possono a cose pari i medesimi effetti che si ottengono da quella; ed oltre ciò riesce ella più semplice, più comoda, e non soggetta agli inconvenienti, a cui soggiacciono i globi, i quali soglion crepare talvolta con somma violenza nell'atto della operazione; così non farò menzione che di questa. Consiste ella dunque, come si è detto, nella lastra circolare di cristallo *A B*, guernita del suo asse *C D*, col cui mezzo facendosi ella girare tra due assicelli verticali *E F*, *G H*, viene stropicciata durante il suo giro da quattro cuscinetti di pelle, *I*, *K*, *L*, *M*, riempiti di crine, ed annesso col mezzo di viti alla faccia interiore dei mentovati assicelli. La base *N O* della macchina è corredata di una piccola morsa per

Tav. IV.
Fig. 5.

per potersi fissare al disopra di un tavolino. La superficie de' cuscini, ch'è in contatto colla lastra, si suol ricoprire con un poco di *amalgama*, ossia d'una composizione di stagno e mercurio, cui uopo è rinnovar tratto tratto affine di renderli più atti ad eccitare l'elettricità.

1381. Messa che sia cotesta macchina nell'ordine che conviene, tostochè s'incomincia a far girare nel modo già detto, vedesi svilupparsi dal suo disco una notevole quantità di fluido elettrico, il quale o in un modo affatto invisibile, o sotto l'apparenza di fuoco, tende a diffondersi con celerità sorprendente secondo tutte le direzioni ne' corpi circonvicini. Che però affine di raccorlo in gran copia, e quindi scorgerne gli effetti in modo sensibilissimo, si soglion porre quasi a contatto del mentovato disco i due capi P, Q, di un tubo metallico ben levigato e ricurvo, procedente da un altro simigliante tubo RS. Cotesto tubo conformato in tal guisa dicesi *Conduttore*, perchè attissimo a condurre e a trasmettere il fluido elettrico; e i suddetti due capi P, Q, son guerniti di due punte metalliche, per esser elleno molto efficaci a trarre il detto fluido, come diremo più innanzi.

1382. La natural proprietà del fluido elettrico di trasfondersi immediatamente, e con rapidità indicibile ne' corpi non elettrici (§ 1381), rende assolutamente necessario, che il divisato conduttore stia separato nel modo conveniente da ogni altro corpo di siffatta natura; imperciocchè se egli avesse, per cagione di esempio, una immediata comunicazione col tavolino sottoposto, o con altri corpi della stessa classe, il fluido anzidetto comunicatoglisi dalla macchina, si trasfonderebbe nell'istante al tavolino, ovvero agli indicati corpi; e quindi di là passerebbe nel suolo ossia nel *serbatoio universale*, per essere egli capace oltre misura di essere elettrizzato per comunicazione al par del tavolino e del conduttore. Laonde il mentovato fluido non si potrebbe giammai accumulare su di quest'ultimo. Il praticar la dichiarata separazione del conduttore da ogni altro corpo elettrico per comunicazione, dicesi *isolare*; e l'unico mezzo di poter eseguire un tale isolamento, è quello di appoggiare il
con-

conduttore (e così le altre sostanze che si vogliono elettrizzare), su di un piede di vetro, di ceralacca, od anche di legno infornato e bene asciutto, espresso da TV; il quale essendo isolante, non è capace di trasmettere il fluido trasfuso sul conduttore medesimo. Si otterrebbe parimente lo stesso intento col mantenerlo sospeso a fili, o a cordoni di seta pendenti dalla soffitta per essere anche eglino elettrici (§ 1375), e conseguentemente atti ad isolare; specialmente quando sieno di color blu; sapendosi per esperienza, che un tal colore è più idoneo a procurare l'isolamento. Trattandosi d'isolare una persona per poterla elettrizzare, si fa ella montare su d'uno scanetto di legno guernito di quattro piedi di vetro, rappresentato da *i k*; oppure su di una cassetta quadrata ripiena di mastice, della spessezza di circa mezzo piede. Tav. IV.
Fig. 7.

1383. Il fluido elettrico impertanto accumulato sul descritto conduttore, ci fa ravvisar assai manifestamente la proprietà ch'egli ha di diffondersi in altri corpi della medesima indole; imperciocchè ponendoglisi a contatto o fili metallici, o corde di canape, o corpi di animali, o altre simili sostanze; vedesi tosto che un tal fluido sottraendosi al conduttore si trasfonde a quelli, e di là ad altri corpi contigui, finattantochè va egli a disperdersi in ultimo nella massa terrestre. Per tal motivo cosiffatte sostanze prendono eziandio il nome di *conduttori*; e quando vogliasi contrassegnare particolarmente quello ch'è immediatamente annesso alla macchina (§ 1381), uopo è indicarlo col nome di *primo conduttore*.

1384. Il mezzo semplicissimo per convincersi della restè accennata verità si è quello d'isolare i supposti conduttori; conciossiachè in tal caso non potendò il fluido elettrico diffondersi in altri corpi; rimane accumulato in quelli, e quindi si manifesta in una maniera sensibilissima, non altrimenti che sul primo conduttore. Codesta diffusione poi è tale, che se i conduttori comunicanti col primo toccansi perfettamente tra loro, il detto fluido si trasfonde senza rendersi visibile; laddove frapponendosi tra essi qualunque picciolo intervallo, si manifesta in forma d'una viva scin-

scintilla che lanciassi dall'uno sull'altro con un moto velocissimo, ed è accompagnata nel tempo stesso da un lieve scoppio, più, o meno forte, secondochè la quantità, o la densità del fluido, è più, o meno copiosa e grande. Siffatto scoppio vien certamente originato dall'improvviso squarciamento che il fuoco elettrico, cagiona nell'aria frapposta tra l'uno e l'altro conduttore; opponendosi ella efficacemente al suo libero passaggio, come vedremo di qui a poco.

1385. Vuolsi però badare che non tutti i conduttori sono ugualmente atti a trasmettere il fluido di cui si ragiona. I migliori fra tutti sono le sostanze metalliche; ma vi è anche qualche differenza nelle loro diverse specie; sapendosi per esperienza, che il piombo e lo stagno non conducono il detto fuoco con quella libertà che si trasmette dall'oro e dall'argento, dal ferro e dal rame. Ai metalli siegue l'acqua, e quindi i vegetabili freschi (giacchè gli aridissimi non lo conducono affatto), la parte muscolare degli animali, e cose simili. Ha dimostrato il signor Cavendish, che un fil di ferro conduce la elettricità intorno a 400 milioni di volte più liberamente che l'acqua di pioggia, ovvero distillata, che val quanto dire, che il fluido elettrico nel propagarsi lungo un fil di ferro della lunghezza di 400 milioni di pollici non incontra resistenza maggiore di quella che gli presenta un solo pollice di acqua dello stesso diametro. L'acqua marina poi lo conduce 720 volte meglio dell'acqua piovana. Vi è in ciò una certa analogia coi corpi elettrici, i quali neppure han tutti la stessa efficacia per isolare, ossia per impedire il passaggio all'elettrico fluido. Il vetro secco e netto si reputa il migliore fra tutti; ma non tutte le specie di vetri sono egualmente isolanti. Ciò deriva dalla diversa qualità dei loro componenti, e dal vario grado di cottura. I più perfetti appena ne lasciano passare una lieve quantità sulla loro superficie; altri ne trasmettono un poco più; sembre però con difficoltà tale, che egli vi si può sensibilmente accumulare. E quantunque accada di rado, v'ha però degli esempj di vetri che lasciansi attraversare da quello. Codesti sono del tutto improprij per le esperienze elettriche, per le ragioni che esporremo

mo

mo. La sopraddetta verità, che venne contrastata altra volta, è riconosciuta oggigiorno sperimentalmente dai migliori Fisici di Europa.

1386. L'aria pura ed asciutta annoverar si dee certamente tra i corpi elettrici; imperciocchè se così non fosse, il fluido elettrico non potrebbesi giammai accumulare su di alcun conduttore che trovasi sempre accerchiato da quello. Vien ciò confermato benanche dalla bella esperienza di Franklin, il quale avendo elettrizzata una palla di sughero sospesa a un fil di seta, e perciò isolata (§ 1382), ritrovò col fatto, che quantunque fosse stata ella rivolta in giro alla guisa d'una fionda per ben cento volte, cosicchè giusta un calcolo fatto attraverso 2400 piedi d'aria, pure nel termine delle accennate rivoluzioni si trovò elettrizzata come era. Ci verrà in acconcio di produrre in appresso altre chiare riprove della resistenza che fa l'aria contro il fluido elettrico. Ciò nondimeno può rendersi l'aria capace di essere attraversata dal detto fluido a misura che trovasi impregnata di particelle vaporese; dimanierachè nei tempi assai umidi lo conduce quasi liberamente. Di fatti le macchine elettriche, tranne quelle che son vigorose oltremodo, non manifestano alcun segno di elettricità negli indicati tempi, quantunque il detto fluido si sviluppi anche allora in forza dello stropicciamento del disco, ovvero del globo di cristallo.

1387. Per potersi pienamente convincere della poderosa resistenza, cui l'aria oppone alla diffusione del fluido elettrico, fa mestieri di ricorrere alla macchina pneumatica. Servendosi d'un recipiente aperto in cima, e poi bene otturato con una lamina metallica, si può far sì che il fluido elettrico accumulato su di un conduttore, vadasi a trasfondere in quel tal recipiente. L'esperienza fa vedere che a misura che l'aria contenuta nel recipiente si va rendendo più rara, il fuoco elettrico vi si diffonde con maggior libertà, talmentechè laddove essendo quella rarefatta quaranta volte, la elettrica luce vedesi diffondere in più torrenti tra loro separati e sparsi; qualor si rende poi 70 volte più rara dell'aria atmosferica, comincia a spargersi assai più, e mostra un color bianco. Rarefatta 80
vol.

volte, la diffusione è più eguale, e il colore tende molto al rosso, ovvero al porporino. Ciocchè dimostra ad evidenza esser ella più concentrata nel primo caso, che in questo (§ 1342). Giunta l'aria finalmente ad un maggior grado di rarefazione, il fuoco elettrico vi si diffonde con tal libertà, che riempiendo uniformemente l'intera capacità del recipiente, somiglia moltissimo l'aurora boreale. E se il conduttore elettrizzato si ponga in picciola distanza dalla detta lamina metallica, che cuopre la cima del recipiente, dopo di avere isolata tutta la macchina pneumatica; non ostante che quella tal lamina facciasi comunicare liberamente col suolo mercè d'un attissimo conduttore, pure una porzione del fluido elettrico continuerà a diffondersi in quell'aria cotanto attenuata; sicchè aver si potranno dal piattino della macchina delle vive scintille di fuoco. Un tubo di vetro, ove l'aria sia molto diradata, attrae soventi volte il fluido elettrico alla distanza di circa dieci pollici, e se ne carica a ribocco come se fosse stato in contatto col conduttore. A vista di sì luminosi fatti potrebbesi riputare decisa la gran questione cotanto agitata intorno al potere conducente del voto. Ho io così creduto altra volta: ora però gli esperimenti di Walsh, e i più recenti di Morgan rapportati nelle Transazioni Filosofiche per l'anno 1785, dan motivo di pensare, che quantunque il fuoco elettrico si propaghi liberamente entro l'aria sommamente attenuata, per la ragione forse ch'egli si conduce lungo le particelle vaporose, il cui svaporamento vien promosso oltremodo nell'indicato stato dell'aria (§ 1099); nulladimeno però quando si è già fatto il voto più perfettamente ch'è possibile, non solo egli non vi si diffonde colla accennata libertà, ma non vi passa in verun modo; che val quanto dire, che il voto ben fatto non è mica conduttore del fluido elettrico. Come in fatti, se essendo il rammentato tubo di vetro votato di aria più ch'è possibile, dimodochè si vieti del tutto il passaggio al fluido elettrico, siccome si è detto, s'intrometta in esso una lieve quantità di aria, scorgesi tosto la diffusione del fuoco libera come prima: vassi ella però scemando a gradi, secondo che si va introdu-

ducendo della nuova aria, finchè cessa del tutto quando ha l'aria riacquistata la sua densità naturale. Dal che vuolsi conchiudere, che siccome nell'attenuazione dell'aria v'è un limite, oltre a cui si vieta il passaggio al fluido elettrico, così d'altra parte v'ha un limite simigliante nel condensamento dell'aria medesima, al di là del quale ritrova quello un eguale ostacolo alla sua propagazione. Cotal sorta di esperimenti riesce a maraviglia facendosi uso della macchina pneumatica de' signori Haas ed Hurter, pubblicata in Londra per la prima volta non è ancor nove anni; la quale è sì perfetta, che il suo potere di rarefare paragonato a quello delle migliori macchine d'altra costruzione, suolsi computare come 1000 a 600. Ammirasi ella nella bellissima raccolta del cavalier Vivenzio, il cui buon gusto e sapere son già noti appieno agli amatori di siffatta scienza.

1388. L'altro fenomeno elettrico, che sensibilmente si manifesta col mezzo de' conduttori isolati, si è quello dell'attrazione e ripulsione. Si può stabilire impertanto come legge inalterabile, che *due corpi similmente elettrizzati si respingono a vicenda; laddove un corpo elettrizzato tira a se quegli altri che non sono elettrizzati*. L'esperienza infatti dimostra che una pallina di sughero sospesa a un fil di seta, tostochè si pone in qualche distanza dal conduttore elettrizzato, vien rapidamente attratta da quello. Dopo un momento di tempo trovandosi impregnata anch'essa di fluido elettrico per la proprietà ch'egli possiede di porsi in equilibrio (§ 1381), ne vien rigettata con ugual celerità, e si mantiene in qualche distanza dal conduttore anzidetto finattantochè non si scarichi di quel tal fluido. Che sia così, toccatela con un dito, con una chiave, con un fil di metallo, ec., nell'atto ch'ella resta in tal situazione, cosicchè possa trasfonderne in quelli l'acquistata dose di fluido: la vedrete immantinente correr di bel nuovo verso il conduttore, e quindi esserne respinta come prima. Se in sua vece unite insieme i capi superiori di due fili di seta, quali sarebber *m n*, *m o*, dalle cui estremità opposte pendano due palline di sughero *n*, *o*; dopochè saranno state esse attratte dal conduttore, e quindi elet-

Tav. IV.
Fig. 7.

trizzate, vedransi disgiunte notabilmente l'una dall'altra nella guisa indicata dalla Figura; e l'intervallo tra esse frapposto, come in tutti gli altri casi, sarà sempre proporzionale alla forza dell'elettricismo, cui hanno acquistato. Per tal ragione siffatto semplicissimo strumento suolsi adoperare d'ordinario per poter rilevare in un attimò se i conduttori sieno, o no elettrizzati, essendo egli sensibilissimo alla menoma forza; e per misurare a un dipresso l'intensità dell'elettricismo, che vien tosto indicata dalla quantità della loro divergenza. Suolsi egli denominare *Elettrometro di Canton*, dal nome dell'autore che l'immaginò per la prima volta. Ve n'ha però degli altri diversamente costrutti, cui la brevità ci obbliga di passare in silenzio. Farem soltanto menzione dell'*Elettrometro di Henly*, consistente in un'asta di legno $p q$, guernita d'un piano d'avorio $r s$ in forma d'un semicerchio, e diviso in gradi corrispondenti. Sul centro di cotal semicerchio evvi un picciolo asse mobile, a cui è raccomandato un leggerissimo stiletto $t v$, terminato da una pallina di midollo di sambuco. Può egli scorrere insiem coll'asse lungo il lembo graduato del detto piano; verso cui incomincia realmente a sollevarsi nella situazione indicata dalla Figura.

Tav. IV.
Fig. 7.

1389. La scoperta della dichiarata legge ha fatto immaginare una infinità di piccioli giochetti, consistente in oriuoli, mulinelli, girandole, batterie, planetarj, balletti, ed altri simili ordegni, i quali si mettono in moto, e fansi continuare in quello in virtù dell'attrazione e ripulsione indicata dianzi. A noi basterà il far qui menzione dello *scampanio*, detto anche da noi con francese vocabolo *Carrillon*. Consiste egli ne' tre campanelli Y , Z , e sospesi alla traversa ll , in maniera però, che il solo campanello di mezzo Z , abbia la comunicazione col suolo mediante la catena metallica $Z X$. Nel bel mezzo di siffatti campanelli trovansi collocate due palline di metallo 1 , 2 , perfettamente isolate mercè di fili di seta, a cui sono sospese e destinate a servir di battagli. Se essendo le cose disposte in tal guisa, s'istituisca la comunicazione tra il conduttore della macchina, e i campanelli laterali; ovvero si adatti immediatamente

Fig. 7.

te al conduttore l'indicato apparecchio, come si rappresenta in questa Figura, e quindi si elettrizzi; sarà grazioso il vedere ch'entrambi i detti battagli 1, e 2, attratti rapidamente da' campanelli laterali Y, ec. che si trovano elettrizzati, produrranno del suono nell'istante del contatto: e perchè ciò facendo divengano elettrizzati ancor essi, ne sono tosto respinti, e quindi attratti dal campanello di mezzo Z, che non è elettrizzato (§ 1388). Battendo egliino il campanello nel punto di cotesto contatto, e trasfondendo in quello la loro elettricità (che andrà a disperdersi immediatamente nel suolo, per non esser quel campanello isolato); resteranno privi della medesima, e perciò nello stato di essere attratti da' campanelli laterali, come dianzi. Che però succedendo alternativamente l'una all'altra la detta attrazione e ripulsione; ne siegue di ragione un suono piacevolissimo, il quale continua finattantochè si mantengono elettrizzati i campanelli laterali. Codesto apparecchio si può modificare in varie guise; e si può far uso di un gran numero di campanelli nel tempo stesso per poter avere un suono più armonioso e più sensibile.

1390. Interessando molto il Fisico la conoscenza del gran potere delle punte per rispetto all'elettricismo, fa mestieri il rapportare, che se a qualunque parte del conduttore si applichi una punta metallica, od anche d'altra sostanza non elettrica, avrà ella il potere di diffonder rapidamente nell'aria, ovvero sui corpi adjacenti, il fluido elettrico comunicato al conduttore; il quale fluido vedrassi uscire alla guisa di tanti raggi divergenti, che partendosi tutti dalla detta punta, verranno a formare una specie di fiocco. Ma se poi cotal punta invece di essere annessa al conduttore, e far parte del medesimo, gli sarà presentata da una persona in qualche distanza; si scorgerà fornita del potere di trarre a se con grandissima efficacia il fuoco elettrico contenuto in quello, talmentechè ne lo spoglierà in breve tratto di tempo: ed in tal caso apparirà il fuoco sulla punta alla guisa d'una stelletta. In tempi assai favorevoli all'elettricismo, ossia in tempi secchi e sereni, una punta metallica finissima è capace di trarre il fuoco da un conduttore

elettrizzato, sino alla distanza di 8, o 10 piedi, e di scaricarlo così interamente; laddove un altro pezzo di metallo smussato non può tirarlo affatto neppure alla distanza di 4 pollici. Per poter rendere ben sensibili le accentate apparenze, sarà ben fatto di sperimentarle al bujo.

1391. Sicchè a buon conto in tutt' i casi equivoci il veder le punte fregiate di fiocchi sarà certissimo indizio, ch' esse trasfondono il fuoco dalla loro sostanza: e quindi che il corpo, a cui sono annesse, trovansi elettrizzato *positivamente*, ossia per *eccesso*; siccome all' opposto lo scorgerele guernite di stellette, ci fa francamente giudicare ch' esse lo ricevono dal di fuori per introdurlo in loro medesime; e quindi che le sostanze, da cui vengono sostenute, sono elettrizzate *negativamente*, *oppur per difetto* (§ 1377). Lo stesso giudizio può farsi eziandio mercè di un paio di elettrometri di Canton (§ 1388), le cui palline essendo positivamente elettrizzate in uno, attraggono con vigore le due altre elettrizzate in meno. Ci si presenterà opportunamente l' occasione di farne uso in appresso.

1392. L' altra rimarchevole proprietà delle punte è quella di spargere il fuoco elettrico, *oppur di attrarlo a se in perfettissimo silenzio*, a differenza de' corpi smussati, i quali lo tirano sempre accompagnato da un picciolo scoppio, ed a guisa d' una rapida scintilla. Di più, la celerità con cui lo spingon fuori da se, è così grande, che se altri accosta loro la palma della mano ad una picciola distanza, gli si risveglia la sensazione di un leggerissimo venticello, accompagnato talvolta da una specie di sibilo appena discernibile.

1393. Le qui rammentate proprietà delle punte rendono assolutamente necessario il far uso di conduttori assai levigati; imperocchè una picciola scheggia, o qualunque picciolo taglio in quelli esistente, cagionerebbe la dissipazione d' una gran parte del fuoco elettrico. Per lo stesso motivo uopo è schivare le punte, od i tagli, non solamente in qualunque parte della macchina, ma eziandio nel tavolino, su cui ella è fissata; e così in tutti gli altri corpi adjacenti, che
po.

potrebbero attrarre il divisato fuoco, Talvolta i piccioli peli, od anche i minuti frantumi d'altre sostanze fluttuanti nell'aria, o caduti sul tavolino della macchina, veggonsi dissipare efficacemente una gran copia di fuoco: nè ci è cautela che basti per poterlo evitare.

ARTICOLO III.

*Della natura e delle principali qualità
del Fluido elettrico.*

1394. Il vaghissimo fiocco di raggi divergenti, cui tramandan le punte ogniorachè fanno esse parte del conduttore (§ 1390), ci porge l'opportunità di poter ravvisare alcune particolari qualità del fluido elettrico. La prima di esse si è il colore, il quale per altro non è sempre lo stesso; scorgendosi ora più, ora men rosso, giallognolo, e il più delle volte tendente al violetto. Siffatta varietà oltre all'esser prodotta dal differente grado di densità del fluido suddetto (§ 1387), vedesi derivare sì dalla diversa qualità della materia, da cui sono formati i conduttori, che dal diverso stato dell'aria: e si può ragionevolmente supporre ch'egli debbasì attribuire in buona parte all'accensione delle delicatissime materie accensibili, annidate nella sostanza de' corpi, e che il fuoco elettrico rade, e porta via seco uscendo da' conduttori. Da siffatte materie sembra derivare eziandio l'odore sensibilissimo, che accompagna il detto fiocco. Egli è assai più forte ne' tempi umidi, forse perchè allora si può diffondere più liberamente per entro a' vapori, laddove l'aria secca vieta all'elettricità il libero passaggio (§ 1386): sempre però par che si assomigli all'odore dello zolfo, o anche meglio a quello del fosforo d'orina. Il modo più agevole per renderlo sensibilissimo è quello di farsi percuoter la palma della mano dal detto fiocco durante lo spazio d'un minuto, o più, e poi accostarla al naso senza indugio. L'esistenza di materie dell'indicata indole del fluido elettrico viene anche comprovata dal sapore acidetto

ch'egli produce applicato alla lingua: ed è facile il portarla a contatto del detto fiocco, non cagionando egli veruna scossa, o puntura, come fa la scintilla, la quale essendo gagliarda, lascia ancora una picciola impressione, simigliante a quella d'una lieve scottatura, sulla parte del corpo che la riceve. Gli esperimenti del signor Priestley ci rendono informati, che le scintille elettriche scagliate ripetutamente sulla tintura di girasole contenuta in un cannello di vetro, la cangiano sensibilmente in color rosso non altrimenti che fanno gli acidi. Crede egli però, dietro la scorta d'ingegnosi esperimenti da se fatti, che ciò non derivi dall'acido contenuto nel fluido elettrico, ma bensì da quello che si contiene nell'aria, la quale scomposta dal fluido anzidetto, depona qualche sorta di acidità sulla tintura divisata.

1395. Il tramandare il detto odore (§ 1394) non è sì proprio della scintilla come lo è del fiocco: tuttavolta però ella lo produce, siccome è anch'ella colorita; e si troverebbe esser acida al par del fiocco, se per avventura applicar si potesse impunemente alla lingua. Possiede ella d'altronde il potere di far divampare parecchie sostanze a differenza del fiocco. Se altri avvicini; per esempio, una ciottoletta con entro dello spirito di vino riscaldato, ad un conduttore elettrizzato: la scintilla, che su d'esso si scaglia, lo farà divampare nell'istante. Lo stesso avverrebbe s'altri l'accostasse al dito d'una persona isolata, e quindi elettrizzata. Colla facilità medesima accendonsi in un istante altri spiriti ardenti facilmente accensibili. Egli è pur vero che siffatto potere di bruciare estendesi parimente ad un gran numero d'altre sostanze; ma per esse fa d'uopo praticare un altro artificio, di cui parleremo più innanzi.

1396. Cosa è dunque il fluido elettrico s'egli ritrovasi dotato delle indicate rimarchevoli proprietà? La ricerca è molto ardua, comechè sembri a primo lancio di poterselo agevolmente dare un soddisfacente scioglimento. Non v'ha dubbio ch'egli è fuoco, siccome chiaramente lo dimostra il suo potere di bruciare i corpi combustibili; la qualità dello splendore che l'accompagna; la sensazione dolorosa che produce; la
scot-

scottatura che cagiona nella parte del corpo che lo riceve; e quel ch'è più, la fusione ch'egli opera nei metalli d'ogni sorta; e la calcinazione e vetrificazione di parecchi di quelli, come in appresso avrem motivo di dimostrare. Oltredichè elettrizzate un termometro sensibile a mercurio in qualunque modo che vi piaccia, e durante qualsivoglia tempo; non vi riuscirà di far innalzare il mercurio neppur di un capello. Ma se al contrario lo terrete isolato framezzo a due palle di legno, una delle quali sia annessa al conduttore, e l'altra comunichi col suolo, sicchè le scintille vibrato da quella a questa vengano forzate a traversar la palla di termometro; si genererà tosto un calor sensibile, che farà ascendere il mercurio di 30, e forse ancora di 40 gradi. Questa nuova scoperta deveasi interamente al signor Morgan; non essendo molti anni che si credeva generalmente, che il fluido elettrico fosse del tutto incapace di produrre nel termometro la menoma alterazione. Si aggiugne in conferma di ciò la sua naturale tendenza a porsi nell'equilibrio; il suo sviluppo in forza dello stropicciamento al par del fuoco comune; il diffondersi (ugualmente che questo) per la sostanza de' metalli con maggior facilità che per altri corpi; il concepire una straordinaria violenza quando il suo corso venga efficacemente impedito da qualunque ostacolo, ec. Non ostante però siffatti capi di simiglianza tra il fuoco elettrico e il fuoco comune, reca sommo stupore lo scorgere che il fuoco elettrico accumulato su varie specie di corpi non manifesta il menomo grado di calore: che si accumula su di quelli in brevissimo tratto di tempo, e colla stessa facilità e rapidità, lor si sottrae, e gli abbandona; laddove le sostanze medesime sono penetrate lentamente dal fuoco comune, od anche dalla luce solare, e poi non si raffreddano che a gradi; ch'egli è atto a trascorrere l'intervallo di alcune miglia in un istante indiscernibile, come in appresso dimostreremo, a differenza del fuoco comune, cui non compete siffatta celerità; che parecchie specie di corpi, e nominatamente gli elettrici, come son le resine, il vetro, la cera, la seta, ec. che gli vietano affatto il passaggio, sono intimamente e li-

beramente penetrate dal fuoco comune. E' ragionevole il supporre che le qui annoverate differenze sieno il risultato di una certa modificazione, propria del fuoco elettrico, d'onde derivano poi tali proprietà ed affinità particolari, che non competono al fuoco comune, comechè entrambi codesti fluidi sieno i medesimi nella loro essenza. Uno dei massimi argomenti, a parer mio, atto a comprovare siffatta opinione, si è, che un vasto torrente di materia elettrica, scagliato nel modo conveniente su di alcune calci metalliche, le ravviva, e le riduce nel modo stesso che si vede eseguito in forza della luce e del flogisto, i quali, anche a ragionar sodo, può dirsi non differire in essenza dal fuoco comune (§ 1145). Però siffatta riduzione non siegue colla semplice elettrizzazione, ma soltanto colle ripetute scariche della bottiglia di Leyden, di cui parleremo tra poco.

1397. Il sig. de Luc propone su di ciò un suo particolare sistema, dedotto, al par di quello del Fuoco (§ 1134), dall'analogia da esso lui ravvisata tra codesti fluidi e i vapori acquosi. Suppone egli adunque: 1 che siccome i vapori acquosi son composti di una sostanza puramente grave, qual è l'acqua, e d'un fluido deferente, qual è il fuoco, così il fluido elettrico vien formato da una sostanza puramente grave, che egli denomina propriamente *materia elettrica*, e di un *fluido deferente* che le somministra, per così dire, le ale, per potere rapidamente scorrer dappertutto: cotai fluido a parer suo non è che la luce. 2 Siccome i vapori acquosi allorchè divengono assai densi scompongonsi in parte in acqua; e il lor fluido deferente, ossia il fuoco, rendesi tosto sensibile; così divenendo il fluido elettrico denso oltremisura, vien parimente a scomporsi in parte, rendendosi discernibile nell'atto stesso il fluido deferente, o vogliam dire la luce. 3 Il fluido deferente dei vapori acquosi abbandona in parte l'acqua, con cui trovasi combinato, ove sia egli in vicinanza di qualche corpo, la cui temperatura sia men calda; non altrimenti il fluido deferente elettrico abbandonando in parte la materia elettrica, con cui trovasi unito, trasportasi rapidamente in altri corpi, i quali per avventura ne

contengono di meno. Finalmente per tacere altri capi di analogia d' indole simigliante siccome il fuoco dei vapori acquosi obbligato ad attraversare i corpi per ristabilire in essi l' equilibrio di temperatura, abbandona, e depone sulla superficie di quelli le particelle acquose, con cui era egli combinato, così e non altrimenti il fluido deferente elettrico internandosi nei corpi per rimettervi l' equilibrio, depone su di essi la materia elettrica, con cui era egli associato dianzi. Dal che si ravvisa ad evidenza, che il fluido elettrico, a simiglianza del fuoco e dei vapori, è in un continuo e vicendevole stato di composizione e scomposizione.

1398. Queste ed altre simili verità costituiscono le fondamenta del suo nuovo sistema, il quale è attissimo a spiegare felicemente ogni sorta di fenomeni elettrici. Chi volesse seguir le sue tracce, renderebbe agevolmente ragione di parecchi intralciati fenomeni, comprenderebbe, esempigrazia, perchè il fluido elettrico, il quale investe un conduttore qualsivoglia, non si rende visibile, salvochè nell' atto che si vibra da quello su di un altro corpo non elettrizzato; avvegnachè giusta i dichiarati principj dovendosi quel tal fluido scagliare sul corpo che gli è vicino, per la sua natural tendenza a porsi nell' equilibrio; e dovendo perciò concorrer tutto, e addensarsi in un punto, viensi egli a scomporre (§ 1397); e il suo fluido deferente manifesta così la sua facoltà distintiva, qual è quella di risplendere, cui nello stato di combinazione non poteva egli esercitare. Il riflettere quindi, che un tal fluido deferente, messo in piena libertà nel modo già detto, suol combinarsi d' ordinario colla materia del fuoco, in cui s' imbatte per cammino, tanto nell' attraversar l' aria, che nell' internarsi nei corpi (§ 1138); non darà luogo alle meraviglie se il fluido elettrico, il quale equilibrato nei corpi non manifesta alcun segno di fuoco e di calore, brucia poi, e fa divampare parecchie sostanze quando egli si trova nei casi accennati.

1399. La compiuta esposizione dell' accennato sistema del signor de Luc renderebbe quest' opera assai voluminosa. Laonde chi volesse gustarlo per intero, non

po è che ricorra alle citate sue *Idee intorno alla Meteorologia*, pubblicate in Londra nell'anno 1787.

A R T I C O L O I V .

De' principali sistemi intorno alla derivazione ed alla diffusione del Fluido elettrico.

1400. **S**ia pur qualunque la natura del fluido elettrico, è cosa indubitata, ch'egli vien somministrato di continuo sì dal globo terracqueo, come dalla sua atmosfera; altrimenti come mai potrebbe addivenire che il globo, o il disco della macchina, non si esaurisce giammai; e che per quanto altri ne sviluppi, trovasi egli sempre nello stato di poterne somministrare a dovizia? Lo sviluppo di questa verità, ch'è per altro materia di fatto, ha tratti i Filosofi in due diverse opinioni, alla cui testa vanno arditamente l'abate Nollè e il celebre dottor Franklin. Pretende il primo, che nell'atto stesso che il fuoco elettrico, sviluppato dal disco della macchina, oppur dal globo, e quindi trasfuso a' conduttori, esce fuori da quelli in forma di fiocchi divergenti per dissiparsi nel serbatoio universale, ossia nella terra, e nella sua atmosfera; il seno di entrambe somministra un'altra corrente del medesimo fluido; la quale con corso affatto contrario, ed in direzioni convergenti, penetrando i detti fiocchi, si rifonde sugli accennati conduttori, e quindi alla macchina che riceve così perpetuamente della nuova materia da potersi trasfondere al disopra di quelli. La materia che n' esce fuori, dicesi da essolui *materia effluente*, a differenza dell'altra che vi si interna, a cui dà egli la denominazione di *affluente*: e poichè siffatte due correnti eseguono contemporaneamente il lor corso in parti contrarie; l'indicata ipotesi suolsi denominare *sistema dell'affluenza ed effluenza simultanea*.

1401. Questo sistema ch'ebbe voga per qualche tempo, fu sostenuto dall'abate Nollè con argomenti e con esperienze assai speciose, le quali per altro furon ritrovate del tutto illusorie, ~~ros~~ochè s'incominciò ad

esa-

esaminar seriamente il sistema di Franklin, adottato generalmente a' di nostri da quasi tutt'i Filosofi.

1402. Stabilisce il dottor Franklin che nello sviluppo della materia elettrica succeda positivamente una vera circolazione: vale a dire che la massa della terra, l'atmosfera che la circonda, il tavolino della macchina, e la persona che la stropiccia, in somma il serbatojo universale, somministrano incessantemente al globo, oppure al disco di vetro, col mezzo de' loro cuscinetti stropiccianti (§ 1380), una nuova dose di fluido elettrico; il quale comunicandosi al primo conduttore, ed agli altri corpi che gli sono contigui (§ 1381), si trasfonde poscia di bel nuovo nel serbatojo suddetto per essere somministrato un'altra volta al globo, ovvero al disco di vetro, senza che vi sieno due opposte correnti, le quali vadansi ad intrecciar scambievolmente giusta l'idea di Nollet. Gli esperimenti che si adducono in conferma di siffatta verità, sono così numerosi, così variati, decisivi, ed evidenti, che non lasciano il menomo luogo da poterne dubitare. Sarà ben fatto di sceglierne alcuni, atti a servire di luminosa pruova di quanto si è detto.

1413. Non v'ha bisogno di pruove per dimostrare che il fluido elettrico sviluppato dalla macchina si comunica al primo conduttore, e che da quello si trasfonde nel serbatojo universale; essendo ciò materia di fatto, che si ha sempre innanzi agli occhi quante volte si fa uso della macchina elettrica. Laonde addurremo qui soltanto le prove per dimostrar la circolazione di cotal fluido dal pavimento alla macchina.

1404. V'è la maniera d'isolare perfettamente l'intera macchina elettrica, ovvero di far sì ch'ella non comunichi col tavolino, su cui trovasi appoggiata qualor si voglion fare le ordinarie sperienze (§ 1380). Isolata dunque ch'ella sia, s'isoli parimente la persona che fa svolgere il disco, collocandola sullo scannetto, di cui si è parlato nel § 1382. Scelgasi una giornata, ove l'aria sia secca più ch'è possibile; e s'abbia l'avvertenza di allontanar dalla macchina ogni sorta di corpi, ed in particolare ogni sorta di punte che le potrebbero somministrare una qualche do-

dose di fuoco elettrico (§ 1390). Sorprenderà chiunque il vedere, che quantunque nelle prime rivoluzioni della macchina si otterranno dal conduttore vigorose scintille, pur nondimeno si andranno elleno scemando di mano in mano, finattantochè esaurita quella quantità di fluido che in se conteneva la macchina, e l'uom che la volge, cesseranno dell'intutto; dimanierachè per quanto poi si prosiegua a girarla, non si potrà giammai ottenere il menomo segno di elettricismo. Pruova evidentissima, che la materia elettrica vien somministrata alla macchina dal serbatojo universale; e ch'egli cessa di somministrarne tostochè viene interrotta la libera loro comunicazione.

1405. Nè questo è tutto. Lasciate le cose nella situazione testè descritta; e fate che la persona isolata vi presenti una punta metallica in picciola distanza essendo voi sul pavimento, ossia avendo voi una libera comunicazione col serbatojo universale. Scorgerete immediatamente su quella punta una stelletta luminosa. Fate che la stessa punta passi nella vostra mano; e quindi presentatela alla detta persona isolata nella distanza conveniente: vedrete uscirne incontanente un vaghissimo fiocco di luce, il quale comunicato a quella tal persona, fornirà nuovamente le scintille al divisato conduttore. Le quali cose rapportate a' fatti dichiarati nel § 1391, indicano in una maniera evidentissima che in ambidue i casi il fluido elettrico vien trasfuso da voi che lo ricevete dal pavimento alla persona isolata; e che da quella poi viene a trasfondersi entro la macchina.

1406. Però la pruova più luminosa per accertar l'esistenza della detta circolazione, è il fatto che siegue. Nell'atto che la macchina e la persona trovansi isolate pel modo già descritto, fate comunicare il conduttore col serbatojo universale, facendo pender da esso una catena metallica, la quale sporga fino al pavimento. Vedrassi ristorato immediatamente l'elettricismo al disopra del conduttore. Però questo farà le veci di macchina, e la macchina farà le veci di conduttore: vale a dire che il fuoco elettrico passando dal pavimento al conduttore col mezzo della catena, si trasfonderà alla macchina, e quindi alla persona

iso-

isolata che la fa girare. Come in fatti cotal persona darà delle vive scintille non altrimenti che le dà il conduttore nell'esperienze ordinarie; ed una punta metallica presentata al conduttore scaglierà un bel fiocco verso di quello; dovechè presentata alla persona isolata manifesterà la stelletta. Dunque il conduttore riceve il fluido dal pavimento, e la persona isolata lo trasfonde alla guisa di un ordinario conduttore. Ciocchè dimostra in una maniera evidentissima la verità ed il merito della circolazione frankliniana.

1407. Prima di lasciar questo soggetto, gioverà l'avvertire che il fluido elettrico trasfuso dalla macchina sul conduttore isolato, non solamente occupa la intera superficie di quello, ma vi si accumula tutto all'intorno, formandovi una specie di atmosfera, più, o meno estesa, a proporzione della maggiore, o minore intensità del fluido stesso. Può ella rendersi sensibile col mezzo del fumo di resina, il quale essendone attratto, vi si dispone inrorno intorno ad imitazione di essa; talchè colla sua confermazione ed ampiezza esprime la forma e l'estensione della detta atmosfera. La forza poderosa, onde ella tende sempre ad espandersi per ogni dove, viene efficacemente contrastata dall'aria che la circonda, la quale se mai non le presentasse una poderosa e continua resistenza, il fluido elettrico non si potrebbe in alcun modo accumulare intorno ai conduttori.

1408. Dalla indicata forza espansiva delle elettriche atmosfere deriva manifestamente la teoria della influenza elettrica, scoperta non ha guari dall'egregio canonico Volta, e adattata felicemente da essolui alla spiegazione di parecchi fenomeni. Vuolsi dunque qui dichiarare che tutte le volte che un corpo qualsivoglia viene immerso nell'atmosfera elettrica di un altro corpo, sicchè la medesima possa aver su di esso qualche sorta d'influenza, ma non già scaricarsi e trasfondervisi al disopra; quel tal corpo immerso concepisce tosto una elettricità contraria a quella del corpo, della cui atmosfera risente egli l'influenza; cosicchè supponendo quest'ultimo elettrizzato positivamente, avverrà che il fluido elettrico naturalmente contenuto nel corpo immerso, arretrandosi in certo modo, e con-

correndo verso le parti più remote da quello, ove si addensa e cresce d'intensità, divien più raro nelle parti che sono esposte alla influenza accennata: e ciò a proporzione che il corpo elettrizzato gli si fa più vicino. Dal che nasce che l'accennata elettrica atmosfera avendo l'opportunità di espandersi, vassi affievolendo; e si scema di intensità di grado in grado. Tra i numerosi esperimenti, atti a comprovare siffatta verità con tutta la evidenza, sceglieremo i seguenti.

1409. Elettrizzate due conduttori spianati a foggia di un disco: fate che ciascuno di essi sia guernito di un elettrometro e di un manico isolante; indi approssimate scambievolmente le loro facce. Vedrete montar su l'indice di ambi gli elettrometri a misura che i conduttori si andranno scambievolmente avvicinando. Segno è dunque che l'intensità del fluido elettrico divien maggiore in quella parte, perchè retrocede, e si attenua nella parte opposta, onde si riguardano i conduttori.

1410. Prendete uno di codesti conduttori, ed elettrizzatelo a segno, che l'indice del suo elettrometro sia innalzato a sessanta gradi: abbassatelo gradatamente finchè la sua atmosfera possa influire, ma non iscaricarsi, su di un tavolino sottoposto: vedrete che quella si andrà diradando ed affievolendo di mano in mano: poichè l'indice dell'elettrometro vedrassi prima scendere a 50 gradi, poi a 40, indi a 30, e così mano mano. Eppure il conduttore non avrà perduto nulla della sua elettricità. In fatti sollevatelo determinatamente in alto sicchè si scosti dal tavolino, risalirà tosto l'indice ai sessanta gradi, ove era innalzato dianzi.

1411. Isolate una lunga verga di metallo corredata in ambi i capi di un elettrometro di Canton (§1388). Avvicinandone indi una cima ad un conduttore elettrizzato, fino alla distanza di circa due pollici, discostatane l'altra più che è possibile. Sapete cosa ne avverrà? Il fluido elettrico naturalmente contenuto in quella verga ritirerassi indietro da quella punta di essa che risente la influenza del conduttore elettrizzato, e concorrerà tutto verso la punta opposta; talmentechè

chè diverrà questa elettrizzata in più, e quella in meno, siccome verrà manifestamente indicato dagli elettrometri annessivi.

1412. Ponete finalmente in linea retta, ed in contatto scambievole, tre tubi conduttori A, B, C, Tav. V. fig. 22 guerniti de' loro isolanti D, E, F, e de' loro rispettivi elettrometri, a, b, c. Elettrizzato che avrete un tubo di vetro per virtù di stropicciamento, tenetelo in picciola distanza al disopra del conduttore A ch'è nel mezzo. Farà sorpresa il vedere che l'atmosfera del tubo elettrizzato obbligherà il fluido elettrico contenuto naturalmente in A a concorrer ne' conduttori contigui B, e C. Vi vien voglia di assicurarvene? Separate tosto il conduttore A da' due rimanenti. I rispettivi elettrometri vi faranno scorgere che il conduttore A sarà elettrizzato negativamente; laddove B, e C si troveranno investiti da elettricità positiva. Uniteli tutt'e tre di bel nuovo, togliendo via il tubo elettrizzato, il fluido elettrico vi si porrà in equilibrio, com'era in essi naturalmente; e gli elettrometri non daranno alcun segno di elettricità.

1413. La poderosa forza espansiva, onde abbiám detto esser dotata l'atmosfera elettrica, è l'efficace cagione, per cui il fluido che la compone, vedesi scagliarsi rapidamente, ed a foggia di scintille sui conduttori che le si pongon d'appresso. Su di ciò fa mestieri di dichiarare che l'intensità di tali scintille non ha veruna sorta di proporzione colla massa de' conduttori, ma bensì colla loro superficie; in guisachè un conduttore, la cui superficie sia doppia di quella d'un altro simile a se, ha doppia capacità di contenere il fluido elettrico; vale a dire, che se ne carica del doppio. Vuolsi però badare che ciò si avvera soltanto tutte le volte che i conduttori, comechè diversi nella quantità della loro superficie, abbiano nondimeno la medesima lunghezza, talmentechè tutto il divario si riduca alla grossezza della loro mole, o per meglio dire, alla differenza de' loro diametri. Imperciocchè è dimostrato d'altronde per via di sperienze recentissime instituite dal valoroso signor Volta, che a superficie uguali, i conduttori più lunghi hanno una capacità maggiore; ossia, sono suscettibili di

di accumulare una maggior quantità di fluido sulla loro superficie. Per la qual cosa un cilindro metallico, per cagion d' esempio, di 96 piedi di lunghezza, e di mezzo pollice in diametro, è capace di accumulare su di se una quantità di fluido elettrico assai maggiore di quella che si raccoglie su d'un simile cilindro, che avendo il diametro di otto pollici, abbia la lunghezza di soli sei piedi; tuttochè la superficie sia in entrambi di 12 piedi quadrati. Ed è ben di sapere che siccome l'energia e l'intensità delle scintille, le quali si stanciano dal conduttore lungo, superano notabilmente quelle delle scintille del conduttore più corto, così si richiede maggior tempo per poter pienamente caricare il primo che il secondo; cosicchè se questo se ne carica, diciam così, in cinque giri della macchina, se ne richiederanno 25, o 30, per poterne caricar quello. E' ragionevolissimo il supporre che la materia elettrica venga premuta in tutte le direzioni dalle sue parti adiacenti alla guisa d'ogni altro fluido: e che siffatta pressione essendo molto notevole nel fluido accumulato su d'un gran conduttore, la cui atmosfera è molto ampia, vieti efficacemente alle parti contigue del fluido di potersi accumulare oltre a un certo segno; laddove all'opposto la minor pressione ch'egli ha ne' conduttori sottili, le cui atmosfere son di picciola estensione, gli lascia la libertà di potervisi raccorre in maggior dovizia.

1414. Chi non avesse l'opportunità di poter estendere un conduttore di notevole lunghezza, potrebbe francamente ripiegarlo in modo che rimanesse disposto in file parallele; coll'avvertenza però di tenerle disgiunte l'una dall'altra per circa quattro piedi; altrimenti le pressioni scambievoli delle loro atmosfere potrebbero scemare la libertà al fluido elettrico di potervisi accumulare in gran dovizia.

ARTICOLO V.

Della Bottiglia di Leyden.

1415. **N**on si può acquistare una compiuta idea dell'indole e delle qualità del fluido elettrico, senza essere inteso a fondo delle proprietà e degli effetti della bottiglia di Leyden. Vuolsi questa scoperta seguita a caso in Olanda nel 1746, allorchè il signor Cuneo, conoscente dell'insigne Musschenbroeck, volendo elettrizzar dell'acqua eh'era riposta a tal fine in una bottiglia di vetro, si accorse che sostenendone il fondo con una mano, e toccando coll'altra o immediatamente l'acqua ivi contenuta, oppure un fil di metallo immerso in quella, se ne riceve una scossa notabilissima ed improvvisa che fa sentirsi d'ordinario in entrambe le braccia e nel petto. La novità del fenomeno, la straordinaria attività che lo accompagna, e il gran timore conceputone da colui che risentilla inaspettatamente, renderono il fatto assai clamoroso, ed eccitarono grandemente l'altrui curiosità; talmentchè moltissimi divennero elettrizzatori; e dandosi campo a nuove interessanti scoperte, divenne l'anno anzidetto un'epoca segnalata in genere di elettricismo.

1416. La brama di rendere la bottiglia più agevole a maneggiarsi, e più conducente a produrre il suo effetto, fece variarne la preparazione in molte guise. Cominciossi dal riempirla di limatura di metallo in vece di acqua; si fece uso di pallini di piombo; si impastricciò la faccia esteriore di frammenti metallici; si ricoprì di foglia di oro, ec. Oggigiorno però si adotta generalmente la costruzione proposta dal dottore Bevis, la quale vien rappresentata da *b c d e* nella Fig. 7. Ella è, siccome ognun vede, una bottiglia di cristallo di figura cilindrica, che ha circa un piede d'altezza, e quattro, o cinque pollici di diametro. Si fanno anche più picciole, o più grandi, a piacere di chi le adopera. Entrambe le superficie, cominciando dal fondo fino ai tre quarti circa

Tav. IV.
Fig. 7.

Tom. IV.

V

dell'

dell'altezza della bottiglia, son ricoperte di finissima foglia di stagno *b c d e*, la quale vi s'incolla con un poco di gomma arabica. *V*' è finalmente un fil d'ortone *X*, che va a toccare il fondo della bottiglia, e la cui cima superiore termina in una palla metallica levigatissima rappresentata da *a*. Una bottiglia preparata in tal guisa dicesi *armata*. La fodera di dentro dicesi *armatura interiore*; ed *armatura esteriore* quella di fuori. Il filo metallico *X* comunicante coll'armatura interiore, come si è detto, prende la denominazione di *filo conduttore*.

1417. Nello sviluppar la teoria della riferita bottiglia seguiremo fil filo le idee di Franklin, adottate generalmente da tutti i Fisici, e rendute evidentissime mercè di una bellissima serie di decisivi esperimenti.

1418. La prima proposizione fondamentale si è *che quando la bottiglia trovasi elettrizzata, non contiene in se maggior dose di fuoco elettrico di quel che contenea nel suo stato naturale innanzichè si fosse elettrizzata*. Per quanto sembri strana ed assurda in su le prime la qui divisata proposizione, non lascia d'esser vera; ed ecco come la cosa succede.

1419. Non ostante che il fluido elettrico non possa attraversare la sostanza del vetro, è forza il supporre che la quantità di un tal fluido contenuta naturalmente in quello (§ 1377), e aderente ad entrambe le sue superficie, operi l'una sull'altra in virtù d'un certo potere ripellente, tostochè si distrugge per qualunque cagione il loro naturale stato di equilibrio. Cotesto stato è tale, che il detto fluido contenuto in equal dose in entrambe le facce del vetro, vi si mantiene contrabbandato perfettamente. Tostochè, adattandosi il filo conduttore colla bottiglia al conduttore elettrizzato, si obbliga una data quantità di fuoco elettrico ad internarsi in quella, si accresce immediatamente la dose del fluido stesso contenuto naturalmente nella faccia interna della bottiglia. Per la qual cosa divenuto egli preponderante in quella parte, scaccia dalla parte opposta, ossia dalla faccia esteriore della bottiglia anzidetta, una dose di fluido, uguale all'eccesso che vi si è interna-

nato al di dentro; dimanierachè quando l'eccesso del fuoco interiore giugne ad uguagliare la naturale dose della faccia esteriore; questa ne sarà interamente spogliata. Sicchè dunque a buon conto ogni volta che succede il caso testè rammentato, quella quantità di fluido elettrico, ch'era naturalmente distribuita in ugual dose su d'entrambe le superficie della bottiglia, vassi tutta a raccorre sulla faccia interiore mercè del dichiarato artificio. Per esempio, se la dose naturale del fluido elettrico aderente a ciascuna delle superficie, era uguale a 10 gradi; qualora elettrizzando la bottiglia, si aggiugneranno 10 gradi di nuovo fuoco alla superficie di dentro, questa ne conterrà 20 gradi, e l'opposta ne sarà priva del tutto. Laonde la prima si dirà elettrizzata *per eccesso*, ossia *positivamente*, e la seconda elettrizzata *negativamente*, ovvero per difetto (§ 1377); ed in tal caso la bottiglia si dirà *caricata*. Affin di persuadervi che non sono queste supposizioni, o studiate conghietture, sarà ben fatto, anzi necessario, di ricorrere all'esperienza.

1420. Pongasi una bottiglia armata su d'un piano di vetro coperto di ceralacca, oppure su d'una stacciata di resina, sicchè resti quella perfettamente isolata. Indi messa la pallina *a* del filo conduttore X in picciolissima distanza dal primo conduttore R S della macchina, si adatti un'altra simile pallina *f* nella stessa distanza dall'armatura esteriore della bottiglia. Si può far uso del dito in luogo di quest'ultima pallina. Si elettrizzi il conduttore R S, e si vedrà che a misura che una scintilla di fuoco si lancerà da esso sulla pallina *a* per indi allogarsi dentro la bottiglia, un'altra simile scintilla sarà scagliata contro *f* dall'armatura esteriore di quella. L'efficacia di cotali scintille si andrà sempre scemando di mano in mano, fino a tanto che cesseranno tutt'è due. L'esperienza dimostra che il vetro della bottiglia è impermeabile al fluido elettrico (§ 1385); sicchè le scintille scagliate dalla pancia della bottiglia sulla pallina *f* non son quelle che si son lanciate dal conduttore R S sulla pallina *a*, e quindi introdotte dentro della bottiglia stessa. Forz'è dunque il credere,

V 2

che

Tav. IV.
Fig. 7.

che le prime appartenevano alla superficie esteriore della bottiglia, la quale se n'è andata spogliando secondochè quella di dentro se n'è caricata in virtù delle seconde. Volete vedere che sia così? Avvicinate una pallina di sughero sospesa a un fil di seta, alla pallina *a* comunicante colla faccia interna: ne sarà ella attratta, e poi respinta (§ 1388). Se nell'atto ch'ella trovasi in tal posizione, si abbassi alquanto sicchè si trovi a rincontro dell'armatura esteriore; vedrassi correr tosto verso di quella. Segno è dunque, che la prima è elettrizzata in più, e questa in meno. Oltreachè la prova più decisiva è quella di esaminare più immediatamente lo stato attuale della bottiglia. Se le scintille lanciate su di *a* fossero le stesse che si sono lanciate su di *f*, la bottiglia dovrebbe trovarsi scarica; imperciocchè a misura che se n'è lanciata una su di quella, se n'è scagliata un'altra su di questa. Ma ciò è contrario al fatto, il quale dimostra che la bottiglia è carica all'eccesso, giacchè impugnandosi nel modo già detto (§ 1415), vi cagiona una scossa violentissima accompagnata da uno scoppio. Si dee dunque necessariamente dire che le scintille lanciate su di *f* si sono distaccate dalla faccia esteriore della bottiglia:

1421. Lo scacciamento del fuoco elettrico dalla faccia esteriore della bottiglia a misura che una simil dose vi s'introduce al di dentro, si può render sensibilissimo al bujo, accerchiando esteriormente la pancia di quella con una picciola fascia metallica, da cui sporga una punta di metallo piegata ad angolo retto, talchè la parte aguzza stia rivolta all'insù. A proporzione che la bottiglia si andrà elettrizzando, si vedrà spiccare dalla deita punta un vaghissimo fiocco di luce, il quale indica manifestamente, che la superficie esteriore della bottiglia, con cui egli comunica, si va spogliando mano mano della sua natural dose di fluido elettrico (§ 1391).

1422. Questa stessa verità si farà palese ugualmente col formare una serie di bottiglie isolate, disponendole in modo, che il filo conduttore della seconda comunichi coll'armatura esteriore della prima; il filo conduttore della terza comunichi coll'armatura este-

estriore della seconda, e così delle altre che loro succedono. Tenendole isolate, come si è detto, e facendo sì, che il filo conduttore della prima comunichi col primo conduttore della macchina; tostochè la prima sarà elettrizzata, il fuoco che si scaccerà dalla sua superficie esteriore, passerà dentro la seconda, ed anderà così a caricarla. Il fuoco esteriore della seconda passerà a caricare la terza; e così mano mano delle altre; inguisachè in ultimo si troveranno tutte cariche ugualmente. E' inutile il dire che nel praticare questa esperienza è necessario che l'ultima bottiglia comunichi col suolo, per trasfondere a quello il fuoco che si scaccia dalla sua esterior superficie.

1423. La bottiglia di Leyden può anche caricarsi al rovescio: intendo dire con ciò, che il primo conduttore si porrà a contatto colla superficie di fuori; e il filo conduttore si farà comunicare col suolo; la superficie interna sarà elettrizzata in meno, e quella di fuori in più.

1424. Egli è così essenziale, che la faccia esteriore della bottiglia si vada spogliando tratto tratto di una quantità della naturale sua dose di materia elettrica; uguale a quella che si va accumulando sulla faccia interna, che se mai si ponga ella in circostanze di non potersene privare, egli è affatto impossibile di potere accumulare alcun fluido al di dentro; e per conseguenza la bottiglia non si può caricare in verun modo. E a dir vero, se trovandosi la bottiglia isolata nel modo indicato nel § 1420, non le si approssima la pallina *f*, ovvero il dito, o qualunque altro corpo comunicante col suolo, a cui si possa trasfondere il fluido che uscir dee dalla faccia esteriore; vi riuscirà impossibile d'introdurvene al di dentro, e quindi di poter caricare la bottiglia: Uopo è badar bene però nel praticare questa esperienza, che la bottiglia sia perfettamente isolata, e che l'aria adiacente sia molto asciutta; altrimenti porrebbe quella imbevversì di qualche picciola porzione di quel tal fuoco esteriore, e così far trasfondere nella bottiglia una carica assai lieve.

1425. La seconda proposizione fondamentale del

sistema di Franklin si è, che il fluido elettrico, che nell'atto della carica si accumula nell'interno della bottiglia (§ 1419), è tutto aderente al vetro, e non già alla sua armatura. Ciò si prova col caricare una bottiglia, la quale non sia foderata di foglia di stagno, come si è da noi proposto (§ 1416), ma sia ripiena di acqua, ed anche meglio di pallini di piombo che facciano le veci d'armatura interiore. Caricata ch'ella sia, si versi l'acqua, oppure i pallini, dentro d'un'altra bottiglia armata; e si vedrà che la prima bottiglia, che si è elettrizzata, troverassi carica, non ostante che sia stata spogliata della sua armatura; e quella, in cui siffatta armatura si è trasfusa, non avrà acquistato il menomo grado di elettricità. Egli è dunque dimostrato che la carica è aderente al vetro, e non già all'armatura della bottiglia.

1426. La terza proposizione, riguardante la scarica della bottiglia, è del tenor seguente. Il fluido elettrico accumulato sulla faccia interna della bottiglia, ha una grandissima tendenza a trasfondersi sulla faccia esteriore; inguisachè appena gli si presenta un'opportuna comunicazione, vi si lancia con impeto violentissimo; e tostochè l'eccesso dell'una va a supplire il difetto dell'altra, sicchè si ristori così l'equilibrio primiero, la bottiglia dicesi scaricata.

1427. Per convincersi di tutto questo, non si ha a far altro, se non se adoperare lo scaricatore $g b$ rappresentato dalla Fig. 9, consistente nell'arco metallico $h g$ guernito in ambidue gli estremi delle palline g , ed h . Se messa prima la palla h a contatto dell'armatura esteriore della bottiglia, si porti l'altra g a toccare la pallina a del filo conduttore, si vedrà uscirne nell'istante una vivissima e poderosa scintilla, la quale lanciandosi rapidamente da a verso g , accompagnata da un forte scoppio; ed attraversando l'arco $g h$, si andrà a disperdere sull'esterior superficie della bottiglia; e quindi la medesima si troverà scaricata. La qual cosa seguirà ugualmente se invece di far uso del riferito scaricatore, o eccitatore che dire si voglia, si impugni con una mano la pancia della bottiglia, e con un dito dell'altra vadasi a toccare con-

tem-

Tav. IV.
Fig. 9.

temporaneamente la palla *a* dal filo conduttore. In questo caso la violenza della scintilla produrrà nell'accennato dito una gagliardissima puntura, facendo parimente restare il dito alquanto intormentito per breve tratto di tempo: e poichè il fuoco scagliatosi sul dito uopo è che passi a traverso del corpo per giungere all'altra mano che impugna la bottiglia, per quindi disperdersi nella faccia esteriore, come si è detto, e così restituire l'equilibrio; nell'imbattersi ch'egli farà cammin facendo ne' muscoli delle braccia e del petto, li scuoterà in una maniera sì violenta, che la persona impiegata ad impugnar la bottiglia nel modo già dichiarato, risentirà una fiera percossa in tutte le divise parti; la quale per altro sarà così istantanea, come lo è il passaggio del fluido suddetto. In somma qualunque corpo atto a servir di conduttore alla materia elettrica, e quindi a far la comunicazione tra la parte interiore e il di fuori della bottiglia, applicato con uno de' suoi capi alla pancia della bottiglia medesima, e coll'altro alla pallina *a* del filo conduttore, è proprio a scaricarla, ed a restituir l'equilibrio dichiarato dianzi.

1428. Varie sono le cose da notarsi relativamente a coral passaggio. La prima si è la rapidità immensa, onde il fluido scorre a restituir l'equilibrio. Abbiam su di ciò l'esperienza del signor Monnier; il quale avendo disposto circolarmente in un ampio recinto due fili di metallo della lunghezza di 1900 tese, ossia di circa due miglia ed $\frac{1}{2}$ d'Italia; ed avendo fatto sì, che uno de' loro capi fosse tenuto in mano da una persona che avea impugnata coll'altra mano la pancia d'una bottiglia elettrizzata, nell'atto che il capo opposto si accostò alla pallina del filo conduttore; non potè ravvisarsi il menomo intervallo possibile tra il comparir della scintilla, e il risentirne la scossa. Lo stesso accadde al signor Watson, il quale le fece attraversare l'intervallo di circa quattro miglia. Che però recar non dee veruna meraviglia, che cento, o anche dugento persone, risentano la scossa nell'istessissimo istante, quante volte disposte in fila; e tenendosi per le mani, facciano la comunicazione tra la parte interiore e il di fuori della bottiglia

glia, tenendo la prima della fila impugnata la pancia di quella, e l'ultima approssimando il dito al filo conduttore.

1429. Or l'idea d'una rapidità così immensa cesserà in certo modo d'esser cotanto grandiosa qualor si voglia render conto di ciò che accade nella scarica della bottiglia cogl'ingegnosi ragionamenti del signor Volta. Egli adunque immagina che ne' casi accennati il fluido elettrico, che si restituisce alla faccia negativa della bottiglia, non è lo stesso di quello che cavasi dalla faccia opposta; ma che nell'atto che la mano A accostandosi al filo conduttore X, tira a se il fluido contenuto nella bottiglia; la mano G, che l'impugna, ne somministra una uguale dose della sua natural quantità alla faccia esteriore della bottiglia stessa. G riceve da F ciò che gli manca per averlo somministrato alla bottiglia; F ne viene rimpiazzato da E, e questo da D. Il fluido intanto ritratto da X passa da A a B, da B a C, e da C a D. Sicchè dunque a buon conto se cotal fluido potesse per avventura rallentare il suo corso; si vedrebbe infatti, che le successive scosse non procedono ordinatamente da A a B, da B a C, e così mano mano fino a G; ma che i primi ad essere scossi contemporaneamente sono A, e G; indi B, ed F; in seguito C, ed E; ed in ultimo D, ch'è nel mezzo di tutti. Ed in vero si scorge corrispondentemente a ciò, ch'essendo lunga di molto la supposta catena, le persone collocate nel mezzo risentono la scossa alquanto più leggera. Or quantunque siffatto ragionamento diminuisca in parte l'idea dello spazio corso dal fluido elettrico ne' mentovati esperimenti (§ 1428), non lascia di essere sorprendente la velocità, con cui esso si suol propagare.

1430. E' da osservarsi in secondo luogo, che il fluido elettrico lanciandosi nell'atto della scarica dalla faccia interiore della bottiglia a quella di fuori, siegue sempre il cammino più breve; inguischè se vi sieno due scaricatori applicati alla bottiglia nella posizione indicata da *g b*; ed uno di essi sia più con dell'altro; il fluido già detto farà passaggio a traverso del primo, e lascerà illeso il secondo. Si suppo-

Tav. V.
Fig. 2.

Tav. IV.
Fig. 7.

ponè però esser eglino ugualmente conducenti ; giacchè in caso contrario quello ch'è più atto a condurlo , lo trasmetterà senza verun dubbio in preferenza dell' altro . Suol accadere talvolta , e propriamente adoperandosi scariche poderosissime di ampie batterie , che il fluido elettrico si dirama , per così dire , e si procura il passaggio per iscaricatori di diversa lunghezza nel tempo stesso . Risulta poscia dalle osservazioni , ch' essendo la scarica molto violenta , il fluido elettrico oltre al trapassare lungo lo scaricatore , mercè di cui comunicano tra loro entrambe le facce della bottiglia , fa risentire nell' atto stesso una scossa leggerissima a colui che lo impugna . Dal che par che si rilevi una lieve diffusione laterale del fluido suddetto . Una delle manifeste riproove di tal verità può ottenersi agevolmente riempiendo d'acqua un tubo di vetro di mediocre diametro , il quale avendo entrambi i suoi capi otturati con sughero ; sia corredato di due fili metallici , le cui punte aguzze vadansi ad incontrare in picciola distanza entro al tubo . Una poderosa scarica elettrica , obbligata a farsi strada pe' detti fili , ridurrà il tubo in minuzzoli , e ne scaglierà i pezzi con violenza tutt' all' intorno sino a distanze considerabili .

1431. Non ostante la poderosa tendenza del fuoco elettrico a ristorar l' equilibrio , è tale l' aderenza che egli ha colle materie , à cui si è comunicato , che la bottiglia non si scarica giammai tutta nel primo colpo . Egli è vero che la massima parte dell' eccesso interiore passa nell'atto della prima scarica a rimpiazzare la massima parte del difetto di fuori ; ma vi son poi de' residui leggerissimi , i quali dan luogo ad altre successive leggerissime scariche , che si vanno indebolendo di mano in mano sino a tanto che la bottiglia sia interamente scaricata : Siffatti residui trovansi eziandio ne' conduttori , da cui si sien ricavate le prime scintille dopo di averli discostati dalla macchina : e sono essi più , o meno sensibili , a norma della diversa qualità dei conduttori medesimi , non avendo tutte le sostanze , ond' essi si soglion formare , il medesimo grado di affinità col fluido elettrico , siccome si è da me dichiarato in una mia operetta che
una

ha per titolo : *Continuazione delle Riflessioni intorno agli effetti di alcuni fulmini*. Cotesto fenomeno deriva eziandio dalla resistenza che presentano al passaggio del fluido stesso finanche i migliori conduttori. Un sottil filo di ferro che facea parte del circuito metallico di una batteria, fu liquefatto nella lunghezza di nove pollici essendone distante per 15 piedi: tenuto poscia discosto per 20 piedi, non fu possibile di fonderne più di sei pollici. Laonde un filo metallico presenta una maggiore resistenza al fluido elettrico a proporzione che si va aumentando la sua lunghezza.

Tav. IV.
Fig. 7.

1432. In vece di armare una bottiglia nel modo già detto (§ 1416), si può armare una lastra di cristallo in ambedue le facce, come si vede rappresentato da xyz nella Fig. 7. \mathcal{Ae} è un pezzo di foglia sottilissima di stagno di figura quadrata, distante dagli orli xyz dalla lastra di cristallo per circa tre pollici. La faccia inferiore è armata in simile guisa, ed in parte affatto corrispondente a quella di sopra. La maniera di elettrizzarla non differisce punto da quella della bottiglia. Basta che un capo di catena pendente dal primo conduttore elettrizzato stia in contatto dell'armatura superiore \mathcal{Ae} , nell'atto che l'inferiore comunichi col suolo mediante un'altra catena. Se il tavoliuo, su cui si appoggia, è atto a condurre il fuoco elettrico, non v'ha alcuno bisogno della catena inferiore. Questo è ciò che si denomina *Quadro magico*, giusta la denominazione datagli da Franklin. I fenomeni ch'egli produce, sono i medesimi di quelli della bottiglia; talmentechè può benissimo adoperarsi in sua vece. Tuttavolta però la bottiglia ha un uso più esteso, oltre all'essere più comoda; e può moltiplicarsi, quando altri lo desidera, unendone insieme 8, 12, 50, 100, ec, per formarne un gruppo, che dicesi *Batteria*; ond'è che il quadro magico non si suole adoperare che per motivo di curiosità. Le bottiglie, onde formansi le batterie, son tutte allogate in una cassetta su d'una lamina metallica, mercè di cui comunicano tra loro le superficie esteriori di tutte le bottiglie. I fili conduttori poi vengono a comunicare a vicenda col mezzo d'una ver-

verga metallica; cosicchè applicando un capo dello scaricatore alla lamina suddetta, e l'altro capo all'accennata verga; viene a scaricarsi in un colpo tutta la batteria, e si produce così uno scoppio, ed un effetto violentissimo.

1433. Finalmente colla quarta proposizione si stabilisce; che *siccome nella bottiglia non ancora elettrizzata non può introdursi verun eccesso di fluido senza che se ne scacci una ugual dose dalla parte opposta; così essendo ella già carica, non se ne può estrarre la menoma porzione dalla superficie inferiore senza che accorser ne possa una ugual quantità a quella di fuori.* Che sia così; collocate su d'una stacciata di resina, oppur su d'un piano di cristallo ben hetto ed asciutto, una bottiglia elettrizzata, sicchè resti ella così perfettamente isolata. Per quanto vogliate toccare il filo conduttore, non solamente non potrete scaricarla, ma neppure vi riuscirà di trarne la menoma scintilla: e la ragione si è, ch'essendo ella nelle additate circostanze, non si può rifondere alla superficie di fuori una quantità di fluido elettrico uguale a quello che potreste trarne dal di dentro; attesochè la resina e il vetro, per essere isolanti, non glielo possono affatto somministrare. Applicate una catena all'armatura esteriore di siffatta bottiglia; e fatela comunicar col suolo mercè di quella: vedrete tosto cambiar di aspetto la cosa; imperocchè quante volte avvicinerete il vostro dito, o altro corpo d'indole simigliante al detto filo, ne trarrete sempre delle vive e penetranti scintille.

1434. In conferma di questa stessa verità si può anche istituire un graziosissimo esperimento. Facciasi impugnare la pancia d'una bottiglia ben carica ad una persona perfettamente isolata; e si faccia sì, che un'altra persona esistente sul suolo porti il suo dito a toccare il filo conduttore. Si vedrà nell'istante scapparne una scintilla. Posta la verità della proposizione stabilita nel paragrafo antecedente, uopo è che una egual dose di fluido vada a trasfondersi sulla pancia della bottiglia. Or questa non le si potrà somministrare, salvochè dalla persona che la sostiene, e a diftacco della propria e naturale sua dose di elet-

elettricità: la qual persona non potendone esser rifiata francata dal serbatojo universale, per essere, come si è detto, perfettamente isolata; dovrà necessariamente restarne priva; e quindi la naturale sua dose dovrà trovarsi scemata; che val quanto dire, che dovrà ella ritrovarsi negativamente elettrizzata. Il meraviglioso si è, che il fatto realizza queste tali verità; imperciocchè la detta persona trovasi veramente elettrizzata in meno; talmentchè una punta metallica, che altri le presenti al bujo, vedrassi scagliarle contro un fiocco di luce (§ 1391); ed un'altra persona non isolata le somministrerà una scintilla nell'accostarle il suo dito.

1435. Finalmente l'intero complesso di questa teoria può rendersi manifesto in un tempo stesso mercè di un solo esperimento. Abbiassi una bottiglia, la cui armatura sia formata di due diverse fasce A, e B; comunicanti ambedue col filo conduttore C. Si appoggi
 Tav. E. ella sul fondo metallico D, il quale sostenga la colon-
 Fig. 3. netta di vetro E, sulla cui scima scorra avanti e indietro, ed anche circolarmente, l'arco metallico G H. Adattata quindi la palla X al primo conduttore della macchina, si incominci ad elettrizzar la bottiglia. Vedrassi tosto la punta H dell'indicato arco fregiata di una stelletta luminosa; e l'opposta G fregiata d'un fiocco: segno è dunque, che nell'atto della carica della bottiglia staccasi il fluido elettrico dall'esteriore armatura A; ed attraversando l'arco metallico H G, diffondesi per la punta G sulla fascia inferiore B della stessa armatura per trasmettersi al suolo mercè il fondo D, su cui poggia. Cessate che sieno siffatte apparenze per essersi già caricata la bottiglia, presentate una punta metallica al primo conduttore: comincerà questa a scaricare la bottiglia in silenzio (§ 1392); ed intanto vedrassi la punta G dell'arco metallico fregiata di stelletta, e l'opposta H di fiocco: è questo dunque un indizio, che nella scarica della bottiglia si trae il fluido elettrico dal suolo affia di restituirlo all'armatura esteriore di quella.

1436. Le qui rapportate cose ci rendono palese due verità interessantissime. La prima si è la proprietà
 me-

meravigliosa del vetro di non potersi caricare di veruna quantità di fluido elettrico, eccedente la dose ch' egli naturalmente in se contiene ; e d' altronde di non potersene spogliare di veruna quantità, che venga a scemare in menoma parte la dose suddetta. La seconda consiste nel somministrarci un metodo agevolissimo e grazioso , per indurre nel corpo di un animale l'elettricità negativa. Ci fanno esse scorgere nel tempo stesso l' ammirabile corrispondenza che passa tra le verità espresse in ciascheduna delle rapportate proposizioni ; come altresì il poderoso legame che insieme unisce e congiugne ; dimodochè ognun si avvede portar elleno secoloro, se così mi è permesso di dire, l'impronto del vero, che fre:ia e contraddistingue a fronte di qualunque altra la teoria frankliniana.

1437. Darem fine a questo articolo con dichiarare che uno strato di aria secca può caricarsi ugualmente che una lastra di vetro. Abbiansi due dischi circolari di legno di notabile ampiezza, ricoperti di foglia di stagno; e sospesone uno a cordoni di seta, talchè resti isolato, pongasi l'altro al disotto, ed in situazione parallela nella conveniente distanza, e facciasi comunicar col suolo. Serviranno essi di armatura allo strato di aria, che tra loro si frappone. Di fatti, istituite la comunicazione tra il disco superiore isolato, e il primo conduttore della macchina, mercè di un filo di metallo: se dopo di averlo ben bene elettrizzato applicate una mano al disco inferiore, ed approssimate il dito dell'altra a quello di sopra, ne riceverete una scossa poderosissima, nulla dissimile da quella del quadro magico, oppur della bottiglia; e lo stato aereo anzidetto troverassi scaricato. Questo esperimento aggiugne il colmo alle prove rapportate nel § 1386 intorno alla qualità elettrica dell'aria.

A R T I C O L O VI.

*Del potere elettrico dell'anguilla del Surinam ,
della Torpedine, e d'altri pesci .*

1438. **C**rederei di tralasciare un punto essenzialissimo , non facendo qui menzione di alcuni viventi , i quali senza di essere stropicciati , o agitati in veruno modo , son capaci di produrre spontaneamente una violentissima scossa , nulla dissimile da quella della bottiglia di Leyden . V' ha nel Surinam , capitale degli stabilimenti olandesi nella Guiana , situata nella America meridionale , una specie di grossa anguilla , detta da Linneo *Gymnotus electricus* , perchè dotata realmente di elettrico potere . Il signor Walsh curioso di esaminare le ammirabili proprietà , ne fece venir varie dal suddetto paese . Nel mio arrivo in Londra nel 1778 n'era rimasta vivente una sola ; e poichè il signor Walsh fu meco sì cortese , che fecemi osservare tutt' i fenomeni che la riguardano ; rapporterò qui brevemente quello , di cui sono stato io stesso testimonio oculato .

1439. L'anguilla era riposta in una vasca di legno di mediocre grandezza , la cui acqua mantenevasi costantemente a un dato grado di tiepidezza ; Era ella lunga presso a due piedi e mezzo , e tostochè veniva voglia a qualch' uno d' immergere le mani nell'acqua della vasca , cercava ella di accostarvisi immediatamente per produrre nel corpo di quella tal persona una violentissima scossa nel modo che ora esporremo . Se in vece d' una sola persona se ne univano molte insieme , talchè tenendosi elleno per le mani formassero una catena (§ 1428) ; tostochè la prima e l'ultima immergevano la loro mano nell'acqua , vedeano correre l'anguilla ; ed accostando ella il suo capo ad una mano , e la sua coda all' altra , produceva nell' intera catena una scossa gagliardissima , quantunque le persone , che la formavano , fossero al numero-

mero di venti , oppur di trenta . Lo stesso accadeva se le due persone anzidette invece d'immergere la mano nell'acqua , tenevano impugnate due verghe metalliche , i cui opposti estremi erano tuffati nell'acqua medesima . E se mai la scossa faceasi trapassare lungo un conduttore metallico , in cui vi era una picciolissima interruzione (qual sarebbe per esempio l' incisione fatta con un temperino su d'una lieve foglia di stagno) , vedeasi lanciare in quell'atto una viva scintilla di fuoco dall'uno all'altro capo del divisato interrompimento . Le quali cose non lasciano certamente il menomo luogo di dubitare , che l'efficacia di cotai pesce non sia precisamente del genere elettrico . Si serviva egli talvolta del suo elettrico potere , sviluppato nella qui divisata guisa , per uccidere mano mano quei pesciolini vivi , che si gettavano nella vasca per suo nutrimento .

1440. Il più mirabile però di cosiffatto animale si era , che qualora la catena era interrotta a segno , che la scossa non si potea trasmettere affatto , non si accostava egli giammai ai due capi di quella per poterla produrre . Tentai replicate volte di porre al cimento codesta meravigliosa proprietà , parendomi ella del tutto favolosa ed incredibile . Mi convinsi però col fatto della verità della cosa , cui ritrovai costantissima . Avendo tuffato , per cagion d' esempio , i due capi di due verghe metalliche nell'acqua della vasca , ed essendo quelle assai lunghe , ne impugnai colle mani i capi opposti , sicchè si formò in tal guisa una continua catena . Io intanto , attesa la gran lunghezza delle mentovate verghe , era sì distante dalla vasca , ov'era l'anguilla , ch'ella non mi potea in verun conto vedere . Formando io la catena non interrotta nel modo già descritto , vedeasi ella correre immediatamente verso i capi delle verghe per darmi la scossa . Se prima ch'ella vi giugnese io lasciava di stringere una delle verghe per interrompere la catena , deviava ella tosto dall'intrapreso cammino , e dirigeva altrove il suo corso . Se impugnava la verga di bel nuovo , l'anguilla tornava indietro rapidamente per darmi la scossa . Se in mia vece adoperavasi un baston di vetro , oppur di ceralacca per far la comunicazione co'
due

due capi delle verghe, non succedeva giammai che l'anguilla si avvicinasse per isviluppare la sua efficacia. Qualche cosa di simile ravvisar sogliamo eziandio nel fluido elettrico trasfuso dalla bottiglia, siccome quello che non si determina punto a lanciarsi a torrente dall'interior superficie della bottiglia medesima ognivoltachè vi sia nella catena un assai notevole interruzione. Quai forti motivi di avvillimento non son questi per coloro, i quali s'immaginano di potersi andar sempre con piè franco nell'investigazione dei prodigiosi arcani, e delle opere ammirabili della sapientissima Natura!

1441. Abbiamo ancor noi un pesce nei nostri mari, capace di scuotersi a simiglianza dell'anguilla del Surinam; ma la scossa ch'egli dà, non è sì gagliarda e violenta. E' egli una specie di Razza, assai comune nel nostro regno, che si denomina *Torpedine*, e presso di noi *Tremoto*; per cagione, cred'io, della specie di tremolio, o per meglio dir di torpore ch'egli eccita in coloro che lo toccano con una sola mano. Però non si può risentire la scossa, s'altri non ne tocca con una mano il ventre, e coll'altra il dorso nel tempo stesso, come appunto praticar si suole nella bottiglia di Leyden, ove uopo è che si tocchino le due opposte superficie nell'atto medesimo. Che anzi la scossa della *Torpedine*, non altrimenti che in cotale bottiglia, trasfonde soltanto lungo quei corpi che sono conduttori del fluido elettrico. Per quante osservazioni si fossero praticate intorno alla scossa della *Torpedine*, non vi si è potuto giammai ravvisare la menoma scintilla. L'organo elettrico formato da una numerosa congerie di piccioli vasi di figura esagona; e ricchissimo di nervi, non altrimenti che nell'anguilla del Surinam, estendesi quinci e quindi lungo il dorso cominciando dal cranio fino ad un tramezzo cartilaginoso dividente il torace dall'addome. Ambedue le scosse di codesti pesci mi son sembrate più fastidiose e dispiacevoli di quella dell'elettricismo; e par che vengano accompagnate da un certo senso disgustevolissimo di distrazione e di torpore. Forse non dirò male dicendo d'esservi in esse qualche cosa di simile alla sensazione fastidiosa, cui sogliam sentire

re

ro quand'altri digrigna i denti, oppur fa strisciare in un modo insolito la lama d'un coltello su di un piatto di majolica. Quindi è, ch'io prenderei con maggior ribrezzo una sola di coteste scosse, che un'intera dozzina di quelle che dà la bottiglia di Leyden.

1442. Il sig. de la Condamine nella relazione del suo Viaggio sul fiume delle Amazzoni fa menzione di un pesce detto ivi *Puraguè*, il cui corpo ha qualche cosa di simile a quello d'una lampreda. Rapporta egli, che toccandosi quello colla mano, o anche mediante un bastone, sentesi nel braccio una scossa dolorosa, accompagnata da un incordamento, nulla diverso da quello della torpedine; e che talvolta è forte a segno, ch'è capace di gettare la persona che la riceve.

1443. Il sig. Broussonet nella Storia della R. Accademia delle Scienze di Parigi per l'anno 1782 fa menzione d'un picciol pesce, idoneo a dar la scossa elettrica qualor sia toccato nel modo conveniente; e facciasi la comunicazione per via di corpi non isolanti. Ha egli la forma bislunga; il suo colore è grigio, sprizzato di macchie nerognole presso alla coda; e non si trova che nei fiumi dell'Africa. I Naturalisti gli hanno data la denominazione di *Silurus electricus*. Nel Volume 76 delle Transazioni Filosofiche l'anno 1786 evvi similmente la relazione d'un certo pesce elettrico del genere de' *Tetrodon* di Linneo, scoperto nella isola Johanna da un certo Guglielmo Paterson. E' un tal pesce listato, ed in patte anche screziato di più colori; e quantunque non sia egli più lungo di sette pollici, pure quand'altri lo tocca, ne riceve una scossa potentissima, nulla inferiore a quella d'una bottiglia caricata abbondantemente di fluido elettrico.

A R T I C O L O VII.

Dell' Elettroforo perpetuo; e dell' elettrico potere della Tormalina.

1444. Sono scorsi omai pochi anni dacchè l'ingegnoso signor Volta arricchì la nostra Italia d'una nuova specie di macchina elettrica, a cui si diè la denominazione di *Elettroforo perpetuo*. Si è generalmente di parere che la medesima fosse stata inventata fin dal 1762 dal signor Wilck in Isvezia. Consiste ella in una stacciata di resina, allogata su d'un piano metallico, espresso da A B; ed in un altro simil piano che abbia l'orlo alquanto rilevato, com'è appunto C D. E' questo corredato d'un manico di cristallo E F per poterlo isolare. Il diametro del piano inferiore A B supera di pochi pollici quello di C D.

Tab. IV.
Fig. 8.

1445. Stropicciata che sia la stacciata di resina (con cui suol anche mescolarsi un po' di cera, e qualche altra sostanza elettrica) mercè d'un panno di lana, oppur con pelle di lepre, di gatto, ec; se le sovrappone il piano superiore C D, cui da ora innanzi chiamarem *conduttore*. E' cosa mirabile che quantunque nè l'uno nè l'altro dia segno di elettricità in tale stato, pure se altri applica nel tempo medesimo il dito indice al piano inferiore A B, e il pollice al conduttore C D; indi impugnando il manico isolante E F, solleva alquanto in alto il detto conduttore per discostarlo dal piano A B; tostochè avvicina un dito, o altro corpo di simile natura all'orlo C D, vedrà lanciarglisi contro una viva scintilla di fuoco; la quale sebbene sia poco notabile negli elettrofori ordinarij, il cui diametro non suol eccedere un piede, pure in quelli di gran dimensione suol esser lunga talvolta un piede e mezzo. Facendo combaciare di bel nuovo il conduttore C D col piano A B; e ripetendo l'operazione di prima per ore intere, se ne ottiene costantemente la medesima scintilla; mercè di cui caricar si possono le bottiglie, facendola lanciare ripetutamente sulla pallina del filo conduttore (§ 1416).

1456.

1446. Alcuni di cotali elettrofori sono così piccioli ; che portar si possono comodamente in tasca . Io ne ho uno di sei pollici di diametro ; fatto dal celebre Nairne ; e me ne soglio servire principalmente per accendere l'aria infiammabile contenuta nella pistola di Volta (§ 871). Siffatte macchine, sia pur qualunque la lor dimensione ; quando sieno stropicciate una volta , sono capacissime a dar la scintilla durante lo spazio di più giorni . Dal che n'è derivata la denominazione di *Elettroforo perpetuo* .

1447. Varie belle cose si sono scritte intorno alla teoria di cotal macchina , specialmente dal dottor Ingenhousz ; cui porta il pregio di riscontrare nelle Transazioni Filosofiche . Diremo qui soltanto che tutti gli esperimenti concorrono a farci credere che divisiati due piani sien dotati entrambi di elettricità ; e che queste sieno opposte tra loro : intendo dire che l'elettricità del conduttore C D sia positiva ; e quella di A B negativa . Ed intanto cotesta elettricità del piano A B non si manifesta comunicando egli col suolo , in quanto che la ritrae immediatamente dal serbatoio universale . Fate ch'egli resti isolato ; vedrete tosto scappar da esso le scintille non altrimenti che dal conduttore , tutte le volte che siasi fatta preventivamente l'operazione di toccare entrambi col dito pollice ed indice nel tempo stesso , com'è fu indicato di sopra . Gli opposti stati della loro elettricità rilevansi manifestamente dallo scorgere che caricate ugualmente due uguali bottiglie (guernite preventivamente di fili conduttori aguzzi) , una colle scintille lanciate dal piano della stacciata ; e l'altra con quelle del conduttore (§ 1445) ; tenendole poscia al bujo e non isolate , la prima di siffatte punte scorgeasi aver su la stelletta ; e l'altra il fiocco ; talmentchè quella è in istato negativo , e questa in istato positivo . Questa verità si fa palese ugualmente dal vedere che accostando l'uno all'altro i fili conduttori di due uguali bottiglie , di cui una sia caricata al conduttore , e l'altra al piano della stacciata con uguale efficacia ; farsi scappare una poderosa scintilla ; e le bocce si scaricano del tutto ; ciocchè non po-

Tav. IV:
Fig. 6.

erebbe punto avvenire se mai i loro stati non fossero opposti siccome si è detto.

1448. Ragionandosi in questo Articolo di corpi capaci di manifestare l'elettrico potere sotto due diverse specie, merita di averci il suo luogo la *Tormalina*, detta da Linneo *Lapis electricus*, e dagli antichi *Lyncurium*. È questa una pietra di color verdebruno, alquanto trasparente, che ritrovar si suole nell'isola di Ceylan. La sua virtù fu ben riconosciuta a Lemery fin dal 1717. Dopo la scoperta della bottiglia di Leyden, e per conseguenza essendo già in fiore la scienza elettrica; il signor Epino in Pietroburgo, e l'eruditissimo nostro duca di Noja in Napoli, si applicarono seriamente e con felice successo ad esaminarne le proprietà: il qual esame fu finalmente rivangato e proseguito dai signori Vilson e Caton in Inghilterra. Ciò che v'ha di più maraviglioso in siffatta pietra si è, che riscaldata ella dentro d'una fornace, entro le ceneri calde, nell'acqua bollente, &c; concepisce due diverse elettricità nelle due opposte facce; dimodochè i corpicciuoli leggeri rispinti da una, vengono attratti dall'altra, come segue appunto qualor trovansi eglino frapposti tra un pezzo di vetro ed un altro di resina elettrizzati (§ 1377). Sicchè a buon conto concepisce ella elettricità positiva e negativa nel tempo stesso. Di più, si può ella eziandio elettrizzare col soffio di un mantice, e per via di stroppciamento: ed in tal caso entrambe le facce sogliono sviluppare elettricità positiva. Sembra poi che la elettricità di cotesta pietra sia di indole assai diversa da quella di tutti gli altri corpi elettrici, sì per le due opposte virtù mentovate di sopra, sì ancora perchè le medesime non si distruggono nè coll'immergerla nell'acqua, nè con alcuno di quei mezzi, onde si dissipa la elettricità dei corpi suddetti. Si aggiunge a ciò che due tormaline elettrizzate, invece di respingersi, si attraggono a vicenda; e che non ostante la loro vigorosa efficacia, non ne manifestano giammai, nè luce, nè scintilla. Chi volesse informarsi più a fondo delle proprietà ammirabili di siffatta pietra, uopo è che ricorra alle opere di Musschenbroeck, alle Transazioni Filosofiche, alle Memorie dell'

dell' Accademia di Berlino , e ad altre opere simili
glianti :

ARTICOLO VIII.

Dell' Elettricità atmosferica :

1449. **Q**uella stessa elettricità che abbiamo veduto eccitarsi artificialmente nei corpi mediante lo strofinio , scorgesi dominare eziandio naturalmente nell' aria e nel sen della terra ; cagionando quivi effetti ammirabili e sorprendenti a segno , che non senza ragione riguardar potrebbesi ella dai Poeti qual formidabil ministra del gran Giove tonante. La prima idea di una tal verità derivò senza dubbio dal fecondissimo ingegno del dottor Franklin , nativo di Boston capitale della nuova Inghilterra , filosofo sommo , e non ha guari ministro plenipotenziario delle Colonie Americane presso la Corte di Francia : comechè la gloria della esecuzione debbasi poi attribuire al signor Daliber fisico francese . Le prime pruove furono fatte da esso lui in picciola distanza da Parigi nel 1752. Per isviluppare distintamente un sì interessante soggetto , uopo è seguir le tracce proposte e calcate dai due mentovati filosofi .

1450. Scelgasi perciò un' ampia pianura ; ed avendo già preparato una lunga barra di ferro , la quale vada a terminare in una finissima punta , si elevi ella verticalmente nel mezzo di quella pianura colla punta rivolta in su , e si fermi bene in coral posizione . Essendo assolutamente necessario ch' ella sia isolata , uopo è che la sua parte inferiore sia piegata ad angoli in forma di uno Z , affinchè essendo ella conficata in un masso di resina ricoperto da una specie di vedetta , capace di garantir dalla pioggia la resina medesima , possa poi la parte acuta della barra rivolgersi liberamente verso il cielo , come si è detto .

1451. Questo apparecchio può farsi anche meglio in altra guisa , nella cui esposizione non ci è qui permesso di poter entrare . Comunque però sia egli

costrutto, riceve la denominazione di *spranga elettrica*, od anche di *Conduttore*.

1452. Disposte così le cose, vuolsi aspettare un tempo burrascoso, allorchè l'atmosfera sia gravida di nubi che dian tuoni e baleni; conciossiachè in tal caso la detta verga metallica si troverà elettrizzata a segno in virtù della materia elettrica tirata giù dalla sua punta (§ 1390), che qualora altri la tocchi, ne trarrà delle vive scintille, più, o meno poderose, secondochè l'elettricità dell'atmosfera sarà più, o meno abbondante. La natura di coral fuoco non differisce nè punto nè poco da quella del fuoco elettrico che si sviluppa colla macchina; e gli effetti sono corrispondentemente i medesimi; dimanieracchè si possono con esso caricar le bottiglie, e produrre tutti quei fenomeni che si sono annoverati negli Articoli precedenti.

1453. Invece della descritta spranga può farsi uso eziandio d'un *Cervo volante*; ordinario trastullo dei ragazzi, detto volgarmente *cometa* presso di noi. Fu questo un espediente che fin dal 1754 fu ideato nel tempo stesso dal signor Franklin in America; e dal signor di Romas in Guascogna. In luogo però d'esser egli fatto di carta, dev'esser costruito d'un pezzo di taffetà, raccomandato co' suoi quattro angoli ad una croce di canna, o d'altro legno leggero, guarnendone la cima verticale d'un filo aguzzo di metallo. Il cordellino poi invece di esser semplice canape, convien che abbia intrecciata una sottile corda metallica, affinchè l'elettricità attratta dalla punta propagar si possa lungo il cordellino infin presso al suolo. E poich'è ugualmente necessario ch'egli resti isolato, fa mestieri che il capo inferiore di tal cordellino sia legato fortemente ad un cordone di seta lungo alcuni piedi, sicchè si possa poi tener colla mano, ed anche meglio, legarsi a qualche sorta di cavicchia. Il capo inferiore della corda metallica che abbiam detto doversi intrecciare col cordellino di canape, uopo è che comunichi con una palla di ottone nel sito ove egli confina col cordone di seta. Tutte le volte che si farà ascendere in aria siffatto apparecchio durante un tempo procelloso si otterranno dalla
det-

detta palla di ottono delle scintille di fuoco assai gagliarde, e del tutto analoghe a quelle della spranga (§ 1452). Io per me ho tratto parecchie fiato scintille così lunghe e sì poderose, che superavano di molto quelle, cui suol dare la mia macchina elettrica anche ne' tempi i più favorevoli; ma il sopraccitato signor di Romas ci attesta che in alcune osservazioni da se praticate, il torrente elettrico scagliatosi dal capo inferiore del divisato cordellino era sì rigoglioso e sì rapido, che avendo la lunghezza di presso a dieci piedi, e la spessezza d'un pollice, lanciavasi su' corpi contigui con uno scoppio nulla dissimile da quello di una pistola.

1454. Sembrami necessario di avvertire in questo luogo, che nel praticare cotal sorta di osservazioni convien procedere con molta cautela, avendo sempre avanti agli occhi il funestissimo caso di Richmann, professore di Fisica di Pietroburgo, il quale non avendo fatto uso delle necessarie precauzioni, ed avendo lasciata la spranga interrotta nella parte inferiore che era dentro la sua stanza, ove quella discendeva dal tetto; restò vittima fatale della sua lodevole curiosità; essendo stato fulminato, e quindi ucciso nell'istante da un rovinoso torrente di materia elettrica, che spaccatosi improvvisamente dalla spranga, avventossi contro il suo corpo. Costui è quell'insigne soggetto che si denominò fin d'allora il *Martire dell'elettricismo*. Però quand'altri prenda le necessarie cautele, non ci è nulla da temere; ed oggigiorno si praticano siffatti esperimenti colla stessa sicurezza, con cui si soglion far quelli della macchina elettrica. Posso io assicurarvi di averne fatti moltissimi durante il mio lungo soggiorno in Padova, senza che ne fosse seguito il menomo inconveniente.

1455. L'insigne signor Volta ha immaginato un espediente semplicissimo per ingrandire i segni elettrici delle descritte spranghe e comete, e per renderli assai sensibili e gagliardi, anche nel caso che fossero eglino affatto impercettibili. Cotal mezzo in altro non consiste, se non nel porre un filo metallico procedente dalle spranghe mentovate, in comunicazione col piano conduttore di un elettroforo ordina-

rio (§ 1445), il quale poggia e combacia su di un altro piano, formato da qualche sostanza *semielettrica*, ossia da un conduttore imperfetto, qual sarebbe il legno secco ed inverniciato, il marmo bene asciutto, la tela incerata, il taffetà oliato, e simili. Siffatte sostanze vietando il libero passaggio al fluido elettrico, il quale attratto dalla spranga si trasfonde su di esse lungo l'indicato filo di comunicazione, lo obbligano ad arrestarvisi in certo modo, e quindi a condensarvisi. Dal che ne nasce, che rimanendo il dichiarato apparecchio per circa otto, o dieci minuti nella dichiarata posizione, vi si raccoglie una tal quantità di fluido elettrico, che se la spranga non dava prima il menomo segno di elettricità, oppure era capace soltanto di tirare a se un finissimo filo: innalzandosi poscia mercè il suo manico di vetro il piano conduttore dal piano sottoposto; e quindi avvicinandogli il dito, se ne avranno delle lunghe e poderose scintille. Ciocchè prova ad evidenza che l'aria dell'atmosfera è elettrica in ogni tempo, sebbene non sia atta a darne dei segni sensibili. L'uso di un tale strumento, che si denomina *Condensatore*, estendesi similmente alla elettricità artificiale; ond'è, che il piano conduttore di esso applicato per un momento alla pallina di una bottiglia, che siasi allora scaricata nel modo ordinario, rendesi atto, qualor se ne stacchi, a dar dei segni elettrici, e talvolta eziandio delle poderose scintille.

1456. Ritornando di bel nuovo al nostro proposito, è ben di osservare, che le scintille e i segni elettrici, i quali si ottengono sì colla spranga, che col cervo volante, si accelerano, e s'ingrandiscono, a proporzione che le nubi procellose si fan loro più vicine, come altresì a misura della maggior violenza dei baleni e dei tuoni, da cui sono accompagnate. Ciò nondimeno però, anche in tempi sereni e tranquilli, hanno egliino dato dei segni elettrici, comechè per altro poco vigorosi. Dal che vuolsi dedurre che l'elettricità domina parimente in siffatto tempo in seno all'atmosfera.

1457. Le osservazioni di tutti i Fisici elettrizzatori concorrono ad assicurarci, che le spranghe isolate tal-

LEZIONE XXVI.

329

talvolta sono elettrizzate positivamente, e talvolta negativamente; dimanierachè presentando loro una punta metallica, or si vede fregiara di stelletta, ed or di fiocco. La qual cosa ci dee parimente convincere che il fluido elettrico venga in alcuni casi trasmesso dall'atmosfera alla massa terrestre, ed in altri casi da questa a quella; cosicchè sembra di non ammettere alcun dubbio la proposizione, con cui si afferma che l'elettricità domina in seno al globo terraqueo nella maniera stessa, onde domina in cielo.

1458. In ulterior conferma delle cose fin qui dichiarate vengono assai a proposito le recentissime osservazioni del signor de Saussure, le quali ci assicurano. 1 Che l'atmosfera è doviziosa di fluido elettrico; e che l'elettricità dell'aria durante il ciel sereno è sempre positiva in qualsivoglia giorno dell'anno, ed in qualunque ora del giorno. 2 Che siffatta elettricità è variamente copiosa, e d'intensità disuguale secondo la diversa situazione de' luoghi; poichè generalmente parlando non domina ella nelle strade, entro le case, o in altri bassi ricinti; ed all'incontro molto sensibile nei siti elevati; e maggiormente in quelli che sono in qualche modo isolati, come sono i monti, o anche gli alti edifizj, collocati in gran distanza da altri monti, oput da altri edifizj simili. 3 Che lo stato dell'aria, in cui la elettricità si manifesta più sensibile e più vigorosa, è durante un tempo nebbioso. 4 Che la pioggia, la neve, e la grandine, ugualmente che la nebbia, somministrano quasi uniformemente elettricità positiva. 5. Che i venti impetuosi, scombussolando e confondendo insieme differenti strati di aria, sogliono dissipare la elettricità atmosferica. E finalmente che siffatta elettricità è soggetta ad una sorta di alterazione periodica nello spazio di ventiquattro ore, nulla dissimile dal flusso e riflusso del mare; avendo egli rilevato che la sua intensità e la sua forza giungono al lor massimo vigore nel tratto di tempo, che segue di qualche ora non meno il nascere, che il tramontar del sole; e che al di là di quello, vansi elleno diminuendo a gradi, fino a tanto che giungono al colmo del loro as-

fig-

fiaccolimento alcune ore prima che il sole si levi, e tramonti. La qual cosa, quando si voglia bene esaminare, può dipendere in buona parte dal vario stato dell'atmosfera in riguardo a' vapori; i quali dominando più, o meno nell'atmosfera medesima nelle varie ore del giorno, e rendendosi quella così or più umida, ed or più asciutta, fassi nel tempo stesso più, o meno atta a trasmettere, oppure a ritenere il fluido elettrico.

Tav. V.
Fig. 4.

1459. Tutte queste osservazioni sono state da es-solui praticate col mezzo di un nuovo *Electrometro atmosferico* di sua invenzione, consistente in una specie di campana di vetro A B del diametro di pochi pollici, allogata sulla base metallica C D. La sua cima è guernita di una palla di ottone I, a cui si applica una verga metallica aguzza K N, lunga intorno a due piedi, e formata di varj pezzi sovrapposti K, L, M, N, ad oggetto di potersi separare quand' altri voglia, e render così lo strumento comodamente portabile. La cima inferiore di detta verga sostiene due fili metallici sottilissimi, fregiati delle loro palle *o*, *p*, atte a divergere in forza dell'elettricità attratta dalla punta N, e quindi a scaricarla, occorrendo, sulle laminette di stagno *e*, *f*, *g*, *h*, annesse per tal uopo alla faccia interiore della campana A B, e comunicanti col suo fondo metallico C D. In tempo piovoso adattasi in cima alla campana il piccolo ombrello Q, affin di serbarla isolata come si richiede.

1460. Il massimo vantaggio di cotesto strumento consiste nella sua sensibilità, essendo egli atto a dar segni elettrici anche in tempo, ove una spranga per cento piedi non ne dà il menomo indizio; e ciò per cagione di potersi egli tenere assai meglio isolato e preservato dall'umidità. Può ben egli far le veci del Condensatore descritto dianzi.

1461. Egli è cosa molto credibile, che il serbatoio universale e primitivo di un agente sì formidabile, qual è il fluido elettrico; sia il sen della terra, il quale essendo dovizioso di sostanze atte a tenerlo in freno, e ad accumularlo in varj siti, non può quello spandersi uniformemente in ogni dove. Che però
ad-

addensato egli qua e là giusta le varie circostanze, ne viene sprigionato soventi volte in forza delle eruzioni vulcaniche, in cui si manifestano costantemente ad occhio rapidi e copiosi torrenti di tal materia, che a guisa di tortuose folgori slanciansi di continuo nel seno dell'atmosfera. Il più ordinario mezzo però di svilupparsi è quello de' vapori; co' quali combinandosi egli assai volentieri, e facendo quivi in qualche parte l'ufficio di fluido deferente, viene così innalzato nella più alta regione dell'aria: ove non incontrando egli quella poderosa resistenza, che gli presenta d'ordinario l'atmosfera la più densa (§ 1387), si sviluppa, e vi si serba per ritornar poscia di bel nuovo a ricader sulla terra co' vapori addensati, ovver colla pioggia, od anche ad internarsi nuovamente nel seno di quella, affin di restituirci il già perduto equilibrio, e quindi somministrar materia alle alterne poderose correnti di esso fluido, per la cui efficacia i più portentosi e variati fenomeni vedesi tuttogiorno operar la Natura. Ed in vero oltre alle cose dichiarate nel § 1458, vengono in sostegno di un sì fondato ragionamento altre osservazioni sì dello stesso signor de Saussure, che del signor Volta, le quali pruovano evidentemente, che il semplice svaporamento dell'acqua calda genera una quantità considerabile di elettricità. La qual cosa si rileva agevolmente col porre un elettrometro sensibile in contatto di un vaso isolato, e riempito di acqua bollente. Ed è cosa del tutto meravigliosa, che l'elettricità sviluppata dalla semplice acqua che bolle, è sempre negativa: laddove è ella positiva ed assai gagliarda, qualor venga generata da una massa di acqua in forza di un pezzo di ferro arroventato che vi si getti al di dentro. Laonde resterà dimostrato che i vapori eseguono realmente il doppio ufficio, di generare il fluido elettrico, e di essere conduttori molto proprj del fluido medesimo.

1462. Dimostrata evidentemente con tai mezzi la esistenza del fuoco elettrico sì nella terra, che nel cielo, è facile il pruovare in simil guisa, che la folgore, ossia il fuoco che dal cielo si scaglia, non differisce punto dall'elettrico fuoco. Basta perciò il pa-

ra-

ragionare attentamente le qualità e gli effetti di questo alle qualità ed agli effetti di quello. La rapidità, onde si propaga il fluido elettrico, emula perfettamente di quella della folgore, si rileva dai fatti dichiarati nel § 1428. La sua maniera di propagarsi in direzioni ripiegate e tortuose, è del tutto analoga a quella, onde propagar si suole il fluido elettrico qualor si scaglia dai conduttori a dovizia, ed a grandi distanze. La scintilla solita a lanciarsi da una gran macchina elettrica di Dollond, ora esistente nel gabinetto del cavalier Vivenzio, uguaglia il più delle volte un piede in lunghezza; e il sentiere ch'ella describe, non differisce punto dai tratti serpeggianti, cui scorgiam d'ordinario seguirsi dalla folgore. La famosa macchina di Harlem in Olanda, formata di due dischi paralleli di cristallo, di cinque piedi e mezzo di diametro, dà scintille lunghe due piedi, atte ad accender la polve, l'pesca, la resina, ed altre simili sostanze senza far uso di bottiglie. E se la giornaliera esperienza ci addimosta che le folgori scagliatesi sulla terra attaccansi facilmente ai metalli, e seguono scrupolosamente la direzione di quelli in preferenza di altre sostanze di diversa natura; veggiamo costantemente esser tale ancora l'indole del fluido elettrico, il quale o diffuso dai conduttori elettrizzati, oppur lanciato a torrenti dalla bottiglia di Leyden, vedesi sempre seguire la direzione de' metalli che gli si pongono a contatto. Di più, è proprietà della folgore di squarciare, infiammare, fondere, vetrificare, e distruggere le materie, la cui natura è capace di soffrire siffatti cangiamenti. Or egli è similmente in nostra balia di far produrre al fuoco elettrico gli stessissimi effetti, tranne il divario che passa tra il piccolo e il grande. Adattate sulla cima di un fil di ottone un po' di bambaja ricoperta bene bene di resina ridotta in finissima polvere; indi adoperatelo invece dell' arco eccitatore (§ 1427) affin di scaricare la bottiglia di Leyden; coll' avvertenza però di accostare la cima ricoperta di bambaja alla pallina del filo conduttore di quella. Nell' atto che la carica scoppierà dall' una sull' altra, si accenderà la resina, e proseguirà a divampare per qualche tratto di

di tempo. La polvere da cannone, gli spiriti ardenti, la candela smorzata di fresco, ec., si accendono eziandio col mezzo del fuoco elettrico, come si è accennato di sopra.

1463. Tramandate la carica dell' accennata bottiglia a traverso di un pezzo di cartone, di un mazzo di carte da gioco, di una striscia di marroccchino, di un legno secco alquanto dilicato: e quand' ella sarà poderosa, osserverete costantemente, che ne saranno quelli forati, e squarciati a segno, che avranno la apparenza di essere stati trapassati per forza di un ago. Isolate un picciol pezzo di una lastra di cristallo, per doppia che scegliere la vogliate; indi dispostala orizzontalmente, e fatto sì, che due punte metalliche stieno in contatto con due degli opposti lati di cotal lastra, adattate gli altri due capi delle dette punte alla bottiglia in modo così fatto, che la carica di quella venga obbligata a lanciarsi dall' una all' altra punta. Ora siccome ciò non può seguire (attesa la testè dichiarata disposizione dell' apparecchio) senza che il fuoco elettrico si faccia strada per lo traverso della lastra di vetro, che gli vieta efficacemente il passo (§ 1385); così ne avverrà, che accumulato egli su di una di quelle punte, opererà con tanta violenza contro il vetro, da cui deriva l' ostracolo, che non solamente lo ridurrà in ischegge ed in minuzzoli, ma gli dissiperà con forte impeto intorno intorno fino a distanze assai notabili. Nel praticare gli esperimenti elettrici accade non di rado, che una bottiglia caricata a ribocco vien forata ed infranta in qualche sito per la violenza del fuoco interiore, che si forza di rimpiazzare il difetto di fuori. Cotesto sforzo è così vigoroso, che oltre alle lunghe fenditure cagionate nel vetro, ne riduce una picciola parte in una polvere finissima.

1464. I metalli ridotti in foglie sottilissime si fondono, si calcinano, e si vetrificano agevolmente mercè le scariche ordinarie della bottiglia; ma se invece di codesta facciasi uso di una batteria, fonder si potranno colla facilità medesima dei fili di ferro di un notevole diametro, i quali dopo di rimanere arroventati per qualche breve tempo, riduconsi mano mano

in

in forma di piccole palline. Con una batteria di 50 bottiglie caricate colla macchina suddetta (§ 1462), ho prodotto talora effetti così poderosi e violenti, che senza veruna sorta di esagerazione riguardar si potevano come originati da un fulmine naturale. Ho fuso; per esempio, l'oro, l'acciajo; lo stagno. Ho ucciso non solo de' piccioli uccellini; ma ancora dei colombi; de' polli; e finanche de' capponi; con diriger la carica contro la testa, spogliata alquanto delle sue piume, e col farla poi passare a traverso del corpo. Ho forato dei grossi cartoni, delle tavolette grosse di alcune linee, delle coperte di libri foderate di marrochino; le ho squarciate in più siti; ed ho fatto sparger da esse un odor fulmineo così forte, che non solo era insoffribile accostando al naso le dette materie, ma facea sentirsi entro tutta la stanza pel tratto di più ore.

1465. Oltredichè scorgesi anche dotato il fluido elettrico d'un' indole singolare, del tutto analoga peraltro a quella della folgore. Intendo dire con ciò, che siccome la folgore scorrendo lungo le sostanze metalliche produce degli sconquassi e dei rovinosi effetti tostochè le abbandona; oppur quando incontra in esse un qualche interompimento; così scorgesi eziandio esser questa una proprietà del fuoco elettrico. Si può cotal fatto comprovare in mille modi: tuttavolta però il più rimarchevole è quello, in cui si adopera la *Casa del fulmine*. Vuolsi intendere per siffatto apparecchio un picciol modello di una casa; guernita di un conduttore metallico, il quale cominciando dalla cima; vada a terminare nelle sue fondamenta. Costo conduttore è disposto in guisa lungo la facciata della detta casa; che si può egli interromper a piacere in un dato sito; ove una picciola parte dell' edificio è come incassata nel rimanente di quello, talmentechè se ne può distaccare con una picciola forza. Nel cominciar l'esperienza si suol far sì; che l'accennato filo conduttore rimanga continuato da cima a fondo; e lanciando una poderosa carica di una bottiglia sulla palla che ne guernisce la cima; le si fa attraversare la lunghezza dell' intero filo per andarsi a diffondere sulla fascia esteriore della bottiglia divi-

sità. Tosto ch'è corai filo s'interrompe, siechè il fuoco scagliato dalla bottiglia venga obbligato a lanciarsi dall' uno all' altro capo del detto interrompimento; opera egli quivi con un impeto così vigoroso e straordinario, che staccando dal resto dell' edifizio l' ascendente parte, che abbiamo detto esservi incassata, la spinge e la getta rapidamente ad una distanza notabilissima.

1466. L'ultimo capo di analogia, di cui faremo qui menzione, passandone sotto silenzio tanti altri, è quello del magnetismo. E' cosa confermata da infinite osservazioni, che la folgore scorrendo lungo i ferri aguzzi, comunica loro la virtù magnetica, la quale talvolta è sì gagliarda, che non solo gli fa rivolgere al polo, ma gli rende capaci di trarre a sé la limatura di ferro, ovvero i granelli di arena. Egli è similmente materia di fatto, che la folgore strisciando lungo gli aghi calamitati, ne ha rovesciata la polarità; dimanierachè quella punta che volgevasi al Nord, si è poscia rivolta al Sud; ed al contrario: Or chi mai crederebbe potersi praticare esattamente lo stesso mediante l'elettricismo? Disponete orizzontalmente un ago da bussola in siffatta guisa, che la scarica d'una poderosa bottiglia vada ad attraversarlo da cima a cima; indi ponetelo in bilico al disopra d'un pernio. Osserverete con meraviglia, che una delle sue punte si rivolgerà immediatamente al polo boreale; non altrimenti che se fosse stata toccata da una calamita: Fate quindi, che un'altra scarica cominci ad attraversarlo dalla punta opposta; e troverete la polarità del tutto rovesciata; conciossiachè messo egli di bel nuovo sul pernio, quella punta, che dianzi rivolgevasi al Nord, vedrassi diretta verso il Sud; non altrimenti che accade col far passare la calamita lungo un ago a verso contrario a quello, onde egli si è calamitato dapprima. In una mia memoria letta nell' anno 1784 nella nostra Reale Accademia, vi sono inserite varie bellissime osservazioni di tal natura, che io ebbi occasione di fare nell' Oceano, durante il mio passaggio dalla Francia nell' Inghilterra; e parecchie altre di tal genere legger si possono in due mie operette, una delle quali ha per titolo: *Della*

la Formazione del Tuono, della Folgore, e di altre meteore, e l'altra: Riflessioni intorno agli effetti di alcuni fulmini pubblicate qui in Napoli fin dal 1772 (a). Rimettendo il Leggittore a quanto ivi ho diffusamente dichiarato intorno a questo soggetto, non ho fatto che accennare qui le cose più essenziali con quella brevità che si conviene.

1467. Rilevandosi manifestamente dai rapportati fatti l'analogia perfettissima, che passa tra l'indole e gli effetti della folgore e del fuoco elettrico, è naturalissimo il dedurne due conseguenze assai interessanti. La prima si è, che non tutti i fulmini scagliansi dal cielo sulla terra; e che ve ne sono parecchi, i quali si lanciano dalla terra verso il cielo, detti perciò dagli antichi *fulmina inferna*. Le giornaliere osservazioni non si lascian dubitare di questa verità; nè la cosa esser può altrimenti, scorgendosi dai fatti, che la terra e le nubi sono alternativamente in istato di elettricità or positivi, ed or negativi (§ 1457); e quindi che l'elettrico poderoso torrente or si trasfonde dalla terra alle nubi, ed or da queste a quella.

1468. Si deduce in secondo luogo, che le punte metalliche ci debbono somministrare un mezzo agevolissimo per poterci garantire dai funesti effetti della folgore. S'egli è indubitato, che le divisate punte tirano a se efficacemente dalle nubi la materia fulminea (§ 1452) e s'egli è ugualmente vero, che il fuoco da esse attratto si propaga in silenzio, e scorre quindi liberamente lungo i conduttori (§ 1392); non si avrà a far altro per porre gli edifizj al sicuro dai colpi della folgore, se non se guernirne le cime di verghe metalliche aguzze, le quali comunichino immediatamente con un filo di simil metallo, che scendendo senza veruna interruzione lungo la faccia esteriore di quei tali edifizj, si vada quindi a profondare po-

(a) Fassi attualmente una nuova edizione di queste Opere, le quali sono state da me interamente ricomposte, oltre all'avervi inserite varie mie dissertazioni relative allo stesso soggetto.

LEZIONE XXVI.

337

En dentro la terra. Ciò farà sì, che passando al di sopra di quelle nubi già gravide di elettrico fuoco, che potrebbe per avventura scoppiar su di essi in forma di folgore; o verrà egli tirato giù in silenzio dall'efficacia delle punte accennate, come quasi sempre addviene; o qualora fosse copioso a segno da non poter esser trasmesso tutto dal conduttore con quella celerità che si conviene, ed in pieno silenzio, la rimanente parte lancerassi in su la punta; e scorrendo sul mentovato conduttore, si andrà a dissipare nella massa terrestre, senza recare all'edifizio il menomo danno: però sarà la folgore in tal caso, siccome ognun vede, notabilmente indebolita e meno rovinosa. Le avvertenze da aversi su questo punto riduconsi a quelle di far isorgere la punta per alcuni piedi al disopra della cima dell'edifizio; di farla dorare, oppur ricuoprire di stagno, affinchè non sia soggetta alla ruggine; di dare al conduttore la grossezza di circa un pollice per abbondare in cautele; poichè d'altronde potrebbe egli farsi assai più sottile; di evitare ogni sorta d'interruzione in tutto il suo corso, per menoma che ella fosse; e finalmente di profonderlo entro l'acqua di un pozzo, o altra massa di acqua allogata sotterra; ed in mancanza di quella entro la terra umida, che sia atta a condurre liberamente il fuoco elettrico; tenendolo però sempre distaccato d'alcuni piedi dalle fondamenta dell'edifizio, ad oggetto di schivare i guasti che la folgore vi potrebbe cagionare qualor l'abbandona (§ 1465). Trattandosi di magazzini di polve, ch' esigono maggiori riguardi, oppur di grandi edifizi, sarà ben fatto di guernire di conduttori i quattro loro angoli, e di farli comunicare tra essi col mezzo di quattro traverse di metallo. E qualora l'intervallo frapposto tra i detti angoli superasse 70, oppure 80 piedi, sarebbe ben fatto di moltiplicare il numero dei conduttori, non essendo egli no atti d'ordinario a garantire dai colpi del fulmine uno spazio maggiore del testè dichiarato. Si può avere un'idea di ciò col gettare lo sguardo alla Fig. 9, ove A, B, C, rappresentano le mentovate spranghe aguzze, conficcate su gli angoli dell'edifizio: DEF è uno dei fili conduttori, che prendendo il suo principio

Tav. IV.
Fig. 9.

Tom. IV.

Y

dai-

dalla spranga aguzza D B, e quindi scendendo giù lungo la facciata dell'edifizio stesso va a' profundarsi sotterra. In F scorgesi l'angolo che egli forma per discostarsi dalle fondamenta di quello; e G H esprime una specie di pettine di ferro, o anche meglio di rame, corredato di più punte, mercè di cui la materia fulminea si può liberamente trasmettere e dissipare nel sen della terra. A B, B C, finalmente sono i fili traversi, onde comunicano insieme le spranghe divise. Essendoci nella casa delle grondaje, o altri simili condotti metallici scorrenti lungo la lor facciata, basterà corredarli in cima di una punta metallica alquanto elevata, e prolungarne il termine inferiore fintantochè si immerga nell'acqua, per poterne formare un buon conduttore. Il dottor Franklin primo inventore del proposto metodo, ed uno dei più zelanti Americani, i quali hanno contribuito a sottrarsi dal governo britannico, ed a stabilire nella loro patria il governo repubblicano, meritò che si dicesse di lui, come di un novello Prometeo, intorno ad una medaglia: *Eripuit celo fulmen, sceptrumque tyrannis.*

1469. L'uso de' conduttori si è esteso anche alle navi, e consiste d'ordinario in una catena metallica, la quale scendendo dalla punta conficcata in cima dell'albero maestro, va poscia a tuffarsi nell'acqua del mare. Si è veduto col fatto in parecchi casi quanto sia giovevole cotai pratica; e nella mia Memoria citata di sopra (§ 1466) se ne troverà un esempio assai palpabile e decisivo.

1470. Il voler rapportare i fatti più evidenti e circostanziati per comprovare la grandissima efficacia della pratica testè riferita, sarebbe lo stesso che il non finirla giammai, essendo eglino senza numero. Contentommi di dire soltanto, che la medesima è stata generalmente adottata da tutte le nazioni; e che il buon successo le ha sempre più incoraggiate a porla in uso. Io per me ne ho veduto dappertutto, in Francia, in Germania, nelle Fiandre, in Olanda, in Inghilterra, nell'Elvezia, in parecchi luoghi d'Italia, ed altrove. Gli Stati uniti dell'America ne abbondano moltissimo non altrimenti che la città di Londra, ove posso dire di esser pochi quegli edifizj che non ne sono forniti.

el: Usano quivi di far isporgere le punte metalliche dalla sommità dei loro cammini di fumo, e di continuare di là il filo conduttore (§ 1468) lungo la facciata esteriore degli edifizj finattantochè egli vada a profundarsi nei condotti di acqua, che vi sono in ogni strada. E' cosa che fa piacere l'udire, che dal tempo, in cui fu ivi stabilita la detta usanza, non v'è stato veruno edificio, il quale essendo guernito di conduttori convenienti, avesse ricevuto dalla folgore alcuna sorta di danno.

1471. Per poco che altri rifletta alle cose fin qui riferite, giugnerà facilmente a comprendere quanto sia pregiudizievole l'ordinario e general costume di guernir le cime delle torri, delle cupole, dei campanili, e di altri simili edifizj, di aste di ferro aguzze, sieno in forma di croci, di splendori, di banderuole, o di altri ornamenti di tal natura. Essendo elleno conficcate immediatamente in quei tali edifizj senza essere annesse a fili conduttori di veruna sorta; ed essendo idonee, come abbiain dimostrato (1452), a richiamare a se la materia fulminea; debbono per necessità tenerli sempre esposti ad esser feriti e rovinati dalla folgore, siccome si ravvisa colla giornaliera esperienza. Dalle dichiarate cose si comprenderà similmente quanto sia mal fondata ed irragionevole la idea di coloro, i quali temono che i conduttori possano recar del danno agli edifizj che ne son guerniti, richiamando il fulmine su di essi; e quanto sia più ridicola la opinion di quegli altri che immaginano, che i conduttori suddetti possano recar del danno agli altri edifizj circostanti.

ARTICOLO IX.

Della formazione di varie sorte di Meteore.

1472. **D**ominando la elettricità altamente nell'atmosfera e nel seno del globo terracqueo, giusta le pruove addotte nei precedenti Articoli, cagiona ivi tratto tratto la formazione di varie meteore, come sono il lampo, il tuono, la folgore, la pioggia, la

neve, ed altre simiglianti, di cui ne darem qui un brevissimo saggio, rimettendo il lettore alle mie opere citate nel § 1466, ove siffatte cose si troveranno dichiarate colla massima chiarezza ed estensione possibile.

1473. Le teorie concernenti la formazione dei vapori e le diverse loro qualità, sufficientemente da noi indicate nell' Articolo II della Lezione XX, possono farci agevolmente concepire che se in tempo che la bassa parte dell' atmosfera trovasi saturata di vapori, accade per avventura che ne sieno innalzati degli altri in forza del calor del sole, o anche del fluido elettrico che lor serve di fluido deferente (§ 1461); dee necessariamente seguirne, che non potendo eglino essere assorbiti e disciolti dall' aria, si confermeranno in vapori vescicolari; ed ondeggiando lentamente presso la terra, vi produrranno la *Nebbia*, i di cui segni di elettricità son sempre manifesti e costanti (§ 1458).

1474. Se mai essendo l' aria nel predetto stato, avviene che ella si attenui e si dilati per la continua forza del sole, diverrà ella capace di sciogliere i vapori che formano la nebbia, e di innalzarsi insieme con quelli nella regione più elevata dell' atmosfera; ove dominando naturalmente un notabil grado di freddo, l'aria di fresco ivi sollevata sarà forzata ad addensarsi, e quindi a deporre i vapori esuberanti, cui l' attenuazione prima sofferta aveala renduta atta a disciogliere. Per la qual cosa aggruppandosi quelli di bel nuovo in vapori vescicolari, andranno a formar delle *nubi*, e talvolta si risolveranno in *pioggia*. Ed ove accadesse che sparsi eglino nell' atmosfera, fossero sorpresi da un intenso ed improvviso freddo, come succede soventi volte in tempo di notte, si unirebbero immediatamente in *gocce*, e cadrebbero sulla terra in forma di *rugiada*.

1475. Se una nube elettrizzata s' imbatte per cammino in un' altra che non sia elettrizzata, oppure sia elettrizzata in meno; o anche se accade che ella passi in tal distanza da masse vaporose, o da altri corpiciuoli d' indole simigliante sparsi per l'aria che non oltrepassi la sfera della sua elettrica attività; dovrà

el-

ella necessariamente scagliare il suo fuoco al disopra di quelle, attesa la tendenza che egli ha, a porsi in equilibrio (§ 1381). Per la qual cosa lasciandosi egli dall'una all'altra, dovrà manifestarsi sotto l'aspetto di un torrente rapidissimo di fuoco (§ 138a); e quindi produrrà il *Baleno*. E poichè nell'atto di cotale slancio uopo è che squarci l'aria frapposta con una celerità indicibile (§ 141), vi cagionerà per conseguenza uno strepito orrendo, cui sogliam dinotare col nome di *Tuono*. Se la detta nube, o gli altri corpi di tal natura, non sono capaci di ricevere in se tutto l'elettrico torrente, di cui è gravida la nube elettrizzata; oppur se vi sono nell'atmosfera dell'esalazioni e dei vapori disposti in modo, che servir possano a quello di conduttori capaci a poterlo trasmetter sulla terra; scaglierassi egli con terribile violenza su qualche sito della medesima sotto l'aspetto di *Folgore*. Può questa prodursi eziandio mercè di un elettrico torrente, che da nubi elettriche per eccesso (senza che vi sieno in vicinanza altre nubi non elettrizzate) scagliasi immediatamente su quei siti della terra, che sono elettrici per difetto; ovvèto da questi a quelle quando l'eccesso è nella terra, e il difetto delle nubi. Con questo mezzo ammirabile serba la Natura immancabilmente l'equilibrio di cotesto formidabil agente nella terra e nel cielo (§ 461).

1476. Avvien però talvolta che si accumula nell'atmosfera una quantità sì copiosa di fluido elettrico, che non potendo esser ivi ritenuto per cagion della sua eccedente forza espansiva; nè potendo immediatamente dirigersi su determinati luoghi della terra; sia per mancanza di vapori atti a condurvelo, sia per non esserci alcun sito in quei contorni elettrico per difetto; vedesi egli scorrere ad occhio alquanto lentamente per l'aria in forma di un globo di fuoco, fin tantochè s'imbatte in luoghi che ne son privi; ed allora vibrasi egli con forza indicibile contro di quelli; e scoppiando imperuosamente in tutte le direzioni, vi produce di ordinario gli effetti più luttuosi e terribili.

1477. Vi ha degli esempj di persone, le quali essendosi imbattute in nubi nell'atto di costeggiare un

alto monte; ed essendovisi effettivamente inoltrate in quelle, sono state investite nell'atto stesso da sì doviziosa copia di fuoco elettrico, che ne scattava egli spontaneamente dalle loro dita con un sensibile stridore, producendo nel loro corpo una sensazione nulla dissimile da quella che vi genera l'elettricità artificiale, Fanno di ciò ampia testimonianza Jallabert e Saussure, a cui sono avvenuti simili accidenti nei loro viaggi sulle Alpi.

1478. Tostochè per le cagioni accennate di sopra, o per altra di tal fatta, le particelle componenti le nubi vengono private del fuoco elettrico che le tenea rarefatte e disgiunte (§ 1388), attraggonsi elleno a vicenda; e rendendosi specificamente più gravi dell'aria, cadono giù sulla terra in forma di *Pioggia*. E se nell'atto della lor caduta incontransi elleno in istrati di aria, ove domini un certo grado di freddo, vengono tosto addensate e rapprese in forza di quello; e quindi cadono giù in forma di *Neve*. Un maggior grado di freddo; la sua azione più continua sulle particelle vaporose per esser le nubi più alte da terra; e forse anche una qualche dose di elettricità in altre simili particelle che incontrandosi per cammino, concorrono da tutte le parti per unirsi a quelle (§ 1388): son la cagione che esse si addensino maggiormente; che la lor mole si vada aumentando tratto tratto per via di nuovi strati che sovrappongonsi ai primi, e che si generi così ciò che diciamo *Gragnuola*.

1479. Accade talvolta che trasportandosi il fluido elettrico in vasti e densi torrenti dal sen della terra in quello dell'atmosfera, frammezzo a copiose masse di vapori che sollevansi in quella; s'imbatte in istrati di aria, che non sono capaci di presentargli una gran resistenza. In tal caso diffondesi egli alla guisa di tanti raggi luminosi di variati colori, i quali veggonsi lanciarsi dolcemente dai lembi dell'orizzonte verso lo zenit, come appunto scorgesi avvenire nel recipiente della macchina pneumatica, essendo l'aria rarefatta (§ 1387). Questo è ciò che si denomina *Aurora boreale*, molto frequente nei climi accostantisi al Nord, e così detta perchè ravvisar si suole d'ordinario verso la parte settentrionale del cielo. Talvolta

ta però vedesi ella circondare l'intero orizzonte, e formare uno spettacolo assai dilettevole e maraviglioso. La descrizione d'una delle più belle che altri avesse giammai osservato, fatta da me colle più minute circostanze, troverassi inserita nella *Scelta di Opuscoli scientifici* pubblicata in Milano (a). Ch' ella sia indubitatamente di natura elettrica, lo dimostrano ad evidenza tutti i fenomeni che lo accompagnano, i quali riscontrar si possono nelle citate mie opere riguardanti le meteore (§ 1466).

1480. Nella guisa medesima produconsi eziandio in forza del fuoco elettrico le rimanenti meteore che diconsi *ignee*, come sono *le travi, le saette, le capre saltanti, le stelle cadenti, i fuochi fatui, castore, e polluce, ec.*; ben inteso però, che parecchie delle medesime produr si possono eziandio dall'aria infiammabile che trovasi talora copiosamente raccolta sì nel sen della terra, che in quello dell'atmosfera, fino a cui agevolmente s'innalza per ragione della sua leggerezza specifica (§ 868).

1481. Per ciò che riguarda le meteore aeree, ossia i venti, i turbini, ec.; le quali abbiamo veduto prodursi dal disturbo dell'equilibrio cagionato nell'atmosfera da una cagione qualunque (§ 975); possono elleno derivare talvolta dalla forza della elettricità, ch' è capace di disturbare il detto equilibrio. Abbiamo veduto in fatti, che il fiocco luminoso scagliato dalle punte vien sempre accompagnato da un venticello sensibilissimo (§ 1362). E se una goccia di acqua pendente dalla estremità di una catena tengasi a piccola distanza dalla superficie dell'acqua contenuta in un vaso di majolica direttamente sottoposta a quella, facendo uso di una macchina assai poderosa, si vedrà che all' elettrizzarsi della catena, e della goccia, allungherassi questa sulla superficie dell'acqua

Y 4

alla

(a) Siffatta descrizione troverassi inserita nella nuova edizione della mia operetta, di cui si è fatta menzione nella pag. 197.

Tav. V.
Fig. 5.

alla guisa di un cono; ed essendo agitata da un moto vorticoso e violento, accompagnato nel tempo stesso da una specie di stridore, ci darà la idea come se fosse in miniatura, della *tromba di mare*, *tifone*, o *buseya*, che dir si voglia. Questa meteora, di cui per verità non è sì chiara la cagione come delle precedenti, credesi con gran fondamento originata da una massa di aria fredda e addensata, che dominando altamente nella regione dell'aere, discende con impeto repentino entro una massa di aria riscaldata e rarefatta, prossima alla terra. Succede in tal caso quel che realmente accade qualora si fa discendere un fluido per entro a un imbuto; vale a dire, che movendosi egli con moto vorticoso e spirale, lascia un voto in mezzo della figura di un cono, la cui base in alto, e l'apice in fondo. Tale si è in fatti la forma della divisata meteora. E poichè le parti che formano le pareti di tal cono, agitate da una forza centrifuga, non permettono che sieno esse penetrate dall'aria adiacente, che le preme con gran violenza; esercita questa la sua pressione verso giù; e spignendo con impeto notabilissimo l'aria sottoposta, la forza ad internarsi per l'apice del cono insieme coi corpicciuoli leggeri, che incontra per cammino, e poscia a montar su verso la sua base, non incontrando in quel tal voto di mezzo veruna sorta di resistenza. Da tale violentissima pressione, dall'impeto dell'intero vortice, e dalla poderosa forza di venti contrari, producenti il moto progressivo di tutta la massa, deriva poi quell'immenso e tumultuoso potere, onde sappiamo che i turbini rovesciano i più sodi edificj, sradicano gli alberi più annosi, e producono altre sciagure ugualmente fatali e funeste. Se l'apice B del detto cono A B, o per dir meglio, della detta vorticoso tromba, avvien che poggia sul mare, genera ivi un rigoglioso bollimento di acque, come scorgesi in *c a*, che in forza della dichiarata pressione sono spinte in su per entro a quella; e che unite forse ad altre acque, che contenute nel sen di una nube, qual sarebbe E F, piombar possono dall'alto entro a quel voto, cagionano poi quella specie di tromba, che dicesi volgarmente *tromba di mare*, ugualmente rovino.

LEZIONE XXVI.

245

za e funesta alle navi, di quel che lo sono i turbini in terra. Se cotai tromba di acqua, trasportata sul continente dalle forze accennate, viensi quivi a frangere, sì per la gran pressione dell'aria adiacente, che per gran peso delle acque, o anche per imbattersi contro d'un monte; l'orribile caduta delle sue acque dovrà necessariamente produrre un violentissimo ed impetuoso torrente, capace di allagare e distruggere le sottoposte abitazioni e campagne, siccome avvenne non ha guari tra la Cava e Salerno. La parte, che ci può ayere l'elettricità nella formazione di siffatta meteora, par che venga manifestamente indicata da tratti luminosi, che conformati a guisa di colonne, veggonsi investirla ed accompagnarla soventi volte,

1482. Vuolsi finalmente avere per indubitato, che parecchi tremuoti vengono cagionati in forza del fuoco elettrico, il quale incontrando degli ostracoli insvincibili, ossia de' corpi isolanti, qualora raccolto di gran dovizia nel cupo sen della terra, procura di diffondersi in que' siti che sono elettrici per difetto, sviluppa con tanta efficacia la sua elasticità e la sua forza, che scoppiando con indicibile violenza al par d'una mina, scuote e sconvulsa; per così dire, i cardini di quella, producendo delle stragi e delle luttuose rovine nelle città e ne' terreni che gli sovraestano, fino a distanze sterminate. E ben vero però, che i tremuoti possono derivare eziandio da altre cagioni ugualmente poderose ed efficaci; per esempio da' fuochi volcanici, a cui non si presenta un libero sfogo; da notabili masse d'aria naturalmente racchiuse nelle cupre viscere della terra, e quindi avvalorate da un poderoso grado di sotterraneo calore (§ 703); da vapori estremamente rarefatti in forza del fuoco (§ 1010, 1019); da violente fermentazioni che sieguono sotterra, ec. E' celebre l'esperimento di Lemery, da cui apparisce che parti uguali di limatura di ferro e di zolfo, insieme mescolate, e quindi inumidite con acqua, e profundate alquanto nel sen della terra, fermentano in guisa tale, ed acquistano un grado di calore sì grande in breve tratto di tempo, che accendendosi e divampando manifesta-

men-

mente, fan tremare il sovrapposto terreno, e quindi lo slancian via con terribile violenza alla guisa d'una mina.

1483. Però alla produzione del tremuoto possono concorrere talvolta due, o anche più delle predette cagioni insieme combinate. Ed io ragionando seriamente su i fatti accaduti in Calabria durante la lagrimevole e fatale sciagura dell'anno 1784, ritrovo argomenti manifestissimi da poter conchiudere, che i ripetuti orrendi tremuoti ivi seguiti, furono cagionati e da' fuochi volcanici, e dal potere dell'elettricismo; ed oltre a ciò, che nella maggior parte di quelli la terra era elettrica per eccesso, e le nubi per difetto. Imperciocchè pochi minuti prima che la terra cominciasse a scuotersi ed a far sentire l'orribile romba, vedeanosi concorrere varie nubi da tutte le parti dell'aere, le quali aggruppandosi insieme direttamente al disopra del sito, ove sentivasi la detta romba, rimanevano ivi equilibrate durante tutto il tempo della scossa per ricevere nel loro seno il fluido elettrico sviluppato dalla terra. La qual cosa non sarebbe certamente seguita essendo elleno già elettrizzate; per cagione della ripulsione scambievole (§ 1388), che le avrebbe piuttosto dissipate e sparse, come in fatti addiveniva dopo lo sviluppo del tremuoto. Oltredicid parecchi altri fatti di simigliante natura indicarono evidentemente la corrispondenza ch'eravi allora tra la terra e l'atmosfera. Le mie filosofiche riflessioni intorno a questo punto sono state da me registrate in una Memoria che fu da me trasmessa alla Società reale di Londra (a). E chiunque bramasse di esser pienamente informato di tutto ciò che occorre nelle Calabrie in tempo de'tremuoti accennati, tuopo è che ricorra all'erudito e dottissimo libro del cavaliere Vivenzio, pubblicato da esso lui nell'anno 1788 col mezzo de' torchi della reale Stamperia; ove troverà
di

(a) Questa memoria verrà inserita nella nuova edizione della mia operetta, mentovata nella pag. 169.

di che soddisfarsi su di questo interessante soggetto.

1484. Non v'è alcuna delle riferite particolarità, concernenti la formazione delle meteore, la quale non si possa imitare in picciolo mercè della macchina elettrica. Per non istarle qui a ripetere, rimetto il lettore alle mie operette da me citate di sopra (§ 1466).

ARTICOLO X.

Dell' applicazione dell' Elettricità a varie specie di morbi.

1485. **T**ostochè, perfezionatasi la macchina elettrica, cominciòsi ad avere un' elettricità assai forte e sensibile, venne a' Filosofi l' idea di poter ella riuscire efficace per la guarigione di parecchie malattie. Però i loro tentativi non avendo avuto veruna riuscita, fecero sì, ch' ella incontrasse il generale discredito. Ciò derivò certamente sì dalla mancanza di giusto metodo onde doversi amministrare, sì dalla ignoranza di que' generi di malattie, a cui avrebbe ella potuto convenire; imperocchè sembra ch' erroneamente si pretendesse di dover ella riuscir vantaggiosa in ogni sorta di mali. Il tempo e l' esperienza ci hanno svelato un tal errore, facendoci conoscere che la sua efficacia dipende unicamente da due principj; cioè a dire, dall' incredibile sottigliezza delle particelle della materia elettrica che la rende capace di penetrare efficacemente ne' più intimi recessi delle parti degli animali, e dall' attività somma, ond' ella stimola le fibre; sciogliendo e sgretolando, diciam così, nel tempo stesso quelle masse di fluidi, che per cagione di malattia non godessero per avventura d' una perfetta libertà nel lor corso. Di qui è, che si rendono noti per conseguenza que' tali generi di morbi, a cui potrebbesi ella applicare con felice successo.

1486. Le reiterate osservazioni, come ho detto, ci han fatto scorgere che i muscoli elettrizzati soffrono delle contrazioni violente quand' altri ne tira le scintille; che in una persona elettrizzata si accresce in-
ge-

generale molto notabilmente la circolazione degli umori, e conseguentemente la traspirazione; conciossiachè non solo avviene d'ordinario, che si promuove in quella sensibilmente il sudore, ed in alcuni casi anche la salivazione, ma trovasi generalmente accresciuta la celerità del polso: dico generalmente, perchè in una serie di esperimenti da me istituiti su tal punto, ho rilevato che talvolta, non ostante una vigorosa elettrizzazione; la celerità del polso non si accelera nè punto, nè poco, e che in altri casi par ch'egli soffra piuttosto del ritardo. In una persona, ch'io elettrizzava in un braccio attaccato da paralizia, il sudore era copioso in quella parte durante l'elettrizzamento. L'esperienza fa anche vedere che le parti de' fluidi vengono disgregate l'una dall'altra qualora sono elettrizzate, e quindi si rendono più scorrevoli. Di fatti l'acqua, che geme soltanto a gocce dall'angustissimo orifizio d'un cannello, forma immediatamente un zampillo continuato, che getta degli spruzzi d'ogni parte, tostochè si elettrizza. Corrispondentemente a tutto questo si scorge eziandio, che l'elettricità accelera notabilmente l'evaporazione de' fluidi, o promuove di molto la vegetazione; rilevandosi col fatto, che una pianta elettrizzata ogni giorno cresce più presto, e svolge i suoi fiori prima d'un'altra simile pianta che non sia elettrizzata; ed oltreacciò veggiamo ancora, che i terreni rendono assai più fertili, e le raccolte sogliono anticipare dopo violenti e lunghi tremuoti, allorchè seguita suole un copioso sviluppo di fluido elettrico (§ 1483).

1487. Per la qual cosa potendosi riguardare un fluido elettrico come uno stimolante e un disciogliente nel tempo stesso, si concepisce chiaramente non potersi egli applicare con fondata speranza d'un felice successo, se non se in que' casi, ove si tratta di dar moto e vigore a' solidi, e di accelerare il corso de' fluidi; oppur di disgregare le loro particelle, e renderli più scorrevoli. Il pretenderne cosa di più, è lo stesso che volerà rimanere deluso nella sua aspettazione. Quindi è, che si è trovato in pratica d'essersi adoperata l'elettrizzazione con gran riuscita nella guarigione della paralizia; di malattie del genere reuma-

ti-

tico di qualunque specie ; di efflorescenze cutanee ; di soppressione di regole ; di ostruzioni di ogni genere , non eccettuandone neppure la sordità quando provenisse da tal cagione ; di gonfiagioni ed accessi leggeri ; di infiammazioni cagionate da mancanza di libera circolazione, ec. Siffatta sorta d'incomodi , quando essi non sieno inveterati , suol guarirsi d'ordinario col mezzo dell'elettrizzazione : ed è ben di osservare, che quand'anche la cura non si effettuasse perfettamente , se ne riceve il più delle volte un alleviamento notevole ; e alla peggio si è sicuro di non riceverne il minimo danno, o pregiudizio. Se tutt'i mali fossero curabili, ci accosteremmo , per modo di dire , all'immortalità .

1488. Potrei qui citare mille medici insigni, a cui è riuscito di procurare la guarigione di parecchie malattie dell'indicato genere col mezzo dell'elettricismo. Son già note abbastanza le cure meravigliose di paralisie inveterate , di sordità , di morbi convulsivi, ec.; fatte con tal mezzo da sig. Jallabert, Sauvages, Hart, Fothergill, Saussure, Thoury, Mauduyt, ed altri. Quest'ultimo in particolare, in un suo giornale pubblicato egli è già quattordici anni, dà un conto esatissimo e preciso di un gran numero di guarigioni da se fatte per via dell'elettrizzamento. I signori Birch e Partington, ch'esercitano, son per dire, per professione coral pratica in Londra, me ne han raccontato miracoli ; ed io sono stato testimoniaio di alcune cure da essi operate. Il racconto delle più celebri riscontrar si può nelle Transazioni Filosofiche e ne' libri da essoloro pubblicati. Potrei aggiugnere a tanti esempj alcune osservazioni da me fatte con felicissima riuscita. Rammenterò qui soltanto un caso notabilissimo d'una fiera emicrania da me guarita nel tratto di un quarto d'ora. Essendo da me venuto un mio amico nell'atto ch'io faceva alcuni esperimenti colla macchina elettrica, si trovava egli così abbattuto da una violenta emicrania, che potea a mala pena reggersi sulle gambe. Lo esortai ad elettrizzarsi; lo isolai; ed applicatogli sulle tempia e sulla fronte un pezzo di flanella, cominciai ad elettrizzarlo: indi feci spiccare varie scintille da varie parti del capo. Finalmente

ap-

applicata una palla metallica, messa in cima d' un fil d'ottone, sulla detta flanella, cominciai a muoverla in modo come se avessi voluto stropicciarla leggermente. Non ne scorsero due minuti, che cominciai a scaturire dall'ascella corrispondente alla tempia stropicciata, un rivo di sudore, il quale fu copioso a segno, che scorrendo lungo quel lato, e poi per la coscia, giunse a bagnarli il ginocchio. Questa operazione fu ripetuta tre volte dopo una breve interruzione, ed essendo stata accompagnata per altrettante fiate dal medesimo effetto, gli dileguò il dolore, ed andossene egli a casa perfettamente sano.

1489. La prima condizione necessaria per poter amministrare l'elettricità con ottima riuscita, è quella di provvedersi di una buona macchina elettrica, la quale introdur possa nel corpo dell'ammalato in grandissima copia il fuoco elettrico; essendosi veduto in pratica, che la maggior parte delle cure eseguir si dee colla semplice elettrizzazione, e non già per via di scosse violente della bottiglia, come si praticava altra volta, e che perlopiù riescono perniciose. Le macchine, di cui fanno uso i mentovati due soggetti Birch e Parlington, son fatte a cilindro, il cui diametro è per lo meno un piede. Evvi però una macchina di nuova costruzione, inventata da Nairne, infinitamente comoda, atta ed efficace a fare le necessarie operazioni elettriche per ogni sorta di morbi, ai quali convenga, come altrasi per tutto l'elettricismo in generale. Se il fuoco nelle macchine è poco copioso, non ci è da sperar molto dalla sua efficacia; e per mancanza di una tal cognizione parecchie cure tentate da varj soggetti sono riuscite infruttuose.

1490. Bisogna badar bene in secondo luogo di non adoperare le scosse della bottiglia, salvochè in caso di parti destituite di senso, oppur di moto; ovvero qualora si scorge col fatto di non potersi far nulla nè colla semplice elettrizzazione, nè per via di scintille; avendo anche riguardo alla costituzione ed alle circostanze dell'ammalato. Per esempio, bisogna guardarsi bene di dar delle scosse ad una donna incinta, ad una persona assai debole, ad un tenero fanciullino; ec.

1491. Trattandosi di semplice elettrizzazione, siccome riuscirebbe incomodissimo alla persona lo stare in piedi sullo scannetto ordinario (§ 1382), così uopo è fornirsi d'una specie di sedia, le cui parti sieno ben tornite e lisce, per non far disperdere la materia elettrica: che anzi sarebbe molto a proposito di darle due, o tre mani d'olio di lino assai caldo, acciocchè riesca più isolante. Questa mia idea la ritrovo infatti molto conducente allo scopo. La detta sedia, oltre ai quattro piedi, che ne formano il sostegno, e ch'esser debbono isolati su quattro colonnette di vetro, basta che abbia una tavoletta per sedervisi, ed una semplice spalliera per potervisi agiatamente appoggiare.

1492. Volendosi dar delle scosse, fa mestieri saperle dirigere; avendo l'elettricità il gran vantaggio di potersi applicare a quella parte del corpo, che altri desidera. Così, per esempio, volendosi scuotere il lato perduto di una persona per cagion d'emiplegia, uopo è applicare la punta del piede di quel tale lato alla armatura esteriore della bottiglia, oppure far sì, che egli comunichi con quella eol mezzo d'una catena, nell'atto che col dito della mano corrispondente tocchi dal paziente il filo conduttore. In tal modo il fluido elettrico comunicatosi al dito attraverserà il braccio e il lato che gli è aderente; e scorrendo lungo la catena, andrà a disperdersi sulla faccia esteriore della bottiglia. Volendosi in simil guisa scuotere un dito, se n'applichi la punta alla detta armatura; e messo un capo dell'arco conduttore *g b* sul primo internodio, si Fig. 7. tocchi coll'altro capo il filo conduttore della bottiglia. Finalmente tenendo la punta del dito nella situazione proposta dianzi; ed applicando all'omero, ovvero al gomito uno de' capi dell'arco conduttore, col toccar poi il filo conduttore coll'altro capo, scuoterassi tutto il braccio, o la metà di quello.

1493. V'è anche un metodo semplicissimo da porsi in uso in altri casi per diriger le scosse secondochè l'uopo il richiede. Consiste egli nell'adoperare due piccioli strumenti, simili a Fig. 7. 7, 7 che per l'uso, a cui son destinati, diconsi *direttori*: Sono eglino formati da due fili di ostione *9, 9*, guerniti delle rispettive

tive palline 8, 8, e conficcati ne' due manichi isolanti di cristallo 7, 7. Gli anzidetti fili di ottone vanno a comunicare mercè i fili metallici 10, 11, uno col primo conduttore RS, e l'altro coll'armatura esteriore *b c d e* della bottiglia. E' chiaro dalle cose dette dianzi, che impugnando con ambe le mani i manichi isolanti 7, 7 de' direttori; ed applicando le due palline 8, 8 contro le opposte parti del braccio, della mano, della gamba, del piede, ec.; siccome indica la Figura; la scossa dovrà attraversare le dette parti da 8 ad 8, per potersi diffondere il fuoco elettrico lungo il filo 11 sulla faccia esteriore della detta bottiglia. Con applicare i direttori in simile guisa sulla testa, si farà passare la scossa dalla fronte all'occipite, oppur da tempia a tempia; e così s'intenda della pancia, de' fianchi, delle cosce, e di qualunque altra parte del corpo; senza veruna tema di scuotimento per colui che opera, per cagion che i direttori vengono impugnati co' loro manichi isolanti. La sola avvertenza che vuolsi avere, è quella di premere alquanto le palline 8, 8 contro le parti, a cui sono applicate, affinchè la scossa si faccia strada più efficacemente. Usando questa cautela, non è affatto necessario di denudare la parte, quando le vesti che la ricuoprono, non sieno molto fitte e sovrapposte a più doppj l'una sull'altra. Rammenterò come un esempio d'averle io fatto attraversare con tal mezzo l'abito di un cappuccino sovrapposto a due doppj. E' inutile l'avvertire che in casi di scosse non si richiede che il paziente si tenga isolato. Per determinare poi il vario grado di violenza ch'esse debbono avere proporzionalmente a' vari casi, uopo è servirsi dell'elettrometro di Henley (§ 1388), il cui stiletto *sv* salendo lentamente lungo il lembo graduato del semicerchio *rs*, andrà indicando i varj gradi della carica della bottiglia; talmentchè potrà ognuno arrestarla a quel grado che sarà conveniente.

Tav. IV.
Fig. 9.

1494. Uno de' mentovati direttori può adoperarsi eziandio per istropicciare dolcemente qualunque parte del corpo, che siasi ricoperta di flanella, come si è detto nel (§ 1488). In tal caso fa mestieri che il paziente stia isolato ed elettrizzato. L'operatore intan-

to rimanendo sul suolo, e toccando il filo 9 con un dito della mano, onde l'impugna, acciocchè non rimanga quello isolato come ne' casi antecedenti (§ 1493), andrà movendo qua e là la pallina 8 al disopra della flanella. Ciò facendo, risentirà il paziente un infinito numero di leggerissime punture nel tempo stesso, accompagnate il più delle volte da un senso di vivace calore sulla parte stropicciata. Non potete immaginarvi quanto riesca profittevole cotesta operazione in parecchi casi; come sarebbero quelli di emicranie, di pedignoni, di affezioni reumatiche, ed altri simiglianti.

1495. Trattandosi di risipole, d'infiammazioni di occhi, di piaghe scoperte, e di altre simili parti delicate, ove le scintille riescono per verità dolorosissime ed insopportabili, uopo è provvedersi di un direttore simile ad A B D, il quale avendo la parte C D formata di legno non molto duro, e della forma di una grossa uliva, sia levigatissimo e terminato nella punta E non molto acuta. La parte C del filo d'ottone ch'è alquanto curvo, uopo è che termini in una finissima punta, su cui si dee conficcare il pezzo C D sì fattamente che altri ne lo possa torre a piacere. Impugnando cotesto strumento col suo manico isolante A; e facendo comunicare il fil d'ottone B C per via della corda metallica X col conduttore elettrizzato, come nella Figura 7; potrà dirigersi sulle parti incomodate un vivissimo fiocco di fuoco elettrico che le andrà ad irritare dolcemente; ed in un modo sopportabile. E nel caso ch'egli riuscisse incomodo per cagione della somma delicatezza delle dette parti, tolgasi via il pezzo di legno C D, e si esegua l'operazione mercè la semplice punta metallica C, la quale non ecciterà altra sensazione, se non se quella d'un venticello leggero.

Tav. IV.
Fig. 10.

1496. Fa mestieri di provvedersi in ultimo d'un direttore simile ad E H, consistente soltanto nel cannello di vetro F G, lungo circa mezzo piede, e nel filo di ottone E H, scorrevole nel detto cannello. Essendo egli corredato d'una pallina E in uno de' suoi capi, terminar dee nell'altro H in una punta smussata. Ha luogo il suo uso nelle malattie interne della gola, oppur della bocca, come sarebbero gonfiagioni delle tonsille, oppur dell'ugola, dolor di denti, ec.: come al-

Fig. 10.

trarsi in quelle d'orecchio. Introdotta il cannello F G nel meato uditario, oppur nella bocca; nell'atto che il paziente trovasi isolato ed elettrizzato, si faccia sporgere in fuori dal detto cannello la punta H per una, o due linee: indi sostenendo con una mano il cannello, si approssimi l'internodio dell'altra mano in picciolissima distanza dalla pallina. Ciò farà sì che una viva scintilla si lancerà incontante dalla detta parte sulla punta H; e quindi dalla pallina E al vostro dito: e cotale scintilla si ripeterà costantemente durante il tempo che si continuerà la riferita operazione. Si avverte prima di terminar questo soggetto, che in tutti quei casi, ove non si richiede scossa, non bisogna tenere applicata alla macchina la bottiglia di Leyden.

1497. Per rapporto alla durata dell'amministrazione dell'elettricità, vuolsi aver riguardo alla qualità dei casi, ed alla costituzione de' pazienti. Si può dire in generale che occorrendo delle scosse; le quali, siccome si è detto, esser debbono debolissime, se ne posson dare 10, 15, o 20 al più. Trattandosi di cavar scintille soltanto, si può incominciare con 10, indi procedere a 20, 50, o anche più a norma dei casi. La semplice elettrizzazione che si dee ripetere più volte al giorno, può continuarsi per 5, 10 minuti, ed anche un quarto d'ora. Bastano 3, 4, 8, 10 minuti per elettrizzar colla flanella: e volendo far uso dei direttori a punta di legno, o a punta metallica (§ 1495), si può continuare l'operazione per 3, 4, o 6 minuti. Che anzi sarà ben fatto d'interromper per poco tutte le suddette operazioni, e quindi ripigliarle di bel nuovo, anche per comodo de' pazienti. Su tutte siffatte cose però uopo è usare una certa prudenza e circospezione che verrà suggerita dalla pratica: la quale per altro si acquisterà agevolmente sì col badare ai regolamenti qui proposti, che alle circostanze dei pazienti, e dalla qualità delle loro malattie.

RIFLESSIONI
SULL' ELETTRICITÀ.



RIFLESSIONI

SULLA

ELETTRICITA' ATMOSFERICA.

*Dei corpi che servono all'elettricità,**Principj generali.*

I. **I** corpi tutti della natura si distinguono in corpi conduttori e non conduttori elettrici, ovvero più rigorosamente, in corpi più, o meno perfettamente conduttori, ed in corpi più, o meno imperfettamente conduttori.

II. I primi sono quelli attorno a' quali, o attraverso dei quali il fluido elettrico passa con gran facilità; i secondi all'opposto sono quelli che oppongono una grande resistenza al passaggio del fluido elettrico, arrestandone cioè, od intercettandone il corso.

III. Il corso dell'elettricità è la direzione stessa che prende il fluido elettrico attraverso i corpi, o piuttosto lungo la loro superficie, per passare unicamente da un corpo in un altro onde mettersi in equilibrio dappertutto. La tendenza all'equilibrio del fluido elettrico, egualmente che quella della luce e del

calorico, non è punto turbata, o modificata come negli altri fluidi noti, da una tendenza particolare verso il centro della terra, poichè non hanno essi peso sensibile, e quindi essa è grandissima e più perfetta che negli altri fluidi.

IV. Quando molti corpi conduttori sono in contatto, il fluido elettrico passa dagli uni agli altri e si equilibra perfettamente senza soffrire alcun ostacolo, come se tutti essi non formassero che un medesimo corpo, o uno stesso conduttore.

V. Se tutti i corpi della natura fossero conduttori, ne verrebbe per conseguenza che non offrirebbero alcun ostacolo al passaggio del fluido elettrico, e quindi il suo equilibrio non sarebbe mai rotto, o se rotto venisse per un istante, si ristabilirebbe prontamente ed insensibilmente senz'alcuna scossa violenta.

VI. L'interposizione dunque dei corpi non conduttori è dessa che mette ostacolo al ristabilimento dell'equilibrio del fluido elettrico fra' corpi conduttori, e ne ritarda, ed arresta per conseguenza il corso.

VII. Quei corpi conduttori che sono circondati da ogni parte da corpi non conduttori, e che perciò non possono comunicare liberamente fra loro, o con qualunque altro corpo conduttore, si chiamano corpi isolati; ed i corpi non conduttori all'opposto che circondano i corpi conduttori, e ne impediscono la libera comunicazione del fluido elettrico, si chiamano corpi isolanti.

Ap-

Applicazioni de' principj generali ai fenomeni dell' atmosfera.

VIII. La terra è un corpo conduttore, l'aria che lo circonda è un corpo conduttore, e lo è tanto più, quanto è più pura e secca.

IX. Come l'aria circonda tutti i corpi che sono alla superficie della terra, ne segue che il fluido elettrico posto in movimento nei corpi conduttori, per qualunque siasi cagione non può scappare liberamente dalla superficie di questi corpi, appunto perchè sono per ogni punto in contatto coll'aria.

X. Un corpo elettrizzato per conseguenza, sospeso che sia nell'aria secca, siccome allora non comunica colla terra per mezzo di verun corpo conduttore, resta isolato.

XI. Se questo corpo però viene toccato da qualunque corpo conduttore che comunichi successivamente con altri conduttori fino alla terra, cessa tosto di essere isolato; ed il fluido elettrico di questo corpo scappando pei successivi punti di contatto di conduttore in conduttore, giugne fino al gran conduttore centrale ch'è la terra.

XII. Questa è la direzione che viene determinata dalla natura dell'aria circostante che si chiama il corso del fluido elettrico.

XIII. Questo corso di fluido elettrico, dal corpo sospeso nell'aria fino alla terra, si fa talvolta in maniera sensibile, strepitosa, e facile ad osservarsi, e ciò tanto più, quan-

to più l'aria circostante e secca, pura, ec. oppure in altri termini quanto meno è essa conduttore, o più isolante.

XIV. Al contrario il corso del fluido elettrico, dal corpo sospeso nell'atmosfera alla terra, è tanto meno sensibile e romoroso, quanto più l'aria è caricata di umidità e priva di facoltà dissolvente; di modo che essendo assai umida, non sono nulla, o quasi nulla sensibili i fenomeni elettrici, poichè i corpi conduttori non sono più isolati. La umidità dunque, ovvero l'acqua imperfettamente disciolta nell'aria, è un corpo conduttore.

XV. L'acqua ridotta in vapore è anche un conduttore più efficace, bastando che un corpo elettrizzato sia circondato di vapore acqueo, perchè all'istante sparisca l'elettricità tutta dal corpo suddetto, e cessino sul fatto tutti i fenomeni elettrici.

XVI. Da ciò ne segue che in tempo di nebbia, pioggia, ec. qualunque corpo esposto all'aria non è più realmente isolato.

XVII. Se l'acqua poi è perfettamente disciolta e combinata coll'aria, e che questa aria non sia compiutamente saturata d'acqua, cioè sia capace di discioglierne ulteriormente, come avviene nei tempi caldi e secchi, l'aria non perde la sua facoltà isolante; anzi, come si è detto, l'aria secca, o in altri termini l'aria avente affinità per l'acqua è un corpo assai isolante, o pochissimo conduttore.

XVIII. Consta anzi per esperienze note:

1. che

1 che l'umidità ed il vapore acqueo sono ottimi conduttori elettrici, e possono spogliare di tutta l'elettricità i conduttori elettrizzati: 2 che questo vapore, caricato che sia di elettricità tolta dai conduttori elettrizzati, si solleva, e seco trasporta l'elettricità, comunicandola, come fanno gli altri conduttori, ai corpi con cui va a mettersi in contatto: 3 che il calorico tanto combinato coll'acqua, quanto combinato coll'aria, contribuisce egli stesso a sollevare nell'atmosfera il fluido elettrico accumulato nei corpi, e diventa per così dire egli stesso un vero conduttore dell'elettricità, ed atto ancora ad aumentare negli altri corpi la proprietà conduttrice.

XIX. Da queste sperienze ne segue: 1 che il vapore acqueo sospeso nell'aria può divenire un gran serbatoio di fluido elettrico, particolarmente se questi vapori si sollevano dalla superficie di un conduttore elettrizzato: 2 che accumulandosi in nubi que' vapori che sollevar si possono dalla superficie della terra più, o meno elettrizzati, secondo lo stato elettrico del globo stesso, possono queste nubi isolarsi in mezzo all'atmosfera, nuotare in essa, e ritenere copia grandissima di elettricità.

XX. Le nubi dunque sono corpi conduttori, e sospese che sieno in un'atmosfera seccissima, come si spesso accade, sono esse precisamente conduttori isolatissimi.

XXI. Ciò posto, risulta distintamente esser dunque tre soli i grandi agenti che hanno par-

parte ai fenomeni dell'elettricità atmosferica. 1 La terra e tutti gli altri corpi che ad essa sono uniti od attaccati, che sono corpi conduttori. 2 L'aria o l'atmosfera che circonda la terra, ch'è un corpo non conduttore ossia isolante. 3 Le nubi, o l'acqua in vapore sospesa nell'aria che ne forma la loro base, che sono corpi conduttori isolati nel seno o nel mezzo dell'atmosfera.

Del moto dell'elettricità atmosferica.

Principj generali.

XXII. Perchè il fluido venga posto in moto, havvi duopo che il suo equilibrio sia rotto, cioè che venga a riscontrarsi in proporzioni differenti fra corpi che si ritrovano vicini. Allora facendosi anche astrazione dall'affinità del fluido elettrico pei corpi, egli si mette in moto per la sola legge della tendenza all'equilibrio.

XXIII. La confricazione è il mezzo il più noto onde render sensibile questo fenomeno.

XXIV. Di fatti nelle sperienze elettriche altro non si adopera che corpi conduttori, la cui forma e consistenza li rendono atti a confricare regolarmente e fortemente de' corpi non conduttori, dietro a cui i fenomeni elettrici si manifestano sensibilmente.

XXV. Ogni apparato elettrico pertanto consistere deve in tre ordini di corpi: 1 corpi conduttori non isolati, che servono come sopra di confricatori o strofinatori: 2 corpi
non

non conduttori, che ricevono l'azione dagli strofinatori suddetti che si nominano corpi elettrici, perchè è alla loro superficie che si manifestano i fenomeni elettrici: 3 corpi conduttori isolati che comunicano più, o meno immediatamente coi corpi elettrici, dai quali ricevono il fluido elettrico che successivamente si accumula, e si pone in movimento per mezzo della confrazione suindicata.

XXVI. Un dato grado di calore comunica da se solo a molti corpi non conduttori le proprietà elettriche. I corpi resinosi fusi ed il vetro stesso acquistano, raffreddandosi, questa proprietà. La tormalina e diverse pietre elettriche, come anche osservò il Poli, presentano i medesimi fenomeni.

XXVII. Il calorico dunque ha una doppia proprietà per mezzo della quale 1 elettrizza i corpi non conduttori come si è detto (XXVI): 2 aumenta la proprietà conduttrice di certi corpi conduttori. Una bottiglia di Leyden, per esempio, empita di vapori di acqua calda, o di quelli che espiriamo, e questi in quantità appena bastante onde formare col raffreddamento qualche goccia di acqua, si carica molto più con qualche girata del disco della macchina elettrica, di quello che si caricherebbe se contenesse una quantità assai più considerabile di acqua. Questa doppia proprietà sembra dimostrare perfettamente la proprietà conduttrice del calorico.

XXVIII. Se dunque il calorico è un corpo conduttore, giacchè si scorge per suo mezzo
che

che dei corpi non conduttori diventano elettrici, è facile assai il comparare la sua azione sopra questi corpi a quella ch'esercitano sopra di essi gli strofinatori: il conoscere che il calorico è ai corpi così elettrizzati, come gli strofinatori sono ai dischi elettrici negli apparati elettrici ordinarij: finalmente il pensare che la divisione che opera il calorico fra le parti de' corpi così elettrizzati, equivalga perfettamente ad una confricazione violenta.

*Applicazioni di questi principj
all'atmosfera.*

XXIX. Esaminandosi la natura dei corpi che contribuiscono all'elettricità atmosferica, vi si scorge tosto tutto ciò che costituisce un apparato elettrico particolare.

XXX. Due corpi in natura, l'uno conduttore non isolato, e l'altro non conduttore, sono in continua azione l'uno sopra l'altro con un moto rapidissimo e variato. La terra è il conduttore non isolato, l'atmosfera è il corpo non conduttore. Non è forse identica la terra allo strofinatore non isolato dell'apparato elettrico, e l'atmosfera al corpo elettrico non conduttore?

XXXI. Anzi ciò posto, si scorge che le nuvole diventano necessariamente i conduttori isolati in comunicazione del corpo elettrico, identici a quelli degli apparati elettrici particolari.

XXXII. Le continue alternative di caldo
e di

e di freddo entrano anch'esse a completare le cause che influiscono sulla produzione della elettricità naturale. Le cause generatrici però dell'elettricità ch'è sparsa nella natura, sono, come tante altre, comprese in quei segreti che la natura stessa sembra essersi a se sola riserbati.

XXXIII. I segni di questa elettricità sono stati dimostrati, come si sa, per migliaia di osservazioni, dacchè Franklin ha dimostrato nel 1752, che la folgore, i lampi, ec. altro non erano che fenomeni elettrici (I).

Differenze fra lo stato dell'elettricità atmosferica e quello dell'elettricità artificiale.

XXXIV. Havvi qui un'importante distinzione da farsi fra lo stato della elettricità artificiale e lo stato dell'elettricità atmosferica. I Fisici dicono, nel tal tempo l'elettricità è stata fortissima, e nel tal altro essa è stata debolissima. Quest'espressioni non possono mai riguardare l'elettricità atmosferica; ed altro non hanno per obbietto che di determinare lo stato dell'elettricità artificiale relativamente allo stato in cui si ritrova l'atmosfera circostante nell'atto della esperienza, ed altro quindi non significano se non se ch'essendo l'aria circostante più, o meno secca, o in altri termini più, o meno isolante l'elettricità eccitata negli apparati elettrici, che si trae dal serbatoio comune, da dei segni più, o meno manifesti di

sua

sua presenza per la difficoltà che incontra a disperdersi; cioè, si traggono, per esempio, più, o meno lontano da un conduttore elettrizzato delle scintille, e perde esso più, o meno presto lo stato suo di elettricità.

XXXV. L'elettricità veramente atmosferica al contrario dipende unicamente dai conduttori atmosferici, ovvero dallo stato elettrico delle nuvole sospese ed isolate nell'aria stessa, vale a dire, dalla quantità di elettricità di cui sono caricate; dal che accade talvolta che ne' tempi burrascosi, nelle nebbie, ecc. si scorge che questi corpi danno dei segni evidentissimi e violenti di elettricità nella atmosfera, mentre dall'altro canto la elettricità artificiale per lo stato dell'aria circostante è quasi affatto nulla nei luoghi delle sperienze, poichè essendo umida, diventa essa corpo conduttore in vece di corpo isolante.

XXXVI. Ecco da ciò due ordini diversi di fenomeni elettrici che si manifestano nell'atmosfera. Gli uni servono a dimostrare lo stato dell'aria relativamente alla sua qualità isolante, e sono come un compimento della igrometria; imperciocchè le proprietà isolanti, o conduttrici dell'aria sono in proporzione della sua secchezza, od umidità: gli altri appartengono allo stato elettrico e dell'atmosfera e dei corpi che sono in essa sospesi, cioè le nuvole. Quest'è l'ordine delle cose da considerarsi senza perdere di vista però lo stato degli apparati elettrici rapporto all'atmosfera.

Rep-

Rapporto fra lo stato dell' atmosfera e quello dell' elettricità artificiale.

XXXVII. Ecco alcune osservazioni generali ed esattamente comprovate.

XXXVIII. La forza dell' elettricità negli apparati elettrici non ha alcun rapporto regolare e costante colle variazioni del termometro alla temperatura in cui viviamo. L' aria calda e secca è più isolante che l' aria fredda ed umida, ec.

XXXIX. Non havvi egualmente alcun rapporto regolare e costante fra il barometro e l' elettricità alla pressione in cui viviamo: Sovente l' elettricità s' indebolisce, mentre il barometro ascende, e si accresce, mentre il barometro si abbassa, ec.

XL. L' elettricità artificiale varia all' opposto regolarmente e costantemente, e forse unicamente in ragion della secchezza e della umidità dell' aria.

XLI. I venti influiscono molto sopra la forza dell' elettricità. Essa è nel maggior vigore quando il Nord domina; essa è fortissima egualmente quando soffia il vento d' Est. Essa s' indebolisce quando il vento passa all' Ouest, ed il vento umido è quello che le è il più sfavorevole. I venti stessi dunque influiscono sopra la forza dell' elettricità secondo lo stato di secchezza, o di umidità delle masse di aria, che si trovano agitate, o in altri termini, secondo lo stato di affinità, o di forza dissolvente dell' aria per l' acqua.

XLII.

XLII. Quando lo stato dell'atmosfera è costante, quando non giungono nei nostri climi cangiamenti frequenti, l'elettricità aumenta di forza nella mattina in proporzione che ci allontaniamo dal levar del sole; giugne al suo maggior grado di forza verso il mezzodì, si diminuisce sensibilmente e soprattutto nella state al momento che il sole tramonta, e continua ad indebolirsi a misura che si va avanzando nella notte.

XLIII. Ciò non indica, per le cose dette, che il sole abbia direttamente un'influenza sopra l'elettricità, ma bensì che agendo esso onde l'atmosfera divenga più, o meno secca, secondo le ore in cui si ritrova sopra l'orizzonte, fa che l'elettricità si dimostri più, o meno energica.

XLIV. L'elettricità si può anche fortificare di notte, qualora, come si è detto (XLIII), vi si sostituisca un vento secco ad una costituzione di aria umida. Quando il tempo è variabile, quando è incostante, la forza dell'elettricità prova alternative frequenti ed improvvise; questi cangiamenti hanno luogo sovente nei giorni burrascosi, perchè allora tutto ad un tratto l'elettricità fortissima, o debolissima si fortifica, o s'indebolisce vieppiù secondo la prossimità; o l'allontanamento di una nuvola che passa, e che agisce secondo che essa è elettrizzata positivamente, o negativamente.

XLV. L'inverno è in generale la stagione la più favorevole per l'elettricità. Essa è molto più debole durante la state. Essa non
è mai

è mai sì forte come ne' gran geli specialmente se il cielo è sereno, poichè allora l'aria è la più secca. Per forte ch'essa sia nella state in tempo sereno, lo è sempre meno che in inverno quando il gelo è forte e non havvi nuvole.

XLVI. L'elettricità s'indebolisce ne' giorni piovosi, e tanto più, quanto più durano essi lungo tempo; nulla di meno le brine, le nebbie e le piogge stesse dell'inverno, sebbene di lunga durata, non diminuiscono tanto la forza dell'elettricità, quanto la diminuiscono i semplici vapori della state, che si sollevano, ed oscurano l'aria e le piogge leggere che cadono in quella stagione.

XLVII. L'umidità e la pioggia dunque influiscono tanto più sull'elettricità, quanto più l'aria è calda, e tanto meno, quanto più l'aria è fredda, essendochè, a circostanze eguali nel resto, l'aria scioglie più acqua quando è calda, che quando è fredda; dal che ne siegue che l'elettricità si sostiene ad un certo grado durante le piogge quand'esse vengono dal Nord, e s'indebolisce tutto ad un tratto quando vengono portate dai venti del Sud, Ouest, &c.

XLVIII. Ciò esposto, ritorniamo all'elettricità veramente atmosferica, vale a dire a quella ch'è propria dell'atmosfera, considerata come una gran macchina elettrica in un movimento continuo.

*Dei differenti stati dell' elettricità
atmosferica.*

Principj generali.

XLIX. I Fisici hanno generalmente osservato due stati nella disposizione elettrica dei corpi, e come nell' uno di questi stati la corrente elettrica sembra stabilirsi dal corpo elettrizzato ai corpi circostanti, e nell' altro all' opposto sembra essa stabilirsi uscendo dai corpi circostanti per portarsi al corpo elettrizzato, così si è supposto, dietro la legge nota della tendenza di questo fluido all' equilibrio, che nell' ultimo di questi casi il corpo elettrizzato fosse spoglio della sua naturale porzione di fluido elettrico, e quindi attirasse quello dei corpi circostanti; e che nel primo caso al contrario il fluido elettrico si trovasse per eccesso e ne versasse sopra tutti i corpi vicini. Ognuno di questi stati si manifesta con particolari fenomeni di cui sarebbe inutile l' indicare le particolarità, bastando ora il sapere che all' uno di questi stati, come riportò il Poili, si è dato il nome di elettricità positiva o in più, ed all' altro quello di elettricità negativa o in meno.

L. Questa distinzione fra lo stato dell' elettricità nei corpi può esser ravvisata in due maniere; imperciocchè se un corpo si ritrova meno caricato di fluido elettrico di un altro, allora si può dire ch'esso è elettrizza-
to

to in meno relativamente all' altro, giacché la rottura dell' equilibrio fra questi due corpi è a suo svantaggio. Questa differenza per conseguenza non è che relativa. Ma un corpo qualunque può essere spogliato del suo fluido elettrico in maniera di trovarsi al di sotto dell' equilibrio generale del globo, ed allora si ritrova esso elettrizzato in meno relativamente non ad un corpo, ma a tutti i corpi che sono nello stato naturale. Questo è veramente e realmente ciò che si chiama l' elettricità negativa o in meno.

LI. Molti mezzi producono nell' elettrizzazione questa differenza da cui risulta lo stato positivo, o negativo dell' elettricità; questo stato dipende dalla natura dei corpi che si elettrizzano mutuamente, e dalla maniera con cui sono disposti nella loro elettrizzazione.

LII. Havvi dei corpi, come le resine, lo zolfo, ec., che comunemente si elettrizzano negativamente, ed havvene di quelli, come il vetro, le sostanze vitree, ec., che comunemente si elettrizzano positivamente; la natura degli strofinatori influisce però sopra questi stati, ed un tal corpo si elettrizza positivamente con tal sorta di strofinatore, mentre si elettrizza negativamente con una altra sorta di strofinatore. Molti esempj esistono già di questi fatti.

LIII. La maniera in fine con cui vengono disposti i corpi che si elettrizzano mutuamente, determina la natura dell' elettricità ch' essi prendono; e si sa che una macchina

elettrica può essere montata positivamente, o negativamente a volontà, secondo il senso nel quale si stabilisce la corrente elettrica, e specialmente quando gli strofinatori sono isolati.

LIV. Queste non sono però le sole circostanze nelle quali si manifestano i differenti stati di elettricità. La vicinanza de' corpi elettrizzati influisce sopra tutti i corpi circostanti; e ciò in modo più, o meno sensibile secondo la distanza in cui si trovano gli uni dagli altri.

LV. O i corpi circostanti sono in contatto coi corpi elettrizzati, ed allora la comunicazione fra essi si stabilisce immediatamente, e non fanno che un tutto in cui l'equilibrio del fluido elettrico è perfetto (IV).

LVI. O i corpi circostanti sono separati dai corpi elettrizzati con una tal distanza, che l'equilibrio non si può stabilire, che con una scarica rapida, sonora e luminosa che forma la scintilla elettrica.

LVII. O infine i corpi circostanti, quantunque collocati fuori della distanza necessaria per determinare la scarica elettrica del corpo elettrizzato, sono ancora nell'atmosfera del corpo elettrizzato, vale a dire sono ancora abbastanza vicini per sentirne la sua influenza, quantunque ciò non faccia che si possa stabilir l'equilibrio sia per una comunicazione sensibile, sia per una scarica improvvisa.

LVIII. Da queste sperienze ne segue che un corpo isolato, collocato nell'atmosfera
elett.

elettrica d'un conduttore elettrizzato, senza ricevere alcuna porzione dell' elettricità del conduttore stesso, prova nello stato ed equilibrio della sua elettricità naturale un cambiamento notevole.

LIX. Se il conduttore è elettrizzato in più, l'estremità del corpo isolato la più vicina a questo conduttore si ritrova elettrizzata in meno, e la più lontana si ritrova elettrizzata in più e reciprocamente, come se l'elettricità naturale di questo corpo fosse respinta da un'estremità all'altra per la forza elettrica dell'atmosfera nella quale egli è immerso.

LX. Fra queste due estremità differentemente elettrizzate havvi un punto medio nel quale il corpo sembra nel suo stato naturale, e l'elettricità in più, o in meno delle due estremità divengono tanto più sensibili, quanto più le estremità sono lontane da questo punto medio. Così questo punto divide la somma dell'elettricità dei corpi, in questo stato, in due porzioni di cui l'una si fortifica di tutto ciò che l'altra mostra di perdere.

LXI. Questo punto non è precisamente collocato nel mezzo delle due estremità, ma è più vicino a quella ch'è vicina al conduttore elettrizzato; e tale n'è la proporzione, che le distanze delle due estremità a questo punto medio sono fra di loro geometricamente nella medesima ragione che le loro distanze rispettive dall'estremità del conduttore elettrizzato, nell'atmosfera del quale è sollocato il corpo di cui esse fanno parte.

LXII. Da questa osservazione fu dedotta una dimostrazione esatta e conforme ad una continuazione notevole di sperienze, cioè, che l'atmosfera elettrica decresce in ragione inversa del quadrato delle distanze.

LXIII. Da questa stessa dimostrazione risulta che la rimozione dell'elettricità naturale nel corpo isolato è interamente dovuta alla legge della tendenza all'equilibrio, e che la proporzione nella quale il fluido si porta dall'una estremità verso l'altra, è interamente conforme a quella nella quale decresce l'atmosfera elettrica nel conduttore. Ove havvi più atmosfera elettrica, havvi meno elettricità naturale nel corpo isolato; ove havvene di meno, havvi più elettricità naturale nel corpo isolato, e così formasi l'equilibrio.

LXIV. Se mentrechè il corpo isolato è così disposto, si scarica subitamente il conduttore nell'atmosfera, del quale egli è caricato, questo corpo ritorna tosto al suo stato ordinario, senza aver niente perduto della sua elettricità naturale, e senza aver nulla acquistato, e ciò perchè il livello elettrico si ristabilisce fra queste due estremità.

LXV. Se senza scaricare il conduttore, vuolsi ritirare il corpo isolato dall'atmosfera elettrica nella quale egli è immerso, ritorna esso egualmente al suo stato naturale senza aver nulla perduto, o acquistato.

LXVI. Ma se avanti di scaricare il conduttore elettrizzato, o avanti di ritirare il corpo isolato dall'atmosfera elettrica, si scarichi l'estremità di questo corpo isolato, quel-

quella cioè ch'è più lontana dal conduttore, e che si ritrova in uno stato d'elettricità positiva, allora spogliato d'una porzione della sua elettricità naturale, egli si ritroverà elettrizzato negativamente, quando si torrà dall'atmosfera elettrica. Egli si ritroverà al contrario elettrizzato positivamente se si farà la medesima operazione con un apparato d'elettricità negativa.

LXVII. Se verso l'estremità di questo corpo la più lontana dal conduttore si colloca successivamente uno, o più corpi isolati, o no, che non sieno contigui con esso, ma che sieno separati da un picciolo intervallo, allora la sua elettricità naturale in luogo di accumularsi nell'estremità, come si dice, passa ne' corpi vicini per mezzo d'una corrente elettrica, o per mezzo di picciole scintille ripetute secondo la distanza frapposta.

LXVIII. Tutto restando in questo stato, se si scarica il conduttore, tutta l'elettricità ch'era passata successivamente nei corpi vicini, ritrecede in un istante sopra al corpo isolato da cui essa partì. Quest'effetto ha luogo nel momento stesso in cui la scintilla parte dal conduttore; e questo è ciò che fu chiamato *contraccolpo elettrico*.

LXIX. Se nell'intervallo che separa il corpo isolato dai corpi vicini, in cui il contraccolpo ha luogo, si pone una foglia di stagno sottilissima, lo stagno si fonde in quel tal punto, qualora la macchina elettrica abbia un certo grado di forza.

LXX. Se una persona si collochi in luogo del corpo isolato, colle sue due mani rappresentando le due estremità di questo corpo isolato, e in questa posizione subisca la medesima prova, essa riceverà al momento del contraccolpo una commozione simile a quella della bottiglia di Leyden. Questa commozione la colpisce ne' due pagni e nel petto, ed è più, o meno forte secondo le circostanze e la disposizione dell'apparato.

Applicazione di questi principj ai fenomeni atmosferici.

LXXI. I fenomeni atmosferici rispondono a queste leggi generali dell'elettricità, e sono evidentemente conformi.

Stato positivo e negativo dell'atmosfera.

LXXII. E' stato già dimostrato, che i due stati di elettricità, stato positivo, e stato negativo, si riscontrano l'uno e l'altro nell'atmosfera.

LXXIII. Fu osservato, che l'atmosfera saggiaa o per il cervo volante elettrico, o per qualunque altro strumento disposto a quest'effetto, si ritrovava quasi sempre in uno stato elettrico negativo, o positivo sensibile, e rarissime volte in uno stato neutro.

LXXIV. Sovente questo stato neutro non è che apparente, e non è che il momento del passaggio dallo stato positivo al negati-

vo mercè l'avvicinamento d'una nuvola caricata d'una elettricità opposta a quella dell'atmosfera.

LXXV. In generale lo stato elettrico dell'atmosfera, quando il tempo è chiaro e sereno, è quasi sempre positivo, soprattutto presso ad una certa distanza dalle case, dagli alberi, ec.

LXXVI. Al contrario lo stato elettrico della maggior parte delle nuvole è negativo, ed egualmente è negativo quello delle piogge, della neve, della grandine, ec.

LXXVII. Nondimeno quello delle nebbie è quasi sempre positivo.

LXXVIII. L'avvicinamento delle nuvole diminuisce quasi sempre lo stato elettrico dell'atmosfera, perchè, come si disse di sopra (LXXIV, LXXVI), la loro elettricità è quasi sempre opposta a quella dell'atmosfera, vale a dire, è quasi sempre negativa.

LXXIX. Nondimeno queste nubi sono sovente elettricissime, e l'elettricità la più forte nello stato negativo ha comunemente luogo ne' tempi di nuvole burrascose, e durante le piogge che le accompagnano: la più forte al contrario, nello stato positivo, ha luogo ne' tempi di diaccio e di nebbie, ed a circostanze pari i segni elettrici sono tanto più forti e più sensibili, quanto l'istrumento destinato a farne la prova è più innalzato nell'atmosfera.

LXXX. Sembra sovente che i venti influiscano sopra le variazioni elettriche dell'atmosfera, aumentando, o diminuendo la sua
elec-

elettricità, e cangiandone ancora lo stato, secondo il rombo verso il quale si dirigono, secondo la forza con cui soffiano, e secondo le nuvole che scacciano scorrendo. Niente però havvi di rigorosamente costante oltre a ciò che si è riportato di sopra (XLI).

LXXXI. Le scintille che si traggono dai conduttori disposti per saggiare l'atmosfera, hanno un carattere ben determinato. Sono corte come la scintilla che si trae dalla bottiglia di Leyden carica; sono egualmente assaissimo piccanti; e quando il conduttore le lancia con vivacità e spesso spontaneamente, o quando l'elettrometro nel qual termina questo conduttore, è a un grado un poco forte, allora queste scintille danno ne' gomiti, nelle gambe e nel petto delle scosse simili a quelle della commozione elettrica. Questa osservazione richiama quella di sopra enunciata che accompagna il contraccolpo elettrico (LXX).

LXXXII. E' dunque ben dimostrato che l'elettricità sparsa nell'atmosfera si ritrova in due stati positivo e negativo secondo le circostanze; che l'aria, le nuvole, la pioggia, la grandine, la neve e le nebbie sono quasi sempre in uno stato elettrico ben sensibile, e che havvi poche circostanze in cui l'atmosfera ed i corpi atmosferici non diano alla prova de' segni notabili d'elettricità.

*Effetti della tendenza all'equilibrio
nell'elettricità atmosferica.*

LXXXIII. Bisogna figurarsi 1 che l'aria, le nuvole, la pioggia non danno segni d'elettricità se non se perchè il globo è egli stesso relativamente all'atmosfera in un stato elettrico; 2 che questi segni per conseguenza non sono che l'espressione sensibile della differenza che esiste fra l'elettricità del globo e quella dei corpi atmosferici; 3 che quando questi sembrano a noi in uno stato negativo, si deve concludere che il globo, di cui noi facciamo parte, è relativamente a questi corpi nello stato positivo, e reciprocamente; 4 che nel caso rarissimo in cui questi corpi non dessero alcun segno d'elettricità, sarebbe quello il caso in cui l'equilibrio fra il globo e l'atmosfera sarebbe perfetto (LII).

LXXXIV. Così l'elettricità atmosferica, come l'elettricità artificiale, è sottomessa alla legge universale della tendenza all'equilibrio; ed i fenomeni che risultano da questa legge, debbono esser dedotti; 1 dalle proporzioni rispettive fra lo stato elettrico del globo e quello dei corpi atmosferici; 2 dall'intervallo che li separa; 3 dallo stato dell'aria che riempie quest'intervallo, che secondo i tempi è più, o meno elettrico, e più, o meno isolato.

LXXXV. Non havvi dunque scampo: o l'isolamento persiste, o l'equilibrio si ristabi-

bilisce. O questo equilibrio si stabilisce insensibilmente, o con fenomeni apparenti.

LXXXVI. Se l'aria è isolantissima, cioè secchissima, o se i corpi atmosferici sono ad una gran distanza dal globo, la comunicazione è assolutamente intercettata (X) e non si manifesta nell'atmosfera alcuno degli ordinarj fenomeni elettrici.

LXXXVII. L'isolamento cessa quando si stabilisce una comunicazione fra il globo ed i corpi atmosferici. Se questa comunicazione è o immediata (LVII), o assai estesa, l'equilibrio si stabilisce insensibilmente e senza fenomeni apparenti. Quest'è ciò che accade ne' tempi umidissimi, nelle piogge d'una grande estensione e lungamente continuate, nebbie, grandi rugiade, e ne' tempi nuvolosi uniformemente coperti, e non per masse di nuvole isolate qua e là sparse. In tutti questi casi l'aria perde più, o meno della sua facoltà isolante (XIV), ed è provato dalla sperienza, come si è detto di sopra, che i corpi intermediarj che formano questa comunicazione, sono realmente corpi conduttori in uno stato elettrico.

Fenomeni sensibili dello stabilimento dell'equilibrio.

LXXXVIII. Se la comunicazione de' corpi atmosferici col globo non è abbastanza completa, se essa non ha un'estensione proporzionata alla quantità dell'elettricità che dai corpi atmosferici si deve scaricare, allora la

sca-

scarica non può più essere insensibile, e l'equilibrio non si ristabilisce che per mezzo di violenti esplosioni, che danno luogo a fenomeni apparenti, quali sono il tuono, il lampo, la folgore, ec. (LVI).

LXXXIX. Quest'è ciò che ha luogo in tutti i casi, 1 quando corpi atmosferici sono elettrizzatissimi, vale a dire, la differenza fra il loro stato elettrico, tanto rispettivamente fra loro, quanto fra loro ed il globo, è grandissima; 2 quando questi corpi sono nel medesimo tempo assai grandi e molto numerosi; quando essi sono molto vicini al globo, avvicinamento ch'è necessario onde si possa equilibrare la differenza che vi è fra lo stato del globo ed il loro; 4 quando l'aria conserva ad onta di quest'avvicinamento una proprietà dissolvente, cioè isolante, sufficiente onde non convertirsi in corpo conduttore almeno nella regione la più vicina al suolo. Havvi allora uno stato elettrico infinitamente energico, e la comunicazione fra corpi atmosferici ed il globo non è punto in proporzione colla carica o differenza elettrica dei corpi elettrizzati.

XC. Così avviene, che quando dopo un tempo secco, caldo e sereno, nel quale l'aria prende uno stato elettrico positivissimo (LXXVII) si formino grosse nuvole che si ammonticchiano senza confondersi, che sembrano bassissime, e che, come lo provano le osservazioni (LXXVI, LXXVIII), sono in generale rapporto al globo in una differenza elettrica considerabilissima; allora il turbine
scop-

scoppia, le nuvole si scaricano, sia le une sopra le altre secondo il loro stato rispettivo, sia sulle parti le più eminenti del globo; e l'equilibrio si ristabilisce più, o meno completamente dopo un numero maggiore, e minore di scariche.

Sperienze sulla folgore.

XCI. Quest' effetto è reso singolarmente sensibile per mezzo d'una speranza di Mauduyt, la più singolare e la più dimostrativa forse che siasi giammai eseguita, e che si è nominata perciò la speranza della folgore.

Abbiate una giara elettrica, o una bottiglia di Leyden cilindrica, della tenuta di quattro pinte circa. Abbiate egualmente una palla di metallo abbastanza grossa perchè non entri nella bottiglia; isolate questa palla congegnandola sopra una colonna di vetro ritta che andrà a conficcarsi nell'altra estremità in un piede di legno atto a sostenere la colonna, la palla, ec. Questa palla, nella parte inferiore che resta fuori della bottiglia, sarà pure munita d'un anello metallico, il cui uso è di ricevere l'estremità ricurva d'una delle solite verghe metalliche, mentre l'altra estremità va ad abbracciare l'anello del conduttore della macchina elettrica onde formarsi fra la macchina elettrica e la palla una perfetta comunicazione.

Dopo di aver benissimo asciugato e seccato la giara, e dopo di averla fatta raffredda-

da

dare in un'aria secca, prendetene il fondo con una mano, rovesciatene l'orifizio ed applicatelo sopra la palla di metallo, fate poscia girare il disco della macchina; e la giara si caricherà. Se l'elettricità è forte, cadranno di continuo delle scintille dall'armatura interna della giara, che si lanceranno sopra la palla interna di metallo. Per quanto lungo tempo si giri il disco, non si otterrà nulla di più. Se l'elettricità non è forte assai, e se havvi un poco d'umidità nell'aria, non partirà dall'armatura interna alcuna scintilla, e la giara si caricherà senza detonazioni.

Qui Mauduyt consiglia di scaricare la giara come si scarica la bottiglia di Leyden, di caricarla egualmente co' mezzi ordinarij scaricandola in seguito, e di osservare i fenomeni che hanno luogo in queste sperienze per fare delle comparazioni. In seguito egli procede alla sperienza principale, i cui fenomeni sono differentissimi da quelli che hanno luogo nella giara secca. Eccoli. Si prenda con una mano il fondo della giara, si versino in essa tre, o quattro espirazioni, si rovesci in seguito e si applichi il suo orifizio sopra la palla di metallo, appoggiando sopra il fondo della giara la palma della mano; facciasi girare il disco della macchina come antecedentemente: passerà qualche tempo senza che si senta alcun mormorio per forte che sia l'elettricità, e senza che i cuscinetti strofinatori della macchina sieno luminosi, facendosi la sperienza nell'oscurità, come la
più

più propria per rimarcarne tutti gli effetti. (Questa osservazione è importante, perchè questo fatto ha luogo tutte le volte che si caricano i vapori acquosi che assorbono molto fluido elettrico, mentre caricandosi con aria secca qualunque corpo della stessa maniera, s'intende attorno il disco un mormorio sensibilissimo, e i dischi della macchina sono luminosi fino dal principio della esperienza). Si stabiliranno ben presto però delle correnti elettriche che sembreranno partire dall'armatura interna sopra la palla di metallo. Esse saranno accompagnate da un fragore che andrà continuamente aumentando. Le correnti che nella esperienza a secco si propagavano per linee parallele, saranno dirette in linee convergenti. Queste correnti spariranno, il mormorio si aumenterà di molto, e nel momento stesso partirà una esplosione, il cui fragore sarà secco, acuto, e così considerabile come quello che produce la coreggia del postiglione il più forte, e forse assai più considerabile.

Nel momento istesso in cui parte l'esplosione, si scorge nella giara una luce viva che la riempie nella maggior parte. Questa luce è bianca, estesa, simile a quella del lampo, ed abbastanza considerabile perchè nel mezzo della notte quattro, o cinque persone attorno di quella che tiene la giara, si riconoscano un istante. Un'estensione di 22 piedi di lunghezza, e 18 di larghezza n'è rischiarata in tutte le sue parti, come accaderebbe per mezza della luce d'un lampo debole.

Que-

Questa luce bianca ed estesa è attraversata da una luce più viva, che sembra più concentrata, e che qualche volta è di un rosso tirante al violetto; e più sovente di un color di fuoco vivo ed acuto.

Questa ultima luce occupa il centro della prima nel momento dell'esplosione, sembra attraversarla con impetuosità qualche volta come un solco, ed altre volte sotto a forme difficili a descriversi, ed a compararsi a forme note.

Questa doppia luce è essa reale, inerente all'esperienza, o non è che un effetto del riflesso occasionato dalle pareti della giara? E' certo che non si ottiene niente di simile quando la giara sia caricata a secco, e si tragga la scintilla anche vicinissimo al fondo della giara, circostanza nella quale le riflessioni, quantunque meno forti, dovrebbero aver luogo e produrre i medesimi effetti colla differenza soltanto d'esserne più deboli.

Quando l'esplosione è finita, se si continua a girare il disco si fa un nuovo silenzio seguitato dai medesimi fenomeni, e con una detonazione simile in tutto alla prima. Havvene cinque, o sei in seguito, dopo le quali le scintille cominciano a cadere dai lembi dell'armatura sopra la palla di metallo (come nella speriienza a secco); o si fa un silenzio profondo, e la giara si scarica incompletamente senza detonare, come quando si fa la speriienza senza aver soffiato il vapore espirato nella giara, e quando essa era sec-

ca. Soffiandosi di nuovo nella giara, questo fenomeno ricomincia; lochè indica ch'egli ha luogo tanto tempo, quanto vi restano dei vapori nell'interiore.

La quantità di luce che si scorge, e lo strepito che si sente, in questa sperienza, sono forse dieci volte più considerabili della luce e dello strepito che hanno luogo quando la giara detona a secco, ciocchè rende chiaro che il vapore si carica in questa sperienza d'una grandissima quantità di fluido elettrico. Lo splendore e lo strepito sono tali in questa sperienza, che sembra certo che la giara debba spezzarsi nell'una, o nell'altra detonazione, lochè per il fatto non avviene. Per la riuscita delle sperienze, come si disse di sopra, l'aria ed i vasi debbono esser ben secchi.

Applicazione della sperienza precedente.

XCI. E' facile il fare a ciò che avviene in natura, l'applicazione di questa sperienza. Lo stato abitualmente elettrico del globo terrestre e dell'aria che lo circonda (LXXIII) è benissimo rappresentato dallo stato elettrico del globo di metallo allora quando si gira il disco della macchina; e nel resto della sperienza il vapore rappresenta le nuvole, la luce bianca, il lampo; la luce viva, la folgore, la detonazione, lo strepito; giacchè pel voltolamento romoroso si comprende facilmente perchè esso non abbia luogo in una giara di 4 pinte di capacità. Si può

può anche aggiungere che il dissipamento del vapore sembra annunziare qualche cosa d'analogo con ciò che ha luogo in natura, allorchè le nuvole si cangiano in torrenti d'acqua e si precipitano sopra la terra, liberando l'atmosfera di una quantità immensa d'acqua. Tutto ciò indica in somma quanto si possa variare questa stupenda esperienza, ed a quante riflessioni essa possa dar luogo.

XCIII. Un altro vantaggio che si trae da questa esperienza, si è quello di vedere la maniera con cui il fluido elettrico circola dal globo al vapore e dal vapore al globo, e di accordare i fenomeni dimostrati dai Fisici colle apparenze le più ordinarie della folgore, delle procelle, ec.

XCIV. Lo stato abituale dell'elettricità positiva del globo terrestre, e lo stato quasi sempre negativo dei corpi atmosferici han fatto pensare a molti Fisici, come osservò il Poli, che la folgore si lanciasse quasi sempre dalla terra verso le nuvole; molti esempj in cui la folgore è realmente e sensibilmente partita dal globo, confermavano questa opinione. I disordini ch'essa occasiona sopra i corpi terrestri, non la distinguerebbero, perchè si concepisce facilmente che in un'esplosione simile il corpo dal quale essa parte, può essere attaccato in maniera così violenta come quello sopra a cui la folgore si dirigesse. Le apparenze però le più ordinarie hanno sempre fatto credere che la folgore parte dalla nuvola.

XCv. La difficoltà che nasce da questa

contraddizione apparente sembra interamente levata dalla sperienza di Mauduyt. Cosa accade in questa sperienza? Nel primo tempo l'elettricità comunicata al globo fu assorbita in silenzio dal vapore acqueo, il qual rapporto al globo si ritrova come la nuvola rapporto alla terra, in uno stato negativo. E' proprio de' vapori acquosi l'annientare tutti i fenomeni elettrici nel tempo stesso ch'essi ricevono il fluido dai conduttori elettrizzati (XV).

XCVI. Nel secondo tempo la sopraccarica comincia a manifestarsi nell'armatura interna della giara, e le scintille si lanciano non dal globo verso quest'armatura, ma da questa sopra il globo. L'armatura dunque è già passata allo stato positivo relativamente al globo. In fatto l'elettricità comunicata al globo si spande a misura ch'esso la riceve e sopra il vapore e sopra l'armatura, e da questi corpi essa non passa ad alcun altro corpo, perch'è ritenuta dal corpo non conduttore, ossia dal vaso di vetro che la circonda.

XCVII. Nel terzo tempo il vapore, ch'è più tardo a sopraccaricarsi dell'armatura, prende infine una forte sopraccarica; tutte le sue parti divengono lumiose, ed il fuoco elettrico riunito in un filone si scaglia sopra il globo con uno strepito, tanto più forte, quanto più è grande la materia che ha prodotto la sopraccarica. Fatta una esplosione, bisogna caricar di nuovo il vapore per produrre un'altra.

XCVIII. Nel quarto tempo il vapore tro-

VAB.

vandosi distrutto, il fenomo non ha più luogo, e non può rinnovarsi che per una nuova introduzione di esso. Quest' è la parte della sperienza sopra a cui rimangono a farsi molte ricerche per conoscere lo stato preciso a cui è passato il vapore, allorchè è diventato incapace a ricevere una sopraccarica novella. E' però fuor di dubbio che il vapore successivamente rarefatto dal fluido elettrico siasi insensibilmente fatto strada fra le fessure, benchè sieno quasi insensibili fra l' orlo del vaso e la palla immersa.

XCIX. Sembra dunque ben chiaro che nel tempo che precede un tempo burrascoso, ec., tempo in cui gli animali tutti sono in uno stato d'oppressione singolare, ed in cui l'elettricità aerea si annienta (LXXIV, LXXVIII), tutta questa elettricità si porti nelle nuvole con un'estrema rapidità. Se questa elettricità non è assai considerabile per produrre nelle nuvole una pronta sopraccarica, il tempo burrascoso è differito, e si sa che quella specie di annientamento elettrico che precede i tempi burrascosi, le detonazioni procellose, ec. durano sovente lunghissimo tempo, e qualche volta più giorni.

C. Il temporale è quasi sempre preceduto da lampi, e da romoreggiamento senza lampi; allora è fra le nuvole che il tutto avviene, scaricandosi la nuvola sopraccaricata sopra quelle che lo sono meno; e tutto il male si limita in alcuni temporali a queste deboli detonazioni, vale a dire, ad un equilibrio di fluido elettrico fra le nuvole stesse.

CI. Ma è quando la folgore scoppia e si lancia sopra il globo che s'intende quel fragore terribile, che sembra il cielo in fuoco, ed in cui il tratto che traversa l'aria sembra solcare la nuvola, e lasciarvi per qualche tempo un'impressione infuocata. Dei torrenti d'acqua terminano in questi temporali la scena, esauriscono la nube, e la calma si ristabilisce.

CII. Ne risulta da ciò, che quantunque le nuvole prima della burrasca sieno relativamente all'aria ed al globo in uno stato negativo, può la folgore in questo medesimo caso partir dalla nuvola, e può realmente essere, come lo è all'apparenza, una scarica di uno stato elettrico positivo, stato che la nuvola può chiaramente acquistare dal globo; imperciocchè il globo, come si è osservato nella sperienza di sopra, perde subitamente il suo stato positivo per l'approssimazione d'una nuvola elettrizzata negativamente.

Esempj del contractoipo elettrico.

CIII. Questa teoria della folgore non è altrimenti in contraddizione con quella di Mathon, il quale crede, che sovente nel momento in cui la folgore parte da un dato luogo della nuvola, accada che dalla parte opposta ed anche assai lontana dal luogo della scarica fulminante, i corpi esposti all'atmosfera elettrica di questa medesima nuvola sieno percossi dal solo effetto d'un contractoipo.

pe

po elettrico secondo la teoria e le sperienze di sopra esposte (LX e seg.).

CIV. Cita egli molti fatti che sembrano dimostrare quest'idea. Molte persone, per esempio, assai distanti le une dalle altre, sono state tutte e nel medesimo colpo percosse dalla folgore. Degli animali sono stati colpiti ad una gran distanza dal luogo del lampo. Si videro persone, colpite dalla folgore, non provare alterazione che nei loro piedi e nelle suole stracciate in pezzi, come quelle che sono più prossime al suolo, ove il contraccolpo deve farsi al momento in cui la nuvola soffre lungi da quel luogo una scarica improvvisa. Di fatto il corame nelle suole, egualmente che molti altri corpi intermediarj fra il suolo e l'uomo, essendo conduttori imperfetti, non possono essere considerati come atti a stabilire dal suolo all'uomo una comunicazione immediata. Si vide una persona toccare un parafulmine, la cui continuità era interrotta, ricevere una violenta commozione nel momento, che un lampo partiva assai lontano dal luogo in cui era situato; infine si vide in una simile interruzione apparire una luce brillante ed improvvisa nel momento che ad una gran distanza di questo luogo un lampo partiva dalla nuvola.

CV. A queste poche riflessioni si limita tutta la teoria dell'elettricità atmosferica. Dietro ad essa si concepirà facilmente che secondo le variazioni della proprietà isolante dell'aria, secondo il numero e la dispo-

RIFLESSIONI

sizione dei corpi atmosferici secondo la forza della carica elettrica che riceve il globo avanti di comunicarla a questi corpi, i fenomeni elettrici debbono variare nelle differenti ore del giorno, nelle differenti stagioni dell'anno, e nei differenti climi del globo.

CVI. Si concepirà pure facilmente la cagione per cui pochissimi tempi procellosi hanno luogo da un' ora prima fino a due ore dopo il levar del sole; quando al contrario il grandissimo numero accade tre, o quattro ore dopo il mezzodì fino a notte. Il raffreddamento che ha luogo nel levar del sole, la rugiada che allora si forma, i vapori che si innalzano in seguito dal suolo e dalla superficie delle acque, formano un immenso mezzo di comunicazione col fluido elettrico atmosferico, e toglie per conseguenza all'aria la sua proprietà isolante. Nel giorno la facoltà isolante dell'aria si ristabilisce, le nuvole dilatate e in parte disciolte nell'aria si allontanano successivamente dalla terra e sovente spariscono; la sera esse si condensano, si precipitano, si avvicinano al suolo, e nei giorni burrascosi in cui il sereno non ha luogo, non si forma al tramontar del sole alcuna comunicazione che ristabilisca insensibilmente l'equilibrio fra il suolo ed i corpi atmosferici.

CVII. Da ciò si comprende pur facilmente come dei turbini, dei temporali, ec. i più violenti sono quelli che sopravvengono dopo una stagione lungamente secca, in cui l'aria avendo conservato lungamente la facoltà iso-

lan-

lante, ha dovuto diventare elettricissima; e per conseguenza perchè nei nostri climi temperati, ma incostanti e variabili, i temporali possono esser frequentissimi, ma molto meno violenti che in quei climi in cui le temperature secche (sieno calde, o fredde) si sostengono lungo tempo senza variazione.

CVIII. Da tutto ciò si comprende ancora perchè avvengano temporali considerabili nelle contrade assai boreali, in quei luoghi in cui l'aria lungamente secca in mezzo ai ghiacci è nel medesimo tempo luminosa durante quelle lunghe notti, in cui le aurore boreali rimpiazzano la chiarezza del sole; perchè avvengano parimente grandi temporali nelle contrade sotto l'equatore in cui l'anno si divide in due grandi stagioni, la stagione secca e la stagione delle piogge; perchè finalmente i temporali frequentissimi e moltiplicatissimi del continente americano, che si ritrova abbeverato da tante acque, sono molto meno violenti che nel clima secco, arido e bruciante dell'Africa.

CIX. Si vide già nell'opera del Poli che le punte innalzate scaricano in silenzio, siccome i vapori, il fluido elettrico dall'aria alla terra, e dalla terra all'aria, e preven-
gono ad un tempo gli scoppj dannosi della folgore, e gli effetti non meno terribili del contraccolpo elettrico: beneficenza inestimabile di Franklin, di quest'uomo veramente grande, a qualunque genio ed a qualunque secolo si paragoni, il cui alto destino fu di liberare gli uomini da tanti flagelli, rendendo

la calma all'aria, e la felicità a'suoi concittadini.

CX. In tutto ciò si fece astrazione dall'influenza dell'elettricità atmosferica sopra la pioggia, grandine, ed altre meteore, per mezzo delle quali l'acqua si precipita dall'aria sotto tante forme differenti. Il Poli, sopra queste quistioni difficili, ne fece qualche cenno.

CXI. Le cose dette bastano anchè per comprendere facilmente che l'uomo collocato nel mezzo d'un giuoco continuo di quest'immensa macchina, di cui fa egli stesso parte, non può restarsene indifferente a questo flusso e riflusso d'un fluido perpetuamente in moto. Nondimeno non havvi che osservazioni generalissime sopra quest'obbietto, e si sa solamente che le persone sensibili sono affette lungo tempo avanti i temporali, e li prevengono per una sensazione di male stare che provano. Alcuni sono in uno stato violento; ed in queste alterazioni penose si riscontra facilmente esser ciò prodotto dalle atmosfere elettriche di sopra enunciate (LVII, LXX).

CXII. Questo sistema fondato sopra fatti potrà diventare tanto più interessante, quanto più si moltiplicheranno e le sperienze, e le applicazioni.

LE-



LEZIONE XXVII.

Sul Magnetismo.

1498. *La Calamita*, detta dagli antichi *Pietra Lidia*, *Pietra Ercolea*, e *Magnes* dai Latini, è una miniera di ferro di color nericcio, o ferrigno, e talvolta di color bruno, o cenerognolo. Se ne trova in tutte le diverse parti del Globo terracqueo: e noi ne caviamo in gran dovizia dall'Isola d'Elba sulle frontiere della Toscana. Non son tutte però ugualmente buone; e le migliori d'Europa son quelle della Norvegia. I prodigiosi effetti ch'ella produce, hanno impegnato per lungo tempo l'attenzione dei Filosofi; ma finora possiam dire francamente non essersene ancora assegnata una spiegazione del tutto plausibile e soddisfacente.

1499. Le proprietà caratteristiche della calamita possono giustamente ridursi a queste quattro; cioè a dire, *al potere attrattivo, e ripulsivo: alla potenza di comunicare al ferro le sue proprietà: alla sua direzione verso i poli del mondo, colla sua declinazione: e finalmente all'inclinazione che comunica all'ago verso l'orizzonte.*

AR-

ARTICOLO I.

*Della Virtù attrattiva e ripulsiva
della calamita.*

1500. **P**rima d' intrincherarci nella dichiarazione delle proprietà della calamita, è necessario premettere che quantunque la virtù magnetica competa senza alcun dubbio a tutte le parti di quella, nondimeno però vi sono in essa due punti, detti universalmente *Polo boreale*, ed *australe*, i quali avendo la proprietà di dirigersi verso i poli del mondo, come diremo in appresso, rendono particolarmente notabili ad eccezione di tutti gli altri. Per iscoprire la lor situazione, basterà applicare successivamente la punta d'un ago finissimo a varj punti della calamita; imperocchè non resterà egli in posizione perfettamente verticale, se non se nel sito preciso ov'è il polo. L'altro punto che diametralmente a quello si oppone, sarà il polo contrario. Ponendo poscia la calamita a galleggiar sul mercurio, oppur, s'è piccola, anche sull'acqua su di un pezzetto di legno; il polo boreale si distinguerà dall'australe col dirigersi egli da se ai rispettivi poli del mondo.

1501. E' cosa degna di particolare osservazione, che l'efficacia d'una calamita non è giammai così grande e sensibile, se non quando è ella *armata*. Consiste quest'*armatura* in due pezzi di ferro dolce AC, BD, d'un determinato peso e d'una determinata figura, i quali essendo debitamente applicati ad entrambi i poli di quella, son cinti poscia, e fermati in quella tal situazione da una fascia EF di ottone, di rame, oppur di argento. Quando ciò sia, la virtù della calamita cresce a dismisura, quasichè l'efficacia di tutte le sue parti vadasi a concentrare nei suoi poli. E' cosa ordinaria il vedere che una calamita armata sostiene dieci volte più di peso che quando era nuda; e v'ha degli esempj d'essersi la sua efficacia aumentata più d' cento volte.

1502.

LEZIONE XXVII.

1502. Or se ad una calamita armata in cotal guisa si ponga in picciola distanza un pezzo di ferro, ovver di acciaio, scorgesi questo immediatamente attaccato da quella; e vi riman poscia aderente con maggiore, o minor forza, a norma della diversa efficacia della calamita stessa. Ve n'ha alcune capaci di sostenere più di cinquecento libbre di peso: che val quanto dire, che attraggono un pezzo di ferro, ovver di acciaio, con una forza uguale a 500 libbre. Cotai pesi soglionsi applicare all'uncino d'una traversa, anche di ferro dolce, che si denomina *conduttore*; la quale traversa con una sua faccia levigatissima va a combaciare perfettamente coi poli della calamita, a cui resta aderente. Nè cotesta efficacia ha veruna proporzione colla massa della calamita; che anzi sembra piuttosto che le picciole aver sogliono in proporzione maggiore attività delle grandi; conciossiachè queste veggonsi di rado sostenere un peso quattro volte maggiore del lor proprio; laddove le picciole ne vengono superate di 10, oppur 12 volte. Io ne ho vedute alcune che non pesando che 3 grani, ne sostenevano 746; ed altre, che avendo il peso di 43 grani, eran capaci di sostenerne 1032.

1503. Ancorchè s'ignori affatto il modo; onde la calamita tira a se il ferro, egli è però cosa indubitata che ella lo fa per via di effluvj sottilissimi, i quali uscendo dalla sua sostanza, e propriamente dai suoi poli, si vanno a diffondere infino al ferro. Ci è un mezzo assai semplice per poter render sensibile la loro direzione. Abbiassi una lastra di vetro, su cui sia incollata della carta bianca sicchè la ricuopra dappertutto; e sparsa della limatura di ferro sulla superficie di sopra, si applichino al disotto i poli A e B di una calamita. E' bello il vedere che le particelle della limatura oltre all'ordinarsi in serie verticali alquanto elevate al disopra della lastra, si dispongono sulla sua superficie nel modo rappresentato dalla Figura 12, da cui si scorge che gli effluvj magnetici prendendo la loro origine da entrambi i poli, e seguendo curvi sentieri, si vanno poscia ad intrecciare scambievolmente nel lor corso. Col rimuovere i detti poli da un sito in un altro luogo la superficie inferiore della la-

Tav. IV.
Fig. 12.

stra, vedrassi la limatura seguire esattamente il loro cammino, e disporsi sempre nella guisa dichiarata dianzi.

1504. Nè altri creda che la virtù magnetica sia capace soltanto di attraversar la carta ed il vetro, conciossiachè l'esperienza dimostra che trapassa ella colla medesima libertà, e senza verun segno di diminuzione, non solo per la sostanza del legno e d'altri simili corpi, ma ancora per quella dei metalli i più duri, come sono l'oro, l'argento, il rame, ec.; ancorchè abbiano eglino più pollici di spessezza, siccome può ognuno sperimentare da se.

1505. Parecchi Fisici han procurato d'indagare se mai fossevi alcuna legge costante nell'attrazione della calamita. Seguendo i risultati di Newton scemasi ella a un dipresso nella ragione triplicata della distanza: il dottor Helsham, e il dottor Mitchell stabilirono esser ella nella ragione inversa de' quadrati delle distanze. Musschenbroek rilevò da un gran numero di osservazioni non esservi alcuna ragione costante; comechè sia vero ch'ella si scema e si aumenta a misura che la distanza si accresce e si diminuisce. Altri hanno stabilite altre proporzioni: Dal che vuolsi francamente concludere che non vi è in realtà veruna legge; oppur che la medesima non si è ancora potuta indagare.

1506. Dalle diligenti osservazioni del sopraccitato Musschenbroek risulta parimente: 1. che la virtù attrattiva della calamita è più efficace negli angoli e nelle punte, che in qualunque altra parte: nel che vi scorgo una certa somiglianza col potere elettrico: 2. ch'ella è maggiore d'inverno che di state, come appunto accader suole all'elettricità: 3. che ella si propaga più efficacemente per linee orizzontali, che in direzione verticale: 4. che è precisamente la medesima nel vuoto, che nell'aria libera. Al che io aggiungo che l'elettricità non viene a recarle il menomo nocimento; imperciocchè una leggera girandola di fili metallici, aderente colla punta del suo asse di ferro al polo d'una calamita pendente dal primo conduttore, e quindi elettrizzata; nell'atto che si aggira velocemente intorno a quel polo in forza dell'elettricità,

ino,

no, vi rimane aderente colla stessa forza di prima; laddove dovrebbe certamente esserne respinta per la natural ripulsione dei corpi elettrizzati (§ 1288). Ciò però derivar potrebbe per avventura dall'esser coral ripulsione vinta efficacemente dal potere magnetico: § che il ferro caldo è meno attratto dal freddo: § che il ferro è attratto più dell'acciajo; non altrimenti che l'acciajo molle vien tirato con maggior forza che l'acciajo temperato. E finalmente, che quantunque la calamita non attragga che il ferro; pure scorgesi con meraviglia che una certa specie di arena nera della Virginia ne viene attratta con grandissima forza, non ostante d'esser fuor di dubbio, che ella non contiene in se alcuna parte ferrigna. Su tali cose però, ed altre simili che per brevità si tralasciano, uopo è consultare la celebre dissertazione de *Magnete* del citato Musschenbroek; la quale trovasi inserita nel volume delle sue Dissertazioni fisico-geometriche.

1507. Non sarà fuor di luogo qui l'avvertire che il ferro tostochè si spoglia della sua natural dose di flogisto (§ 1076), cessa di esser tirato dalla calamita; facendoci vedere l'esperienza, che l'ocra di ferro, ossia la pura terra marziale, non è capace di esser tratta da quella; laddove ne vien tratta fortemente dopo di essere stata ridotta mercè l'introduzione del flogisto (§ *ivi*).

1508. La virtù attrattiva, di cui si è ragionato fin qui, non regna soltanto tra la calamita e il ferro, ma si esercita eziandio stambievolmente tra calamita e calamita; però tra i poli di diverso nome, ossia tra il boreale e l'australe, che prendono per tal fine la denominazione di *poli amici*. In fatti o che le calamite pongansi a galla sul mercurio; ch'è capace di sostenerle; o che sieno liberamente sospese a fili coi loro poli amici stambievolmente rivolti; tostochè si portano entro la sfera della loro attività, veggonsi attrarsi a vicenda con una notabile rapidità. Tutto il contrario accade quando i poli che si guardan l'un l'altro, hanno lo stesso nome; cioè a dir boreale e boreale, australe ed australe; i quali diconsi per tal motivo *poli amici*; conciossiacchè in tal caso invece di

di attrarsi vicendevolmente, come dianzi, veggonsi scacciati l'un dall'altro colla medesima notevole attività. Segno è dunque, che siccome tra' poli amici delle calamite regna la virtù attrattiva, fra i nemici all'apposto regna la ripulsiva. E' bello l'esperimento, onde si può comprovare l'una e l'altra verità nel tempo stesso. Suspendasi una calamita al braccio di una bilancia con uno dei suoi poli rivolti in giù, ed equilibrata con pesi annessi all'altro braccio, le si applichi al disotto un'altra simile calamita che abbia rivolto il polo amico a quello della calamita superiore. Portando la calamita di sotto entro la sfera delle loro attività, la calamita superiore vedrassi tosto discendere verso la sua compagna, e disturbarli nella bilancia il divisato equilibrio. Che se poi dopo di aver di bel nuovo ristaurato l'equilibrio, si faccia sì, che la calamita inferiore rivolga il suo polo nemico a quello di sopra; nel presentare l'uno all'altro disturberassi parimente l'equilibrio; ma il trabocco sarà in parte contraria; imperciocchè la calamita superiore sarà respinta con tanta forza da quella di sotto, che essendo obbligata a sollevarsi sensibilmente, farà quindi traboccare il peso annesso all'opposto braccio della bilancia.

1509. Riesce ancora assai grazioso il praticare in tal caso l'esperimento del § 1503. Sparso un po' di limatura di ferro sulla lamina di vetro ivi descritta, si adattino alla faccia inferiore i due poli nemici di due calamite (e sieno questi o entrambi gli australi, o i due boreali) in distanza di circa due pollici l'un dall'altro. Le particelle della limatura disposte in serie come nel citato esperimento, conformeransi eziandio in modo particolare e curioso; ma le loro direzioni saranno affatto diverse da quelle dell'esperimento divisato. Imperciocchè le due diverse correnti di effluvi magnetici, A e B, procedenti da due poli nemici C e D, invece di andarsi ad insinuare le une nelle altre, come abbiám veduto ivi succedere, prendono direzioni tali nel loro corso, che par che facciano a gara per potersi fuggire a vicenda; appunto come si scorge rappresentato nella figura 13.

Tav. IV.
Fig. 13.

A R.

ARTICOLO II.

Della comunicazione del Magnetismo: e quindi delle calamite artificiali.

1510. La calamita oltre al possedere le virtù dichiarate nell' Articolo precedente, possiede anche l' efficacia di poterle trasmettere nel ferro, o ne' corpi che ne contengono; e fa sì, che il medesimo diventi anch' esso una vera calamita, capace di sviluppare tutte le rimanenti proprietà che a quella convengono. Il mezzo semplicissimo di poter effettuare una sì maravigliosa operazione, si è quello di prendere una verga di ferro, un ago, un pezzo d' una lama di spada, o altra cosa simigliante, e tenerla a contatto per pochi minuti co' poli d' una calamita; oppure di passarla ripetutamente lunga i medesimi, come se altri volesse stropicciarla dolcemente contro di quelli, sempre però nella stessa direzione. Per la via di codesta semplicissima operazione, que' pezzi di ferro troveransi di aver contratta la virtù magnetica, come si è detto.

1511. L' osservazione di questo fenomeno fece nascere l' idea di formare delle *calamite artificiali*; e la riuscita è stata così prospera e felice, che a giudizio universale de' conoscitori, sono elleno preferibili alle calamite naturali, sì perchè, generalmente parlando, sono più *vigorese*, ossia capaci di sostenere un maggior peso; sì ancora perchè sono più *generose*, o *liberali*, come altri dice, ovvero atte a trasfonder nel ferro una virtù più forte e più sensibile. Il primo che si avvisò di costruirle nel 1746, fu certamente il signor Knight medico inglese, il quale avendo fatto un arcano del modo, con cui le formava, impiegò i signori Duhamel ed Antheaume in Francia, e poscia i signori Mitchel, Canton, ed altri in Inghilterra, a costruirne delle simiglianti. Nel far ciò seguirono eglino varj metodi, essendosi fatto uso da taluni di loro di calamite naturali, e da altri di un mezzo affatto differente. Il metodo di trasfondere una forte virtù magnetica alle barre di ferro mercè il reiterato contatto d' una calamita na-

turale; e la rispettiva loro disposizione per formare con varie barre insiem congiunte una sola calamita, — fa somma gloria al signor Duhamel, che ne fu l'inventore: ma non è da negarsi che il metodo praticato dagli altri che lo seguirono, è assai più meraviglioso, non che efficace e sicuro. Consiste egli, generalmente parlando, nel disporre le verghe di acciaio in situazione orizzontale, e nella direzione del meridiano magnetico, di cui ragioneremo più innanzi; e quindi nello stropicciarle ripetutamente, e sempre nella stessa direzione, e coll'estremità d'un'altra verga, che altri sostenga in tale atto in situazione verticale. Siffatta operazione comunica loro in breve tratto di tempo una virtù magnetica sì forte e vivace, che le rende del tutto simili ad una calamita naturale.

1512. Tra le calamite artificiali se ne annoverano alcune, a cui suol darsi la forma d'un ferro di cavallo giusta il metodo del signor Bazin. Una di codeste vien rappresentata da A B C. Essendo elleno comodissime, per avere i poli A, e C, disposti nella stessa guisa che lo sono nelle calamite naturali; ed oltre a ciò essendo molto eccellenti; non istimo superfluo di rapportar qui il metodo, onde sono costrutte. Per verità egli è semplicissimo, non consistendo in altro, se non se nell'applicare i due capi D, ed E, di due barre magnetiche assai generose, D F, ed E G, armate della traversa H, sui due poli A, e C, del ferro curvo A B C; e quindi nello stropicciarle con notevole forza, cominciando da A fino a B, e poscia da C fino a B, mediante l'estremità d'un'altra verga metallica, ugualmente calamitata che le anzidette D F, ed E G. Siffatta operazione si ripete similmente sull'opposta faccia del detto ferro curvo A B C; e quand'ella sia finita, tolgansi via le divise verghe D F, ed E G, e si avrà tramutato cotal ferro in un'ottima calamita; cosicchè adattando una traversa di contatto (§ 1502) ai due poli di essa, o per meglio dire, un conduttore, perchè atto a condurre, ossia a far circolare il fluido magnetico dall'uno all'altro polo; potrà farselo sostenere un peso conveniente. La particolare avvertenza che vuolsi avere nella sua formazione, si è di stropicciare la

me-

Tav. IV.
Fig. 14.

metà C B coll'estremità della verga opposta a quella, con cui si sarà stropicciata la parte A B; e così anche al disotto; come altresì di ripeter più volte di seguito l'indicato strofinio, prima da A verso B, e poi finito ch'egli sia, da C verso B, come si è detto. Cotali specie di calamite sogliono esser buone all'eccesso; ed io ne ho veduta una capace di sostenere un peso di 500 libbre.

1513. Calamitate che sieno le barre magnetiche giusta i metodi indicati di sopra, vuolsi attentamente badare di non batterle con verun martello; e di non farle cadere a terra su pietre dure; di non far loro soffrire in somma veruna sorta di percossa; poichè altrimenti la loro virtù o cesserebbe dell'intutto, oppure si verrebbe a diminuire. E' necessario similmente, che sieno sempre adattate a' loro poli le verghe di contatto, ossia i conduttori (§ 1502): e che ai medesimi si sospenda il peso conveniente.

1514. Egli è tanto sorprendente quanto è indubitato, che la virtù d'una calamita non si scema punto per quanto se ne trasfonda a' ferri per via del contatto. Si sa per esperienza, che la virtù d'una calamita si trovò precisamente la stessa dopo di essere stata ella comunicata a diecimila verghe di ferro.

A R T I C O L O III.

Della polarità della Calamita; della declinazione ed inclinazione degli aghi magnetici.

1515. Alle due proprietà della calamita riferite di sopra si aggiugne ancor quella di rivolgersi costantemente a' due poli del mondo. Quivi in fatti veggonsi diretti i suoi poli tostochè la calamita o galleggiantè sul mercurio, o sospesa ad un filo, trovasi nello stato di potersi muover liberamente. E poichè il ferro calamitato imbevesi della virtù magnetica in tutta la sua energia, perciò concepisce ancor egli siffatta polarità. La medesima però non è mai sì sensibile e così forte, quanto ne' pezzi di ferro, ovver di acciaio, i quali avendo certe determinate

C c 2

di-

dimensioni, finiscono in punta in ambidue gli estremi; o almeno in angoli bastantemente aguzzi. Diconsi eglino perciò *Aghi magnetici*, ossia *Aghi di Bussola*. Quanto più cresce la loro lunghezza, tanto è maggiore la loro sensibilità, a cose pari: e quantunque sia fuor di dubbio, che il ferro dolce vien tratto dalla calamita più dell'acciajo (§ 1506), egli è certo nondimeno esser questo assai più atto di quello a ricevere in abbondanza la virtù magnetica, ed a poterla conservare; e tanto maggiormente quant'egli è più duro. Ond'è, che nel costruire cotali aghi suolsi preferire al ferro l'acciajo ben temperato.

1516. Si suol dar loro d'ordinario la lunghezza di circa mezzo piede; e la forma è quella d'una freccia, o di un parallelepipedo, o anche di una lamina terminata da due punte, come si rappresenta da 5, 4, 6, ch'è sul tavolino della macchina elettrica. Vien correato il suo mezzo da un picciolo cappelletto 4 di figura conica, ad oggetto di potersi egli liberamente rivolgere intorno ad un pernio. Meglio è, che un tal cappelletto sia di agata, ovver di cristallo; essendo egli comunemente d'ottone, oppure d'argento. Tra i varj metodi di comunicarsi la virtù magnetica; è assai semplice quello di porre l'ago orizzontalmente su di un tavolino; e prese due ottime barre magnetiche, appoggiare le loro estremità sul detto ago, e propriamente a lato del cappelletto 4; con condizione però, che il polo australe di una si alloggi su quella metà dell'ago, che rivolger si dee al polo boreale; e il polo boreale dell'altra si ponga sull'altra metà, ch'è destinata a rivolgersi al polo australe. Conciossiachè è tale l'indole della calamita, che la punta dell'ago stropicciata col polo australe dirigesì al Nord; ed al contrario. Indi stropicciando con una barra la metà 4 5 dell'ago, da 4 verso cinque; e coll'altra la metà 4 6, da 4 verso 6; e ripetendo siffatta operazione per venti, o trenta volte, secondo la maggiore, o minore attività delle dette barre (sempre però coll'avvertenza di ritrarle in guisa tale dalle punte dell'ago, che portandosi i loro poli di bel nuovo su i lati del cappelletto 4 come dianzi, non passino eglino vicino all'

TAV. IV.
Fig. 7.

all' ago in direzione opposta a quella, con cui si son tratti verso le punte); si avrà l' ago calamitato siccome conviene; talmentechè ponendolo in bilico su di un pernio col mezzo del divisato cappelletto; tostochè si porrà egli in quiete, la sua punta 6 rivolgerassi costantemente al Nord, e l' opposta 5 al Sud. E se mai gli si porrà in vicinanza o una barra magnetica, o una calamita naturale; la punta 6 sarà tratta dal polo australe di quella, e rispinta dal boreale, appunto come abbiám veduto succedere alle stesse calamite (§ 1508). La necessità di ritirare i poli delle verghe dalle punte dell' ago nel modo dichiarato di sopra, deriva immediatamente dall' indole della calamita; facendoci vedere l' esperienza, che passata ella lungo un ferro in direzion contraria a quella, onde si è calamitato, distrugge quella virtù, cui già gli avea comunicato:

1517. Un ago preparato in cosiffatta guisa, e collocato in una cassetina coperta con vetro affin di tenerlo guardato dalle vibrazioni dell' aria, riceve la denominazione di *Bussola nautica*, molto necessaria a' naviganti per poter determinare in un batter d' occhio la precisa direzione di qualunque punto dell' orizzonte. A tal uopo suolsi collocare nel fondo della cassetta la *Rosa dei venti* da noi già descritta (§ 978): oppure si suol ella applicare sull' ago stesso, acciochè rivolgendosi egli colle sue punte a' due poli, possano le linee della rosa dirigersi similmente a' rimanenti punti dell' orizzonte. Parecchie nazioni sforzansi a gara per attribuirsi l' invenzione di un sì vantaggioso strumento, a cui dee la navigazione, e quindi le arti, il commercio, le scienze, i costumi, i suoi maggiori progressi. Conviensi però dagli Storici più accurati essere stata ella inventata da un certo Flavio Gioja, o come altri dicono; Gioja, di Amalfi, nel 1302. E a dir vero costa dalla storia, che gli Amalfitani in que' tempi erano così esperti nella navigazione, che renderonsi gli arbitri di tutte le controversie di mare; e il Codice Amalfitano presso di noi non era punto diverso dalle leggi romane presso de' Romani. Ciò non ostante però vogliono i Francesi che un lor poeta del XII secolo faccia

menzione della bussola come di cosa già in uso in quei tempi tra i piloti della sua nazione. V'è anche chi crede, ch'ella ci fosse stata recata dalla China fin dal 1260 dal celebre Marco Polo veneziano.

1518. È necessario però l'avvertire che l'ago suddetto non si rivolge esattamente a' poli del mondo in tutti i luoghi della terra; e che pochi sono quei siti, ov'egli accuratamente a quelli si dirige. Quindi è, che la direzione di tal ago suolsi denominare *meridiano magnetico*, a differenza del vero meridiano che realmente passa pe' due poli del mondo. L'indicato deviamiento dell'ago dal vero punto del Nord dicesi *declinazione*, notissima a' naviganti del secolo XIII; ed è ella verso l'Est, o verso l'Ouest, a norma de' siti diversi; giacchè vuolsi saper esser ella variabile dappertutto; e quel ch'è più, negli stessi paesi in diversi tempi ed in diverse ore del giorno. Di qui è, che le tavole di Halley, da esso lui pubblicate fin dall'anno 1700 per indicare le variazioni dell'ago, ossia la varia sua declinazione ne' varj luoghi della terra, divennero inutili dopo il tratto di pochi anni; siccome lo sono anche al presente, non ostante che sieno state corrette più volte negli anni successivi. Il peggio si è che siffatta variazione non serba verun ordine, nè alcuna regolarità. Come in fatti da una serie d'osservazioni praticate in Londra si è rilevato che nell'anno 1580 ella era di 11 gradi e 15 minuti; nel 1622 era di 6 gradi; nel 1634 era di 4 gradi e 5 minuti; sempre verso l'Est: finalmente divenne nulla nel 1657; vale a dire che l'ago dirigevasi direttamente verso il Nord. Da quel tempo in poi cominciò egli a declinar di bel nuovo verso l'Ouest, cosicchè nel 1672 si trovò di 2 gradi e mezzo; nel 1692 di 6 gradi; nel 1771 di circa 22 gradi; così del resto. Or rapportando gl' intervalli scorsi tra le indicate osservazioni e le rispettive quantità della variazione, si scorgerà benissimo non esserci in quelle veruna sorta di regolarità. Praticandosi lo stesso esame sulle osservazioni fatte in qualunque altra parte della terra, se ne avrà eziandio il medesimo risultato. In Parigi, per cagion d'esempio, era ella di 8 gradi nel 1550, e di 11 gra-

di

di e mezzo nel 1580; di bel nuovo di 8 gradi nel 1610; e finalmente nulla nel 1666. Da quel tempo in poi andò sempre crescendo irregolarmente verso l'Ouest fino al 1771, allorchè era di 19 gradi e circa 56 minuti: nè da quell'epoca ha ella sofferto verun cangiamento. Qui in Napoli dopo di essere stata ella soggetta a simiglianti vicende, trovasi essere al presente poco meno di 17 gradi. Nel mezzo però di tante irregolarità fa piacere lo scorgere che unendo insieme per via di linee tutti que' luoghi della terra marcati nelle dette tavole di Halley, ove l'ago trovasi avere la stessa declinazione, oppur dov'è nulla; ne risultano delle curve del tutto simili a quelle, in cui si dispone la limatura di ferro sovrapposta ai poli della calamita, giusta l'esperimento da noi riporato (§ 1503).

1519. Malgrado però la qui dichiarata declinazione, a cui è soggetto l'ago magnetico, serve egli benissimo ad indicare con precisione i varj punti dell'orizzonte, e quindi i diversi rombi (§ 978), quando sia nota la variazione ch'ella soffre in quel luogo della terra, ove altri si ritrova. Siffatta cognizione non potendo risultare, se non se dalle osservazioni, uopo è di aver tirata una linea meridiana, rappresentante il meridiano di quel tal luogo. Indi applicando esattamente su di quella il meridiano della rosa de' venti (§ 1517), ossia la linea che si sporge dal Nord al Sud; si potrà agevolmente rilevare quanto da essa declini l'ago magnetico. V'è anche uno strumento atto a tal uopo, detto perciò *Bussola di variazione*.

1520. E' cosa mirabile il vedere che la polarità di sopra descritta si comunica a' ferri aguzzi con varj altri mezzi affatto naturali. Per esempio, tutti i ferri che rimangono per lungo tempo in una determinata posizione, l'acquistano e posseggono notabilmente. Quindi è, ch'ella si scorge ne' ferri, di cui guernir si sogliono le cime delle cupole, de' campanili, delle torri, ec.; i quali messi al cemento si trovano tutti calamitati. Le mollette, ed altri simili ordegni proprj de' cammini, cui serbar sogliamo di ordinario in posizion verticale, trovansi calamitati
in

in simil guisa; che anzi v'è una legge tale nel lor magnetismo, che quella cima ch'è stata rivolta in giù, trovasi costantemente di aver contratta la polarità boreale, e l'opposta l'australe. E generalmente parlando, le lime, le pinzette, i punteruoli, i succhielli, ed altri simili ordegni, soggetti ad essere stropicciati, battuti, conficcati con forza entro fori, ec.; trovansi tutti dotati della medesima virtù, la quale perlopiù è sì forte, che giungono essi, a sostenere una lieve quantità di limatura di ferro.

1521. Ugualmente mirabile è al certo il vedere che la polarità contratta dal ferro con qualunque de' divisati mezzi, può esser rovesciata con somma prontezza e facilità. Così in una verga di ferro alquanto aguzza, che ha contratta la polarità coll'essere stata limata, battuta, o fortemente stropicciata per un dato verso, si rovescia ella immediatamente col limarsi, o stropicciarsi quella tal verga in parte contraria. Passando la barra magnetica su di un ago per un verso contrario a quello, con cui si è calamitato, il polo australe divien boreale, e il boreale australe. Lo stesso effetto abbiam veduto eziandio prodursi dal fulmine e dalla materia elettrica (§ 1466). Una lunga verga di ferro, che ha contratto la polarità coll'essersi arroventata, e quindi fatta raffreddare nella direzione della linea meridiana, oppur coll'immergerla verticalmente nell'acqua, cangia di repente i suoi poli ripetendo la stessa operazione, e quindi dirigendo le sue punte in parti contrarie.

1522. La calamita finalmente ha per ultima proprietà quella dell'inclinazione scoperta da Roberto Norman verso l'anno 1576; la quale acciocchè ben s'intenda, prendasi un ago da bussola non ancora calamitato, e pongasi in perfettissimo equilibrio al disopra di un pernio. Rimosso poscia da quello, altro non si faccia, se non se comunicargli la virtù magnetica. Sapete cosa mai avverrà riponendolo sul pernio come prima? Il divisato suo equilibrio troverassi distrutto; e la punta che avrà contratta la polarità boreale, vedrassi inclinata all'orizzonte del nostro emisfero. Questo è ciò che dicesi *inclinazione dell'ago magnetico*. Varia ella a norma de'siti al par della decli-

elinazione (§ 1518); ma non serba la legge di esser nulla al disotto dell'equatore; va bensì crescendo nell'accostarsi a' poli, colla sola diversità, che andandosi dall'equatore verso il polo boreale, l'estremità boreale dell'ago è quella che s'inclina; laddove s'inclina l'australe qualora si procede dall'equatore verso il polo a quella corrispondente; ond'è che i naviganti che viaggiano verso i poli, sono costretti talora di applicare un picciol contrappeso alla parte opposta dell'ago, ad oggetto d'impedire ch'egli tocchi il fondo della bussola. Ciò ha fatto credere che la cagion produttrice di un tal fenomeno risegga nella terra; ed ha dato l'origine a varj sistemi. Nulladimeno però l'alterazione ch'ella soffre dall'equatore verso i poli, è del tutto irregolare. Se ciò non fosse, potrebbe ella servir benissimo per poter determinare a un colpo d'occhio la latitudine di un luogo qualunque, e quindi la longitudine, giusta il suggerimento di Gilberto, Ridley, Whiston, Halley, ed altri; essendo cosa facile il misurare i gradi di siffatta inclinazione mercè di uno strumento atto a tal uopo, e che dicesi perciò *Bussola d'inclinazione*. Chiunque fosse curioso di conoscerne la costruzione, può consultare l'insigne dissertazione di Musschenbroek citata di sopra (§ 1506). Varia ella similmente secondo la diversa lunghezza degli aghi; secondo la diversa qualità delle calamite, con cui si son toccati; e in diversi tempi, anche nello stesso paese. Così essendo ella in Londra di 71 gradi e 50 minuti nel 1576, e quivi al presente di circa gradi 75. Ciò che mostra più di tutto la sua irregolarità, si è il vedere che aghi dello stesso acciaio, della medesima lunghezza, toccati colle stesse calamite; del tutto simili in somma fra loro, sono talvolta diversamente inclinati nel medesimo tempo e nello stesso paese.

ARTICOLO IV.

Succinta idea de' principali sistemi intorno a' fenomeni magnetici.

1523. **L**a viva curiosità, cui naturalmente ispirano negli animi filosofici i rapportati fenomeni magnetici; e l'es-

è l'esser' eglino molto interessanti di lor natura, hanno impegnato parecchi a volerne investigar la cagione. Vi si sono applicati uomini sommi per una lunga serie di anni: ella però gelosa all'eccesso, e restia a tutti i cimenti, si tien tuttora affatto celata. L'assurdità, o la frivolezza de' sistemi su tal punto fassi scorgere con tutta l'evidenza in sulle prime: e ci testa soltanto da sperare, che somministrandoci il tempo altri dati ed altre osservazioni, ci si possa svelare un giorno un sì mirabile arcano.

1524. Supponeva Cartesio esservi nella terra due opposte correnti di un fluido sottilissimo, ciascuna delle quali internandosi nelle viscere di quella pel suo polo corrispondente, ed uscendone per l'altro, non facesse che circular di continuo intorno alla terra medesima nella direzione del meridiano. Immaginava egli per conseguenza, che cotal materia imbattendosi nel suo cammino negli aghi calamitati, e trapassando pe' pori di quelli, conformati dalla natura in modo da poterla trasmettere in una data direzione, gli trasporta seco giusta il suo corso: onde avvien poi, che essi dirigon-si a' poli. E poichè siffatta corrente uopo è che vada discendendo a poco a poco secondochè si approssima a' poli medesimi, ov' ella entrar dee; nel trasportar seco i detti aghi ne inclina la punta corrispondente nella stessa proporzione. La calamita essendo una piccola terra secondo la sua idea; ed essendo fornita anch' ella delle sue piccole correnti a simiglianza di quella, viene conseguentemente a produrre i medesimi effetti:

1525. Il dottor Halley è di opinione, che il globo terrestre sia realmentè una gran calamita fornita di quattro poli diversi, due de' quali corrispondono a' siti de' poli del mondo, e due altri sono situati in piccola distanza da quelli. Ognun concepisce che la necessità di supporre questi ultimi deriva direttamente dal fenomeno della declinazione, il cui riflesso gliel' ha fatti anche supporre mobili e variabili:

1526. Questi però; ed altri simili sistemi, che per verità non son pochi, e cui è affatto superfluo il riferire; oltre all'esser del tutto ipotetici, o si oppongono direttamente a' fatti; o non sono sufficienti a spiegar i fenomeni magnetici. Per la qual cosa niente paghi

ghi noi di corali dicerie, rimettiamo al tempo l'investigazione di siffatto arcano, e adoriamo intanto quella provvida mano che cel nasconde. Aggiugnerem qui solamente, che fra tutte le altre ipotesi a me sembra esser più ragionevole quella di Franklin, il quale è di parere, che il fluido magnetico abbondi naturalmente in ogni sorta di ferro; e che quantunque non si possa giammai separar da quello, pure soffre d'esser condensato e rarefatto dall'energia maggiore del fluido magnetico della terra, ch'egli riguarda come una gran calamita. Che però un ferro calamitato non contiene in realtà più magnetismo di quel che ne contenea prima di soggiacere a cotale operazione: la sola differenza consiste nell'essere stata messa in moto mercè della calamita la sua natural dose di fluido magnetico. Quindi è, che le calamite possono eccitare la virtù magnetica in migliaia di barre di ferro senza perder nulla della loro efficacia (§ 1514); altro elleno non facendo, che comunicare del moto al fluido, onde sono i ferri perpetuamente investiti. Nè il fuoco elettrico opera altrimenti qualora attraversando gli aghi, comunica loro la virtù magnetica (§ 1446). Sicchè a parer suo la natura del fluido elettrico non ha nulla di simile a quella del magnetico. Nel modo medesimo lo strofinio, le percosse, e tutto quello ch'è capace di porre in moto il natural fluido magnetico de' ferri, suol loro comunicare il magnetico potere. Qualora un ferro collocato sulla linea meridiana acquista il magnetismo (§ 1511), ciò siegue appunto dall'essere il fluido di quel ferro attratto fortemente dal fluido magnetico della terra; il quale essendo di maggiore energia, l'obbliga a correre verso l'estremità del ferro riguardante il polo terrestre che attualmente l'attrae; e quindi tende, diciam così, negativa la cima opposta; cosicchè disturbandosi il naturale equilibrio di quel tal fluido, mettesi egli in movimento, e sviluppa così il magnetico potere. In simil guisa rende egli ragione di parecchi altri fenomeni d'indole simigliante, intorno a cui consultar si possono le sue opere.

1527. Porta qui il preggio di soggiugner brevemente qual picciola appendice a questa Lezione, ch'essendo in Parigi, egli è già otto anni, ei ragionava mol-

tis-

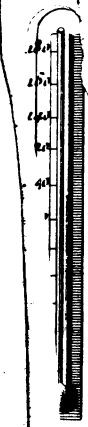
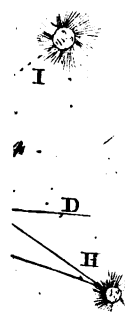
tissimo delle virtù medicinali della calamita. Tra le altre cose sostenevasi da parecchi con grandissima asseveranza doverasi essa riguardare come un eccellente anti-epasmodico; ed essere efficacissima per guarire in pochi istanti l'emicranie e i dolori di denti i più fieri e tormentosi. Dicevasi, che ciò si praticava col far rivolgere la faccia del paziente verso il Nord, e coll' applicarli il polo australe d' una poderosa burbera magnetica o sulla testa, trattandosi d' emicranie, o sul dente che duole. Perlopiù l' incomodo svaniva in brevissimo tratto di tempo; o alla peggio si mitigava molto considerabilmente. I pubblici fogli di Parigi degli anni antecedenti erano pieni zeppi di cure meravigliose di tal genere (forse anche esagerate), eseguite nel detto modo. Sembrandomi la cosa di molto interessante, ne chiesi informazione a parecchi medici eccellenti; e fui da tutti assicurato, che ne' casi testè proposti riusciva ella mirabilissima. Per la qual cosa sarebbe molto desiderabile per vantaggio dell' umanità, che i giovani di talento, incoraggiati da tal rapporto, si applicassero di proposito a verificare cotali fatti.

1528. Darem fine perciò all' esposizione delle cose, cui mi son prefisso di dichiarare in queste mie Istituzioni riguardanti una scienza cotanto amena, cotanto pregevole, e necessaria: scienza, che ben posseduta, assoggetta per così dire all' uomo tutta la natura; o almeno rendelo atto a poter comprendere, ed a ragionare sulla gran varietà degli oggetti e de' fenomeni meravigliosi, che si scorgon tuttora nell' universo. Lungi noi dall' addottare nelle nostre ricerche le altrui capricciose immaginazioni, abbiam seguito costantemente la scorta fedele dell' esperienza, da cui vi esortiamo di non dipartirvi giammai per impiegare con profitto il tempo e i vostri talenti; e per poter quindi acquistare delle sode cognizioni, le quali riescano nel tempo stesso profittevoli a voi non men che a' vostri simili.

Fine del Tomo quarto.

Tab. II

9.5.



6

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Fig. 2 .

Fig. 6 .

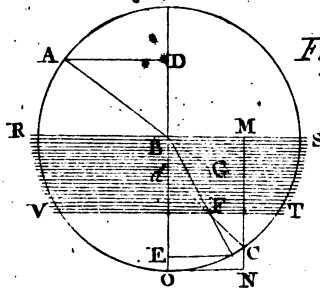
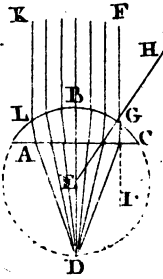
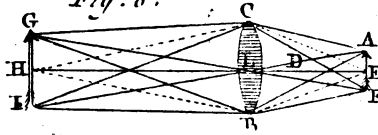


Fig. 5 .

Fig. 4 .



Fig. 8 .



Digitized by Google

Fig. 6.

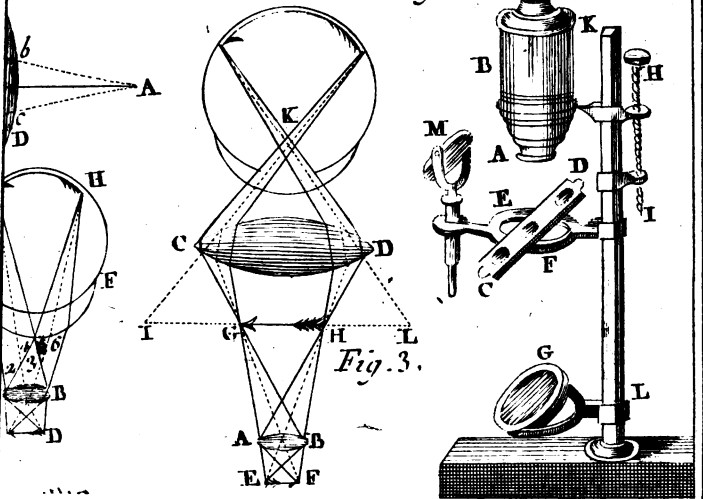


Fig. 3.

IV

IHF

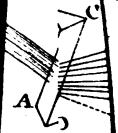
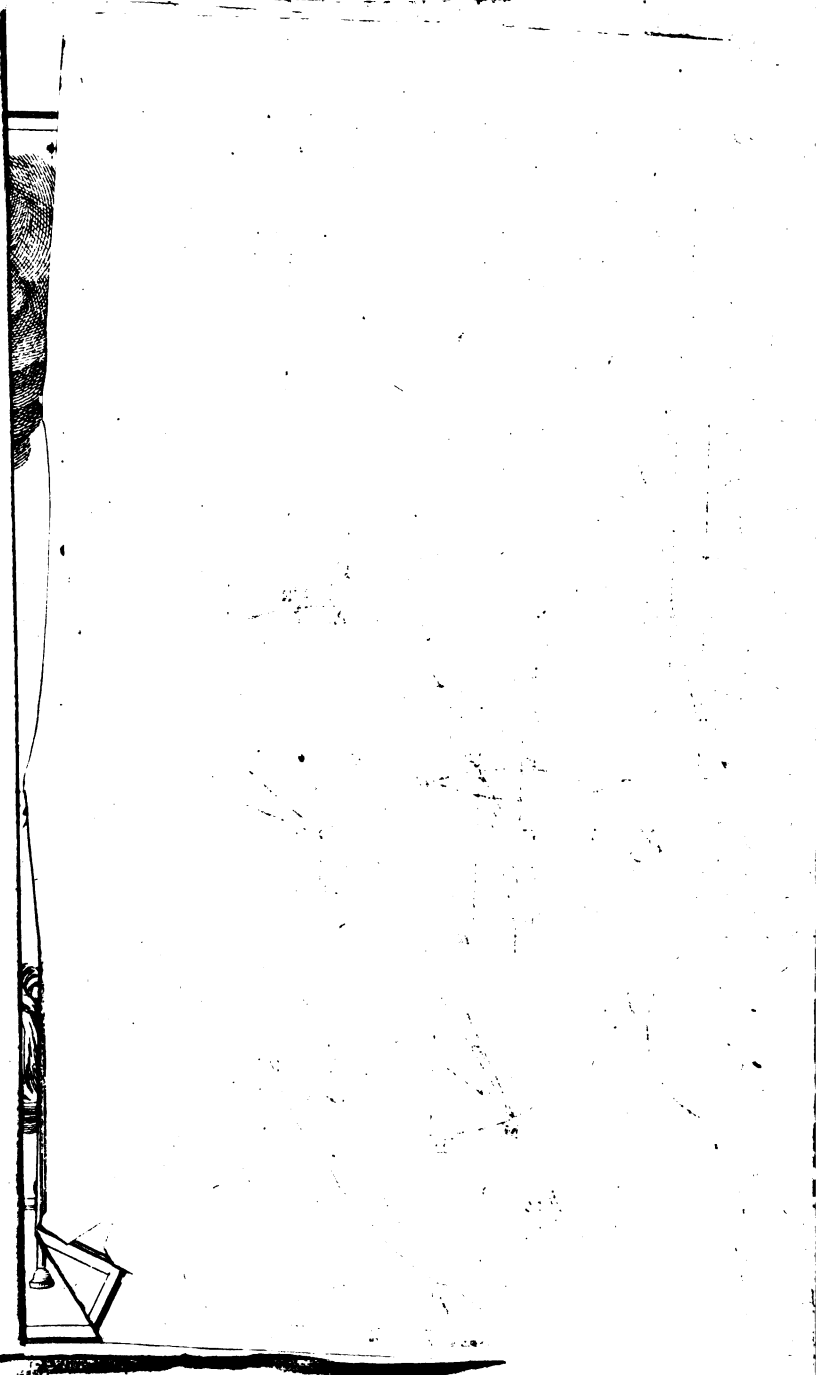
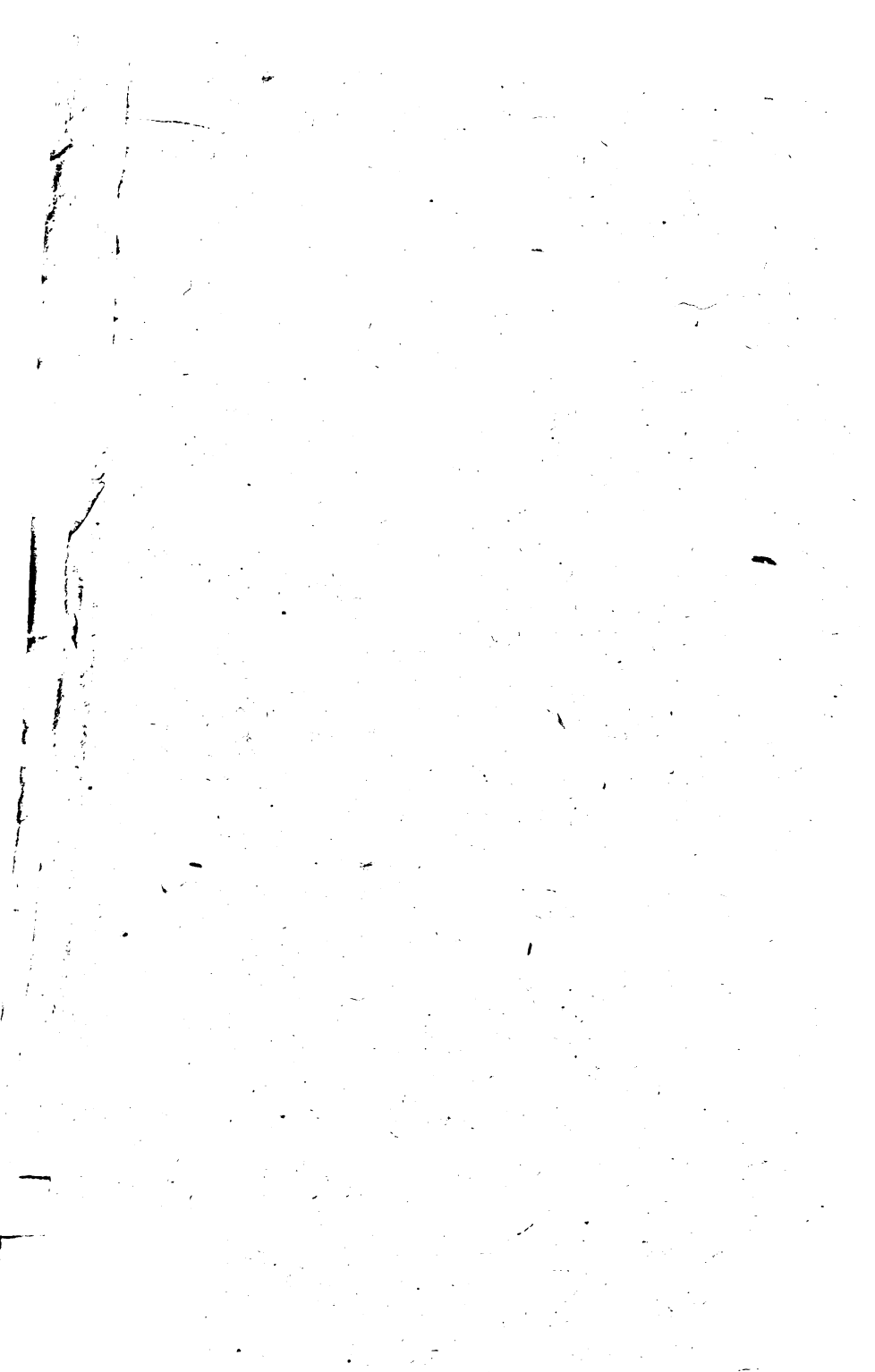


Fig. 4. B.





0056662/12





Digitized by Google

