LIBRO TERZO

Dei Metodi della Fiſica.

CAPITOLO PRIMO.

Dei metodi degli Antichi.

I.

Lunga, e forſe poco giovevole fatica durerebbe colui, che dai libri, che ci rimangono, ſi accingeſſe a cavar fuori i metodi differenti, di cui ſi ſono ſervite le vecchie filoſofiche Famiglie, per ſeparare il vero dal falſo, e per iſcoprire le più ſegrete, e maravigliose operazioni della Natura. Ma giacchè, a detta di Plinio, *plenum eſt ingenui pudoris fateri per quos profeceris*, fa d'uopo confeſsare, che ſiamo grandemente obbligati agli antichi Sapienti, ed in iſpezie ai Greci, i quali ci anno, per così dire, aperti gli occhi della mente, e col loro eſempio ſtimolato a filoſofare. Accordo, ch'eglino ſieno entrati con piede franco nel vaſto mondo del ſapere, viaggiandolo a parte a parte, e dividendolo in tante provincie, quante ſono le Scienze. Convengo altresì aver loro ſtabiliti i primi fondamentali principj delle noſtre cognizioni, e ſparſi degli ottimi ſemi, i quali ben coltivati anno partorito in ogni tempo un qualche frutto, nè ſi dee credere, che in avvenire ſieno per eſſere affatto ſterili.

Ciò non oſtante alcuni de' noſtri Moderni, i quali ſi piccano di ragionare a tutto rigore, tolte per mano le deduzioni, e i diſcorſi de' buoni Vecchj penſano, e generalmente non penſan male, che queſti abbiano di ſoverchio allentato il freno ai loro ingegni, e ſieno traſcorſi per ſentieri obbliqui, ed incerti, a tal che ſi deſiderano frequentemente nei loro ſcritti eſattezza di raziocinio, unità, e coerenza di ſiſtema, e molto più aggiuſtatezza di metodo. Metto da canto le varie, e ſpeſſe fiate ſtrane opinioni, molte delle quali appena ſpuntate inaridirono, alcune di più lunga durata tuttavia ſuſſiſtono, ed altre nate e creſciute, e poſcia morte e ſepolte, ai giorni noſtri riſorgono.

Nel

Nel paſſato ſecolo Piero Gaſſendo ſi fece a riſtorare la Filoſofia di Epicuro, e quelle dei Fiſici anteriori, ed in ſpezie d' Anaſſagora Claudio Berigardo. Il Carteſio traſportando nelle ſue opere tutto ciò, che di bello, e di buono ha egli creduto eſſerci nella dotta Antichità, ſi è molto arricchito delle ſpoglie altrui, e negli ultimi tempi il Leibnizio ha rinnovato alquante ſentenze Peripatetiche già da' migliori Filoſofi abbandonate: la qual avventura dovrebbe eſſer aggiunta al Trattato della varia fortuna d' Ariſtotele.

II.

Il mio iſtituto m' obbliga a trattenermi alquanto ſu i metodi, ed entrando in materia, piacemi di ſeparare in due cori principali le Sette filoſofiche dei Greci, cioè a dire in Settici, ed in Dommatici. E quanto ai primi: qual coſtrutto ſi caverà mai da coſtoro a noſtro propoſito, mentre eglino a ſola pompa d' ingegno, cred' io, oſtinatamente aſſerivano nulla poterſi ſapere giammai, e che tutti i paſsi moſſi dall' intelletto umano nella ſtrada delle ſcienze erano ſcarſi, ed inutili. Accuſavano i ſenſi di fallacia, e di cecità la ragione, e negavano eſſerci metodi per rintracciare la verità, e criterj per diſcernerla. Quinci mettendo a faſcio il certo col dubbio, il vero col falſo, il dimoſtrato col probabile, ſi moſtravano coſtoro ſempre pronti a gavillare, a piatire, ed a declamare in favore di qualunque opinione; tentando di rendere ugualmente veriſimile l'una, e l'altra parte della contraddizione, lo che non potevano mai conſeguire, ſe non ſe per via di vane arguzie, d' inetti ſofismi, e di meſchine equivocazioni.

Gittavanſi dal lato totalmente oppoſto i Dommatici, i quali quaſi che il ſapere conſiſteſse in ſaper tutto, ſi credevano di ſcapitare nella filoſofica riputazione, ogni qual volta a qualunque aſtruſo queſito, ed a qualſivoglia recondito ed oſcuro fenomeno non appiccavano una riſoluta, e deciſiva ſpiegazione. Erano coſtoro in moltiſſime Sette diviſi, le quali tutte a due principali ponno comodamente riſtringerſi: concioſſiachè alcuni, come i Diſcepoli di Democrito, e di Epicuro, ſi compiacquero d' una foggia ſemplice, e popolare di diſcorrere, ed altri principj non ammiſero, ſalvo che la materia eſteſa, e corredata di alcune ſue proprietà, cioè a dire, figura, durezza, e moto. In ordine a ciò l' unico metodo, di cui potevan valerſi, per dilucidare le naturali apparenze, era di procedere per via di meccaniche ſuppoſizioni, applicando ai varj generi degli effetti, ſiccome vere, ed immediate cagioni, quelle congrue ſtrutture, che meglio ai fenomeni convenire ſi perſuadevano. E perchè queſta ſtrada è ſtata battuta dai moderni Atomiſti, e Carteſiani, mi occorrerà di ragionare a lungo a qual termine eſſa ci guidi, e ſebbene moſtra d' eſsere a prima viſta ſpedita, e piana, non per tanto farò vedere, che appunto la troppa facilità del viaggio ha fatto deviare i Fiſici oltremodo vaghi delle ipoteſi dal retto cammino della verità.

III.

Mi rivolgo a quegli Antichi, che nella ſcienza naturale concetti aſtratti, ed idee metafiſiche a larga mano introduſſero, in ciò ſeguitati, nè ſaprei dire lo perchè, dai recenti Leibniziani, i quali a forza di cercar novità, nelle vecchie ſentenze, e preſſo che abbandonate finalmente ſon ricaduti. E' molto malagevole impreſa il tener dietro paſſo paſſo alla Natura, e penetrar ben addentro nelle ſue ſegrete operazioni, avendoſi a durar fatica nell' inſtituire gli eſperimenti neceſsarj, in confrontarli, e in purificarli. Appreſso fa d' uopo dedurre quelle conſeguenze, che opportunamente vengono a feſta per lavorare un ſiſtema, illuſtrandole con ſottili, e ſodi diſcorſi appoggiati ai legittimi principj della Fiſica, ed anche frequentemente ai canoni della Geometria, e dell' Analiſi. Del retto, e ſincero modo di filoſofare ſe ne ha qualche bel ſaggio nelle opere, e nelle memorie, che ci rimangono degli antichi Matematici, e ſpecialmente in Euclide, e in Archimede, ma appena ſe ne ſcorge veſtigio nei Capi delle più rinomate Scuole, i quali per lo più mal forniti di Geometria, e poco pratici della Naturale Storia, poſero tutto lo ſtudio nell' inventare un linguaggio filoſofico alieno dal comunale, e ſpeſſe fiate inintelligibile, per cui ad ogni quiſtione ſi deſſe una pronta riſpoſta: tanto è vero eſſer facile il fondare le Scienze ſulle parole, e difficiliſsimo ſulle coſe. Quinci nacquero al mondo i miſterioſi vocaboli di qualità, di virtù, di forma, di facoltà, d' iſtinto, d' orrore, e che ſo io, o ſoverchio aſtratti, o metaforici, che inſinuandoſi appoco appoco, ſecondo il predominio tal volta d' una Setta, e tal volta d' un' altra, nelle Scienze tutte, e per fino nella Giuriſprudenza, nella Teologia, e nella popolare favella, furono i ſemi di oſtinate ed immortali altercazioni. Le ſuddette voci, che riſvegliano idee troppo generali, e confuſe, applicate alla Fiſica per lo più eſprimono le cagioni ignote degli effetti già conoſciuti, ed adombrano in un certo modo la neceſsaria corriſpondenza, per cui la cauſa, e l' effetto ſcambievolmente ſi riguardano. Adoprate per tanto colla debita cautela, frequentemente vengono ad uſo, concioſſiachè ſe il fenomeno è quanto baſta meſſo in chiaro, ſervono per abbreviare il diſcorſo, ed un ſemplice tocco è ſufficiente per richiamare alla memoria l' eſatte, e limpide cognizioni del noſtro intelletto per avanti acquiſtate. All' incontro quando delle coſe ſiamo all' oſcuro, ci vuol altro, che valerſi di eſpreſſioni generiche, a cui riſpondono concepimenti mal diſtinti, ed aſtratti, i quali in vece d' aggiugner lume, accreſcono il bujo: ed in queſto ſecondo caſo amerei meglio uſare le maniere popolari di dire, piuttoſto che certe formole ſcientifiche, le quali bene ſpeſſo anno biſogno di chioſa, ed adattandoſi ſecondo le occorrenze a differenti ſoggetti, cangiano ſignificato, e portano con ſeco frequenti equivocazioni, ed ambiguità.

IV.

Meſſi per ora da canto gli Atomiſti, ſe mal non diviſo, pare a me, che certe Sette come i vecchi Accademici, i Peripatetici, gli Stoici, volendo entrare nei confini della Fiſica, non poteſſero regolarſi altrimenti, che col traſportare nella Scienza naturale i principj, ed i raziocinj tolti in preſtanza dalla prima Filoſofia, e col confondere inſieme le due menzionate facoltà, adattando le aſtrazioni, e le pure idee intellettuali ai fenomeni, che ſoggiacciono alla giuridizione dei ſenſi. Appena gittato l'occhio ſulla Natura, e ſulle parti primarie dell' Univerſo, con pochi, e poco fecondi metafiſici aſſiomi alla mano ſi diedero coraggioſamente a filoſofare.

Egli è vero, che intorno le materie fiſiche ſono molto ſcarſe, e tenui le noſtre cognizioni; ma gli antichi incomparabilmente manco di noi ne ſapevano. Ignoravano eglino le maſſime particolari, e gl'immediati principj di queſta ſcienza, le leggi fondamentali della Natura, i canoni della comunicazione del moto, la Teorica delle forze vive, e morte, il Siſtema dei Cieli, e cento altre coſe, di cui la diligenza, e la ſagacità dei moderni ci ha data una puntuale contezza. Senza cotali ſuſſidj qual ſublimità, qual acutezza d'ingegno può mai muovere un paſſo? Non abbiamo dunque a fare le meraviglie, ſe ne' vecchi libri dominano i penſamenti metafiſici, e le parole vuote di ſenſo: ſe vi ſi rinvengono opinioni moſtruoſe cavate dal fondo della immaginazione, e dedotte da principj egualmente ſtravaganti, e ſe vi ſi veggono piantate prima le concluſioni, indi cercati gli argomenti, onde comprovarle, i quali ſpeſſe fiate nè punto nè poco convincono. Appreſſo regna quaſi da per tutto la perpleſſità, e l'incertezza, e maſſime nelle quiſtioni particolari, alle quali manchino, o non manchino i dati, con più d' una ſpiegazione ſi tenta di ſoddisfare. Ce ne ſomminiſtra l'eſempio il libro dei Problemi, che ad Ariſtotele attribuire ſi ſuole, in cui propongonſi de' curioſi queſiti, e per la maggior parte inſolubili, e non oſtante ciò replicando un forſe, ſe ne danno francamente due o tre ſoluzioni, delle quali una ſola può eſſer la vera, ſe pure non ſono tutte del pari falſe, e di cui tanto poco ſi fida l'Autore, che quale vada preferita non ſi arriſchia a decidere. Aggiungo ch'eſsendo i Fiſici antichi mal pratici della Storia della Natura, ed affatto imperiti nell' iſtituire le ſperienze, e le oſſervazioni per difetto d' attenzione, e de' neceſſarj ſtromenti, non ſi dee preſtar loro intiera fede, ogni qual volta in prova di qualche detto allegano la teſtimonianza de' ſenſi. Era così gagliarda in eſſo loro la preoccupazione in favore delle proprie ſentenze, che tal fiata giunſero ad ingannare ſe medeſimi, credendoſi di vedere ciò, che in fatto non vedevano. Potrei addurne innumerabili eſempj, alcuni de' quali ſono talmente manifeſti, e palpabili, che ſembra a gran pena poſſibile, che i buoni Vecchi ſienſi laſciati tanto patentemente deludere. Baſti per tutti il famoſo e più volte ripetuto *Videmus* dello Stagirita, troppo ſpeſſo convinto dal Galileo o di menzogna, o d' inavvertenza. Giudicava Ariſtotele che due corpi della ſteſsa materia, e di mole diverſa cadenti dal medeſimo punto

punto di ſublimità in tempo pari miſuraſsero ſpazj tali, che foſsero in proporzione delle grandezze; ed in oltre, che ſuppoſti eguali i volumi, gli ſpazj paſſati ſerbaſſero la ragione delle ſpecifiche gravità. Stabiliſce egli le due immaginate regole col ſuo conſueto *Videmus*, e ſecondo la teſtimonianza degli occhi ſuoi, laſciati piombare due faſſi uno di cento libbre di peſo, e l'altro d'una dalla ſommità d'una torre alta dugento piedi, mentre il primo già tocca terra, il ſecondo ſi è diſcoſtato dalla cima per due ſoli piedi: e pure gli occhi noſtri lavorati certamente ſulla ſimmetria di quei d' Ariſtotele ad evidenza ci moſtrano, che il faſſo piccolo non reſta indietro dal grande per più di due, o tre piedi; e ciò a cagione della reſiſtenza dell'aria, che alla pietra minore fa reſpettivamente più gagliardo contraſto, di quello faccia alla maggiore. Che dunque abbiamo a dire, mentre ci ſi affacciano eſorbitanze di tal fatta? Io per me direi, che al Maeſtro di coloro, che ſanno, non è mai paſſato per mente di conſultar l'eſperienza, e ch'egli ha affermato con aſſeveranza ciò, che non s'era curato di vedere, ſtimando, che il ſenſo non poteſſe mai dare una mentita al ſuo perſpicace intelletto.

V.

Le premeſſe compendioſe notizie ci ſerviranno di lume per diſcernere qual profitto trarre ſi poſſa dai vecchi metodi nelle fiſiche inveſtigazioni. E prima d'ogni altra coſa è da ſaperſi, che le Scuole Peripatetica, e Stoica, ambe rami della Socratica ſtabilirono ſiccome baſi di tutte le verità, che dalla mente umana ponno ſcoprirſi, la definizione, la diviſione, e le regole per rettamente diſcorrere. Di queſti e tre, ch' io non ſo ſe debbano chiamarſi o principj, o criterj, perchè conforme le differenti occaſioni preſtano l'uno, e l'altro uffizio, tennero un grandiſſimo conto i menzionati antichi Filoſofanti, e non ſenza gagliardi e giuſti motivi: conciofſiacoſachè avendoſi a maneggiare un ſubbietto, primieramente fa di meſtieri renderſelo per così dire familiare, e domeſtico, ſepararlo dagli altri, riſtrignerlo fra ſuoi confini, ed indagare ciò, che in eſſo c'è di comune, e ciò che c'è di particolare: dai quali fonti ſcaturiſce la definizione, che anch' eſſa ſi definiſce una chiara, e breve ſpiegazione della coſa. Dopo ciò egli è neceſſario conſiderare attentamente, ſe l'idea generale eſpreſſa per la definizione abbraccia, e comprende ſotto di ſe alcuni particolari in qualche modo diverſi, a parte de' quali competa una proprietà, che agli altri non può adattarſi, onde naſcano differenti giudizj, e varj giri di raziocinj: in tali circoſtanze ha luogo neceſſariamente la diviſione. A cagion d' eſempio conceputa quanto baſta la natura del moto locale, cioè a dire del tranſito dei corpi da un luogo all' altro con una ſucceſſiva applicazione a tutti i ſiti di mezzo (avvegnadiochè non occorre logorarſi il cervello in cercare una definizione più magiſtrale) ſubito ci cade in penſiero di diſtinguere i movimenti in aſſoluti, ed in relativi, in uniformi, ed accelerati, o ritardati, in rettilinei, ed in quelli, che per linee curve procedono. Queſte diſtribuzioni non ſono ozioſe ed inutili; imperocchè le differenti ſorti dei moti a differenti

passioni soggiacciono, per rintracciare le quali a diversi principj fa di mestieri ricorrere. Quì gioverà ammonire il Lettore, che le divisioni, che a prima vista ci si affacciano, non sono le più utili, nè le più maestrevoli; avvegnachè spesse volte si divide, e si suddivide, e la cosa minutamente si spezza, senza punto badare dove vada a riuscir la faccenda, succedendo talora, che le studiate partizioni, le quali ingombrano la memoria, nell' atto di maneggiare il suggetto non cadano in taglio, e non vegna mai il caso, che di esse abbia a farsi menzione. Nelle divisioni hassi a procedere con cautela, e con parsimonia, e non deono introdursi, se non se quando o sono necessarie, o almen profittevoli. Quinci le più magistrali, e le migliori son quelle, che per viaggio s' incontrano, e dalla materia, che si ha per le mani, ci vengono passo passo somministrate. Con queste si separano l'idee, e nelle loro classi si dispongono, e si conseguisce il benefizio di non comprendere sotto un solo concetto cose, che vogliono essere indispensabilmente congiunte. Chi si sarebbe immaginato, che assunta una grandezza ad arbitrio in figura d'unità, ci fussero per rapporto ad essa quantità razionali, assimetre, e trascendenti, e forse d'una quarta spezie, alle quali si potrebbe dare il nome d'ipertrascendenti, e che sotto ognuno de' suddetti generi si contenessero magnitudini infinite d'indole onninamente diversa. Di più non sarebbe caduto in pensiero a chi che sia, che oltre le grandezze finite ci fussero ordini innumerabili di quantità infinite, ed infinitesime. E pure le premesse distribuzioni, che con un lungo giro di raziocinj si sono andate appoco appoco scoprendo, anno perfezionate le scienze Matematiche, e conseguentemente la Fisica. Per ultimo circa la maniera di rettamente raziocinare posero uno studio indefesso i Greci Sapienti, a fine di ribattere le vanità de' Sofisti, e de' Settici, da' quali erano continuamente vessati, ed a forza d' altercazioni sviati dalla ricerca della verità. Su tal materia in più trattati scrisse accuratamente Aristotele, e gli Stoici in segregare le buone dalle cattive illazioni giunsero per fino alla superstizione. Ma di sì fatte regole fecero pochissimo conto gli Epicurei, e perchè la ragione, di cui l' uomo è fornito, è germana maestra de' nostri discorsi; e perchè rarissime fiate si pecca in ciò, che si chiama la forma dei sillogismi, ma bensì frequentemente nella materia. I Matematici ignari per lo più de' canoni logicali, non ostante ciò legittimamente dai lor principj chiari, ed incontrastabili tirano le conseguenze; e se talvolta inciampano in qualche paralogismo, nasce ciò da tutt' altra cagione, che dall'aver trasgredite le regole della Logica. In questo mentre non si spende inutilmente il tempo, e la fatica in appararle. Sono esse verità fondamentali, ed invincibilmente dimostrate; laonde siccome tali ignorarsi non debbono, ed appresso servono alle volte a rettificare i nostri divisamenti, ed a convincere gli ostinati.

VI.

Mi faccio un passo indietro, ed aggiungo qualche avvertenza circa il buon uso delle definizioni. Se ne contano di tanti generi, che di tutti appena si può fare commemorazione. Le più perfette, e magistrali quelle si reputano, che procedono per via di genere, e di differenza, e fra le fisiche si dà la preferenza a quelle, che abbracciano tutte e quattro le spezie delle cagioni. Ce ne sono di privative, e di negative: alcune importano relazione, altre s' appoggiano a qualche proprietà: per ultimo suole bene spesso spiegarsi la cosa, aggregando parecchie particolarità, che nel suo essere la costituiscono, ed accoppiate insieme da tutte le altre cose la separano. Ma di ciò nel libro primo ho favellato abbastanza. Presentemente io distinguo le semplicissime, primarie, ed originali idee dalle complicate, nelle quali o le primigenie si uniscono, o si limitano, o si estendono. Quelle non ammettono definizioni; imperciocchè essendo a tutti notissime, per risvegliar le nella mente altrui, basta proferire il vocabolo, con cui si esprimono. Chi si è presa la briga di diffinire il tempo, lo spazio, il moto, il luogo, e che so io, in vece di rischiarare la faccenda, l'anno offuscata, o valendosi di termini oltremodo generali, o mettendo in cambio della diffinizione una voce sinonima. Ordine de' successivi vien chiamato il tempo dal Leibnizio, e lo spazio ordine de' simultanei. E chi non vede che la prima diffinizione è un giuoco di parole; perchè chi dice successione, dice tempo; e che la seconda è oscura; avendosi ancora a determinare di qual ordine sieno le cose simultanee, che lo spazio riempiono, e restando a decidersi la gran quistione, se diasi spazio senza corpo.

VII.

Quantunque volte poi si prende a comunicare a chi ci ascolta una qualche idea del genere delle composte, che nell'animo nostro ci siamo precedentemente formata; per ottenere, che una similissima nell'intelletto dell' uditore s' imprima, onde si vada d' accordo nei divisamenti, e nelle conseguenze, che passo passo se ne deducono; non basta far uso del vocabolo consueto, e comunale, per cui la cosa suol dinotarsi, ma fa d' uopo premettere una schietta, ed esatta diffinizione di nome. E vaglia il vero, sebbene le cose non si mutano, e ad altre vicissitudini non soggiacciono, salvo che a quelle, che dalla Natura vengono ad esse inalterabilmente prescritte; così però non succede, qualora nella nostra mente le loro immagini si dipingono. L' intelletto umano ne' suoi concepimenti imperfetto non ha lena sufficiente, per esaurire con una sola occhiata gli obbietti. Quinci dee necessariamente per così dire smembrarli, e considerandoli a parte a parte, andar passo passo quelle dimezzate nozioni acquistando, sulle quali i suoi ragionamenti si fondano. Tutti gli uomini, e specialmente i Filosofi, che sovra i popolari pensamenti s' innalzano, anno una piena giuridizione di allargare, di ristringere, e di modificare le loro scientifiche idee secondo lo scopo, che si prefiggono: ma bisogna indispensabilmente farne avvertiti gli ascoltatori; altrimenti chi della cosa medesima si formerà in testa un concetto, e chi un altro totalmente diverso, ed in tal guisa guardando gli uni da un lato, e gli altri dall'altro, è impossibile, che nelle stesse propositioni convengano. Da questo fonte principalmente derivano i contrasti, le dis-

pute, le altercazioni, che non finiſcono mai, e nelle ſcuole ſofiſtiche dai maeſtri agli ſcolari per eredità ſi traſmettono. Nelle verità naſcenti dalle idee ſemplici, ſi vede per quotidiana ſperienza, che vanno d'accordo i zotici, e gli ſvegliati, i dotti, e gl'ignoranti: ma quando c'entra la complicazione, inſorgono ſubito i diſpareri, e le controverſie. E ſe gli uomini della ſteſſa ſteſſiſſima coſa anno, o poſſono avere la medeſima idea (avvegnachè ſe così non foſſe, eglino non ſarebbono mai nelle loro opinioni conformi) è manifeſto, che dalla mala intelligenza proviene il diſordine, tolta di mezzo la quale ci ſarebbe almanco nel mondo letterato maggior uniformità di ſentimenti.

Per la qual coſa ſi fa paleſe quanto importanti, anzi quanto ſieno onninamente neceſſarie le definizioni del nome. Quelle, che ſi dicono della coſa, ſpargono i primi ſemi delle diſcordie: all' incontro col buon uſo di queſte le diſſenſioni ſi acquetano, maſſimamente quando a fare ſi ha con un lettore giudizioſo, e diſcreto. Pigliandoſi per mano un libro biſogna leggerlo con raſſegnazione, e col proponimento di conformarci alle idee, ed all'intenzione dello Scrittore. Chiunque agli anteriori ſuoi concepimenti tenacemente aderiſce, ed a quelle dell' Autore ſurrogando le proprie idee, con tale ingiuſta bilancia ne peſa i raziocinj, oltrechè dalla lettura delle opere altrui non trae profitto, trova ad ogni paſſo da gavillare, e da contraddire. Se ciò bene ſpeſſo accada, alla ſperienza me ne rapporto. Non niego già, che i più valenti Maeſtri tal fiata inciampino, e che non ſempre camminino con franco piede: ma biſogna prima ben intenderli, e penetrare ben addentro nell'interno delle loro meditazioni, e poſcia o lodarli con ingenuità, o colla debita modeſtia correggerli. Ottimamente S. Agoſtino i ſuoi leggitori ammoniſce: *Si quis pariter certus eſt, pergat mecum, ſi quis pariter heſitat, dubitet mecum, ſi errorem ſuum agnoſcit, redeat ad me, ſi meum, revocet me.*

Anche nelle diffinizioni di nome, ſebbene pajono puramente arbitrarie, tutta via ſi pecca. Alle volte ſi abuſano i termini, adoperandoli o troppo generali, ed aſtratti, o pure oſcuri ed inintelligibili, ovvero ambigui, ed equivoci. La ſignificazione ſoverchio ampia, che a molte nozioni s' eſtende, non ne determina alcuna in particolare, e la dubbioſa, e perpleſſa ci laſcia incerti, o confuſi, ed i vocaboli, che non s' intendono, non ſvegliano nella mente le idee, e ſoltanto con un ſuono vano le orecchie ci percuotono. Avendoſi dunque a componere una diffinizione di nome, facciaſi ſcelta di parole chiare, ſchiette, ed accoſtumate, prendendole o dalla comune favella, o valendoſi di quelle, che nelle ſcienze, e nelle arti ſono già ſtate accettate. I mentovati difetti con un po d' avvertenza agevolmente ſi evitano: ma non così accade, quando il male ſta nella radice. Ognuno ſa, che la noſtr'anima per comprendere le coſe, che ſono fuori di noi, non ſi fa preſente agli obbietti foreſtieri, ma ſolo per le porte de' ſenſi ricevendone le immagini, con eſſi eſercita un perpetuo commercio. Cotali idee, o ſpezie in moltiſſime fogge dalla mente ſi maneggiano; concioſſiachè o ſi uniſcono le diſparate, o le congiunte ſi ſegregano, o di una ſe ne formano parecchie, o di parecchie una ſola. Frequentemente in-

inſieme ſi meſcolano, e ſi confondono, pigliandoſi le principali per ſecondarie, e le intime per eſtranee, o al roveſcio; a talche ſovente ſi raccozzano nel medeſimo concepimento idee direttamente contrarie, le quali, ſenza che l'intelletto ſe ne avvegga, vicendevolmente ſi diſtruggono. Narraſi di Simonide, che richieſto coſa foſſe Dio, preſe più fiate tempo a ſoddisfare alla interrogazione, ed in fine riſpoſe, che più che ci penſava, meno ne ſapava. E come mai poteva coſtui con ſemplici parole ſpiegar un nome, cui niſſuna idea corriſpondeva, o ſoltanto la generale, ed indeterminata d'un eſſere ſuperiore all'umana condizione? Moſtruoſe proprietà, ſciocche, e vizioſe azioni attribuivano i Greci alle loro Deità ammaeſtrati così dai Poeti, e ſu tale ipoteſi altro concetto degl' Iddij, e de' Semidei non potevano formarſi i Gentili, ſe non ſe che foſſero Uomini, e Femmine d'un altro mondo ſoggetti al dolore, ed alle paſſioni, colla prerogativa della immortalità, attributo dalla ſuperſtizione ad eſſi conceſſo, ma alla lor natura ripugnante. Nè miglior ſenno moſtrano i Filoſofi. Epicuro collocò i Dei fra un Mondo, e l'altro ſicuri dall' urto degli atomi, e viventi una vita beatiſſima ſenza far nulla. Ariſtotele aſſegnò a Dio l' unico carico di girare il primo mobile, ed a guiſa di contrappeſo, o di molla di volgere perpetuamente attorno la principal ruota del grand'oriuolo dell' Univerſo. Gli Stoici non conobbero altro Dio, ſalvo che il Mondo da loro creduto animato, ſottoponendolo al fato, ed alla neceſſità. *Mundum, & hoc quodcumque nomine alio Cœlum appellare libuit, cujus circumflexu teguntur cuncta, numen eſſe credi par eſt, æternum, immenſum, neque genitum, neque interiturum unquam*: diceva Plinio. Solamente Anaſſagora, e dopo lui Platone, ſeparando Iddio dalla materia, ſi formarono in mente dell' Eſſere Supremo una tollerabile idea.

VIII.

Ho tratto l' eſempio dall'antichità, ſebbene i più accreditati Moderni me n'avrebbono parecchi altri ſomminiſtrato. E ſe le nozioni, e i concepimenti ſono torbidi, viziati, e bene ſpeſſo compoſti d' idee ripugnanti, io dimando qualmente coi ſegni delle parole poſſa farſi altrui conſapevole di ciò, che ci pare d'intendere, ma realmente non intendiamo? Troppo gran divario c'è fra l'obbietto, e la immagine, onde abbia mai ad ottenerſi, che gli attributi aſſegnati ad una cattiva rappreſentazione, alla coſa mal rappreſentata puntualmente ſi adattino. Andava meco medeſimo diviſando in che maniera, e con qual artificio di metodo s'aveſſe a porre riparo al grave commemorato diſordine, che ſi oppone all' aggiuſtatezza delle noſtre idee, e rende o falſi, o dubbioſi i noſtri ragionamenti. Mi cadde a prima viſta in penſiero, che a più alti principj riſuggir ſi doveſſe, col penetrare profondamente nella origine delle idee, nel modo, con cui ſi producono, ſi purgano, e ſi rettificano, e qualmente ſi eſtendono, e ſi combinano; onde da tali ſpecolazioni aſtruſe, e recondite naſceſſero le regole, che danno norma ai concepimenti, ai giudicj, ed ai raziocinj. Ma io non voglio ſviarmi dal mio cammino, per trattenermi lungo tempo ne' confini della Me-

Metafiſica. Oltre che riflettendo io, che i Matematici, ſenza valerſi di meditazioni eſtranee, anno portata la loro ſcienza a quel grado di perfezione, al quale le altre diſcipline non ſono per anco giunte, nè ſperano forſe di giugnere; penſava fra me, che ne principj geometrici ci ſtia naſcoſto un qualche ignoto ſegreto, da cui derivi l'evidenza delle dimoſtrazioni. Non credo già, che la buona riuſcita provenga dalla certezza degli aſſiomi, e molto meno dal filo delle illazioni Ogni ſcienza ha le proprie maſſime fondamentali, e del pari chiare, e manifeſte. Di quelle appartenenti alla Fiſica ho fatto parole abbaſtanza, e non veggo per qual ragione debba io preſtare più pronto aſſenſo a chi mi dice, che il tutto è più grande della ſua parte, ovvero a chi mi inſegna, che una cagione non produce mai un effetto maggiore di ſe medeſima. E quanto alla ſerie de' raziocinj, la diverſità della materia non ne diverſifica i canoni, a tal che mentre ſieno veri i principj, non è difficile avanzarſi nel cammino, e progredir paſſo paſſo dalle concluſioni più ſemplici alle più compoſte coll'unico riguardo, che niente ſi aſſuma, che non ſia ſtato precedentemente dimoſtrato, onde ſi formi, per così dire, una catena di verità compoſta di molte anella fra loro inſieme conneſſe.

Fa d'uopo dunque, che l'arcano di cui vado in traccia, ſi celi nelle diffinizioni, le quali unicamente ſi premettono per eſplicare i vocaboli. Fiſſata una volta per ſempre la ſignificazione del nome conviene tenerla ferma, ed in conto alcuno non alterarla; perchè in tal guiſa ſi ſcanſano gli equivoci, e le ambiguità. Nè mi ſi dica, ch'eſſendo ſempliciſſime le idee de' Geometri, mentre anno ſoltanto per oggetto le varie modificazioni della quantità, non ci vuol molto a fare un buon uſo delle parole: concioſſiachè io riſpondo, che oltre le più ſchiette, ed ordinarie, contemplano i Matematici idee oltre modo ſublimi, e di lunga mano ſuperiori alla comune capacità, e cotali ſono le curve aſſintotiche, le magnitudini incommenſurabili, e traſcendenti, i varj ordini degl' infiniti, e degl' infiniteſimi, ed altre parecchie di ſimile finiſſima tempra: per mezzo delle quali anno aperti i Fiſici gli occhi, e fatto loro comprendere la natura della materia eſteſa, baſe di tutte le coſe corporee.

IX.

Ma ciò, ch'è di ſomma importanza, ed in cui conſiſte il migliore del metodo geometrico, e doveva ſvelarſi a benefizio univerſale, ſi è, che le definizioni di nome adoprate giudicioſamente da Matematici vanno ſempre accompagnate dal carattere della poſſibilità. Voglio dire, che nel doppio rappreſentamento, cioè del vocabolo riſpetto l'idea, e della idea relativamente alla coſa, ſi viene a terminar nel poſſibile; di modo che ſiamo ad evidenza convinti, che la coſa è, o che può metterſi in eſſere nelle circoſtanze, in cui ſi concepe, e di conſeguenza che l'idea non è uno ſpettro vano, nè la parola un ſuono vuoto di ſenſo. A cagione d'eſempio ci ſi preſenti l'occaſione d'immaginare alcune linee curve, colle quali ſi ſoddisfaccia ai Problemi, o locali, o determinati; prima d'ogni altra coſa ſi penſa alla coſtru-

ſtruzione, indi all'andamento, e per ultimo alle proprietà. Il modo, con cui la curva ſi genera, ci mette anzi gli occhi la ſua poſſibilità, e ci dà l'agio di definirla, e ſervono all'uſo alcune delle ſue affezioni, che dall'origine ſcaturiſcono. Reputo ſuperfluo il numerare le differenti fogge di far naſcere le curve: o deſcrivanſi per punti interrotti, o per un moto continuo, ovvero col tagliare un ſolido, o collo ſtendere in piano una ſuperficie, o pure valendoſi delle proprietà delle curve più ſemplici per delineare le più compoſte, o finalmente ſi eſpongano ſotto i ſimboli delle equazioni locali del Carteſio, e del Leibnizio; in qualunque maniera ci adopriamo, chiaramente ſi ſcorge, che non ha luogo la repugnanza, e perciò con franchezza ad eſſe curve s'impone il nome, al quale s'aggiugne la diffinizione eſplicatrice del vocabolo.

Arroge, che i Matematici non mettono le diffinizioni a faſcio; perchè caricandoſi di ſoverchio la memoria, il buon metodo alla confuſione ſi oppone; e perchè gli ſtudioſi rimarrebbero incerti, e perpleſſi, ove andaſſe a terminare un sì grande apparato di parole. Fanno uſo ſoltanto di quelle poche, che all'intelligenza di ciò, che ſono eglino per inſegnare, ſi rendono neceſſarie. E vaglia il vero non potevano comportarſi altrimenti; concioſſiacoſachè trattandoſi d'una materia, per iſtrada nuove cognizioni s'acquiſtano, e ci ſi deſtano in mente novelle idee, le quali naſcendo dalle verità anteriormente dimoſtrate, recano con ſeco dalla loro origine le note della poſſibilità.

Per la qual coſa a miſura che di tempo in tempo vengono in luce, ad eſſe i nomi, e le diffinizioni s'aſſegnano: con che le ſignificazioni ſi determinano, ed i favellari s'abbreviano. Euclide nel libro decimo degli elementi mette in viſta una idea geometrica malagevole a comprenderſi, e lontaniſſima dalle nozioni popolari. Diconſi da lui incommenſurabili due quantità, le quali diviſe, e ſuddiviſe in particelle quanto ſi voglia minime, ed impercettibili, non accade mai, che quella parte aliquota benchè picciolisſima, la quale più fiate ripetuta miſura la prima grandezza, miſuri del pari la ſeconda, ſenza che avanzi un qualche reſiduo. Se queſta diffinizione di nome non foſſe ſtata da Euclide munita con una rigoroſa dimoſtrazione, e non ci aveſſe convinti, che in fatto ſi danno le quantità incommenſurabili, e che ſono di varj generi, applicandoſi ad ognuno d'eſſi la propria denominazione; crediam noi (laſciata da canto la gente indotta) che i Filoſofi ſteſſi, molti de' quali metafiſicando intorno il continuo, non ſono per anco giunti a capire, che l'eſtenſione è diviſibile all'infinito, la premeſſa diffinizione ammetteſſero? Sebbene ſino a ſuoi tempi ſoleva dire Platone, che era più beſtia, che Uomo colui, il quale ignorava, che il lato, ed il diametro d'un quadrato erano due linee fra loro incommenſurabili.

Io mi affatico quanto ſo e poſſo per inculcare la maſſima propoſta. E chi vuole laſciarſi guidare dalla ragione, piuttoſto che dalla fantaſia creatrice bene ſpeſſo di concetti incompatibili, non ſi faccia mai a contemplare un obbietto, e a filoſofarci ſopra, ſe prima non ſi è bene aſſicurato della poſſibilità della coſa: altrimenti ſi fabbricano in aria delle ſtrutture in ap-

paa

parenza magnifiche, ma deſtitute di fondamento, e di ſuſſiſtenza. Altrove ho indicati i fonti del poſſibile, e dell'impoſſibile, e ſu tale importante ſubbietto ci ho impiegato un intiero capitolo. Preſentemente ſoggiungo, che qualora alla ſpiegazione delle parole ſi accoppiano le note della poſſibilità, la diffinizione del nome diventa in un certo modo diffinizione di coſa; concioſſiachè l'uditore ſi forma con facilità nella mente un concetto ſimile al noſtro di quella coſa, che egli ſcorge eſſere evidentemente poſſibile. Non potendo dunque ragionevolmente pretendere di vantaggio, s'invoglia di ſeguitarci paſſo paſſo ne' noſtri ragionamenti appoggiati ad una idea vera, e reale, ed agevole a concepirſi. In oltre non cade a lui nè pure in penſiero, mentre dalle ſcolaſtiche anticipazioni non ſia preoccupato, di chiederci una diffinizione lavorata a tutto vigore di Logica; perchè quand'anche ſi aveſſe in pronto, lo che rariſſime volte interviene, ſiamo ſicuri di fondare i noſtri diſcorſi ſopra una baſe ſtabile, e ferma, e non abbiam punto di biſogno di ſottili aſtrazioni, che facilmente ſi ſpuntano.

X.

Illuſtro la dottrina con un eſempio. Non c'è ſtata Setta filoſofica, che intorno la Natura dell'anima umana non abbia propoſta la ſua particolare opinione da quelle degli altri Fiſici talmente diverſa, che ad una ad una riandandole ci laſciano più che da prima incerti, e confuſi. Alcuni già perſuaſi, che l'anima foſſe una ſoſtanza attiva, movente, e fornita di forza, andarono in traccia di que' corpi ſottili, e ſpiritoſi, i quali più degli altri di tali proprietà foſſero corredati. Ci fu dunque chi la diſſe aria, chi fuoco, chi materia celeſte, chi una quinta eſſenza di ſangue, e chi un compoſto d'atomi minutiſſimi, liſci, e rotondi. Ma ſapendo io, ch' ogni particola d'aria, di fuoco, d'etere, di ſangue, ed ogni atomo liſcio, e rotondo non è un anima, ſto perpleſſo, ſe le dette materie poſſano combinarſi, e modificarſi in maniera, che di eſſe ſi formi un anima. Perciò i menzionati pareri non mi ſgombrano dall'intelletto le dubbietà, e non mi ſomminiſtrano una diffinizione di nome, in cui ſi contenga la poſſibilità della coſa. Altri Filoſofanti, che della mente umana ebbero un' altiſſima ſtima, ſiccome di coſa eccellente, e divina, la chiamarono una particella della divinità, *divinæ particulam auræ*. Queſti diſſero troppo, ed all'incontro nulla diſſero coloro, che la credettero un' armonia. Secondo Ariſtotele ella dee definirſi atto, o forma d'un corpo fiſico oganico capace di vita, e con ciò ſi adombra in qualche maniera il vicendevole commercio fra l'anima, e il corpo. E queſta definizione quantunque vera ed irreprenſibile, quando ſia ben inteſa, rieſce non oſtante imperfetta, e manchevole; perchè non prende di mira l'attributo primario, e radicale dell'anima. E quì di paſſaggio ſi noti, che ogni qual volta può ravviſarſi nella coſa conſiderata in ſe ſteſſa, una proprietà aſſoluta, e maſſime fondamentale, e feconda, io reputo difetto ricorrere alle meno principali, ed in iſpezie alle relative. Santo Agoſtino, Uomo d'ingegno meraviglioſo nello ſtabilire i principj, e nel portare la coſa fin dove può giugnere a forza di cavar conſeguenze, entrando nell'interno di ſe medeſimo, ci diede una chiara, ed aggiuſtata idea della Natura dell'anima. Chi ſi darebbe a credere aver lui ottenuto l'intento, avvertendoci d'una particolarità, che tutti già ſapevano, ma non era caduto in mente agli Uomini di farci ſopra rifleſſione, o almeno di farne uſo? Così egli la diſcorreva. Quando l'anima s'immagina d'eſſere o aria, o fuoco, o che ſo io, forſe perſuaſa da qualche apparenza ſtimerà d'eſſere taluna di queſte coſe: ma di certo ella nol ſa, nè può mai liberarſi dalla dubitazione; perchè potrebb'eſſere altresì, che tale non foſſe. Metta dunque da canto almeno per poco quelle anticipazioni, in cui non rinviene la bramata certezza. E poſcia ſi volga a contemplare ſe ſteſſa, e con un atto rifleſſo conſideri, ch'ella penſa, e che di tutti i ſuoi intimi ſentimenti, e di tutte le ſue cognizioni ella è conſapevole. L'anima per tanto è una ſoſtanza, che ſa di eſſere, e in due parole una coſcienza capace d'infinite modificazioni; imperciocchè o dubiti, o intenda, o voglia, o ſi trovi in ſtato felice, o miſerevole, ella è ſempre la ſteſſa anima, e ſa di dubitare, d'intendere, di volere, e di eſſere affetta o da ſoavi, o da triſte impreſſioni. Nè ſopra ciò può cadere dubbio di ſorta; avvegnachè il ſenſo intimo, e la ſperienza continuamente ci ammoniſcono, che la coſa ſta pur così. Chi ci vieta dunque di lavorare una definizione di nome libera da qualunque diſputa, e contraddizione, e baſe dei noſtri ragionamenti in dicendo, che ſotto il vocabolo d'anima intendo io quell'interno principio di penſare, che in noi riſiede.

CAPITOLO SECONDO

Dell' Analiſi.

I.

LA parola Analiſi abbraccia varj ſignificati, de' quali non ſi vuol farmenzione, baſtando al Leggitore il ſapere per ora, ch' io la riſtringo ad eſprimere un metodo familiare a Geometri per iſcoprire le verità occulte. Io ne piglio la diffinizione ad impreſtito da Pappo Aleſſandrino nel proemio delle Raccolte Matematiche. Eſſa è dunque *ſumptio quæſiti tanquam conceſſi, per ea quæ conſequuntur ad quæſiti indagationem*. Mentre dunque ſiamo ambigui, ſe ſia vera, o falſa una propoſizione, prima d'ogni altra coſa ſi finge conceduta a noſtro piacimento una parte, o l'altra della contraddizione: indi dai dati, e dalle circoſtanze convien dedurre un filo di conſeguenze naſcenti paſſo paſſo l'una dall'altra, ſinattantochè ſi arrivi a qualche verità altronde conoſciuta, o a qualche falſità manifeſta. E quì fa d'uopo arreſtarci; perchè ſiamo giunti al termine della noſtra inchieſta, e l'ultima illazione c'inſegna ſe è vero, o falſo l'aſſunto, e ce ne dà la dimoſtrazione. Concioſſiacoſachè tornando indietro per le veſtigie impreſſe dall'

dall'analiſi, che ſi chiama anco reſoluzione, e ripetendo a ritroſo la ſerie delle conſeguenze, ſi procede per via di ſinteſi, o di compoſizione; laonde dove la prima maniera di ragionare finiſce, la ſeconda comincia. Si prende dunque per baſe o quell'aſſioma, o quel teorema già noto, e poſcia viaggiando dietro la ſcorta dell'analiſi, ſi poggia di grado in grado, ſinattantochè ſi perviene a dimoſtrare la propoſizione principale, di cui per avanti ſi dubitava. Quì ſi dee avvertire, che non ci riuſcirà giammai di fare un tale regreſſo, ſe nel corſo della noſtra analiſi non porrem cura di cavar conſeguenze, le quali ſieno talmente coll' antecedente conneſſe, onde in niſſuna circoſtanza ſenza d'eſſo poſſan ſuſſiſtere; perchè altrimenti non ſarebbe permeſſo di aſſumerle come principio, e retrocedendo per ſinteſi ricavarne come conſeguenza l'antecedente. Riſchiarerò la coſa con un eſempio. Se ſuppoſto che una figura ſia circolare procedendo per analiſi ricaverò, che l'ordinata è media proporzionale fra le parti del diametro, il mio raziocinio ſarà legittimo; perchè potrò dire: l'ordinata è media proporzionale fra i ſegmenti del diametro; dunque la figura è un circolo. All'oppoſito ſe dedurrò per conſeguenza, che partendo dal medeſimo punto due linee, l'una tangente la curva, l'altra ſegante in due punti, il quadrato della toccante ſia eguale al rettangolo fatto dalle due linee intercette fra il punto dato, e i due punti di ſezione; la conſeguenza ſarà vera, ma inutile per l'analiſi; perciocchè da una tale proprietà non ſi può con evidenza raccogliere, che la figura ſia un circolo. Nei problemi il metodo non ſi diverſifica, ſe non ſe in quanto ſi ſuppone fatto ciò, che ci vien propoſto da farſi, e la progreſſione del raziocinio finalmente ci guida o ad un poſtulato, o ad una geometrica coſtruzione, della quale ſi aveva contezza.

I problemi in Fiſica frequentemente non anno luogo; perchè queſta ſcienza inteſa alla contemplazione, piuttoſto che all'opera, ſi laſcia di buona voglia alle arti manuali, cui ſignoreggia, o pure converte in proprio uſo quelli che dalle diſcipline matematiche le vengono ſomminiſtrati. I Filoſofi ipotetici anno fatto della Fiſica una facoltà problematica; imperciocchè ogni qualvolta tentano di ſpiegare un fenomeno, eglino ſi mettono a ſciogliere un problema, cercando la più congrua meccanica ſtruttura, la quale ſia atta a ſoddisfare alle apparenze.

II.

Prima d'inoltrarmi nella materia ſtimo opportuno addurre l'eſempio d'una breve, e ſemplice analiſi; onde il Lettore ſenta la forza, e comprenda l'artifizio del metodo. Si diſputava ai tempi del Galileo intorno la diſceſa dei gravi, e ſi credeva comunemente, che laſciati cadere due corpi differenti ſoltanto nella mole dalla ſteſſa ſublimità per un mezzo tenuiſſimo, e di nulla reſiſtenza formito, il corpo grande laſciaſſe addietro il più piccolo, e compiſſe in più corto tempo un pari viaggio. Queſta ſentenza, ſebbene falſiſſima, ed alla ſperienza contraria, era avvalorata dall'autorità di Ariſtotele, che allora molto più della ragione valeva. Ma il Filoſofo Fio-

Fiorentino fatto a poſta per cancellare dalla Fiſica certe ſtravaganti opinioni con un ſempliciſſimo giro di raziocinio, andava così diſcorrendo. Sia la coſa come ſi pretende, ed il corpo maggiore A (Fig. 1.) riſpetto al minore B cali abbaſſo con una più grande velocità. Da ciò accaderà, che ſe ſi uniranno le due maſſe A, B in una ſola maſſa AB o con qualche glutine, o per mezzo della verghetta AB rigida, e ſenza peſo, il moto più celere del globo A verrà ritardato dal più lento del globo B; laonde l'aggregato de' due corpi A, e B camminerà con una velocità intermedia fra le due propie, e naturali de' due peſi ſtaccati A, B. Piglio un terzo corpo C uguale ad A di volume, e di gravità: e giacchè ambo le maſſe A, B congiunte in una ſono maggiori della C ne ſiegue, che in ordine alla ipoteſi aſſunta diſcenderanno più velocemente meſſe a confronto della maſſa C, e per legittima conſeguenza ſupereranno in celerità anche il moto della maſſa ſolitaria A, perchè eſſendo in tutto pari i corpi A, C, non c'è ragione, per cui uno piombi abbaſſo con più preſtezza dell'altro. Ma di ſopra ſi è dimoſtrato, che i corpi uniti A, B camminano con una velocità di mezzo tra la minore della palla B, e la maggiore della palla A; dunque poſto il detto aggregato a paragone col globo C, ſarà nel tempo ſteſſo e più preſto, e più pigro: lo che importa una palpabile contraddizione. Si conchiuda per tanto, che tutti i corpi della medeſima materia di qualunque grandezza, o di qualunque figura, e cadenti da una pari altezza vanno di conſerva, ed in tempi uguali traſcorrono ſpazj uguali.

Niuno s'immaginerà d'attribuire il movimento più pronto al corpo di minor mole; perchè può reſtar agevolmente convinto, girando per un altro verſo il diſcorſo. Concioſſiachè ſe il corpo più piccolo B vince in velocità il più grande A, coll'accoppiarli inſieme, ſi accreſcerà la celerità di A, e ſi minorerà quella di B; dunque l'aggregato AB camminerà più preſto della maſſa A poſta da ſe ſola, e conſeguentemente della uguale C: ma queſta ſiccome più picciola debbe anche più velocemente diſcendere; dunque torna in campo l'aſſurdo; avvegnachè chiaramente ſi prova, che per una parte la celerità della ſfera C è maggiore di quella dell'aggregato AB giuſta l'ipoteſi; e per l'altra parte la ragione ci dimoſtra, ch'è minore, perchè l'aggiunta del corpo B più veloce fa sì, che il corpo A acquiſti qualche grado di velocità, che nè ad eſſo, nè al corpo uguale C naturalmente compete.

III.

Diceſi, che Platone ſia ſtato l'inventore dell'analiſi, altri ne danno la lode a Pitagora: ed io voglio credere, che queſti illuſtri Filoſofanti ne abbiano fatto uſo frequentemente, e ſe ne ſieno ſerviti in parecchi incontri. Ma dacchè gli uomini ſono uomini, e dalla Natura in ogni età, in ogni clima anno avuto la ragione in retaggio, dal metodo analitico i loro diſcorſi prendono regola. Queſta è la maniera popolareſca di raziocinare, comune ai dotti, ed agl'ignoranti, non apparata con iſtudio, e con arte, ma ſenza noſtra fatica dalla Natura inſegnataci. E coloro, che quaſi ſdegnandola, ſiccome troppo volgare, ſi ſono per altra ſtrada avviati, perduta la traccia di

rettamente filoſofare, inciampano quaſi ad ogni paſſo, e cadono nel cammino. Non ſo capire, qualmente alcuni d'acutiſſimo ingegno, e che ne fan pompa, di mille ſottigliezze s'infraſcano, e sì fattamente colle definizioni, colle diviſioni, e coi ſillogiſmi la materia inviluppano, che ſpogliatala de' miſterioſi vocaboli, e del metodo arido, e ſmunto, ci ſi preſenta affatto nuda, e ſparuta.

E vaglia il vero, quando ſi delibera intorno qualche importante negozio, o richieſti diamo altrui conſiglio, che coſa facciam noi? Primieramente conſideriamo con attenzione l'affare da tutti i lati, ed in tutte le circoſtanze, e ſe non ci pare d'aver lume ſufficiente per ben riſolvere, ricorriamo a coloro, che ſono più periti di noi in quella particolare inſpezione, o ſi anno generalmente acquiſtato il concetto di ſaggi, e di prudenti. Non ſi riſparmiano le diligenze, e ſi aggiungono informazioni ad informazioni, per fino a tanto che della materia, di cui ſi tratta, ci crediamo abbaſtanza impoſſeſſati. Dappoi ſi ſuppone ſiccome fatto ciò, che ſi diſegna di fare, e peſando accuratamente ogni particolarità, e combinando inſieme i dati, e le notizie, ſi cavano le conſeguenze, e colle antecedenti le ſuſſeguenti ſi legano, e ſi guarda per qualunque verſo dove la coſa vada a riuſcire. Se il beneficio ſupera il danno, e ci ſi affaccia più il bene, che il male (mentre rariſſime fiate interviene, che ſi conſeguiſca il fine deſiderato, ſenza che ci ſia il pro, ed il contro, e ſenza che il giovamento ſi meſca col pregiudizio) allora la noſtra volontà ſi diſpone ad abbracciare il partito: all'oppoſto ſe ne aſtiene, ogni qualvolta la bilancia trabocca dalla parte del male, quando però una paſſione violenta, e predominante, che l'intelletto ci offuſca, non ci ſpinga da traverſo. Ma ſe la mente ſta in bilico, ed i motivi per operare, e per non operare ci ſembrano di pari momento, naſce la incertezza, e la perpleſſità: ed in tal caſo è ſempre meglio ſopraſſadere, avvegnachè un intraprendimento di ſoverchio riſoluto tira con ſeco il riſchio, e l'inquietudine: la qual affezione è così nojoſa, che per picciole coſe non mette conto il ſoffrirla: fa d'uopo bensì guardarci, che il tedio dalle grandi, dalle profittevoli, e dalle onorate non ci fraſtorni. Non ſi è detto per anco il tutto. Preſa una volta la riſoluzione, dopo aver ben confrontata la perdita col guadagno, ſi penſa ai mezzi per ottenere l'intento, ed in queſta diſcuſſione ſi dee procedere con diligenza, e con accortezza. Anno a ſceglierſi i mezzi più ſpediti, e più agevoli, e ad iſcanſarſi deſtramente le difficoltà, che ci ſi parano innanzi. Anche per iſtrada ci ſi fanno incontro delle novità non antivedute, per cui bene ſpeſſo ci ſi cangia in mano la faccenda, e conviene ad altro vento volger la vela, e perciò ſecondo le occorrenze biſogna ripigliar il diſcorſo, ed iterare l'analiſi. Tali ſono i canoni eſpoſti ſuccintamente, con cui gli uomini regolano i loro divſamenti, e maneggiano gli affari della vita comunale: nè io mi ſono mai pentito d'averli uſati nelle materie ſcientiche, perchè quantunque da ſe ſoli non baſtino, accoppiati cogli altri metodi, de' quali farò parola, recano un conſiderabile giovamento.

IV.

Ora metto in viſta i difetti, ch'accompagnano il metodo analitico, e ſuggeriſco i ripieghi almeno in parte valevoli a ſuperarli. Dico primieramente, ch'eſſo è molto acconcio per eſaminare le opinioni altrui, e per liberare le ſcienze da certe falſità ricevute, e convalidate dal tempo, e dalla rinomanza degli Scrittori. Secondariamente non ci luſinghiamo di fare in Fiſica gran profitto, mentre non ſi chiami in ſoccorſo l'analiſi. Tutto dì ci ſi affacciano innumerabili fenomeni naturali, di cui ſi tenta la ſpiegazione: e le ſperienze ben avverate, e delle opportune circoſtanze fornite ſono le baſi ſtabili, ſulle quali ſi fonda l'analiſi. Ma in terzo luogo frequentemente interviene ne' caſi più ardui, che non ſappiamo da qual parte girare il diſcorſo; perchè non ci ſi apre ſentiero alcuno, che ci agevoli il cammino, ed alla meta ſpeditamente ci guidi. Avvegna ciò o per mancanza dei dati, o perchè ſiamo all'oſcuro delle leggi della Natura, o perchè tutti non poſſon tutto; in tali incontri giova aſpettar nuovi lumi, e guardarſi dall'opinare. Anche la fortuna ha il ſuo luogo: e ſiccome alle volte ci ſfugge dalla viſta un obbietto, perchè l'occhio ſi volge da tutti i lati, fuorchè da quello dove riſiede la coſa viſibile; così la mente non prendendo di mira il ſoggetto per il ſuo verſo, giraſi inutilmente quà e là, ſenza mai trovare nè capo, nè via.

Io ſoglio aſſomigliare l'analiſi ad un labirinto, in cui chi ſi ſmarriſce, camminando lungo tratto per viottoli intralciati, donde s'era partito ſpeſſe fiate ritorna, e proſeguendo d'errore in errore, non rinviene il calle, che lo conduce all'uſcita. Similmente l'intelletto comincia a ordire la tela dell'analiſi, e cavando le conſeguenze dall'aſſunto paſſa dalla prima alla ſeconda, indi alla terza, e così di mano in mano, e mentre bene ſpeſſo calca una ſtrada, che a buon termine non lo mena, o non ſa più dov'egli ſi ſia, o riede per il ſentiero già battuto, o inceſpa in qualche petizion di principio, o finalmente ſi ſtanca, e diſpera affatto dell'eſito. Non biſogna frattanto perderſi d'animo, e conviene ripigliare la meditazione a ſpirito cheto, avviandoſi per un'altro calle; imperciocchè il ſecondo ſforzo ſupera talora l'oſtacolo, che non ſi è potuto vincere dal primo. Arroge, che non deeſi fingere difficoltà ſomma, dove può eſſere che non ci ſia. Quante fiate immaginandoci noi la coſa aſtruſa più del dovere, ci mettiamo in guardia, e quaſi che ſi abbia a durare nella inchieſta una gran fatica, l'intelletto ſi concentra, e ſvagando ne' ſuoi diviſamenti raccozza inſieme idee diſparate, e lontane, laonde nulla ſtrigne, perchè troppo abbraccia. Coloro, che ſono inteſi alla contemplazione della Natura, ſanno ch'io dico il vero, e ſovviemmi, che avendo preſo talvolta di concerto con alcuni miei dotti Amici a ſoddisfare ad una quiſtione, dopo averci per lunga pezza logorato il cervello, finalmente pervenuti alla ſoluzione, ci facevamo le maraviglie, come un'analiſi di piccola, o di mediocre indagine ci aveſſe tenuti tanto occupati.

V.

I vecchi Geometri ammaeſtrati dall'uſo dei mentovati oſtacoli ſi ſono avveduti, ed an procurato di metterci un qualche compenſo. Nel maneggiare ſiccome accade varj queſiti, ſe per avventura urtavano in qualche intoppo, procedendo per via d'analiſi, e riuſciva loro a forza d'ingegno, e d'induſtria di ſuperarlo, ſtendevano generalmente l'artificio particolare, e ne formavano ad altrui iſtruzione una regola. Molto s'impara non ſolo col ben comprendere le verità dai Matematici dimoſtrate, ma molto più col tener dietro al filo de' loro metodi, e col notare partitamente quelle ſingolari ſagacità, le quali non ſono tanto appropiate ad un caſo, che ad altri parecchi colle debite avvertenze applicarſi non poſſano. Prima d'ogni altro ripiego mi ſi para dinanzi la deduzione, per cui un teorema, o un problema ad un più ſemplice, e più trattabile ſi riduce. Non ſi creda, che con ciò ſiamo giunti alla compiuta ſoluzione. Queſto è un fermarſi dopo aver fornita la metà del cammino, per prendere nuova lena; concioſſiachè l'analiſi in più porzioni ſi divide, o piuttoſto terminata una reſoluzione, che ci guida ſino ad un certo ſegno, ci facciam da capo, e diamo mano alla ſeconda, e forſe alla terza, e così di ſeguito, fino a che ci troviamo pervenuti al termine dell'inveſtigamento. Si racconta che l'Oracolo di Delfo propoſe l'arduo problema d'ingrandire il doppio un'altare cubico, tenuta ſalda la figura. Gli operaj duplicate tutte e tre le dimenſioni lo fecero ottuplo in ſolidità. Ma Ippocrate Chio eſaminata da Geometra la dimanda, s'accorſe, che per coſtruire un cubo, che ad un altro dato di grandezza foſſe in proporzione aſſegnata, facea di meſtieri fra due linee date interporre due medie in ragione continua. Sia fatto ciò, che ſi cerca, ed il cubo ſopra la linea (Fig. 2.) CD a quello ſopra la linea AB ſia in data proporzione. Giacchè il cubo AB al cubo CD ſta in triplicata ragione del lato AB al lato CD, atteſa la ſimilitudine dei ſolidi, facciaſi come la retta AB alla CD, così la CD alla EF, indi come CD ad EF, così EF ad HG. E perchè AB ad HG è per la coſtruzione in triplicata proporzione di AB a CD; dunque come la linea AB alla HG, così il cubo AB al cubo CD: ma le linee AB, HG ſono date; dunque per trovar la retta CD lato del cubo in queſtione abbiamo a frammettere tra le linee AB, HG due medie in ragion continua, la prima delle quali cioè CD ci dà la ſoluzione del problema. Non ſi legge, che Ippocrate moveſſe altro paſſo: in queſto mentre i Geometri poſteriori a gara, principiando da dove aveva egli finito, ſi fecero ad inveſtigare molte ingegnoſe maniere rapportate da Pappo Aleſſandrino, e da Eutocio Aſcalonita, per mettere fra due linee date due medie proporzionali.

La deduzione è ſpecialmente giovevole, quando le proprietà dei ſolidi ſi traducono alle dimenſioni piane, e lineari, ed il citato Ippocrate nel caſo addotto ce ne ſomminiſtra l'eſempio. Per quello poi appartiene alla Fiſica, la quale ſe dalle ſcienze matematiche non è ſoſtenuta, zoppica perpetualmente; il maſſimo artificio conſiſte nel traſportare in eſſa le dimoſtrazioni dell'Aritmetica, dell'Algebra, e della Geometria, eſprimendo le paſſioni

ni della materia per via di numeri, di ſpezie, e di figure. Sopra queſto punto di ſommo rilievo non dirò di vantaggio, eſſendomi già preſiſſo di trattarlo accuratamente in un intero capitolo. Baſta per ora, che ſi ſappia eſſere il ripiego una ſpezie di deduzione, per cui in teoremi, e problemi matematici ſi tramutano le fiſiche inveſtigazioni.

VI.

Una prerogativa del metodo analitico ſi è la fecondità; imperocchè molte, e fra loro diverſe ſono le ſtrade, che al medeſimo fine ci guidano, alcune più corte e piane, ed altre più lunghe ed alpeſtri. Se ſi aveſſe, per giugner al termine, a progredire per un ſolo ſentiero, eſſendo quelli, che ci fanno deviare, preſſo che innumerabili, ſarebbe colpo di mera fortuna il non iſmarrirſi. I Geometri ſi piccano d'incontrare la più ſemplice ſoluzione, e tal fiata la coſa loro rieſce: ma ſecondo me non importa guari in qual modo ad un queſito ſi ſoddisfaccia, purchè ſe ne venga a capo; concioſſiachè in qualunque maniera ſi ſveli, è ſempre pregevole una verità nuova, e ſublime. Io ſo per propria eſperienza, che di rado la prima volta ſi piglia la coſa per il ſuo verſo, onde ſi dia di petto nella più elegante ſoluzione. Che ſe poi non contenti del primo ſforzo, attentamente rianderemo il progreſſo de' noſtri diſcorſi, e dalle particolarità ſcoperte novelle conſeguenze ſi dedurranno, e ſpezialmente ſe non perderemo di viſta i corollarj; ci verrà fatto bene ſpeſſo ad uno ſcioglimento imbrogliato, e troppo compoſto di ſurrogarne un altro più ſemplice, e più compiuto.

E quì ſi noti, che le varie ſoluzioni traggono l'origine dalla diverſità dei preparamenti. Una congrua, e ben appropiata preparazione facilita mirabilmente l'analiſi; e perciò fa di meſtieri tener ſempre un'occhio fiſſo alle coſe, che ci ſono note, e l'altro a quelle, che ſi cercano. Appreſſo biſogna tenere a mente, che per un verſo il quiſito, e per l'altro i dati anno a legarſi inſieme, e che ciò ſi fa per via delle conſeguenze intermezze, che finalmente ſi danno mano, e dalla preparazione dipendono: la quale ci porge agio di tirare innanzi le illazioni tanto dalla parte della ipoteſi aſſunta, quanto dalla parte dei dati. E con queſti due viaggi uno incontro l'altro s'abbrevia la ſtrada, e ſi alleggeriſce l'intelletto dal carico di tener dietro ad una lunga ſerie di conſeguenze. Appreſſo non occorre nelle preparazioni andar per lo bujo a tentoni: anzi vi ſi richiede un non ordinario avvedimento, e maſſime nelle fiſiche inveſtigazioni, che portano con ſeco maggior indagine; concioſſiachè ſe l'apparato è ſcarſo e povero, non ci dà il modo di proſeguire il diſcorſo, nè di cavare le conſeguenze neceſſarie a compier l'analiſi: all'oppoſto ſe per ſorta è troppo abbondante, ſi moltiplica fuor di propoſito il numero delle concluſioni, e l'una con l'altra s'intrica talmente, ch'eſſendo noi incerti da qual banda abbiamo a piegare, ci laſciamo avviluppare in varie ricerche, e perdiamo il filo del raziocinio. Il poco, ed il ſoverchio ſono del pari nocivi, e l'afferrare quella giuſta mediocrità, che non pecchi o nel difetto, o nell'eccesſo, non è così facile impreſa. Convien dunque tener ſempre fiſſa la mira allo ſcopo, ed adoperarſi

in

in maniera, che i preparamenti riguardino i dati, e l'quisito colla dovuta corrispondenza. Ma la più industriosa preparazione, e la più giovevole si è quella, che dall'analisi stessa ci viene indicata, mentre cioè una conseguenza ci ammonisce cos'abbia a farsi per passar oltre, e dedurre le seguenti, e così di mano in mano, sinattantochè si arriva al termine della inchiesta.

VII.

Io vado accumulando precetti, e penso, che sia bene il dilucidarli almeno colla dimostrazione di un teorema geometrico, che per la sua semplicità dovrebbe riporsi fra gli elementari. Abbiasi il triangolo ABC (Fig. 3.) e l'angolo qualunque A sia partito per metà dalla retta AD, io dico, che il rettangolo BDC fra i due segmenti della base BC, coll'aggiunta del quadrato della bisecante AD, è uguale al rettangolo BAC contenuto dai due latiB A, AC. Sia vero ciò, che si propone: e giacchè anno a paragonarsi insieme cinque linee, cioè i due lati BA, AC, i due segmenti BD, DC, e la bisecante AD, è cosa chiara, che bisogna ristringerle a quattro, onde nasca l'analogia, per cui si dimostri l'uguaglianza dei prodotti. Ci viene dunque subito in mente d'unire in un solo rettangolo il quadrato AD, più il rettangolo BDC: lo che si ottiene, facendo il rettangolo ADE uguale al BDC. Ed ecco la preparazione, dalla quale nasce la conseguenza, che il circolo circoscritto al triangolo BAC, che passa per i tre punti B, A, C, passerà per il quarto punto E, attesa la natura del cerchio, in cui due linee, che s'incrocicchiano, e terminano alla circonferenza, come BC, AE, generano i rettangoli eguali BDC, ADE. Tirisi la corda BE, e si discorra così. Essendo eguali i testè menzionati rettangoli, se all'uno, e all'altro aggiungeremo il quadrato AD, avremo, il rettangolo BDC più il quadrato AD eguali al rettangolo EDA più il quadrato AD, ovvero al solo rettangolo EAD, il quale per l'ipotesi sarà parimente uguale al rettangolo BAC. Ci si presenta dunque il modo d'istituire una proporzione, e d'inferire, che come BA, ad AE; così AD; ad AC. E quì rifletto, ch'essendo uguali per l'assunto gli angoli BAD, DAC, ed appresso ne'due triangoli BAE, DAC proporzionali i lati intorno gli angoli eguali, essi triangoli saranno simili, e conseguentemente saranno eguali gli angoli BEA, BCA: lo che è verissimo, perchè ambo insistono all'arco comune AB.

La sintesi si sbriga in poche parole, tenuta ferma la preparazione dall'analisi somministrataci. Avvegnachè sono simili i due triangoli ABE, ADC, ne'quali oltre gli angoli BAE, DAC per l'ipotesi, sono altresì uguali gli angoli BEA, BCA insistenti sopra la stessa porzione di periferia AB; dunque come BA ad AE, così DA ad AC; dunque i rettangoli BAC, EAD, o in vece di questo il rettangolo EDA, più il quadrato AD sono eguali: ma il rettangolo EDA è uguale al rettangolo BDC per la natura del cerchio; dunque il rettangolo BDC coll'aggiunta del quadrato DA è uguale al rettangolo BAC: lo che dovea dimostrarsi.

Al-

Altrimenti. Poichè il rettangolo BDC più il quadrato AD è uguale al rettangolo BAC, s'io porrò il rettangolo BAF uguale al quadrato AD, mi nasceranno due conseguenze: la prima, che il rettangolo AB in FC sarà eguale al rettangolo BDC, ed in ordine a ciò come AB : BD :: DC : CF: la seconda, che essendo intorno gli angoli eguali BAD, DAF proporzionali i lati, cioè per la preparazione BA: AD:: AD: AF, i due triangoli BAD, DAF saranno simili; dunque l'angolo BDA sarà eguale al DFA: lo che si dica anco degli angoli ADC, DFC, ognuno d'essi compimento a due retti degli angoli eguali BDA, DFA. Ne segue pertanto, che sieno simili i due triangoli DAC, DCF, i quali oltre gli angoli eguali ADC, DFC anno l'angolo comune C; dunque AC: CD:: DC: CF. Ma superiormente ci si è presentata l'analogia AB : BD:: DC: CF; dunque AB: BD:: AC: CD ovvero AB; AC:: BD: DC: verità dimostrata da Euclide, e nascente dalla divisione dell'angolo BAC in due parti eguali.

Ommetto la sintesi siccome facile, e mi dichiaro d'aver recato l'antecedente esempio in grazia de' principianti; acciocchè comincino a far uso dell'analisi, e tocchino con mano qualmente vadano applicate le regole, e dai casi più semplici si facciano strada a' più composti.

VIII.

Per compimento della materia deggio ragionare de' luoghi, che chiamansi resoluti, mirabile invenzione de'Maestri Greci, a fine di addestrare un Geometra allo scioglimento de'problemi più ardui. S'avvidero eglino, che il condurre l'analisi dal quisito fino ai primi principj, o almeno fino alle proposizioni elementari, era molto malagevole impresa. Spesse fiate il viaggio è troppo lungo, e disastroso, e perciò si disposero di abbreviarlo, assumendo in se stessi una parte della fatica. A tal oggetto pubblicarono essi parecchi trattati concernenti varie materie geometriche, guarniti d' un numero copioso di proposizioni feconde di conseguenze, in tal una delle quali avesse bene spesso a ricadere il progresso analitico. Ed ogni qual volta ciò intervenisse, il Geometra avesse a fermarsi, siccome già pervenuto al termine della sua perquisizione.

Pappo Alessandrino nel libº. 7º. delle compilazioni matematiche, dove procede per via di resoluzione, e di composizione, ce ne dà alquanti esempj, e specialmente veggasi la proposizione 85ª., Problema 5º. del citato libro. Oltre ciò egli ci ha conservato un succoso sunto delle predette opere, parte delle quali tuttavia sussistono, e parte si sono perdute. Esse ci mettono sotto gli occhi lo stato della vecchia Geometria. Utilissimi sono i dati di Euclide, che servon di base all'analisi degli Antichi; e di pari giovamento i porismi dello stesso Autore, i quali secondo Pappo non differivano, se non se nell'ipotesi, dai teoremi locali. Di minor uso erano i tre libri d'Apollonio, che versavano sulla sezione della proporzione, su quella dello spazio, e su i toccamenti: ma di grandissimo profitto il trattato della sezione determinata: come altresì i luoghi piani, ed i conici dello stesso Apollonio, aggiunti i luoghi solidi d'Aristeo, e quelli di Eratostene detti alle medie-

tà, e gli altri di Euclide alla ſuperficie, materia oltrémodo aſtruſa di cui habbi un bell'eſempio in Pappo lib°. 4°. propoſiz. 28ª., e di cui ci ha dato un ſaggio il celebre Ermanno negli Atti della Imperiale Accademia di S. Pietroburgo. Reſta per ultimo il libro delle inclinazioni di Apollonio, nel quale ſi dava la ſoluzione di molti problemi, parte piani, parte ſolidi, e parte lineari. In queſti ci entravano le curve di più alto grado o analitiche, o traſcendenti, che a poche ſi riducevano, come la concoide di Nicomede, la ciſſoide di Diocle, la quadratrice di Dinoſtrato, e la ſpirale d'Archimede. Ed ecco l'apparato de' Geometri Greci, che ſebbene mancante, e da non porſi a confronto coi metodi moderni, nè per la ſagacità, nè per l'eſtenſione, ci ſomminiſtrano non per tanto dell'elegantiſſime ſoluzioni, nel qual pregio i noſtri Geometri cedono forſe agli antichi. Egli è ben vero, che dove i vecchi anno finito, ha cominciato il Carteſio, e dove queſti ha terminato, anno dato principio, per tacere di molti altri, l'Ughenio, il Nevvton, e il Leibnizio.

IX.

Comunque ſtia la coſa, ſon di parere, che in ogni ſcienza, ed in ogni facoltà i luoghi reſoluti, e bene avverati (non parlo già dei generali, e dei topici) rechino un gran beneficio ai noſtri diviſamenti; imperciocchè trattando qualunque ſoggetto, abbiamo dove ricorrere, e troviamo almanco in parte la materia preparata, e digerita. O dunque l'analiſi a qualche luogo ci guidi, o da uno, o più luoghi inſieme accoppiati ſi derivi la ſinteſi; interverrà ſempre, che il progreſſo del diſcorſo ſi agevoli, e gli errori molto più facilmente ſi ſcanſino. Ariſtotele nella ſua Rettorica, opera che va per le mani di tutti, e pochi ne conoſcono il pregio, raccolſe opportunamente ſotto varj titoli un buon numero di luoghi tratti dall'Etica, dalla Politica, e da' primi originali principj della ſocietà umana, mettendoli di mezzo fra le comuni ſempliciſſime nozioni, e le particolari quiſtioni, che debbono maneggiarſi dall'Oratore. Appreſſo ad imitazione de' Geometri il Cano compilò i luoghi teologici, e l'Everardo i legali: ma per quello riguarda la ſcienza della Natura, da due fonti i luoghi fiſici ſcaturiſcono, cioè dalla ſtoria dei fenomeni, e delle ſperienze, e dalle verità ſin ora dimoſtrate. Intorno il primo punto mi riſerbo a ſuo luogo di ragionare: e quanto al ſecondo, chi non è ben fornito di Geometria, e non è pratico delle maraviglioſe ſcoperte, che ſi ſon fatte nel preſente, e nel paſſato ſecolo, principiando dal Galileo, dal Keplero, e dal Verulamio, non ſi metta a diſcorrere in materia fiſica; perchè conforme alla giornata pur troppo ſi vede, dirà eſorbitanze tali, che moveranno le brigate nello ſteſſo tempo a riſo, ed a compaſſione. Per comporre un corpo di ſcienza, ci ſi richieggono i penſamenti di moltiſſimi Uomini di ſano diſcorſo: laonde chi più legge, più ſa, facendo però d'uopo di leggere con diſcernimento; avvegnachè non è vero tuttociò, che ſi trova ſcritto, e ſtampato. Non mi prendo la briga di teſſere un catalogo de' migliori libri, e ſarebbe deſiderabile, che taluno dietro la ſcorta di coloro, che in altre diſcipline lo hanno intrapreſo, e condotto a fine ſi prendeſſe la pena di ragunare i luoghi fiſici già reſoluti, almeno i principali, ed i più importanti. Io mi ſono ingegnato di far ciò nel ſecondo libro, ma bramerei, che altri ſi addoſſaſſe il carico ſuperiore alle mie forze, ed alle mie mancanze ſuppliſſe. Raccordo in queſto mentre due eccellentiſſime opere, che io ripongo fra le locali, e ſono i Principj matematici della filoſofia naturale del Cavalier Iſacco Nevvton e la Foronomia del Signore Jacopo Ermanno.

CAPITOLO TERZO

Della Sinteſi.

I.

VA tutto dì per la bocca de'Dotti una vecchia, e comune ſentenza, che l'analiſi ſia metodo d'invenzione, e la ſinteſi di dottrina. Pare a me, che ugual profitto dall'una e dall'altra trarre ſi poſſa per la inveſtigazione della verità, e quaſi quaſi più dalla ſeconda, che dalla prima. Per uſare l'analiſi ſa di meſtieri aver contezza di ciò, che ſi cerca, e che ci ſia nota la propoſizione, la quale ſi vuol dimoſtrare. Ora bene ſpeſſo accade, che non abbiamo nè pur ſentore di certe verità, che potrebbono per via dell'analiſi ſvilupparſi: e l'andar baloccando quà, e là fingendoſi delle poſizioni ad arbitrio, e lavorandoci ſopra, egli è perdere il tempo, e l'opera, ſenza che ſovente ſi rinvenga qualche coſa di pregio, che meriti d'eſſer pubblicata. All'incontro procedendo per ſinteſi, ſi piglian le moſſe da qualche verità conoſciuta, e poggiando di grado in grado dalle aſſerzioni più ſemplici alle più compoſte, oltre che la materia ſi ſtende, e ſi riſchiara, frequentemente ſi fanno delle inaſpettate, e maraviglioſe ſcoperte. A cagion d'eſempio il celebre Signor Domenico Guglielmini nel ſuo trattato ſintetico della miſura delle acque correnti è giunto a determinare la curva, a cui s'adatta la ſuperfizie d'un fiume, col ſoccorſo della pura Geometria lineare: problema arduo, e che da'Signori Bernardino Zendrini, e Jacopo Ermanno ſi è dovuto ſciogliere analiticamente coll'applicarci il computo delle quantità infinitesime. I problemi, che vengono alla giornata propoſti, ſi maneggiano meglio colla riſoluzione.

II.

Accade talora, che un queſito nella prima maniera, che ci ſi para dinanzi, ſia onninamente intrattabile, o almeno molto malagevolilimo a maneggiarſi. In tali incontri egli è neceſſario accoppiare inſieme la ſinteſi coll'analiſi, onde i due metodi ſi porgan vicendevolmente la mano. Si principia dalla reſoluzione, e per mezzo d'eſſa ſi procura di ſoddisfare alle quiſtioni più ſemplici concernenti il propoſto ſubbietto. Poſcia ricorrendo ad

una ſpezie di compoſizione ſi cammina pian piano dagl'inveſtigamenti più facili ai più difficili, e così finalmente paſſo paſſo ſi arriva a ſnodare il problema difficiliſſimo, ultimo termine delle noſtre ricerche. Ciò fatto biſogna voltarſi addietro, e diligentemente ponderare, ſe il quiſito più involuto ammetta una ſoluzione più piana, e ſe abbraccia ſotto di ſe i caſi meno compoſti. Mentre un mio dotto Amico, ed io eravamo inteſi allo ſtudio della Diottrica, a fine di dilucidare alcuni fenomeni, de' quali ci facea fede l'eſperienza, e non s'intendeva la ragione; ci ſi affacciavano di giorno in giorno molti curioſi, ed aſtruſi problemi, ed in particolare il ſeguente fra tutti il più malagevole.

Data qualunque lente AB (Fig. 4.) compoſta di due ſegmenti di cerchio, data la proporzione fra le forze refrangenti dei due mezzi fluido, e ſolido, e dato il punto lucido C nell'aſſe CE della lente, tirare la linea CD limite dei raggi refratti, e rifleſſi; di modo che tutti i raggi, che urtano nella lente tra i punti D ed F, ſi rifrangano, e quelli, che urtano nell'arco DA, ſi riflettano.

La difficoltà del queſito ci obbliga a principiare dai caſi più ſemplici, e ſempliciſſimo ſi è quello, ogni qual volta il punto luminoſo C è dalla lente infinitamente lontano, onde ſieno paralelli i raggi incidenti, e la lente di figura ſferica. Quì ci ſi fa paleſe una bella proprietà della ſfera, in cui refrangonſi tutti i raggi paralelli, che in eſſa cadono, ſenza che nè pur uno ſe ne rifletta, e ciò ſuccede in qualſivoglia ipoteſi di virtù refrattiva. Si paſſa poi gradualmente dalle poſizioni più ſemplici alle più compoſte, e ſtando fermo il paralelliſmo delle linee lucide, ſi prendono per mano le lenti piano-conveſſe, o piano-concave, indi le compoſte di due ſegmenti eguali, e finalmente quelle, che di ſegmenti ineguali ſi formano, ſieno eſſe o lenti, o meniſchi, o lunule. Dopo ciò ſi muove l'ultimo paſſo, ed in tutti i premeſſi caſi ſi cerca la ſoluzione, ſuppoſti i raggi o divergenti, o convergenti. Al problema ſi è compiutamente ſoddisfatto, ma per certe emergenze nate, delle quali non ſi vuol render conto, eſſo nè ſolo, nè accompagnato da parecchi altri del pari ardui, ed eleganti uſcirà alla pubblica luce. Il Metodo, di cui ſo parola, era familiare agli antichi Geometri, e recava con ſeco due importanti beneficj, cioè la ſchiettezza del preparamento, e della coſtruzione, e quello che più rileva, l'eſattezza delle determinazioni, onde naſceva un'elegantiſſimo ſcioglimento, che nulla laſciava a deſiderarſi. Parmi, che i Moderni ſieno nelle determinazioni poco accurati, e ciò naſce principalmente, perchè non mettono ſtudio nell'impoſſeſſarſi degli artificj della vecchia analiſi. Il Celebre Edmondo Halley ſcoprì anni ſono per buona fortuna il libro di Appollonio di Pergamo intitolato della ſezione dello ſpazio, e talmente s'invaghì della maniera netta, e magiſtrale di trattar la materia, che ſi avviſò di darlo alle ſtampe a comune utilità, e nel tempo ſteſſo fece avvertiti i Matematici, che fa d'uopo leggerlo attentamente per addeſtrarſi a maneggiar le quiſtioni ſul metodo degli Antichi. Adeſſo s'intende ad evidenza coſa voglia dir Pappo in parlando della ſuddetta opera nella prefazione del libº. ſettimo. *Itaque primus liber de ſpatii ſectione habet locos ſeptem, caſus vigintiquatuor, & determinationes ſeptem, quarum quatuor maxima, & tres minima* &c. Io mi ſottoſcrivo al parere del dotto Ingleſe, e convengo ſeco lui, che quanto più terremo dietro alle orme impreſſe da' vecchi Maeſtri in que' ſoggetti o geometrici, o fiſici, che ammettono una ſincera dimoſtrazione; tanto più i noſtri diſcorſi ſaranno accompagnati dalla chiarezza, e dall'eleganza.

III.

Avendoſi ad uſare la ſinteſi, fa di meſtieri appoggiarſi a qualche fermo ſoſtegno, e queſto ſarà o un primo principio evidentemente manifeſto, o una verità invincibilmente dimoſtrata, o un fenomeno ben avverato, che in Fiſica ſiccome dato ſi aſſume, e ſerve di baſe alle future ricerche. Dopo ciò biſogna ben ruminare la propoſizione fondamentale, e volgerla da tutti i lati, a fine di cavarne quelle conſeguenze, che da eſſa immediatamente dipendono, ſenza laſciarne addietro veruna; avvegnachè appunto là non avvertita potrebb'eſſere quell'unica, che ci ſpianaſſe il ſentiero a qualche importante ſcoperta. Convien dunque ſtare inteſi, ed oculati, che nulla ci ſfugga: nella qual inveſtigazione giova aſſai un ingegno pronto, e ſnello, ma molto più un lungo eſercizio. Colui che non laſcia arrugginire il proprio intelletto, ed a meditare lo avvezza, contrae una certa agilità di penſare, ed una certa penetrazione di mente, che in cervelli più profondi ſpeſſe volte non ſi rinviene. All'incontro guardiamci, che non ci paja di aver tirata una buona, e giuſta illazione, la quale in ſoſtanza ſia la ſteſſa ſteſſiſſima propoſizione aſſunta eſpreſſa con altre parole. Le petizioni di principio da queſto fonte derivano, e chi rimane in tal maniera deluſo, va continuamente in giro per un cerchio vizioſo, e torna ſempre da capo. Dedotte le conſeguenze, per renderle feconde, e far ſi, che da una verità naſca l'altra, e così di ſeguito, debbono eſſe adattarſi ad una nuova poſizione, introducendo opportunamente un qualche preparamento, onde ci ſi preſenti un teorema, che con facilità ci vien fato di dimoſtrare. Quinci perchè una cognizione dà mano all'altra, ſi comincia a veder chiaro, e ſi ſpande ſulla materia propoſta un lume talmente vivo, che ogni oſcurità ſi dilegua. Appreſſo le notizie acquiſtate ſovente ſi legano colle già conoſciute, e queſto impenſato rapporto ci ſomminiſtra de' curioſi combinamenti, e delle verità inaſpettate. Ma perchè il ſapere non ha termine, meritan biaſmo coloro, che troppo invaghiti dei propri diviſamenti, non an cuore di reſecare il ſuperfluo, e ſtimano di fare una gran perdita, quando d'ogni minuzia non fan conſerva, e teſoro. Ho ſentito un Matematico di primo grido a cenſurare, e forſe non ſenza ragione, il celebre Signor Varignon, il quale non rifina mai di cavar corollarj, e ſopra ogni picciola coſa trattiene inutilmente il Lettore: laonde impiega un mezzo volume in un ſoggetto, che ſpacciarſi potrebbe in poche pagine. E' nociva la ſoverchia abbondanza, e perciò dobbiamo contentarci di eſporre in qualunque materia le primarie, e fondamentali propoſizioni, e dedurne le conſeguenze di maggior importanza, laſciando il rimanente all'induſtria di chi legge; mentre non c'è chi voglia eſſere caricato di avvertenze oltre modo minute, e frivole.

IV.

IV.

Ci venga in penſiero d' inveſtigare con qual legge la Natura diſponga i peſi in equilibrio coſtituiti, e fingaſi, che nulla di ciò ſi ſappia, e nulla ſia ſtato mai dimoſtrato. Mettanſi dunque da canto i progreſſi d'Archimede, del Galileo, e d'altri parecchi, de' quali non ſi appagano alcuni più rigidi, e delicati Geometri, e camminiamo dietro la ſcorta della ſinteſi. Prima d'ogn'altra coſa vo in traccia d'un aſſioma, ſu cui io poſſa fondare i miei ragionamenti, e queſto a prima viſta mi viene poſto anzi gli occhi dalla più ſemplice ipoteſi. In una idea orizzontale ſi diſpongano due peſi eguali in egual diſtanza dal punto del ſoſtentamento ſollecitati da preſſioni agenti per direzioni paralelle, e normali alla verga: dico, ch' eſſi peſi ſtaranno equilibrati. Il pronunziato è manifeſto per ſeſteſſo, e naſce dal principio generaliſſimo della indifferenza; concioſſiachè eſſendo tutte le coſe pari, non c'è ragione, per cui un grave abbia da prevalere all' altro, e piuttoſto diſcenda il peſo collocato a deſtra, che quello meſſo a ſiniſtra. Dopo il primo paſſo movo il ſecondo, e mi faccio attentamente a conſiderare la fecondità del premeſſo aſſioma, e quali conſeguenze mi ſieno da eſſo legittimamente ſuggerite.

1.° Le maſſe pari P, Q (Fig. 5.) poſte in egual diſtanza dal centro A in vigore della gravità, che in eſſe riſiede, non ſono diſpoſte a produrre il moto, nè a generar forza viva, nè a ſtirare le braccia AC, AD della bilancia ſituate orizzontalmente; dunque lo ſforzo del doppio peſo, che mai non dorme, ſi converte tutto intiero contro il punto A, o contro la mano B, che ſoſtenta la ſtadera. Tolto di mezzo il ſoſtegno B, la gravità non impedita eſerciterà la ſua azione contro i peſi P, Q i quali ſi anderanno egualmente accelerando, e ſi tireranno dietro la verga GH, ſenza che queſta punto declini dalla linea orizzontale. E ſe la mano ſi oppone al conato de' gravi, e gli obbliga a ſtar in ripoſo, egli è neceſſario, che c' impieghi un niſo eguale, e contrario, onde non ſegua moto di ſorta, e le forze morte, che ſucceſſivamente non ſi applicano per qualſiſia ſpazio, non paſſino mai in forze vive. All'incontro ſe la mano uſa più forza di quella, che baſta a ſoſtenere i due corpi P, Q; ſaranno eſſi coſtretti a poggiar in alto contro l' indole della lor gravità. Abbiamo dunque due equilibrj, uno della potenza A riſpetto a' due gravi, e l'altro d'un peſo col ſuo compagno.

2.° Avvicinando i peſi al centro A per eſemplo in E, F, o diſcoſtandoli, come in G, H, perchè le riſpettive diſtanze AE, AF, ovvero AG, AH ſieno eguali, nè ſi turberà l'equilibrio, nè la mano B reſterà più aggravata, o più alleggerita. La ragione ſi è, perchè i peſi P, Q in qualunque ſito ripoſino equilibrati, non creſcono, nè calano, e conſeguentemente non alterandoſi la cagione, non dee diverſificarſi l'effetto.

3.° Avvegnachè le braccia AE, AF ponno prenderſi minime, ed anche infiniteſime, ſalva l'uguaglianza; nel qual caſo egli è lo ſteſſo, come ſe i corpi P, Q foſſero applicati ad eſercitare verticalmente il loro conato contro

tro la mano B; ſe ne deduca, che i predetti corpi meſſi in diſtanze uguali dal centro A, o più grandi, o più picciole, aggravano la mano B colla ſteſſa energìa, come ſe ambo foſſero attaccati al punto A.

4.° Accreſciuta, o diminuita la maſſa de' gravi P, Q, ſtando ferme le aſſegnate circoſtanze, ſi aumenta bensì, o ſi minora la fatica della mano ſoſtenitrice, ma non ſi toglie di mezzo l' equiponderanza, o la quiete; ſuſſiſtendo tuttavia il principio della indifferenza.

5.° Ma ſe ricreſce il ſolo peſo Q, ovvero laſciandolo intatto ſi rimove maggiormente dall'appoggio A, onde nell'uno, e nell'altro caſo ſi turbi l'equilibrio, e ſi generi il moto, calando abbaſſo la verga AD, e poggiando in alto la verga AC: dico, che la mano B non reggerà tutto intiero il peſo de' due corpi P, Q, ma reſterà in parte alleviata. La prova della eſpoſta verità ſi deſume da ciò, che una cagione, in cui ſempre una determinata forza riſiede, non può eſtenderſi a generare uno, o più effetti, che preſi inſieme ſuperino l'energìa, della quale eſſa cauſa è fornita. Per la qual coſa ſe una porzione della gravità, che avvalora il peſo Q, s' impiega a comunicare l'attual movimento alle maſſe P, Q; egli è certo, che queſta non ſi ſpende in tirare in giù il chiodo, o la mano B: altrimenti ſi avrebbe più forza nell'effetto, che nella cagione, e ſi diſtruggerebbe il principio, che ſtabiliſce una perfetta uguaglianza tra l'effetto intero, e la cauſa piena.

6.° Se al punto A ſi addoſſa un qualunque peſo, ſerve ben eſſo ad aggravare il ſoſtegno in B, ma non influiſce nè punto nè poco nella mutua azione delle maſſe P, Q: laonde o aggiungendolo, o levandolo, conforme portano le circoſtanze, nulla ſi pregiudica all' equilibrio.

E tali ſono le conſeguenze immediate, che dall' aſſioma come da fonte fluiſcono, taluna delle quali non verrà forſe in taglio, e pure non dovea traſcurarſi, non ſapendo per anco noi quale ſtrada s'abbia da battere. Sin ora però niente s' è fatto; concioſſiachè per muovere il terzo paſſo, ch' è il più laborioſo haſſi a diverſificare la poſizione aſſunta, ſenza pregiudizio dell' evidenza, e ſenza incorrere in petizion di principio. Sarà bene, che il leggitore dia un' occhiata a que' Matematici, che anno ſtabilite le loro dimoſtrazioni ſopra il premeſſo aſſioma, ed eſſervi com'eglino adoperati ſi ſono, ed oltre ciò con quali oppoſizioni ſieno ſtati impugnati i loro andamenti: notizie, che nella Meccanica del Geſuita di Chales ſi trovano in parte raccolte.

V.

A me è caduto in mente di modificare l' ipoteſi nella ſeguente maniera. Poſti i due peſi eguali P, Q in pari diſtanza dall'appoggio A, onde ſi dia l'equiponderanza, divido il grave Q in due parti eguali R, S, (Fig. 6.) colloco eſſe porzioni nei ſiti E, F in pari diſtanza dal punto D, e cerco, ſe in tale circoſtanza fra i tre corpi P, R, S ſia per ſuſſiſtere l' equilibrio. La terza conſeguenza dall'aſſioma dedotta m'inſegna, che rinviene allo ſteſſo,

che i pesi R, S egualli stiano collocati ne' punti E, F, che tolgono in mezzo il punto D, ovvero che nel medesimo punto D si riunischano: ma in questo secondo caso sono essi equilibrati; dunque ciò dee succedere, quand' anche fra loro si separano; serbata la condizione di sopra espressa. La proposizione è fondamentale, e perciò vuol esser munita con una rigorosa dimostrazione.

Teorema.

Abbiasi la bilancia solitaria, e staccata E F con i due pesi eguali R, S del pari discosti dal centro D, che costituiti in equilibrio vengano sostentati dalla forca G, che li pareggia. Prendasi il peso P uguale alli due pesi R, S raccomandato alla funicella H P, e retto dalla potenza pari H, che lo trattiene in riposo. E' cosa chiara, ch' equivalendo la forza G alli due gravi R, S eguali a P, i quali operano, come se amendue fossero attaccati al punto D, le due forze G, H saranno eguali, ed appresso che nell' assegnata positura l'energia della gravità delle tre masse P, R, S non può produrre alcun movimento. Lo stesso interverrà se prorogata in C la verga F E, che si finge senza peso, si legherà il corpo P al punto C, onde tanto il peso P, quanto la potenza H esercitino contro il punto C la loro azione uguale, e direttamente opposta.

Ora fa di mestieri in cambio delle due forze H, G sostituirne una terza, che da se sola senza altro ajuto mantenga le cose nello stato, in cui si trovano. Dividasi dunque la linea C D per metà nel punto A, al quale applichisi la potenza B doppia di H, ovvero di G, ed uguale ad ambo prese insieme; dico essersi fatto, quanto ci eravamo proposti di fare. Conciossiachè per la terza conseguenza le due forze H, G operano in maniera, come se fossero congiunte nel punto A; dunque siccome uguali alla potenza B ad essa equivagliono, ed il medesimo effetto producono: ma le sudette due forze H, G, impedivano qualunque moto de' tre gravi P, R, S, e conseguentemente li tenevano equilibrati; dunque lo stesso farà l' unica potenza B adattata in A, ed agente per la medesima vertical direzione: lo che ec.

Corollario I.

Se dal peso Q (Fig.5.) noi staccheremo due porzioni eguali ad arbitrio per esempio due quinte parti, e le faremo camminare una a destra, e l'altra a sinistra dal punto D, mantenuta sempre l' uguaglianza delle distanze D F, D H, in tale suppposizione persisterà l'equilibrio, conforme è facile a dimostrarsi.

Corollario II.

In qualunque modo si faccia l'equiponderanza fra due, o più pesi eguali, o ineguali, mi sarà sempre permesso il partirne uno, o più in porzioni

zioni eguali, disponendole come sopra a norma del teorema, o giusto il precedente corollario, senza disturbar l'equilibrio.

SCOLIO.

VI.

Osservo, che stando ferme le cose superiormente dedotte, si ponno scegliere due punti favorevoli alla nostra ispezione. Primieramente partito per metà il grave Q, una parte cioè R (Fig.7.) si muova in maniera, che pervenga sotto il punto A, ed ivi si fermi, mentre l'altra S cammina fino in F, essendo pari i discostamenti D A, D F. In sì fatta posizione sta saldo l'equilibrio, e senza punto alterarlo, posso levare la porzione R, la quale (conseguenza 6.ª) altro non opera, salvo che aggrava la potenza B, e non influisce nell'azione dei pesi P, ed S in riposo costituiti. Secondariamente la porzione R seguitando a muoversi, vada ad unirsi colla massa P, in tempo che la porzione eguale S perviene in I, ed amendue sono equidistanti dal punto D. E perchè in ambo i casi abbiamo due corpi ineguali messi in equilibrio, da essi si dee cavare il primo indizio, con quali regole vengano moderate dalla Natura le leggi dell'equiponderanza.

E cominciando dal primo caso, a buon conto diviso il peso Q per metà, ed applicata la parte R al punto A, e portata l'altra S nel luogo F, onde sieno eguali le lontananze D A, D F, indi tolto di mezzo il corpo R, abbiamo due gravi equilibrati P, S, che si rispondono in doppia proporzione, e nel tempo stesso la distanza A C dall'appoggio A suddupla dell' analoga A F. Per la qual cosa almeno in questo semplicissimo incontro i discostamenti dei due pesi dal comune sostegno si trovano essere in ragione reciproca dei pesi medesimi.

Proseguisco le mie ricerche, e suddivido il peso S in due membri eguali T, T (Fig.8.) uno de' quali si collochi sotto il centro A, e l'altro si allontani (corollario 2.°) dal punto F per la distanza F K uguale ad F A; anche in tal caso il peso P sarà quadruplo di T, nel mentre che la distanza A K dupla di A F si troverà quadrupla di A D, o di A C, e durando l'equilibrio, si diversificherà la regola della proporzione inversa fra i pesi, e le distanze. In tal guisa si continui il discorso, e si scoprirà, che se i pesi saranno in progressione dupla decrescente, anco le distanze si troveranno nella stessa serie doppia, ma crescente, ed inversa, cioè

Pesi 1. $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{8}$. $\frac{1}{16}$. $\frac{1}{32}$ ec.

Distanze 1. 2. 4. 8. 16. 32. ec.

M' inoltro a considerare il secondo caso, e posti i due gravi eguali P Q, (Fig. 5.) che sieno in bilico rispetto al sostegno A, partisco in due il peso

ſo Q, e movo la porzione R (Fig. 7.) verſo C, finattantochè vada a congiugnerſi col peſo P, e traſporto l'altra S nel ſito I a tal che le diſtanze DC, DI ſieno pari. Il peſo P + R ſarà triplo di S, ſiccome l'allontanamento AI per la coſtruzione è triplo di AC; laonde nella preſente ipoteſi i peſi ſerbano l'analogia reciproca dei diſcoſtamenti. Torno a dividere il corpo S in due parti eguali T, T (Fig. 9.) una delle quali ſi uniſca alle maſſe P + R, e l'altra ſi trasferiſca in K, onde ſieno eguali le diſtanze IC, IK. La ſomma dei peſi P + R + T ſarà ſette volte maggiore del peſo T, ed all'incontro la diſtanza AK altrettanto maggiore della corriſpondente AC, nell'qual circoſtanza ſta fermo l'equilibrio. Così proſeguendo di mano in mano, naſcono le ſerie

Peſo in C 1. $\frac{3}{2}$. $\frac{7}{4}$. $\frac{15}{8}$. $\frac{31}{16}$ ec.

Peſi nella verga 1. $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{8}$. $\frac{1}{16}$ ec.
AK

Diſtanze nella verga 1. 3. 7. 15. 31. ec.
AK

Noto, che replicando le diviſioni del grave Q, alcune di eſſe ſi ponno accoppiare col peſo P, ed altre applicarſi al punto A. Di più ſi può partire in due egualmente l'aggregato delle maſſe P + R + T ec. e così ſucceſſivamente, ed operando come ſopra, avremo innumerabili combinamenti, i quali ſe non ſi mettono in ordine, partoriſcono confuſione. Mi faccio dunque a ſciogliere due problemi.

PROBLEMA I.

Dati due peſi in proporzione multiplice, metterli in equilibrio ſulla verga d'una ſtadera.

VII.

Si oſſervi, che ogni qualunque numero ſi forma coll'aggiungere inſieme alquanti termini della ragion dupla, e queſta ſi è una propoſizione per via d'Aritmetica facilmente dimoſtrabile. A cagion d'eſempio il numero undici è compoſto dei tre 8 + 2 + 1, ed il 29 dei quattro 16 + 8 + 4 + 1, ed il 38 dei tre 32 + 4 + 2.

Ciò premeſſo ridotti prima i numeri moltiplici alla minima proporzione, in cui un termine ſarà ſempre l'unità, eſtendaſi la progreſſione dupla

1. 2.

1. 2. 4. 8. 16. 32. 64. 128. 256. 512. ec.

Quinci aſſunto un termine nella ſerie, che ſia immediatamente minore del numero dato eſpongaſi una progreſſione particolare, che cominciando dal ſuddetto termine vada a finire nell'unità. Si ſegnino poſcia in eſſa que' numeri, che non entrano nella compoſizione del dato numero. Finalmente poſti nella ſtadera due peſi eguali, ed equilibrati, che ambo prendano la denominazione dal termine della ſerie già determinato, uno d'eſſi ſi divida, e ſi ſuddivida in porzioni eguali, perfino che ſi giunga all'unità, e ſi avverta, che le parti ſudduple, ch'entrano nella compoſizione del numero aſſegnato, vanno unite coll'altro peſo, e quelle, che non c'entrano, vanno ſottopoſte al punto dell'appoggio. In tal modo ſi ſoddisfa compiutamente al Problema.

Eſempio.

Abbianſi da porre in bilico i due peſi 7, 1. Il termine della ſerie dupla più vicino al 7, e di eſſo minore, ſi è il 4, e la picciola progreſſione, che quì viene a feſta, è 4. 2. 1, i tre membri della quale ſommati, ſenza eſcluderne veruno, formano il numero 7. Colloco dunque intorno il punto A (Fig. 5.) alle diſtanze pari AC, AD i due peſi eguali P = Q = 4. Partiſco il grave Q in due peſi uguali R = S = 2 (Fig. 7.), ed una di queſte parti la congiungo col peſo P mettendo l'altra in I, e facendo CD = DI. Il peſo in C ſarà triplo del peſo in I, cioè come 6 : 2; e parimenti la diſtanza AI tripla di AC mantenendoſi tuttavia l'equilibrio. Torno a dividere in due il peſo S = 2, e la porzione T = 1 (Fig. 9.) ſi uniſca al grave P, mentre l'altra ſi traſporta in K, con i diſcoſtamenti eguali IC, IK. Anche in tal caſo ſta ſalda l'equiponderanza, ed eſſendo il peſo in C ſette volte maggiore di T, la diſtanza altresì AK contiene altrettante fiate la AC.

Ma ſe in vece di collocare la metà del peſo Q in C (Fig. 7.) ſi aveſſe ſottopoſta eſſa al ſoſtegno A, facendo le diſtanze DA, DF uguali s'avrebbono i due peſi in CF equilibrati in proporzion dupla; ed in tripla, come ſi è detto, unendo eſſa metà al grave P. Di più fatto paſſare mezzo il peſo S. ora in A, ed ora in C, ci ſi preſenteranno fra i peſi equiponderanti le proporzioni quadrupla, quintupla, e ſeſtupla, ed in ſomma tutte quelle, che naſcono fra l'unità, ed i numeri naturali, che tra eſſa, e l'ottonario ſtanno di mezzo. Non moltiplico gli eſempj; perchè il metodo eſpoſto ſi dilata ad ogni caſo, e non ammette eccettuazione.

PROBLEMA II.

Espressi due pesi per due numeri a piacimento, procurar l'equilibrio.

VIII.

Ridotti i numeri dati alla minima proporzione, si levi il primo minore dal secondo maggiore quanto si può, indi il residuo dal primo, e così di mano in mano, sinattantochè si pervenga all'unità, lo che sempre succede, ed il problema ricaderà nell'antecedente.

Esempio.

Sia la ragione de' pesi come 8 : 3. Sottro due volte il ternario dal numero 8, e mi restano i due numeri 2, 3. Levo il residuo 2 dal 3, e per una parte ho il binario, e per l'altra l'unità. Io quì mi fermo, e passo alla costruzione. I due pesi 2, 1 collocati nei siti C, F (Fig. 10.) sieno costituiti in equilibrio circa il punto A di sostentamento, al quale si applichino i tre gravi 2, 3, 3, onde l'aggregato di tutti i pesi addossati alla stadera, e che aggravano la mano B, si esponga per il numero 11 eguale alla somma de' due pesi dati $8+3$. Il grave 2 si rimova dal centro A, e si congiunga col corpo I situato in F, mentre che il peso eguale 2 cammina da C fino in E, essendo pari i discostamenti AF, CE. Quì abbiamo la massa in $F=1+2=3$ equilibrata colla massa in $E=2$ in ragione sesquialtera, e nella stessa proporzione reciprocamente le distanze FA, EA. Dappoi trasferisco sotto il punto E uno dei pesi 3 appeso al centro A, e nel tempo stesso faccio, che il grave 3 posto in E si collochi in I, tanto lontano da F, quanto l'altro $=3$ è stato rimosso da A; ed in tal modo il peso $I=3$ starà in bilico col peso $E=2+3=5$ essendo la distanza $AE=3$, e la corrispondente $AI=AF+FI=2+3=5$. Per ultimo s'aggiunga di bel nuovo alle due masse situate in E la terza $=3$ levata da A, onde il peso in E sia $=8$. E nell'atto medesimo il peso $I=3$ pervenga in K, fatti pari i dilungamenti IK, AE. I due pesi in E, ed in K per la costruzione equiponderanti sono fra loro in ragione di 8 : 3, e nella stessa ma reciproca i discostamenti AE, AK dall'ago A della stadera.

COROLLARIO

IX.

La proporzione inversa fra i pesi, e le distanze, che in qualunque caso si verifica, mi somministra una general conseguenza, che allora si fa l'equilibrio, quando dall'una, e dall'altra banda dal punto di sospensione A (Fig. 11.) i respettivi prodotti dei pesi, e dei discostamenti serbano l'uguaglianza. Ed è facile a dimostrarsi, che ciò interviene non solamente in due

due pesi, ma in molti ed in qualsivoglia novero. Sieno attaccati alla verga EK i cinque pesi P, Q, R, S, T, due a destra, e tre a sinistra dell'appoggio, e sieno i due prodotti $P\times EA+Q\times CA$ uguali ai tre $R\times FA-S\times IA+T\times KA$, i prodotti pesi, o in luogo d'essi surrogate altrettante potenze di qualsisia genere staranno in equilibrio.

Egli è vero, che la mia maniera di procedere non abbraccia le proporzioni o sorde, o trascendenti, che fra le potenze, e le distanze possono mettersi: ma di ciò non mi piglio fastidio, sapendo io, che queste ragioni inesprimibili si ristringono fra limiti razionali, che ad esse vieppiù si accostano, onde il divario di qualunque dato fassi minore. Per la qual cosa vanno maneggiate come le razionali, e nel caso nostro alla premessa legge soggiacciono.

SCOLIO.

X.

Dimostrato il canone dell'equiponderanza, resta che si accomodi alla pratica uno degli avvertimenti da me superiormente insinuati, e veggasi, se per avventura ci si fa palese un qualche rapporto tra la verità scoperta, ed alcune di quelle, che altronde ci sono cognite. Se due corpi molli, ed inerti direttamente s'incontrano con quantità di moto eguale, cioè a dire che le masse sieno in ragione reciproca della velocità; la forza viva, che in ambo i corpi risiede, si spende tutta nel produrre la contusione, e viene, per così dire, dallo scambievole ammaccamento assorbita; a tal che dopo l'urto, e la mutua azione, e reazione le masse alla totale quiete riduconsi. Nel caso nostro parimente la forza morta della gravità, dalla quale amendue i pesi sono alla difesa incessantemente sollecitati, ogni qual volta le masse si rispondono in proporzione inversa delle distanze, tutta quanta essa è, nel premere il sostegno s'impiega, e s'inabilità a generare qualunque menomissimo movimento. Quindi si raccoglie, che la stadera altro non è, salvo che un pendolo composto, in cui sono talmente ordinati nelle assegnate circostanze i pesi, o le potenze equivalenti, che nulla della loro energia se ne consuma nello stirare, o nel comprimer la verga, nulla nello stimolare le masse al moto, ma tutta intera nell'aggravare il sostegno unicamente si adopera. Queste relazioni ci aprono un largo campo di filosofare, mentre delle menzionate verità si cerchi l'intima connessione: ma io levo la mano dalla tavola.

CAPITOLO QUARTO

Degli esperimenti.

I.

HO detto nella prefazione dell'Opera, ed ora mi nasce l'occasione di ripeterlo, che i problemi fisici per la maggior parte richiedono, che si assuma un fenomeno ben avverato, da cui si cavino le opportune conseguenze, che ci servono di guida per iscoprire le leggi della Natura. Con questi tre passi si perviene alla soluzione del quisito: ma nel moverli un dopo l'altro ci si parano innanzi gravissime difficoltà. Per ora mi trattengo solamente sul primo, e premetto, che le osservazioni, e gli esperimenti sono que' mezzi, i quali unicamente ci danno contezza delle naturali apparenze. Osserva colui, che si vale de' proprj sensi nello stato, in cui si ritrovano, e senza industria di sorta riceve in se stesso le immagini degli obbietti. All'incontro se per penetrare più addentro nella struttura de' corpi, non bastando le semplici superficiali ispezioni, si mettono in uso stromenti, ed artifizj appropriati, ciò dicesi sperimentare.

I sensi ci aprono le porte della Fisica, per le quali appena entrati dalla varietà delle cose tal fiata estraordinarie, e dai differenti aspetti, in cui ci si affacciano, svegliatasi in noi la ammirazione, e la curiosità, si è cominciato a filosofare. E siccome ci siamo indispensabilmente serviti de' nostri sensorj sin dalla prima infanzia, età in cui nulla, o poco si riflette; così conviene in qualunque incontro adoprarli, giusto la loro presente costituzione. De' giudizj, e de' raziocinj abituali, che si sono fatti in passato per migliorarli, non se ne conserva la memoria, e poco si bada a quelli, che di tempo in tempo secondo il bisogno, e le congiunture si van facendo. Dal frequentemente usare i sensi, traesi il benefizio di renderli assai più acuti, e delicati. Sottilissime oltre l'ordinario costume degli Uomini sono l'orecchie de' periti Musici assuefatte ai rapporti armonici, le quali discernono le consonanze più semplici scordate per l'ottava, o per la decima parte d'un coma: e coloro, che tutto dì sono avvezzi a maneggiar monete, col lasciarle solamente scorrere per mano, distinguono le false dalle buone, e le scarse da quelle di giusto peso.

II.

Si suol credere comunemente, che i sensi bene spesso c'ingannino, e che l'uno corregga l'altro, ovvero tal fiata emendi sestesso. Sostenevano i Settici, che sono sempre incerti, e fallaci; e gli Epicurei, che ad essi non si debbe mai negar fede. Io dico, che ogni sensazione, qualunque ella sia, ci palesa una fisica verità; conciossiachè attese le particolari circostanze, e salve

salve le leggi inviolabili della Natura, gli obbietti esterni non ci ponno essere rappresentati altrimenti. Come dunque ci sarà mai delusione, se le cagioni sono reali, e sincere, ed incapaci di disguisare gli effetti? E' celebre lo sperimento del remo immerso nell'acqua, che piegato, e rotto apparisce. Mentre estratto dal fluido si vede diritto, ed il toccamento colla seconda visione si accorda. Ma quì si rifletta, che i raggi lucidi in passando dal mezzo più denso al più raro, cioè dall'acqua all'aere, necessariamente s'inflettono, e non continuano il loro viaggio per linea retta. In ordine a ciò l'immagine del remo, che portano all'occhio, dee parer ripiegata; avvegnachè se nel caso addotto l'obbietto facesse di se mostra nel suo stato naturale, non ci sarebbe criterio per venir in cognizione d'una importante verità, che concerne le infrazioni del lume. All'incontro se il bastone è collocato nell'aria aperta, o tutto tuffato nell'acqua, la vista non ce lo presenta siccome incurvato, e nel tempo medesimo ci ammonisce, che immergendolo, o sollevandolo in parte, non c'è motivo valevole per fare, che si scavezzi.

I sensi non si reputino falsi, ed ingannevoli, nè in ciò certamente consiste la loro imperfezione. Sono difettosi piuttosto o per mancanza di naturale attività, che si ristrigne dentro limitati confini, o perchè non usandoli frequentemente, e non riflettendoci sopra, stanno indietro, e non ci scoprono tutto ciò, che manifestarci potrebbono. Sarebbe in pronto il rimedio, se ad ogni subbietto di minutamente applicarli ci fosse concesso. Egli è impossibile d'impossessarsi d'ogni mestiere, ed un Artefice nelle materie, che ha per le mani sente molto più di qualunque persona dotta, e svegliata. I Filosofi stessi non arrossiscono d'interrogare gli operaj intorno alcune segrete particolarità, che nei misti risiedono, e specialmente i Chimici, che de' prodotti naturali istituiscono un'accuratissima analisi.

Per supplire ai menzionati difetti, la sagacità de' Fisici ha inventati parecchi ingegnosi stromenti, che avvalorano i nostri organi, ed ampliano le regioni de' sensi. Ben è vero, che la Natura nelle sue operazioni si adopera con tal maestria, e ne riduce gli elementi a tal picciolezza, che li sottrae alla giuridizione de' sensorj anche da' più squisiti ordigni ajutati. Per la qual cosa conviene imitare naviganti, che intesi a scoprir nuove terre, o si contentano di additarle da lontano, o di afferrare le spiagge, ed ivi fermarsi, frastornati da insuperabili ostacoli di penetrare nell'interno de' continenti. A buon conto negl'investigamenti naturali è conceduto ai Moderni di pervenire laddove gli Antichi privi de' necessarj soccorsi non potevano sperare di giugnere, ed i Posteri con novelle ritrovate si apriranno altre strade, per ridurre i sensi a maggior perfezione. Intanto il baroscopio del Torricelli, e la macchina del Boile an fatta nascere l'Aerometria, scienza coltivata dall'Eruditissimo Wolfio. Con i termometri si misurano i gradi del calore, cogl'igrometri quelli dell'umidità dell'aria, e cogl'idrometri la gravità specifica de' fluidi. Ci sono stromenti, che ci danno contezza delle rarefazioni, e delle costipazioni de' solidi, ed altri di simil fatta, de' quali non si vuol fare menzione. Ma dove lascio i cannocchiali, ed i microscopj, che ci mettono anzi gli occhi una vasta estensione di mondo incognito ai no-

noſtri Antenati? Baſta por mente al grand' apparato di macchine d' ogni ſorta introdotte in grazia di ripetere d'anno in anno i corſi della Fiſica eſperimentale, e fabbricate quaſi direi per render viſibile, e palpabile la ſcienza della Natura. Su queſto punto non ſi defraudino della lode giuſtamente meritata i Signori 's Graveſande, e Muſchembroek.

III.

Con tali ſuſſidj ritorniamo francamente all'eſperienze, delle quali mi accingo a tener diſcorſo. Sopra ogni altra coſa ſtiamo oculatiſſimi, che ſieno vere; perchè altrimenti l'edifizio, che d' innalzar ſi pretende, ſi fonda ſul vano, e ſurge una mole fantaſtica, che non ha punto che fare col preſente ſiſtema della Natura: ſe pure non entriamo bene ſpeſſo in un mondo d'impoſſibili, del quale non ſi conoſcono le ripugnanze. Si pecca doppiamente, e nel fenomeno falſo aſſunto ſiccome principio, e nelle conſeguenze, che ben dedotte ſono infallibilmente aſſurde, ed eſſendo illegittime aggiungono errore ad errore. Alcune volte gli sbagli ſi aſſociano colla buona fede, ed avviene, che o per innavvertenza, o per fretta di ſapere ci paja di veder l'inviſibile, e di toccar l'intangibile. Ma più frequentemente il prurito di contraddire, o la oſtinazione di difendere le proprie ſentenze fa traviare i Filoſofi dal diritto ſentiero della verità.

Nel corſo di queſta mia fatica i Lettori ne troveranno non pochi eſempj, che ſi vogliono per lo più attribuire a qualche ſviſta innocente. Qui metto a campo le oſſervazioni del Divini contrappoſte a quelle dell' Ughenio intorno le apparenze ſtrane di Saturno ſcoperte in prima, ed abbozzate dal Galileo. In que' tempi ſi diſputò ſu tal ſoggetto con calore; perchè ſotto la maſchera del Divini ſi naſcondeva il P. Onorato Fabro della Compagnia di Gesù. Ambo i litiganti propoſero con efficacia le conghietture: ma la conteſa era principalmente di fatto, o per meglio eſprimermi, d'occhio armato di ſquiſitiſſimi teleſcopj; atteſochè non concordando ne' fenomeni i due celebri Avverſarj, non è maraviglia, che foſſero diverſe le conſeguenze. Gli Aſtronomi poſteriori, purificate le oſſervazioni, anno deciſa la quiſtione a favor dell'Ughenio, ed ai giorni noſtri ognuno ſa, che Saturno, oltre l'eſſere corteggiato da cinque Satelliti, è cinto da un ſolido anello, e che queſta, eſcluſe tutte le altre poſſibili, e l'unica poſizione, per cui ci vien fatto di ſoddisfare alle apparenze.

La memoria mi ſuggeriſce un ſecondo eſemplo. E' uno ſcoglio dell' Idroſtatica, in cui anno urtato da un ſecolo in quà i più illuſtri Matematici, l'eſperimento de' tubi capillari tuffati ne' fluidi. Pare, che ſi perturbino le leggi dell'equilibrio; imperocchè tutti i liquori da noi conoſciuti più, o meno s'alzano ſopra il livello, e vi ſi ſoſtentano, eccettuato il mercurio, che per lo contrario diſcende, e tanto più i diviſati effetti ſono ſenſibili, quanto il foro dell' cannellino è più anguſto. Sarebbe un non finirla mai, ſe mi pigliaſſi la briga di riandare ad una ad una le ſentenze de' Fiſici ſopra queſto curioſo fenomeno. A' noſtri prevale l'opinione Nevvtoniana, che ne attribuiſce la vera cauſa all'attrazione, o alla repulſione del vetro,

vetro, ed appreſſo vuole, che la forza attrattiva, o ripulſiva ſia proporzionale alla ſuperfizie interna del tubo; nulla avendoci che fare la maggiore, o minor groſſezza della zona vitrea, che circonda il vano, nè conſeguentemente la maſſa ſolida del criſtallo. Benchè ſia impercettibile come una ſuperfizie, quantità puramente matematica, eſerciti azioni fiſiche; tuttavia l'accuratiſſimo Muſchembroek con una ſperienza alla mano dava peſo alla premeſſa ſpiegazione. Immerſa la cannuccia nel liquido, il quale ſaliva alla conſueta ſublimità, e ſpezzato deſtramente il ſifoncino dalla parte ſuperiore ripieno ſoltanto d'aria; vide, o gli parve vedere, che il fluido ſenſibilmente calaſſe a baſſo: e così aveva a ſuccedere; mercè che minorata la ſuperfizie, ed inſiememente l'energìa dell' attrazione, non dovea reggerſi il liquore all'altezza da prima acquiſtata. Il punto ſta, che alcuni Valentuomini diligentiſſimi eſperimentatori, replicata più fiate l'oſſervazione, mi anno aſſicurato concordemente, che non è vera, e che il vetro nell'atto di romperſi ſi mette in tremito, e comunica al fluido un qualche appena notabile bilanciamento: ma che ridotte le coſe alla quiete, il liquido nel ſuo ſolito poſto mantienſi. Quindi ſe le conſeguenze naſcenti da un fenomeno falſo favoriſcono la teorica delle attrazioni; non ſaprei dire dove andaſſe a riuſcire la faccenda, qualora dal vero legittimamente ſi deduceſſero.

IV.

Agli eſperimenti erronei vengono dietro gl' imperfetti, e manchevoli. I primi introducendo ſiſtemi immaginari, e aſſurdi, ſconvolgono da capo a fondo la ſcienza della Natura: i ſecondi o inavvedutamente ne fraſtornano gli avanzamenti, o ſono una ſorgente perenne d' inavvertenze, e di equivocazioni. Anno eſſi luogo qualunque volta qualche circoſtanza ci sfugge dinanzi gli occhi, o pure non ci ſi pone attenzione, ovvero ſi giudica di poca importanza, e ſi traſcura ſiccome aliena dal ſoggetto, e non adattabile alle noſtre anteriori prevenzioni. Fa di meſtieri tener conto d' ogni picciola particolarità, e d' ogni minuto elemento, ſebbene appena ci colpiſce i ſenſi, e la fantaſia; concioſſiachè ſiamo ſoliti a fermarſi ſu quegli obbietti, che da prima ci ſi affacciano, e fanno ſulla noſtra mente una maggior impreſſione. In queſto mentre una ſingolarità apparentemente lievole o non paleſe, o negletta è ſovente di tal momento, che ſenza prenderla di mira, e ſenza coltivarla a dovere, non ci vien fatto di mettere in chiaro certe leggi fiſiche, le quali nel più profondo della Natura ſtanno ſepolte.

Il Cavalier Nevvton eſaminando alcune proprietà della forza elaſtica, s' avvide per via di accurate oſſervazioni, che non c'è corpo fiſico dotato d' una perfetta virtù di molla. Laſciato cadere da una data ſublimità ſopra un'incudine collocata in ſito orizzontale un globo ſolido di vetro, materia forſe la più riſentita di quante ſono a noi familiari, conobbe, che computata eziamdio la reſiſtenza dell' aria, la palla non giugneva mai a poggiare all' altezza, da cui era diſceſa; attalchè le linee verticali della caduta,

e dell'aſcendimento ſtavano in proporzione comē 16 : 15 : ragione, che molto ſi diſcoſtava negli altri corpi, ed era per eſempio nell'acciajo come 9 : 5 proſſimamente. Egli è neceſſario, che parte della forza acquiſtata dalla ſfera vitrea nel piombare abbaſſo ſi perda durante il riſalto, ed in qualche altro effetto s'impieghi: altrimenti non ſi ſalva il gran principio dell'uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti. Penſava dunque il lodato Geometra non eſſerci altro partito per eſplicare il fenomeno, ſe non ſe che dopo la percoſſa, ed il ribattimento reſtaſſe nel mobile un lieve veſtigio del colpo, cioè una piccola ammaccatura quaſi ſotto il martello, nel produrre la quale, ſecondo la varia indole de' corpi elaſtici, una maggiore o minor porzione della forza primitiva ſi conſumaſſe.

Concedo, che alle contuſioni, le quali dopo compiuta l'azione, e la reazione nelle palle perſiſtono, deggia in parte aſcriverſi il debilitamento della forza, e conſeguentemente la diminuzione della ſalita. E' ciò tanto vero, quanto che nelle maſſe molli mal atte a rifletterſi la forza intiera ſi ſpende nel coſtipamento delle parti, e nell'attrazione delle figure. Ma quì alla perſpicacia del noſtro Autore ſi è ſottratto un elemento, ch' entra neceſſariamente nel ſoggetto, e che non dovea traſandarſi. Noto dunque, che i globi di vetro, e d'acciajo, e qualunque altro di elaſticità fornito, ſeguita la collisione, rendono un ſuono diſtinto più grave, o più acuto, giuſto la qualità della materia, e la grandezza dei corpi: il qual ſuono durerebbe eterno, ſe foſſero collocati nel vano, e non reſtaſſe attutato, ed eſtinto dalla reſiſtenza dell'aria. Ora non ſi genera il ſuono, ſe le fibre componenti i menzionati ſolidi non ſi mettono in tremito, e per ottenere, che conſeguiſcano un moto locale di palpitazione, e ſia vinta la loro inerzia, ci vuol forza: e queſta forza altronde non proviene, fuorchè dall' azione della gravità, che accompagna il mobile per la linea del piombo, e ſi miſura dallo ſpazio verticalmente traſcorſo. Eſſa dunque in tre elementi ſi divide, e ſi ſepara. Una parte ſe ne conſuma nello ſpignere la maſſa all' insù, ed è proporzionale all'aſcendimento: la ſeconda ſi conſerva nell'elaſtro, e l'obbliga ad oſcillare: la terza, che in molti caſi non ha luogo, paſſa in forza morta, e dall'ammaccatura viene aſſorbita.

V.

Importa aſſai non volgerſi altrove, o non chiuder gli occhi ad un lume, che alle volte potrebbe eſſere quello, che ci riſchiara. Muovo una quiſtione, e dimando, ſe diaſi in Natura una perfettiſſima molla: le premeſſe particolarità ci fanno comprendere, che l'interrogazione è equivoca; concioſſiachè in due differenti maniere ponno conſiderarſi gli elaſtri, cioè o in quanto nel rimetter nulla in ſe ſteſſi ritengono della forza comunicata, e tutta intieramente la reſtituiſcono: o in quanto ſpendendoſene una parte nel tremito, che in progreſſo paſſa nell'aria, non oſtante ciò ricuperano eſattamente la figura, e non reſta in eſſi ſegno alcuno di contuſione. Io non riconoſco corpi elaſtici del primo genere. Durante il ſuono, le particelle inteſtine ſono in agitazione, ed in un moto alternato di eſpanſione, e di

ē di riſtringimento; ſi mantiene dunque in eſſe una forza attiva, ſinattantochè allo ſtato naturale, ed alla quiete riduconſi. Ho imparato dal Signor Carrè, che due ſolidi ſimili della ſteſſa materia ſi riſpondono con ſuoni tali, che ſerbano la ragione de' lati omologhi: a cagion d'eſempio due palle di vetro concordano in ottava, quando i diametri ſono in doppia proporzione. Per la qual coſa una d'eſſe ſi può talmente impicciolire, che ritenga in ſe una forza menoma, ed inaſſegnabile, ogni qualvolta rende un ſuono infinitamente acuto, e ſi riduce ad una quantità infinitesima. A queſto limite eſtremo, cui la diviſibilità dell'eſtenſione fiſica non giugne mai, come a ſuo luogo s'è veduto, ſi accoſta aſſaiſſimo la materia della luce, che nelle ſue replicate ripercuſſioni moſtra di non diſcapitare ſenſibilmente nell'uguaglianza fra gli angoli d'incidenza, e di rifleſſione.

Riſiede bensì in molti corpi una perfetta elaſticità della ſeconda ſpezie, i quali battuti, e ribattuti violentemente, non ſentono nelle lor figure alcun detrimento, e piuttoſto che ammaccarſi ſi logorano. Se nelle palle d'avorio, che ſervono al giuocó del trucco, ad ognuno degl' innumerabili colpi, con cui ſi urtano ſcambievolmente, reſtaſſe una qualche orma quantunque picciola di contuſione, in breve tempo, coll' aggiugnere ammaccatura ſopr' ammaccatura, ſi convertirebbero in tanti irregolari poliedri: lo che, durando eſſe intatte anni ed anni, all'eſperienza ripugna. Le campane di bronzo tormentate aſſiduamente dal battaglio di ferro, non oſtante che nei loro orli ſi veggano i ſolchi profondamente ſcavati, ſegno evidente, che il metallo ſi conſuma a forza d' iterar le percoſſe; tuttavia nella rotondità della figura, e nella elaſticità non ſoffrono alterazione. Un eſperimento più deciſivo è ſtato pubblicato dal Sig. Conte Giovanni Rizzetti nel primo Tomo de'Comentarj dell'Accademia di Bologna. Abbiaſi una lente conveſſo-conveſſa di giuſta grandezza, ed eſquiſitamente lavorata ad uſo di cannocchiale, che ci rappreſenti gli obbietti con diſtinzione. Si batta eſſa gagliardamente con un martello in molti ſiti d'amendue le ſuperfizie, e ſi replichino i colpi a piacimento, purchè non ſi ſcheggi, e non ſi ſpezzi. Ripoſtala poſcia a ſuo luogo, e preſo di mira il ſolito oggetto, ſi oſſerva, che l' immagine ricevuta dall'occhio in conto alcuno non ſi difforma. E da ciò ſi ricava, che le percoſſe non perturbano la figura lenticolare, che dal vetro terminate le oſcillazioni, compiutamente ſi ricupera.

Epilogando le coſe dette conchiudo, che dall'aver poſto attenzione all' elemento del tremito, per cui dopo la collisione i corpi elaſtici ſi ſcuotono, ſingolarità dai Fiſici non avvertita, ſi viene in cognizione di parecchie verità ſconoſciute. Dai premeſſi principj potrei dedurre alquante curioſe conſeguenze, che più da preſſo alle proprietà delle molle appartengono. Intanto ſi vede chiaro, qualmente nella mutua azione de'corpi, che non ſiano affatto molli, ed inerti, ma alquanto riſentiti, i quali ſoli ſi danno in Natura, ſi diſtribuiſcano parte in vive, e parte in morte le forze operanti, e mi ſono noti alcuni fondamentali teoremi dinamici, che di buona voglia laſcio all'induſtria de' Leggitori. Di più ſi ſcorge in che conſiſta la maſſima perfezione, di cui ſono capaci gli elaſtri fiſici, la quale ſi riſtringe ſoltanto a conſervare illeſa la lor figura. Per altro il pretendere,

che della forza ad essi partecipata nulla in se ritengano, e di tutta coll'intieramente restituirla si spoglino, questa è una ipotesi matematita, che non ha luogo, se non se nelle masse infinitamente menome; attesochè nelle finite si varia conforme le circostanze, e dipende principalmente dalla qualità, e dalla quantità della materia, di cui i corpi sono composti.

VI.

Un'altra sorta di esperienze mi si parano innanzi, comecchè quasi inutili per non essere dotate del pregio della fecondità. Volgendosi da tutti i lati una cosa medesima sotto molte sembianze ci comparisce, ed a forza di moltiplicare l'osservazioni, ed accrescere in tal guisa il numero dei dati, pare che abbiamo quanto basta per soddisfare al fenomeno, che ci siamo proposti di esaminare: ma le apparenze sono così sterili, che non ci somministrano le illazioni atte, e necessarie ad isvelare l'economia delle leggi naturali. O dunque siamo sempre da capo, e s'incorre in manifeste petizioni di principio; o si allenta il freno alla fantasia, e si dà corso alle ipotesi arbitrarie; ovvero si accumulano fenomeni sopra fenomeni, e nello sviluppare ciascuno d'essi, sia principale, o sia secondario, si prova una pari difficoltà. La diligenza, e l'assiduità di sperimentare ampliano la storia della Natura; e quanto più materiale si raguna, tanto più prontamente l'edifizio s'innalza. Chi sa, che taluno di più fino ingegno guarnito, massime con l'aita di qualche novella osservazione, non faccia uso delle preconoscenze, che abbiamo alle mani presentemente, ma non sappiamo valercene. Da piccolissime cose nascono soventemente le sublimi, ed inaspettate scoperte; succedendo tal fiata, che dopo aver meditato lungo tempo, e senza profitto intorno un astruso soggetto, un lume improvviso, a guisa di lampo passaggiere, ci colpisca, e ci rischiari; per modo che le tenebre, che ci offuscavan la mente, in un attimo si dileguino. Mentre si cammina per istrade oscure, anco questi baleni ci soccorrono, e fanno sì, che si muovano con sicurezza alquanti passi verso la verità: laonde basta dar un'occhiata alle maravigliose ritrovate de' Moderni, ed apparirà che sono bene spesso spuntate da minutissimi semi ben coltivati. In oltre io noto, che quelle medesime sperienze, che adesso si giudicano insufficienti per rintracciare le leggi regolatrici del segreto magisterio della Natura, se avverrà mai, che questo una volta o l'altra si palesi, ad esso si sottoporranno, e si ravviserà la lor immediata dipendenza dai canoni fondamentali. Potrei dispensarmi dal recar esempj confacenti alla mia intenzione; conciossiachè i fenomeni appoggiati alla certezza dei sensi, de' quali non si sanno le leggi, e che per tal motivo sono infecondi di conseguenze, cadono tutti sotto la presente ispezione. Per farne buon uso, fa d'uopo che sopravvenga una qualche nuova, ed opportuna notizia, ed intanto contentiamci della evidenza di fatto; perchè non è d'ogni stagione ogni verità.

Io non so, se ci sia prodotto naturale, che maggiormente abbia svegliata negli uomini l'ammirazione, e tirate a se le speculazioni dei Filosofi vecchi, e neoterici, quanto la calamita. Gli esperimenti quà e là sparsi a mi-

a migliaja si leggono, ed i volumi, che parlano di tal materia, empierebbero una gran Biblioteca. Non c'è appena Fisico di riputazione, che non siasi messo in puntiglio di dare un saggio delle sue forze: quasichè nel dilucidare l'oscurissimo subbietto, consistesse tutta la scienza della Natura. Io non biasimo gli sforzi altrui: ma quando rifletto, dove sia andata a riuscir la faccenda, mi avveggio, che non sono sortite alla luce, salvo che ipotesi stravaganti, ed immaginarie, le quali alla maggior parte de' fenomeni magnetici mal corrispondono.

Reca stupore, che non solo agli Antichi, ma ai Moderni eziamdio, principiando dal Gilberto, e passando al Gassendo, al Cartesio, al Cabeo, al Leotaudo, al Fabro, al de Chales, con altri parecchi, i quali anno posto sul tavoliere gli atomi uncinati, le particole spirali, le qualità da due faccie, e simili sottigliezze, che da se stesse si spuntano; reca dissi stupore, che ad alcun di loro non sia caduto in pensiero d'investigare la legge, con cui la calamita tira a se il ferro, e di misurarne la forza per rapporto alle differenti distanze. Siamo debitori dell'inchiesta all'Inglese Taylor, ed agli Olandesi s. Gravesande, e Muschembroek, che ne anno con accuratezza istituiti gli esperimenti. Ogni magnete, atteso l'imperfezione della materia, di cui è composto, di pari virtù attrattrice non è corredato. Se ne trovano dei più deboli, e de' più robusti, e perciò mal si accordano le osservazioni; di modo che l'assumere l'una piuttosto che l'altra, siccome base de' nostri divisamenti, con assai maggiore probabilità il vero si perde di vista, ed il falso incautamente si adotta.

Questi esperimenti ambigui sono d'un grande inciampo nelle fisiche ricerche, ed alle volte senza nostra colpa ci guidano inevitabilmente all'errore. E' propizia l'occasione, che mi si porge, per avvertirne gli studiosi della scienza naturale, onde non si lascino sorprendere. Secondo me l'unico riparo al disordine consiste nell'attenersi alle sperienze di limite. Quando le calamite sono d'ottima qualità, e colle artifiziose armature di ferro il lor vigore si accresce, esercitano forze tali, che si accostano prossimamente alla ragione reciproca quadruplicata delle distanze. I conati acceleranti diretti al polo stanno qualche poco indietro, ma non arrivano mai a superare l'assegnata proporzione. Conviene dunque abbracciarla siccome legge fondamentale; conciossiachè facilmente interviene, che la virtù magnetica s'infievolisca, a cagione spezialmente delle materie eterogenee, che colle calamite si mescono; ma non si può escogitare elemento, che l'avvalori, e polso, e lena le aggiunga oltre la sua naturale costituzione.

Molti anni fa io mi sono accorto di questo canone, e ne ho dato un tocco ne' Giornali d'Italia, mentre ad altre speculazioni era inteso. Sin d'allora non m'erano ignoti i dati, ed i mezzi per dimostrarlo, e le conseguenze impensate, che se ne deducono. Questo punto di veduta ci scopre una parte starei per dire inassegnabile dell'imbrogliatissimo subbietto, nè ci dà il modo di spiegare altre moltissime proprietà della calamita assai più perplesse, e recondite. Donde proviene, ch'essa si volga ai Poli terrestri, e che rimossa dalla sua direzione torni da se stessa a rimettersi: donde, che non solo in differenti paesi, ma nel medesimo sito declini ora ver-

so

ſo Oriente, ed ora verſo Occidente, e che ſenza mai ridurſi alla quiete, ſi mantenga in una perenne titubazione da determinati limiti circoſcritta? Chi mi aſſegna le cauſe, e le leggi di cotali menomi, ed ineguali movimenti. Gli ſforzi del dottiſſimo Hallei, comecchè ingegnoſi, e degni di un Fiſico ſuo pari, vanno tuttavia a terminare in ipoteſi nè dimoſtrate, nè dimoſtrabili. Inferiſco per tanto, che gli eſperimenti, i quali ſi ſono fatti ſin ora intorno il magnete, anno apportato pochiſſimo profitto alla Fiſica teorica, e vanno ripoſti tra i fenomeni, di cui non ſi ſa per anco render ragione. Di ciò, che in progreſſo accaderà, io non mi coſtituiſco mallevadore.

VII.

Mi ſono ſoſpetti gli eſperimenti, in cui ſi fa entrare l'analogia. Si aſſuma a conſiderare un fenomeno, al quale atteſe le circoſtanze, non ci ſia permeſſo di applicare le immediate oſſervazioni, nè ci ſia opportunità di contemplarlo da vicino. Si piglia il partito di cercare un'altro fenomeno riputato ſimiliſſimo a quello, che abbiamo in viſta. Sul ſuccedaneo s'iſtituiſcono l'eſperienze, e ſi ſtabiliſcono le regole della Natura, le quali poi al principale coraggioſamente s'adattano. Io mi rapporto al giudizio altrui, ſe ſia legittima queſta maniera di filoſofare. M'è noto, che la Natura nell'oſſervar le ſue leggi fondamentali ſi moſtra coſtante, ed immutabile, ma ſo nell'iſteſſo tempo, che varia nelle ſecondarie. Per la qual coſa una ſola circoſtanza, che ſi muti, un ſolo elemento, che ſi tolga, o ſi aggiunga, perturba da capo a fondo l'analogiſmo, e ci fa andar di traverſo.

An fatto un grande romore tra' Fiſici i vortici del Carteſio, inventati anticamente da Leucippo, per dare una qualche meccanica idea delle celeſti rivoluzioni. Rinnovata dall'Autore Franceſe grand'architetto d'ipoteſi la dimenticata opinione, ha fatto giuocare la materia ſottile a ſuo ſenno, adattandola a moltiſſime apparenze, e ſpezialmente all'oſcuro fenomeno della gravità. Da prima ſi è combattuto colle ragioni, e trovò egli in Criſtiano Ughenio un gagliardo oppoſitore. Si diſputò, ſe la forza centrifuga, aſſai più attiva nell'etere, che ne' corpi noſtrali, doveſſe ſpignerli o verſo il centro del paralello, in cui diſcendono, o verſo quello dell'equatore, come in fatto ſuccede. Per la prima ſentenza s'era dichiarato l'Ughenio, e perciò fu aſtretto a riformare la poſizione, fingendo per ſalvare i fenomeni, che il fluido etereo circoli in tutti i ſenſi, e per tutte le direzioni. Il Saurin ſi preſe il carico di riſpondere alle obbiezioni, e di riſtorare l'ipoteſi Carteſiana, ma a nuove contraddizioni ſi eſpoſe. Altri anno battuto altre ſtrade nel difenderla, o nell'impugnarla, ed ebbe corſo per breve tempo il trattato del Signor Villemot ad eſsa favorevole, ed all'incontro le recò un colpo mortale il Cavalier Neyvton nello ſcolio anneſſo alla propoſizione 53. del ſecondo libro de'ſuoi Principj. Ultimamente per darle colore, ſe non ſe di verità, almeno di veriſimilitudine, è uſcita fuori un'ingegnoſiſſima diſſertazione del Sig. Giovanni Bernoulli, in cui ha detto

to quanto ragionevolmente può dirſi: ſebbene eſsendoſi addoſſato l'aſſunto di ſecondare le Gallicane prevenzioni, dubito, ch'egli medeſimo ne foſſe interamente perſuaſo.

Dopo tanti contraſti pareva, che l'eſperienze doveſſero decidere la controverſia. Si ſono fatte, e ripetute, e ſi è poſta ogni induſtria, perchè ai movimenti in giro dei Pianeti eſattamente corriſpondeſſero. Taluno ſtrabilierà nel vedere, che giuſto l'adagio antico ſi racchiuda dentro una noce l'Illiade. Riſtrigneva l'Ughenio tutta l'ampiezza de' Cieli in un cilindro di vetro ripieno d'acqua, e girante velocemente intorno il ſuo aſſe, in cui nuotavano alquante bricide di ceralacca. Con maggior avvedutezza ai cilindri ſi ſono ſurrogate le sfere, ed io non conoſco Scrittore, che più diligentemente di Giorgio Bernardo Bulffingero nel primo Tomo della Imperiale Accademia Petropolitana, ed altrove abbia maneggiati gli eſperimenti di tal genere. Ha notato in quali preciſe circoſtanze le particole ſolide traſportate dal ruotamento del fluido ſi ragunino a formare un nocciolo sferico concentrico al globo di vetro, e dopo eſſerſi luſingato d'avere ſparſi nuovi lumi ſulla materia, confeſsa che molto reſta ancora a deſiderarſi. In sì fatti tentativi appena io ci ſcorgo un'ombra d'analogia, o almanco la ſimilitudine è tanto lontana, ed il meccaniſmo così diverſo, che nulla ſi può conchiudere di accertato. L'acqua circolante è cinta da una croſta dura di vetro, e perciò gli atomi del fluido inceſſantemente ſi riflettono, e ſi perturbano, nè poſſono con regolarità in giro diffonderſi. Le particelle acquee tendono al centro del vortice artifiziale, e nello ſteſſo tempo verſo quel della terra ſono cacciate dalla lor gravità. Non è comparabile la ſottigliezza dell'etere colla corpulenza dell'acque, nè ſtanno a confronto le forze elaſtiche de'ſuddetti fluidi. Finalmente afferma il Bulffingero, che per procurare il nucleo sferico, anno a diſporſi le coſe in maniera, che le forze ſollecitanti ſieno proporzionali alle diſtanze dal comun centro: laddove nelle celeſti rivoluzioni ſtanno in ragione reciproca duplicata delle diſtanze medeſime. Baſti l'addotto eſempio, che in Fiſica non è ſolo, ed altri parecchi ſe ne potrebbono aggiugnere, per ammonire coloro, che della ſcienza naturale ſi moſtran vaghi, con quanta circoſpezione vada fatto uſo di quella ſorta di eſperimenti, che ſi fondano ſulle analogie.

VIII.

Rimane, che ſi ragioni d'un genere di ſperienze ingannevoli, non già perchè ſiano o falſe, o equivoche, ma perchè meſcono inſieme fenomeni differenti, della convenienza, o della diſcrepanza de'quali non abbiamo piena contezza. Per la qual coſa apparentemente una oſſervazione all'altra ripugna, un fatto all'altro ſi oppone, e naſcono dubbietà di difficiliſſimo ſcioglimento, che c'ingombrano l'intelletto, e ci tengono ſempre mai, o per lungo tempo perpleſſi. Lo ſvilupparſi da tali imbrogli ci coſta ſtudio, e fatica; ma qualche volta ſarà per lo migliore il non curarſene, non dovendo noi diffidare dell'evidenza per laſciarci ſedurre dall'incertezza.

Egli è impoſſibile, che tra due verità ci ſia vera contraddizione, e ſe a prima viſta ci ſembra, che una diſtrugga l'altra; ſappiaſi, che ſiamo deluſi dalle circoſtanze, o non avvertite, o mal conoſciute.

Ci troviamo in poſſeſso d'alcune propoſizioni invincibilmente dimoſtrate, ovvero d'alquanti fenomeni felicemente dilucidati, e la noſtra mente è paga de' ſuoi diviſamenti; perche ſono incontraſtabili i principj, e legittime le concluſioni. All'improvviſta eſce fuori una novella eſperienza, che ci fa oſtacolo, dalla quale pare, che s'inferiſca tutto il contrario di ciò, che s'era ſtabilito. Dobbiamo dunque o cedere, o titubare? no certamente. Conviene ſottoporla ad un'accuratiſſimo eſame, e ſpecialmente indagare, ſe di naſcoſto in eſſa s'inſinui una qualche particolarità eſtranea al principale ſoggetto, da cui per avventura proceda la diluſione. Le oſſervazioni di tal ſorta miſte di elementi, parte proprj della materia, e parte foraſtieri, ci ſervono bensì d'inciampo, ma non ſono valevoli ad ottenebrare la verità, e non gittano la polvere negli occhi, ſe non ſe di coloro, che per comparire ſpiriti forti, ſi prendono il piacere di dubitar d'ogni coſa, o di quegli altri, che ſono per anco novizj nel meſtiere di filoſofare. Non occorre laſciarſi raggirare, e baſta delle menzionate ſtraniere circoſtanze, che i meno periti tal fiata dal vero diſtornano, avere una confuſa, e ſuperfiziale notizia. Chi s'invoglia di ſepararle, e di conciliare l'apparenti contrarietà, volge la mira ad obbietti totalmente diſparati, e piglia la briga di deciferare nuovi fenomeni.

IX.

Ciò talora proſperamente ſuccede, ma non per lo più quando la biſogna il richiede. Fa d'uopo, che col tempo, e bene ſpeſſo coll'intervallo di qualche ſecolo, altre cognizioni ſi acquiſtino, altre ſcienze ſi perfezionino per ottenere, che ſi ſciolgano le difficoltà credute inſolubili, e le fallaci illuſioni ſvaniſcano. Eccone un'illuſtre eſempio. Copernico traſſe dall'obblivione il Siſtema Pitagorico intorno le rivoluzioni de' Pianeti. Parve ſin d'allora l'ipoteſi così ſemplice, e così confacente a ſpiegare le celeſti apparenze, che i più profondi Aſtronomi alla Tolomaica comunemente abbracciata di lunga mano la preferirono. E nel ſuo rinovellamento ſi ſarebbe propagata a gran paſſi, ſe non che fu combattuta da un argomento, a cui in quella ſtagione non ſi ſapeva dare adeguata riſpoſta. L'orbita della Terra abbraccia quella di Venere, ed ambo anno il Sole per centro. Non può dunque dal noſtro globo vederſi Venere, ſe non ſe o di là dal Sole, o tra il Sole e noi, e la differenza tra la maſſima, e minima diſtanza ſi eguaglia proſſimamente al diametro del cerchio, per cui Venere cammina, fornito di picciola eccentricità. Per la qual coſa il corpo del Pianeta nelle diverſe poſizioni dovrebbe moſtrarſi ſotto varie grandezze, ed i diametri apparenti avrebbono a ſeguitare la proporzione delle lontananze. E pure ad occhio nudo non ſi oſſerva ſenſibil divario. Appreſſo per qual ragione non imita Venere le faſi della Luna, e ci ſi preſenta rotonda anco in que' ſiti, ne' quali dee comparire falcata? Per gli addotti motivi riputati inſolubili

bili la maggior parte de' Fiſici non aderiva ad un ſiſtema, che nelle ſue conſeguenze repugnava alle oſſervazioni.

Chi ſi foſſe avviſato in que' tempi di dire, che naſceva l'inganno da qualche ignota circoſtanza, e che tale appariva Venere, quale in fatto non era, ſi ſarebbe appoſto al vero, ma non ſarebbe ſtato aſcoltato. Durò l'equivoco quaſi due ſecoli, finattantochè il Galileo, indiritto verſo il Pianeta un teleſcopio di novella invenzione, vide con ſuo ſtupore le faſi ſimili alle Lunari, ed i diametri apparenti accreſciuti, e diminuiti a miſura dei diſcoſtamenti; per guiſa che tutto coſpirava a favorire l'ipoteſi Copernicana. Quinci ſi è cominciato ad inveſtigar la cagione, onde traevano l'origine i fenomeni, che ci tenevan perpleſſi, e ſi è conoſciuto, che per ſoddisfare alle obbiezioni, s'aveva a rifuggire ai principj non già dell'Aſtronomia, ma a quelli della Diottrica. In fatti gli oggetti, che da lontano ſi mirano, e molto più i lucidi, ed i vivamente illuminati, come Venere per la vicinanza del Sole, appariſcono confuſi nella figura, e nella grandezza, ed i diametri viſuali non degradano in ragione degli allontanamenti. Oltrechè le immagini, che ſi dipingono nel fondo dell'occhio, ſono cinte da una corona di raggi aberranti, ed irregolarmente refratti, i quali per eſſere vigoroſi, ſi rendon ſenſibili. Quindi per vedere con diſtinzione ſi fa uſo de' gran cannocchiali, atti ad accoſtare quanto baſta l'obbietto, e a radere l'avventizia capellatura.

In queſto mentre non importa guari l'avere una preciſa certezza di quegli eſtranei elementi, che s'inſinuano nelle ſperienze, e non importa togliere di mezzo le immaginate contraddizioni. Se ciò può farſi, come nel precedente eſempio ſi è fatto, ſi metterà in quiete la mente, e nuove cognizioni ſi acquiſteranno. Ma non iſtà ſempre in noſtra balìa lo ſciogliere qualunque nodo, e ſpeſſo rieſce vano ogni tentativo. Per la qual coſa ſi traſandino gli eſperimenti troppo ricercati, ne' quali ſi meſcolano circoſtanze ſtraniere, ed incognite; baſtando il ſapere, che ci ſono, e che al noſtro ſoggetto non appartengono. Nel preſente capitolo al num. terzo ho fatta menzione de' tubi capillari immerſi ne' fluidi, ed ho notato, che i liquori noti s'alzano ſopra il livello, eccettuato il Mercurio, che ſi deprime. Non ſi creda, che l'eſperimento ſconcerti i canoni dell'equilibrio, nè che ſi opponga alle dimoſtrazioni idroſtatiche. Ciò, che ſi è provato evidentemente, tuttavia ſuſſiſte, e non ammette eccettuazione. Dee dunque dirſi, che ſi formi un'equiponderanza d'un altro genere modificata da particolarità tali, che ſenza punto alterare le leggi principali della Natura, ne diverſificano gli effetti dipendenti dalle ſecondarie. A buon conto ſe altro non ci foſſe, non ſi debbe traſcurare l'anguſtia del cannello, la quale quantunque non ſia la vera cauſa del fenomeno, ſerve però d'occaſione ad alcune potenze fiſiche ignote di eſercitare le loro azioni. Sin ora i Filoſofi, che anno maneggiata la materia per tutti i verſi, ci paſcono di fievoli conghietture, delle quali lungo ſarebbe l'ordire la Storia, ed io ne potrei produrre una, che colle altre camminerebbe del pari, ſe il mio iſtituto altrove non mi chiamaſſe.

CAPITOLO QUINTO

Del buon uſo degli eſperimenti.

I.

HO raccolto ſotto alquanti capi generali le ſperienze, ſulle quali biſogna ſtar in guardia. Ce ne ſaranno dell'altre ſpezie di uguale importanza, ed egualmente imperfette; ma ragionando io delle cautele di ben uſare le ſincere, verranno in parte a farſi paleſi. Ed in primo luogo conviene, che l'eſperienza ſia bene premeditata, e fatta a diſegno o di aſſicurarci della verità di qualche conghiettura, ch'abbiamo in mente, o di convincerla di falſità, e dirigere altrove i noſtri diviſamenti: perciocchè le ſperienze fatte alla cieca, e ſenza mirare ad uno ſcopo, ſebbene per buona ſorte poſſano alcuna volta illuminarci; pure per lo più ſono ſterili, ed infeconde, e di pochiſſima utilità. In ſecondo luogo abbiaſi a memoria la maſſima di Tolomeo, che il ſenſo ci dà il propinquo, e la ragione l'eſatto: nè altrimenti dee ſuccedere; mercè che i ſenſi non ſono tanto vigoroſi, che poſſano tener dietro appuntino ai lavori impercettibili della Natura. Nel tempo medeſimo ſtiamo avvertiti, che il proſſimo da preſſo ſi accoſti all'eſatto; per modo che ſia picciolo il divario, e tale, che non c'induca in errore, ed in vece delle vere leggi naturali ci metta anzi gli occhi della mente le falſe, e le ripugnanti. Nel fare dunque gli eſperimenti ſi adoperi ſagacità, ed attenzione, e nell'oſſervarſi una ſcrupoloſiſſima diligenza; imperocchè gli oſſervatori o traſcurati, o impazienti frequentemente travedono. Quì vengono in taglio alcuni canoni, che agevoleranno il meſtieri difficiliſſimo di ſperimentare.

Gia ſi è notata di paſſaggio la differenza, che c'è tra le ſemplici oſſervazioni, e gli eſperimenti ſtudiati. Aggiungo preſentemente, che queſti richiedono induſtrioſe preparazioni, ed un grand'apparato di macchine travagliate da eccellenti Maeſtri. Ce ne ſono di più ſemplici, e di più compoſte, ma tutte debbono coſtruirſi con ſomma eſattezza. Diaſi un'occhiata a quelle, che ſervono all'Aſtronomia, ſcienza rimaſta imperfetta parecchi ſecoli a cagione de' rozzi ſtromenti adoperati dagli Antichi nel contemplare le celeſti apparenze. Per quello appartien alla Fiſica, piglinſi in mano le grand'opere de' Signori s'Graveſande, e Muſchembrock, i quali di molti ordigni a tal uſo deſtinati ci anno data una compiuta deſcrizione, e capiremo quanta ſolerità ſi ricerchi per iſcanſare gli equivoci. In fatti la Natura vuol eſſere interrogata, e chi brama di obbligarla qualche fiata a riſpondere, debbe penetrare nell'interno de' ſuoi artifizi: lo che non ottiene, ſenza preparare opportunamente i ſubbietti, di cui a diſcorrer ſi accinge, e farne per così eſprimermi l'anotomia. Le ſuperfiziali iſpezioni recano pochiſſimo profitto, e per ben poſſedere un fenomeno, e renderſelo familiare, convien valerſi degli appreſtamenti neceſſarj; onde l'eſperienze ſi rendan ſenſibili, e pa-

paleſi. Ce ne ſono di talmente ottuſe, e manchevoli, che appena ci danno indizio di ciò, che andiamo cercando; per guiſa che alle volte ſi cammina a taſtone colle pupille bendate.

II.

Il primo canone, ch'io propongo, piglia di mira la materia, baſe delle oſſervazioni. Queſta va ſcelta con avvedimento, e circoſpezione. Tra le molte, che ci ſi offeriſcono, dee preferirſi la più idonea, che ſia purgata, omogenea, e per quanto è poſſibile libera dagli elementi eſtrinſeci, che mal ſi adattano all'intenzione, e ſovente ogni tentativo perturbano. Sopra tutto fa d'uopo eleggere, quella ſorta di materia, che in grado eminente, o almanco più di qualunque altra analogia, ſia fornita delle particolari proprietà, che cadono ſotto la noſtra iſpezione. Coll'operare diverſamente, ad ogni paſſo s'incontrano ambiguità, e ci ſfuggono dinanzi gli occhi le più minute importantiſſime circoſtanze.

Negli anni miei giovanili mi capitarono alle mani parecchie eſperienze del Signor Carrè membro della Regia Accademia delle ſcienze ſtabilita in Parigi. Profeſſava egli di determinare col fatto in qual proporzione ſi riſpondeſſero ſcambievolmente i ſuoni de' corpi duri della ſteſſa materia, e di differente figura. Miſe a confronto i cilindri d'ogni ſorta, e s'inoltrò ad eſaminare i parallelepipedi diverſi in tutte e tre le dimenſioni. Il riſultato ſi legge nelle Memorie della ſuddetta Accademia. Parvemi ſin d'allora, che ridotta la coſa alla teorica, ed applicate ai fenomeni le dimoſtrazioni meccaniche, ſi ſarebbe portata un paſſo avanti l'Acuſtica. Tentai dunque l'impreſa, e toſto m'avvidi ch'io gittava il tempo inutilmente; perchè in certi caſi un'eſperienza con l'altra non ſi accordava, e nelle conſeguenze ſi moſtrava paleſe la ripugnanza.

Levai la mano dalla tavola, e riandando la faccenda conobbi, che l'inconveniente altronde non potea naſcere, ſalvo che dal difetto degli eſperimenti. E vaglia il vero l'Autore Franceſe ſi è ſervito di varie ſpezie di legni, materia affatto inetta per doppio titolo; e perchè il legno nelle ſue vene, e nelle ſue fibre diſugualmente intralciato, non è da per tutto guarnito della ſteſſa denſità, nè di pari virtù elaſtica; come altresì perchè è dotato d'una muta ſonorità, che non ci laſcia diſcernere eſquiſitamente i tuoni alquanti più gravi, ed acuti, nè i loro vicini rapporti armonici. Poſta per tanto da parte la materia del legno poco confacente all'intento, l'elezione dee cadere ſu quelle, che ci danno ſuoni ſpiritoſi, e vivaci, i quali colpiſcono gagliardamente l'udito. Quindi ſi è fatto uſo de' cilindri, e de' parallelepipedi d'acciajo, e delle piaſtrelle circolari di vetro. Io non iſtarò a rapportare le verità non più inteſe, che il Con. Giordano mio figlio ha ricavate con orecchio attento dalle ſperienze puntualmente eſeguite. Laſcio a lui il penſiero di pubblicarle unite alle dimoſtrazioni nel Trattato, ſu cui ſta lavorando, intorno la Muſica teorica, e pratica.

III.

Quanto importi il valerſi di materia atta nel prendere gli eſperimenti, apparirà dal ſecondo eſempio. Quando venne fatto al Galileo di ſcoprire le vere leggi delle cadute de' gravi, ſurſero da varie parti, e ſpecialmente in Francia gli oppoſitori, fra quali baſti l'annoverare il Carteſio. Avea l'Italiano ſtatuito, che gli ſpazj ſcorſi dai peſi diſcendenti, cominciando dal punto di quiete, foſſero proporzionali ai quadrati delle velocità acquiſtate, ed i tempi impiegati, come le ſteſſe velocità. Soſtenevano all'incontro gli Avverſarj, che le celerità ſeguitaſſero la ragion ſemplice degli ſpazj paſſati. Ed avvegnachè le dimoſtrazioni ſtentano a penetrare nelle menti preoccupate, come pur troppo ſuccede, trovandoſi ſempre da gavillare; fu impugnato il Galileo con una copia di ſperienze mal immaginate, e peggio eſeguite, le quali ridotte a dovere conchiudevano a ſuo favore. Io non le ripeto, perchè ſi trovano riferite, ed eſaminate dal Geſuita Riccioli. A miei dì ſi ſono per altro motivo rinnovati gli ſteſſi ſteſſiſſimi eſperimenti con l'occaſione, che il Leibnizio promulgò, e forte diſeſe a fronte de' ſuoi Avverſarj il ſuo nuovo Teorema dinamico. Si miſurano le forze dei colpi, per accertarſi ocularmente, ſe due maſſe date fornite di velocità conoſciute producano gli effetti analoghi ai loro prodotti, o pure in proporzione compoſta, ſemplice delle maſſe, e duplicata delle velocità.

Opportunamente ſi è fatto uſo delle palle di metallo, che ſi laſciavano cadere da varie altezze; ma ſi ſono preſi degli sbagli nello ſcegliere le materie, che in ſe ricevono le impreſſioni; concioſſiachè debbe adempierſi un requiſito indiſpenſabile, che l'energia della percoſſa tutta ſi conſumi in un ſolo effetto, ed in molti non ſi diſperga. Per la qual coſa non ſi tenga conto dell'eſperimento della bilancia, per cui in una coppa d'eſſa ſi fa piombare una maſſa grave da differenti ſublimità, e nell'altra ſi colloca un peſo, il quale s'accreſce, e ſi diminuiſce ſecondo la biſogna, di modo che appena ſi ſollevi. In tal guiſa procurata una ſpezie d'equilibrio, ſi eſplora la diverſa efficacia dei colpi. Ma l'azione del globo cadente non s' impiega nell'unico effetto di alzare il peſo, perchè ſi divide in molti elementi. Ommeſſe alcune più minute circoſtanze, ſe ne ſpende una porzione nel comunicar il tremito al giogo della bilancia, e nello ſtendere le funicelle, ed un'altra nell'ammaccatura della ſcodella, o nel ribattimento, giuſta che i corpi duri, che ſcambievolmente ſi percuotono, di maggiore, o minore virtù di molla ſono forniti.

IV.

Aſſai meglio ſi ſono avviſati gli Eſperimentatori, i quali preſe due sfere metalliche per eſempio di ottone, una piena, e l'altra vuota di parì volume, e di differente gravità, le facean diſcendere, ed urtare in una materia cedente diſteſa in un piano orizzontale, e dalle foſſe ſcavate miſuravano il vigore delle forze agenti. Guardiamci tuttavia dall' aſſumere certe maſ-

maſſe compoſte di minime particelle ſtaccate, come la farina, la polvere, l'arena, di cui ſi ſono valſi coloro, che an procurato di adattare gli eſperimenti alle loro preoccupazioni; concioſſiachè gli atomi diſgiunti nell'atto della colliſione in parte ſi ſollevano, e quà e là per l'aere ſi ſpandono, aſſorbendo in tal guiſa una porzione della forza viva, che riſiedeva nel globo, la quale conſeguentemente non ſi ſpende, nel profondare la buca. Elegganſi dunque materie tegnenti, e viſchioſe, come il ſevo rappreſo adoprato dal Signor Marcheſe Poleni, il mele, ed il burro alquanto coagulati, ed altre di ſimil paſta. Così ſiamo ſicuri, che non ſi diſſipa la forza del colpo, e che tutta quanta ella è nel cavare la foſſa ſi eſercita. Ma ciò non baſta: fa di meſtieri, che le buche ſiano cupe egualmente; onde ſiamo certi della uguaglianza degli effetti, da cui quella delle cagioni evidentemente ſi deduce. Ogni qual volta ſi anno cavità ineguali, egli è malagevole determinare la proporzione fra le reſiſtenze. All'incontro ci ſono note le maſſe delle sfere, e le ſublimità, da cui diſcendono; dunque ſe ſono pari le foſſe, pari altresì ſaranno le forze, da cui vengono ſcavate. Ora l'eſperienza c' inſegna, che ciò appunto ſuccede, quando s' eguagliano i prodotti delle maſſe nelle reſpettive altezze, o nella metà de' quadrati delle finali velocità: alla qual legge di Natura ben inteſa, e non turbata in conto alcuno dai tempi delle azioni, o delle reazioni, s'appoggia la ſentenza Leibniziana.

V.

Oltre la ſcelta della materia appropiata, la eſquiſitezza degli ſtromenti, e l'attenzione nello ſperimentare, deeſi avere uno ſcrupoloſo riguardo alle circoſtanze, e ſia queſto il ſecondo canone. Eſſe tal volta moſtranſi favorevoli, e tal volta contrarie; per modo che o l'apparenza aſpettata non compariſce, o almanco notabilmente ſi diverſifica. Nell'uno, e nell'altro caſo con facilità in qualch'errore s' inciampa. Una ſperienza aſſai delicata ſovente non rieſce, nè per ciò dobbiamo riputarla falſa, nè creder bugiardi quegli Autori, che ce la propongono ſiccome fatta, ed ottimamente riuſcita. L' inganno ſuole per lo più naſcere dalla negligenza degli oſſervatori, che traſcurano di notare appuntino tutte le particolarità, che al buon eſito contribuiſcono. Per la qual coſa chi ſi piglia la briga di ripeterla, reſterà bene ſpeſſo deluſo, ſe non coglie le neceſſarie opportunità, ch' eſſendo troppo recondite, e non avvertite, lo ſupplirle a luogo e tempo è colpo di mera fortuna. Non è per tanto maraviglia, che della verità d'alcuni fenomeni gagliardamente ſi diſputi. Chi li vede, chi non li vede, e taluno li mira in una maniera, e l'altro in un' altra, a cagione della negletta varietà di certe quaſi impercettibili circoſtanze. Quinci avviene, che tal fiata ad un ſiſtema ben fondato alquante fallaci apparenze ſi oppongano, le quali tengono in ſoſpeſo i Fiſici, e gli diſtornano dall'abbracciarlo.

VI.

Il ſoggetto è di ſommo rilievo, e cogli eſempj vuole illuſtrarſi. Il Cavalier Nevvton ha promulgati nella ſua Ottica moltiſſimi eſperimenti intorno i colori, e ſpezialmente i priſmatici generati dalla difrazione del lume. Alcuni d'eſſi, quantunque fatti, e rifatti in Inghilterra con buon ſucceſſo, furono richiamati in dubbio, ed eſpreſſamente negati dal Mariotte in Francia, dal Dictero in Allemagna, e dal Conte Rizzetti in Italia. Lungo ſarebbe il prenderli tutti per mano, e ſopra un ſolo mi fermerò. Entri in una camera oſcura per un picciolo foro un raggio di ſole, che ricevuto da un trigono vitreo, per via di doppia rifrazione s'innalzi, ſi diſperga, e ſi tinga dei noti colori, e compariſcano in ſerie il roſſo, il giallo, il verde, l'azzurro, e il violetto. Poſcia ſcelto un raggio roſſo, o giallo, interchiuſa a qualunque altro la ſtrada, ſi faccia paſſare per un ſecondo priſma; profeſſano i Nevvtoniani, che eſſendoſi una volta ſeparato il colore dagli altri, coi quali nella luce bianca era miſto, e confuſo, perſeveri ſempre lo ſteſſo, nè a nuovo diſſipamento, o a qualſiſia alterazione ſoggiaccia. All'incontro il Rizzetti dopo il Mariotte l'anno ſempre veduto accompagnato da una minima fimbria di tinta diverſa. Gl'Ingleſi non negano il fatto, ma rimproverano alle altre nazioni, che i vetri torbidi, ed impuri, di cui ſi ſervono, ſono totalmente inetti per intraprendere tali ſottili ſperienze: quaſi che l'unico mezzo d'apparare la ſcienza de'colori, conſiſta nel provvederſi di criſtalli ſuſi nella gran Bretagna, dotati d'una perfetta limpidezza. Il punto della quiſtione ſi raggira nell'inveſtigare, ſe ſia più probabile, che dai vetri alquanto foſchi naſcano que'colori languidi, che dopo la quarta refrazione nella picciola faſcia ſecondaria appariſcono: o pure ſe queſte tinte oltremodo fievoli ſi tolgano alla viſta, e reſtino cancellati dal lume più forte traſmeſſo dai priſmi puriſſimi d'Inghilterra. Io non m'arrogo di decidere la lite. So bene, che i colori priſmatici ad ogni tenue barlume di luce altronde introdotta in un baleno ſpariſcono: e ſo di più, che affumati leggermente i criſtalli troppo fulgidi, e diafani, e così minorata la copia, e l'azione dei raggi ſolari, le menzionate fimbrie fanno la loro comparſa.

VII.

Agli Aſtronomi è noto, quanto una luce foreſtiera perturbi le celeſti oſſervazioni. La vicinanza del Sole, la Luna propinqua, ed illuminata, un qualche languido veſtigio di crepuſcolo le rende confuſe ed incerte. Eglino ammaeſtrati dalla lunga pratica ſanno cogliere le occaſioni propizie, e ſi guardano dalle diſfavorevoli. Prima di acquiſtare le neceſſarie cognizioni, quanti abbagli ſi ſono preſi? La poca eſattezza degli Antichi dipendeva in parte dall'ignorare le refrazioni, ed i moderni, ſebbene oculatiſſimi nell'operare, non ſono per anco giunti a prevenire tutte le difficoltà, che per iſtrada s'incontrano. Sono tante, e tali le circoſtanze non avvertite, le quali nelle oſſervazioni clandeſtinamente s'inſinuano, che appena ſi può ſperare di

di giugnere all'ultima preciſione. Ciò non oſtante ogni dì ſi muove qualche paſſo. L'ingleſe Bradlei, per mettere in chiaro la paralaſſi dell'orbe annuo, ha dovuto computar due elementi, cioè la velocità della luce, che traſcorre in tempo non mica iſtantaneo, ma finito uno ſpazio dato conforme il calcolo del Romero, ed il viaggio dell'occhio per l'orbita della terra, che inveſtito dai raggi delle ſtelle fiſſe obbliquamente in ſe li riceve. Il Sig. Euſtachio Manfredi eſaminata per tutt'i verſi l'ipoteſi trovò, che riſpondeva puntualmente alle oſſervazioni.

In queſto mentre mi ſovviene d'un curioſo fenomeno, di cui non ſo render ragione, atteſe le circoſtanze recondite, che l'accompagnano. Voltino due Aſtronomi verſo Giove due teleſcopj di differente lunghezza, per accertare il momento della immerſione d'un Satellite. Un tubo ce la fa vedere più preſto, e l'altro più tardi con ſenſibile divario di tempo. Si conciliano le oſſervazioni, prendendone una di mezzo infra due, ed in tal guiſa per via d'adequazione vengono le longitudini de'paeſi proſſimamente a determinarſi. Io non credo, che ci poſſa eſſere notabile diſcrepanza, bramerei però, che gli ſtudioſi della Diottrica s'applicaſſero di propoſito allo ſcioglimento del Problema, viene a dire da qual cauſa derivino reſpettivamente ai tempi le diverſe apparenze, ſe ci ſia qualche irregolarità nelle refrazioni de'raggi, che paſſano per varie lenti, ed in ſomma ſe le coſe a regole ferme, ed a computi eſatti ridurre ſi poſſano. Giovarebbe a mio parere confrontare cogli ordinarj cannocchiali i tubi catadiottrici del Cavalier Nevvton, i quali non ſono forſe ſoggetti a diſcernevoli anomalie; perchè ſenza aumentare gran fatto le immagini, correggono ſoltanto l'abberrazione dell'occhio, ed accoſtando gli obbietti lontani, ce li preſentano colla debita diſtinzione.

VIII.

Agli eſempj ottici ne aggiungo un'altro tolto dall'Acuſtica. E' nota per fino alla plebe la famoſa eſperienza, che battuta una corda ſonora ne fa tremare un altra accordata all'uniſono, e queſta volgar ſimpatia uſata frequentemente nelle ſimilitudini degli Oratori, e da' Poeti ſerve di condimento ai popolari ragionamenti. Si è accorto il Galileo, che l'effetto ſuccede, quando toccate o ſeparatamente, o nel tempo ſteſſo due corde ſi riſpondono in qualche conſonanza, e doveva aggiugnerci anco in qualche diſſonanza, almeno delle più ſemplici. Non ſi arriva a tal preciſione, ſe le oſſervazioni non ſono eſquiſite, ſe una non dà mano all'altra, e ſe non ſi ſtabiliſcono bene i principj. Il Filoſofo Linceo non ha veduto tuttociò, che potea vederſi nella preſente materia, ed è ſtato tratto in errore da alcune particolarità traſcurate. S'era egli dato a credere, che i tremori comunicati metteſſero in moto le corde intere: ma ciò non avviene, ſe non ſe nella ipoteſi, che la corda paziente ſia uniſona ad una parte aliquota della corda agente. Negli altri caſi il meccaniſmo immaginato dal noſtro Autore non regge ai colpi della ragione, e dell'eſperienza. Due funicelle muſiche in tutto pari, fuori che nella lunghezza, oſcillano in maniera, che i numeri delle loro reſpettive vibrazioni ſtanno in proporzione reciproca dei tempi, ed i tempi

in

in ragione diretta delle lunghezze. Per la qual cosa nell'atto di reciprocare, vanno, e vengono con direzioni ora cospiranti, ed ora contrarie: finattantochè ambo camminano verso la medesima parte, l'una incalza l'altra, ed avvalora il suo moto: ma quando la più corta compiuta una vibrazione torna indietro, e la più lunga seguita a stendersi giusta la primiera direzione; allora scambievolmente si contrastano, e le impressioni favorevoli vengono dalle opposte ammorzate, o almanco notabilmente diminuite. Quinci egli è impossibile, che la corda maggiore nel vibrarsi partecipi alla minore quieta un ondeggiamento sensibile, che per mezzo dell'aere passi a far colpo nell'organo dell'udito.

IX.

Bisogna dunque battere una differente strada, per render ragione del fenomeno. E prima d'ogn'altra cosa è da saperſi, che posta una corda in agitazione, trema non solamente intiera, ma divisa altresì nelle sue parti aliquote. Assieme colla corda totale fanno le loro particolari oscillazioni le due metà, le parti terze, le quarte, le quinte, le seste, le settime, le ottave, e così di seguito fino a molto minute distribuzioni. Quanto una parte è più grande, tanto rende un suono più forte il quale si lascia agevolmente discernere da un'orecchio perito ed attento, quando non sia equisono al suono principale, cioè a dire non si riferisca ad esso in Ottava semplice, o replicata. I suoni equisoni equivocano assai coll'unisono, e facilmente si confondono l'uno con l'altro. Quindi unitamente col suono della corda intera s'odono, usata una mediocre applicazione, i suoni delle terze, e delle quinte parti: proprietà resa omai nota all'universale dei Musici. Chi volesse sentire distintamente i suoni di molte parti aliquote in serie, ponga in opera il seguente artifizio. Preparato prima un ostacolo leggiero, per esempio una specie di molla formata con una delle più grosse corde d'ottone, che s'adoprano nei grave cembali, si faccia vibrar la corda, ed incontanente s'appoggi essa molla ad un punto della corda, che sia lontano dall'uno de due scannelli per la precisa misura di quella parte aliquota, di cui si vuole ascoltare il suono, e si otterrà il fine desiderato. Ammorzati dall'ostacolo i suoni della corda intiera, e delle maggiori parti aliquote, resta illeso quello della porzione prescelta, col quale per altro sono incorporati i suoni di particelle a grado a grado più picciole, che del pari misurano e la nostra parte aliquota, e la corda totale.

Poste al confronto due corde, l'armonia, nella quale si riferiscono, m'additerà quelle massime porzioni parti aliquote d'entrambe, che all'unisono si corrispondono. Se la corda grave fa tre vibrazioni in tempo, che l'acuta ne compie quattro, la quarta parte di quella, e la terza di questa sono le più grandi porzioni unisone. Mentre le due corde non differiscano, salvo che nella lunghezza, le porzioni cercate sono fra loro eguali, e pareggiano la massima comune misura d'entrambe le corde. Attenendomi a tale supposizione in grazia della semplicità, l'esperienza m'insegna, che per l'azione d'una corda palpita l'altra o intera, o divisa in porzioni eguali, secondo che

che o la corda intera, o una delle dette parti s'adegua alla nominata massima comune misura delle due corde. Così in virtù della oscillazione della corda (4) trema la corda (3) divisa in tre parti eguali, ed in virtù della oscillazione della corda (3) vibrasi la corda (4) in porzioni quattro distribuita. Ora cotali effetti si devono forse attribuire alle corde (4) e (3) considerate siccome intere? Chi così pensasse, s'ingannerebbe a partito. La corda totale (4) non pone in tremito la corda (3), o al rovescio. Ci esprimeremo colla debita precisione affermando, che le quattro corde (1) producono suono nelle tre corde (1), o che all'incontro le tre ultime nelle quattro prime generano palpitazione. Alcuni curiosi esperimenti, che quì non è tempo di riferire, mettono in pieno lume una tal verità, e manifestamente dimostrano, che non si comunicano sensibilmente altri tremiti che gli unisoni.

CAPITOLO SESTO

Della deduzione dell' assurdo.

I.

In altro luogo ho dato un qualche tocco intorno que' ragionamenti indiretti, i quali riducono la cosa alla ripugnanza, ed ho notato, che due spezie di assurdi ci si parano innanzi. Alcuni metafisici, e geometrici accompagnati dalla contraddizione mettono capo nell'impossibile assoluto: altri poi, ch'io chiamo Fisici, terminano in conclusioni tali, che si oppongono alle sensate esperienze, ed ai fenomeni della Natura, onde ci si fa manifesta la falsità della posizione: ma non si scorge chiaramente, ch'essa tiri con seco l'impossibilità metafisica non essendo noi abbastanza certi, che in un diverso ordine, e sistema di cose non possa aver luogo l'ipotesi assunta. In sì fatte circostanze io sto alle mie regole circa il possibile, e l'impossibile, e sospendo la decisione. Giudico che fiasi fatto quanto aveva a farsi, ogni qual volta si prova ad evidenza, che un'opinione filosofica non va d'accordo colle operazioni della Natura; avvegnachè se i nostri pensamenti colla Natura contrastano, il Mondo, ch'abbiamo in testa, non è quel d'esso, ch'esiste fuori di noi, e del quale ci affatichiamo di spiegar le apparenze.

II.

Vivono, e per lungo tratto viveranno moltissime fisiche sentenze abbracciate da varie sette; perchè o non ci curiamo di esaminarle se non superficialmente, ricevendole siccome notizie appartenenti alla storia dell'umano sapere, o perchè non si sa il modo nè di stabilire le vere, nè di rifiutare dimostrativamente le false opinioni. Egli è un'assioma fisico, che la Na-

Natura non procede per ſalti, e lo ſteſſo dicaſi del noſtro intelletto, il quale paſſo paſſo da una cognizione all' altra cammina, e ſe per ſorta a mezzo il viaggio trova interciſa la ſtrada, e ſtimolato dal natural deſio di ſapere ſpicca un gran ſalto, è colpo di mera fortuna, ſe ben ſi appone, e nell' error non precipita. Tra le cognizioni da noi poſſedute, e quelle di cui andiamo in traccia, ſpeſſe fiate ſe ne frammettono delle altre, che ci ſono onninamente ignote; laonde nella ſcala dei penſamenti mancando i gradini, il poggiar più alto è molto malagevole impreſa. Chi non giuoca ad indovinare, come ſi pratica tutto dì, debbe indiſpenſabilmente ſupplirli: ma ciò per lo più non iſtà in noſtro potere; avvegnachè certe idee, e certe particolari conſiderazioni in ogni mente non ſi ſvegliano, e quand' anche non ſieno al di ſopra della noſtra capacità, non ci ſi preſentano con quella prontezza, che la biſogna richiede. Aggiungo, che queſte verità intermezze, ed ajutatrici anno talvolta origini lontaniſſime dal ſubbietto, che ſi maneggia, e naſcono ſiccome conſeguenze d'un qualche fenomeno non avvertito, o ſi prendono in preſtito da qualche ſcienza, e ſpecialmente dalla Geometria, e dall' Analiſi, o dipendono dalla ſcoperta di qualche novello metodo. Comunque la coſa ſia, ogni buon Filoſofante, che ha imparato a far uſo della propria ragione, e non ſi laſcia condurre dalla fantaſia, dee bensì promovere in qualche picciola parte le ſcienze a miſura del ſuo talento; ma ciò che rimane da intenderſi, eſſendo per così dire in infinito, ha da traſmetterſi all' induſtria de' poſteri.

III.

Il Tartaglia Matematico Breſciano fu il primo, ch' io ſappia, a conſiderare la linea curva deſcritta in aria dai projetti ſpinti per un'obbliqua direzione: ed egli la credette una porzione della periferia circolare. Queſto grand' Uomo benemerito della Geometria, e dell' algebra non poteva mai colpire nel ſegno, non eſſendo a' ſuoi giorni nota la legge della diſceſa accelerata dei corpi gravi per la linea del piombo. Il Galileo, che ammonito da alcune ſperienze coll' acutezza del ſuo feliciſſimo ingegno la miſe in luce, s' avvide della conſeguenza indi naſcente, che la curva de' projetti era una parabola Apolloniana. Ma ciò, che per un verſo al Tartaglia, per l' altro mancava al Galileo, il quale era all' oſcuro delle preconoſcenze neceſſarie per iſciogliere due problemi aſſai più ardui, cioè determinare la curva del più celere deſcendimento, e quella in cui ſi diſpone una catenella da due chiodi pendente. Opinò egli di ſalto, e giudicando la prima circolare, e la ſeconda parabolica inciampò in un doppio paralogiſmo. E col ſuo eſempio tirò parecchi altri in errore: anzi il buon eſito nella inveſtigazione della trajettoria dei corpi gravi ſe sì, che pareva non poterſi la Natura ſervire d' altre curve, ſe non ſe delle parabole; e preſſo gli Autori del paſſato ſecolo parabola fù ſtimata l' elaſtica, e parabola la velaria. Chi ſi ſarebbe mai immaginato, che le menzionate curve foſſero della claſſe delle traſcendenti, di cui i citati Geometri non aveano appena ſentore, e che per indagarne le proprietà, e la coſtruzione, faceſſe di meſtieri inventar nuovi metodi, e ridurre a computo le quantità infinitesime almeno del primo, e del ſecondo ordine. Queſte analitiche ſottigliezze ſembrano affatto eſtranee alle ſuddette quiſtioni, nè il Galileo ſi ſarebbe mai avviſato di battere un tal ſentiero: e pure la ſoluzione de' premeſſi problemi è quaſi ſto per dire un corollario, o piuttoſto un'applicazione del metodo Leibniziano alla Statica, ed alla Meccanica.

IV.

Atteſi i propoſti avvertimenti ſi terrà in guardia il Lettore per non mettere il piede in certe materie aſtruſe, e pochiſſimo conoſciute. Aſpettiamo nuovi lumi, e più accertate oſſervazioni, e meglio circoſtanziate. Oggidì ſi è cominciato a diſcorrere di propoſito intorno le forze elettriche, e nelle Tranſazioni Anglicane, e nelle Memorie della Reale Accademia di Parigi leggonſi delle curioſe ſperienze. I fenomeni ſono ſtupendi, e ſpezialmente il paſſaggio di queſte forze da un corpo all' altro. Attentamente ſono da me ſtati ponderati, ed io conſcio del mio ſcarſo ſapere gli ho trovati di gran lunga ſuperiori alle mie forze, e perciò ſinattantochè non ſi fa paleſe qualche legge in Natura, che ce ne agevoli la ſpiegazione, di buona voglia gli abbandono a coloro, che o ſono deſtri in fabbricare leggiadre ipoteſi, o ci attaccano colla pece le miſterioſe attrazioni. Oltre ciò interviene bene ſpeſſo, che una verità, la quale non ſi ſa ſcoprire col metodo diretto, venga meſſa fuori di dubbio per mezzo dell' indiretto. Confeſſo, che la maniera obbliqua, ſiccome imperfetta, e ſecondaria non illumina la noſtra mente, ma la convince in modo tale, che non ardiſce fiatare, e nel tempo ſteſſo ſi appaga d' aver guadagnata una cognizione. Non contraddico ad Ariſtotele, il quale dandoci l' idea d'una eccellente, e compiuta dimoſtrazione preſcrive, che venga dedotta dai veri, primi, proprj, ed immediati principj: ma rariſſime ſaranno le privilegiate, in cui tutti i requiſiti s' adempiano: e ſecondo il mio parere le ſcienze, e maſſime la Fiſica prendono prima di mira la certezza, e poi l' eleganza, la qual condizione ſe in qualche progreſſo di raziocinio ſi ravviſa, merita lode, ma non occorre affettarla in qualunque caſo; perchè ſovente ſi perde il tempo, e la fatica, e la la verità è ſempre pregevole in qualſivoglia foggia ci ſi preſenti. Conforme l' occhio non ſempre guarda gli obbietti in faccia del ſole, e ſpeſſo conviene, che ſi contenti d' una languida facella, così all' intelletto non è conceſſo di contemplare il vero a pieno lume in ogn'incontro, ma dee talvolta guardarlo fiſſo, quantunque in parte adombrato. La ſtrada regia è una ſola, e ſe queſta è mal conoſciuta, non nuoce il calcare le men principali, purchè alla meta ci guidino. Il maggior intoppo, che abbia a ſuperarſi nell' uſare il metodo obbliquo, conſiſte nel rinvenire, e nello ſtendere il filo del ragionamento, che ci mena ſpeditamente all' aſſurdo. Di ciò altrove ho favellato: ſebbene ſu queſto punto malagevole ad eſeguirſi non ſi poſſono ſuggerire regole ferme. Gioverà tal fiata rifuggire alla ſinteſi, e molto più all' analiſi, o ad alcuno di que' metodi, che ſi eſporranno nel preſente libro. Intanto daranno qualche lume alla materia gli eſempj.

V.

E' noto, che la teoria de' gravi cadenti, allorchè fu prodotta dal celebre Galileo, incontrò molti impugnatori, i quali eran d'avviso, che le velocità non doveſſero ſeguire la ragione de' tempi, ma bensì degli ſpazj paſſati. Durarono qualche tempo oſtinatamente le diſpute, e ſarebbero continuate più lungamente, ſe il Sig. di Fermat Matematico profondo col metodo della deduzion all'aſſurdo non l'aveſſe interamente troncate. Egli dal ſupporre, che le velocità ſieno agli ſpazj proporzionali, dimoſtrativamente concluſe, che per paſſare qualunque ſpazio finito d'uopo ſarebbe d'un tempo infinito; la qual conſeguenza aſſurdiſſima convinſe di patente falſità l'ipoteſi preſuppoſta. Ma avendo di ciò ragionato altrove, mi fermerò più volentieri in un altro eſempio.

VI.

S'è reſo famoſo l'eſperimento del Dottiſſimo Signor Marcheſe Poleni, nel quale due globi d'egual diametro, ma di maſſa diverſa cadendo da altezze reciprocamente alle maſſe proporzionali ſcavano nella materia cadente due foſſe della ſteſſa profondità. Alcuni Filoſofi, tra quali il celebre Signor Crouſaz, per conciliar il fenomeno colle loro antiche opinioni ſoſtenevano, che i tempi, ne' quali ſi forman le foſſe, erano in ragione diretta dell'iniziali velocità. Io eſaminando con diligenza sì fatta ſuppoſizione, mi ſtudiai di condurla all'aſſurdo in una lettera ſcritta allo ſteſſo Signor Poleni, ch'egli avendola tradotta in latino ha dato al pubblico colle ſtampe. Diſcenda la palla più leggera (Fig. 12.) dall'altezza AC, ed eſcavi giuſta il ſolito la foſſa CD. Tirata l'orizzontale GAF, ſi eſprima colla retta AE il tempo della caduta per AC, e colla retta AF il tempo impiegato della ſfera A nel formare la foſſa CD. Dal vertice comune C ſi deſcrivano le due parabole CHE, CIF, che paſſino per li punti determinati E, F. Prendaſi la ſeconda palla più peſante B, ma di diametro eguale a quello del globo A, che ſi collochi ad arbitrio in qualunque punto B, coll'avvertenza però, che ſia come la ſublimità BC alla ſublimità AC, così la maſſa A alla maſſa B, e riempiuta la foſſa già fatta CD, la ſfera B in cadendo dal punto B farà la ſua foſſa eguale alla prima, come c'inſegna l'eſperienza ammeſſa per bella, e per buona dallo ſteſſo Signor Crouſaz.

Sia nella parabola CF l'ordinata BJ relativa all'abſciſſa BC: io dico, che ſ'è vera la riſpoſta del ſuddetto Signore, l'applicata BJ eſprimerà il tempo impiegato dalla palla B nell'eſcavare la ſua foſſa CD; imperocchè ſecondo lui i tempi conſumati dalle due palle in fare le due foſſe uguali, ſono come le velocità acquiſtate dalle ſuddette due palle cadenti, la prima dall'altezza AC, la ſeconda dall'altezza BC. Ma queſte velocità ſono in ragione dimidiata delle predette altezze; dunque i tempi ſaranno fra loro nella medeſima proporzione. Rappreſentando per tanto AF il tempo ſpeſo dalla palla A nel formar la ſua foſſa, ed eſſendo per la

la natura della parabola come $\sqrt{AC}$ a $\sqrt{BC}$, così AF a BJ, l'ordinata BJ eſporrà il tempo conſumato dalla palla B nell'eſcavare la ſua foſſa, lo che ec.

Premeſſo ciò, dal vertice D intorno l'aſſe DA ſi deſcriva la terza parabola DKG eguale, o per dir meglio la ſteſſa colla parabola CHE, ma ſolamente diverſa dipoſizione: egli è manifeſto, che dinotando le applicate AE, BH i tempi delle diſceſe per AC, BC, ſe le palle A, B continuaſſero la loro caduta nel vano per lo ſpazio CD ſaetta della foſſa, ſenza incontrare qualſiſia reſiſtenza, la retta AG eſprimerebbe il tempo della caduta per l'altezza AD, e la BK il tempo della caduta per l'altezza BD.

Sottratti dunque i tempi AE, BH impiegati nelle diſceſe per AC, BC, la differenza GE ſegnerà il tempo ſpeſo dalla palla A cadente dal punto di quiete A nello ſcorrere ſenza intoppi, e con moto accelerato lo ſpazio CD, e la differenza KH il tempo impiegato dalla palla B cadente dal punto di quiete Ba ſcorrere nelle medeſime circoſtanze il ſuddetto ſpazio CD.

Si determini ora nell'aſſe AC il punto B in maniera, che la differenza KH ſia eguale alla ordinata BJ; lo che ſi farà nel ſeguente modo. Sia la ragione dell'ordinata AE all'ordinata AF, come qualſivoglia quantità n all'unità, e facciaſi come $1 + 2n : nn$, così DC: CB; farà B il punto cercato. Ma l'ordinata BJ eſprime il tempo, in cui la palla B cadendo dal punto di quiete B eſcava la foſſa CD, e l'intercetta HK dinota il tempo, in cui la medeſima palla B cadente dal punto di ripoſo B ſcorre nel vano lo ſpazio CD, ſenza che qualſiſia reſiſtenza alla ſua diſceſa faccia contraſto, ed eſſendo per la coſtruzione uguali i tempi BJ, HK; ne ſegue, che nell'uno, e nell'altro caſo la palla B farà il viaggio CD in egual tempo. cioè a dire e quando vi paſſa con moto libero, ed accelerato, e quando gli oſtacoli vi ſi oppongono, e vi paſſa con moto ritardato: lo che è manifeſtiſſimo aſſurdo.

In fatti giunta che ſia la palla al punto C ha acquiſtato quel grado di velocità, ch'è conveniente alla diſceſa per l'intervallo BC; ma quando cammina per lo ſpazio CD vano, la ſua velocità dalla gravità acceleratrice in ogni punto di eſſo ſpazio ſi accreſce, ed all'oppoſto quando dee vincere le reſiſtenze, in ogni punto la ſua velocità ſi ritarda; dunque maggior tempo impiega a far la ſua foſſa, e minore a ſcorrere per lo ſpazio libero.

Creſce l'inconveniente, ſe ſi prende il punto L fra li due punti C, B mentre eſſendo OM maggiore di LN, com'è facile a dimoſtrarſi, ſuccederebbe, che più lenta camminerebbe la palla B cadente dal punto di quiete L per lo ſpazio CD vuoto, e c'impiegherebbe più tempo di quello che il detto ſpazio foſſe pieno d'una materia viſcoſa, e reſiſtente.

Gli eſempj, che ho addotti, fanno manifeſto, quanto ſia utile il metodo della deduzion all'aſſurdo, principalmente per dar bando ad alcune opinioni, le quali a quando a quando vanno naſcendo, e ſono d'oſtacolo all'invenzione, ed al progreſſo delle fiſiche verità.

CAPITOLO SETTIMO

Dell' applicazione della Geometria, e dell' Analisi alla Fisica.

I.

Ecco lo scoglio, in cui urtano pressochè tutti coloro, i quali prendon piacere di studiare la Fisica, non solamente per essere informati in via storica de' sistemi antichi, e moderni, ma di più per mettere mano all'opera, e valersi della propria ragione. Alcuni timorosi oltre il dovere si contentano di guardare le cose cogli occhi altrui, e per soverchia paura di favellare, non si arrischiano di adattare i teoremi geometrici, o le analitiche equazioni ai fenomeni, ed alle leggi della Natura. Altri poi si imbrogliano fuor di modo nel transito, che dee farsi, dalle passioni astratte della quantità contemplate dai Matematici alle affezioni sensibili, ed alle apparenze naturali, che sono gli obbietti de' fisici investigamenti. A' primi manca piuttosto il coraggio, che l' idoneità, e perciò bisogna loro dare animo, e fornirli d'un regolato ardimento. Vorrei, che con meco riflettessero arrecare alle scienze molto maggior benefizio la scoperta d'una verità nuova, e per se stessa, e per le conseguenze indi nascenti, che non apportano danno alquanti errori, parti della nostra fiacchezza. Le verità sono immortali, ed a' posteri in retaggio si trasmettono: all' incontro gli errori muojono, appena prodotti, e si seppelliscono. Lo sbagliare in Fisica non è vergogna, ed i Maestri di prima rinomanza talvolta si sono mostrati uomini; laonde i loro difetti coprono i nostri, e possiam dir con Orazio

Scimus, & hanc veniam petimusque, damusque vicissim.

Ai secondi poscia conviene porgere qualche picciolo ajuto, e condurli per mano fuori del cattivo passo, addestrandoli a ben comprendere lo scambievole commerzio, che passa fra le discipline matematiche, e la scienza della Natura.

II.

Essendo a noi onninamente ignoti i limiti del massimo, e del minimo nella estensione della materia, come altresì gli ultimi gradi e per una banda, e per l'altra delle forze, e dei moti, i quali conforme altrove ho congetturato, non poggiano per un verso all' infinito, nè per l' opposto discendono all'infinitesimo; l'unico ripiego, che ci rimane, giacchè non abbiam contezza dell'assoluto, consiste nel ben comprendere il relativo. Per la qual cosa

cosa nelle naturali ricerche rari sono que' casi, che non si vada in traccia di rapporti, e di analogie, e non si ha punto riguardo d' instituire i confronti fra le grandezze di genere disparatissimo. Dove ha luogo il più, ed il meno, e mentre le cose possono ricrescere, e scemare; ivi non solamente si fanno de' canoni generali della quantità, e di tutti i teoremi, che ci somministrano le facoltà matematiche; ma di più una spezie di grandezze in cambio d' un' altra francamente si sostituisce. E la ragione si è, perchè la proporzione considerata in se medesima sussiste sempre la stessa, in qualsivoglia maniera si esprima, e non si altera in conto alcuno, quantunque le grandezze, a cui si appoggia, si diversifichino. Quinci s' intende la cagione per cui restiamo noi compiutamente paghi, ogni qualvolta ci vien fatto di trasportare un' analogia dalle cose, per dir così, peregrine a quelle, che ci sono più familiari, esponendola o con una geometrica costruzione, o con una formola analitica, o specialmente per via di numeri, de' quali hassi una idea chiara, e distinta. Se dunque le forze tanto vive, quanto morte, le velocità, i tempi, gli spazj, i suoni, e che so io, destramente si rappresentano o colle linee, o colle figure, o con i segni dell' Algebra, e fatta la surrogazione si maneggiano con pari industria; apertamente si scorge in qual guisa le quistioni fisiche passano sotto la giuridizione della Geometria, dell' Aritmetica, e dell' Analisi.

III.

La principale difficoltà si rigira nel disporre congruamente le artificiose sostituzioni (avvegnachè il separare i dati del quisito, e l' introdurre gli opportuni preparamenti, sono ostacoli comuni, i quali ci si paran dinanzi anco nelle indagini puramente matematiche.) Per procedere con franchezza, e per non vacillare ad ogni passo, egli è d' uopo aver in pronto, e bene a mente le leggi fondamentali, e generalissime della Natura, di cui sono pieni tutti i libri. Prima che queste fossero scoperte, ed ampliate, confesso, che si camminava tentoni; e per tal motivo gli antichi Filosofanti anteriori al Galileo per quanto abbiano pensato, e ripensato, anno pochissimo avvantaggiata la scienza fisica. Ora però, che le suddette leggi ci stanno tutto dì anzi gli occhi sotto ai simboli analitici, e sotto i delineamenti geometrici, ed ora, come tanti luoghi risoluti si frammettono tra i principj, ed i problemi, che prendiamo a sciogliere, e che si sono a moltissimi casi felicemente adattate; pare a me, che s'abbia, dove ricorrere, e che gittate le fondamenta, ed alzata la fabbrica, altro non si richieda, salvo che perfezionarla, ed abbellirla. Nei simboli, e nelle denominazioni abbiamo della libertà fino ad un certo segno: e la ragione già si è allegata; perchè così dall'indole delle relazioni, di cui si va in traccia, ci vien conceduto. Assunta una linea per dinotare una quantità di qualsifia genere, le altre grandezze eterogenee, che entrano nella ricerca, siccome quelle, che non sono per lo più nè punto, nè poco dalla prima posizione determinate, anno ad elggersi a piacimento. Ma stabiliti una volta per sempre i valori degli elementi, che cadono sotto la nostra considerazione, le curve locali

indi

indi naſcenti altro arbitrio non ci permettono. Ogni parabola Apolloniana è atta a metterci ſotto gli occhi la teorica del Galileo intorno i moti accelerati. Diſcenda il grave dal punto di quiete A, (Fig. 13.) e cammini per la linea del piombo A F, e pervenuto al ſito B, s'abbia fornito d'una velocità, che mi è lecito d'eſporre per qualunque linea B C. Ed eſſendo che il tempo impiegato a ſcorrere lo ſpazio A B è ſempre proporzionale alla velocità, poſſo eſprimerlo o per la retta aſſunta B C, o per qualſivoglia altra B D, che ſia a B C in data ragione. Deſcrivanſi ora col vertice in A due parabole A C H, A D G, una che paſſi per il punto C, e l'altra per il punto D; io dico, che allo ſpazio traſcorſo per eſempio A F corriſponderà la celerità F H, ed il tempo F G: ed in tal guiſa le tre prime determinazioni puramente arbitrarie ci ſomminiſtrano tutte le altre, nelle quali non ha più luogo l'arbitrio. Chi poi deſidera qualche più preciſa notizia, debbe accoppiare la dottrina Galileana colla ſperienza. Per le oſſervazioni accuratiſſime di Criſtiano Ughenio ſi ſa, che un mobile laſciato piombare dal punto A in una ſeconda di tempo traſcorre lo ſpazio di quindici piedi, ed una oncia, miſura di Parigi. Su queſto dato, ſegno eſatta l'aſſiſſa A B = piedi $15\frac{1}{12}$: ma l'ordinata B D, per cui haſſi a rappreſentare il minuto ſecondo, magnitudine incomparabile collo ſpazio A B, non ſi può determinare, ſe non ſe a beneplacito. In queſto mentre delineata qualſivoglia parabola A D G, ſiccome ſcala de' tempi, e condotta la toccante D E, è ſempre vero, che la ſottangente E B ſta in ragion doppia all'aſſiſſa A B. Mi è noto altresì, che ſe il grave colla celerità acquiſtata nel punto B continuerà il ſuo viaggio con moto equabile, nel tempo B D compierà appunto tanto di ſtrada, quanto è lunga la retta E B. Per la qual coſa vengo in cognizione, che il mobile in cadendo dalla ſublimità A B di piedi $15\frac{1}{12}$ guadagna una velocità tale, che conſervata in eſſo ſenza accreſcimento, o diminuzione, lo fa correre con paſſo uniforme nella durata d'un ſecondo il tratto di piedi trenta più la ſeſta parte d'un piede. Queſta fondamentale determinazione, che ben applicata ſi eſtende per tutta la Fiſica, ci porge il modo di miſurare i moti per linee rette, o curve, di paragonare colla gravità noſtrale i conati centrali, o eſtrudenti, ed in una parola di ridurre a computo le azioni, e le reazioni delle forze vive, e morte di qualſiſia genere.

IV.

In una gran parte de' problemi s'impiega ſoltanto la volgare Geometria, o l'Analiſi del Carteſio, e con più frequenza vengono ad uſo i problemi locali dei determinati. Le coſe appartenenti alla viſione o diretta, o reflеſſa, o refratta non ricercano ordinariamente un maggior apparato, come ne tampoco la Meccanica, la Statica, ed altre diſcipline d'inveſtigazione non

non tanto aſtruſa, e profonda. Amo eſſe per baſe alcuni ſempliciſſimi principj, che ſviluppati, ed eſteſi le fanno naſcere, e creſcere, ed ormai le hanno preſſochè ridotte all'intero compimento. Ed in fatti a cagion d'eſempio, i raggi luminoſi, i quali ſono ribattuti dai corpi opachi, e penetrano i traſparenti, ſi aſſumono ſiccome linee fiſicamente rette, e ſerbano coſtantemente due leggi; una, che l'angolo della refleſſione è uguale a quello dell'incidenza; l'altra, che il ſeno dell'angolo d'inclinazione è in ragion data al ſeno dell'angolo refratto. Eſsendo certo, che in tali incontri la Natura paleſemente geometrizza, non ci volea molto a tenerle dietro, e l'an fatto fra gli antichi Euclide, Archimede, Tolomeo, e ne' tempi più baſſi Alaazzeno, e Vitellione, laſciati da canto i Moderni, e particolarmente lo Snellio, a cui ſi debbe la ſcoperta del canone fondamentale della Diottrica. Lo ſteſſo dicaſi della teorica dei movimenti uniformi, che prendono norma da una ſempliciſſima regola, ed è, che gli ſpazj paſſati ſono in proporzione compoſta de' tempi, e delle velocità; laonde le celerità ſaranno direttamente come gli ſpazj, e reciprocamente come i tempi, ed inoltre i tempi in ragion diretta degli ſpazj, ed inverſa delle velocità: le quali affezioni vengono mirabilmente a ſeſta, qualora ſiamo aſtretti a valerci delle grandezze minime, ed inaſſegnabili. E quì noto io a lume de' poco pratici, che ſebbene ſuccede, che un mobile cammini per una linea o retta, o curva con una variabile velocità; non oſtante ciò pigliando nello ſpazio, che ſi traſcorre, una porzione minore di qualunque data, che dal Geometra ſi aſſume infiniramente picciola, e dal Fiſico ſiccome un minimo di naturale eſtenſione, abbiamo a preſupporre, che nell'impercettibile viaggio il corpo progrediſca con una celerità equabile. E la ragione ſi è, perchè il minutiſſimo accreſcimento, o ſcemamento è incomparabile a quella finita velocità, che nel mobile attualmente riſiede. Per la qual coſa ſi dilegua l'inaſſegnabile errore, e denominati per le differenze ds, dt i menomi dello ſpazio, e del tempo, e per la ſpezie u la velocità, avremo ds come udt, $\frac{ds}{u}$ come dt, e finalmente $\frac{ds}{dt}$ come u.

V.

Ed eccomi giunto a quelle più ardue, e più ſublimi ſpecolazioni, nelle quali entrandovi le forze continuamente applicate, ſono molto difficiliſſime a maneggiarſi. Non metto in conto gl'intoppi provenienti dalla Geometria, e dall'Analiſi, non eſſendo queſte ſcienze arrivate ancora al colmo della perfezione, perchè il Fiſico adempie baſtantemente il ſuo ufficio, quando traſferiſce le quiſtioni naturali alle geometriche coſtruzioni, ed alle formole analitiche. Ciò fatto ſi veſte egli per dir così d'altri panni, e nel proſeguimento compariſce in figura di Matematico. Il male ſi è, che

che talvolta è così imbarazzata l'applicazione, che non ci si presenta il modo di seguitare coi nostri computi passo passo gli andamenti della Natura. Siamo in parte all'oscuro dei dati, ed oltre ogni credere reconditi sono i rapporti fra gli elementi, che si meschiano, e si confondono nel produrre gli effetti fisici; e' perciò non sappiamo opportunamente adattare al caso le denominazioni, ed i simboli, nè stabilire gli analogismi nascenti dalle leggi mal conosciute della Natura. Sono convinto, che per quanto duri il Mondo, la sagacità umana non perverrà mai se non se ad esplicare una picciolissima parte dei naturali fenomeni; conciossiachè c'è troppo grandissimo divario tra la sapienza infinita del Creatore, e le cognizioni limitate della creatura. Non per tanto ad oggetto di avanzar cammino fin dove si può, siami concesso di suggerire con brevità alcuni forse non inutili espedienti. Dico adunque, che dominando in Natura le azioni, e le reazioni, gl' impeti, e le resistenze, dalle forze morte, e vive viene moderata tutta l'economia dell'Universo. Non c'è forza viva accompagnata da una finita attuale celerità, che dalle iterate menome impressioni della morta non si generi, e non si aumenti; ne che minorandosi, o estinguendosi in virtù di replicati impercettibili contrasti, il suo vigore non perda. Senza l'intervento delle forze morte il moto non passa da corpo a corpo, i gravi non discendono, i pianeti non girano, gli animali non sentono, ed il Mondo diventa una massa oziosa, ed informe, fornita soltanto di estensione, e d'inerzia. Galileo Galilei, che della gravità, forza principale fra le morte, prima d' ogni altro sensatamente ha discorso, se l'è immaginata siccome costante: ipotesi piuttosto matematica, che fisica. E sebbene le recenti osservazioni c' insegnano, che i mobili in varie distanze dal centro vengono sollecitati da impulsi diversi; contuttociò le ricerche di questa fatta alla dottrina del Filosofo Fiorentino unicamente si appoggiano. Ed in vero qualunque conato acceleran-
te, che spigne un corpo per un minimo spazio, ovvero opera per un minimo tempo, può prendersi siccome stabile, ed invariato, e conseguentemente soggiace alle regole Galileane: le quali adattate alle quantità elementari, che quantunque inassegnabili si trattano come se fossero finite, ci danno lo scioglimento dei problemi; laonde dopo trovata l' equazione composta di grandezze comuni, ed infinitesime, si passa secondo l'occorrenza, o alle differenze per mezzo del metodo diretto del Leibnizio, ovvero per via dell' inverso alle integrazioni. Siamo per tanto nel tenere dell' Analisi, e volendo procedere con superiorità si faccia transito dalle spezie alle linee, ed alle figure, e si lavori la costruzione, e la dimostrazione geometrica. Avvertasi però, che rare fiate riescono eleganti quell'affezzioni, che si cavano dal fondo del computo, e che l' andar servilmente dietro le vestigia delle operazioni algebratiche, porta con seco l'oscurità, e l'imbarazzo. Convien dunque farsi padroni della materia, e volgerla da tutti i lati: con che ci si apre l' adito di valersi dell' Analisi, e della Sintesi degli Antichi, che va accompagnata dalla semplicità, e dalla leggiadria. Così i due metodi si porgono vicendevolmente la mano, e le invenzioni del primo vengono perfezionate dalla maestria del secondo: e ciò tanto più facilmente si ottiene, quanto che somministrateci dal calcolo le verità cercate, la resoluzione, e la

la composizione non ha motivo d'indagare i principj, e le deduzioni, nè di gir conseguentemente vagando per sentieri obbliqui, ed incerti.

VI.

Cammini un mobile per la curva A B C (Fig. 14.) affetto da una forza morta, e continuamente applicata tendente al centro O. Tagliſi in essa curva la porzione infinitamente picciola BC, ed al punto B tirata la toccante BD, si conducano dal centro le due ordinate, che contengono un angolo minimo, e s' abbiano per parallele O B, OC, la seconda delle quali, se fa d'uopo prolungata, intersechi in D la toccante. Il corpo abbandonato dalla forza centrale correrebbe nella fluſſione dt del tempo colla velocita u equabile per lo spazio menomo BD: ma per l' ipotesi viene esso ritenuto nella curva; dunque l' impressione, che incessantemente verso il centro O lo stimola, fa sì, che nel tempo medesimo dt discostandosi dalla toccante per la lineetta DC con moto accelerato, si trovi nel punto C dalla trajettoria A B C, ed in fatto abbia compiuto il viaggio per la $BC = ds$. Ora il conato o centripeto, o centrifugo, che in ogni sito dell' orbita variabile si suppone, mal potrebbe ridursi a computo, quando non si considerasse siccome operante per la tratta DC inassegnabile: ed in tale circostanza legittimamente si assume per costante, ed invariato. In ordine a ciò richiamiamo alla memoria un teorema del Galileo, ed è, che la forza moltiplicata nel quadrato del tempo ci espone il doppio spazio, onde hassi l'equazione (1ª) $\frac{fdt^2}{2} = DC$. Sovvengaci ancora di ciò, che ha dimostrato il Cavalier Nevvton ne' suoi principj matematici della Filosofia naturale lib.° pr.° sezione 2.ª prop.ª pr.ª, che il tempo impiegato dal mobile nel camminare per la fluſſione BC sta in data proporzione all' area elementare O B C, ovvero al settore O B F, e chiamando conforme il consueto y l'ordinata variabile O B, e dx l' arco infinitesimo BF, avremo (2.ª) $nydx = dt$, ovvero $n^2y^2dx^2 = dt^2$. Quinci surrogate nella prima equazione il valore del tempo somministratoci dalla seconda, sarà (3.ª) $n^2fy^2dx^2 = 2DC$. Io quì mi fermo, e considero, che la terza formola dà quanto basta per lo scioglimento del problema tanto diretto, quanto inverso delle forze centrali. Se assegnata la curva si cerca la forza f, si dee fare col maneggio della equazione locale, che svaniscano le quantità differenziali del primo, e del secondo ordine, onde s'abbia la espressione della forza in termini finiti composti di grandezze parte costanti, e parte variabili. Non deggio però dissimulare una difficoltà, che s'incontra, e che consiste nel trasportare le locali equazioni delle curve dall'asse al foco. Io ho alcuni metodi generali di pronta esecuzione: ma questo non è il tempo di proporli, e rimando il Lettore alle Dissertazioni del celebre Signor Varignon inserite nelle memorie della Reale Accademia di Parigi, in cui trovandosi l'equazioni differenziali relativamente ai fochi non solo delle curve più note, ma per fino del-

della ellissi Cassiniana, ci ha liberati dal tedio dei computi. Chi avesse ozio, potrebbe tirar innanzi il lavoro in altre curve note, e massime nella concoide rispetto al polo, e nella cicloide per rapporto al centro del cerchio generatore: ma queste inchieste sono più curiose, che profittevoli; perchè sarà colpo di fortuna, se ci si affaccia qualche legge di forze centrali, che ai fenomeni naturali possa adattarsi. Passo al problema inverso, in cui data la forza sollecitante, si va in traccia della trajettoria. Ripetuta la formola (3.ª) $n^2fy^2dx^2 = zDC$ dico, che se la forza f sta come qualsivoglia funzione dell'ordinata y, nulla si rinviene nella equazione, che non sia espresso per gli elementi costitutivi della curva, che ha da descriversi: e perciò la cosa è ridotta agli artifici puramente analitici. Nel valore della intercetta DC c'entrano le seconde differenze, le quali sogliono alle prime ridursi: indi fa d'uopo separare le incognite, se fra loro sono per avventura imbrogliate, e confuse: conviene per ultimo pensare alle integrazioni, e alle costruzioni. Le cose nel caso nostro felicemente succedono: ma resta per anco a sciogliersi un nodo più intricato della stessa quistione principale, ed è, che bisogna distinguere le curve meccaniche dalle algebratiche. Sia l'espressione differenziale della curva ABC $dx = zdy$, in cui z è una qualunque funzione dell'applicata y. Col raggio costante OP descrivasi l'arco minimo $PQ = d\omega$, e giacchè

$$OP = a : \quad PQ = d\omega :: \quad OB = y : \quad BF = dx,$$

avremo $\frac{yd\omega}{a} = dx$, e surrogato questo valore nella formola generale $dx = zdy$, sarà $d\omega = \frac{azdy}{y}$, e sommando $\omega = \int \frac{azdy}{y}$: ma ω è un arco dato di circolo; dunque se l'integrale $\int \frac{azdy}{y}$ può ridursi, conforme tal fiata addiviene, ad un arco circolare, la curva è del genere delle analitiche, ed in ogni altro caso di quello delle trascendenti. Poste le forze centrali direttamente come le distanze OB, soddisfanno al problema le sezioni coniche riferite al centro, e le stesse curve riguardanti il foco ad un'altra ipotesi di forze in ragion reciproca duplicata delle distanze medesime: la qual legge dalla Natura prescelta regola, come vedremo, i movimenti de'pianeti, e dà norma all'economia dell'Universo. Ma se le impressioni sollecitanti saranno inversamente proporzionali ai cubi de'discostamenti OB, verranno in campo infinite spezie di curve, parte geometriche, e parte meccaniche. La posizione però non è fisica; perchè esse curve anno una proprietà comune di non ritornare in se medesime, e di dilungarsi infinitamente dal centro: con che ci mettono anzi gli occhi un sistema difettoso, che di giorno in giorno si muta, e finalmente si dissipa. C'è un'altra ipotesi in qualche incontro dalla Natura abbracciata, mentre cioè le forze serbano la ra-

gione reciproca quadruplicata delle lontananze dal centro. La curva corrispondente al quesito, che la prima ci si presenta, messe in non calere le più composte di malagevole indagine, è la più semplice fra le epicicloidi. Chi bramasse maggior contezza intorno al soggetto, di cui si tratta, ricorra alla Foronomia del dottissimo Jacopo Ermanno, e specialmente all'appendice da lui aggiunta per intiero compimento dell'Opera.

VII.

Nello scioglimento de'più astrusi problemi fa di mestieri, per quanto mai si può, scansare le quantità differenziali, che il primo grado formontano. A me forse prima d'ogni altro è caduto in mente d'avvertire, che le toccanti, e le normali, ovvero le suttangenti, e le sunnormali delle curve, ed altre rette analoghe ricrescono, o scemano con elementi tali, che in se le seconde fluzioni implicitamente contengono. Per la qual cosa col valersi a tempo, e luogo di cotali linee si fanno sparire le differenze del secondo ordine, ed io me ne sono servito nella soluzione del problema inverso de'raggi combacianti, cioè dato in qualsivoglia modo il semidiametro osculante, ovvero il co-raggio per una funzione della ordinata, o della curva cercata, descrivere la curva medesima. Queste ricerche sono la base per entrare con piè franco in tutte le quistioni, nelle quali si poggia alle grandezze infinitesime di grado superiore. Nel caso nostro chi ha per le mani le formole de'raggi combacianti libere dalle seconde fluzioni, proceda nella seguente maniera. Proroghi il semidiametro osculatore GC, finattantochè tagli in E la toccante BD: ed atteso che la porzione minima BC della trajettoria si confonde coll'arco circolare descritto intorno al centro G alla distanza GB, il doppio rettangolo GC×CE sarà uguale al quadrato della tangente EB, ovvero della curva BC; dunque $\frac{ds^2}{2r} = CE$. Per la somiglianza poi dei triangoli DCE, CBF, come $DC : CE :: CB : BF$, cioè $DC : \frac{ds^2}{2r} :: ds : dx$; dunque $\frac{ds^3}{2rdx} = DC$, e surrogato un tal valore nella formola (3.ª), avremo $n^2fy^2dx^2 = \frac{ds^3}{rdx}$, o pure

$$(4.ª)\ r = \frac{ds^3}{n^2fy^2dx^3}.$$

Ora bisogna farsi a maneggiare la cosa per via delle proprietà generali delle curve, ed andar in traccia delle verità geometriche, le quali vanno passo passo di conserva colle fisiche. Dal polo O tirisi la retta OK perpendicolare al raggio combaciante GB, e si rifletta, che i triangoli rettangoli CBF, OBK sono simili; perchè essendo retti gli angoli GBC, OBF,

OBF, se da essi leveremo l'angolo comune GBF, resteranno eguali gli angoli CBF, OBK: e perciò ci si presenterà l'analogismo $BC = ds : BF = dx :: OB = y : BK = p$; dunque $y\,dx = p\,ds$, $\frac{y^3 dx^3}{p^3} = ds^3$, e sostituita nella formola (4.ª) in cambio di ds^3 l'espressione equivalente, avremo (5.ª) $r = \frac{y}{n^2 f p^3}$, e conseguentemente $f = \frac{y}{n^3 r p^3}$. Sappiasi ora, che il semidiametro osculante r si espone per la quantità $\frac{y\,dy}{dp}$, e fatta la surrogazione, troveremo $\frac{y\,dy}{dp} = \frac{y}{n^2 f p^3}$, ovvero $n^2 f\,dy = \frac{dp}{p^3}$: nella quale equazione essendo la forza centrale f data in qualsivoglia modo per la distanza $OB = y$, abbiamo le incognite separate, e si passa all'integrazione $n^2 \int f\,dy = c - \frac{1}{2pp}$, non ommessa la costante c, che secondo i casi può esser nulla, positiva, e negativa. Essendo poi come $CB = ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} : BF = dx :: OB = y : BK = p$, sarà $\frac{y\,dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} = p$, e $\frac{y^2 dx^2}{dx^2 + dy^2} = p^2$, e nell'ultima formola integrata fatto prima il surrogamento, onde svanisca la spezie p, indi la riduzione, verremo finalmente all'espressione differenziale $dx = \frac{dy}{\sqrt{2cy^2 - 1 - 2n^2 y^2 \int f\,dy}}$.

VIII.

Quì siamo nella giuridizione della Geometria, e dell'Analisi, e comeforme la premessa equazione, in cui le due variabili non sono insiememente miste, e confuse, può generalmente costruirsi per via delle quadrature; così negl'incontri particolari, per distinguere massime le curve meccaniche dalle algebratiche, ci si richiede un qualche sagace artifizio. In questo mentre chi non avesse in pronto le formole de' raggi combacianti, proceda nella seguente maniera. Tirisi la BC corda dell'arco infinitesimo BC, e dal punto O ad essa parallela si conduca la retta OHI, la quale sarà perpendicolare all'uno, ed all'altro semidiametro osculante BG, CG. Chia-

Chiamata pertanto q la normale OK, si noti la similitudine de' due settori EBC, KOH nascente dalla uguaglianza degli angoli EBC, KOH; dunque $OK = q : KH = \frac{dp}{2} :: BE = ds : EC = \frac{dp\,ds}{2q}$. Si dirà fra poco per qual causa la lineetta KH sia soltanto la metà, e non l'intera flussione dp della variabile $BK = p$. Appresso $KB : BO :: EC : CD$, cioè in termini analitici $p : y :: \frac{dp\,ds}{2q} : \frac{y\,dp\,ds}{2pq}$. Così avremo due diverse espressioni della medesima intercetta CD; la prima geometrica dedotta dal premesso analogismo, la seconda fisica, sapendosi altronde, che il doppio spazio DC passato dal mobile s'agguaglia alla forza sollecitante moltiplicata nel quadrato del tempo. Per la qual cosa sarà $DC = \frac{fdt^2}{2} = \frac{ydpds}{2pq}$; ma di sopra si è detto essere l'elemento del tempo $dt = nydx = npds$, e perciò $dt^2 = n^2 p^2 ds^2$; dunque $\frac{n^2 f p^2 ds^2}{2} = \frac{ydpds}{2pq}$, ed espurgata l'equazione, $n^2 f q\,ds = \frac{y\,dp}{p3}$. Ed essendo $BC = ds : CF = dy :: BO = y : OK = q$, sarà altresì $q\,ds = y\,dy$; dunque sostituendo $n^2 f y\,dy = \frac{y\,dp}{p3}$, cioè $n^2 f\,dy = \frac{dp}{p^3}$: lo che dovea trovarsi, e concorda colla formola per mezzo de' raggi osculanti testè scoperta.

IX.

A questo passo la strada assai lubrica fa, che i poco periti nel maneggiare le quantità infinitesime massime del secondo ordine facilmente sdrucciolino in paralogismo: nè si creda mica, che ne vadano esenti i Maestri più riputati, e ne potrei addurre frequenti esempj, se non si avesse qualche fiata a risparmiare la memoria d'uomini oltremodo benemeriti del computo Leibniziano. A me basta mostrare a dito i fonti degl'inganni, e mandare il Lettore ad alcune dotte lettere del Sig. Ab. Giuseppe Suzzi a me indiritte, e stampate in Vinegia l'anno 1725, in cui di tal materia magistralmente si tratta. Per ora io dico, che camminando il mobile per la trajettoria ABC, giunto che sia al punto B, se dalla forza centrale venisse abbandonato, seguiterebbe il suo viaggio per la vera tangente BD con moto uniforme, mantenendo in se stesso la velocità impressa. E se così

sì è, fallano di gran lunga coloro, che assumendo la curva siccome un poligono d'infiniti lati, segnano prima l'arco inassegnabile BM, e poscia insegnano a prorogarlo, quasi che avesse esso a coincidere colla toccante BD. Non si avvedono eglino, che ogni qual volta si debbono necessariamente prendere per mano le seconde differenze, la minima curva MB ne contiene infinite, mentre si determini come una flussione del primo grado, e chi s'immagina di prolungarla altro non fa, che protraere la corda MB, cioè a dire una linea retta, che non cade sopra la toccante BD, anzi da questa si discosta, e forma coll'altra corda BC l'angolo NBC eguale all'angolo BGC compreso da due raggi osculanti, ed ambo essi angoli sono in doppia proporzione a quello, ch'è contenuto dalla germana tangente BD, e dalla secante BC. Quinci si confonde la posizione delle due rette BD, BN, e a contrattempo si adeguano le flussioni del secondo genere CN, CD, le quali per essere una doppia dell'altra non ammettono adequazione. E'falso, che l'intercetta NC sia lo spazio trascorso dal mobile nel minimo tempo dt. Essa contiene adequatamente due volte il molto piccolissimo viaggio DC, per cui il corpo si dilunga dalla toccante legittima BD, ed avvicinandosi al centro O, si trattiene nella curva ABC: e siccome tale, per i canoni Galileani s' eguaglia al prodotto della forza sollecitante nel quadrato del tempo, cioè $NC = fdt^2$. Appresso si è dimostrato superiormente, che non sono simili i settori EBC, BGC, e che non il simplo rettangolo GCE, ma il duplicato si adegua al quadrato della tangente EB. Egli è ben vero, che si dà egualità fra gli angoli NBC, BGC, e che se dal polo O si condurrà la retta OR parallela alla corda MB prorogata in N, saranno simili i tre settori SBC, ROH, BGC; laonde la lineetta $RH = dp$ sarà la prima differenza intiera della intercetta $BR = p$. Colle premesse avvertenze si scioglie il problema senza pericolo di sbagliare; conciossiachè sta BC: CN in ragion composta di BC: CS, e di CS: CN: ma BC: CS :: OR: RH, ed in oltre CS: CN :: RB: BO; dunque BC: CN :: OR × RB: RH × BO, ed essendo OR: BO :: FC: CB, avremo BC: CN :: FC × RB: RH × BC, cioè a dire adoprate le analitiche espressioni, $ds : fdt^2 = n^2fp^2ds^2 :: pdy : dpds$, e convertita l'analogia in equazione, $dpds^2 = n^2fp^3ds^2dy$, la qual formola ridotta a dovere ci dà conforme il solito $\frac{dp}{p^3} = n^2fdy$.

X.

Ambedue le posizioni ben maneggiate ci guidano all' esatta soluzione del problema, ma bisogna guardarci di non confonderle, come è stato praticato da alcuni; perchè infallibilmente si cade in paralogismo. Ogni qual volta si trattano soltanto le prime differenze, si assume con fidanza la ipotesi, che le curve sieno tanti poligoni di lati infiniti fra loro diversamente inclinati. In tal incontro le intercette CN, CD, che al secondo ordine degl' in-

finitesimi appartengono, quantunque una sia doppia dell'altra, colle flussioni CF, FB sono onninamente incomparabili: laonde poco importa il determinare la positura della tangente, o continuando la lineetta DB, ovvero protraendo o l'una, o l' altra delle due corde infinitamente prossime CB, BM; avvegnachè in ambo i modi risulta un errore impercettibile, e di qualunque dato incomparabilmente minore. Al rovescio quando la proposta questione ci obbliga a pigliar per mano gli elementi del secondo ordine, affinchè non si corra pericolo di sbagliare, consiglierei, che s'intendesse descritta la trajettoria per via della evoluzione Ugheniana, e si considerasse siccome composta d'innumerabili archetti circolari; conciossiachè se col semidiametro GC io descrivo un arco minimo, esso talmente combagia la flussione CB della curva, chè non se ne distacca, salvo che per una quantità infinitesima del terzo genere, conforme dal predetto Signore Abbate Suzzi è stato dimostrato. Quinci nella posizione tanto delle menome rette, quanto delle curve non si può equivocare, e facendo uso delle proprietà del cerchio salve le debite adequazioni, si procederà con sicurezza, almeno finattantochè si maneggiano le seconde differenze; perchè ascendendo alle terze, ed alle quarte ec. ci vuole maggior cautela.

XI.

Mi si dirà forse, che consistendo semplicemente l'errore nelle quantità coefficienti, non se ne dee far molto caso. Rispondo, che nel combinare le formole, e nel dedurre i corollarj spesse fiate le coefficienti passano in esponenti, ed allora l'inganno si fa palese, e ci si affacciano falsità manifeste, ed inescrutabili paralogismi. Diamone un saggio, senza punto dilungarci dall'esempio proposto. Primieramente abbiamo $\frac{ds}{dt} = u$: ma $dt = nydx = npds$; dunque sostituendo $\frac{1}{np} = u$, e conseguentemente la velocità del mobile in qualunque punto B della trajettoria sta in data ragione, ma inversa, della intercetta BK. In secondo luogo essendo $\frac{1}{np} = u$, ovvero $\frac{1}{n^2p^2} = u^2$; dunque differenziando $-\frac{dp}{n^2p^3} = udu$: ma per le cose di sopra esposte $\frac{dp}{n^2p^3} = fdy$; dunque $-fdy = udu$, e sommando $c - \int fdy = \frac{u^2}{2}$.

E perchè queste formole danno regola al caso più semplice, ogni qual volta cioè, tolta di mezzo l'impressione trasversale, il mobile viene stimolato dalla sola forza centrale, e cammina per una linea retta riguardante il centro;

tro; ne segue, che discendendo il corpo dalla medesima sublimità o continui il suo viaggio per la verticale, o pure da un esterno impulso sia obbligato a deviare, e a descrivere una curva, in egual distanza dal centro è sempre fornito d'un pari grado di velocità. In terzo luogo tirata dal punto G all'ordinata OC la perpendicolare GT, pongasi $=z$ la intercetta TC, che suole chiamarsi il co-raggio, e la sottosculatrice. Ed atteso che $\frac{1}{np} = u$; dunque passando dalle quantità communi ai logaritmi, log. $\frac{1}{np} =$ log. u, e differenziando giusta l'indole di sì fatte grandezze, $-\frac{dp}{p} = \frac{du}{u} = \frac{udu}{u^2}$: ma per una parte conforme le formole concernenti il problema inverso delle sottosculatrici $\frac{dp}{p} = \frac{dy}{z}$, e per l'altra $udu = -fdy$; dunque doppiamente sostituendo $\frac{dy}{z} = \frac{fdy}{uu}$, e conseguentemente $u^2 = fz$: laonde la velocità sarà sempre media proporzionale tra il co-raggio, e la forza centrale. Verificandosi poscia l'analogia $GC = r$: $CT = z$:: $CB = ds$: $BF = dx$, avremo $\frac{rdx}{ds} = z$, e fatta la surrogazione, onde la spezie z svanisca, $u^2\,ds = frdx$. Ma $ds = udt$, e $dt = nydx$; dunque di bel nuovo sostituendo, avrassi $nu^3ydx = frdx$, ovvero $u^3 = \frac{fr}{ny}$. Per la qual cosa il cubo della velocità si rinviene in ragione composta diretta delle forze, e dei raggi combagianti, e reciproca delle ordinate.

E quì si noti, che assunta una delle superiori equazioni, per esempio $u^2ds = frdx$, coll'aggiungerci il binario in figura di quantità coefficiente, siccome è stato fatto da Scrittori accreditati in due diverse maniere, cioè o col porre $u^2ds = 2frdx$, o pure $u^2ds = frdx$, ci si fanno incontro delle falsità, e delle esorbitanze. Camminando per la strada già battuta, perverremo alle due espressioni $-\frac{2dp}{p} = \frac{du}{u}$, ovvero $-\frac{dp}{2p} = \frac{du}{u}$, e sommando log. $\frac{1}{pp} =$ log. u, log. $\frac{1}{\sqrt{p}} =$ log. u, e facendo transito dai logaritmi alle grandezze ordinarie, $\frac{1}{pp} = u$, $\frac{1}{\sqrt{p}} = u$. La prima ipotesi ci dà la velocità nel punto B inversamente come il quadrato della intercetta BK, e la seconda ce la dà in proporzione reciproca dimidiata della intercetta medesima. Son questi due gravissimi paralogismi, che ne chiamano dietro a se degli altri egualmente manifesti nella determinazione delle curve, e delle forze. Ognuno sa, che nella spirale logaritmica le impressioni sollecitanti stanno in ragione inversa dei cubi delle ordinate. Ora facciasi $\frac{1}{pp} = u$, o $\frac{1}{\sqrt{p}} = u$; onde s'abbia $\frac{1}{p^4} = u^2$, $\frac{1}{p} = u^2$; ma $u^2 = zf$, ed in conseguenza $\frac{1}{p^4z} = f$, $\frac{1}{pz} = f$. Nella curva, che abbiamo per le mani, tanto l'intercetta $BK = p$, quanto la sottoscultrice $CT = z$ sono all'applicata $OC = y$ in data costante ragione; dunque $\frac{1}{qy^5} = f$, o pure $\frac{1}{qy^2} = f$, cioè a dire le forze centrali si rinvengono inversamente, o come la quinta, o come la seconda dignità delle distanze. Ciò basti per far evidentemente constare, a quali inconvenienti ci guidi il confondere la posizione della tangente BD con quella della secante MBK nel maneggiare le seconde flussioni, e quanto importi l'alterare il valore delle grandezze coefficienti. Ho scelto a bello studio l'addotto esempio, per poterci far sopra alcune avvertenze, che da me sono state giudicate opportune nel malagevole mestiero di adattare alla Fisica l'Analisi, e la Geometria. E sebbene la materia è di sommo rilievo, non si vogliono ad ogni modo moltiplicare gli esempj; perchè in tutto il corso dell'opera molti se ne arrecano.

CAPITOLO OTTAVO

Degli elementi, ch' entrano nei producimenti degli effetti naturali.

I.

SE la natura foſſe un pò più condiſcendente, ed aveſſe la diſcrezione di accomodarſi alla tenue noſtra capacità, facendo uſo nelle ſue operazioni di poche cauſe, e paleſi, e di leggi ſemplici, e ſchiette; ſi potrebbe ſperare col tempo d'avere una ſcienza fiſica in gran parte perfetta, e compiuta. Il punto ſta, ch' egli è d'uopo ſveſtirſi d'un comunal pregiudizio, ed è, che un fenomeno naturale, che ſecondo le occaſioni ci ſi para innanzi, ed a contemplare ſi piglia, ſia un ſolo, ed unico effetto, mentre eſſo per lo più altro non è, ſalvo che una complicazione di parecchi, e diverſi effetti inſiememente accoppiati, e fra loro miſti, e confuſi, i quali traggon l'origine da un compleſſo di varie cagioni dalla Natura, per conſeguir il ſuo fine, ſagacemente congiunte, e quaſi direi incorporate. Le Fiſiche apparenze non devono miſurarſi dalle impreſſioni ſenſibili, che in noi producono, ma bensì dalla ragione, che debbe ſempre ſtar inteſa, ed in ſe raccolta per non incorrere in qualche inganno. Fa di meſtieri dunque ſeparare con accuratezza l'uno dall'altro quegli elementi, ch'anno parte nella generazione dell'effetto, diſgiungere le azioni dalle reazioni, ſegregare la cauſe principali dalle ſecondarie, le intime dall'eſtranee, e quelle, che avvalorano la operazione, dalle altre, che ad eſtenuarla s'impiegano.

II.

Facendomi da capo io diſtinguo i menzionati elementi in due claſſi. La prima contiene quelli, che ci ſono onninamente ſconoſciuti, e che la Natura ſi prende per così eſprimermi, talmente il penſiero di occultarceli, che non ci rimane quaſi ſperanza di ſvilupparli. Pur troppo la coſa frequentemente inte viene, e ciò che più rileva ſi è, che le apparenze, le quali a prima viſta pajono le più ſemplici, e le più triviali, ſieno appunto le più perpleſſe, e le più malagevoli a dilucidarſi. Chi avrebbe mai detto, che i Filoſofi prima di giugnere ad eſplicare la forza di molla, e la gravità, le quali proprietà tanto per le vecchie ſcuole, quanto per le moderne ſono due arcani fin'ora impercettibili, foſſero pervenuti a darci una dimoſtrativa contezza della produzione dei colori dell'arco baleno, che da' Poeti ſi chiama figliuolo della maraviglia? Qualunque volta ſiamo all'oſcuro degli elementi modificanti le cagioni, e dei loro imbrogliati combinamenti, ſi perſuaderà taluno, che in sì fatte indagini ſi getti il tempo, e la fatica.

Ed

Ed io ſchiettamente confeſſo, ch' egli ſpeſſiſſime fiate mal non ſi appone: e queſto reputo io il motivo primario, per cui ſi fa così poco profitto alla giornata nelle fiſiche meditazioni. Non oſtante ciò biſogna farſi coraggio; perchè meſſo da canto quel molto, che in progreſſo ſi ſvelerà interrogando la Natura con replicate eſperienze, la quale non è ſempre ſorda alle noſtre ricerche; non manca qualche metodo ſtraordinario, ed io mi prenderò la cura di ſuggerirne a ſuo luogo due inventati dall'induſtria umana, che in certi caſi difficiliſſimi vengono a feſta. Il primo conſiſte in cogliere ſul fatto la grande Artefice, mentre è obbligata ad operare con la maſſima ſemplicità, cioè a dire nei limiti eſtremi de' ſuoi lavori (*a*). Il ſecondo nel traſportare opportunamente gli effetti naturali, e le leggi, che gli accompagnano ai puri inveſtigamenti geometrici.

III.

Per ora di ciò a ragionare non piglio; e mi rivolgo agli elementi d'un' altra ſpezie, che ſono più alla portata, e de' quali haſſi una ſufficiente cognizione. Suppongo per tanto, che di queſti elementi ſappianſi le leggi, e le affezioni, almanco finattantochè ſi conſiderano ſeparatamente, e l'uno dagli altri diſgiunto; perchè quando inſieme s'accoppiano, e ſi meſcono, ſpeſſe fiate riſultano complicazioni tali, cui non può tener dietro il noſtro intelletto, quantunque avvalorato dall'ajuto della più profonda Geometria, e dell'Analiſi più ſublime. Altrove ho avvertito, che la Natura non s'imbarazza mai ne' ſuoi calcoli: laddove la mente umana mal regge ad una perpleſſa combinazione, e dal ſoverchio carico rimane ſopraffatta, ed oppreſſa. In penſando meco medeſimo alle difficoltà, che tratto tratto ci ſi preſentano, e per porci un qualche compenſo dico, che ſi dee progredire paſſo paſſo con metodo eſatto, e rigoroſo. Prima d'ogni altra coſa dai fenomeni più manifeſti, e che ſaltano per così dire agli occhi, ſi procuri di venir in lume della cagion principale, e dominante; atteſo che in qualunque caſo ſovra le altre una ſignoreggia: indi ſi eſamini ſe opera eſſa da ſe ſola, o pure coll'intervento d'altre cauſe ſecondarie, e ſe queſte ſieno coſpiranti, o contrarie, onde accreſcano, o debilitino l'energia della primaria. Dopo ciò fermiamci alquanto a contemplare in ſe ſteſſe le già ſcoperte cagioni, mentre per anco ſtanno ozioſe, o meglio nel cominciamento della loro azione; imperocchè frequentemente principiano ad operare con maggior ſemplicità, e con minore apparato di elementi, di quello ſogliono fare nel proſeguimento. Appreſſo le forze impiegate nella produzione dell'effetto talora perſiſtono intiere, ed alle volte ſi ſeparano in più membri, ed una parte ſe ne ſpende in una operazione, e le altre ſecondo le circoſtanze in lavori affatto diſparati. E quì ſi tenga ſempre a mente la maſſima fondamentale della Fiſica, che tutto il vigore, che ſi traſfonde nel compleſſo degli

effet-

(*a*) *Di queſto metodo ne ha parlato non brevemente nel Saggio; ma nella preſente Opera non s'è ritrovato il Capitolo.*

effetti, pareggia quello, che risedeva nell'aggregato delle cagioni, quando gli effetti generati assorbono la totale energia delle cause generatrici. Per ultimo si rifletta, che nella continuazione del viaggio ci si parano innanzi per istrada de' nuovi intoppi, e provengono o dalle varie modificazioni dell'azione, o dalle diverse applicazioni della reazione. Di cotali elementi, che ora ricrescono, ed ora scemano, si dee tener conto, e trasandar non si vogliono, salvo che in que' casi, ne quali arrecano agli effetti una insensibile, e trascurabile alterazione.

IV.

Io mi propongo un' esempio semplice per mettere in chiaro le avvertenze, delle quali ho fatta menzione. Abbiasi il pendolo AB (Fig. 15.) raccomandato al chiodo A, e mettasi la verga AB in sito orizzontale. Ci vuol poco a capire, che la forza operante, la quale incita la ghianda B alla discesa, è quel conato, cui si dà il nome di gravità, e di cui è guarnita la massa B. E' di più manifesto, che nel sito B il peso esercita tutta la sua virtù quanta ella è senza alcuna diminuzione. Ma collocata la verga, o il filo in qualunque positura obbliqua AC, la impressione costante della gravità si parte in due, ed una porzione se ne impiega a stimolare il mobile, e l'altra a tirare il filo AC. Si esprima per la verticale CD uguale al raggio AH il peso costante della ghianda, e s'intenda condotta la toccante CE, cui insista la perpendicolare DE. La forza morta CD acconcia ad operare per la linea del piombo si risolve nelle due equipollenti CE, ED. La prima procedente giusto la direzione dell'arco inassegnabile CK, per cui dee il mobile avanzar cammino, si è quella, che sollecita il corpo grave per il tratto infinitesimo CK, ed accelera il suo movimento. La seconda ED parallela alla linea AC esercita il suo vigore contro la funicella AC, e procura d'allungarla. Abbiamo per tanto sotto gli occhi la causa agente, e la sua distribuzione in due elementi rapportati a due effetti diversi, ed appresso il variamento, al quale passo passo ambo gli elementi soggiacciono. Conciosiacosachè nel punto B il conato intero CD si spende nello stimolare alla discesa la ghianda: ma vassi poi a poco a poco talmente minorando, che nel punto infimo H diventa nullo. All'incontro la forza tirante il filo AB, ch'è nulla nel sito B, in progresso acquista polso, e lena, onde nel punto infimo H pareggia il momento totale della gravità.

Sin quì la cosa ottimamente cammina: ma bisogna inoltrarsi ad esaminare gl'intoppi, che per istrada s'incontrano. E primieramente se la verghetta, o la cordicella AC è fornita di gravità, onde il suo peso a quello della ghianda risponda in una proporzione sensibile; è manifesto, che il pendolo di semplice si trasmuta in composto. Ciò però poco rileva; perchè anco de' pendoli composti ci sono note le leggi. Secondariamente impiegandosi lo sforzo ED nello stirare la funicella, è necessario, ch' essa cedendo, e distendendosi, il pendolo conseguentemente si faccia più lungo, e più lento: e ciò tanto maggiormente, quanto la ghianda s'accosta più al punto H, in cui la verga soffre il massimo stiramento. Per la qual cosa la periferia circolare BCH degenera in un'altra curva di malagevole indagine, e costruzione, quantunque si pongano siccome cogniti i canoni delle forze elastiche: e quello che peggio si è, ci si muta in mano la proporzione fra i conati impellenti, e tiranti, i quali dall' indole della nuova curva vengono diversamente regolati. S'aggiunga, che colla forza DE stirante la verga, quando la ghianda è dotata di movimento, s'accompagna un altro genere di forza, per cui della verga la distensione s'accresce. Questa è la forza centrifuga, le cui leggi sono state discoperte dall'Ughenio, e che è in ragion composta, diretta duplicata della velocità, ed inversa semplice del raggio osculatore. In terzo luogo la gravità specifica del mezzo, conforme fra poco vedremo, diminuisce l'energìa della forza movente; ed oltre ciò va computato un'altro genere di resistenza, per cui il fluido si oppone al moto del solido, e finalmente lo estingue con certe leggi, che anno relazione all'attuale velocità: delle quali leggi, come altrove ho notato, siamo molto all'oscuro.

V.

La Natura sa unire, e contemperare in guisa i mentovati elementi, che ne nasce almeno apparentemente un solo, e semplice effetto, ed è la diuturna reciprocazione del pendolo. Ma se il Geometra si piglierà l'impaccio di soddisfare al problema in tutte le addotte circostanze, si troverà talmente imbarazzato, che non verrà forse a capo. In tal frangente come avrà egli a comportarsi? Sin ora si è preso il giudizioso ripiego di prescindere da tutti quegli elementi, che sono estrinseci alla materia, e turbano così poco l'azione della causa dominante, che possono trascurarsi, ed apportano in pratica errori appena soggetti ai sensi, ai quali non è difficile il mettere un quasi adeguato compenso. Siccome nella Geometria, e nell'Analisi si cancellano francamente quelle grandezze minime, che riguardano le altre con una proporzione minore di qualsifia data; così in Fisica è permesso per una spezie di adequazione trasandare certe minute circostanze, che nell' effetto pochissimo influiscono. Nel caso nostro la verga AC si assuma tanto leggiera, e tanto tenace, che nè il suo peso sia comparabile a quel della ghianda, nè sia soggetta a notabile distendimento. Non si defraudi della debita lode l'accuratezza de' Matematici Francesi, i quali trasferitisi nella Laponia, per decidere la gran questione intorno la figura della Terra, giudicarono a tal fine necessario l'accertarsi, se la gravità stimolasse i pesi alla discesa con maggior forza sotto la zona frigida, di quello facesse nella temperata, nè obbliarono le più minute cautele per far l'osservazione con esattezza. Trasportato dunque un pendolo, che in Parigi batteva le seconde, si notò, che per mantenerlo isocrono in Torneo, faccia di mestiere allungarlo alquanto; e perchè non cadesse in sospetto, che il freddo del clima costipando la verga, l'avesse sensibilmente accorciata, si fecero cautamente le osservazioni, ridotta prima l'aria alla temperatura di quella di Francia, lo che si esplorava con un esatto termometro. Circa la re-

resistenza del mezzo, l'aere è così tenue, che pochissimo importa il mettere in conto il suo lievolissimo contrasto, massime se il pendolo, come ne' nostri orologj, abbia la ghianda di figura lenticulare, e si disponga a descrivere archi piccioli d'un gran cerchio, e pressochè uguali.

VI.

Ciò supposto, e levati in tal guisa gl'intoppi, si cammina con passo franco. Conciossiachè nel quadrante A B H l'ordinata F C dinota la impressione tangenziale, da cui è sollecitata la ghianda nel punto C, e l'assissa A F rappresenta la forza, che stira nel detto punto la funicella. Avrassi per tanto il prodotto F C × C K = al momento della velocità udu: ma C K : K I : : C A : C F, o in termini analitici $ds : dx :: r : y$; dunque $ydx = rds = rdu$, e sommando $rx = \frac{uu}{2}$, ovvero $\sqrt{2rx} = u$. A bello studio ho nella integrazione ommessa l'aggiunta della costante, siccome superflua; avvegnachè non essendoci nella formola differenziale $rdx = udu$ la variabile x, o taluna delle sue funzioni, l'origine d'essa può prendersi in qualsivoglia punto della verticale A H, per esempio in F, coll'avvertenza, che la x sia nulla dirimpetto il punto C, in cui comincia la discesa del pendolo. Quinci scorrendo la ghianda per l'arco C M H, le celerità nei siti M, H saranno in dimidiata proporzione delle corrispondenti assisse F L, F H. Nella investigazione dei tempi impiegati dal pendolo nel camminare per gli archi C M, C H s'incontra molto maggiore difficoltà. E per darne un saggio nel caso più semplice, il moto del pendolo principj nel punto B situato nella linea orizzontale A B, e giunta che sia la ghianda al luogo C, la velocità, che in essa risiede, si esprime per la radice del doppio prodotto B A × A F, cioè $\sqrt{2rx} = u$: ma $u = \frac{ds}{dt}$, e $ds = \frac{rdx}{y}$; dunque $dt = \frac{rdx}{y \times \sqrt{2rx}}$, ed essendo $y = \sqrt{rr - xx}$, avremo $dt = \frac{rdx}{\sqrt{2rx} \times \sqrt{rr - xx}} = \frac{rdx}{\sqrt{2r^3 x - 2rx^3}}$. Che se poi faraffi $\sqrt{2rx} = z$, dopo le opportune sostituzioni sarà $dt = \frac{2rdz}{\sqrt{4r^4 - z^4}}$. Non si creda, che nelle premesse formole gli omogenei di comparazione, che ci danno la misura del tempo espressa per x, possano sommarsi o coll'ajuto de' logaritmi, o per via delle rettificazioni degli archi circolari. Quest'integrali poggiano ad un genere superiore di quantità trascendenti, e si costruiscono in rettificando la lemniscata, curva nota ai Geometri, la cui locale, ed analitica equazione monta al quarto grado. Ed è osservabile (lo che non so se sia stato da altri avvertito) che la curva, per la quale viaggiando un grave si accosta, o si dilunga egualmente da un punto dato, dal Leibnizio suo inventore chiamata isocrona paracentrica, e che si espone per la formola differenziale $\frac{dy}{\sqrt{y}} = \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^3}}$,

messa a confronto colla scala regolatrice de' tempi ne' pendoli ordinarj, ha con essa una così stretta relazione, che delineata la prima, facilmente la seconda si costruisce, ed un problema dall'altro manifestamente dipende.

In fatti la formola dei tempi si riduce alla seguente $dt \times \sqrt{2r} = \frac{rdx}{\sqrt{r^2x - x^3}}$;

e paragonandola membro per membro colla Lebniziana, se faremo $\frac{rdx}{\sqrt{rx^2 - x^3}} = \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^3}}$, lo che si otttiene mettendo $r = a$, avrassi altresì $dt \times \sqrt{2r} = \frac{dy}{\sqrt{y}}$, e sommando $t \times \sqrt{2r} = 2\sqrt{y}$, , cioè $\frac{rt^2}{2} = y$: con che l'ordinata y della isocrona paracentrica, assunta r siccome unità, s'agguaglia alla metà del quadrato del tempo t, che si spende dal pendolo in trascorrere l'arco BC corrispondente all'assissa A F $= x$. Chi brama una piena contezza intorno la costruzione della menzionata curva, ed altre analoghe, ricorra agli Atti di Lipsia dell'anno 1694, e legga attentamente ciò, che in tale proposito anno scritto il celebre Leibnizio, ed i due dottissimi Fratelli Jacopo, e Giovanni Bernoulli.

VII.

In questo mentre non si ricerca una tanta indagine, ogni qualvolta si va semplicemente in traccia dei tempi, che io appellerò relativi, quando cioè si paragonano insieme le durate delle vibrazioni di due pendoli, che descrivono archi simili. Le ghiande C, c (Fig. 16.) comincino a discende-

re da punti analoghi C, *c*, e dopo aver camminato per gli archi simili CK, *ck* seguitino la loro strada per le flussioni altresì simili KM, *km*. Ed atteso che le forze tangenziali sollecitanti nei siti K, *k* sono pari, i momenti delle velocità *udu*, U*d*U saranno come gli archetti KM, *km*, o come i raggi AK, *ak*; dunque $r : R :: udu\ UdU :: u^2 : U^2$, ovvero $\sqrt{r} : \sqrt{R} :: u : U$: ma $u = \frac{KM}{dt}$, ed $U = \frac{km}{dT}$; dunque $u : U :: \sqrt{r} : \sqrt{R} :: \frac{KM}{dt} : \frac{km}{dT} :: \frac{r}{dt} : \frac{R}{dT}$, e conseguentemente $dt : dT :: t : T :: \sqrt{r} : \sqrt{R}$; laonde le intiere oscillazioni stanno sempre in ragion dimidiata delle lunghezze dei pendoli. Che se i conati della gravità fossero differenti in diverso clima (conciossiachè andando dall' equatore verso i poli, la forza centrale passo passo ricresce) presi due pendoli di ugual lunghezza, le loro reciprocazioni si compiono in tempi tali, che sono in proporzione inversa suddupplicata delle impressioni sollecitanti, cioè $t : T :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Giacchè $fds : Fds :: udu : UdU$, o atteso l'eguaglianza degli elementi della curva circolare $f : F :: udu : UdU :: u^2 : U^2$; dunque nei punti analoghi $\sqrt{f} : \sqrt{F} :: u : U :: \frac{ds}{dt} : \frac{ds}{dT}$; per conseguenza $dt : dT :: t : T :: \frac{ds}{\sqrt{f}} : \frac{ds}{\sqrt{F}} :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Raccolgo per via di corollario, che in due pendoli di varia lunghezza, ed animati da differente forza di gravità i tempi si trovano essere in ragione composta, diretta dimidiata dei raggi, e reciproca parimente dimidiata delle forze; laonde $t : T :: \frac{\sqrt{r}}{\sqrt{f}} : \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{F}}$. L'analogia si verifica qualunque volta da ambo le ghiande archi simili si descrivono, e si verificherebbe in qualsivoglia sorta di vibrazioni o più estese, o più ristrette, se i pendoli circolari fossero esattamente isocroni. Se la cosa stesse così, sarebbe d' uopo, che le ordinate al quadrante per esempio FCLM (Fig. 15.) esponenti come ho detto, gl' impulsi tangenziali, ed acceleranti nei punti C, M si rispondessero fra loro colla medesima proporzione, con cui si riguardano gli archi CH,

CH, MH, dinotanti gli spazj da passarsi per compiere una semi-oscillazione. E sebbene d'una tal proprietà il cerchio non è fornito, la quale alla cicloide compete, conforme ha dimostrato l'Ughenio; tuttavia qnanto gli archi si assumono più piccioli, onde le vibrazioni a poco spazio si stendano; tanto più fra essi, ed i loro seni la proporzione si accosta: a tal che gli ondeggiamenti del pendolo, che i dieci, o dodici gradi non oltrepassano, sono sensibilmente di pari durata. Posta per tanto in non calere la tanto decantata cicloide di malagevole costruzione, e soggetta ad alcune irregolarità, si fa uso presentemente dei pendoli circolari di lunga verga, e colle ghiande pesanti, e lavorate a modo di lenti con taglio acuto, per iscansare, quanto si può, la resistenza dell' aere. E vaglia il vero, s' è possibile nel pieno una curva perfettamente sincrona, di che ho motivo urgente di dubitare, un picciol arco di cerchio sificamente la combacia, e con esso lei si confonde. E se la detta curva indarno si cerca, non occorre partirsi dalla circolare, la quale messe in pratica le addotte precauzioni, ci dà de' tempi una esatta misura.

VIII.

Dalle cose esposte io ricavo la seguente illazione. Qualunque fiata gli elementi, intorno i quali ho preso a ragionare, sono estrinseci alla materia, ed altro operano, salvo che modificare le cagioni predominanti, giova in qualsivoglia incontro il prescindere dalle loro azioni, o reazioni secondarie, e contemplar la Natura nella sua maggiore semplicità. Sarà vero, che gli effetti mal risponderanno alle regole da noi scoperte, ma senza un tale artifizio non giungeremo mai a comprendere le leggi primarie, e fondamentali della Natura. Sapremo almanco, che s' essa non fosse frastornata dagl' impedimenti, che o sul bel principio, o per istrada si frappongono, opererebbe a norma di que' canoni, che da un retto, e dimostrativo discorso le vengon prescritti. Ella è sì fattamente legata dalle verità geometriche, e metafisiche incontrastabilmente certe, ed avverate, che non può a patto alcuno violarle, perchè facendo altrimenti, darebbe di petto nell' impossibile, e nella contraddizione: lo che non cada mai in pensiero d' un Uomo fornito di ragione, e che ha una sufficiente idea della Sapienza Onnipotente del Creatore. Mossi i primi passi si accinga, che si promette della sua lena, a continuare il viaggio, fermandosi di proposito su tutte quelle minutezze, che in qualsivoglia modo alterano le cagioni, e diversificano gli effetti. Si guardi però, che lusingandosi d' avanzar cammino, non torni indietro, ed offuschi la materia in vece di rischiararla. Ciò sovente interviene; perchè poco stringe, chi molto abbraccia. Il peggio si è, che le regole generali si distruggono a forza di eccettuazioni, e ad ogni caso particolare un nuovo canone si adatta, con che niente mai si stabilisce di fermo, e si fa di tutto per non saper nulla. La ragione d' un tal inganno è palese a chi ci pone attenzione; conciossiachè se negli effetti speziali, che sotto lo stesso genere si comprendono, c' entrano degli elementi diversi, e delle cagio-

gioni ſecondarie, di cui ſiamo onninamente all'oſcuro; non è maraviglia, che i fenomeni ſi diverſifichino, e che da alquante particolari eſperienze una legge generale dedur non ſi poſſa.

IX.

Sopra la durezza, e la conſiſtenza de' corpi tutt' ora ſi diſputa. Quello, ch' io ſo di certo ſi è, che nei ſolidi i gradi della fermezza non ſolamente ſono diverſi, ma di più è vario oltre ogni credere il modo, per cui le particelle componenti inſieme ſi connettono, e ſi conglutinano, onde più, e meno alla ſeparazione reſiſtono. Alcuni corpi anno, a guiſa delle corde, le fibre intralciate, come le ſpezie del legno: altri ſono duri, ma fragili, e con un colpo di contrattempo facilmente ſi ſpezzano, e fra queſti ſi annoverano i marmi più fini, il vetro, e le gemme. Se ne trovano degli elaſtici, e degl'inerti, de' tenaci, e de' frangibili, e molti, che ſtanno di mezzo infra due: laonde il contarli tutti, e diſtinguerli nelle loro claſſi, è una faccenda operoſa, ed inutile. In tanta varietà di coſe il Galileo, che colla ſua penetrazione aveva ſcoperti i principj d'una novella diſciplina intorno la reſiſtenza dei ſolidi, ſi appigliò al partito più ſemplice. Soſpendeva egli verticalmente un corpo, a cagion d'eſempio un cilindro colle baſi orizzontali, ed alla parte inferiore ci appiccava un peſo, che a poco a poco accreſciuto giugneva finalmente a ſpezzar la colonnetta. Quando il peſo è ridotto a tale, che con ogni picciola addizione il cilindro ſi rompe, allora l'aggravamento conoſciuto è la preciſa miſura della reſiſtenza del ſolido. Fitto poi eſſo corpo nella parete EF (Fig. 17.) onde ſporga in fuori colla lunghezza uguale ad AB, dice il Galileo, che la metà del grave C applicata in *b* ſta in equilibrio colla reſiſtenza del cilindro *ab*, il quale ſi ſtrappa dal muro, accreſcendo ogni poco la forza agente. La dimoſtrazione dell'Autor Fiorentino è notiſſima, e libera da qualunque neo, mentre però ſi adotti un ſuppoſto, che la maſſa paziente ſia dotata d'una ſquiſita frangibilità, onde vinta dal peſo la coerenza delle parti, nel tempo ſteſſo le fibre tutte ſi diſgiungano, ed il ſolido in due ſi ſpezzi.

X.

Non parve al Signor Leibnizio di menar buona l'ipoteſi, e negli Atti di Lipſia dell'anno 1684 oſſervò egli, ch'ogni fibrella, per quanto rigida ella ſi finga, prima di romperſi o poco, o troppo ſecondo la propria indole dee ſoggiacere allo ſtiramento. Impegnata la trave AB (Fig. 18.) nel muro EF, e adattato il grave al punto B, avviene, che le fibre ſuperiori AD ſoffrano la maſſima diſtenſione, e che le inferiori, come la GH, tanto meno ſieno ſtirate, quanto più s'accoſtano al punto di appoggio K, in cui nel loro ſtato naturale perſiſtono. Ora ſia il ſolido in procinto di ſcavezzarſi, onde la fibra AD non poſſa più oltre ſenza rottura allungarſi, e ſi

e ſi eſponga per il quadrato AK la forza valevole a mantenerla in tal poſitura, egli è manifeſto, che la reſiſtenza della fibretta GH ſi minora per doppio titolo in ragione di AK a GK: primieramente perchè ſtanno nella detta proporzione le contralleve AK, GK, le quali all'azion del peſo fanno contraſto: in ſecondo luogo perchè eſſendo giuſta il Leibnizio le tenſioni AD, GH per una parte come le forze tendenti, e per l'altra come le diſtanze AK, GK dall'appoggio K, combinate eſſe ragioni, riſultano le reſiſtenze delle fibre AD, GH in proporzione duplicata AK a GK.

Quinci deſcritto il quadrato *bk* col lato $ak = AK$, s'io farò come $\overline{ak}^2 : \overline{gk}^2 :: dg : fg$, il punto *f*, e gli altri ſimilmente determinati ſaranno alla parabola Apolloniana *kfb*. E ſiccome il quadrato *bk* mi rappreſenta la ſomma di tutte le reſiſtenze della trave AB ſtirata direttamente dalla potenza Z; così l'area del trilineo parabolico *akfb* mi mette anzi gli occhi l'aggregato di tutte le reſiſtenze della trave medeſima incurvata obbliquamente dal peſo C. Ma il predetto trilineo è ſuttriplo del quadrato *bk*; dunque ſe colla tenacità delle fibre teſe a dirittura, che tutte ugualmente alla ſeparazione ripugnano, la forza Z ſta in equilibrio, una terza parte d'eſſa, cioè il peſo C ſarà ſufficiente a tener equilibrata la reazione della trave, che per obbliquo ſi carica. Naſce da ciò, che nella ipoteſi del Galileo, ſtrappandoſi tutte in una volta le fibre, non va conſiderata la loro maggiore, o minore tenſione AD, GH, ma ſoltanto i contravvetti AK, GK. Per la qual coſa la ſcala delle reſiſtenze viene eſpoſta dal triangolo *akb*, il quale eſſendo la metà del quadrato *bk*, dinota, che ci vuole mezza la potenza Z per bilanciare la reazione del ſolido AB ſtirato giuſta la direzione BC.

XI.

Il celebre Jacopo Bernoulli non contento della viſta Leibniziana tentò di ridurla a dovere. S'avvidde egli, che le fibre ſuperiori non ponno diſtraerſi, ſe nel tempo ſteſſo le inferiori non ſi coſtipano. In ordine a ciò haſſi a ſegnare un punto, per eſempio I, (Fig. 19.) che faccia figura d'appoggio, e coſtituiſca per un verſo il limite alle diſtenſioni, e per l'oppoſto alle compreſſioni, onde il triangolo AID ci eſponga la ſcala delle fibre inegualmente ſtirate, e l'altro HIK la corriſpondente delle fibre coſtipate. E mentre ſi aſſumano due canoni, e che le diſtrazioni ſieno proporzionali alle potenze diſtraenti, e che tali altresì ſieno i coſtipamenti riſpetto le forze comprimenti; ſi maneggia agevolmente la materia, ed a computo ſi riduce. Ma o io di gran lunga m'inganno, o col portare tropo avanti la coſa nulla ſi ottiene; perchè gittata a terra la ſtruttura Galileana, una migliore non ſe ne innalza. Vorrei ſapere donde abbiano ricavato i lodati Scrittori, che le tenſioni ſerbano la ragione dei conati tendenti, e che le compreſſioni altro non ſono, ſe non ſe negativi ſtiramenti. Ho dimoſtrato

il contrario in ragionando delle vere leggi dei corpi elastici, ed ho fatto vedere, che in parità di circostanze, quanto le fibre sono più tese, o più compresse; tanto più resistono ad un ulteriore distendimento, e ad una nuova compressione: a tal che se le forze operanti crescono aritmeticamente, colla medesima legge non si aumentano le resistenti. E se così è, le scale dove vanno a terminare le fibre o allungate, o ristrette non sono mica le linee rette ID, IH, ma bensì due curve d'indole differente, essendosi altrove insinuato, che tutti cospiranti son gli elementi, i quali regolano le pressioni, ed in parte contrarj quelli, che danno norma alle distensioni. Ora queste curve avrebbono a costruirsi, e quando ciò si conseguisse, con qual artifizio fisserò io il punto I, che separa le distrazioni dai costipamenti, punto, che forse in ogni sorta di materia si diversifica, ed è certamente vario nei differenti generi delle figure. Ad esso si riferiscono le contralleve favorevoli alle tenacità dei solidi, i quali non anno egual ripugnanza ad essere o stirati, o compressi: avvegnachè tal uno più facilmente si stende, ed un altro all'opposto si costipa più prontamente. Per la qual cosa io credo, che in due travi di pari volume, e figura, ma di legno diverso, il punto d'appoggio I non sia egualmente distante dagli estremi A, K, ma in alcuni più alto, ed in altri più basso, secondo la variata robustezza, e tessitura delle fibre componenti. Chi fosse di contraria opinione, e sostenesse, che in ambo i predetti corpi il punto I lo stesso sito occupasse, avrebbe prima ad esaminare le conseguenze, e poscia a consultare gli esperimenti.

Sieno P, *p* le due potenze valevoli ad equilibrare la tenacità delle travi stirate per diritto, ed espongasi per $\frac{P}{n}$ il peso C, che bilancia obbliquamente la resistenza della trave A B: dico, che il grave *c*, il quale sta in procinto di rompere l'altra trave *ab*, deesi esprimere per la frazione $\frac{p}{n}$. Conciossiachè dividendosi dai punti I, *i* nella medesima maniera le altezze uguali AK, *ak*, saranno similissime le operazioni dei contravvetti. Appresso, le scale tanto degli stiramenti AID, *aid*, quanto delle compressioni HIK, *hik* saranno analoghe respettivamente alle ordinate AD, *ad*; HK, *hk*, avvegnachè a suo luogo ho provato, che le forze elastiche ad una legge generale soggiacciono. Stanti le quali cose accaderebbe, che le potenze P, *p* atte con ogni picciola aggiunta a svellere i parallelepipedi AB, *ab* giusto le direzioni KB, *kb* sarebbono proporzionali ai pesi C, *c*, che si applicano obbliquamente, e ne equilibrano le consistenze. Ma il fatto si oppone al divisamento, che sembra a prima vista plausibile. E per restarne convinti diasi un' occhiata alle recenti accurate sperienze del Signore Muschembroek, dalle quali palesemente si viene in cognizione, che le analogie fra le potenze P, *p*, ed i pesi C, *c* a nessuna regola stabile si sottomettono, e che ad ogni caso particolare una diversa proporzione si adatta. Nè altrimenti può intervenire a cagione degli elementi, che si framminschiano nel progresso dell'opera. E vaglia il vero le due travi AB, *ab* eguali in tutte e tre le lor dimensioni, ma di materia differente, aggravate dai pesi C, *c* diversamente si piegano, e s'incurvano giusto la varia rigidità delle fibre: per la qual cosa le leve KB, *kb* favorevoli ai pesi C, *c* passo passo, ed inegualmente si accorciano, e di conseguenza si muta secondo le occasioni la positura del punto d'appoggio I, e si altera la misura AI della contralleva. Aggiungasi, che nei solidi composti della materia medesima la flessibilità dipende molto dalla sottigliezza, e dalla lunghezza, e ne abbiamo l'esempio nel vetro, che quantunque rigido, e fragile, tirato in tenuissimi fili, piuttosto che scavezzarsi, si ripiega, e s'inarca. Ne voglio trasandare, che nel cominciamento dell'azione il punto, che fa figura d'ipomoclio, sta collocato nel sito superiore A, e che a misura che le fibre maggiormente si stendono, e si costipano, esso a poco a poco discende, finattantochè si ferma in I, quando tra la forza operante, e la resistente si dà l'equilibrio: anzi se il grave C ogni poco s'accresce, onde le fibre del solido si svellano, il punto I di nuovo cala abbasso, e nell'ultimo strappamento col punto infimo K si congiugne. In oltre abbiasi a mente, che non solo le fibre vicine alla parete EF soffrono o distensione, o costipamento, ma di più tutte le altre, che compongono il solido, tanto maggiormente, o tanto manco, quanto più dal muro si dilungano, ed all'estremità GB si avvicinano. Quinci si annoverino fra i problemi di difficilissima indagine, fatto uso massimamente dei veri canoni delle forze elastiche, il descrivere le due curve della superficie superiore, ed inferiore della trave, ed appresso la terza curva, che nell'interno del solido sta nascosta, e separa i stiramenti dalle compressioni. Per ultimo nota l'Ab. Grandi dopo il Viviani, che quando si compara la potenza valevole a rompere un corpo giusta la direzione dell'asse con quella, che s'impiega ad obbliquamente spezzarlo, va messa in computo nel primo caso, e non già nel secondo, la forza di molla, che nell'aere risiede, e che gagliardamente al divellimento si oppone, avendosi nel tempo stesso, e quasi in un colpo, e non successivamenre le fibre a strapparsi. Mal può dunque istituirsi il confronto tra i pesi, che si applicano ai solidi per diretto, e per obbliquo, se non si usa la precauzione di sottrarre dai primi quella porzione di forza, che provenendo dalla virtù elastica dell'aria, preme una fibra contro l'altra, e ne aumenta la resistenza. Ma su questo particolare ci mancano le osservazioni.

XII.

In tal positura di cose io mi sottoscrivo al parere del citato Ab. Grandi, il quale conchiude, che la disparità delle opinioni, ed io ci aggiungo la diversità degli elementi, dimostrano appunto, quanto difficil' impresa sia il determinare la vera, e naturale ipotesi, la quale può essere, che in varj casi molto diversa si trovi: e però quanto meglio sia l'astraere da cotesti accidenti, per illustrare teoricamente la materia, che abbiamo per le mani, come ha fatto

fatto il Galileo, e con esso il Viviani, lasciando ai Pratici osservatori della Natura il mettere in conto quelle differenze, che può recar seco la diversa tessitura, e fortezza, e flessibilità delle fibre in qualsivoglia materia; limitando con esse, o modificando le conclusioni dedotte generalmente da' fondamenti teorici di questa dottrina. In fatti non ostante i premessi intoppi, per la maggior parte stanno salde le verità, ch' io chiamerò relative, mentre cioè si paragonano insieme due corpi della stessa materia, e di differente lunghezza, e grossezza, come due parallelepipedi, o due cilindri. Leggansi i menzionati Scrittori, dai quali vengono dimostrate moltissime proposizioni del pari curiose, ed utili per la Fisica. A cagion d'esempio s'impara con quanta provvidenza la Natura abbia lavorate le ossa degli animali vuote internamente a guisa di canne, e non piuttosto piene, e massiccie; perchè con tal magistero può molto nella leggerezza guadagnarsi, e nulla perdersi nella robustezza.

XIII.

Metto per poco da canto la Fisica, e mi volgo a mostrare, qualmente la teorica delle resistenze dei solidi trova luogo nell' Architettura. Quest' arte, che non dee mai scostarsi dalle leggi prescritte dalla solidità, onde le strutture riescano in tutte le lor parti egualmente forti, e consistenti, è così varia, ed incerta nel determinare le misure dei sopra ornati, i quali alle colonne si addossano, che non si può trarre regola ferma, nè dagli antichi esempj, nè dagli Autori più riputati. L'ufficio principale delle colonne consiste nel sostenere il peso della trabeazione, e questa debbe costruirsi in maniera, che non sia di soverchio carico a se stessa, di modo che l'architrave si fiacchi nel vano dell'intercolunnio. Due mire secondo me ha da prefiggersi l'Architetto: una, che il peso del sopra ornato sia proporzionale alla robustezza dello stipite, il quale essendo negli Ordini gentili sotto pari altezza più scarno di diametro, non consente la retta ragione, che porti tanta soma, quanta alle colonne più grosse si sovrappone: perciò in ragione delle grossezze, o dei quadrati dei diametri delle colonne vogliono stabilirsi i pesi delle trabeazioni: l'altra mira va diretta in procurare, che i sopra ornati in qualunque caso sieno di pari consistenza, lo che dipende in parte dalla lor mole, ed in parte dalla distanza dei sostegni. Ora supposto che due trabeazioni, fra le quali si fa il confronto, si assumano come due solidi di tal natura, che i centri di gravità delle sezioni di mezzo dividano proporzionatamente le loro altezze: lo che non si discosta dal vero, se non se in quanto gli sporti degli architravi, e delle cornici, atteso la varietà degli ornamenti, portano con seco qualche picciola, e trascurabile diversità; chiamo A, a le altezze d' amendue i sopra ornati; G, g le grossezze medie; ed L, l le larghezze, o i vani degl' intercolunnj.

Quinci si cerchi la forza agente, che derivata semplicemente dal peso naturale delle suddette moli, s'adopera per ispezzarle; ed inoltre si determini la resistenza procedente dalla tenacità della materia, che alla rottura si

si oppone. Giusto le massime del Galileo si misurano le azioni dal peso AF (Fig. 20.) metà di AD avvalorato dalla leva GH metà di GI, ovvero di FC, e conseguentemente sono proporzionali ai due prodotti $AGLL$, $agll$. Le reazioni poi, supposta la materia omogenea, si espongono per il numero delle fibre componenti la sezione di mezzo EF, o per l'area della sezione medesima corroborata dalla contralleva GF, distanza del centro di gravità G dalla base CD, e perciò si corrispondono in ragione delle quantità AAG, aag. Ma ambo le trabeazioni debbono essere di egual consistenza; dunque egli è necessario, che s'istituisca l'analogismo tra le forze operanti, e le resistenti, e sia $AGLL : agll :: AAG : aag$, e fatte le debite divisioni $LL : ll :: A : a$, o pure $L : l :: \sqrt{A} : \sqrt{a}$, cioè a dire, perchè i sopra ornati sieno di pari resistenza, fa d'uopo, che le loro altezze serbino la proporzione, che passa fra i quadrati delle larghezze degl' intercolunnj. E giacchè si è detto, che i pesi delle trabeazioni espressi per le tre dimensioni AGL, agl anno a proporzionarsi alla robustezza de' stipiti, o ai quadrati dei loro diametri $D^2 : d^2$; dunque $AGL : agl :: D^2 : d^2$; ed essendo che le grossezze G, g sono come i diametri $D : d$; perciò $AL : al :: D : d$. Ma nelle trabeazioni di consistenza pari come $L : l :: \sqrt{A} : \sqrt{a}$; dunque $A\sqrt{A} : a\sqrt{a} :: D : d$, o pure $A^3 : a^3 :: D^2 : d^2$, e finalmente $A : a :: D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}}$. Appresso come $A : a :: L^2 : l^2$; dunque $L : l :: D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}}$. Le altezze pertanto dei sopra ornati sono come le radici cubiche dei quadrati de' diametri, ed i vani degl' intercolunnj, come le radici cubiche de' diametri medesimi.

XIV.

Ed ecco messo in chiaro ciò, che richiede la solidità. Poste le colonne di pari altezza, si scopre essere minori le trabeazioni degli Ordini più snelli, e delicati, e minori altresì le larghezze degl' intercolunnj, ma con una proporzione alquanto diversa da quella, che passa fra i diametri degli stipiti. Prendo due colonne alte ugualmente una Dorica di otto diametri, e l'altra Corintia di diece. I diametri saranno in ragione come 10 : 8, ed i loro quadrati come 100 : 64. La radice cubica di 100 è prossimamente $4\frac{2}{3}$, e quella di 64 esattamente quattro; dunque l'altezza del sopra ornato Dorico a quella del Corintio dee stare come $4\frac{2}{3} : 4 :: 7 : 6$. Suole comunemente assegnarsi all' ordine Dorico la trabeazione di due diametri, otto de' quali compongono la colonna compresa la base, ed il capitello

Facciasi dunque come $7 : 6 :: \frac{2}{8} : \frac{x}{10}$, e la ſpezie ignota x ci darà la miſura del ſopra ornato Corintio eſpreſſa in diametri della colonna appropiata a queſt' Ordine, alta diece diametri. Ridotto il computo, ſi ravviſa $x = 2 + \frac{1}{7}$, cioè la trabeazione di due diametri coll' aggiunta della ſettima parte del diametro. Similmente metto a confronto la colonna Dorica di otto con un'altra Jonica di nove diametri, ambe di pari altezza. I loro diametri ſono come $9 : 8$, e conſeguentemente i quadrati come $81 : 64$. La radice cubica di 81 è adequatamente $4\frac{1}{3}$, e 4 quella di 64; dunque come $4\frac{1}{3} : 4$, o come $13 : 12$, così le miſure delle due trabeazioni Dorica, ed Jonica nelle addotte circoſtanze. Per la qual coſa facendo $13 : 12 :: \frac{2}{8} : \frac{x}{9}$, ſi ſcopre il valore di $x = 2 + \frac{1}{13}$, viene a dire il ſopra ornato Jonico giuſto i canoni della ſolidità, contiene due diametri più una parte terzadecima. E perchè nelle facoltà inventate dagli uomini, e maſſime nell'Architettura è lecito di valerſi d'una diſcreta adequazione, avendoſi nel tempo ſteſſo a ſervire alla ſolidità, all'uſo, ed alla euritmia; le miſure ſuperiormente alle trabeazioni aſſegnate con pochiſſimo diſcapito della robuſtezza dell' edifizio poſſon ridurſi alle proſſime aſſai più ſemplici, facendo di due diametri, o di quattro moduli in qualunque Ordine le altezze dei ſopra ornati. Paſſo agl'intercolunnj, e determino a quanto tratto allargar ſi poſſano fra colonna, e colonna. Atteſo che per le coſe dette ſi verificano due analogìe $A : a :: D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}}$, $A : a :: L^2 : l^2$; dunque $D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}} :: L^2 : l^2$, ovvero $D^{\frac{1}{3}} : d^{\frac{1}{3}} :: L : l$: laonde come le radici cubiche dei diametri delle colonne, così le larghezze degl' intercolunnj. Ora ſe ci ſaranno due colonne, una di due, e l'altra d'un piede di diametro, e la prima ſenza riſchio della trabeazione ammetta il maſſimo intercolunnio di ſei moduli, o di ſei piedi; dico, che la ſeconda riceverà l'intercolunnio, non già di tre diametri, o di tre piedi, ma bensì di piedi $4\frac{3}{4}$ proſſimamente; imperocchè come $2 : 1$, così il cubo di ſei $= 216$, a 108, cubo del ſecondo intercolunnio, la cui radice cubica ſi trova eſſere adequatamente $4\frac{3}{4}$. Queſta regola di Architettura cavata dai teoremi meccanici, e da

me eſpoſta per far vedere, che bene ſpeſſo le verità ſiſico-matematiche alle arti la norma preſcrivono, ſerve mirabilmente all' uſo, ed al comodo: avvegnachè le colonne picciole ci danno agio di allargare i vani degl' intercolunnj, non mica aſſolutamente, ma in proporzione ai loro diametri: con che nelle logge i paſſaggi convenientemente ſi dilatano, ed appreſſo la congrua diſtanza fra le colonne viene a ſeſta nelle ſtrutture delle nicchie, delle porte, e degli altari.

CAPITOLO NONO

Proſeguimento della medeſima materia.

I.

LA giudicioſa applicazione della Geometria, e dell' Analiſi alle ſiſiche inveſtigazioni richiede indiſpenſabilmente una attenta, ed accurata circoſpezione nel diſtinguere, e nel conſiderare ad uno ad uno quegli elementi, ch' entrano nel producimento degli effetti naturali. Nell'antecedente Capitolo ho tenuto diſcorſo di certe circoſtanze, dalle quali il Fiſico o puote, o debbe preſcindere: e ciò per due capi; o perchè ſono minime, ed inaſſegnabili, e ſiccome tali non ſi curano, togliendo eſſe bensì di mezzo una perfetta egualità, ma non già una ſenſibile adequazione; o perchè ogni qual volta non ſi traſcurano, non ci è conceduto di penetrare nei ſegreti della Natura, e di ſvelarne le leggi, ed il meccaniſmo. Qualmente in maneggiare sì fatti elementi abbia ad adoperarſi il Filoſofo, ne ho di ſopra recate le regole, e gli eſempj. Ora d'altri generi di elementi, e di circoſtanze a ragionare mi accingo. E prima d'ogni altra coſa qualche fiata ci ſi parano innanzi alcune particolarità, che ci ſaltano per così dire agli occhi, e pare, che diſſimular non ſi poſſano: e pure, quaſi che la Natura ſi pigli piacere in deluderci, e farci andar di traverſo, ella le contempra in maniera, che nell'effetto primario nè punto, nè poco influiſcono. Per non laſciarci raggirare io penſo, che abbiamo ad appigliarci al partito di tener conto dei ſuddetti elementi, e cavandone deſtramente le conſeguenze, ſtar inteſi per qual ſentiero ci guidino. Accaderà bene ſpeſſo, che quanto più nel cammino ci andiamo inoltrando, tanto maggiormente dal vero ci dilunghiamo; a tal che le noſtre illazioni ſempre più dai fenomeni manifeſti, e dalle ſenſate ſperienze diſcordino. Dopo ciò ſenza prenderci la briga d'eſaminare, ſe per ſorta nei noſtri diviſamenti abbiamo sbagliato, mutiamo la poſizione, e diſcorriamo attentamente ſullo ſteſſo ſoggetto, traſandate le aſſunte circoſtanze, e ſe le noſtre deduzioni paſſo paſſo colle apparenze procedono, e coi lavori della Natura vanno di conſerva; ſegno

è, che i menzionati elementi talmente si modificano vicendevolmente, che non an luogo nell'effetto principale, e che le azioni, e le reazioni secondarie all'opera primaria non appartengono, o almanco guari non la perturbano. Se fosse altrimenti, e l'una, e l'altra strada del pari all'errore ci conducesse, o si peccherebbe nel maneggiare la materia, o nel determinare, e ridurre a computo le circostanze.

II.

Ho considerate le forze centrali nel vuoto: veggiamo cosa succeda nel pieno, a fine di certificarci a quale delle due teoriche la Natura si accosti, e quali leggi ella a se stessa prefigga. Ognuno si persuaderà facilmente, che il vastissimo tratto dei Cieli non sia affatto vano, e privo di qualunque materia, la quale per quanto tenuissima si finga, ciò non ostante al moto de' Pianeti farà un perenne, e continuato contrasto. Ed atteso che la resistenza del mezzo fluido si oppone alla velocità del corpo solido, giusta la direzione del moto, avremo la formola generale $\pm fdy \pm Rds = udu$. Conforme il solito f significa la forza centrale, dy la flussione della distanza dal centro, R la resistenza, ds l'elemento della trajettoria, e finalmente udu il momento della celerità, ed i segni del più, e del meno anno relazione ai conati ora centripeti, ed ora centrifughi, ed a varj casi di discesa, e di ascendimento, particolarità accuratamente spiegate dal Sig. Giovanni Bernoulli negli Atti di Lipsia. Richiamiamo a memoria un' altra espressione, che si verifica e nel pieno, e nel vacuo, cioè $fz = uu$, in cui la spezie z dinota la sottosculatrice, o il co-raggio. Accoppiate insieme ambo le equazioni ci danno la soluzione del problema diretto: ma per quello concerne l'inverso, che nella presente ispezione verrebbe ad uso, se nella prima espressione si sostituisse il valore di udu dato per la seconda, cioè $fdz + zdf$, ed in vece di z, e di dz si surrogassero i valori della sottosculatrice, e della sua differenza dati per le funzioni delle coordinate della trajettoria; ci si presenterebbe una formola, che poggia alle terze differenze, in cui non abbiam metodo di separar le variabili. Hassi forse a perdere l'uso dell'equazioni trovate, o contentarsi di applicarle al solo calcolo diretto, e tentare cosa succede in ogni curva particolare? Nulla di ciò: ecco quello, che dee farsi in simili incontri. Sia la curva BCD (Fig. 21.) trascorsa dal mobile nel pieno con una data ipotesi di forza centrale, e di resistenza. AC è l'ordinata, che parte dal centro A, $= y$, CE un arco minimo descritto intorno il punto A $= dx$, CM il raggio osculante, CL il co-raggio $= z$. Dal polo A si tiri la retta AN normale a CM, e si chiami t l'intercetta CN.

III.

Ciò posto, prendo per mano una ipotesi delle più semplici, e mi propongo di determinare le curve infinite, in cui le due flussioni fdy, udu si rimirano con una proporzione costante. Conciossiachè $udu : \pm fdy :: a : 2b$; dun-

dunque assunta a siccome unità, $abudu = \pm fdy$, ed integrando $bu^2 = \pm g \pm \int fdy = \pm g \pm p$, messa $p = \int fdy$, la quale sarà data conseguentemente per y, come per la stessa y è data la forza f. Appresso essendo $uu = fz$, sarà altresì $\pm g \pm p = bfz$, o pure $\frac{dy}{z} = \frac{bfdy}{\pm g \pm p} = \frac{bdp}{\pm g \pm p}$, ma per le cose dimostrate nello scioglimento del problema inverso de' raggi combacianti $\frac{dy}{z} = \frac{dt}{t} = \frac{bdp}{\pm g \pm p}$; dunque sommando per via de' logaritmi, indi facendo transito alle quantità comuni, si scoprirà l'intercetta CN $= t$ data per p, ovvero per y, e si passerà facilmente alla costruzione delle curve cercate.

Corollario.

Che se fosse $\pm fdy = udu$, allora restando il solo termine $Rds = 0$, le trajettorie si descriverebbono nel vano; laonde questa maniera di procedere ci suggerisce la formola generale colle variabili separate per le forze centrali in un mezzo non resistente.

SCOLIO I.

IV.

Presentemente limitando l'espresione col porre $f = by^m$, cioè la forza data per qualsivoglia dignità delle distanze, ed ommessa l'aggiunta della costante g nel prendere l'integrale, la premessa analisi c'insegna essere proprietà comune delle nostre curve l'avere la sottosculatrice all'ordinata in ragione costante. In fatti essendo $udu : by^m dy :: 1 : 2b$, cioè $2budu = by^m dy$, sarà integrando $bu^2 = \frac{by^{m+1}}{m+1} = bfz = bby^m z$, vale a dire $\frac{2y}{m+1} = bz$. Sia $\overline{m+1} \times b = c$. Giacchè dunque $y = cz$, avremo $\frac{dt}{t} = \frac{dy}{z} = \frac{cdy}{y}$, e sommando $t = Ky^c$: si noti essere K una costante ad arbitrio. Per iscoprire l'equazione generale delle curve dalla formola compresa, osservo verificarsi il seguente analogismo CE $= dx$: CD $= ds$: CN $= t$: CA $= y$; dunque $ydx = \pm ds = Ky^c ds$, ed in conseguen-

za

za $dx = \frac{Ky^{c-1}dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$. Posto AK asse delle curve, dalla distanza AK = 1 descrivasi l'arco di cerchio KFI, ed avrassi $AC = y : CE = dx :: AF = 1 : FG = du$, e perciò $y\,du = dx$, ed in ordine a ciò $du = \frac{Ky^{c-2}dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$. Sia $Ky^{c-2} = q$, e fatta la debita sostituzione $\frac{c-1}{} \times du = \frac{dq}{\sqrt{1-qq}}$.

Costruzione.

Facciasi come $c-1 : 1$, così l'arco FK all'arco HK, ovvero IK, e tirate le normali HP, IQ, sarà data la relazione dei seni AP, AQ in virtù della equazione $Ky^{c-1} = q$. Variato l'esponente c, si diversifica la natura della curva, e nella espressione generale si contengono, oltre infinite curve meccaniche, altrettante analitiche, fra le quali molte conosciute, come la parabola referita al foco, l'iperbola al centro, il circolo ad un punto preso nella circonferenza, e la più semplice dell'epicicloidi al principio della rotazione. Il caso, in cui è $c = 1$, ci dà la spirale logaritmica.

SCOLIO.

V.

Nella ipotesi assunta la formola generale $f\,dy \pm R\,ds = \pm u\,du$ si limita alla seguente $\pm R\,ds = \pm Ry^m\,dy$; ed essendo nelle nostre curve l'elemento $ds = \frac{dy}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}$, troveremo $\frac{\pm R}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}} = \pm Ay^m$.

Abbiasi la resistenza in ragion composta della densità del mezzo, e di qualsivoglia potestà della velocità, cioè $R = Du^n$, e giacchè $uu = By^{m+1}$, sarà $u^n = Cy^{\frac{mn+n}{2}}$, e finalmente $\frac{\pm D}{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}} = Gy^{\frac{-nm-n+2m}{2}}$. Le lettere A,B,C,G dinotano quantità costanti surrogate in luogo d'altre più composte.

Pri-

Primieramente sia, giusta la comune ipotesi, la resistenza in proporzione duplicata della celerità, cioè $n = 2$, e di conseguenza l'esponente $\frac{-mn-n+2m}{2} = -1$. Lo sparire che fa in questo incontro la specie m indice della forza centrale significa, che in sua vece si può porre qualsifia numero a piacimento, e si raccoglie essere proprietà comune delle nostre curve, che posta la densità $D = \frac{\sqrt{1-KKy^{2c-2}}}{y}$, e la resistenza come il quadrato della velocità, verrà sempre dal mobile descritta una medesima trajettoria; quantunque si muti la legge della forza centrale, e si prenda o costante, o ad arbitrio come qualsivoglia potestà della distanza. Che se fosse $c = 1$, onde l'esponente $2c-2 = 0$ faccia diventare costante la quantità $\sqrt{1-KKy^{2c-2}}$; allora la curva sarebbe una spirale logaritmica, e la densità reciprocamente, come la distanza. Particolarità maravigliosa si è, che nel vuoto, mutata la legge della forza sollecitante, si cambia l'indole della curva: laddove nel pieno può una sola curva soddisfare ad innumerabili supposizioni.

VI.

In secondo luogo sia la resistenza come la velocità, cioè $n = 1$; dunque $\frac{\pm D}{\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}} = \pm Gy^{\frac{1+m}{2}}$. Se fassi $m = 1$, onde la grandezza $y^{\frac{1+m}{2}}$ ci rappresenti l'unità, in tutte le nostre curve sarà la densità come $\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}$, e determinando la formola ad esprimere la logaritmica spirale, la densità diventa costante. Appresso se la forza centrale nella stessa curva sarà reciprocamente come la distanza, di modo che $m = -1$, anche la densità seguita la legge medesima: ma in tal caso la velocità è uniforme, ed il moto per la periferia della trajettoria si riduce all'equabile. Ciò succede in tutte le nostre curve; conciosiachè essendo $z = \frac{y}{c}$, è $fz = u^2$, e per il supposto $f = hy^{-2}$, istituite le surrogazioni troveremo $u^2 = \frac{h}{c}$. La densità poi si espone per $\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}$ non solo nel

ca-

caso menzionato, ma ripetendo la formola

$$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}} = Gy^{\frac{-mn-n+2m}{2}}$$, ogni qual volta sia costante il secondo membro dell'equazione, e si faccia $-mn-n+2m=0$: lo che si verifica, quando sia $n=\frac{2m}{m+1}$: a tal che se $m=-2$, sarà $n=4$; e se $m=-3$, avremo $n=3$, e così discorrendo. Per ultimo sia costante la forza centrale, ed $m=0$, rinveniremo

$$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2y^{2c-2}}} = Gy^{\frac{-n}{2}}$$, e nella suddetta spirale la densità come $y^{\frac{-n}{2}}$.

Non andandoci fatto di sciogliere generalmente il problema, molte altre posizioni particolari assumer potrebbonsi: ma basti il detto sin quì per far comprendere al Fisico Analista, qualmente abbia ad adoperarsi in simili incontri, e per ammonirlo, che spesse fiate interviene, e specialmente nell'esempio proposto, che quanto più duriamo fatica per accostarci al vero meccanismo della natura, computando gli elementi, che secondo noi entrar ci dovebbero; tanto maggiormente dal fatto, e dai fenomeni ci dilunghiamo. Chi si sarebbe mai immaginato, che la teorica delle forze centrali nel vano ottimamente s'accordi colla economia dei moti celesti, e che considerata la cosa nel pieno, ci si facciano incontro leggi incongrue, e strane, e repugnanti alle operazioni della Natura? Segno è, non già che i cieli sieno vuoti d'ogni materia, e che il mezzo fluido non si opponga colla sua inerzia ai giramenti de' Pianeti: ma piuttosto, che l'azione si contempera talmente colla reazione, che ci è permesso di prescindere dalle resistenze. Di ciò altrove parlerò più di proposito.

VII.

In questo mentre mi volgo da un'altra parte, e rifletto sopra un certo genere di elementi, i quali dalla Natura sagacemente in maniera si modificano, che ora operano, ed ora non operano, o per dir meglio ora si manifestano, ed ora si appiattano. L'artifizio consiste in disporli ad un mutuo contrasto, e far sì, che bilanciate scambievolmente le azioni, e le reazioni, non nascano quegli effetti, che tolta di mezzo l'addotta circostanza, o in tutto, o in parte secondo le occorrenze avrebbono necessariamente a prodursi. Per la qual cosa egli è d'uopo ponderare attentamente, se i menzionati elementi sono fra loro o cospiranti, o contrarj; avvegnachè nel primo caso non c'è intoppo, che turbi, o limiti l'operazione: laddove nel secondo quella energia, che nei sforzi vicendevoli si consuma, nell'effetto solito, e principale non s'impiega. Veggiamo tutto dì, che un pendolo di molte ghiande fornito, in cui risiede una data forza di gravità, talora secondo la diversa disposizione dei pesi cammina veloce, e talora lentissimo, e qualche fiata sta ozioso, ed in una totale quiete. Non si creda, che in tal incontro la gravità dorma: essa siccome costante, ed invariata è guarnita d'una pari vigoria, una porzione della quale ora più grande, ed ora più picciola, e talvolta nulla si spende in mettere il pendolo in movimento, facendosi uso delle altre parti o nello stirare la verga, o in premere verticalmente il sostegno. E quando le ghiande equilibrate stanno in riposo, allora l'intiero conato della gravità, non nello stiramento, o nella sollecitazione, ma tutto intiero nella sola pressione s'impiega.

VIII.

Fra i molti esempj, che mi si parano innanzi, delibero di sceglierne uno, che mi sembra il più adattato. (a)

CAPITOLO DECIMO

Del metodo, per cui si traducono i Fenomeni fisici alle appropriate ragioni geometriche.

I.

Il metodo, di cui a ragionare mi accingo, se non è l'ultimo passo, che dall'intelletto umano si muova, almeno non ci lusinghiamo, che guari si possa avanzar cammino; conciossiachè è tanto fino, ed ingegnoso il giro del discorso, che abbiam bene onde gloriarci essere stata riserbata ai nostri tempi questa nuova, e mirabile maniera di filosofare. Quando gli altri mezzi ci abbandonano, e tutti gli artifizj riescono scarsi, il che pur troppo frequentemente interviene, giova tal volta ricorrere ad un metodo straordinario, parto della nostra mente, per cui messo da canto il legittimo meccanismo della Natura, ci appigliamo coraggiosamente al partito di obbligarla quasi direi ad operare a nostro senno con certe leggi, che da noi le vengon prescritte. Surrogando per tanto al vero il finto, ed al reale l'immaginato, qualche fiata si ottiene (chiamate però in soccorso l'Analisi, e la Geometria, senza le quali scienze indarno si spera di far profitto) che si spie-

(a) *L'Autore non ha adempiuta la sua idea, lasciando imperfetto il presente Capitolo.*

ſpieghino felicemente parecchi effetti naturali de' più naſcoſti, ed aſtruſi, i quali ſembrano a prima viſta ſuperiori alla umana capacità.

Ma per non deviare dal diritto ſentiero nell'uſo del metodo, ſi vogliono addurre alquante neceſſarie avvertenze. E prima d'ogni altra coſa indiſpenſabilmente fa di meſtieri aver alle mani alcuni fenomeni ben avverati, e poſti fuori d'ambiguità da replicate incontraſtabili eſperienze, dai quali dedurre ſi poſſano una, o più leggi fondamentali della Natura, che non ammettono eccezione: perchè delle ſecondarie ſi dee tener poco conto, ſiccome di quelle, che non di rado mutate le circoſtanze, ſi diverſificano. Diceva il famoſo Archimede, che ſe gli foſſe aſſegnato un luogo ſtabile, ſu cui poteſſe fermar immobili le ſue macchine, avrebbe egli ſaputo cacciare dai proprj ſiti le vaſte moli della Terra, e dei Cieli. Non altrimenti, ſoggiungo io, rieſcono vani, ed inutili gli ſforzi delle noſtre meditazioni, mentre non anno, ove fondarſi, ed a qualche baſe ſoda, ed inalterabile non ſi appoggiano; avvegnacchè l'ignoto non ci dà mai, ſe non ſe l'ignoto.

II.

Ogni qual volta guardato da tutti i lati il ſubbietto, non ci va fatto di ſpiegare con chiarezza i fenomeni, e le leggi, che lo accompagnano, per mezzo dei canoni generali del moto, delle forze, e delle reſiſtenze; allora ſiamo nel caſo di uſare il metodo menzionato, e di traſportare gli effetti, e le apparenze fiſiche ai teoremi geometrici, ed alle analitiche equazioni, adattando induſtrioſamente le dimoſtrazioni matematiche a quelle leggi fiſſe, che gli eſperimenti ci ſomminiſtrano. Cotali delicatiſſime ricerche non fanno per tutti gl' ingegni, e ci ſi richiede oltre un gagliardo vigore di fantaſia, ed un abito confermato dal coſtume di reggere ad un lungo filo di ben dedotte conſeguenze, anche una ſuperiorità magiſtrale in tutto ciò, che c'è di più recondito nel vaſto giro dei matematici inveſtigamenti. Per la qual coſa rariſſimi ſono coloro forniti di lena baſtante per intraprendere il diſaſtroſo viaggio, in cui quanti paſſi ſi muovono, altrettanti intoppi s'incontrano. Ci vuole di più una ſcrupoloſa attenzione, perchè non ci eſcano inavvedutamente di mano certe particolarità, che alla meta diviſata ſpeditamente ci guidano, ed appreſſo una perpetua cautela, per non inciampar tratto tratto, e per non precipitare talvolta in errori ineſcuſabili. Si profeſſa di far sì, che la Natura cangi ſtato, ed in ſcambio d'un ſiſtema vero, che attualmente ſuſſiſte, un altro ſe ne introduce, che certamente non è in fatto, e che forſe non è poſſibile. In queſto mentre i due ſiſtemi reale, ed immaginario debbono eſſere talmente concordanti, che i fenomeni del ſecondo a quei del primo eſattamente riſpondano: altrimenti a che pro mai per eſplicare le fiſiche apparenze, valerſi d'una poſizione, che non cammina di concerto colla Natura, nel tempo ſteſſo, che un tale accordo ſi è l'unico ſcopo del noſtro metodo? Quinci ſi raccoglie, ch'eſſo metodo, ſiccome mette ogni ſtudio nel rintracciare gli effetti ſeguitando la ſcorta delle leggi, da cui vengono regolati; così non è punto ſollecito delle cagioni, dalle quali dipendono, nè dal magiſtero adoprato dalla Natura in produrli.

li. Il motivo ſi è, perchè utilmente ſi ſpende il tempo, e la fatica intorno le verità, che ſono ſtarei per dire di noſtra giuriſdizione; ed all'incontro è vana, ed audace impreſa il logorarſi il cervello dietro quelle, che ſtando preſentemente, e forſe per l'avvenire naſcoſte nel ſeno della Natura, le forze della noſtra mente traſcendono.

III.

Galileo Galilei avrà ſenza fallo eſaminate con attenzione le ſentenze dei Filoſofi concernenti la gravità, e con l'accuratezza del ſuo intelletto avrà fatto ogni tentativo per inveſtigarne le occulte cagioni. Egli però, che non era Uomo da laſciarſi traſportare dall'impeto d'una calda immaginazione, arriſchiando conghietture, ed ipoteſi poſto in non cale lo ſconoſciuto meccaniſmo, ſi è contentato di farne ſemplicemente paleſi le proprietà. A roveſcio degli altri Fiſici, che tanti diſcorſi inetti avean fatto ſulla natura della gravità, e totalmente ne ignoravano le affezioni, ſi propoſe egli di applicarſi con tutto lo ſtudio a tale importantiſſima inchieſta, per cui ci ſi manifeſtano le ſegrete operazioni della Natura, e ſervendo mirabilmente alla pratica, reca alle Arti più nobili ſplendore, ed accreſcimento. Corre voce aver Lui, mentre un giorno in Chieſa ſi tratteneva, oſſervato a reciprocare una lampada, e meſſa la mano ſul polſo eſſerſi accorto numerate le battute dall'arteria, che le vibrazioni nel principio del moto aſſai grandi, e nel proſeguimento molto più picciole, ſi compivano tutte nel medeſimo tempo. Baſtò queſto tenue barlume agli occhi lincei del Galileo: tanto è vero che una mente diſcorſiva, e geometrica da coſe in apparenza fievoliſſime ſa dedurre concluſioni ſtupende, ed inaſpettate. Dando per tanto una verità mano all'altra, nacque all'improviſo una nuova Scienza ignota all'Antichità, ſu cui ſi fondano i moderni ritrovamenti, i quali quanto ſuperano i Galileani per la ſublimità, altrettanto reſtano indietro per il pregio della invenzione.

Già ſi ſapeva, che i peſi in piombando abbaſſo ſi accelerano, ſperimentandoſi tanto più gagliarda la percoſſa, quanto da maggiore altezza diſcendono: ma niuno s'era per anco penſato d'indagarne le leggi. Si avvide il Filoſofo Fiorentino, che i minimi aumenti delle velocità non riſpondevano in proporzione alle fluſſioni degli ſpazj traſcorſi nella caduta; atteſo che per compiere qualſivoglia breviſſimo viaggio, non ci vorrebbe meno d'una eternità. Conobbe egli adunque doverſi ricorrere al tempo, e ſtabilì ſiccome un principio, che moto uniformemente accelerato ſi è quello, nel quale in tempi pari ſi aggiungono al mobile gradi eguali di velocità, ed in cui conſeguentemente, cominciando dal punto di quiete, gli ſpazj ſono in ragione dei quadrati dei tempi, e delle celerità. Crediam noi, che il citato Scrittore foſſe mai giunto a darci una compiuta teorica delle diſceſe dei corpi gravi e per le linee del piombo, e per i piani inclinati, e per le ſuperfizie curve, che avrebbe perfezionata la Baliſtica, e la dottrina dei pendoli tanto utile agli uſi civili, e all'Aſtronomia, e che ci avrebbe arricchiti di tutte quelle cognizioni, che ne' ſuoi volumi ſi leggono; s'egli ſi foſſe trattenuto

di proposito a contemplare in se stessa la gravità? Si riponga pure o fra le attrazioni magnetiche, o alla vertigine della materia eterea si attribuisca, ovvero abbia a concepirsi siccome una qualità innata dei corpi, dalla quale verso i loro centri incessantemente vengono spinti, o finalmente come una legge a tutta la materia comune, onde si mantenga fra le parti dell'Universo un mutuo, e perpetuo commerzio; queste, ed altre meditazioni sono belle, ed ingegnose, e senza dubbio anche troppo per il cervello austero del Galileo. A lui bastava soltanto di poter assumere la gravità, lasciate da parte le cagioni, da cui deriva, siccome una forza al mobile continuamente applicata, e costantemente operante per tutto il viaggio, s'ella è uniforme, o almeno per ogni minimo spazio, se i fenomeni la richiedon variabile. Per le quali cose al presente metodo, che conforme ho notato, nell'interno delle operazioni naturali guari non penetra, poco importa, se una sola, o molte cagioni nella produzione dell'effetto s'impiegano, se il meccanismo sia semplice, ovvero composto di parecchi elementi insieme misti, e confusi. Quello, che maggiormente rileva, si è che, gli effetti sieno fermi, ed invariati, e che le leggi moderatrici non vengano nè punto nè poco alterate, perchè succedendo, che la Natura ne' suoi lavori varia, ed inconstante si mostri, ed ora ad una regola, ed ora all'altra si appigli; in sì fatta positura di cose la nostra maniera di filosofare non trova luogo, e fa di mestieri rifuggire a qualche altro metodo; avvegnachè tutte le ricerche fisiche collo stesso artifizio non vogliono essere maneggiate.

IV.

In questo mentre se accadesse mai, il che ci giova sperare, che l'intelletto umano stendendo più oltre i suoi voli, giugnesse a nettamente comprendere un qualche altruso fenomeno del numero di quelli, che a' nostri giorni si giudicano inesplicabili, e a mettere in chiaro non solo le cause, che a generarlo concorrono, ma di più il modo, con cui la Natura vi si adopera intorno; non nego già, che mosso un altro passo, fossero per estendersi i confini del sapere. Con tutto ciò le scoperte massiccie fin ora sagacemente fatte sul piede, in cui sono, si rimarrebbono. Venga al Mondo un Filosofo di genio sublime, il quale non per via di nozioni metafisiche, o d'ipotesi arbitrarie, ma di veri, ed incontrastabili principj meccanici ben applicati, ci mostri a dito la serie degl'impulsi, che passando da corpo a corpo sollecitano all'ingiù le masse pesanti. Ci manifesti distintamente la materia operante, la sua quantità, la sua forza, le sue direzioni, ed oltre ciò la maniera, per cui al grave si comunica il movimento, e qualmente colla reazione il modifichi. Non si dimentichi di qualsisia circostanza appartenente al subbietto, e di tutte le particolarità ci dia una rigorosa dimostrazione. Avrà egli certamente fatto assai: frattanto le verità esposte dal Galileo, dal Borelli, dall'Ughenio, e dagli altri moderni Geometri intieramente sussisteranno, anzi verranno maggiormente confermate, e non mai corrette, o distrutte, accrescendosi in noi il piacere di vederle a nascere dalla loro primitiva origine. E se così è, avranno bensì i nostri Posteri, onde maravigliarsi, e forse con ragione, che ci siamo arrestati a mezzo il viaggio, ma non potranno rimproverarci che dal retto sentiero abbiam deviato.

V.

M'inoltro a considerare un'altra prerogativa del metodo, la quale consiste nell'artifizio di ridurre le cose ad una grande semplicità. E' vaglia il vero, ad una qualunque cagione o semplice, o di parecchie cagioni, ed elementi formata, la quale non sia conosciuta in se stessa, ma bensì negli effetti da lei con inviolabili leggi prodotti, poco ci vuole ad imporre un nome, chiamandola o gravità, o attrazione, o forza di molla, o virtù magnetica, o che so io. Nè ci dia noja il vocabolo, per cui si dinota piuttosto l'effetto, che la cagione. Ed ogni qual volta giusta le idee popolari, e le comuni nozioni si adoprano con tale circospezione le parole, e se ne restrigne il significato ad esporre l'effetto noto colla debita dipendenza dalla causa ignota; indiscreto è colui, che piatisce ostinatamente sopra una voce, e ce muove querela. Bisogna poi far passaggio dai canoni, che regolano gli effetti, o sia la reazione, a quelli, che danno norma alle cause, o vogliam dire alle azioni. E' così stretta la connessione tra la causa generante, e l'effetto generato, che sebbene non s'intendono le circostanze, ed il modo della produzione, dalla forza però, che risiede nell'effetto, si misura l'energia, che dalla cagione nel produrlo s'impiega. Affermando io, che un grave naturalmente discende, esprimo con chiarezza ciò, che in fatto succede, e adombro nel tempo stesso oscuratamente la cagione nascosta sotto il velo d'una parola, appellandola gravità. Ma quando dall'esperienza mi vengono notificate le leggi della caduta, agevolmente arrivo a comprendere l'andamento degl'impulsi passo passo al mobile comunicati. Cominci il peso A (Fig. 22.) a piombare all'ingiù per la verticale AB, e si sappia, che in ogni punto C si trova animato dalle velocità esposte per le ordinate CD della curva data ADG. Atteso che la forza viva, che risiede nel mobile giunto che sia al sito C, ci viene rappresentata da una grandezza proporzionale al quadrato della velocità $CD = u^2$; da ciò si conosce quanta forza nell'effetto si trasfonda dalla cagione. E perchè l'impeto si acquista a gradi, e tanto più si aumenta, quanto il grave avanza cammino, movendosi un passo per lo spazio inassegnabile $cC = ds$, si accrescerà la velocità per la fluzione $ID = du$, e conseguentemente anco la forza viva per il momento della celerità moltiplicato nella massa, o per il prodotto $mudu$. Se dunque si ha da mantener ferma la corrispondenza tra la causa, e l'effetto; egli è necessario, che la gravità contrassegnata per la linea $ec = f$ accompagnando il corpo e sollecitandolo uniformemente per il tratto infinitesimo cC, vinca l'inerzia di esso, coll'aggiungerci una minima impressione equivalente all'accrescimento della forza novellamente guadagnata. Per la qual cosa avremo $ec \times cC = fds = mudu$, ed integrando $\int fds = \frac{mu^2}{2}$. Quinci descritta la curva FEH colla condizione

che

che le doppie aree AceF, ACEF sieno eguali alle respettive quantità $m \times \overline{cd}^2$ $m \times \overline{CD}^2$; la predetta curva ci mostrerà la scala delle forze acceleranti, e le menzionate aree ci metteranno sotto gli occhi gli aggregati degl' innumerabili impulsi successivamente dalla gravità al mobile partecipati, onde dalle azioni d'una forza morta quantunque minime, ma infinitamente replicate, la forza viva si generi.

VI.

Appresso per maggiore semplicità bene spesso si finge, e si considera la Natura siccome operante nel vano. Veramente questa si è una pura finzione, ma tale, che ben usata ci guida per un sentiero più corto, e meno intralciato alla verità. Ogni qual volta i fenomeni piglian la norma da leggi ferme, ed immutabili (perchè altrimenti conforme ho gia detto, ed ora lo replico, infruttuosamente al metodo si ricorre) può intervenire, che due, o più elementi fra loro contrarj di forza, e di direzione talmente si contemperino, che dopo le vicendevoli azioni, e reazioni, come se non ci fossero, nulla rimanga, almeno per quello appartiene all' effetto principale, e che un altra cagione nel tempo stesso del pari impedita, ed avvalorata eserciti liberamente il suo intiero vigore. In sì fatte circostanze si trascurano francamente quegli elementi, che non lasciano di se alcun vestigio, e le forze agenti, che nel produrre gli effetti s'impiegano, si misurano, e si computano, come se per uno spazio vuoto operassero. Sciolga una nave dal lido a vele piene sospinta dal vento, che soffia con egual gagliardia: egli è certo, che il moto del vascello s'anderà passo passo accelerando, finattantochè la forza dell' aere nelle vele raccolta supera la resistenza dell'acqua, che non può essere cacciata fuori di luogo senza contrasto. Ma perchè quanto la nave cammina più pronta, tanto più per una parte si sottragge all' urto del vento, e ne riceve una minore impressione, e per l'altra tanto più ricresce la ripugnanza dell'acqua obbligata a cedere con maggiore velocità; egli è necessario, che le due forze da principio ineguali, scemando la più grande, ed aumentandosi la più picciola, in progresso all' equilibrio pervengano. Ed in tale stato avranno a perseverare, mentre non si diversifichino le circostanze; conciossiachè le spinte istantanee, che dal vento successivamente si comunicano al vascello, dalla reazione dell'acqua vengono bilanciate; laonde non ne nasce effetto di sorta, per quello concerne l'accelerazione, o il ritardamento della nave, la quale proseguisce il suo viaggio con moto equabile in virtù dell'impeto già conceputo. Ora tolta di mezzo l'aria, e l'acqua, ed estinti gl'impulsi, che per mezzo del corpo del vascello passavano da un fluido all'altro, la forza partecipata al mobile, che in esso risiede, e si conserva non essendoci agente esterno, che la diminuisca, o l' accresca, farà sì, che la nave seguiti a correre per lo spazio vano, ed indefinito colla stessa velocità, e colla medesima direzione. Quinci il supposto quantunque finto, al vero però equivalente, ed immune da ogni errore ci servirà per segnare la strada, e misurare esattamente il cammino.

VII.

Diasi frattanto, che dagli elementi o cospiranti, o contrarj venga in qualunque maniera alterata, e modificata l' economia delle cause principali, se non ostante ciò gli effetti a leggi ferme, e costanti si ravvisano sottoposti, il nostro metodo c' insegna a riflettere semplicemente sul complesso, o meglio sul residuo delle cagioni operanti, mettendo in non cale quelle forze, ch' io chiamo secondarie, le quali fra loro contrastandosi in altri usi si spendono, e nell'effetto primario, di cui si va in traccia, non influiscono. In cotali malagevoli ricerche tutto l' artifizio consiste nel farsi di proposito ad investigare la legge speziale di forze atta nata a produrre nel vacuo quegli stessi effetti, e quella serie di fenomeni, che nel pieno si osservano. Ottenuto ciò, che senz' attenzione, e sagacità non si ottiene, ci si presentano a folla le conseguenze, ed una verità nascendo dall'altra, cioè le più composte dalle più semplici, si vede chiaro abbastanza, onde dilucidar la materia, quantunque non s'abbiano sotto gli occhi le circostanze tutte, e l'intiero apparato di azioni, e di reazioni posto in opera dalla Natura. Ci vuole senza dubbio un più lungo filo di raziocinj per intendere gli effetti complicati di contrasti, e di opposizioni, ed uno molto più breve, quando dalle resistenze si prescinde, e s'istituiscono i computi sulla sola porzione di forza, che nell'effetto principale unicamente s'impiega.

VIII.

So bene anch'io, che chi potesse tener conto d'ogni elemento, descrivendo a parte a parte il meccanismo della Natura con tutte le leggi primarie, ed accessorie, dall'aggregato delle quali, e dal loro temperamento l'opera finalmente a perfezione si riduce; non dovrebbe valersi certamente dei metodi artifiziali, e succedanei, trasportando la cosa dal pieno al vuoto, e dal fisico al geometrico. Ma forse non è ancor nato, e stenterà forse a nascere colui, al quale sia dato in sorte il poggiar tant'alto. E quì bramerei, che il Lettore richiamasse a memoria, che intorno le resistenze anno scritto diffusamente i più profondi Matematici de' nostri tempi, e se si dee parlare sinceramente, con pochissimo profitto: perchè le loro teoriche, sebbene sottili, ed appoggiate ai canoni della interior Geometria, in nessun modo s'accordano coi fenomeni. Ho dimostrato altrove essere incostante, e variabile, e rinserrata fra certi limiti quella spezie di resistenza, che semplicemente proviene dalla inerzia della materia; e se vi si aggiungono le altre due procedenti dalla tenacità, e dal fregamento, delle quali non sono per anco poste le leggi fuori di ambiguità, s'imbroglia talmente la faccenda, e si mischiano, e si confondono gli elementi, che non se ne sa trovare nè capo, nè via. I dati ci si cambiano in mano, i calcoli differenziale, e sommatorio ci abbandonano, e la fantasia umana resta sopraffatta dalla moltitu-

tudine delle circoſtanze, e delle leggi inſiememente confuſe, ed incorporate.

In queſto mentre la Natura, che ne' ſuoi computi non s'imbarazza, e con pari franchezza nelle ſue fatture o ſemplici, o compoſte ſi adopera, frequentemente dalla unione di parecchi elementi miſti, ed intralciati ſa ricavare effetti ſemplici, e regolati, e da leggi ſtabili moderati. Ora ſe queſte leggi per via di accurate ſperienze ci ſi rendono manifeſte, dimando qual partito ſi deggia prendere. Abbiamo forſe a ſviluppare ad uno ad uno i predetti elementi, per farci ſtrada alle loro imbrogliatiſſime combinazioni, onde ſi pervenga finalmente a cogliere la Natura ſto per dire ſul fatto, e a diciferare il ſuo recondito magiſtero? Lo ſforzo ſarebbe grande, e ſublime, ma niuno, cred'io, ſi coſtituirà mallevadore della buona riuſcita; perchè ci ſmarriremo a mezzo il cammino, allontanandoci ſempre più dalla meta, quando ci parerà d'eſſere più proſſimi ad afferrarla. Dobbiamo forſe laſciare la coſa intatta, e traſandarla ſiccome ſuperiore alla noſtra capacità; o pure conforme tutto dì ſi pratica, ſervirci di frivole conghietture, e d'ipoteſi mal fondate? Nulla di ciò; avvegnachè il noſtro metodo opportunamente ci ſoccorre, e ci addita il modo, almeno per quanto ſi può, di ben maneggiare il ſoggetto. Ne abbiamo un eſempio nella teorica Nevvtoniana dei moti celeſti, col quale meglio aſſai, che colle parole ſi mette in chiaro la maſſima. (a)

IX.

Due coſe ancora reſtano a dirſi in propoſito del metodo, che vo proſſimamente ſpiegando. La prima ſi è, che quanti più dati abbiamo alle mani, con tanta maggior franchezza s'entra nella propoſta materia; conciofſiachè col numero dei dati va del pari quel delle leggi, ed ogni dato, ed ogni legge è feconda di conſeguenze. Queſte derivanſi non ſolo da qualunque fenomeno in particolare, ma di vantaggio molte, e molte dai loro diverſi combinamenti: per la qual coſa sbucando da varie ſorgenti, e diramandoſi per varie vene la verità, ci ſi affacciano parecchi teoremi, che ben dedotti, e ben dimoſtrati ci danno materia per un compiuto Trattato. Biſogna confeſſare frattanto avvenir di rado, che ci vengano da ſicuri, ed irrefragabili eſperimenti ſomminiſtrati tanti fenomeni, e tanti canoni, i quali baſtino, perchè nel ſubbietto nulla reſti a deſiderarſi. Molte verità alla giornata ſi ſvelano, e molte più nel bujo rimangonſi o per mancanza dei dati, o per difetto di attenzione nell' applicarli. E ſe così è, le noſtre ſcoperte ſervono ad abbreviare la ſtrada a quei, che verranno, i quali non avranno a principiare dove abbiam cominciato noi, ma bensì dove abbiamo finito.

Nel

(a) *Di ciò ha trattato l' Autore nel Saggio intorno il Siſtema dell' Univerſo Lib. II. Part. I. Cap. V. VI. VII.*

Nel ſiſtema dei moti celeſti non anderanno eglino in traccia del canone dei tempi parziali, o di quello dei periodici, ambo manifeſtati dal Keplero, nè della legge delle forze centrali determinate dal Cavalier Nevvton in ragione reciproca duplicata delle diſtanze, nè di qualche altra proprietà dai Moderni ſatta paleſe. Dovranno bensì affaticarſi, ſe pure riuſcirà loro l'intento, in ridurre a regole ferme certi fenomeni, quali preſentemente di voler ſottoporſi ad alcuna legge non moſtrano. Cotali ſono le eccentricità dei Pianeti, i tempi delle rivoluzioni intorno gli aſſi, e le inclinazioni degli aſſi medeſimi al piano delle loro particolari eclittiche, e di queſte alla terreſtre, o piuttoſto all'equatore ſolare con molte altre particolarità, di cui mal ſi rende ragione o per via di congruenze, o per via delle cagioni finali. E'noſtra diſgrazia, che delle mille coſe una a fatica ſe ne ſa, e le reſtanti tutte profondamente vignorano. Abbiamo intanto onde raſſicurarci in riflettendo, che ciò, che da Noi preſentemente non ſi comprende, non arreca pregiudizio di ſorta alcuna a quelle ſincere cognizioni, che a forza di ſtento, e di ſtudio appoco appoco ci ſiamo acquiſtate. Potrebbe eſſere, che con l'ajuto di nuovi dati ſi manifeſtaſſero dei canoni per anco occulti, i quali forſe o per via di dipendenza, ovvero di concomitanza foſſero ſtrettamente conneſſi con quelli, che ſono già conoſciuti. Frequentemente accade, che le verità naturalmente legate inſieme o fuſſi ſtono ſeparate nell'intelletto umano, che non ne diſcerne l'attacco, o pure ſe ne ſappia una ſola, e non le compagne; perchè ci mancano i mezzi di rintracciarle. Ma ſe avanzando cammino, ſi vede com' eſſe verità dianſi la mano ſcambievolmente; allora perſiſtendo intatte le per avanti cognite, una novella luce ſulla materia viene a diffonderſi.

Prima che l'incomparabile Cavalier Nevvton c'inſegnaſſe, che le forze, dalle quali ſono obbligati i Pianeti a trattenerſi nelle loro orbite, tanto decreſcono, quanto ſi aumentano i quadrati delle reſpettive lontananze dal centro comune, era noto il canone del Keplero concernente i tempi periodici ricreſcenti in ragione ſeſquiplicata delle diſtanze medeſime. Si ſapeva il fenomeno, e della cauſa eravamo onninamente all'oſcuro: anzi non eſſendo la proporzione dalla Natura preſcelta del genere di quelle più ſemplici, di cui ſuole la noſtra mente appagarſi, ſi difficoltava per queſto capo l'inveſtigamento della cagione. Ora ſi capiſce chiaramente, che la regola del Keplero ſi è una conſeguenza della legge Nevvtoniana. All' incontro io reſto ſopraffatto dal modo in apparenza irregolare, con cui procedono le eccentricità dei Pianeti, e le proporzioni fra gli aſſi delle curve eclittiche. Quì certamente ci ſta naſcoſto un qualche arcano, di cui non abbiamo la chiave; mentre chi poteſſe penetrare nei ſecreti ripoſtigli della Natura, ci ſi affaccerebbe un ordine ſtupendo di coſe affatto alieno, e remoto dai noſtri concepimenti.

X.

Do compimento a' miei ragionari ſul noſtro metodo con l'ultima avvertenza. Sta eſſo in qualche modo di mezzo fra le poſizioni puramente geo-

geometriche, o meccaniche, e le ipoteſi fiſiche degli Atomiſti, e dei Carteſiani. Va del pari con quelle nel fine, che ſi prefigge, di corriſpondere alle apparenze, e ai fenomeni; e cammina di concerto con queſte, perchè ſi appoggia a' principj fiſici. Delle ſeconde non farò preſentemente parola, avendone trattato a lungo in un capitolo a parte: dirò ſoltanto, che i Filoſofi ipotetici troppo preſumono, quando ci vogliono far vedere con gli occhi della fantaſia il principio, il progreſſo, ed il compimento delle operazioni della Natura. Sotto la rubrica delle prime io colloco le vecchie, e le nuove teoriche dei Pianeti, e le coſtruzioni matematiche, che ſervono all'Aſtronomia, nelle quali con replicati tentativi di molti ſecoli ora corregendole, ora modificandole, ed ora mutandole, finalmente ſi è conſeguito, ſe pure ſi è conſeguito, che le tavole indi dedotte non diſcordino gran fatto dal Cielo. Biſogna però confeſſare, ch'eſſe ſono totalmente aliene dalla Fiſica, e che inteſe a ſoddisfare alle ſole apparenze non ſi curano nè punto, nè poco di tener dietro al meccaniſmo della Natura, e d'inveſtigarne le leggi. Alle affezioni geometriche aggiunganſi le ſtrutture meccaniche lavorate, acciocchè preſtino un pari uffizio. Si conſerva tuttavia la memoria della ſtupenda ſfera vitrea d'Archimede rappreſentante in breve giro i moti celeſti, e benchè l'artifizio della ingegnoſa fabbrichetta non ſia pervenuto a noſtra contezza, poſſiamo però ſupplire alla perdita colle moderne invenzioni. Raccordo la macchina di Criſtiano Ughenio, la quale ci mette anzi gli occhi le rivoluzioni de' Pianeti ſecondarj, che Giove, e Saturno circondano. E fra tutte le altre, che annoverar ſi potrebbono, non è da porre in dimenticanza l'eſattiſſimo plano-ſferologio, opera del celebre Bernardo Facini Veneto ad uſo, e diletto della Ser.ma Dorotea Sofia Conteſſa Palatina del Reno, e Ducheſſa di Parma, e Piacenza: nel quale ordigno, oltre i giri del primo mobile, e delle ſtelle più coſpicue del firmamento, ſi dimoſtrano colle loro anomalie i rivolgimenti del Sole, e della Luna. Queſt' oriuolo maraviglioſo è compoſto di molle, di ruote, di perni, di pendoli, di coclee, e che ſo io, organi, che certamente non an luogo in Cielo, nè la meccanica dello ſtromento ha punto, che fare con quella della Natura. Non oſtante ciò, ſe la picciola macchinetta è una immagine in compendio delle celeſti viciſſitudini, ed i ſuoi movimenti a quei dei Pianeti, e delle ſtelle fiſſe compiutamente riſpondono, camminando eſſa paſſo paſſo col Cielo, e ſegnando fedelmente i circuiti, i tempi, e le faſi dei corpi ſuperiori, ſi giudica ridotta all'ultima ſua perfezione. Il noſtro metodo ſi diſcoſta egualmente dall'uno, e dall'altro eſtremo; concioſſiachè per una parte non è così ardito di fondare la ſcienza delle coſe naturali ſopra ipoteſi immaginate a capriccio; e per l'altra non ſi contenta di ſalvare ſemplicemente le apparenze, ma va in traccia delle leggi fiſiche, dalle quali prendon la norma i fenomeni.

CA-

CAPITOLO UNDECIMO

Delle Ipoteſi.

I.

LUnga ſtagione io ſono ſtato perpleſſo, in che pregio aveſſe a tenerſi il metodo, che nei naturali inveſtigamenti procede per via d' ipoteſi, e che nel paſſato ſecolo con eſorbitante piena ha innondata l'Europa tutta, e maſſimamenre la Francia, da che cominciarono a gittar profonde radici le due Sette affatto ipotetiche de' Gaſſendiſti, e de' Carteſiani. Si ſarebbe preſervata dal comune contaminamento l'Italia, ſe dietro l'orme del Galileo ſi foſſe attenuta alla maſſima ſoda, e fondamentale, che le ipoteſi ſono belle, ed ingegnoſe, ma per lo più non dimoſtrate, nè dimoſtrabili. Confeſſo di buona fede, che molti de' noſtri ſi ſono laſciati traſportare a feconda della corrente: ma per non defraudare la mia nazione della debita lode, deggio dire altresì, che i noſtrali a confronto degli ſtranieri ſono ſtati aſſai più parchi e circoſpetti nel fabbricare caſtelli in aria, ed in allentare la briglia alla fantaſia. Legganſi in prova di ciò il Torricelli, il Borelli, il Malpighi, il Montanari, il Bellini, il Redi, e parecchj altri ch' io traſando, per non ordire un lungo catalogo. Dappoichè vennero alla luce le opere maravigliоſe del Cavalier Iſacco Nevvton, ſi avviddero gl' Ingleſi eſſerci una maniera più eſatta, e più ſolida di filoſofare, e cominciarono a diſguſtarſi delle ipoteſi: ſe pure ſe anno quanto baſta abbandonate di che per ora non ſo parola. Veggaſi la bella prefazione del celebre Ruggiero Cottes poſta in fronte ai Principj matematici della Filoſofia naturale del lodato Cavalier Nevvton, in cui ſi approva il metodo inſegnato e meſſo in pratica dal Galileo.

Per lavorare una ipoteſi intorno qualche fenomeno, che ci ſi preſenti, e di cui ſi voglia tentare la ſpiegazione, egli è d' uopo formarſi in teſta, e ben concepire una ſtruttura puramente meccanica, la quale al caſo eſattamente ſi adatti, ed alle apparenze riſponda colla debita puntualità: a tal che ſe di eſſa ſi foſſe ſervita la Natura naſcerebbono gli ſteſſi effetti colle circoſtanze medeſime, che in fatto ſi oſſervano. Queſta ſoggia di maneggiare i problemi della Fiſica a primo aſpetto è così ſemplice, e tanto confacente alla noſtra immaginazione, che pare non poterſi deſiderar di vantaggio. Per la qual coſa non facciamo le maraviglie ſe l'indicato metodo abbia avuto, e credito, e ſpaccio, e ſe tuttavia ſi mantiene in riputazione, concioſſiachè l' intelletto umano prova una gran compiacenza, mentre ſi luſinga d'andar di pari colla Natura, anzi quaſi dirci di prevenirla, moſtrando a dito qualmente poteva ella, e dovea adoperarſi ne' ſuoi lavori, e diriggere le ſue più ſegrete operazioni. Aſſeriſco pertanto, che nelle fiſi-

che investigazioni le ipotesi, quantunque non dimostrate, nè dimostrabili, si condanneranno sempre, e sempre si riterranno. Io per me non ho coraggio di totalmente bandirle: m'ingegnerò soltanto, se mi riuscirà la faccenda, di ridurle a dovere, onde si adoprino con cautela, e con discrezione. Perciò mostrerò il buon uso, che può farsene, e da quali circospezioni vogliano essere accompagnate: indi metterò in vista gli abusi, che fatalmente si sono introdotti, ed anno convertita la Fisica in una spezie di romanzo.

II.

Sovente accade, che da una teorica, per altro ben avverata colle sperienze, e coi raziocinj, si ricavano conseguenze, le quali sembrano strane, e maravigliose, e facendo forza alla fantasia lasciano la mente inquieta, e perplessa. Talvolta ancora contro ad essa si mette in campo qualche eccezione, o difficoltà, di cui non si vede chiara la soluzione. In questi incontri non si può condannare l'uso moderato di qualche semplice ipotesi, la quale metta in calma la fantasia, e ci adombri un modo, onde si dilegui la proposta difficoltà. L'ipotesi, quantunque congrua, e naturale, non si vuol ricevere come vera, ma soltanto come acconcia per liberarci da que' sospetti, che ritrar ci potrebbero dall' abbracciare la ben fondata teorica.

Dall'ipotesi Copernicana discendea per legittima conseguenza, che le stelle fisse doveano essere collocate in un'immensa incomprensibil distanza dal nostro globo, la quale veniva da' suoi contradditori rinfacciata, siccome un patente assurdo. Ad allontanare una difficoltà, ch'è tutta dell' immaginativa, basta con una semplice ipotesi, siccome ha fatto il rinomato Cristiano Ughenio, supporre, che il Sole, e la Stella Sirio, sieno eguali, e di luce egualmente vigorosa forniti.

Essendo fuor di dubbio, che le Stelle fisse son tanti Soli di luce propria risplendenti, si cerca quanto dalla Terra abbia a rimuoversi il Sole, onde faccia in noi una impressione simile a quella di Sirio. Il lodato Scrittore volto a ritroso un lungo tubo ottico, si avvide, che l'immagine solare ricevuta nella retina non si diminuiva abbastanza. Perciò applicati al cannocchiale alquanti microscopj più, e meno acuti, dopo varj tentativi s'avvenne in una combinazione di vetri, per cui a giudizio del senso vedeva sotto il medesimo aspetto il Sole di giorno, e Sirio di notte. Ridotto il computo dai teoremi noti della Diottrica, dalla lontananza apparente, e calcolata del Sole dedusse quella di Sirio. Quantunque l'ipotesi non ci dia di gran lunga la misura esatta; serve però alla principal intenzione di farci comprendere la sterminata distanza fra noi, e le Selle fisse. La qual osservazione fa disparire interamente la difficoltà promossa contro al sistema Copernicano.

III.

III.

Mi sia permesso di rischiarar la dottrina con un secondo esempio. Contro all'infallibile proposizione idrostatica, che ogni corpo più grave in ispecie dell'acqua immerso in essa discende, e si porta al fondo, si suol opporre, che i sali, comunque sieno specificamente più gravi, pure disciolti nuotano sospesi, nè dalla gravità loro sono abbasso precipitati. Difficile impresa sarebbe lo stabilire il preciso meccanismo, di cui ad ottenere un tal fenomeno servisi la Natura. Ma a chi non ha altro in animo, se non se di rimuovere l'obbiezione, potrà bastare la seguente non inverisimile ipotesi.

Ponghiamo, che tra le particelle dell'acqua, le quali toccansi, sieno frapposti alcuni spazietti vacui, cui noi possiam dar il nome di cellule: ponghiamo di più, che le particole saline per la dissoluzione sieno a tal picciolezza condotte, onde si possano annicchiare nelle cellule, senza esser toccate dall'acqua superiore, e la pression sostenerne. Certa cosa è, che le dette particelle saline poste dentro le cellule, sebbene più gravi in ispecie dell'acqua, non devono calar in giù; perchè non essendo gravate dall' acqua superiore, operano colla sola lor gravità, e vengono al contrasto colla gravità maggiore della colonna laterale del fluido. L' ipotesi riceve maggior probabilità da due osservazioni; la prima si è, che l'acqua impregnata di sali s'aumenta o nulla, o pochissimo di volume; la seconda, ch' essa è valevole a sostenere una determinata copia di sali, e non più. Amendue le osservazioni suddette altro non sono, che conseguenze schiettissime dell' ipotesi; perchè se le particelle s'adaggiano nelle cellule, non ricresce il volume, e riempiute che sieno, il sale di sovra più è costretto a discendere.

IV.

Alla prima maniera di ben usare le ipotesi facciam succedere la seconda. Talvolta si assume un ipotesi a piacimento, che sappiamo non esser vera, nè tampoco verisimile. Non ostante ciò siccome equivalente si adopera; imperciocchè mutandola sul fatto, e surrogandone qualunque altra, non si diversificano punto le deduzioni, e non si snerva il vigore del raziocinio. Abbiasi ad indagare in che consista la maravigliosa energìa di certi liquori più risentiti, e non viscosi, e tegnenti, come l'acqua, ed altri parecchi, per cui posti essi in un vase, ne premono in ogni sito le pareti, ed il fondo con tanta forza, come se in ciascuna stilla fosse raccolto tutto il peso d'una colonna di gocciole uguali l'una sovra l'altra a piombo addossate, e prolungata fino alla superiore estrema superficie del fluido. In oltre aperto nella sponda uno spillo, esce l'acqua per la direzione normale alla toccante del vaso con impeto, e spirito, e con celerità appropiata alla menzionata altezza, e tale, che si sarebbe acquistata in cadendo dalla medesima sublimità. In questa ricerca, poste in non cale le varie opinio-

nioni de' Fisici concernenti la fluidità, si badi soltanto al fenomeno. Una goccia in particolare, che alla superficie interiore del ricetto si appoggia, trovasi in istato di quiete, almeno relativamente al moto, che le si debbe comunicare. Appena dischiuso il foro, spiccia essa fuori coll'assegnata velocità terminale, che successivamente le viene impressa, ed aumentata, non operando mai la Natura di salto, sinattantochè per tutti gli intermezzi giugne ad un grado determinato. Fa d'uopo dunque, che la detta stilla venga stimolata, ed accelerata da una forza morta costante, che l'accompagni, e nell'atto di uscire dal vaso non l'abbandoni, cioè per tutto il piccolissimo spazio eguale alla sua grossezza. Compiuto l'effetto, all' azione delle particelle, che la circondano, e da tutti i lati con pari impressione la stringono, ella più non soggiace. Ora se io per investigarne il modo, ed il meccanismo, e per agevolarne la dimostrazione, fingerò, che ogni elemento acqueo sia di figura sferica, ed uguale di mole, e di densità, porrò una ipotesi falsissima in tutti e tre i presupposti, ma che alla vera da vicino si accosta, e nelle conseguenze con essa si confonde per una spezie di adequazione.

V.

Anche nelle scienze più rigorose giovano tal fiata le posizioni false, e se ne anno degli esempj specialmente nell'Aritmetica. A nostro proposito venga in campo la trita formola del Galileo concernente le forze costanti applicate ad un mobile, cioè $2fs = mu^2$. La lettera f dinota la forza motrice, la quale misurandosi, conforme ho detto, dall' altezza superiore del fluido sostentato nel ricettacolo, rispetto alla goccia mossa, ed al conato, ch' esercita, persiste adequatamente invariata, e può far figura di unità. Per la spezie s si esprime lo spazio corso dalla stilla nello sbucare dal vase, ed uscire all'aere aperto: il quale spazio s'agguaglia alla dimension della gocciola, che siccome asse ora maggiore, ed ora minore, determina la direzione del moto. Le altre due m, ed u espongono la massa dell' elemento, e la terminale velocità. Quinci essendo $\frac{s}{m}$ ad u^2 in data ragione, la detta

celerità sta in proporzione composta, diretta dimidiata dello spazio, ed inversa altresì dimidiata della massa. Per la qual cosa se ogni particola del fluido alla stessa pressione sottoposta dee sortire dalla vasca con pari celerità; fa di mestieri, che gli assi delle gocciole riguardino le respettive masse con proporzione costante. Ciò si verifica nella ipotesi assunta, che i liquidi si compongano di menomissime sferette uguali, e dense ugualmente, nascendo di conseguenza, che i diametri, o gli spazj trascorsi sieno fra essi, come altresì le masse in ragione di egualità. Niuno si persuaderà mai, che la Natura s' abbia addossato un tale impaccio, ed i fenomèni apertamente vi ripugnano. Le particelle dunque di qualsivoglia fluido spiritoso si scharicherebbono dai ricettacoli con differenti velocità, tolta la norma, e la misura delle masse più rare, e più dense, dalle grossezze giusto

giusto la direzione del moto, e dalla irregolarità delle figure; mentre però potessero ad una ad una spicciare. Ma perchè dagli spilli aperti sgorgando a frotta s'incalzano, e si affollano; ne segue, che in tal guisa scambievolmente si accelerano, e si ritardano, ed in una vena continovata, e regolare conformansi: laonde fatta la debita compensazione, acquistano una velocità media, ed adequatamente pari a quella, che alle menzionate omogenee sferette si converrebbe. Ed ecco sottentrato il finto in luogo del vero, senza pregiudizio delle illazioni, che se ne deducono.

VI.

Alcuni pochi sono stati d'avviso, che la somiglianza delle particole elementari, che nel precedente esempio abbiamo supposta, non solamente nell'acqua, ma ancora negli altri misti, ipotesi non sia, ma verità da sicurissime osservazioni manifestata. Ho letto, che il celebre Leuvvenoek co'suoi acutissimi microscopj era giunto a tale di vedere tutti di figura rotondata i menomissimi corpicciuoli, di cui si compongono i misti. Niuno si darà a credere, che l'occhio armato possa mai pervenire a discernere l'ultima divisione della materia, e perciò non vorrei, che si prendesse il relativo per assoluto, e per una fisica verità un inganno ottico. Per quanto sieno fini gl'instrumenti, le più minime particole, che per loro mezzo ci si rendon visibili, appajono confuse, e mal contornate, e ci si mostrano sotto una figura regolare, che non è la loro propria: in quella guisa appunto, che certi obbietti più grandi mirati in lontananza compariscono sotto un altro aspetto, e così una torre quadrata ci si affaccia siccome rotonda, essendo i primi a sottrarsi alla nostra vista gli angoli, e le altre inegualità. I microscopj accostano quegli oggetti, che per essere minutissimi rispetto il vigore del nostro sensorio, sono in certo modo collocati ad una indefinita distanza, e se non affatto invisibili, almeno non discernevoli: ma che tali non deggiono riputarsi relativamente agli occhi di certi piccolissimi entomati, i quali avendo a vivere, a crescere, a propagare la loro spezie, è fuor d'ogni dubbio, che veggono le cose ad essi proporzionate nella stessa guisa, che noi veggiamo quelle, che sono alla nostra portata, cioè relativamente grandi e picciole, aspre e liscie, rotonde ed angolari. E se con l'ajuto de' vetri certi menomi copuscoli ci si presentano di figura sferica, e regolare; segno è, che nella maggior parte di essi svaniscono gli angoli, e le scabrosità, e conseguentemente si mirano mal distinti, e sotto una forma diversa da quella, che loro in fatto compete.

Per la qual cosa io accorderei di buon grado la domanda, che fanno gli Epicurei, i Cartesiani, e quasi tutti i Filosofi ipotetici, che venga loro concesso, che i minimi elementi, onde si formano i corpi, non si reputino della stessa grandezza, nè della figura medesima. Sono internamente persuaso, che la Natura non s'abbia presa la pena di lavorare tutte su un tornio le particelle elementari, e penso altresì, che messa in opra questa ricercata regolarità, mal si ottenessero i fini, ch' ella nelle sue strutture, e nel suo meccanismo s'avea proposti.

VII.

VII.

Ritorniamo in ſentiero. Non ſi dee dare un perpetuo bando dalla Fiſica a quelle ipoteſi, colle quali ſi procura di dare ſpiegazione a un qualche fenomeno, ſervendoci delle cauſe, per altri fenomeni conoſciute, non ſpacciandole per vere, ma proponendole come ſemplici conghietture da eſſere ſottopoſte ad un rigoroſo eſame, con iſperanza di renderci certi della loro verità, o falſità per mezzo di fondati diſcorſi, e di ſenſate ſperienze. Non è credibile, quanto per queſta ſtrada ſiaſi arricchita la Fiſica, perchè ſebbene la maſſima parte di cotai conghietture ſieno ſtate in progreſſo ripudiate ſiccome falſe; pure non poche tratte collo ſtudio fuor d'ogni dubbietà, ſono paſſate ad eſſere reſe certiſſime.

Accortoſi il Dottiſſimo Torricelli della ſoſpenſion del mercurio dentro que' tubi, ove prima il vacuo eraſi procurato, ſoſpettò, che il fenomeno dipendeſſe dal peſo dell'aria, con cui la gravità del mercurio s'equilibraſſe. Propoſe modeſtamente cotal ſoſpetto per modo di ſemplice tonghiettura: ma non andò guari, ch'eſſa per opera de' Matematici Italiani, e Franceſi al ſommo grado di certezza fece paſſaggio. Ma non tutte le conghietture, come che vere, godono la fortuna di eſſer tratte in così breve tempo fuori di dubbio. Ve ne ha, che rimangono incerte per qualche età. Talvolta una poſteriore inaſpettata ſperienza riſchiara ciò, che per l'addietro era oſcuro, e ci fa vedere, che ci eravamo bene appoſti: lo che non interviene ſe non ſe di rado, e nelle più ſemplici poſizioni. Aſſerì Democrito eſſere la via lattea un aggregato di minutiſſime ſtelle fiſſe, e fra loro vicine. Queſta opinione ebbe corſo in via di mera ipoteſi circa venti ſecoli impugnata dagli altri Filoſofanti, i quali ſi credettero di ſoddisfare per varie ſtrade alla celeſte apparenza. Il cannocchiale Galileano ha ſedato i contraſti, e ci ha meſſo anzi gli occhi la vera ragione del curioſo ſpettacolo dal menzionato antichisſimo Fiſico indovinata.

Inteſo l'Ingleſe Signore Bradlei a render ragione dell'abberrazione delle ſtelle fiſſe coll' unir inſieme le due ipoteſi del moto della Terra per l'orbe annuo, e della propagazione della luce nel tempo aſſegnato dal Romer, toccò talmente il punto che l'inſigne Aſtronomo Euſtachio Manfredi, confrontata la teorica con replicate diligentiſſime oſſervazioni, ci laſciò una ſincera teſtimonianza del perfettiſſimo accordo: caſo in vero ſingolare, e del rapportato di Democrito aſſai più mirabile. Lo ſpiegamento ipotetico, che così puntualmente al cielo riſponde, ad abbracciarlo c' invita, e quaſi ci coſtrigne: ſebbene qualche ſcrupolo mi reſta intorno l' applicazione del principio meccanico, ſu cui eſſendo io ſtato obbligato di mettere il mio parere in iſcritto, ho procurato di ridurlo a dovere, ſenza però coſtituirmi mallevadore della buona riuſcita. In sì fatti incontri, ne' quali ha luogo l'induſtria, e molto più la fortuna biſogna andar ritenuti, ed aſpettare, che il tempo, gli eſperimenti, e le novelle ſcoperte maturino le noſtre cogitazioni, fondate bensì ſu qualche bella apparenza, ma che nè in forza di

di diſcorſo, nè di metodo arrivano ad acquiſtar polſo di eſatte dimoſtrazioni.

VIII.

Se i Filoſofi foſſero ſtati paghi di far uſo delle ipoteſi colle cautele ſpiegate, ſi poſſederebbe al preſente una Fiſica più perfetta. Ma una buona parte laſciando il corſo libero alle loro immaginazioni, anno ſoſtituito al vero modo di operare della Natura una ſcienza capricciosa, ed inſuſſiſtente. Sinattantochè mi ſi dice, che la Natura non ha lavorate tutte ſu un tornio le particole elementari, io non ho che ridire: ma chi ha rivelato al Carteſio, che i pori della calamita ſono fatti a ſpira, e che della medeſima ſtruttura ſono gli effluſſi, i quali perpetuamente circolano, inſinuandoſi per un polo, ed uſcendo per l'oppoſto? Alcuni Fiſici alle predette chiocciole anno ſurrogati i peli rigidi ſotto un dato angolo ripiegati, che agli atomi magnetici per un verſo vietino l'ingreſſo, e per l'altro il permettano. Non la finirei mai, ſe ad una ad una annoveraſſi le fantaſie propoſteci dai Filoſofi ipotetici, ſenza mai venir a capo di darci una netta, e ſincera eſplicazione degli ſtupendi effetti della calamita.

Appreſſo non contento taluno, che le minime particelle, onde ſi formano i miſti, ſi diverſifichino ſoltanto nella mole, e nella figura; aggiugnendo poſizione a poſizione profeſſa, che per ſalvar le apparenze, faccia d'uopo di metterle onninamente varie nella ſoſtanza; a tal che gli atomi dell'oro, dell'acqua, dell'aria non mutino mai natura, non diventino elementi d'un differente compoſto, ed altro non poſſano mai eſſere, che ſemi d'oro, d'acqua, d'aere, e così vadaſi diſcorrendo. La Omeomeria di Anaſſagora era ſtata eſiliata dalla Fiſica meccanica: ma preſentemente riſtorata da un celebre Scrittore Franceſe con alquante limitazioni, torna a rinaſcere, ma non ſo ſe avrà la buona ſorte di guari ſuſſiſtere, e di propagarſi. Comunque la coſa ſtia, dico, che non può certamente accettarſi per un poſtulato, e che ſiccome un teorema, ed anco de' più ardui, dee dimoſtrarſi. Sebbene mi ſomminiſtrano un forte indicio in contrario la inerzia, e la gravità, che in tutti i corpi ſenza eccettuazione ſono proporzionali alla quantità della materia.

IX.

L'ipoteſi addotte in eſempio non ſono le più irragionevoli. Per altro ſpeſſe volte i Filoſofi ipotetici meſcono inſieme talmente le figure, le grandezze, i movimenti, le forze, che non potendo il corto noſtro intelletto tener dietro a così intricati inviluppi, deve per fin dubitare, ſe in eſſi racchiudaſi il carattere della poſſibilità. Sebbene talvolta è difficile il trovar raziocinio, che conduca le ipoteſi ad un aſſurdo o fiſico, o metafiſico; nonoſtante s'ottiene pur qualche fiata di rinvenirlo, e di gittar a terra per queſto mezzo la fabbrica. Si rivolga l'occhio alla decantata ipoteſi de' vortici, colla quale, laſciati da parte altri fenomeni, anno procurato di manifeſtar la ca-

cagione della gravità. Di questa ho parlato nel capitolo degli sperimenti per ciò che concerne le sperienze istituite per confermarla, o distruggerla. Al presente metterò in vista quegli assurdi, che in varj suoi stati l'anno mostrata impossibile. Per parecchi anni s'è mantenuta in riputazione tal quale è stata dal Cartesio suo Autore la prima volta prodotta. Un assurdo tra gli altri col tempo s'è discoperto, cioè che i corpi gravi avrebbero a portarsi non al centro terrestre, ma a quello de' circoli paralleli. Conciossiachè la direzione della forza centrifuga, ch'è sempre normale alla curva descritta, non può essere posta fuori del piano de' circoli paralleli: ma la gravità nasce dalla differenza, che passa tra le forze centrifughe della materia sottile, e de' corpi; dunque la direzion della gravità è nel medesimo piano, ed è diretta al centro de' circoli paralleli.

Così fatto potentissimo assurdo obbligò l'ingegnoso Cristiano Ughenio a riformare l'ipotesi, e per diriggere i gravi al centro terrestre s'immaginò, che la materia eterea si movesse da ogni parte pei circoli massimi della sfera. Il precedente assurdo è senza dubbio levato; ma un altro, e forse più considerabile se ne introduce nel principio, essendo chiaramente impossibile, che la stessa materia viaggi per tutte le direzioni. Per la qual cosa acconciamente disse il Bulfingero, che l'ipotesi del Cartesio incominciava bene, e finiva male, all'opposito quella dell'Ughenio incominciava male, e finiva bene.

Meno sospetta potea sembrar la riforma introdotta dal nominato Sig. Bulfingero. Egli non suppose se non due movimenti, l'uno, che si compie intorno all'asse terrestre, l'altro intorno ad un diametro dell'equatore. Ciò non ostante l'ipotesi non regge; perciocchè il chiarissimo P. Ruggiero Boscovik versando in questa materia ha geometricamente dimostrato, che in vigor de' due moti presupposti non si descrive un circolo massimo della sfera, ma una curva di doppia curvatura, la cui projezione è una curva algebraica del sesto grado. Quindi dovendo discendere il mobile pel raggio osculatore della curva descritta, la sua direzione non passa quel centro terrestre.

X.

Ma benchè ci riuscisse in qualche incontro di mostrare il carattere della possibilità nell'ipotesi fabbricate; pure sarebbe ancor da cercarsi, se in esse contengasi il vero meccanismo della Natura. In prova di ciò vuol recarsi la seguente similitudine. Ci capiti alle mani un oriuolo di novella pellegrina invenzione, fornito di particolarità non più vedute, e d'usi non più praticati: ed un bravo operajo, cui si vieta di esaminarne la interna struttura, si metta al punto di fabbricarne un somigliante, e dopo lunghe meditazioni ne venga a capo. Egli è vero, che l'artefice ha sciolto il problema. Ma chi dirà mai aver lui incontrata quella stessa disposizione, e combinamento di ruote, di perni, e d'altri ordigni, che stanno celati nell'orologio primamente inventato? Coloro, i quali si compiacciono di cotal foggia di discorrere, giocano sempre ad indovinare, ed è colpo di mera fortuna, se talora colgon nel segno. Avvegnadiochè le ipotesi si negano colla stessa franchezza, per cui si affermano, e non essendoci argomento convincente, che non possano fingersene delle migliori, ed egualmente corrispondenti ai fenomeni; egli è manifesto, che siamo sempre da capo, e che non fanno altra comparsa, salvo che di conghietture ingegnose, ma dubbie, ed incerte. S'aggiunga, che potendosi immaginare infinite maniere per ispiegare un fenomeno, picciola assai, e presso che infinitesima sarà la probabilità di prescieglier quella, di cui realmente la Natura si serve.

XI.

E questo lo dobbiamo affermare ancor dell' ipotesi più semplici, quantunque sieno fortificate con una non oscura analogia. La refrazion della luce me ne porge un bell'esempio, che a poco a poco verrò rischiarando, prendendo le mosse dall'analogia. Sia il solido qualunque A B C (Fig. 23.), il quale cammini con velocità equabile giusto la direzione D E F, che passa per il centro di gravità, e dietro la strada urti in un fluido penetrabile, la cui superfizie piana sia A G. Tre casi diversi cadono sotto la presente ispezione: conciossiachè il corpo predetto A B C nell'atto d'immergersi (prescindendo io a bello studio dai ribalzi, e da qualche altra circostanza) può soffrire maggior resistenza cagionata dalla reazione del mezzo nella parte sinistra A H I, che prima si attuffa, nel tempo stesso, che la destra B H I C viaggiando tuttavia per lo vano, non soggiace a contrasto di sorta. Per la qual cosa ritardata successivamente la celerità in prima dalla banda inferiore A H I, indi passo passo dalla superiore A B C I, fino alla totale immersione, ed a misura che il moto del solido vassi alla massa liquida in parte comunicando, ne segue necessariamente, che l'asse del movimento D I F dee cangiare di posizione, e rivolgersi in maniera, che il punto D si dilunghi, ed il punto F si accosti a poco a poco alla perpendicolare A K. Accaderà dunque, che dopo l'intero attuffamento, contemprandosi le resistenze, e cessando il giramento, viaggerà il mobile per una novella direzione, a cagion d'esempio E L, declinante verso la normale A K.

In questo mentre può intervenire tutto al rovescio; conciossiachè il prisma B C A (Fig. 24.) cammini giusto la direzione D E F, la quale colla superfizie del fluido formi dal lato sinistro, come nell'altro caso, l'angolo acuto D E G; egli è manifesto, che dal punto A principiando il contrasto, ed opponendosi le resistenze primieramente alla porzione destra A B H I, e poscia alla sinistra C I H, la retta D E F direttiva del movimento si torcerà a mano destra, e seguita l'immersione, procederà per una via nuova segnata E L, che si discosta dalla perpendicolare. Ora fra gli esposti due casi contrarj un terzo ci stà di mezzo, qualunque volta il mobile si trova in circostanza tale, che le due parti divise dall'asse del moto, urtando nel fluido incontrino un pari intoppo. In questo supposto il solido riterrà la sua primiera direzione; imperciocchè il canone della perfetta indifferenza non consente, ch'esso da un canto, piuttosto che dall'altro si pieghi. E niente importa, che sotto qualunque angolo o retto, ovvero acuto, ed ottuso

tuſo tenti il corpo ſodo di aprirſi la ſtrada a traverſo del mezzo; avvegnachè data la direzione DEF, è facile ad un Geometra il determinare le figure dei corpi o piccioli, o grandi, onde con eſse ai tre caſi teſtè eſpoſti ſi ſoddisfaccia. Aggiungo, che nei ſolidi irregolari ha luogo talvolta una ſpezie di titubazione, potendo ſuccedere, che la reſiſtenza del fluido cominci dal lato manco, indi diventi maggiore dalla banda deſtra, atteſo la irregolarità della figura; a tal che l'aſſe DEF pieghi da prima verſo la perpendicolare, e da poi ſi giri al contrario, oſcillando a guiſa d'un pendolo, per ſino a tanto che compiuta l'attuffazione, il moto continui per quella retta, che dall' aggregato de' contraſti viene finalmente determinata.

XII.

Premeſſo ciò, m' inoltro ad indagare, ſe per avventura la dottrina per analogia alle refrazioni del lume applicar ſi poſſa. Diamo una ſcorſa ai fenomeni. I corpi o duri, o fluidi, che penetrati dalla luce chiamanſi diafani, ne modificano l'azione, e ad eſsa ſi oppongono in ragione compoſta della lor maſſa, e della loro tenacità, diverſificando le proporzioni coſtanti fra i ſeni degli angoli incidente, e refratto, conforme è noto ai Diottrici. Appreſſo delle particole luminoſe componenti un raggio, che per mezzo traſparente s'apre il paſsaggio, alcune ſi riflettono, altre ſeguitano il cammino giuſto la lor direzione ſenza deviare: ma il maggior numero ſi ripiega, ed alla normale ſi accoſta, ſoggiacendo però ad una ſpezie di anomalia, mentre cioè il raggio incidente, che come una linea retta, o come un ſottiliſſimo filo cilindrico ſi conſidera, nell'atto di refrangerſi in raggi innumerabili ſi diſsipa, e ſi diſperge, ed in un cono conformaſi, la di cui punta ſta nella ſuperficie del mezzo refringente. Queſto diſsipamento del lume, che abberrazione, o difrazione ſi noma, avvertito dal celebre Geſuita Grimaldi, e poi coltivato dal Cavalier Nevvton, è fecondo in conſeguenze, derivando da eſſo l'origine de' colori priſmatici. Chiederà per avventura taluno, ſe oltre i raggi refleſsi, ed i refratti o regolarmente, o irregolarmente, e quelli, che dal diritto cammino non ſi torcono, ce ne ſiano degli altri, che per un viaggio contrario ſi ripieghino al roveſcio, e ſi dilunghino dalla perpendicolare. Io confeſso, che ſu queſto punto non ho ſperienza, che mi tolga ogni dubbietà, e ſoſpendendo il giudizio dico, che ſe alcuni lucidi corpicciuoli, conforme è credibile, in tal guiſa deviano, eſſi ſono molto rari, e dal ſenſo della viſta mal ſi diſtinguono.

Sin quì la coſa ottimamente procede, e colle premeſſe rifleſsioni poſſiamo facilmente ſpiegare tutte le addotte apparenze, ſenza rifuggire ai principj oltre modo remoti delle attrazioni, o apertamente irragionevoli, in ſupponendo, che il corpo traſparente tanto meno reſiſta, quanto è più denſo, e tenace. Avvegnachè i raggi, nel patire la refrazione in paſſando da un mezzo tenue ad uno più conſiſtente, verſo la perpendicolare per la maggior parte s'inflettono, e nell'uſcire dal denſo al raro, proporzionatamente giuſto l'oppoſta direzione ſi piegano; poſſiamo con veriſimiglianza inferire, che gli atomi luminoſi ſieno per lo più forniti di figure aſſai regolari, che alla ſferica ſi accoſtano: ma nel tempo ſteſso convien dire, che non ſieno tutti ſtati meſſi dalla Natura ad un tornio, e che dalla irregolarità di moltiſſimi d'eſsi naſca, oltre l'angolo di diſpergimento, anche la proprietà di parecchie particelle lucide, che urtando obbliquamente nella ſuperfizie del diafano, per linea retta, ſenza torcerſi da un canto, o dall'altro, il loro viaggio continuano.

XIII.

A bella poſta ho recato un eſemplo fra tutti il più opportuno, ſiccome dedotto da una ſempliciſsima poſizione, la quale ſi appoggia ad una perfettiſſima analogia; ad unico oggetto di far toccar con mano, quanto poco abbiamo a fidarci delle ipoteſi anco più manifeſte, e più ragionevoli. E vaglia il vero, alcuni ſolidi traſparenti (atteſo che ne' fluidi non ſi è per anco ſcoperta la ſeguente mirabile proprietà) ci ammoniſcono, che la luce nell'aprirſi a traverſo d'eſſi il paſſaggio (e cotali ſono il criſtallo di monte, e ſpecialmente quello d'Islanda formato a ſtrati) a doppia ſorta di refrazione ſoggiace: una uſitata e comune, accompagnata dalle ſolite anomalie, di cui ho fatto parola: l'altra ſtraordinaria, ed inuſitata, che da leggi differentiſſime piglia norma, delle quali preſso l'Ughenio, ed il Nevvton abbiamo la notizia. Per la qual coſa oltre l'azione del lume, e la reazione del mezzo dipendente dalla maſſa, e dalla viſcoſità, oltre le varie figure, direzioni, e poſiture de' lucidi corpicciuoli, ne' diafani teſtè nominati ſi rinviene una certa ſconoſciuta particolarità, di cui non ſo render conto, per la quale ogni raggio nell'atto di penetrare i predetti ſolidi, in due principali ſi ſpezza, che procedendo per differenti ſtrade, producono una duplicata refrazione. E quì non ſi può ricorrere ai premeſſi principj per eſplicare il fenomeno, e chi lavorando una ipoteſi a fior d'ingegno tenterà di ſcoprirne il vero meccaniſmo, metterà fuori delle curioſe, e ſtrane immaginazioni: tanto è vero, che bene ſpeſſo la Natura aſſai più ſagace della noſtra mente ſi prende, per così dire, piacere di farci ſtare in due piedi, ſenza che ſappiamo da qual lato rivolgerci, per tener dietro alle ſtrade da lei battute.

XIV.

Un gran ſoſtegno delle ipoteſi per la maggior parte vacillanti ſarebbe il metodo della eſcluſione, ſe poteſse ſpeſso venire in ajuto, e con eſſe frequentemente accoppiarſi. Egli è d'uopo, ſtabilita prima la noſtra ſuppoſizione, intorno cui non abbiamo, ſe non ſe probabili indizj, andar in traccia di tutte le altre poſſibili, ſenza ommetterne alcuna, e poſcia eſcluderle ad una ad una con ragioni dimoſtrative; così che ſi venga a toccar

con

con mano, che la cosa non può essere altrimenti (a). Di ciò ragionerò in occasione più opportuna, ed in tanto io noto, che nella filosofica Storia mi si parano innanzi pochissimi esempj, ne' quali siasi adoperato con buon successo questo metodo del pari difficile, e pericoloso.

Fine del Tomo Secondo.

(a) *In questo luogo promette di fare un capitolo a parte del metodo della esclusione, che sarebbe da lui stato illustrato con qualche esempio. Ma egli o non l'ha composto, o s'è smarrito, non essendosi ritrovato tra le sue Scritture.*

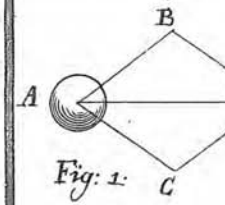


Fig. 1.

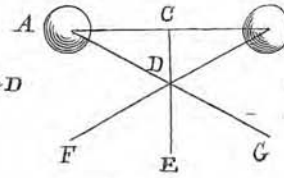


Fig. 2.

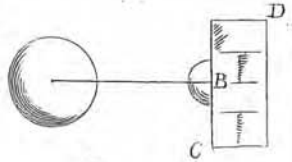


Fig. 3.

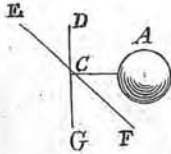


Fig. 4.

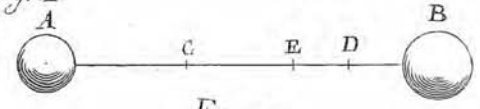


Fig. 5

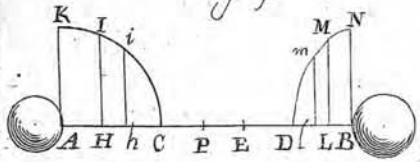


Fig. 6.

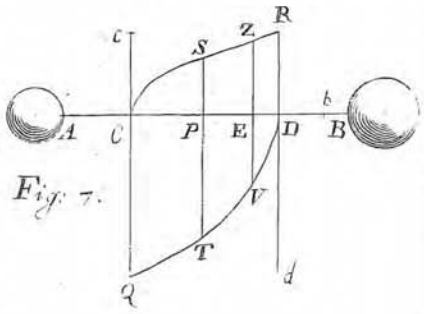


Fig. 7.

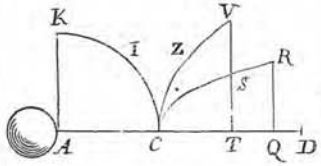


Fig. 8.

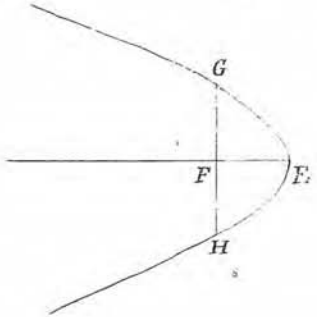
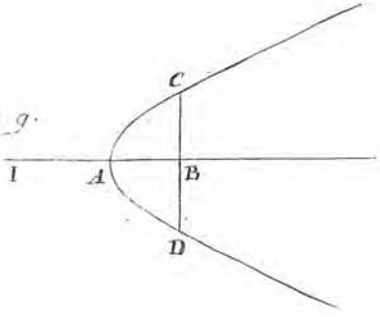


Fig. 9.



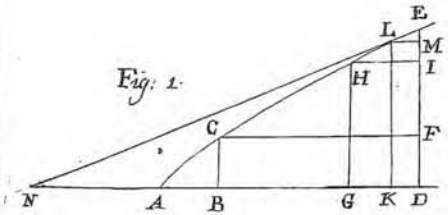


Fig: 1.
L
E
M
I
H
C
F
N
A
B
G
K
D

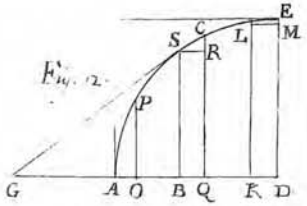


Fig. 2.
E
C
S
L
M
R
P
G
A
O
B
Q
K
D

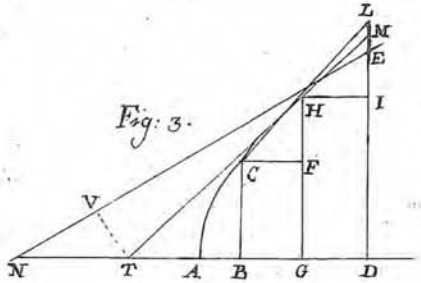


Fig: 3.
L
M
E
H
I
C
F
V
N
T
A
B
G
D

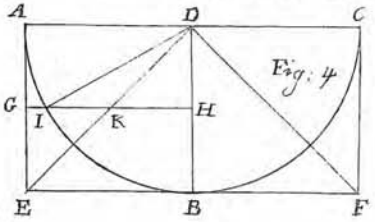


Fig: 4.
A
D
C
G
I
K
H
E
B
F

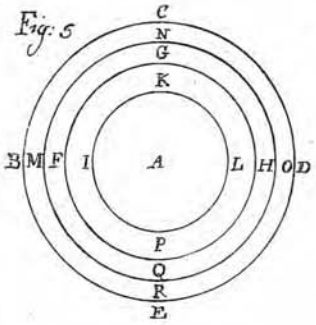


Fig: 5
C
N
G
K
B
M
F
I
A
L
H
O
D
P
Q
R
E

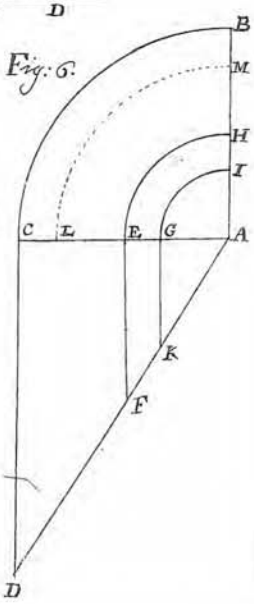


Fig: 6.
B
M
H
I
C
L
E
G
A
K
F
D

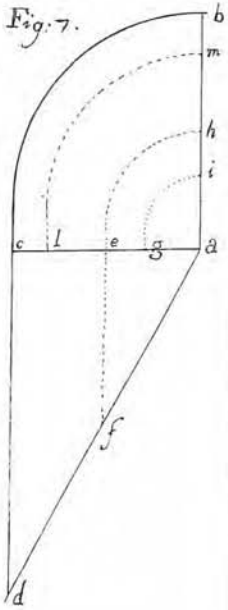


Fig: 7.
b
m
h
i
c
l
e
g
a
f
d

A
B

Fig. 8.

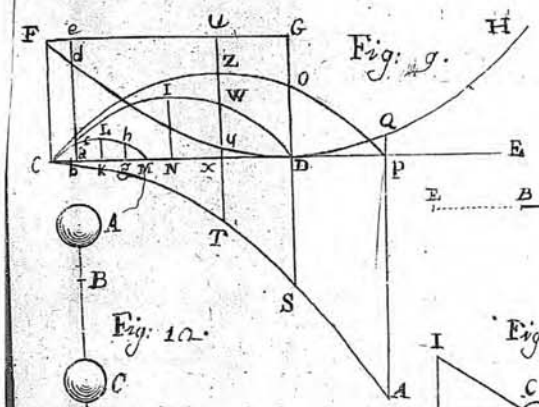


Fig: 9.

Fig: 10.

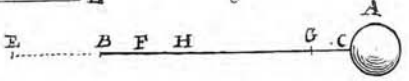


Fig: 11.

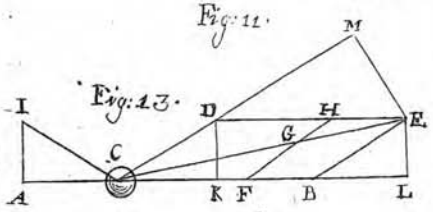


Fig: 12.

Fig: 13.

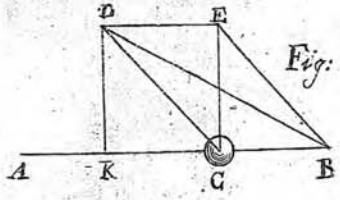


Fig: 14

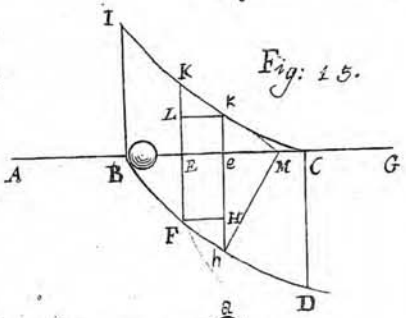


Fig: 15.

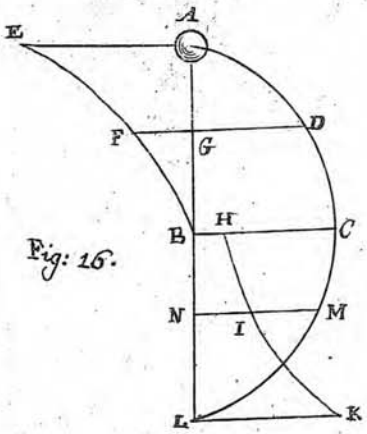


Fig: 16.

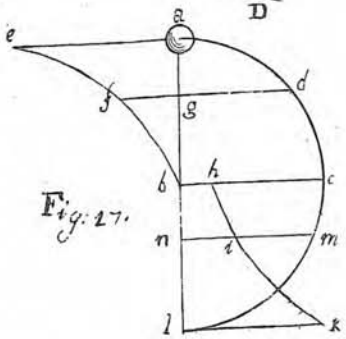


Fig: 17.

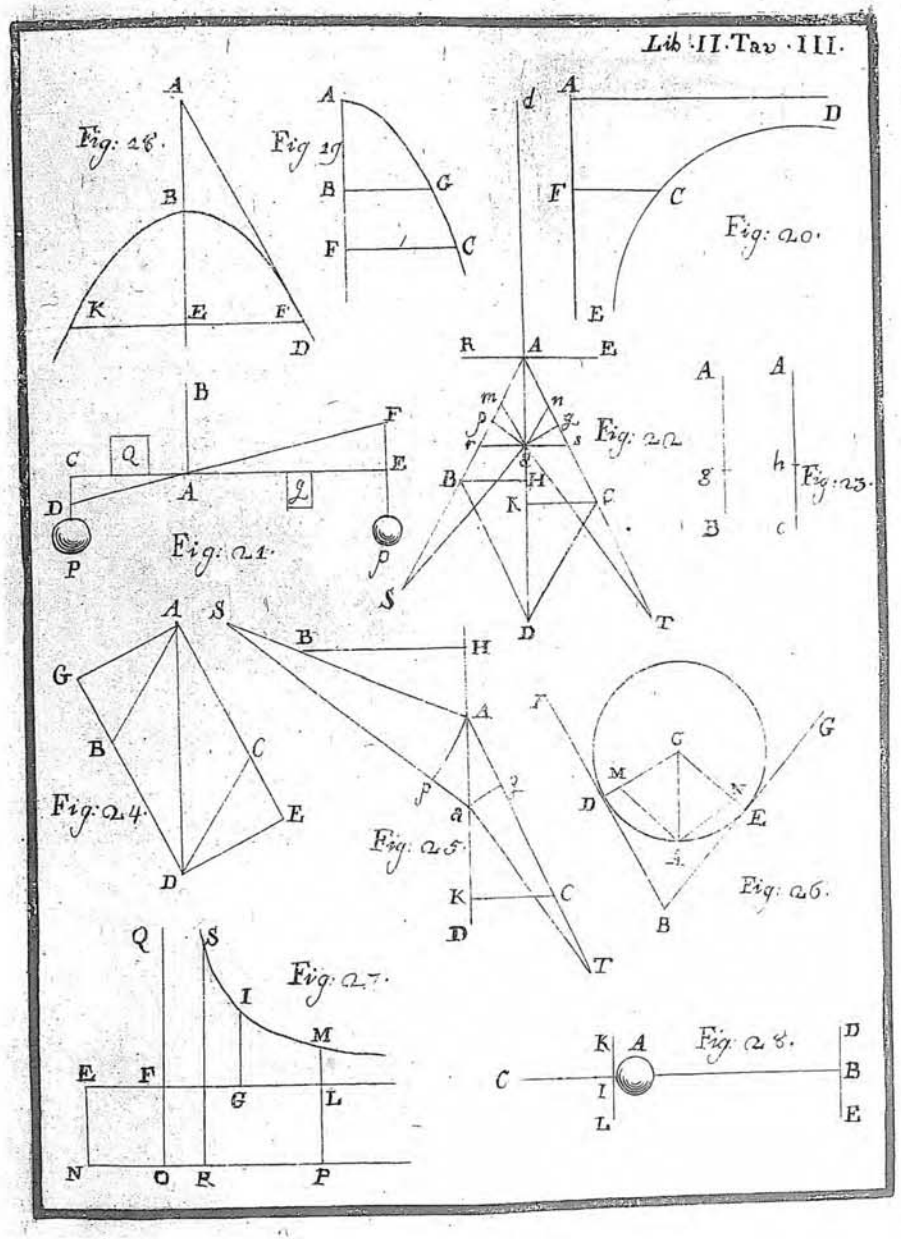


Fig. 18.
A
B
K
E
F
D
Fig. 19
A
B
G
F
C
d
A
D
F
C
E
Fig. 20.
R
A
E
m
n
p
q
r
s
g
B
H
K
C
S
D
T
Fig. 22
A
g
B
A
h
c
Fig. 23.
B
F
C
Q
E
D
A
L
P
p
Fig. 21.
A
S
G
B
C
E
D
Fig. 24.
B
H
A
P
a
K
C
D
T
Fig. 25.
F
G
G
M
N
D
E
A
B
Fig. 26.
Q
S
I
M
E
F
G
L
N
O
R
P
Fig. 27.
K
A
D
B
C
I
L
E
Fig. 28.

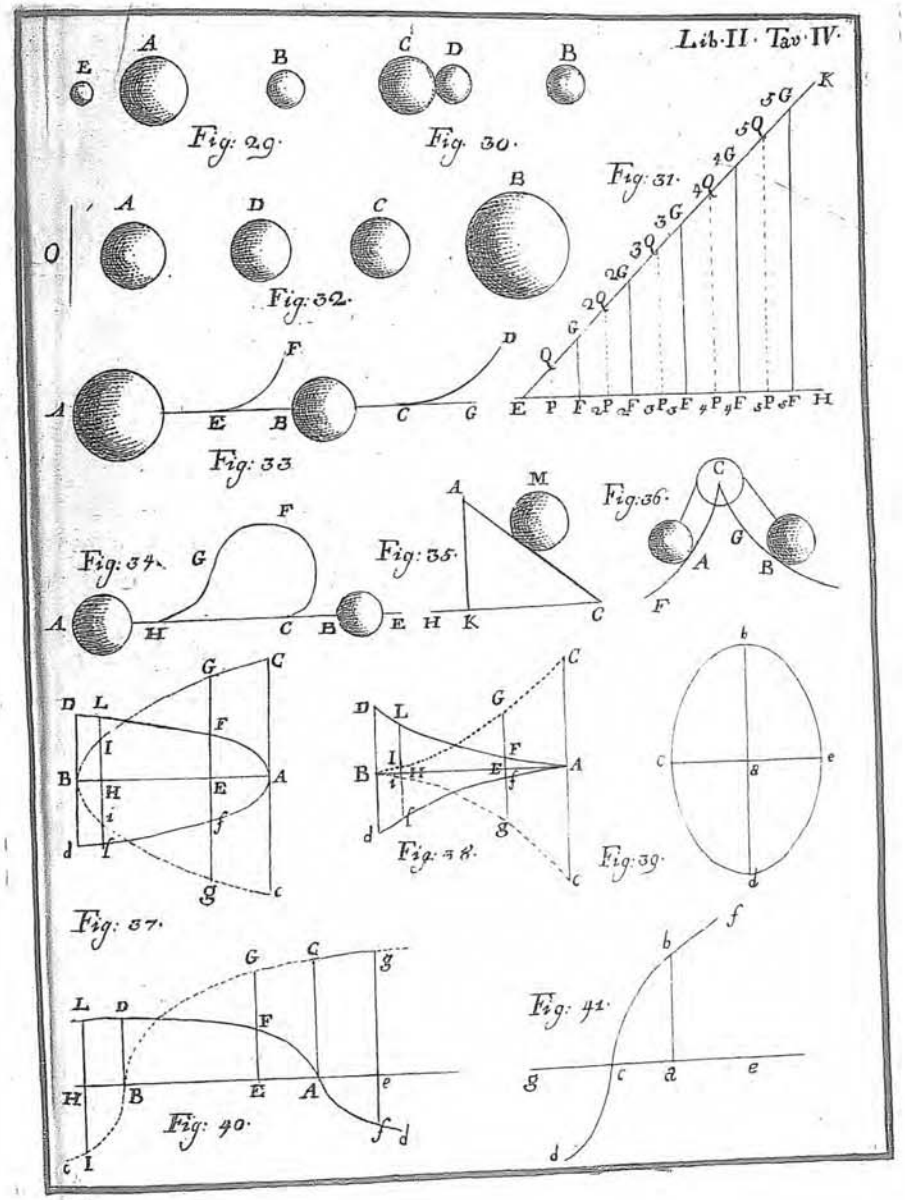


Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.

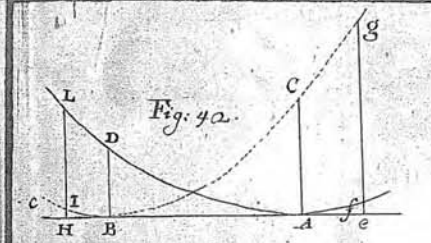


Fig. 42.

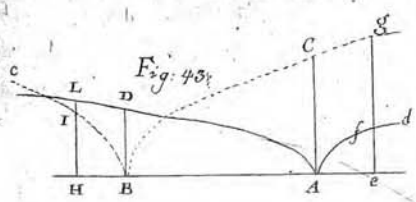


Fig. 43.

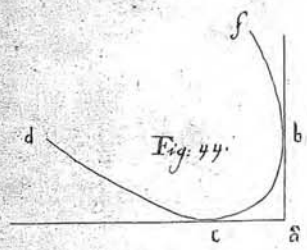


Fig. 44.

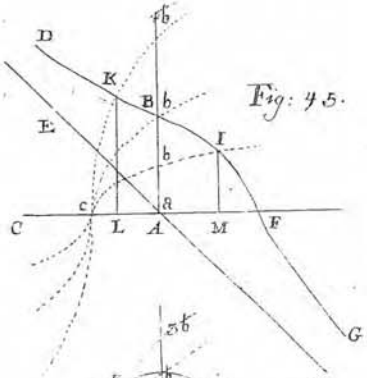


Fig. 45.

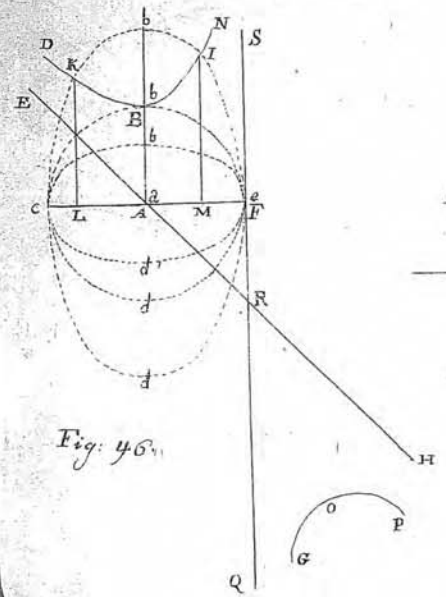


Fig. 46.

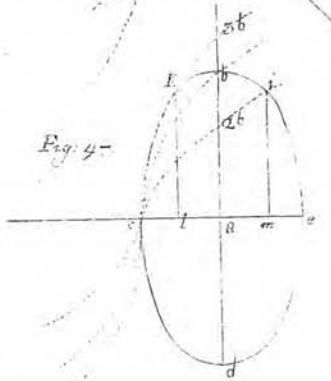


Fig. 47.

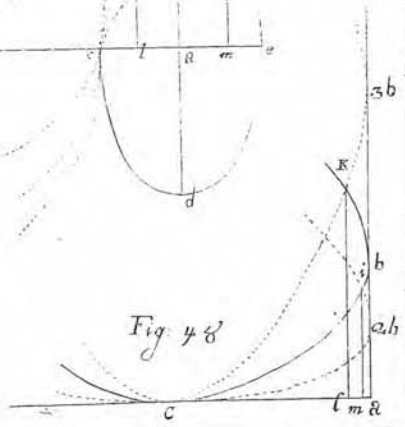
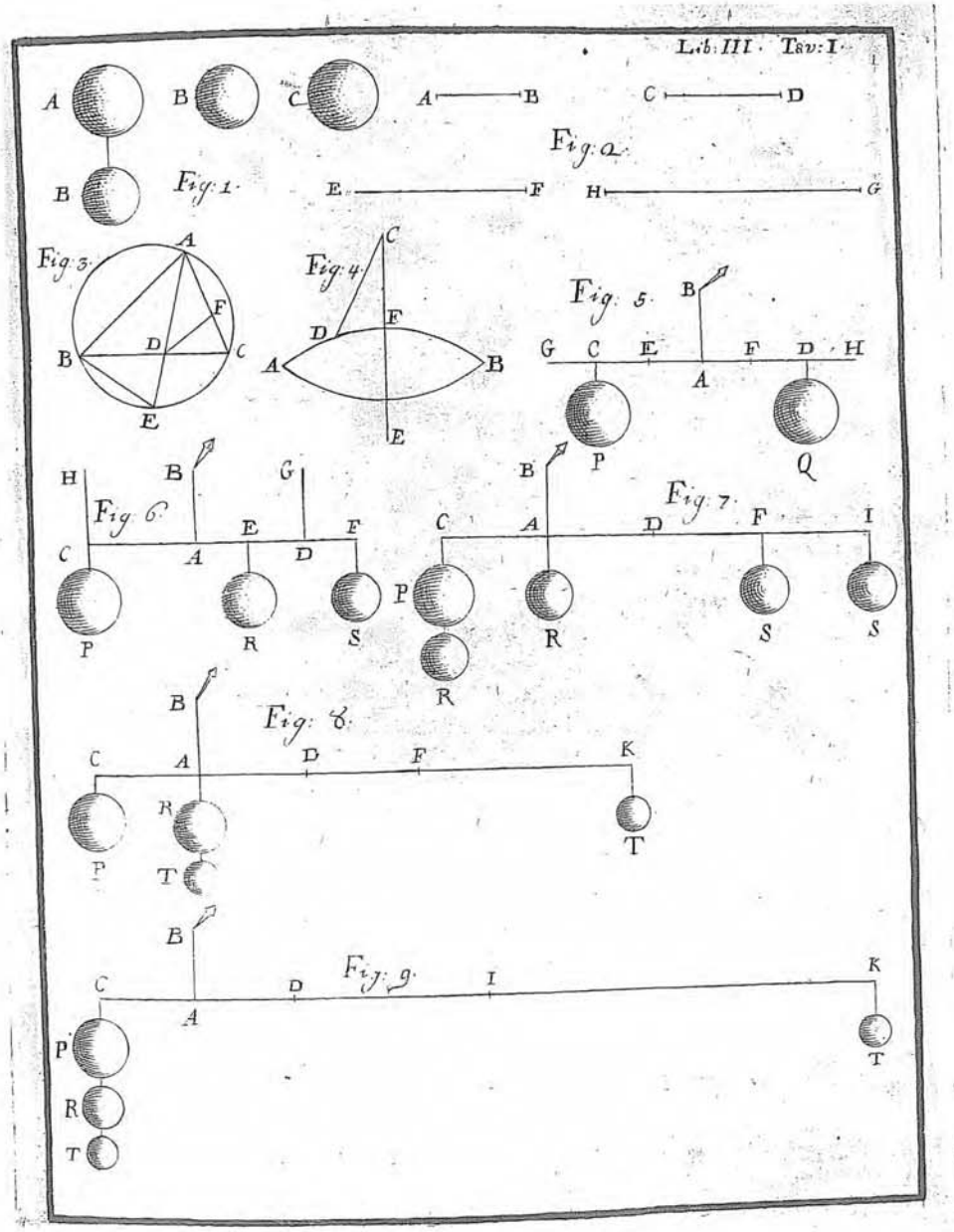


Fig. 48.


A
B
C
A B
C D
Fig. 2.
B
Fig. 1.
E F
H G
Fig. 3.
A
F
B
D
C
E
Fig. 4.
C
D
F
A
B
E
Fig. 5.
B
G C E F D H
A
P
Q
H
B
G
Fig. 6.
C
A
E
D
F
P
R
S
B
C
A
D
F
I
P
R
S
S
R
Fig. 7.
B
Fig. 8.
C
A
D
F
K
R
T
P
T
B
Fig. 9.
C
D
I
K
A
P
R
T
T

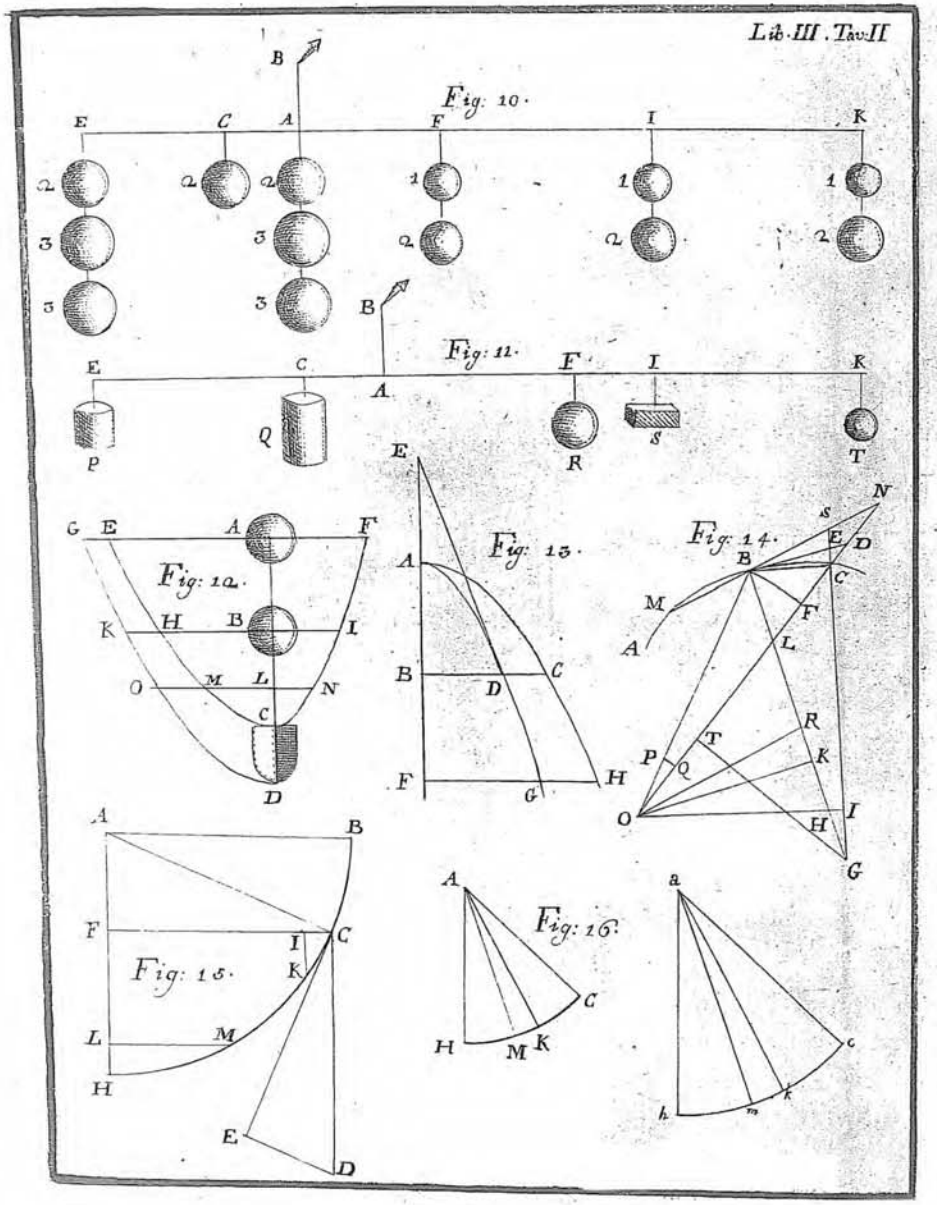


Fig: 10.
B
E
C
A
F
I
K
2
3
3
2
2
3
3
2
1
2
1
2
1
2
Fig: 11.
B
E
C
A
F
I
K
P
Q
R
S
T
Fig: 12.
G
E
A
F
K
H
B
I
O
M
L
N
C
D
Fig: 13.
E
A
B
D
C
F
G
H
Fig: 14.
N
S
E
D
B
C
M
F
A
L
R
T
P
Q
K
O
H
I
G
Fig: 15.
A
B
F
I
C
K
L
M
H
E
D
Fig: 16.
A
C
H
M
K
a
c
h
m
k

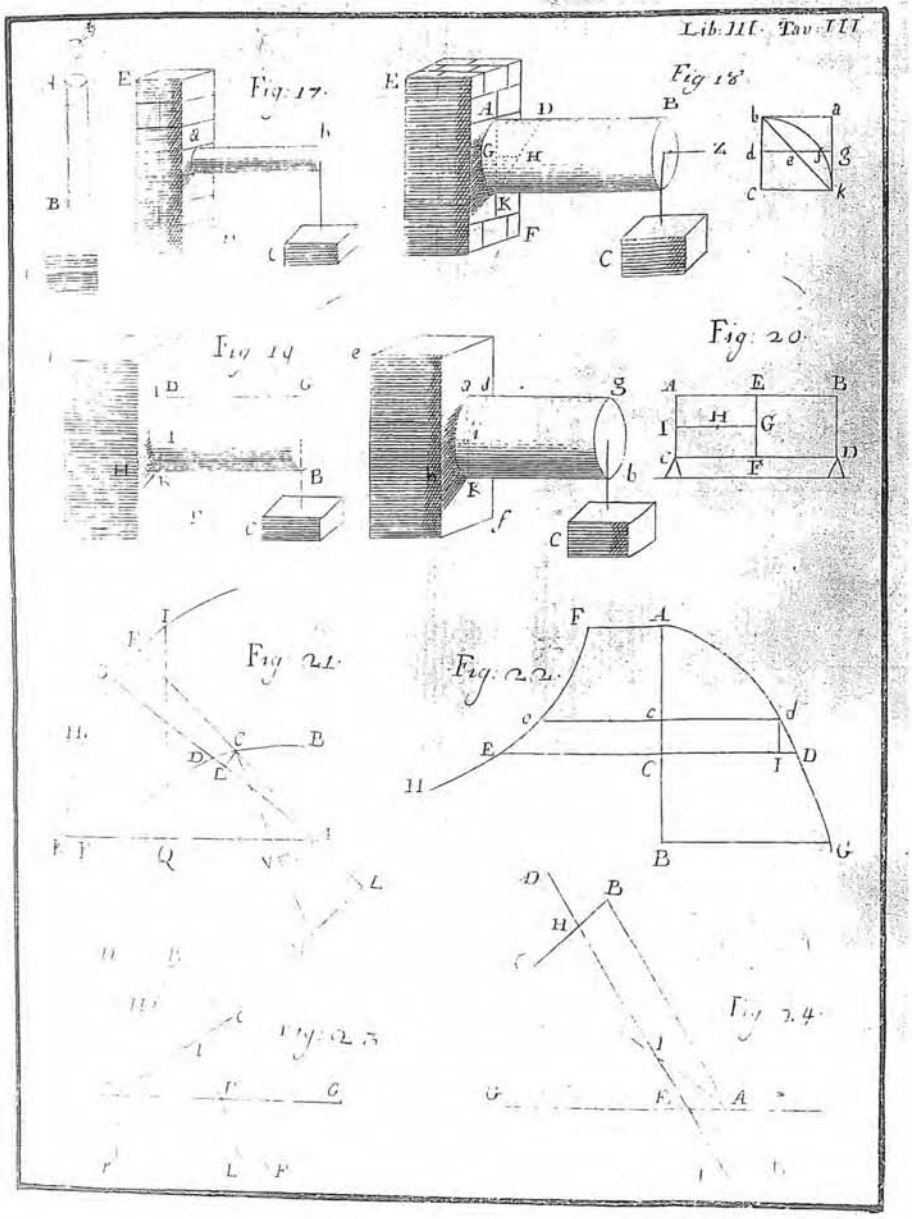


Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.