

240 09 16

UNIVERSITÄT ZÜRICH  
PHILOSOPHISCHE FAKULTÄT  
DISSERTATION  
VON  
SIMON SPYER

DISSERTATIO PHILOSOPHICA  
INAUGURALIS

DE

COHAERENTIA CORPORUM

ET DE

CRYSTALLISATIONE.



VERLAG VON  
M. H. R. VON  
M. H. R. VON

240 57



DISSERTATIO PHILOSOPHICA  
IN AUCTORITATE

DE

COHAERENTIA CORPORUM

ET DE

CRYSTALLISATIONE



16.

DISSERTATIO PHILOSOPHICA  
 INAUGURALIS  
 DE  
 COHAERENTIA CORPORUM  
 ET DE  
 CRYSTALLISATIONE.  
 QUAM,  
 ANNUENTE SUMMO NUMINE,  
 EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI  
 SIMONIS SPEYERT VAN DER EYK,  
 A. L. M. PHIL. DOCT. MATHES. SUBLIM. ET  
 PHYSIC. PROFESSORIS ORDINARIJ,  
 ET  
 AMPLISSIMI SENATUS CONSENSU,  
 NEC NON  
 NOBILISSIMAE FACULTATIS DISCIPLINARUM MATHES-  
 MATICARUM ET PHYSICARUM DECRETO,  
 PRO GRADU DOCTORATUS  
 ET MAGISTERII,  
 SUMMISQUE IN MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI  
 HONORIBUS ET PRIVILEGIIS,  
 IN ACADEMIA LUGDUNO - BATAVA,  
 RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,  
 PUBLICO AC SOLEMNI EXAMINI SUBMITTIT,  
 JOANNES PETRUS STEPHANUS VOUTE,  
 A. L. M. in Acad. Edinburgensi.  
 AMSTELODAMENSIS.  
 Ad diem XXIV. Januarii MDCCCXVIII. Horâ XI - XII.  
 IN AUDITORIO MAJORI.  
 LUGDUNI BATAVORUM,  
 APUD VIDUAM M. CYFVEER J. FIL.  
 MDCCCXVIII.



240.16/  
 D9

DISSEMINATION OF  
INFORMATION  
COLLEGE OF  
GRAND  
AND  
AN  
SIMONS SPEYER  
A. L. DE  
MAY 1910

AMERICAN  
NATIONAL  
PRO GRADU  
Y. MAC

JOHN  
A. A.  
MAY 1910

1010



A A N

MIJNEN VRIEND

J. M. HARTMAN,

BIJ ZIJNE BEVORDERING TOT DOCTOR IN DE

BEIDE REGTEN.

Φιλίας Ένεκα.

Hebt gij, mijn waarde Vriend! de baan dus afgeloopen,  
De baan, die roem en eer aan d'overwinnaar biedt,  
Er staat op dezen dag eene and're voor u open;  
Treed voort dan als weleer, — verlaat het renperk niet.  
Ja, hij, die in het veld van Themis heeft gestreden,  
En door volharde vlijt de zege heeft behaald,  
Dien gunt zij 't als haar zoon haar Tempel in te treden,  
Dien vlecht zij d'áár de kroon, die op zijn schedel praalt.  
Welsan dan, volg dat spoor, waar heen ge uw' schreden wendet,  
Dat spoor, dat naar de deugd en ware braafheid leidt;  
Zoo plukt ge eens lauw'ren, die gij nooit te voren kendet,  
Zoo ziet Uw aardsehe loop zich 't grootst geluk bereid.

Ja,

Ja, HARTMAN! schoon dat lot, dat ons hier saam vereende,  
Dat onder 't zelfde dak ons aan elkaar verbond,  
En mij het zoet genot eens waren Vriends verleende,  
U wégvoert van de plaats, waar ik U eenmaal vond,  
Nooit zal mijn dankbaar hart, dien zaal'gen tijd vergeten,  
Dien 'k binnen Leijdens muur met U heb doorgebracht,  
Ja, 'k zal tot aan mijn' dood Uw naam mij dierbaar heeten,  
En juichen, wen' 't geluk U steeds heeft toegelacht,  
o Leef dan, om ook soms aan Uwen Vriend te denken!  
De band, die U en mij zoo naauw heeft saam vereend,  
Zal dan in d' ouderdom ons nog die vruchten schenken,  
Die de echte Vriendschap ooit den mensch op aard' verleent.

M. C. PASPOORT,

J. U. C.





VIRO CLARISSIMO

JOHANNI HENRICO VAN SWINDEN,

A. L. M. PHIL, DOCT.

REGIS CONSILIARIO EXTRA ORDINEM, IN ILLUSTRIS  
AMSTELODAMENSI ATHENAEO PHILOSOPHIAE,  
PHYSICES, MATHESEOS ET ASTRONOMIAE  
PROFESSORI.

PRAECEPTORI CARISSIMO, OPTIME  
DE SE MERITO.

*Hanc qualemcumque Dis-*  
*putationem*

D. D.

AUCTOR.

VIRI CLARISSIMI  
JOHANNI HENRICO VAN SWINDEN

Quid tandem mens acutissima de corpore assequitur ultimo? si  
quid hic video, nihil cerno aliud, nisi quod semper, sine  
fine per cogitationem limitando, corpus, constat ex mino-  
ribus, si simplex fuerit, majori similibus, iterumque con-  
flatis de simili minore. Fuisse ergo infusum a Deo crea-  
tore principium quoddam . . . . .

PHILIPPO BOERHAAVE  
DE SE MEDIT.

Philosophia naturalis scripta est in maximo isto libro qui  
continue nobis ante oculos jacet apertus (Univerfum hoc  
ajo); sed nihil aut in eo legi, aut intelligi poterit, nisi  
prius addicatur idioma, quo exaratus est. Characteres  
ejus sunt triangula, circuli, et aliae figurae geometricae.

GALILEO.

Hic philosophus  
d. d.  
VICTOR.



DISSERTATIO PHILOSOPHICA  
INAUGURALIS

DE

COHAERENTIA CORPORUM

ET DE

CRYSTALLISATIONE.

---

EXORDIUM.

Consideranti quemadmodum omnia sive animata sive animo et vita carentia ortum aliquem habeant et interitum, quamque mirabiles sint eorum mutationes, hoc exploratum esse debet, inesse in iis partes quasdam minores, ex quibus constarent, has autem cieri variis motibus. Hinc duplex in physica nascitur quaestio, altera de iis unde omnia constarent, altera de modo quo ex his singula efficerentur. Quam quaestionem a veteribus philosophis tractatam univérse, ut totum mundum una aliqua ratione complexi voluisse paene videantur, recentiores angustius defini-  
verunt, et minutis experimentis concluderunt. Cum

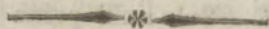
A

igi-

igitur corpora resolvantur duobus modis, aut in naturas similes sui, five *particulas*, aut in naturas disimiles, five *elementa*, haec ita solent distinguere, et separatim de utroque disserere. Quae autem reperta sunt de altera divisione, vel de viribus et motu particularum, ea mihi imprimis visa sunt, de quibus hoc tempore, cum Gradum Doctoratus petiturus essem, pauca vellem conscribere. Ea pertinent cum ad conjunctionem perfectam Particularum inter se, qualem in omni materia cohaerente aspicimus, tum ad earum motus, postquam aliqua de causa fuerunt solutae.

Antequam vero varias rationes horum breviter exponere aggrediar, haud inutile fore arbitror in illud principium motus, quo nunc in explicatione naturae plerumque physici utuntur, *Attractionem* dictum, accuratius inquirere; deinde de ipsis Particulis, quales sint, pauca commemorare. Considerabo haec in Prima Parte hujus disputationis. Dicam in Altera Parte de *Cohaerentia*, quibusnam rationibus et experimentis soleat tractari. Postrema Pars tota ponetur in *Crystallisatione*; haec enim praecipua est eorum quae ex motu particularum gignuntur.





## P A R S P R I M A.

## DE ATTRACTIONE.

*A*ttractionem physici appellant, ubi aliquid ita movetur, ut ad aliud quid, intervallo interjecto, accedat; vel ubi aliquid ita moveretur nisi alia de causa retineretur aut alio versus deflecteretur; vel ubi jam ita motum fuerit ut illud tangat et cum illo cohaereat: nullo vinculo intercedente, quo constringeretur, neque ullo facto impulsu externo, quo ad illud pelleretur. Cum autem de hoc genere motus non secus sit quaerendum ac de caeteris motibus, quos physici tractant, nihil fuisset de eo in hac parte separatim dicendum, nisi controversiae de ista voce extitissent. Quae quod ipsas res nonnunquam attingere visae sunt, propterea silentio nobis praetermittendae non sunt.

NEWTON primus omnium hoc genus motus explicavit. Invenit illud in *Corporibus coelestibus*, quorum conversiones postquam summa industria ac singulari ingenio persecutus est, omnes comprehendit una regula, quam appellavit *Attractionis* vel *Gravitatis Universalis*. Idem deinceps quaesivit in partibus exiguis corporum. Et quemadmodum *Attractiones*

DISSERTATIO PHILOSOPHICA

nes solis, planetarum, eorumque satellitum demonstraverat, sic quoque vidit particulas *attrahere*, et vicissim *attrahi*. Sed multi postea ab eo disfederunt, dubitantes an fieri posset ut particula particulam, massa massam attraheret, nulla causa interveniente. Ille autem sedulo ascensionem cohibebat ab omnibus rebus quas non rationibus mathematicis probare potuerat; et saepius monuerat in libro *Principiorum* ne quid putaretur affirmare de causa *Attractionis*. Hanc tamen a reliqua ejus doctrina non facile posse separari nonnulli arbitrabantur. Quamobrem ut certa incertis quodammodo dignoscerent, hanc induxerunt distinctionem: nempe finxerunt *Attractionem* unam mathematicam, quam pro vera habendam, et quippe in mensura et computatione totam versantem, sine dubio concedendam et cuique probandam esse judicarent; alteram physicam, hanc quidem minime certam, de qua proinde multa disputaverunt.

Scilicet fieri posset ut sol planetas non ad se traheret, neque planetae suos satellites, neque ipsi se invicem, sed ut quo centro quisque tendit vel moveri enititur, ad id propelleretur e regione contraria; item ut pila e manu demissa tellurem non peteret propter hujus *Attractionem*, sed quia ad eam accedere cogeretur a vi quadam deorsum premente, qualis effici posset a pulsu fluidi cujusdam subtilis mundum implentis. Qui autem de particulis disseruerunt, ii cum eandem distinctionem adhibere non possent, arbitrati tamen sunt diligenter sibi esse cavendum, ne causam nimis occultam in natura rerum admittere viderentur. Et purgare se solent lectoribus dicentes se nequaquam affirmare audere sine vera *Attractione*,

an



an alia quaedam vis idem efficiens, se illam modo adhibuit ut esset aliquid, cui ascriberent cum accessus particularum inter se, tum ipsas adhaesiones, nec se quidquam praeter haec, quae dimetiri aut saltem aestimare possint, quaerere. Quin praecclarus physicus nuper, ne in minimam reprehensionem incurreret, sic definivit, materiam cohaerere *quasi* id per *Attractionem* partium fieret (1).

Quorum physicorum profecto laudanda est diligentia, modo sit illa distinctio vera, ne aliquid putetur distingui et a conquisitione rei seponi oportere, quod esset aut nihil omnino, aut ad rem nequaquam pertinens. Quid autem sit, videamus. Omnis quaestio, quae est de viribus, versatur in consideratione aliqua motus. Cujus dimetimur spatia, tum celeritates, momenta, aequilibrium, unde computando elicimus varias proportionem; nec quidquam amplius facimus. Cum autem motus sint multimodi, expedit iis nomina imponi, *Gravitatem*, *Impulsum*, *Elasticitatem*, *Magnetismum*, *Electricitatem*, etc. Non autem video cur duplex sensus his vocibus subjectus esse putaretur, ut esset primum vis aliqua *Gravitatis*, *Impulsus*, caeterorum, deinde motus eorundem, in quo versaretur ista, quam dixi, consideratio spatiorum, celeritatum, aequipondiorum, caeterorumque. Nam si haec omittantur vel nulla esse fingantur, nihil in istis vocibus relinquitur, quod quidem intelligi possit, unde ulla notio virium quarumcunque in animis oriretur. Quando igitur dicimus ejusmodi esse vires, hoc sic arbitror accipiendum, non tamquam

cau-

(1) Biot *Traité de Physique*. 1816. T. 1. p. 54

causas statueremus quae efficerent motus, sed ut com-  
moda oratio, qua conjungeremus motus cum natura  
ipfarum rerum motarum, et ut facilius intelligeretur  
quō motu quaeque potissimum utatur. Licet porro  
ita loquamur, ut cum dicimus vires nunc intendi,  
nunc remitti, pro eo quod alia fuerint inventa spatia,  
celeritates, caetera; item alias res vim habere, alias  
non habere, pro eo quod aliae moventur, aliae non  
moventur, vel moventur alia ratione: modo ne com-  
mittamus ut quod mos tulit, vel necessitas aliqua  
linguae, id tribueremus naturae.

Quae autem earum virium, eadem, ut mihi vide-  
tur, est ratio *Attractionis*. Nam consideremus qui  
de *Attractione* disserunt, non quomodo loquantur,  
sed quid agant. Audiamus itaque legem universalem:  
*Attractio*, inquit NEWTON, habet rationem *simplicem*  
ad massas, *duplicatam inversam* ad distantias. In-  
telligit nullas dari binas particulas in mundo, inter-  
vallo satis magno interjecto, quin accedant et sibi  
occurrant eo pacto ut quae major minus absolvat  
spatium, quae minor majus, habeantque spatia inter  
se rationem quam habent massae; deinde celerius  
utramque moveri quo minus fit intervallum quo di-  
stant, velocitatem autem utriusque increfcere ratione  
quae dicitur duplicata ejus, qua intervallum minui-  
tur; postremo celeritatem alicujus particulae versus  
orbem telluris motae esse prope superficiem ejus  
31. 25 P. tempore unius *minuti secundi*. Sed plerumque  
obfistit motus diversus, aut aequalis, aut major, aut  
minor, qui potest esse vel ejusdem generis, vel alius.  
Comparat igitur hos, atque componit, et quae fit  
summa, et quam in directionem fiat motus, anqui-  
rit



rit; vicissim partitur, et quo quaeque massa tenderet, seu moveretur, nisi in viam illam deflecteretur, ostendit. Item si quaeramus de *Attractione* particularum, reperiemus similem observationem et proportionem imprimis adhiberi. Physici enim, hanc explicantes, probant, sibi conantibus corpora in partes dividere, alia faciliora se praebere, contra alia validius reniti. Praeterea cohaerentiam singulorum saepissime variis de causis relaxari, nec tamen omnino solvi, adeoque, causis sublatis, rursus confirmari, et pristinam vim recuperare. Deinde nonnunquam evenire ut cohaerentia funditus tolli, figurae autem summopere mutari, vel etiam omnino destrui videantur. Particularum autem solutarum et motarum quaerunt (in crystallificatione) velocitates et intervalla, quae cum adhuc ad regulas mathematicas et calculos revocare non potuerint, ea potissimum complectuntur, quae contingunt post motum, cum particulae sistuntur et efficitur aequilibrium; in quo cum adsint plures partes figuratae et certo ordine dispositae, sic tota haec investigatio redit ad geometriam, in eaque posita est.

In his omnibus (non autem opus est quidquam hic praeter finem harum doctrinarum statuere) videmur nobis satis luculenter intelligere, quid sit propositum invenire. Ut si vel plurima nos latent, tamen sentiamus nihil ejusmodi esse quod non nova opera et studiis aliquando possit explorari. Quid itaque remanet obscuri quod ab his clarioribus distinguemus? Aut nihil omnino, opinor; aut id haeret in oratione qua ista solent commemorari. Obscuritas autem in oratione saepe efficitur siquando verba non fuerint satis definita. Atque hoc fortasse acciderè posset, si quis

quis sensum *Attractionis* maluisset aliunde quam ex physica petere. Eandem enim vocem crebro adhibemus. Ut cum dicimus aliquid ad nos manu trahere, vel etiam de animis quod ad aliquam rem attrahuntur seu alliciuntur. In machinis etiam trahi dicuntur partes quae funibus vel trabibus cum aliis partibus alligatae simul cum his moventur. Sed est culpa eorum qui se hac similitudine verborum conturbari sinunt, ut qui verentur, ne, dum terram attrahere lunam dicant, videantur compagem vectium adhibere, aut affectionem aliquam animi materiae tribuere. Non enim datur lingua physicorum propria: utuntur verbis vulgaribus eaque ad usus suos accommodant. Quid autem potest esse remotius ab istis quae memoravi quam motus corporum nostrum aut animorum? cur igitur fit, ut physici interdum ex his interpretationem istarum rerum concludunt? sic enim ii agere videntur qui tam sedulo motus, qui efficiuntur, ab *Attractione*, quam efficere ajunt, distinguunt volunt. Seponunt aliquid, quod, nisi ipsi immiscuisent, omnino nihil foret. Quod tamen cum commiserint, mirum videri non oportet si parum consentaneum esse invenient. Haud profecto esset consentaneum de materia id putare quod ad animos pertinet, vel machinam fingere qua mundum nostro more regeremus. Haec si in ista voce concluduntur, ejiciant quidem, ipsamque diligenter purgent. Certe non reperiuntur in natura rerum, nec proinde, si illi attendamus, nos unquam offendent.

Sed dixerit aliquis omnia haec versari in motibus; nullum autem motum sine causa fieri. Primum {quid hoc ad ipsos motus interest? Si causa *Attractionis* fuis-



fuisset explorata, ut si esset illud fluidum subtile quod tantopere physicis placet, orirentur modo nova quaedam *Phaenomena*, essentque hujus fluidi spatia dimetienda, tum celeritates, directiones, perinde ut in iis, quos hucusque reperimus, motibus; neque hi mutarentur. Cur igitur duo genera motus commisceremus? quod minus etiam fieri debet, nondum causa hac inventa. Sed deinde ne id quidem fidenter dici oportet: esse causam *Attractionis*. Quid si nulla sit? Deus enim sic principio potuit constituere: quotiescunque particulae coram sint, nulla re interveniente, nulloque motu contrario impediente, accedant ad se invicem hac celeritate; nec sint usquam binae particulae liberae, quin ita moveantur (2).

Vc-

(2) Dubitari vix potest, quin tota oratio physicorum de Attractione non sit satis accurata; ut qui ipsam ignorat, vel discere modo incipit, facile committat, interpretatione verborum, ut corporibus inesse aliquid putaret, quod nusquam est. Quod utrum incuriae auctorum, de rebus sibi exploratis negligenter scribentium, sit tribuendum, an quia putarent tamen oportere occultam aliquam causam haerere, unde motus gignerentur, ego haud dixero. Hoc vero dubitandum non est, propter hanc obscuritatem dictionis, *Attractiones* saepe immerito suspectas esse visas. MUSSCHENBROEK itaque, fortissimus defensor *Attractionis*, visus est HOLLMANNO, (*Historia Attractionis cum Epicurisi. Comm. Gott. 1754.*) non solum parum accurate loqui, sed omnino commentitia multa referre. Cum enim dixisset multa a natura moveri quae a fluido aut impulsu externo impelli non possent, magnifice ita concludit: „Imo naturam ubivis clamitare dari aliam, corporibus infusam legem, qua ad se, absque externo impulsu aguntur.” (*Oratio de Methodo Instituenti Exp. Phys. XXXIII.*) Quae HOLLMANNUS ve-

Veniamus autem ad particulas ex quibus res constant. Etenim quae moventur et attrahi dicuntur, ea

hementer reprehendit, sicut alias ejus sententias plures, ubi de *Attractione* locutus simili utitur oratione. Quid per *legem corporibus infusam* ipse intellexerit, non explicavit. Sane si verba ejus tantum perpendamus, fateri cogemur naturam nihil tam obscurum clamitare. Declarat tantum fieri accessus particularum inter se. Horum *legem* constituere licet, imo *corporibus infundere*, modo intelligatur id a nobismetipsis, non a natura, fieri. Sed difficile est de *Attractione* ita disserere, ut cupientibus eam refellere omnis causa contentionis adimeretur. Ipse NEWTON quamquam in pluribus locis sententiam suam explicavit, rogavitque ut venia daretur verbis, quibus brevitas causa se usurum ait, tamen non omnem effugit reprehensionem. Contra maxime laudatus est, si quando ipse visus est haesitare; ut cum dixerit se potius fortasse *Impulsum* quam *Attractionem* dicere oportere. (*Princ. L. 1. Sect. XI. in initio. Vide Schol. in fine ejusd. Sect.*) Imprimis autem citata est epistola ejus ad doctum virum BENTLEY, in qua magis explicate idem affirmans, scripsit se intelligere non posse quemadmodum materia in aliam materiam ageret, intervallo interjecto, nisi aliquid esset quod ambas comprehenderet, ac in utramque *contactu* suo motum imprimeret. Quae verba ejus hoc tempore a nonnullis philosophis vituperata sunt. Non fuit, inquiunt illi, tanti viri, siquidem sine impulsu moveri aliquid posse arbitrabatur, contra ac sentiret dicere, quo ad ignorantem vulgi inventa sua accommodaret; aut si impulsus necessarium esse vere censebat, incidit in vulgarem errorem, cum putaret ita rem magis fieri explicabilem, non autem sentiret ipsum *impulsum*, quo pacto motum gignat, non magis intelligi quam *Attractionem*. (*Vide Lib. I. Principium, tum Quaest. 21 et 31. ad finem Opticis additas, imprimis Auctoris monitionem alteram ad lectorem. Ed. Lausannae 1740. STEWART Elements of the Phil. of the Mind. C. 1. Sect. 2.*)



ea prius oportet videamus qualia sint. De *atomo* five minima particula corporum multa apud veteres philosophos scripta legimus. Illi de figura nonnulla statuerunt, recentiores autem de numero plura. Hujusmodi enim quaestio ab his tractari solet: *Sitne materia in infinitum divisibilis?* Plerique negant, et absurdum esse affirmant. Mallem qui tantum negant. Non enim est magis absurdum quam illud, quod astronomi ferunt, infinitos esse orbis, nempe solem moveri circa astrum aliquod ingenti intervallo distans perinde ac planetas circa ipsum, una cum aliis solibus similiter planetis circumdatis, quomodo planetas satellitibus cingi eosque secum ferre videmus; rursus astrum illud esse planetam tertii ordinis, solibusque instar satellitum concomitatum circum punctum vel centrum in mundo volvi; item hoc similiter circa quartum; nec conversiones has ullo termino circumscribi, sed esse infinitas numero. Quod qui probent oportet et concedant fieri posse ut particula contineret infinitum numerum particularum minorum; rursus ut singulae harum itidem ex numero infinito constarent, et similiter quae ex his orirentur, quasque ipsae continerent. Nihil enim melius animi nostri intelligunt esse aliquid summum quam esse aliquid minimum. Quis itaque multiplicationem rerum nullo termino circumscribi vult, vel infinitam esse censet, idem concedat necesse est divisionem quoque esse posse infinitam. Sed videtur mihi, nos, dum ista quaerimus, non memores esse finis omnis scientiae; neque enim quaerere oportere sitne materia dividua in infinitum? sed, dividiturne sic a natura.

Videtur itaque quaestio de divisione materiae con-

cludi ab ea quae spectat vires quibus discernitur. Solemus autem vires dividere in *Mechanicas* et *Chemicas*. Si grana alicujus generis frumenti in pulverem mola conterantur, et aliquantulum farinae inde factae frietur digitis, erit minima particula, quae detrahi possit, pars minima frumenti, vera atomus, quam scilicet hac vi et opera ulterius dividere non possumus. Verum si a mechanica discedamus, et artem illam adeamus, qua ex farina cum aqua depsta *Amylum* conficitur, reperiemus atomum hanc tres partes continere: unam *Amyli*, dissolubilem in aqua calida, non vero in frigida, deciduam et in fundum subsidentem; alteram materiae cujusdam per aquam facile fluentis, forte compositae ex duabus, quarum altera naturam *Mucilaginis*, altera *Sacchari* proxime refert; tertiam *Glutinis*, mollem, tenacem, calore indurentem. Itaque aqua in tria discernit id quod a mola unum fuerit relictum. Sed ne ea quidem ultimas attingit atomos. Nam chemia docet unamquamque harum, igne supposito, novam disjunctionem pati, ex quo intelligitur in minima particula inesse tria, vel quatuor vel plura elementa diversa. An igitur particulae horum sunt atomi? Imo si de vi ignis agatur. At sunt fortasse in natura rerum vires validiores, haftenus ignotae, quibus vel haec solverentur. Pulvis marmoris constat ex minutis partibus; olim putabatur ex minimis. Ignis tamen ex his elicit speciem aëris, *Carbonicam* dictam, quae ipsa ex triplici natura conficitur, *carbonio*, *oxygeneo*, et calore; superest terra acra. Quae autem est atomus sive minima particula aquae? Omitto chemica, quaero nunc de partibus ejusdem generis; quaenam  
ita-



itaque harum dici potest esse minima? Videmus exiguos globulos; minores deteguntur per microscopia, et novimus particulas quam minimas ad superficies multarum rerum adhaerescere, et intra delitescere. Quarum figuram et magnitudinem hactenus determinare non potuimus. Sed perspicuum est, unde mensura pendet. Nimirum partes aquae, licet mobilissimae, tamen cohaerent vi aliqua, nec patiuntur se divelli, nisi fortius ad alterum quid trahantur, quam ipsae se invicem tenent. Oritur itaque contentio virium contrariarum, quae quo magis sint dispares, eo facilior fit separatio, et intelligitur magnitudinem cuiusque partis abstractae concludi ex ipsa cognitione virium attractionis, quamnam habeant proportionem ad attractionem aquae, ratione simul adhibita superficialium attrahentium.

Sequitur ut omnem hanc quaestionem de atomis in considerandis et experiendis viribus contineamus. Si igitur natura molem aliquam sic fabricata fuisset, ut ferrum maxime duratum, ut acies adamantis, ut acidum summae acrimoniae, ut validissimus ignis ne minimam quidem particulam e loco suo movere potuisset, haec vera habenda fuisset atomus; etiam si montes magnitudine superavisset. Non enim parvitas alicujus rei facit atomum, sed hoc, quod dividi non potest. Quod autem quaeritur, an non Deus elementa creaverit, quasi primordia rerum, dura, individua, immutabilia, unde omnia constarent et in quae omnia resolverentur, nec ultra abirent, quid sibi vult nisi utrum Deus viribus, quibus materia movetur, modum aliquem statuerit ut particulae aliae dividerentur, aliae non dividerentur? Quae an hu-

jusmodi sint, nihil hucusque habemus quo certo judicare possimus. Spectantes autem vires quas adhuc invenimus, necessario adducimur ut statueremus esse varios ordines atomorum. Quod enim ita fuerit concisum, ut ab eadem vi nihil possit fieri minutius, idem ab alia vi fortasse poterit in minores partes discerpi. Quin si intuemur vim illam majorem, per totum mundum pertinentem, affirmare possumus, id quod poetice magis quam vere aliquando dictum videtur, tellurem esse particulam sive atomum in compositione planetarum: ad *Gravitatem* quippe nihil interest, sitne ea massa individua, an ex multis partibus composita.

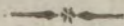
Cum igitur plures ac diversi sint ordines particularum, quorum sint cujusque proprii quidam motus aut vires, nos autem de uno tantum ordine dicturi sumus, earum scilicet quae sunt ejusdem naturae cujus ipsa corpora, ad has considerandas nunc accedamus.



CAPUT PRIMUM  
P A R S   A L T E R A .

## DE COHAERENTIA CORPORUM.

Diversitas quaedam naturarum sensibus continuo percipitur, qua intelligimus vim inesse in aliis rebus majorem, in aliis minorem. Ut cum dicimus glaciem fortius cohaerere quam aquam. Quae quidem tactu dijudicantur. Ex hoc autem patet ad vim intelligendam opus esse aliqua comparatione. Qualis quae manibus tantum efficitur, ea in physica non est satis accurata. Physici enim quaerunt mensuram istius vis. Ad hanc igitur utuntur tali quadam comparatione, quae sit magis constans, et ad numeros expressa. Cujus quatuor genera potissimum fuisse adhibita reperio: unum, quo vis cohaerentiae cum *Attractione* generali comparatur; alterum, ubi vis contraria, qualem calor efficit, adversus eam opponitur, et invenitur utrum momentum plus polleat; tertium, cum corpora dura ipsa inter se conferuntur, conflictu aut tritu, ex quo appareat quaenam facilius cedant et penetrentur; quartum, cum partes divelluntur ponderibus vel aliis modis.



## CAPUT PRIMUM.

*De convenientia hujus vis cum Attractione  
universali.*

Primum dicam de ea comparatione quae est virium quarundam consimilium inter se. Hac primus usus est omnium harum rerum inventor NEWTON. Hic vim quandam toto mundo inesse detexit, cujus rationes explicavit, docuitque illam ad motus caelestes ita pertinere, ut, nisi esset, terra, luna et omnes planetae per lineas rectas semper moverentur; illam autem efficere ut quammaxime declinarent et cursus suos circum centra conficerent, et retinerentur. Demonstravit illi profus similem esse vim qua corpora in tellure deorsum feruntur, et pondere suo infra quod positum est premunt. Qua ex similitudine nomen ei *Gravitatem Universalem* imposuit. Jam antea GALILEO viderat gravitatem non masses tantum movere, sed inesse singulis particulis; quia observaverat omne corpus e regione cadens, sive id esset magnum, sive parvum, grave aut leve, eadem celeritate ruere. Quam celeritatem deinceps HUYGHENS, motus pendulorum calculo subjiciens, invenerat spatium 15 pedum, mensura Parisiana, paullum excedere. NEWTON autem probavit gravitatem multo longius pertingere, ipsamque lunam vi sua complecti; deinde solem simili vir-  
tute



tute praeditum terram caeterosque planetas continere, item Jovem et Saturnum satellites suos, ita tamen ut vis cujusque corporis attrahentis minueretur quo major fieret distantia, ejusque efficacia esset in singulis locis secundum rationem *inversam duplicatam* intervallo- rum; postremo, cum vires masarum efficiantur a summa virium particularum, attractionem eo esse validiorem quo major fit massa attrahens; nec proprie dici, planetas ad solem tendere, sed etiam solem ad planetas, cujus tamen motum vix perspicere quoniam eos magnitudine tantopere superaret; similiter lunam attrahere terram, satellites planetas, sed propter suam parvitatem parum movere; denique ipsos planetas se invicem, unde etiam perturbationem aliquam motuum oriri. Itaque legem illam constituit generalem: *omne corpus attrahere pro ratione massae, et ratione duplicata inversa distantiae.*

Reperto motu, quo particula ad particulam accederet, quaesivit an idem esset partium corporum cohaerentium; at vidit cohaerentiam ex ea attractione oriri non posse. Concludebat ita fore, ut tellus, cujus magnitudo prope infinita videtur si confertur particulae in superficie sua collocatae, cuncta ad se raperet; quae cum tantum habeat momentum, ut duae pilae filis libere suspensae et paullum distantes vix ad se invicem moveri deprehendantur, multo minus sineret particulam ad aliam particulam se applicare, tantaque vi cohaerere, quanta experimur; necesse igitur esse, diversa aliqua fit vis, qua materia cohaereret. Sed posset fieri ut haec, licet fortior, similis tamen esset naturae, cujus gravitas, eandem-

que observaret legem intervallorum. Tentavit itaque, et quemadmodum eadem lex posset ad particulas accommodari, probavit calculo. Demonstravit autem massas sphaericas ex materia secundum talem legem attrahente confectas, ipsas attrahere eadem ratione qua minimae, ex quibus constant, partes. Si itaque omnia corpuscula talem haberent formam, et materiam in se continerent aequabiliter ubique sparsam, non necesse esset, ad inveniendum modum quo agant, ut ea usque ad minimas particulas refecemus; non aliter exploraremus atque astronomi, concipiendo totam materiam quasi in centro collectam, et nihil praeter intervalla punctorum considerando.

Verum neque hoc affirmare licet, neque, etiam si liceret, id multum prodesset. Nam primum de distantia particularum nihil compertum adhuc habemus. Deinde quis secum reputaverit quam arduum visum sit mathematicis illud Problema invenire *de tribus corporibus*, vix sperare potest se idem assecuturum de numero massularum incredibili. Quae difficultas adaugebitur, si alia fuerit figura particularum ab illa quam memoravi. In sola sphaera nihil interest. Corripiet circumjectas particulas vi quae est, quemadmodum mathematici dicunt, ut *masa divisa per quadratum distantiae a centro*. Sed si sint cylindri, vel conii, vel solida quaecunque curva aut plana superficie circumscripta, non poterit summa virium ita ad punctum referri, in quo totum momentum accumulatum esse videretur.

NEWTON autem non contentus eo, quod simplicitatem aliquam demonstrando nactus erat, de attrac-



tione id dubitare coepit, an in ulla materia cohaerente talem sequeretur legem. Vifa ei est in corporibus decrescere alia ratione quam ut momentum ejus commode exprimi possit per *quadratum distantiae*. Etenim fragmentum lapidis aequè firmiter cohaeret ac integra massa, quamobrem in se ipsum contineat totam vim, qua cohaeret, necesse est; si autem particula fuerit detracta, et rursus in eundem locum restituta et compressa, raro cohaerebit cum massa sicut antea. Itaque attractio cohaerentiae videtur esse talis, ut contactu partium sit validissima, deinde fiat nulla si vel minimum fuerit intervallum interjectum. Hoc vero contingere non potuisse, si lex ista esset decrescentiae, sic probatur:

Fingamus dari sphaeram, cujus partes attrahant ea ratione, quae supra fuit posita, adeoque totum momentum quasi in centro locatum etiam eadem. Adfit corpusculum extra eam, atque admoveatur gradatim. Intervallis diminutis perpetuo crescebit attractio. Jam ubi tangat extremitatem sphaerae, erit vis, quae ad illam applicatum manebit, ut  $\frac{1}{R^2}$ , si littera R radium sphaerae repraesentemus. Quae vis non valde minuetur si in locum hujus R numerus paullo major substituatur, hoc est, si corpusculum paulum a contactu sphaerae removeatur. Quod contra ac inventum est dicitur. Alia igitur debet esse ratio attractionis, si veram cohaerentiam assequi volumus. Mutemus itaque paululum, et in vicem *rationis duplicatae* adhibeamus *triplicatam*; vel fiat attractio cujusque particulae sphaeram componentis non secundum *quadratum distantiae*, sed secundum *cubum*. Nunc si

C 2

quae

quaeramus locum, in quo si integra massa esset constipata, vis oriretur eadem quae est sphaerae, reperiemus istum non in centro, sicut supra, sed propius versus superficiem, in linea recta quae corpusculum et centrum jungeret; idem et propius semper versus superficiem accedet quo magis corpusculum ad sphaeram admoveatur. Distantia itaque, quae (si eam littera D significemus) mensuram praebebit momenti attractionis hoc modo  $\frac{1}{D^3}$ , cum ex utraque parte perpetuo minuatur, cito vim generabit adeo validam, ut proximae ante vix queat conferri, et, quando corpusculum attigerit sphaeram, evadat paene infinite major quam cum illud parvo tantum intervallo ab ea distaret. Hoc autem videtur cohaerentiae magis convenire, quare putavit NEWTON hanc rationem attractionis verisimiliorem esse, quae id efficeret. Quod idem multi physici scripserunt.

Attamen sententia haec non caret omni dubio. Et primum quidem de distantia, cum, ut supra dixi, in particulis penitus lateat, quidcumque affirmatur, id omne quodammodo incertum esse necesse est. Sic quod duae particulae ex intervallo quam minimo non in se invicem agunt, agunt autem validissime contactu; haec ad oculos referuntur, quorum iudicio in rebus adeo subtilibus fidem habere non licet. Inter contactum enim et illud quod minimum nobis apparet intervallum, innumerabiles [fortasse sunt] loci qui a nobis non cernuntur. Deinde de ipso contactu philosophi nequaquam consentiunt. Talem appellamus, quando duarum rerum altera ad alteram ita accesserit ut ulterius pergere non possit nisi hanc prop-



pellat. Quis autem affirmabit hic nullam dari distantiam? An res, intervallo interjecto, poterunt ad se invicem accedere; recte vero simul moveri, aut etiam a se invicem recedere non poterunt? Fieri nempe potest, ut, postquam particula ad particulam eousque mota fuerit, *tractio* desinat, succedatque *repulsio*. Quod si contingat in intervallo minore quam quod oculis cernitur, videbuntur eae sese tangere, nec tamen tangent. Ipse NEWTON recte judicaverat quot inter partes vel solidissimas relinquuntur vacuitates sive meatus, qui conjecit *poros* innumerabiliter posse superare quantitatem materiae in corporibus (*Optice p. 207.*) Hoc autem indies fit probabilius, cum propter observationem multarum rerum aliarum, tum ex *Phaenomenis* lucis. Unde nuper nova extitit sententia, scilicet tantum abesse ut particulae inter sese contingerent, ut potius distarent intervallis multo majoribus quam sit ipsa earum magnitudo; summam autem densitatem inesse in singulis: sic effici posse ut *tractio* nihilominus rationem sequeretur *quadratorum*. Hanc enim physici videntur nolle relinquere, quippe quae in aliis viribus deprehenditur, et ipsa per se verisimilitudinem aliquam habere putatur.

Praeter ea, quae de sphaeris memoravi, tractavit NEWTON plures quaestiones de attractione corpusculorum. Quae, etsi experimentis non potuerunt comprobari, tamen aperuerunt novum genus conquisitionis mathematicae in rebus physicis, cujus insignis deinceps extitit utilitas. Idem multi praeclari geometrae illustraverunt et magnopere perfecerunt. Qui recte viderunt quam in omni attractione ratio sit habenda figurae particularum. Nam cum in plurimis

corporibus materia ubique circa centrum non pariter sit posita, non erit vis eadem in omni directione: quaedam partes validius trahent, aliae minus valide; et necesse est adsint latera alia *maximae attractionis*, alia *minimae*. Unde magnum discrimen intercedere manifestum est, tam in attrahentibus quam in attractis. Cujus exemplum praebent motus telluris ii qui dicuntur *nutatio* et *praecessio aequinoctium*, quos astronomi demonstrant nullos fuisse, si tellus esset figura perfecte sphaerica, oriri autem ex hoc, quod partes *sphaeroïdis* inaequaliter a sole et luna trahuntur.

Maxime autem de ea figura quaesiverunt quae parum a sphaera differret, sed aut in verticibus complanata, aut vicissim oblonga, vel quae oriretur ex *Ellipsi* circum alterutrum axium rotata. Quamquam hoc imprimis Astronomiae causa factum est.

Jam invenerat NEWTON (*L. I. Prop. xci. cor. 2.*) quamnam rationem habeat attractio *Sphaeroïdis* verificatione *Ellipseos* circum axem minorem descriptae ad attractionem Sphaerae circum eundem axem constitutae, quae punctum aliquod attraheret in directione axis situm; deinde demonstraverat (*cor. 3.*) quod si punctum hoc, sive corpusculum attractum, esset intra *Sphaeroïdem* ubicumque positum, id attrahi a materia ambiente vi quae rationem *simplicem* haberet distantiae ejus a centro. MACLAURIN, in Tractatu de aestu maris donato premio ab Acad. Scient. Parisiis anno 1740, exposuit attractionem *Sphaeroïdum* novis rationibus, et calculo invenit momentum, quo particula intra superficiem collocata attraheretur, tum quoque illud particularum exteriorum, earum saltem quae



quae essent sitae super tribus lineis rectis ad se invicem perpendicularibus et cum tribus axibus *Sphaeroidis* congruentibus. Similem computationem inivit CLAIRAUT, et insuper ostendit quemadmodum singula puncta superficiei in centrum inniterentur, et qua vi particulae utcumque extra eam posita traherentur. Haec tamen demonstravit modo de ea *Sphaeroïde*, quae a perfecta Sphaera quam minimum discreparet, vel cujus *Ellipsis*, unde oriretur, minimam haberet *excentricitatem*. In hac autem doctrina amplificanda summi mathematici elaboraverunt, D'ALEMBERT, LAPLACE, LEGENDRE, LAPLACE; hi quidem circumscriptum, sicut ante fuerat, Problema paullatim relinquentes, et statuentes sibi generale aliquod solvendum, quod omnes condiciones et casus complecteretur, quicumque essent situs particularum attractarum, et quaecumque natura *sphaeroidum*, cum earum quae orirentur ex rotatione *Ellipseos*, tum vel earum quae tali rotatione describi nequeunt, quarum tres axes ad se invicem perpendiculares inaequali sint longitudine. Haec tamen cum computatu adhuc essent admodum difficilia, planiora nuper reddiderunt BIOT in Gallia, et IVORY (1) in Britannia; quorum ille attractionem omnium *Sphaeroidum* vel *Ellipsoïdum* revocavit ad hoc, cum punctum attractum in ipsa superficiei esset; hic ad attractionem alius *Sphaeroidis* quae punctum attractum intra se contineret. Quae omnia recensuit, et, quantum fieri poterat, simplicioribus formulis denotavit LEGENDRE in commentario, de quo ad Academiam Parisianam retulit DE-

LAMB

(1) *Phil. Trans.* 1812.

LAMBRE (2). Sed haec sunt penitus mathematica, et parum habent usum in hac conquisitione, cum de ejusmodi particulis dicantur, quales quidem esse possunt, an vero sint, haud adhuc constat. Ut ad illam accommodarentur, oporteret quaeri habeantne particulae tales figuras? Quod etsi suspicatus sit clarus chemicus WOLLASTON (3), non tamen probavit. Hic nimirum ostendit quemadmodum ex acervatione sphaerarum et *sphaeroidum* istae orientur formae, quae a *Cryсталlographis primitivae* appellantur, tum quoque paucae ex reliquis. Sed primum spectat magis ad structuram vel ordinem partium quam ad vim qua efficeretur. Deinde idem facit quod physici ferme omnes qui figuram aliquam ut particulis maxime adaptatam elegerunt, explicantes probabili ratione et quasi componentes id quod volunt, sed ipsam figuram nullo modo probantes, ut dubitare liceat annon idem ab alia figura potuisset effici. Cum vero minima, quae oculis percipiuntur, corpuscula solida plerumque formas habere videantur planis superficiebus conclusas, praestaret de his quaerere quales contineant vires attractionis (4).

Sed fatendum est totum hoc genus superare adhuc cognitionem nostram rerum; aut, si verum sit, quod ajunt, mathesin quasi instrumentum esse, quo

OC

(2) *Analyse des travaux de la classe des Sciences Mathématiques et Physiques de l'Institut Impérial, durant l'année 1812.*

(3) Vide Diarium cui titulus *Annals of Phil.* auctore THOMAS THOMSON. t. 2. p. 229. et t. 3. p. 62.

(4) Vide KNIGHT in *Phil. Trans.* 1812.



occulta naturae aperiremus, nos perfectius jam habere instrumentum quam quo uti possimus. Ad cohaerentiam explicandam certe hucusque minime valuit. Haec enim, si ad vim attractionis referatur, oritur ex summa tot virium diversae agentium, ut si vel maximo labore et opere mathematico momentum alicujus earum invenissemus, non nisi particulam haberemus totius effectus.

---

CAPUT SECUNDUM.

*De dilatatione corporum a calore.*

In superiori capite consideravi vim, qua partes massarum quiescentes cohaerent, quomodo physici conati sint illam ad vim attractionis corporum motorum referre. Comparatio vero, quam nunc consideraturus sum, a physicis adhibetur de viribus sibi invicem oppositis; quarum cum effectus plures in natura rerum reperiantur, ideo observatione et experimentis imprimis perficitur.

Attractionis autem contraria est *Repulsio*. Haec validissima gignitur a calore, quare de eo omnis in hoc capite erit quaestio.

Notum est enim pleramque materiam, dum calefcit, tumere, distendi, et in latiore molem crescere; tunc si refrigeratur, rursus contrahi et pristinam

nam magnitudinem recuperare; non tamen omnem materiam aequae; tum quoque aliquando ab ipso calore contrahi videri, cum scilicet mutationem aliquam in natura sua patitur. Itaque physici ex corporibus solidis potissimum ea investigant, quae immutabilitate prae caeteris excellunt, ut metalla, fossilia, et pauca ex his arte confecta. Difficiliora vero esse judicant ea quae ad plantas vel animalia pertinent, in quibus calor plerumque ita agit, ut effectus *chemici* brevi gignantur. Plurimum tamen de fluidis quaeviserunt, quia magis sunt aequabilia, et satis commode tractantur. *Gasa* autem, quomodo dilatentur, cum facili ratione explicatur, tum ad attractionem declarandam non multum valet.

Sed antequam mentionem faciam horum experimentorum, praetermittendum non erit quantum tota structura partium corporum a doctrina caloris fuerit illustrata. Etenim ut corpora calefacta refrigeratione contrahuntur, sic ipsa frigida, si ponuntur in locis frigidioribus, coarctantur magis magisque. Unde patet jam in his aliquantum *calorici* fuisse, quod nisi inesset, non habuissent illam magnitudinem, quam nunc habent. Sequitur omnia corpora esse quodammodo distenta, nec eorum partes adeo esse coagmentatas, quin moveri queant exteriora versus, tum retrorsus. Itaque physici fere credunt omnia colligata esse ex corpusculis distinctis, intermixtis, per duas vires sibi oppositas; quae cum paribus momentis eas movere conantur, tum quiescunt, et, pro ratione virium, efficiunt solida, aut fluida, aut *Gasa* (sed in his attractio videtur esse Gravitatis); cum vero altera alteram majore momento vincit, tum motus oritur,



tur, quo aut discedunt et dilatantur, aut coëunt et in minus spatium coërentur; hinc omnem dilatationem et contractionem pendere. Quod si ita sit, fateri necesse est, cognitionem naturae ignis plurimum aperuisse internam constitutionem rerum. Audiamus praeclarum philosophum BOERHAAVE, qui de igne adeo considerate et sapienter disseruit, quid sentiat: „ Probabile sane habetur, ignem hunc in vacuo, et in meatibus intra solidissimas massas vacuis relictis, ut in vasis quibusdam, contineri, moveri, agere, semper; hinc aliquas inseparabiles operationes continenter producere, quae tamen omnes imprimis id conantur, ut Elementa removeant a se mutuo, adeoque, ut semet expandat aequabiliter ipse ignis. Interea tamen haud minus certum est, ipsa Elementa corporea materiae, quae non est ipse Ignis, assiduo conari se associare magis, vacua intercepta intra suam impenetrabilem materiem arctare, hinc ignem his in vacuis contentum et dilatantem exprimere, quantum fieri potest ex aequilibrii destructione. Unde ergo semper foret actio, et reactio, inter ignem in poris nitentem expandere Elementa, et inter naturalem corporum nixum in adunationem arctam suorum principiorum. Possent itaque hac lege omnia corpora, quae infinitissime, et absolutissime, agens omnia Deus creavit, locata in spatio immenso, dividi in Ignem expandentem omnia reliqua corpora, et in caetera universa corpora, quae non sunt ignis, semper contranitentia separationi suae monadis. Inde adeo duo haec principia, expandens

D 2

„ unum,

„ unum, alterum asfocians, imprimis per omnia do-  
 „ minari.” (5)

Sed hic sunt quaedam animadvertenda. Principium hoc *asfocians*, sive attractio, jungit singula elementa; idem rursus copulat haec inter se ad corpora composita efficienda; et quae horum sunt partes *homogeneae*, id est, ejusdem generis, eas alligat et confringit; viribus, quae non sunt profus. eadem natura. Quæri itaque potest, siquidem calor efficit vim illam *expandentem* sive repellentem, quasnam particulas conetur dimovere, et cuinam conjunctioni potissimum adverteretur, utrum elementorum sive partium diversarum, an partium similium? Nos quaerimus quidem tantum de his; sed si *caloricum* movet illas, recte ne appellatur vis opposita cohaerentiae?

Manifestum est ex iis quae in igne contingunt, *caloricum* pervenire ad particulas multo minores quam quae toti massae similes *cohaerere* dicuntur. Quid sequatur videamus. Primum si de ipsis elementis agitur, nihil interest: in his enim conjunctae sunt particulae illa vi, quam *cohaerentiam* appellamus, et sunt minimae simul, adeoque vis repulsionis e calore orta erit plane opposita cohaerentiae. Hoc contingit in metallis, quae corpora simplicia hucusque habentur. Sed deinde compositorum est alia ratio. Quae si *caloricum* tantum dilataret, non multum referret utrum elementa, an particulae ex elementis confectae dimotae fuissent; quemadmodum nescimus in aqua, utrum sint atomi aquae, an atomi oxy-

56

(5) *Elementa Chemiae* 1732. t. 1. p. 189.



*geni* et *hydrogeni* quae potissimum moventur. Sed *caloricum* non tantum dilatat, agit plerumque, ut ita dicam, *chemice*, id est, non discessum modo efficit, sed etiam copulationes, mutationes, et omnino multa, quae doctrinae cohaerentiae tota sunt aliena. In his igitur non possumus cohaerentiam explorare per calorem. Verum sunt, in quibus utrumque contingit, ut dilatentur, post vero maxime mutantur, veluti lignum aridum, marmor, et multa fluida ex plantis et corporibus animalium expressa. Quin simile quid in ipsis metallis evenire solet, ut postquam magnopere arserint, non quidem abeant in naturas subtiliores, sed vicissim sibi aliquid asciscant et adjungant, quo tamen valde mutantur, et nonnunquam omnem cohaerentiam amittere videntur. Scilicet cuprum, ferrum, nickel, cobaltum, si satis magno fervore in aperto aëre candeant, partem ex eo detrahunt et sibi admiscent, unde mutantur in materiam pulverulentam, quam *Calcem* olim, nunc *Oxidum* appellant. Idem faciunt liquentia plumbum, mercurius, zincum, bismuthum, antimonium. Dubitari itaque potest an vis, quae *Phaenomena chemica* aut statim efficit, aut mox effectura est, ullo modo possit indicare vim cohaerentiae, quae ad particulas unius ejusdemque generis pertinet? Arbitror quidem, si vires corporum usque ad particulas experimentis indagare possemus, non posse indicare. Verum hoc non facimus. Exploramus tantum integras massas, quantum a calore majores sint factae; tum experiendo desistimus, quando nimis a calore turbari incipiunt; nec sane eousque facpe pervenimus, nam experimenta nostra circa dilatationes corporum



concludimus terminis satis angustis. In his igitur parum refert utrum elementa chemica an particulae *homogeneae* moveantur. Quamobrem ad quaesitum fitne calor oppositus cohaerentiae, sic respondere vellem: non videntur esse plane oppositi, verum in experimentis nostris intelligi possunt, quasi ita vere essent, donec ipsa doctrina de viribus adeo fuerit perfecta, ut momenta singularum particularum queat aestimare.

Omnia experimenta inde a tempore quo philosophi Academiae Florentinae dilatationem e calore natam observare ceperunt, versantur in eo, ut calefacto aliquo corpore determinata magnitudine, aut quantitate, accurata mensura inveniremus quantum fuerit extensum. Constat autem, optimis inter se collatis experimentis, inter *gradus* duos aquae gelantis et ebullientis, plumbum omnium metallorum plurimum sese expandere, nisi forte zincum cedat, deinde stannum, argentum, orichalcum, cuprum; cui proxima aurum, bismuthum, ferrum, chalybs, antimonium, vitrum, hoc minus quidem quam metalla, plus tamen platino, nisi multo metallo fuerit admistum, tum omnium horum corporum minime dilatari. Quota parte vero singula sese expandant, de hoc experimenta haud congruunt; neque multo magis de proportione, ne de ordine quidem: ut apud LAVOISIER et LAPLACE (6) ferrum plus extenditur quam chalybs, apud MUSSCHENBROEK (7) minus. Sed

(6) *Traité de Physique* 1816. t. 1. c. VIII.

(7) Vide MUSSCHENBROEK *Introd. ad Phil. nat.* t. 2. c. 28. CAYALLO *Elements of Nat. Phil.* vol. 3. c. 2.



fortasse non fuerunt metalla plane confimilia quibus usi sunt; nam ut tractantur aliis modis, vel ut in aliis regionibus effodiuntur, magnae aliquando existunt varietates.

Videamus autem experimenta haec an ad cohaerentiam illustrandam ullo pacto queant adhiberi. Statuamus massam metalli, forma cubica, immersam in aquam gelidam, hanc autem calefieri usque eo dum mercurius in Thermometro ascendat ad *gradum* 212, qua *Temperatura* facta, longitudinem cubi auctam esse parte centesima. Tantundem simul auctae erunt latitudo ejus et crassities. Particulae igitur, quae longitudinem efficiunt, simul occupabunt spatium centesima parte majus quam antea; et si sint mille, nota erit unaquaeque earum  $\frac{1}{100,000}$  parte. Hoc intervallum autem indicat non quanta sit vis repellens caloris, sed quantum vis repellens excedat vim attractionis. Sequitur hoc: si calor ille excedat attractionem omnium corporum eadem vi, dilatatio totius massae erit eo major, quo major numerus particularum adjacentium. Num vero estne numerus particularum idem quod *Densitas*? Si ita est, falsum est illud; nam concluderemus quo major esset *Densitas* corporum, eo plus dilatari. Quod aliter evenit, nam platinum, omnium densissimum, dilatatur minus quam vitrum octies eo levius, et aurum minus quam cuprum, etsi sit plus duplo densius. At fortasse, contra dici debuit. Etenim si corpora densiora continent, in pari spatio plures particulas, habent minora spatia, interjecta; particulae igitur fortius se invicem attrahunt, minus igitur a vi repellente superantur, atque minor erit dila-

tatio. Sed neque hoc fit; nam oporteret ferrum plus extendi quam aurum vel argentum, quia est natura rarius, sed contra extenditur minus. Posuimus autem *Densitatem* corporum eam esse, quae efficeretur a numero particularum. Sed fieri potest ut quaedam particulae ipsae essent e materia densiore confectae; exempli causa, ut atomus vitri esset rarior atomo plumbi, distantia autem eadem in utroque. Manifestum igitur est, quam variae atque discrepantes sint rationes hujus rei. Adde quod cum lex attractionis latet, tum multo magis lex repulsionis. De qua, ut mihi videtur, nihil hactenus cognovimus praeter hoc: quod citius decrescit, aucto intervallo, quam attractio cui opponitur. Quando enim materia aliqua calefit, moventur omnes ejus partes; cum vero calefieri amplius non potest, consistunt et quiescunt. Itaque incipiente motu magis repellebantur duae particulae contiguae quam sese attrahebant, vel magis tunc pollebat Repulsio quam Attractio; sed si semper ita, nunquam desisterent moveri et a se invicem discedere; necesse igitur est, quo majus fiat interval- lum, ita minorem fieri repulsionem. At simul minuitur Attractio (sic enim putamus), oportet ergo Repulsio decrescat *majori ratione* quam Attractio.

MUSSCHENBROEK de dilatatione e calore nata dis- ferebat ita (8). Corpora duplici ratione resistere disjunctioni, tum vi qua partes se mutuo attrahunt, id est, cohaerent, tum copia suarum partium; ca- lorem enim, quo momento ad mille particulas mo- vendas valebat, eodem non posse movere bis mille,

(8) *Tentamen. Pars II. p. 18.*



et quo vim aliquam contrariam vincebat, eodem non posse vincere vim quae esfet major. Invenerat autem cohaerentiam metallorum, ut sibi videbatur, divellendo ea ponderibus; copia vero partium innotescebat per *Gravitatem Specificam*. Sic itaque composuit ambas rationes, multiplicando numeros, et quaesivit an numeri inde facti *rationem* haberent *inversam* ad dilatationem, qualem in *Pyrometro* suo comparaverat. At invenit haec nequaquam inter se congruere. „Procul dubio, inquit, haec anomalia „rarefactionis a varia partium fabrica pendet.” Imo ex hac causa plurima pendere, dubitari non potest. Sed haec non facit illam discrepantiam. Omitto cohaerentiam per pondera exploratam. Sed de vi caloris quod existimabat eam tanto minus pollere, quo major esfet copia particularum, id nihili est. Nam quod corpora aequè caluerint, ex eo non oportet concludi etiam singula tantundem *calorici* accepisse, vel ab eadem vi ciei. Hoc *Capacitatem* nunc appellamus.

Restat, de quo physici disceptare solent: sitne dilatatio corporum solidorum aequabilis? utrum, postquam copia aliqua *calorici* accesserit corpori frigidiori, illudque parte aliqua dilataverit, si similis copia rursus addatur, dilatatura sit eadem parte, an minore aut majore? MUSSCHENBROEK eadem parte negabat et, experimentis in *Pyrometro* captis, inferebat incrementa minui, cum corpora plus caluissent; atque hoc etiam consentaneum videri naturae: calorem enim eodem modo ea extendere ac si a pondere aliquo extrinsecus affixo traherentur; invenisse autem

JOHANNEM BERNOULLI cum e chorda tres pedes

E

lon-

longa suspendisset nunc 2, nunc 4, tum 6, tandem 8 libras, eam extensionem pati 9, 17, 23 et 27 linearum; cum, si extensio sequeretur proportionem ponderum, debuisset esse ut numeri 9, 18, 27, 36; quare si corpus, supposita una flamma, extendatur aliqua parte, idem, suppositis duabus flammis, non extensum iri duabus partibus, nec, suppositis tribus, extensum iri tribus partibus, sed semper minus, atque experimenta quoque hoc probare (9). Sed primum non videntur istae rationes esse perfecte pares; deinde de igne dici non potest, cum duae sint flammae, aut tres, tum vim futuram esse duplam aut triplam. LAVOISIER et LAPLACE autem invenerunt metalla et vitrum intra gr. 32 et 212 sese expandere ratione communi cum mercurio, hunc autem sese expandere propemodum aequabiliter. Sed an idem affirmari potest semper fore? Quaedam metalla enim putantur sustinere posse ardorem decem aut viginti millium *graduum*. Si conjectura aliquid consequi possumus, videretur dilatatio, contra ac MUSSCHENBROEK sensit, incrementum, quo plus accedat *calorici*; attractio enim partium facilius cedere, postquam fuerunt quodammodo relaxatae. Praeterea videmus id in fluidis contingere, ut dilatatio tum fiat maxima, cum in vapores propemodum abitura sunt. Atqui metalla convertuntur e solida in fluidam speciem: an igitur stannum et plumbum propterea sese magis dilatant, quod citissime liquescunt? Sed sunt haec natura diversa, illud autem invenitur de fluido eodem. Quin bismuthum, quod minimo igne fluit, minus tamen se dilatat quam cuprum.

(9) *Tent. Rare II. p. 32.*



Sequitur autem ut dicam de corporibus fluidis. Videmus pleraque corpora, postquam aliquamdiu caluerunt, nec tamen in elementa sua resoluta fuerunt, mutari forma, liquescere; rursus si refrigerantur usque eo, ut calor sit idem aut paullo minor quam qui liquavit, brevi concrecere et pristinam rigiditatem recuperare. Fluida autem tam se dilatant quam solida; quare corpora in igne fluentia ita afficiuntur ut primum a calore extendantur, tum liqueant, post iterum increpescant. Itaque licet quaerere quo fit ut causa, quae ex utraque parte nihil praeter dilatationem efficit, in loco quodam intermedio tantam mutationem gignit, ex qua nova ratio cohaerentiae extemplo existeret? Nam haec erat antea talis ut haud parva vis requireretur ad partes disjungendas; nunc vero exiguae vi externae non solum resistere non potest, sed ne ponderi quidem partium, quarum si quae labi incipiunt, vix paucas poterit continere. Quamquam ad rem penitus expediendam multa adhuc desiderantur, physici tamen eam satis habent exploratam, qua planum fieret plura hic contingere quam quae cernuntur, nec proinde mirari oportere si alius fuerit effectus, quando calor longe alio modo sese ingerit. Etsi non hujus propositi sit naturam caloris ultra persequi, illud, quemadmodum fiat, breviter explicabo. Cum corpus aliquod solidum liquefit, absorbet simul magnam copiam caloris; hanc quamdiu retinet et servat, tamdiu fluit, simulac vero orbatur eam, redit in solidam formam. Hicce calor longe aliter sese habet quam qui a corporibus accipi solet. Neque se adesce declarat, sensus nostros afficiendo vel mercurium in Thermometro dilatando; neque ipsum

corpus expandit ut nihil praeter solitam repulsionem agere videretur. Illud in glacie liquescente primus detexit BLACK; quod idem contingere in liquescente plumbo, stanno, mercurio, cera, oleo *spermaceti*, deinceps fuit repertum (10). Alterum docent ea quae in ipsis corporibus fiunt, quorum alia immodice dilatantur, ut nihil tale in iis cernatur sive antequam fluunt sive post, quemadmodum mercurius congelatus et rursus liquescens repente distenditur; alia vero contrahuntur, ut glacies, item sulphur, ferrum, bismuthum, antimonium, quae omnia densiora fluunt (11). Manifestum igitur est calorem tum, cum solida corpora statu suo mutantur, aliter partes afficere quam cum dilatationem modo gignit. Quemadmodum autem eas afficiat, hoc physici nondum explicant, sed credunt ad figuras partium omnino esse referendum.

Dilatatio fluidorum determinatur perinde fere ac solidorum; in quibus similiter est cavendum, ne calor aliquod resolvat in sua elementa, aut admistam aliquam naturam excutiat, quo experimentum turbaretur. Mercurius autem, cum ad ejus dilatationem omnia reliqua corpora referantur, et ipse regulam praebeat qua omnem vim caloris fere aestimamus, diligenter fuit consideratus. De eoque hoc imprimis fuit quaesitum, an aequabiliter dilatetur, an semper increseat eadem parte cum fit eadem accessio calorigi?

Quaestio haec habet aliquas difficultates. Nam du-

(10) MURRAY *Elements of Chemistry*. 1810. V. I. p. 168.

(11) BIOT. *Traité de Physique*, t. 2. p. 207.



bitari potest, quid sint portiones aequales *calorici*? tales dicimus quae mercurium elevant in tubo thermometri per numerum aequalem *graduum*. Sed si de hoc dubitatur, verene indicent *gradus* (five partes aequales totius dilatationis) quantum *calorici* a mercurio fuerit acceptum, quomodo iudicium fieri potest, cum nulla sit alia mensura, qua dignoscemus quae sit quantitas *calorici* aut par, aut major aut minor? Haec physici aliunde concludunt. Putant enim hoc sibi concedi oportere: si commisceantur duae portiones aequales fluidi alicujus, quarum altera paullo frigidior, altera calida, utraque autem ad mercurium Thermometri exigatur; calorem mixturae futurum esse *medium arithmeticum* inter calorem fluidorum commixtorum; quod si, summa adhibita cura, ut experimentum rite peragatur, Thermometrum alium *gradum* indicet quam qui esset *medius arithmeticus* inter duos *gradus* adhibitos, id non oriri ex eo quod falso assumitur ita esse debere, sed id ipsum probare Thermometrum non esse veram mensuram caloris, hoc est: dilatationem mercurii per aliquot *gradus* non significare totidem portiones *calorici*. Atque hoc evenire re comprobaverunt. Nam DELUC, cum libram aquae frigidae 32 gr. permiscuisset cum libra aquae ebullientis 212 gr., vidit mercurium ascendere tantum ad gr. 119, nec proinde indicare verum calorem, qui erat 122 *graduum*. Existimavit tamen Thermometrum non propterea valde vitiosum esse putandum, errorem enim intra duo ista extrema nunquam majorem esse posse quam summum trium aut quatuor *graduum*. Sed haec sunt inventu paullo difficiliora. Sunt qui minorem esse

affirmant. Contra DALTON negat, qui cenfet multo efse majorem, imo aliquando 12 *graduum*, phyficos autem vehementer errare cum fatis accuratam menfuram caloris fe ~~se~~ habere credunt, Thermometrum quammaxime nos fallere, idque alia ratione efse conficiendum. Bonum Thermometrum id efse dicit, quod in superiore experimento *medias temperaturas* quam accuratiffime exhibet, quoties aequales portiones fluidi cujuscunque mifcentur; fed contendit ad hoc oportere existimari portiones aequales non quae habent idem pondus, fed quae idem *volumen* (quia majus *volumen* videtur plus requirere *calorici*, vel majorem habere *capacitatem*); quod fi hoc pacto aqua 32 gr. fuerit cum aqua 212 gr. permifta, Thermometrum indicare non, ut apud DELUC, *gradum* 119, fed tantum 115; ne hunc quidem verum efse calorem mixturae, nam aquam ita mixtam pati contractionem parte  $\frac{1}{90}$ , hinc *calorici* aliquantum elici, quo ipfam calidiorem fieri; hoc vero probabili aestimatione invento, quantum fit, et detracto, verum calorem medium prope *gradum* 110 reperiri; ibi itaque afcribendum efse numerum 122, qui est *medius arithmeticus* inter 32 et 212. Sic igitur fecit, ac novam protulit *Scalam thermometricam*, quae a folita plurimum differt, nec ulla cum hac communia habet puncta praeter duo, fcil. 32 et 212, reliqua puncta diftant variis intervallis ab iis quae ad haec, eodem afcripto numero, in vulgari divifione respondent; diftant quoque inter fe, ac eo magis quo plus ascendamus. (12) Ab hoc vero alii phyfici plurimum

(12) Principium adhibuit tale: mercurium dilatari pro  
qua-



num disident, existimantes indicia Thermometri nequaquam esse tam fallacia, propterea quod dilatatio mercurii perfecte congruit cum dilatatione aëris, quemadmodum GAY LUSSAC experimentis probavit, aërem autem mensuram praebere *calorici*, quae omnibus reliquis longe antecellit. (13)

Satis dictum puto, unde appareat tota haec quaestio qualis sit, atque intelligatur non proprie dici nos invenire dilatationem qualis a singulis portionibus caloris efficitur, sed qualis in corporibus efficitur tum cum mercurius per aliquot *gradus* ascendit. Hujusmodi dilatatio comparativa determinata fuit in nonnullis fluidis.

Notissima sunt experimenta quae DELUC fecit (14), cum liquores plures, aquam, *alcohol*, oleum, tum puros, tum admistos, in Thermometris inclusit, ac notatis in singulis duobus illis punctis *glacii liquescentis* et *aquae ebullientis*, deinceps omnes simul calefecit, et altitudinem vidit ad quam in quoque Thermometro liquor ascenderet, cum idem erat calor omnium. Quae postea in Tabula descripsit. Ex quibus et illud inventum est, omnia fluida, si ad mercurium referantur, eo plus dilatari a calore, quo magis incaluerint. Eadem BIOT nuper complexus est regula mathematica, qua, sola computatione, invenire

*quadratis Temperaturae, initio sumto a maxima densitate.*  
Totius hujus rei rationem explicavit in *A new system of Chemical Philosophy. Manchester. Part. I. 1808. ch. I.*

(13) Haec sententia lucide explicatur a HAUY. *Traité de Physique. 1806. t. 1. §. 250, 255.*

(14) *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère. T. 1.*

re posset altitudinem cujusque fluidi in Thermometro suo, cum gradum caloris mercurii nosceret. Statuit autem rationem, quam dilatatio cujusque fluidi habet ad illam mercurii, talem esse, qualis significatur ejusmodi formula

$$D = AT + BT^2 + CT^3$$

D significat dilatationem, five numerum *graduum* cujusque Thermometri, T *Temperaturam*, five numerum *graduum* Thermometri mercurii, undo dato numerorum alterutro reliquus innotescit per numeros A, B, C. Hos ita determinavit ut dissimiles essent, majores aut minores, *positivi* aut *negativi*, quemadmodum quaeque natura postulare. Pro singulis fluidis igitur eos definivit; atque ita constituit ut ratio numeri D ad T maxime congrueret cum illa quae erat a DELUC comperta et in tabula ejus descripta. Cum ergo regulam suam probavisset, adhibuit eam ad totam rationem dilatationis fluidorum ultra quodammodo aperiendam, quam experiendo hactenus facere licuit. (15) Et praecclare quidem fecit. Sed tamen intelligendum est regulam quamvis accuratam nihil docere de ratione virium oppositarum, unde dilatatio et contractio fluidorum oriuntur. Exponit modo mathematice id quod antea fuit comperitum experimentis, quod idem deinceps posset ad alia adhibere. Hoc autem non ideo dico quia inutilem esse putem: poterit enim substitui in locum experimentorum, vel ea indicare quando ipsa sunt difficiliora; sed meminisse debemus illam nihil efficere per

(15) *Traité de Physique. t. I. ch. XI.*



per se, neque comprobare observationem, sed modo supplere, quippe quae ex hac ipsa tota pendeat.

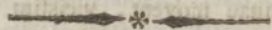
Atque haec memorantur ob eam causam, ne quis putaret nos rationem fluidorum adeo magis perspectam habere. Si enim, ut supra de solidis, ita de his quaerimus num ex eorum dilatatione aliquid concludi possit de viribus unde proficiscitur, multa quidem inveniemus quae ad hoc pertinere dicuntur, quomodo vero pertineant, nescimus. Sit igitur Thermometrum perfectum, et cum mercurius per pares gradus ascendit, sint simul paria *incrementa calorigi*. Deinde paria *incrementa calorigi* gignant paria momenta repulsionis. His positis, erit dilatatio eo major quo attractio partium ipsa sit debilior. Cum igitur invenimus fluida magis expandi quo magis incalescunt, efficitur attractionem etiam debiliorem fieri, quod satis convenit ad naturam hujus vis, ipsam minui dum intervalla augentur. Sed quam tenuis conclusio, praesertim tot rebus assumptis! Deinde illius imminutionis nullam reperimus propriam rationem; ne ipsam quidem dilatationem hucusque penitus cognovimus. Etenim metimur eam a frigore glaciei liquefcentis usque ad calorem aquae ebullientis, non vero inter proprios fluidorum terminos. Hi enim sunt cum gignuntur e liquefcentibus solidis, item cum abeunt in vapores. Habemus igitur partem modo totius dilatationis. In hac parte autem cernimus magnas varietates. Primum, sunt liquores alii densiores, alii minus densi, quocirca ante quaeri oportet intervalla particularum, utrum sint majora aut minora, an eadem; item, cum *Temperatura* in singulis eadem sit, omnes tamen non accipiant parem



copiam *calorici*, de momento repulsionis inde oriun-  
 do altera erit quaestio. Sed deinde *Temperatura*,  
 ad quam omnes referuntur, non pertinet ad omnes  
 eodem modo. Sic oleum olivarum inter extremos  
*gradus* aquae longius abest ut ebulliret quam ut  
 gelasceret; alia contra. Alcohol jam ebullit prope  
*gradum* 170; distat vero ita ab altero *gradu* ubi  
 fluere inciperet, ut dubium sit an unquam tale fri-  
 gus extiterit. Ex quibus concluditur quaestionem de  
 viribus cohaerentiae et repulsionis proficisci oportere  
 ab uno quodam liquore, cujus integra dilatatio cog-  
 nosci possit; qualis aqua inter gr. 32 et 212. At-  
 que in hac physici summam impenderunt curam, ex-  
 plorando ejus *gravitatem specificam* in singulis *gra-*  
*dius*, unde dilatationem ejus paene descriptam nunc  
 habent. Sed de viribus nihil fere statuunt praeter  
 idipsum quam eas invenire sit arduum, rationem  
 enim haberi oportere cum vaporum, tum praesertim  
 figurae particularum. Nam cur aqua, postquam e  
 glacie fluit, si paulum calefcit, non distenditur sta-  
 tim sed contrahitur? Existimant calorem semper re-  
 pulsionem gignere, sed partes unius figurae ita ab  
 eo moveri ut tota contorqueretur, nec tamen inter-  
 dum discederet a reliquis. Quod etsi non explicant  
 quomodo sit, tamen ajunt se intelligere posse ita  
 fieri. Perspicuum autem est figuras particularum non  
 ex hoc genere experimentorum, sed aliunde esse re-  
 petendas, sicut e CrySTALLIFICATIONE, fortasse ex motu  
 quodam luminis, cum per corpora pellucida tran-  
 sit, vel ex alia doctrina. Deinde nisi ipsa vis calo-  
 ris fuerit quodammodo explorata et dimensa (multi  
 autem censent hanc esse ad motum *gasorum* im-  
 pri-



primis revocandam) non poterit attractio ex dilatio-  
ne, quae ex utraque oritur, certo concludi.



## CAPUT TERTIUM.

### *De Duritia.*

Quando cohaerentia sit diversa in corporibus dis-  
similibus, si partes impellantur momento contrario,  
facilius cedent aliae, contra aliae magis renitentur.  
Sic vis, qua cohaerent, ipsa aliquando poterit cog-  
noscī. Sed cohaerentia etiam potest comparari cum  
cohaerentia, nulla alia vi interveniente, oppositis  
partibus cohaerentibus inter se. Haec quomodo a  
phyficis tractantur, hoc capite memorabo.

Verfantur in ea qualitate corporum determinanda  
quae appellatur *Duritia*. Quae in physica paullo  
arctius definitur quam quae eodem verbo vulgo ap-  
pellatur. Duritiam saepissime confundimus cum fir-  
mitate et robore, cum intelligimus aliquid esse diffi-  
cilius diffractu. Haec tamen a phycis distinguuntur.  
Cum de duobus corporibus contentio fit, appellant  
illud durius, quocum si alterum radunt aut scalpunt,  
aliquid ab eo detrahunt, vel superficiem inflectunt  
aut lacerant, dum nulla particula ejus amittitur aut  
movetur. Sic argentum atteritur a cupro, cuprum

autem a ferro; non vicissim potest cuprum atteri ab argento, aut ferrum a cupro. Statuunt igitur cuprum durius metallum esse quam argentum, sed minus durum quam ferrum. Itaque majorem habent vim particulæ quæ movent, vicissim minorem quæ moventur. Hoc modo constituitur genus aliquod attractionis. Quod cum versetur in particulis, oportet cavere ne figura aut massa corporum impediatur quominus duriores intra reliquas penetrarent. Itaque adhibemus alterutrum corporum paulo acutius, aut angulosum, et ejusmodi parte planam et laevam superficiem alterius tentamus, an fiat incisura: quod si nulla apparet, vicissim illud tentamus. Ita autem ea fuerunt explorata corpora, quæ eadem duritia plerumque reperiuntur. Metalla fuerunt disposita tali ordine: ferrum, platinum, cuprum, argentum, aurum, stannum et plumbum; in quo primum omnium durissimum, reliqua præcedenti quodque molliora sunt. Caetera metalla, quoad invenire potui, ordine hoc: manganesium, nickel, bismuthum, tungstenium, zincum, antimonium et arsenicum. Vitrum est durius hisce omnibus, sed vincitur a multis corporibus fossilibus. Adamas autem omnium, quas novimus, naturarum durissima; omnes enim incidit, a nullaque ipse inciditur.

Sed de viribus non satis esse judicant physici alias inveniri majores, alias minores; quaerunt insuper proportionem aliquam, vel quo pacto illas ad notam aliquam naturam referrent. Duritiae autem nulla videtur esse communis ratio cum pondere, aut firmitate, aut pelluciditate, aut quæ horum sunt contraria, aut cum dilatatione a calore, aut denique cum



ulla natura corporum (16) praeter *Elasticitatem*; sed est haec ipsa difficilior explicatu. Quamobrem totum hoc genus quodammodo relinquunt iis, qui illud non explicandi causa, sed propter aliquem usum sibi adjungunt. Mineralogici nonnunquam commode distinguunt corpora naturae valde dissimilis, sed quae informia aut eodem colore propterea non statim dignoscuntur, quia noverunt alterum esse altero durius. Venditores quoque gemmarum pretiosarum, et artifices in re lapidaria, duritiam explorant torno, quo virtutes gemmarum aestimarent, et quae propter eam ipsam excellere putantur, cognoscerent.

Veruntamen est physicae exponere, cum aliqua de causa duritia ejusdem corporis increvit, aut minuitur. Patet hoc latius in chemia, nam permixtae naturae dissimiles magnopere ita mutantur, sive ut mollescant, quemadmodum immersa quaedam in aquam; sive ut durentur, ut metalla fusa, ex quibus tintinnabula conflantur, quae simul multo clarius sonant. Imprimis autem, sed multifarie, agit ignis. Hic, cum subtiliores naturas, quae in corporibus compositis insunt, dispellit, crassiores fere contrahit et indurat. Velut argilla cum aqua subacta, mollissima, et aptissima in qua omne imprimatur, supra ignem vero cito concrevit, et vasa efficit durissima. Plantae etiam, expulsis a calore vaporibus humidis quos continebant, plerumque durevunt. Contra crystalli salium quorundam aliquantum aquae continent, quae si ab igne orbantur, collabuntur et omnem cohaerentiam

(16) Loquor de corporibus natura diversis. Quomodo Fragilitas sequatur duritiam eorundem, dicam in Cap. seq.

tiam amittunt. Cum autem nihil ejusmodi excutitur, ignis plerumque corpora dura molliat, ut ceram, vitrum, etiam metalla quaedam, ut ferrum, quod tum agglutinari solet, itemque, ut videtur, platinum; sed non aeque omnia, nam sunt quae, si vehementiore igne ardent, antequam fluunt, paulum videntur durescere. Quae autem molliuntur, ea, si refrigerantur, pristinam duritiam recuperant. Sed multum ad hoc interest, utrum subito frigeant, an lente. Si, postquam magno fervore canduerunt, statim in aquam immittuntur, evadunt quam maxime dura. Ex quo paene judicatur hanc duritiam effici ab inordinato motu particularum, quod non possint se applicare ad eas partes ad quas vi sua diriguntur. Hoc autem non male statuit quid fiat, non vero quid inde fieri oporteat. Effectus hic potissimum cernitur in chalybe, et motus particularum intelligitur hoc, quod postquam duratus fuerit, si iterum calescit et lente refrigeratur, rursus evadit mollior, ut videantur particulae tum in suum quaeque locum rediisse. Cum autem chalybs candens in oleum immergitur, durescit equidem sed non tam quam in aqua, si vero in mercurium, durescit multo magis, ut vitrum propemodum possit secare. Est autem chalybs metallum compositum ex ferro et natura *carbonacea*. Videntur itaque permixtiones in metallis magnopere turbare motus, qui gignuntur calore. Quod planum sit, si attendamus ad ferrum, quomodo funditur et tractatur, quam sit varia duritia. Nam effossum cum admistum sit multa terra, imponitur supra ignem in fornace, una cum calce et natura aliqua *carbonacea*, quarum illa terram in vitrum



vertit et a metallo separat, haec *oxygenum* metalli abstrahit, illud autem fluidum relinquit. Multum tamen abest ut purum fluat; retinet aliquantum *oxygeni* partibus suis sparsum, cogit paullum *carbonis* secum, nec vacat omni admixtione aut terrae, aut *phosphori*, aut etiam aliorum metallorum, velut *manganesi* et *chromii*. Non sunt igitur partes meri ferri, sed immistae simul partes dictae *oxidi ferri*, *carbureti* et *phosphureti ferri*, caeterorumque. Hae autem prout alia atque alia portione existunt, ita massam efficiunt admodum variam tum colore et aspectu tum duritia. Metallum rursus funditur, tum segregantur pleraeque et quasi supernatant; purius ferrum spissatur, et post cuditur, unde omne quod superest vitii paene elicitur. Est autem hoc ferrum multo mollius. Si vero non omni vitio perfecte caret, manebit paullo durius; atque sic mirae varietates aliquando reperiuntur; ut aliud genus ferri sit durius cum friget, mollescat autem in igne, aliud contra sit mollius, duretur vero igne. Quibus ex omnibus judicari potest quam mirabiles sint motus particularum, quam parum vero adhuc innotuerint!

\*

---

 CAPUT QUARTUM.

*De Firmitate.*

Cum corpora ponderibus suspensis vel impositis diverse trahuntur vel premuntur, aut cum subito ictu ex parte aliqua quatuntur, oriuntur motus interni, aut lenes et continui, aut violenti et inordinati, quibus cohaerentia minuitur, ipsa laxantur et franguntur. Quod cum in omnibus non contingat eadem vi nec eadem ratione, investigatio fieri potest, de qua postremo est considerandum. Haec versatur in ista proprietate corporum invenienda et determinanda, quae appellatur, variis nominibus, Firmitas, Robur, Tenacitas, et contra Laxitas, Fragilitas, unde et istae: *Malleabilitas, Ductilitas*. Duplex autem est ratio ejus. Nam disjunguntur partes corporum extrinsecus duobus modis, aut presu ponderum vel instrumenti cujuscunque, aut percussione.

De presu plura experimenta exstant, quia ratio ejus facilius cognoscitur, et momenta aestimantur certo modo per numerum ponderum. Ejusmodi jam GALILEO et MARIOTTE videntur instituisse, et demonstratione mathematica comprehendisse, ut est apud MUSSCHENBROEK *De Coharentia et Firmitate*, qui

Theo-



Theorema aliquod eorum refert, quo probabant quadra vitrea aequae crassa, ab eodem pondere in medium imposito, dum eorum margines tantum fulciantur, omnia perfringi, tam magna quam parva; in quo etsi nullus sit error geometriae, ait se tamen, cum periculum fecisset, contra ac illi probaverunt invenisse, neque illud fieri posse, nisi quadra essent perfecte plana; qualia etsi principio sunt non tamen ita manent; nam simulac premi incipiunt, flectuntur, ut ea pars fiat infima, in quam pondus imponitur, proxima quaeque paullo altior, unde concava evadunt; quod cum ita fiat, minora quadra plus ponderis sustinere posse quam majora. Atque hoc exemplum non male indicat totam rem, quemadmodum patiatur se geometria et computatione mathematica tractari. In geometria lineas usurpamus rectas et inflexibiles, sed tales non sunt in natura rerum, nam superficies deflectuntur versus eam partem ubi datur pondus, unde curvatae fiunt, quod rursus mutat directionem virium, et proinde momenta. Cum igitur volumus comprobare experimento, et quod per regulas effecimus, idem rursus tentando exploramus, an ita contingat, invenimus plerumque magnam discrepantiam. Ne crassities quidem ita semper concludi potest, ut certo judicemus corpora crassiora quanto plus ponderis sustinere queant (17).  
Opor-

(17) Est haec discrepantia, quam cum perspexerat BUFFON, ait sibi extitisse causam, quare constituerit robor ligni solummodo experimentis explorare, quemadmodum fecit in *Mémoire sur la force du bois Hist. Nat. Suppl. Tom. III. 1779. p. 167.* Idem animadvertit in ferro: *ibid. Tome*



Oportuit igitur experimenta non solum instituire de naturis diversis, sed iterare et variare de iisdem. Atque hoc cum phyfici sensissent, diligenter investigare coeperunt firmitatem multorum corporum. EMERSON, MUSSCHENBROEK, BUFFON, alique acerrimi investigatores merito in hoc genere laudantur. Invenere autem multa scitu dignissima, quae in libris suis accurate conscripserunt. Ut de ligno, esse non solum arborum genera quaedam robustiora, alia molliora, quod notum erat, sed in eodem genere alias deprehendi vires prout creverint in aliis regionibus, in alio solo, prout novellae sint aut vetustiores. Deinde eandem arborem non ubique esse aequè validam, sed aliam esse vim ramorum et radicum atque trunci, aliam vim partium exteriorum atque interiorum; tum ne partes quidem similiter e trunco exactas perfectè esse pares, sed ut sint humidiores aut aridiores, ut virides aut antiquiores, ut denique dissimiliores paullo sint fabrica et dispositione, ita vim habere nunc majorem nunc minorem. Postremo, multum interesse inter modos quibus lignum tentatur, utrum trahatur in partes contrarias an onere frangatur; esse enim in omni natura *vegetabili* ordinem aliquem et structuram particularum, non minimarum quae ex elementis constant, sed illarum quae oculis discerni facile possunt, has autem particulas, vel (ut proprie loquar) hos ordines particularum ita esse dispersitos ut ipsi fortius cohaerescant, cohae-

III. 1774. p. 61. *seqq.* Contra tamen alii phyfici probaverunt magnam interdum in hoc genere esse vim computationis.



haereant vero minus cum contiguis, unde ab his parva vi separari patiuntur, ipsi non rumpuntur nisi vi adhibita multo majore; ex quo efficitur illud, quod lignum secundum longitudinem fibrarum firmiter sit quam ex transverso (18), item quod alio modo findatur, alio modo dirumpatur, denique quod alii ac alii sint motus partium antequam prorsus disjunguntur, ut aut supra se invicem gliscant, aut diverse flectantur, nec statim moveantur, sed lente et tanquam nisu intermisso; unde intelligatur cur trabs lignea grave onus sustinens rumpitur cum ab eo nimis diu pressa fuerit (19).

Metalla sunt corpora *homogenea*, et omni parte propemodum eadem vi renitentur. In quibus si aliqua diversitas reperitur, ea inde nascitur, quia admista sint alio metallo, aut quia non eodem modo fuerint parata. Nam funduntur in formas, vel densantur ictibus. Metalla fusa autem, etsi sint duriora, franguntur minori pondere; sed si, antequam frigent, crebris ictibus comprimantur, tenaciora evadunt. Est

(18) Lignum durum, ut ulmi et orni, esse septies, odies, decies firmiter, si recte distrahatur quam si transverse; abietis autem (quod facilius finditur) imo viceies, probavit EMERSON. *Princip. of Mechanics. Sect. VIII.*

(19) Repertae sunt trabses summo pondere oneratae ac illud sustinentes, quae frangebantur ab onere multo minore, quod aliquamdiu in iis inniteretur. „ J'ai trouvé (ait BUFFON *l. c.*) que des poutres qui avaient chacune supporté sans se rompre pendant un jour entier neuf milliers, avaient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers, c'est-à-dire, qu'elles n'avaient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge qu'elles avaient portée pendant un jour.”



tamen aliquid mirandum, scilicet cum satis fuerint maleata, si amplius cuduntur, rursus debiliora fiunt, ut videatur esse cujusque metalli quoddam maximum robur, quod excedere natura non finit. Est autem motus particularum perquam notabilis, et antequam ab onere suspenso rumpuntur, valde extenduntur et augescunt, quasi a calore essent dilatata. Non tamen est huic extensioni cum *calorico* ulla communis ratio. Quamquam enim in utroque vis aliqua nascitur repellens, quae efficit ut corpora in partes contrarias distrahantur, non sunt istae vires plane conformes. Quod eventus satis docuit: nam vidimus (in capite secundo) frustra MUSSCHENBROEK quaesivisse unde ambas una ratione comprehenderet, quam tum se consequi sperabat, cum *Gravitatem Specificam* ad eas adjungeret; fore enim ut eo minus corpora a calore dilatarentur, quo major esset eorum *Gravitas Specifica* et quo plus ponderis simul opus esset ad ea rumpenda; at aliter invenit. De *Gravitate Specifica* dictum est in eo loco, cum dilatatio a calore spectabatur, ubi tum videbatur contra potius fuisse concludendum. Sed diruptio corporum per pondera quo pacto huc refertur? calor dilatat corpora, non dirumpit; nec rumpuntur metalla (de his omnis erat quaestio) a ponderibus, nisi antecesserit motus particularum, quo ipsa longiora sensim evadunt, ut hic motus potius sit causa cur tandem rumpuntur. Quamobrem fuisset dilatatio caloris conferenda non cum pondere quod ea producit usque eo ut produci amplius non possint, sed (si qua fieri posset) cum ipsa eorum *Ductilitate*. Verum locus vix datur quaerendi talem similitudinem. Etenim *caloricum*



*cum* agitat singulas particulas, pondus vero suspenditur ex parte aliqua, et ipsae particulae se mutuo trahunt; illud semper constituit aequilibrium, quod si refrigeratur, rursus agit attractio; hoc ita movet partes ut nunquam sponte regrediantur. Illa autem mobilitas partium metallorum, quam *Ductilitatem* appellamus, qua patiuntur in multam longitudinem extendi et porrigi, priusquam franguntur, est magno usui in artibus quamplurimis. Ubi vero magna tenuitas simul requiritur, ut in ducendis filis metallicis, non satis apta sunt pondera; sed trahuntur ingenti vi machinarum per foramina angusta, unde et aequabilem crassitiem ubique haberent. Quanam vero debeant esse forma aut dispositio partium, qua tam facile motui cedant et nihilominus firmum et perfectum fervent contextum in quo nihil lacunosi usquam appareat, id non facile explicatur. Quaecumque sit causa, videtur ea tamen non adeo esse permanens; nam metallum, quod aliquantum fuerit extensum, subito resistit, nec amplius extenditur, ut fieri videatur intermissio quaedam istius naturae mollis et tenacis; quae tamen renovatur cum metallum recalescit. Firmitas metallorum ita tractorum plerumque augetur, veluti cum cuduntur; densari etiam putantur. Verum si experimentis a MUSSCHENBROEK relatis fidem habere licet, de neutro aliquid affirmari potest. Nam stannum Indicum, quod libras 126 sustinebat, cum quinquies fuit tractum, pro eadem crassitie sustinere tantum potuit libras 110, etsi multo evaserat densius, quod per *Gravitatem specificam* innotuit. Contra plumbum, ut saepius trahebatur, plus ponderis semper fere sustinere potuit; at simul rarefcebat. Ori-

chalcum tractum semper firmitus factum fuit, sed ejus densitas non fuit determinata (20).

Haec omnia igitur ad experiendum sunt aptissima. Nam cum pondera gradatim addantur, facile cognoscitur totus numerus quem quodque corpus potest ferre, unde ejus vis, aut firmitas, aut robur, quod ita investigatur, exactissima mensura innotescit. Alterum genus, quaerendi cohaerentiam per percussio- nem non est perinde accuratum, nam momenta dif- ficiliter determinantur. Hoc appellatur Fragilitas, de qua statuitur utrum in singulis naturis magna sit an parva, ac utrum sit eadem semper an aliqua de cau- sa possit variari. Spectat semper ad disjunctionem partium quae efficitur ab uno vel pluribus ictibus. Intelligi tamen oportet ictum non hanc solummodo efficere, sed, velut pondera, motus cieri, quos non in omni corpore statim insequitur partium disjunctio; aliquando enim tantum efficit ut ratio cohaerentiae paulum immutaretur. Percussa quaedam corpora den- santur, ut ferrum candens et jam mollescens, alia durantur, ut ferrum frigidum et pleraque metalla fri- gida. Deinde mobilitas partium, quam supra memo- ravi, in metallis malleatis similem gignit extensionem, quae *Malleabilitas* tunc dicitur, quae non in longi- tudinem tantum sed etiam in latitudinem undique crescit, quae itidem igne debita vice applicato juva- tur. Hoc modo ex complanatis metallis lamellae mirabilis tenuitatis efficiuntur. Sed ut vires sunt di- versae, ita extensio fit alio modo. Unde quae natura sunt ductili, eadem non omnia in laminas admodum

te.

(20) *Introd. ad Phil. Nat. t. I. §. 660, 669, 686.*



tenuantur. Aurum utraque natura magnopere gaudet, argentum et cuprum paullo minus, sed non multum interest; stannum et plumbum cusa magnam consequuntur tenuitatem, non autem in fila valde longa ducuntur. Contra ferrum, omnium metallorum forte ductilissimum, non adeo in laminam potest tenuari. Quod idem in platino contingere videtur.

Fragilitas autem de iis rebus imprimis dicitur, quae uno ictu, vel ictibus non saepe iteratis franguntur. In quibus duo potissimum animadvertuntur. Primum quod cum fissurae, tum aspectus ipsarum partium post separationem, plerumque exhibent naturam aliquam constantem, cujusque generis propriam. Ut corpora *crystallisata*, vel quae sunt forma aut structura quodammodo definita, in commisuris suis fractura solvuntur, et particulas habent certo pacto figuratas, superficie laeva et plana; velut sal communis et *Plumbum Sulphuratum* percussione dant cubos, *Spathum Islandicum* rhombos, *Spathum Fluoricum* et *Oxidum* quoddam ferri resplendens pyramides, *Mica* laminas planas, tenues, glabras. Vitrum et glacies si aliquo modo feriantur, vel contundantur, ut non penitus disfiliant, fissuras contrahunt rectas, in centrum aliquod convenientes, stellatas. In aliis corporibus percussis apparent fissurae nunc rectae, nunc curvatae. Fragmenta etiam tactum multifarie afficiunt; sunt quaedam laevia, alia eminentia angulis, alia scabra minutis asperitatibus; sunt alia striata, alia distincta granis, alia quasi squamatum compacta. Hinc ista vocabula: *fibrosum*, *radiatum*, *foliatum*, *conchaeforme*, *granulosum*, etc.:



Alterum est, quod saepissime corpora duriora, vel ea quae difficiliter a reliquis penetrantur, tamen parvo momento franguntur. Vitrum quam fragile! attamen est durius metallis; *Opalus* et genus quoddam *Sulphatis Barytae* vix ab acie cultri fringuntur, quae eadem malleo facile comminuuntur. Duriora, *Quartzum*, *Chalcedonium* paullo magis obsistunt, franguntur tamen. Adamas omnium durissimus comminui potest percussione, quod nisi ita esset, nullo modo posset elaborari, nam ipse obtundit et hebetat omnia instrumenta; sic autem ab artificibus secatur et politur ut ipse a suo pulvere atteratur et laevigetur. Sed idem multo clarius cernitur in iis corporibus quae igne, aut frigore, aut quocunque modo durantur et vicissim remollescunt, quod ea magis fragilia fere evadunt cum fiunt duriora. Atque id in metallis praesertim contingit. Quod tamen non ita affirmari debet, tanquam Duritia et Fragilitas semper in omnibus simul ita increscerent et minuerentur. Nam experimenta non facta sunt de omnibus. Existunt fortasse quaedam varietates. Constat autem pro ferro, quod BUFFON tanta diligentia, dum paratur, exploravit, et mutationes, quas subit, descripsit; ex quo efficitur quae de duritia ferri supra dicta sunt eadem intelligenda esse de fragilitate ejus, ut ambae eadem ratione simul augeantur et vicissim decrescant. Vidi *Basaltum*, quod perdifficiliter frangebatur, nec erat nimis durum, cum funderetur et repente refrigesceret, ut speciem vitri nigri indueret, admodum fragile evadere, et simul multo durius; cum autem ex igne sensim auferretur et lente refrigesceret, ut natura nec vitri nec saxi plane appareret sed



natura aliqua media, quasi vitri nigri distincti multis nodis faxeis, fiebat minus fragile, at etiam paullo minus durum; cum tandem diutissime refrigeraretur, pristinam naturam suam paene recuperavit.

Videtur autem esse motus quidam ad frangendum imprimis aptus; motus nimis celeres aut nimis lenti non perinde. Lamina vitrea enim si aequabiliter deorsum premitur, magnam vim potest perferre, qua si momento multo minore sed movente feritur, statim disrumpitur. Rursus si globus plumbeus e scloppeto missus impellitur in fenestram laminis vitreis obductam, ferunt illum vitrum transire, et perforare ut relinquat foramen rotundum, non vero frangere. Sed fortasse celeritas impactionis non sola id efficit. Ut aliquid frangatur, necesse est partes conquassari motu quodam tremulo, qui licet non penitus qualis fit intelligatur, tamen cernitur quodammodo in multis rebus. Ut filex interdum obsistit ictui, cum vero in manum imponitur, et leviter sursum deorsum movetur, si altero manu feritur mallo, rumpitur. Nota sunt vasa illa vitrea, quae cito post conflaturam refrigerata fuerunt, in quae si globulus plumbeus delabitur, aliquando integra manent, si vero quam minimum fragmentum lapidis angulosum, fundus subito excutitur. Gutta vitri liquidi in aquam demissa et ita subita refrigeratione formam bullae in tenuitatem desinentis nacta ictus interdum potest perferre; sed si manu extremas tenuis abrumpitur, reliquae partes repente comminuuntur. Quam subtilis sit motus quamque tenera structura particularum, intelligi potest ex hoc, quod vasa illa vitrea nonnumquam sponte disiliunt postquam aliquamdiu jam refrixerint.

---

 PARS TERTIA.

## DE CRYSTALLISATIONE.

Cum particulae corporum aliqua de causa solutae fuerint, ut non amplius cohaereant, videntur interdum cieri motibus quibus rursus accedunt ad se invicem et colligantur. Rationes horum motuum nunc sunt considerandae. Haec Pars tamen non aequale patet. Non enim omne possumus coagmentare quod solvimus. Quas enim particulas dimovemus aut corporibus detrahimus terendo, secando, premendo, trahendo, vel vi quacunque extrinsecus pellente, eae perraro cum iis vel inter se rursus connecti possunt, et cum possunt, non tamen perfecte. Sunt quaedam corpora mollia, in quae si quid fuerit leviter impressum, consolidantur mox et se rursus undique explent, ut parva aut nulla relinquatur impressio. Alia postquam flectuntur resiliunt et pristinam formam recuperant, quae appellantur *Elastica*.



*tica.* Sunt denique, quorum partes quae penitus fuerunt avulsaе si ad eadem applicentur, cum iis rursus cohaerent, ut quaedam metalla, raro tamen aequae ut antea (1). Haec omnia ad rationem conjunctionis declarandam parvum habent momentum. Huc vero pertinent ea quae a calore fuerint soluta, immutato calore, rursus coeunt. Sed optime cernitur ista conjunctio, postquam particulae divisae fuerint viribus, quae *Chemicæ* dicuntur, de quibus etsi hic non agam, tamen licebit inde mutuari quodcumque ad hoc aliquid adjumenti afferre videbitur; non tam vires Chemicas exponam quam, ipsis decrescentibus, quemadmodum vis Attractionis renascatur. Quae ambo cum in ea re versantur, quae a physicis *CrySTALLISATIO* appellatur, propterea hanc partem hoc nomine potissimum nuncupavi. Agimus autem de iis formis quae in materia uniusmodi, particulis undique convenientibus, se explent et perficiuntur. Oportet igitur ut particulae antea solutae fuerint. Solvuntur autem duobus modis, a calore et a vi aliqua chemica. Rursus contrahuntur, et formas sui cujusque generis proprias induunt, frigore, vel vi chemica intermissa.

Si perfectam haberemus rationem Attractionis particularum, item repulsionis a calore ortae, unde et

(1) Partes corporum exactas et rursus ad ea appositas et appressas, vel partes similes appressas inter se, ut adhaereant, attrahi vi multo minore quam reliquas, ipsa experimenta probant, quibus vim hujus adhaesionis dimetiri solemus. Nam partes distractae ope ponderum ante franguntur in commissura, ubi ita fuerant junctae, quam alibi.

motuum quos ambae simul gignunt, nihil foret quod de formis frigore effectis hic dicendum fuisset. Nam vidimus corpora solida a calore solvi post diutinam dilatationem, vel ejusmodi motum qui ex victa Attractione gigneretur; tum soluta corpora congelari post diutinam contractionem, vel ejusmodi motum qui ex vincente attractione gigneretur. Unde si quid notandum sit de formis liquorum congelatorum, id etiam eo loco fuisset explicandum. Verum, ut isti motus hactenus intelliguntur, cum dixissemus quantum dilatent aut contrahant corpora, nihil fere ultra dici potuit. Quamobrem haec sejungenda fuerunt a quaestione quae est de formis. Ratio autem hujus rei optime cernitur in aqua. Quam cum frigus placido motu gradatim gelare incipit, exoriuntur in superficie fila tenuia, recta, rigida, aculeata, triangularia; haec in aquam innatant, post declinant paululum et ad latera contiguorum se applicant, unde crescunt in latitudinem, et laminas componunt varias inter se directiones habentes, **planas**, obliquas; quae rursus, ubi se invicem tangunt, junguntur, et partim aliae super alias impositae et acervatae, partim inclinatae angulis, mox contrahunt aquam sibi interjectam, ipsae ab hac constringuntur, et tandem massam glaciei continuam, duram, efficiunt. Si autem fila inspiciantur per microscopia, eorumque formationes et juncturae aciori indagine observentur, non solum triangularia comperiuntur, sed et denticulata et quasi ex exiguioribus filis composita; ipsa autem, tum et partes quibus constant, ita inter se flecti ut angulos 60 gr. aut ex altera parte 120 gr. fere constituant, unde ejusmodi figuras potissimum

gi-



gignere videri quae istam habent directionem, veluti quae ex sex radiis paribus intervallis distantibus finguntur, aut quae ex linea recta cum lineis obliquis parallelis formam prope referunt *filicium*, aut triangula aequilatera, aut hexagona. Quarum tamen plurimae inchoantur, paucae absolvuntur, impediente aqua et glacie circumjacentibus. Denique si aqua in vas inclusa ita refrigeretur ut prorsus quiescat, perflabit diu antequam gelet, cum jam gelavisset nisi adeo immota fervaretur; tunc vero si quamminimus excitetur tremor partium, five agitato aëre, five concusso ipso vase, extemplo in solidam massam, albam, opacam, vertitur. Quod idem eveniet si fragmentum glaciei injiciatur, quod five motu suo, five quia contiguas partes ad se corripit, statim undique ab aqua durescente et in glaciem mutata quasi nucleus circumdatur.

Metalla pura autem judicantur non mala esse exempla ejusmodi crystallisationis quae frigore gignitur. Nam fusa efficiunt dispositionem partium quae, etiam si nullae in ea determinatae figurae appareant, satis declarat esse propriam cujusque metalli, unam in iisdem, diversam in singulis. Quod autem exhibent figuras ita imperfectas, id videtur indicare turbatam et nimis properatam crystallisationem, unde propter celeritatem et multitudinem motuum partes impediuntur quo minus pervenirent eo quo tendunt, et deflectuntur a suis directionibus. Idem contingere vidimus in aqua. Primum, subita refrigeratione motus gignitur valde inordinatus; nam si fusa metalla lente et gradatim gelascunt, exhibent lineamenta superficie et structuras internas, quorum conformatio

fit multo perfectior et ad similitudinem figurarum geometricarum accedens. Deinde multitudo particularum efficit ut in diversa ob mutuas suas vires impellerentur, aut pondere suo inferiores premerent: nam optimae et absolutissimae crystalli comparantur ex parva copia metalli, vel effundendo circumfusum metallum ab inchoatis crystallis, postquam in superiore parte vasis solidatum fit, unde excavatio oritur, quae intus crystallis crescentibus et perfectis brevi incrustatur. Eorum formas multi physici observaverunt. Quas HAUY colligens in opere suo de Mineralogia, cum naturas metallorum exponit, etiam ea commemorat quae ex arte fuerint profecta. Ex quo apparet metalla fusa cubos et octaedra potissimum generare, unde in eas formas plerumque crescere quae ex his conjunctione nascuntur, ut ex cubo prismata aut fila quadrangularia; ex octaedro fila denticulata, ramosa, vel fasciculi instar pyramidis quadrangularis, interjectis parvis intervallis, aut figurae stellatae e sex radiis constantes.

Sunt praeterea multa corpora, aut fluida frigore congelata, velut Acida, aliaque nonnulla, aut solida igne liquescentia, velut vitrum; quorum crystallifatio, etsi haud obscure indicatur, tamen nondum plane fuit exposita, nec formae descriptae. Sunt etiam, de quibus physici eam modo suspicari potuerunt, quemadmodum lapides *vitrescentes*, quorum pauci, cum lente ab igne auferebantur, non naturam vitri sed potius structuram *crystallifatam* referre visi sunt (2), vel sicut *Carbonas calcis*, quod

(2) In compositione vitri mirabiles quidam contingunt



quod ab igne solet destrui, avolante *Acido Carbonico*, funditur, vero si magno pondere compri-  
matur et rursus concrevit in corpus solidum, quod  
nonnihil similitudinis habet cum marmore. Quae au-  
tem dicta sunt, ea satis videntur efficere quanta sit  
vis qua partes corporum in certas formas adducan-  
tur, cum a calore fuerint solutae.

Cor-

motus particularum. Nodi saxei, opaci, qui in massis vi-  
treis lenta refrigeratione oriuntur, sicut ad crystallisationem  
referendi, si quis dubitet, de hoc tamen dubitare non po-  
test, multum interesse inter vitrum quod subita refrigera-  
tione fiat et solidetur, atque illud quod refrigeratione aequa-  
bili et perpetua; neque de hoc, particulas subito motu coag-  
mentatas, cum rursus sensim incalescunt, ita moveri ut no-  
vo ordine disponi et nova ratione cohaerere videantur,  
(nam vasa e vitro conflata fragilia, vel sponte disfulura,  
nullum habent usum, antequam in furno ponantur et igne  
recoquantur), non tamen ita, quasi altero motu aequabili  
et perpetuo semper fuissent actae. Nam quae sic moventur  
abeunt plerumque in massam opacam. Sed fortasse quoque  
ad hunc motum deduci possunt. Est enim artificium ali-  
quod, quo vas vitreum pellucens commutatur in naturam  
opacam, *fibrosam*, instar *Porcellanei*, quod, ut opinor,  
primum a REAUMUR fuit detectum. Id fit validissimo igne,  
quo ne vas mollesceret, ipsum circumdatur arena sicca et  
munda, quae illud sustinet. (Nisi opacitas oriri putetur ob  
jacturam *potasae*, quam ignis excuteret, vel ex alia causa  
chemica: quemadmodum nonnulli physici censent.) Omnino  
videntur hi motus consimiles esse iis, qui in fabrica chaly-  
bis, aliorumque metallorum animadvertuntur, ex quibus  
magnae varietates oriuntur in eorum naturis. His motibus  
Geologi se defendunt, explicantes ortum multorum fossilium,  
quae dicunt a vi quadam ignea olim fuisse mutata et *crys-  
tallifata*, cum iis obijcitur talia non penitus fuisse *fusa*.

Corpora autem solvuntur a calore non solum ut in fluida, sed etiam ut in vapores convertantur. Hi etiam interdum in aliquas formas concresecunt. Velut nix, quae ex particulis aquae in sublime raptis conficitur. (Utrum hoc fiat solo calore, an aliqua fit vis aëris, non quaero; id parum ad hoc refert). Haec naturam illam aquae imprimis declaravit, quae fere impellitur in directionem anguli qui est 60 aut 120 .gr. Similes concretiones oriuntur ex multis aliis vaporibus.

Venio ad alteram causam crystallificationis, quae etiam latius cernitur, vim *chemicam*. Scilicet vis, qua naturae dissimiles ad se invicem trahuntur, et commiscuntur, saepe destruit soliditatem corporum: quando enim attractio partium alicujus corporis vincitur ab attractione partium alius corporis, istud desistat cohaerere necesse est. Sed cohaerentia refici poterit, si vis chemica aut tollitur, aut minuitur ut rursus eam vincat attractio partium similibus. Renovata autem conjunctio plerumque contrahit partes in aliquam formam, cujusque naturae propriam; sed non semper. Omnino ad hoc duo requiruntur: unum, ut partes, cum chemicis viribus expediuntur, adeoque solae suae attractioni parere possunt, non aut fluant, aut in vapores abeant; tales enim (eadem manente Temperatura caloris) nunquam formam constituere possunt; alterum, ut quocum mistae fuerint, a quo rursus sejunguntur, id sit in statu liquoris. Cum autem corpus dissolvitur in liquore, appellant id chemici *Solutionem*; cum rursus, separatione facta, solidum colligitur, *Praecipitationem*. Itaque hoc genus crystallificationis omne versatur in formis conside-

ran-



randis eorum, quae *Præcipitatione* formas suas recipiunt. *Præcipitatio* autem efficitur variis modis: vel addendo ad misturam tertiam aliquam naturam, quae liquorem fortius ad se trahat vel ab eo attrahatur, quam altera, unde in locum hujus succedat, haec autem excutiatur et confidat; vel addendo ejusmodi naturam, quae ab altera abstrahat id quo apta reddebatur ad *solutionem*; vel quae cum ea se commisceat, quo fiant *insolubilia*, et simul se præcipitent, sed tum neutra exstat sincera; vel minuendo five debilitando ipsam vim liquoris, qua solutam naturam continebat, unde haec partim liberetur et subfidat. Sed non omne *præcipitatum crystallifatur*. Nec quod *crystallifatur* id omne formam suam perinde clare ostendit. Absolutissimae sunt formae quae postremo modo struuntur, ubi partes expediuntur minutis viribus liquoris. Atque hae vires minuuntur duplici ratione. Primum si vis qua corpus aliquod solvitur major sit in calido liquore, minor in frigido, minuemus illam refrigerando, et corpus partim ex eo excutiemus. Deinde cum plerumque liquores dissolvere queant definitam portionem cujusque corporis, non amplius, si *saturatam*, quae dicitur, *solutionem* calefacimus, ut exhalet liquorem, retineat vero corpus, concrenent partes hujus quae ab exhalatis particulis liquoris relinquuntur.

Longum esset omnia memorare quae ita in certas formas figurantur. Horum tota chemia referta est. Ea autem præcipue cernuntur in compositione salium, quorum plerique sunt formis adeo conspicuis, ut omnis *crystallifatio* visa sit ad eos pertinere, et quidquid constante forma gauderet, id olim putaretur

falis aliquid continere. Phyfici recentiores haec alias concludunt, qui crysfallificationem non naturam perhibent aut principium quorundam corporum, sed ipsam referunt ad vires particularum quibus cohaerent, vel ad cohaerendum compelluntur. Subjiciunt quoque sensum paullo latiore voci, ut paene innumerabilia sint quae nomine falis hodie signantur. Hujusmodi sunt *Alcalia Fixa* olim quae dicebantur, quae constant ex metallo et *Oxygeneo*, tum *Alcali Volatile*, quod duplici ratione resolvitur, vel in *Hydrogeneum* et *Azotum*, vel in metallum et *Oxygeneum*; tum *Acida*, quae plerumque oriuntur ex permixtione multarum rerum cum principiis quibusdam ad acida gignenda imprimis aptis, quorum tria satis plane cognoscuntur, quartum adhuc quodammodo latet; post qui ab utrisque mistura efficiuntur sales *neutri*, vel additis verbis *super*, *sub*, vel quocumque alio vocabulo, nominati; denique quae nascuntur ex conjunctione acidorum cum terris, et *Oxidis* metallorum. Quorum omnium tanta est varietas ut si natura salium ea esse putetur, quae in aqua disolveretur, multa ex eorum numero sint eximenda; et vicissim, si caeterae naturae eorum faciant sales, nonnulla ad eorum numerum sint ascribenda, veluti ad *Alcalia* quaedam terrae, ad *Acida* quaedam *Oxida* metallorum. Sed haec sunt parvi momenti. Multa enim corpora *crysfallisantur* quae omnino diversa sunt a salibus. Contra non omnia *crysfallisantur* quae nuncupantur sales. Si autem quaerimus formas eorum quae *crysfallisantur*, invenimus non omnes notas esse, et, si innotuerunt, non semper plane easdem existere; quae autem maxime constantes, has non omnes

fuis-



fuisse diligenter observatas aut fatis minute descriptas.

Salium igitur ii imprimis investigati sunt qui facili opera comparantur, vel ipsi natura gignuntur, vel magnam habent usum, velut *Nitras Potasae*, quod forma est prismatis hexagoni desinentis utrinque in apicem ex sex planis constantem; *Murias sodae*, quod forma cubi, *Murias Ammoniae*, quod forma prismatis quadrangularis, aut pyramidis; *Sulphas Sodae*, quod forma prismatis hexagoni cujus extremitates oblique quasi praecisae videntur; *Sulphas Aluminae* cum *Potassa*, vulgo *Alumen* dictum, quod forma octaedri; alique. Sed quamquam his formis plerumque reperiuntur, tamen interest utrum concreverint lenta crystallisatione an celeri vel subita. Unde diversitas quaedam formarum ejusdem salis potest existere, five cum pars aliqua deest, vel contra superaddita esse videtur, five cum ipsae formae conjunctione in novas species abeunt, velut *Murias sodae* cubos suos in speciem parallelepipedi, hanc rursus in pyramidem quadrangularem saepissime conjungit. Plerique ejusmodi sales solvuntur majori portione ab aqua calida quam a frigidiore, quare soluto salis quantum potest, si frigescit, pars confidit et in crystallos concurrit. Sed *Muriatis Sodae* non multo minus dissolvitur in aqua frigida, quare ejus crystalli non oriuntur nisi dispulsa aqua. Itidem crystalli caeterorum comparari possunt, atque hic modus videtur praestare, quia magis in nostra potestate est, ut lente fiat, quam refrigeratio caloris. Necesse autem est motus particularum sit quammaxime aequabilis, nec quidquam in eo sit turbatum aut repens. Hujusmodi contingit in aqua purissima, quando sal in ea tabescit, et lenti vapores

calore excitantur; tum in superficie exoritur velut pellicula concreta, cujus partes figura *crySTALLIFATA* praeditae continuo franguntur, et, dum subfidunt, incrementum undique capiunt, et in majores formas crescunt. Maximae autem et perfectissimae crySTALLI efficiuntur cum, nullo adhibito igne, fiat ista evaporatio quae est cujuscunque fluidi quod in aëre exponitur. Est enim omnium tardissima. Expedi etiam immittere crySTALLUM ejusdem naturae, quae fit ex omni parte absolutissima; in hanc particulae se conglobant, ad hanc se applicant ratione vel modo qui aptissimus videtur esse ad eandem formam explendam et augendam.

Haec autem qui animadvertat, et totum hoc genus crySTALLIFICATIONIS perspiciat, concedat necesse est multa hic cerni, quae huic conveniunt cum altero genere, quod oriebatur a solo calore. Est praeterea alia quaedam similitudo: ut enim aqua non gelascit, etsi majus jam fit frigus quam quo glacies oriri solet, dummodo in summa quiete permaneat, gelascit autem repente et in glaciem vertitur subita crySTALLIFICATIONE simulac tremor aliquis excitatur; sic *SOLUTIONES* eorum salium, qui partim confidere solent frigore, etsi refrigerantur, non tamen statim confidunt, usquedum partes quiescunt, confidunt autem et *CRYSTALLIFANTUR* minimo motu vel aëris, vel vasis quo continentur, vel etiam si fragmentum injiciatur salis. Nonnulli physici judicant bina genera crySTALLIFICATIONIS etiam plane esse consimilia; concludunt autem similitudinem ita: cum corpora calore liquescunt, solvuntur propter *CALORICUM* suis partibus interpositum, quod impedit ne accederent; item cum corpora in aqua dis-



disolvuntur, impediuntur quominus cohaerent, obstante liquore qui interjicitur. Cum autem calor minuitur, aut aqua exhalatur, adimuntur quae interventu suo cohaerentiam minuebant, haec igitur renovetur necesse est (3). Crystalli autem quae ab hoc genere efficiuntur, et quae ab altero, vix internoscuntur, nisi quod eae, quae ex aqua confidunt, paullo perfectiores evadunt. Hae quoque solent aliquantum aquae in se continere, quae si excutiat a calore vel in aëre exhaletur, comminuuntur saepe et figuram suam amittunt. Deinde si crystallos spectamus, quas in terra natura formatas videmus, nullam habemus regulam qua certo dijudicemus solo aspectu crystallosum an ex solutione per liquorem an per ignem ortae fuerint. Hoc tamen magni interesset Geologorum saepe quaerentium, fueritne ignis an aqua unde hae crystallos gignantur? Quam quaestionem nunc fere aliunde concludunt.

Omnis doctrina Crystallisationis duas habet partes, quarum altera statuit figuras singulorum corporum, quo pacto corpora sint composita, et, si plura ad sint elementa quorum formae notae sint, utrum similia sint his an diversa, et, cum elementa paulum mutantur vel alia ratione miscentur, an fiat aliqua mutatio totius formae. Hae ad chemiam pertinent, et in experimentis omnia versantur. Altera pars molitur descriptionem non solum absolutae formae, sed et minutarum partium quae illam conficiunt, cum crystallosum quarum ortus sub oculos cadunt, tum earum quae in terra gignantur. Quae cum aptior

vi

(3) HAUY. *Traité de Physique*. t. 1. §. 579.

videatur ad attractiones particularum ejusdem generis declarandas, in ea omne quod superest hujus disputationis ponetur.

Contemplatio cryfallorum non potest non saepe nos deducere ad considerationem particularum e quibus corpora constant. Etenim possumus intelligere quomodo particulae sola sua vi vel motu ad se invicem accederent et inter se cohaerent; sed ita moveri nequaquam satis est ad explicandum cur inde forma efficeretur geometrica. Cum itaque sic contingere videmus, judicamus particulas non solum moveri ut utrinque fierent accesus, neque moveri aequabiliter, sed ita ut potiores quidam motus et directiones gignerentur. Hoc autem fingi potest duobus modis. Si aut ipsa corpora particularum non eadem vi ex omni parte polleant ad movendum, sed ex alia plus, ex alia minus polleant; aut ea habeant talem formam, quae non nisi certa ratione possit jungi et multiplicatione sua figuram efficiat cryfalli quam cernimus. Utrumque quoque fingi potest. Nam geometrae demonstrant quod si particula sit confecta ex materia, cujus partes eandem habent vim, et figurata in aliquam speciem geometricam, illam non in omni extremitate eodem momento circumjectas particulas attrahere, propter idipsum quod talis sit species.

Primum, autem, varietatem existere in viribus partium unius particulae, multi censuerunt, quod arbitrator satis apte dici, si rem volumus verbis definire, dummodo nulla adhibeatur commentitia causa hujus varietatis. Eo nonnullae sententiae philosophorum videntur referendae. Ut illa NEWTONI de particulis cryfalli Islandicae, quae cum consimili ratione radios

lu-



luminis deflectant, ad inusitatam quae dicitur *refractionem* efficiendam, quaerit annon credibile sit, „ illas, in frustis ejus crystalli formandis, non modo „ certis se ordinibus ita disposuisse, ut, extremitatibus suis eodem cunctis spectantibus, in figuras „ regulares concreverent; verum etiam insuper, ut „ et latera quoque sua quoad vires attrahentes homogenea, quasi *polaris quadam virtute* eodem omnines converterint? ” (4) Sed haec potius videntur ad lumen quod eas tranat esse accommodata. *Polos* tamen alii physici apertius adhibuerunt in crySTALLIFICATIONE, quibus putarent commode intelligi illos locos corporum particularum qui maxima vi pollent, vel aptissimi sunt ad conjunctiones efficiendas. Ad illud etiam referendum videtur id quod BECHER et STAHL censebant, particulas salis jungi et copulari extremitatibus quibus inesset quaedam *natura* ad eam rem maxime accommodata. (5). Quod idem prope significat, mutatis verbis. Putant alii eas partes potissimum sibi adhaerere quae sunt in unaquaque particula maximae, et perfectissimo modo ubique inter sese contingunt (6). Hoc non valde repugnat, nec tamen prorsus congruit, siquidem fidem habere licet iis, quae de dispositione partium crySTALLORUM nuper exposuit HAUY. Sed ratio totius hujus rei non ante certis argumentis explicabitur, quam probatum fuerit quae sit dissimilitudo momentorum ex ipsa figura nata.

Alterum, quo certa figura crySTALLORUM revocatur

ad

(4) *Optice. Quaest. XXXI.*

(5) Vide *Encyclopedie* voce *CrySTALLIFICATION.*

(6) Vide *Dictionnaire de Macquer. 2 Ed. 1778,* et reliquos libros passim.

ad necessitatem aliquam, propter figuram particularum, in geometria omne versatur, sed conclusum est saepe parum geometricae. Nempe, neglectis viribus, hoc agere possumus, quemadmodum ex definita figura particularum integra conformatio, qualem aspiciamus, exoriatur. Hoc efficit quaestionem duplicem, vel hanc: quae oporteat esse series five ordo, unde ex nota forma partium nota forma totius existeret; vel hanc, quae forma partium, aut series, aut utraque (si de neutra aliquid constat) optime videatur conducere et convenire formae totius. Sed obstat, quod particulae earumque formae raro innotescunt; quocirca si qua forma fingatur, et aptissima esse putetur, non tamen possumus affirmare vere ita esse. Deinde una figura efficit disformes multas, et quae particulae varie sunt figuratae, tamen, alia atque alia adhibita dispositione, eandem figuram constituunt, et difficile est saepe tot rationum idem efficientium discernere quae sit maxime probabilis. Ex quo inter physicos magna discrepantia judiciorum. Hujus si exemplum requiratur, fatis erit memoravisse aquam. Quot non existunt sententiae de ejus con- gelatione, praesertim de isto angulo *60 graduum*, ad quem, dum gelascit, potissimum sese dirigit! Nimirum physici probe noverunt quid sit efficiendum, sed cum principia ignorent, alias adhibent vias. Non tamen quasi affirmare vellem nihil certum de ea re constitui posse, neque ut existimarem eorum nihil fieri probabilius. Sed patet tota res quam sit difficilis decretu, et quanta adhuc sint inveniendae, vel aliunde petendae (ipsas particulas forte nunquam cernemus) quibus formae particularum determinarentur.



tur. Has autem quidam olim arbitrabantur ex natura recte concludi, cum putarent quae forma esset crystalli, eandem esse partium, quibus constat, ut dicerent *masam cubicam necessario effici ab infinito numero masularum ejusdem formae, cylindrum a minutis cylindris, et eadem ratione caeteras formas crystallorum gigni* (7). Quod etsi rem parum definitam commode circumscribit, non dicitur, ut opinor, geometricae. Falsum est enim, si perfectam formam quaerimus, quamcunque effici a forma sui simili, nec oportet in re explicanda putare aliquid imperfectum, nisi id ipsum natura declaraverit, aut ita credi plane patiatur. Neque efficit sola figura id quod fertur: non enim ex cylindris orietur cylindrus, nisi conjungantur basibus obversis; quod si alio modo, poterunt equidem constituere rotundum ambitum instar cylindri, sed non perfectum, sed talem qualem prismata triangularia quoque possunt efficere, adeo ut explicatio nihil proficiat. Quod tamen sic fuerit existimatum, non est quod miremur. Nam crystalli reperiuntur, quae non solum ita commode finguntur, sed reapse, si franguntur, partes similes sui semper exhibent.

Ut autem figura particularum per se cognosceretur, physici eas inspexerunt per microscopia, veluti LEEUWENHOEK et BAKER. Sed dubium videtur an hoc

mo-

(7) Verba in libro *Digressions Académiques*, p. 343, auctore GUYTON MORVEAU. Referuntur hic potius ut opinio illius temporis (scripta sunt a. 1762) declararetur quam ut auctoris. Qui nuper modo defunctus vixit ad nova omnia cognoscenda quae nostris temporibus de ea re sunt explorata.

modo exigua lineamenta absque ulla distortionē clare appareant; deinde etſi minutae partes inſpiciantur, quis dicet easdem eſſe minutifſimas?

Omnino res tam lata dijudicari nequit unico genere obſervationis. Oportet connecti plura genera, velit hoc microſcopiorum, ſi opus ſit, deinde ipſas formationes ſalium, quae optime cerni poſſunt, poſt deſcriptiones cryſtallorum natura perfectarum, tum quaecunq; de viribus particularum fuerint probata aut diſceptata, poſtremo ſi quae de numero, de pondere, de ratione particularum, cujuſcunq; diſciplinæ aut ſcientiæ, utcumq; ad rem ultra aperendam, aut comprobendam, apta vel aptanda videantur.

Jam initio ſæculi ſuperioris GUGLIELMINI Bolo- nienſis molitus eſt hujusmodi doctrinam. De quo FONTENELE in vita ejus ita loquitur: „ GUGLIEL- „ MINI rappelle tout avec rigueur aux règles d'une „ phyſique exacte et claire, et pour épurer la chy- „ mie encore plus parfaitement, et en entraîner tou- „ tes les ſaletés, il y fait paſſer la géométrie..... „ Quand il s'agit de l'action des ſels, M. GUGLIEL- „ MINI examine géométriquement et mécaniquement „ les propriétés de ces figures par rapport au mou- „ vement, et en vient à un détail aſſez curieux „ et fort nouveau dans un Traité de chymie.”

Mirabilis profecto eſt ejus *de ſalibus Diſſertatio Epistolæ Phyſico-medico-mechanica*, anno 1704 edita Pacavii, in qua potiffimum quaerit de ſale vulgari, de *Vitriolo (Sulphate ferri)*, de *Alumine*, et de *Nitro*; quorum formas cubicas, rhomboideas, octaëdricas, et prismaticas hexagonas, ait ſe demonſtraviſſe non *ab univerſali, aut particulari archi-*



*æthærico spiritu, non a propria innominata forma, non ab alia quacunque causa insculptas fuisse, quemadmodum nonnulli fingebant, sed a primarum particularum schemate unice esse derivandas. Haec particularum schemata principio ponit esse eadem quae crystallorum, quia, ut existimat, facile admodum sit majores, cujuscumque molis sint, crystallos salium ex minoribus eadem terminatione circumscriptis aedificare, si placidus ille, congruensque motus accedat, qui naturae dirigentis obsecundet instituto. Quod argumentum, meo judicio, non perfecti geometrae, post, ut supra dictum est, ab aliis physicis fuit receptum. Sed id deinceps non semper tenet, interdum relinquit, et cum adhibere videtur, comprobatur aliis rationibus, quas facilius concedimus. Ut cum de sale communi et de Vitriolo, quorum alter induit formam cubi, alterum parallelepipedo rhomboïdei, dicit eorum particulas simili esse forma, non hoc affirmat propter ea quae posuerat, sed quoniam ipse viderat partes esse ita figuratas, utrumque enim resolubile facillime in partes toti similes; quae omnia versantur in experimentis. Nitri prisma hexagonum autem non censet confici a figuris hexagonis, sed a triangularibus, quia ait se interdum deprehendisse, cujus bases erant semi-hexagonae, interdum cujus bases rhomboïdeae quae a prismate triangulari efficerentur, item octaëdram Aluminis componi ex duabus pyramidibus obversis. Quae an omnia satis sint accurata, nihil refert ad nostra exigere. Constituta autem forma particularum, explicat quisnam sit cujusque motus maxime congruens, dum per aquam fluit; imo descendit ad celeritates, ad directiones,*

et quaecunque in motu mechanico examinari solent, unde majores masulae crystallorum existerent, sive undique perfectae, sive deficientes aliqua parte, aut vicissim superfluitate quadam excrescentes.

Nos tamen, cum ea legimus, videmur nobis aliquid desiderare. Quamquam mirari cogamur scientiam et solertiam quandam ejus, a quo descripta fuerunt, non ita assentimus ut nihil ultra requiramus. Non enim satis referuntur ad perpetuam observationem et experimenta, quae fidem faciant ratiociniorum. Hanc ob rem magis delectamur, et veritatem nobis videmur propius consequi in tractatu, quem ROUELLE multis annis post conscripsit de crystallifatione salium (8). Hic cum formas aliorum descripsit, tum exquisitè et accuratissime egit de sale vulgari, quem *Murias sodae* nunc appellamus. Exposuit autem vim experimentorum in hoc genere, et adeo perfecit, ut nihil videatur fieri posse plenius et peritius. Rationes eorum libenter quidem persequerem nisi longiorem fieri vererer. Atqui non solum posuit egregium exemplum, quod physici sequerentur, experiendi et observandi ipsas formationes salium, et subtiliter ex experimentis concludendi, sed ipse magnopere patefecit doctrinam crystallifationis. Quae si aliquando erit comprehendenda computationibus mathematicis, primum inde patuit quot esse debent *elementa calculi*; non enim tantum opus esse Attractione quae partes salis conjungit, eaque, quae partes salis cum partibus aquae, atque figura partium, sed praeterea vi caloris ad eas devel-

len.

(8) *Mem. de l'Acad. 1744.*



tendas, ad vaporem aquae gignendum, ad varios denique motus excitandos; tum vi five caloris five aëris, five utriusque ad particulas in superficie liquoris jacentes quodammodo exsiccandas, aut aptas reddendas quae liquorem a se depellerent arcerentque. Unde multa in omni crystallifatione pendere probavit, ut, nisi ita esset, nunquam haberet sal pulchram illam formam pyramidis quadrangularis, sed semper aut cubi aut parallelepipedo ex cubis confecti. Quae sine tali probatione vix crederentur. Quae tamen cum ita sint, judicari licet quanta sint reperienda in illa crystallifatione, quae est fluidorum congelatorum? quorum etiam interest utrum, dum congelantur, densentur an rarefiant, utrum proinde ad subsidendum an ad supernatandum potissimum impellantur. Nonnulli physici deinceps formationes aliorum salium hoc modo consideraverunt.

Venio autem ad tempus quo primum philosophi se converterunt ad diligentiore contemplationem et studium crystallorum in terra genitorum, atque instituerunt varietatem harum, qualis sit, et unde, minutius scrutari et exquirere. Videlicet magna est dissimilitudo in figuris lapidum, qui *crystalli* appellantur ideo quod constante aliqua et definita conformatione gaudent. Sed ea non adeo efficit admirationem (mirum enim videri non potest naturas dispares existere aspectu et forma disparibus) nec habet quidquam de quo magnopere laborarent. At diversitas quae invenitur formarum unius ejusdemque naturae magis debuit eos commovere ut quid interfit et quae de causa ita differant, scire vellent. Etenim si plures tales lapides ejusdem naturae colligimus et intuemur,

saepe videbimus eos ex aliqua parte congruere, ut  
 ibi propemodum eadem forma esse videantur, contra  
 ex aliis partibus maxime differre, imo interdum ita  
 discrepare, ut similitudo perdifficiliter agnoscat, vel  
 paene nulla sit. Rursus si formas eorum comparare  
 volumus cum figuris geometricis, inuenimus eos  
 plerumque unam aliquam figuram potissimum referre,  
 sed alios tamen aliis similiores esse illi, nullum vero  
 prorsus parem. Ut tanquam a natura fuissent ad for-  
 mam siue exemplar absolutum et geometricum efficti,  
 sed inchoati modo, non plane perfecti, vel perfecti  
 quidem sed deinceps distorti, aut comminuti, aut  
 quomocumque mutati et deformati. Quae fuerunt  
 igitur quanam sit in unoquoque genere ista forma  
 absoluta et geometrica, cujus maxime asimilis esset  
 illa quam intuemur, et quam ex parte ad similitu-  
 dinem ejus praecipue deficiat. Nec opus est hoc  
 quaeri de causis quare ita a perfectione formae aberra-  
 verit (ne quis putet totum hoc genus conquisitionis  
 versari in rationibus incertis vel fictis); pertinet autem  
 ad descriptionem et scientiam ipsarum crystallorum.  
 Etenim quae vel maxime differre videntur, eadem si  
 accuratius inspiciantur, et ad normam applicentur,  
 nonnullam convenientiam saepe ostendunt: haec im-  
 primis cernitur in angulis quibusdam, quorum con-  
 stans et cujusque generis propria magnitudo (utcum-  
 que caetera discrepant) primum, opinor, a ROMÉ  
 DE LISLE est inventa. Sed in ipsa aberratione a per-  
 fecta forma videtur inesse ratio quaedam, quae de-  
 clarat illam non esse plane fortuitam, sed evenisse  
 ordine, vel impressam fuisse certo consilio et modo.

Etenim quod multae crystalli formam exhibent im-



perfectam et quodammodo mancam, id oritur ex eo quod partes quaedam videntur quasi fuisent praecisae et demptae, et vicissim aliae quasi superadditae et eminentiam efficientes, quae si tolleretur, aut curtata rescicerentur, rursus forma expleta et perfecta existeret. Haec autem aequabiliter in toto ambitu crystalli contingere solent. Cum autem pars ita quasi abscisâ fuerit, velut cum planum apparet ubi angulus eminere deberet, id appellant *Truncationem*. Cum vero additum aliquid videtur, ut cum in loco figurae planae apex invenitur, id appellant *Acuminationem*.

Quanta autem varietas formarum nasci possit ex *Truncatione*, manifesto apparebit cuicumque geometriae non sit prorsus ignarus. *Acuminatio* habet rationem duplicem: potest considerari vel per se, vel ut efficeretur a *Truncatione* plurium partium, et ipsa esset pars majori formae exacta. Sive igitur primum extiterint formae omni parte perfectae, hae autem post fuerint imminutae et mutatae, sive primitus ita a Deo fuerint figuratae ut sunt, ratio mutationis exquiri potest.

ROMÉ DE L'ISLE in *Traité de Cristallographie* multas formas lapidum descriptas et dimensas habet (quarum plerasque ipse summa industria dimensus fuerat) unde efficit absolutas formas esse numero sex: tetraëdram, cubum, parallelepipedum obliquum: quod rhomboïdes dicitur, octaëdram, dodecaëdram: lateribus figura rhomboïdea, ac idem figura pentagona. Ex his quemadmodum caeterae omnes orientur, percrebram et multimodam *Truncationem*, docet.

BERGMAN haec aliter concludebat (9). Is cum animadvertisset quam mirabiliter figurae solidae mutantur et in diversas profus abeant, sola accumulatione planorum similium super latera similia, transformatas ita formas multo opere mathematico indagare coepit. Jam enim notum erat compagem crystallorum lapidum non adeo esse duram quin ictu mallei vel limæ caute per commissuras immissa posset diffingi, unde fragmenta certa figura plerumque exciderent. Ipse tales commissuras cum in lapidibus tum in salibus nonnullis viderat, ex quibus nunc lamellas, nunc pyramides, seu alias formas detraxerat. Sed nuper GAHN invenerat *spathum calcareum pyramidale*, seu *Carbonas calcis* figuratum in modum duplicis pyramidis hexagonae ex lamellis sive planis tenuibus constare, quas cum excicaret et avelleret, rhomboïdem in media pyramide latitantem elici, cujus latera haberent angulos *obtusos*  $101\frac{1}{2}$  gr. *acutos*  $78\frac{1}{2}$  gr. Haec igitur fuit causa quare commutationes formarum ultra sibi investigandas putavit. Quas renovare nihil attinet. Eisdem enim his temporibus tractavit HAUY, qui non solum eas perfecit aut mutavit, sed, relictis veteribus, ab integro naturas lapidum inquirere constituit, et doctrinam crystallisationis penitus novam ac suam propriam reperit.

HAUY est auctor doctrinae *mechanicae*, de qua adeo multa hodie audivimus. *Mechanicam* illam dicunt quia aperuit et explicavit fabricam crystallorum referentem

(9) *De formis Crystallorum praesertim e Spathe artis.* 1754.



cando ipsas earum partes, easque, quales sint, qualique compage inter se junctae, demonstrando et sub oculos ponendo. Hic saltem est finis quem sibi proposuit, quem saepissime plane consequitur. Nemo ante eum tam diligenter vel tanta solertia indagavit articulos, sive naturales commissuras crystallorum, in quas si acies cultri vel limae immitatur, videntur non frangi sed potius dividi et resolvi in eas partes quibus fuerant colligatae. Hujusmodi enim fragmenta non sunt aspera aut informia, qualia fere sunt quae vi aut fortuito ex corpore aliquo avelluntur; superficiem habent planam et quodammodo glabram, et sunt plerumque definita forma. Sic igitur descriptionem partium instituit. Primum, in omni crystallo paene cernuntur articuli aliquot paralleli, qui si inciduntur, separari possunt crebrae lamellae tenues. Deinde est pars quaedam interior forma diversa ab integra crystallo, his lamellis undique septa et circumdata, inde autem extrahenda et nudanda cauta resectione. Nec datur crystallos, quae quidem ita possit refecari (sunt enim quarum partes nimis cohaerent et perdifficiliter disjunguntur) quin habeat tale corpus inclusum. Hoc autem corpus idem esse reperitur, quoad figuram et magnitudinem angulorum, in unoquoque genere eodem sive lapidis sive metalli. Diversitas crystallorum ejusdem naturae omnis posita est in varia magnitudine et dispositione lamellarum vel tegumentorum. Hoc est itaque principium totius doctrinae: singulas naturas, utcunque varie extrinsecus figuratas, habere formam certam, immutabilem, non illam quidem

semper manifestam, sed tamen detegendam et eliciendam, quae sit vera et cujusque naturae propria forma. Eam appellat *Nucleum* quia plerumque later sub lamellis suprapositis; aut *Formam Primitivam* quia ex hac cacterae omnes nascuntur.

Omnes autem formas *Primitivas*, sive sint *nuclei*, sive absolutae crystalli (cujusmodi quoque inveniuntur, quarum nulla sit aberratio a propria figura) statuit esse sex numero, non illas quidem omnes magnitudine aequales, neque semper geometricas, quae *regulares* dicuntur, sed ita tamen ut singulae gaudeant certo numero laterum, ac sic commode distinguantur. Sunt parallelepipedum, tetraëdram, octaëdram, prisma hexagona *regulare*, Dodecaëdram quod continetur rhombis similibus et aequalibus, et dodecaëdram quod triangulis, vel quod conficitur a duabus pyramidibus hexagonis rectis e basi conjunctis. Ut autem formae *primitivae* plerumque comparantur abscindendo assulatim partes aliquot crystallorum, sic et formae harum refici poterunt si similes laminae ordine in superficiem primitivarum rursus imponuntur.

Quemadmodum autem quaeque forma crystalli ex quaque forma primitiva oriatur, non ita facile intelligitur; invenitur tamen, sed opus est geometria, eaque paullo subtiliore. Haud enim difficile est videre plana tenuia sive lamellas super formam primitivam impositas oportere esse variae magnitudinis, tum ita imponi ut quae nova latera ab extremitatibus earum generantur, ipsa quoque sint plana. Nam constituamus unam e sex formis primitivis, cujus singula  
la-



latera sustineant acervum vel struem planorem perfecte parium ac sibi aequalium. Orietur moles exstructa totidem eminentiis quot sunt latera, non vero figura solida continua, quae contineretur planis contiguis. Ergo non possunt plana supraposita vel laminae inter se esse aequales. Nunc si fingamus istas eminentias aequabiliter sese undique dilatare usque eodum inter sese contingant, adeoque nihil relinquatur intermisum aut lacunosum, orietur figura plane similis ipsi nucleo, ac huic ubique parallela. Sed neque sunt formae crystallorum similes formae nuclei, neque sunt ei parallelae. Oportet itaque sit alia ratio istius structurae aut acervationis. Haec qualis sit, uno exemplo indicabo. Cubus est parallelepipedum omnium perfectissimum et simplicissimum; habet sex latera paria et quadrata. Imponatur cuicque lateri tenuis lamina quadrata sed paullo minor ipso latere. Rursus cuicque laminae imponatur lamina aequae crassa, sed paullo minor. Porro similiter laminae imponantur et acerventur super has, sed proxima quaeque minor, donec in apicem definant. In quo tamen caveatur ut quantum quaeque lamina a proxima quaque superatur, tantum ipsa superet sequentem. Hoc modo in locum sex laterum cubi substitutae sint totidem pyramides quadrangulares. Inde erit figura solida quae continetur undique viginti et quatuor triangulis *isoscelibus*. Sed potest fieri ut binarum pyramidum adjacentium bina latera adjacentia habeant inter se directionem planam. Hoc cum fit, constituent quaeque bina triangula unam figuram planam, scilicet rhombum. Itaque tunc continebitur

figura solida duodecim lateribus, hoc est, erit dodecaëdrum factum e rhombis. Caeteroqui constabit triangulis viginti quatuor.

Quod autem laminae ita magnitudine perpetuo decrescunt, ad figuras crystallorum e forma primitiva gignendas, id HAUY nominat *Decrescentiam* (*Decroissement*) laminarum. Ratio hujus *decrescentiae* variatur mirum in modum. Non solum ut fit major aut minor in aliis nucleis, sed ne eadem quidem est in eodem. Nam decrescunt laminae ex aliqua parte, non ex omni, vel decrescunt alia ratione in partibus diversis ejusdem nuclei, vel in eadem parte ratione quae primum est, deinde vero mutatur. Tum diversa latera in partibus diversis orta nonnunquam sibi videntur occurrere, et prope decusare, ubi sic termini *decrescentiae* constituuntur. Quae omnia exponi et describi sine geometria plane nequeunt. Versantur autem cuncta in quaestione ejusmodi: perspecta et dimensa forma alicujus crystalli, et cognito ejus nucleo, rationes invenire *decrescentiae* laminarum, unde forma existeret talis, qualis fit.

Quanta autem sit vis computationis mathematicae, et quantus consensus totius doctrinae, intelligi poterit. Probavit HAUY de cubo *primitivo*, quod si, accumulatione quadam laminarum decrescentium, ex eo gigneretur dodecaëdrum constans duodecim pentagonis, hoc nunquam esse posse dodecaëdrum geometricum, cujus latera sunt forma pentagona perfecta. Nec ex cubo ulla ratione gigni posse icosaeëdrum geometricum, quod continetur viginti triangulis aequalibus et aequilateris. Utrunque autem cernitur in ser-



ro cum *Sulphure* mixto, quod *Pyrites* vocatur. Hujus forma primitiva est cubus, cryfalli vero forma nunc dodecaëdri, nunc icosaëdri. Verum istud dodecaëdrum latera equidem habet paria, sed non geometricè pentagona, quae efficerentur a quinque lineis aequalibus. Neque est icosaëdrum geometricum, sed constat ex octo triangulis aequilateris et duodecim isofcelibus.

Est autem alia pars ejusdem doctrinae, quae plurimum nostra interest. Haec ea, quae supra fuerunt resecta, ultra concidit et partitur. Etenim cryfalli non tantum habent laminas, et nucleum, e quibus constarent, tanquam ex duplici genere atomorum. Sed tum nuclei, tum laminae, rescinduntur in minora, quae sunt particulae. Commisurae autem, quibus haec conjunguntur, plerumque habent directionem parallelam lateribus nuclei. Inde haud difficile est videre quid ex quaque forma primitiva oriatur, et quonam modo sint particulae cujusque figuratae.

Perspectis igitur commissuris, intelligi potest ratio totius structurae, qualis sit in quaque forma, etiam si solvi non possit, vel partes sub oculos poni nequeant, propter earum parvitatem aut cohaerentiam.

Sunt autem tres formae particularum, una tetraëdrum, altera prisma triangulare, tertia parallelepipedum. Sed ut formae primitivae, sic quoque haec non sunt semper perfecte geometricae. Magnae enim sunt varietates in magnitudine tum angulorum tum laterum, quorum illi observatione et mensura, haec calculis innotescunt. Cum itaque imprimis distinguantur

tur numero laterum, melius sic dicitur: sunt tria genera particularum, unum quod quatuor lateribus continetur, alterum quod quinque, tertium quod sex.

Duplex igitur consideratur divisio crystallorum. Altera efficit separationem illarum partium, quibus naturae eadem forma differunt, unde evolveretur pars interior, qua congruunt, quae est earum constans ac propria nota, qua dignoscerentur. Haec pars autem ipsa constat particulis, quae exciduntur divisione altera. Ambae vero quo pacto concurrant et nectantur ad unam doctrinam crystallisationis perficiendam, intelligitur hoc, quod quales sint particulae cujusque formae primitivae, tales etiam sunt particulae laminarum superimpositarum. Etenim hae dividuntur sectionibus quae sunt parallelae cum iis quibus forma primitiva; unde similes formae particularum existant necesse est. In serie autem laminarum ordine decrescentium, erit quaeque proxima eo minor quo plures tolluntur particulae; deinde forma ex ea oriunda omnino pendeat ex modo, et proportione, qua tolluntur, et ex forma extremitatum unde tolluntur, utrum sit linea recta an angulus, utrum una an plures, et in quam figuram sint dispositae. Sic particulae, earumque formae et defectus in parte aliqua efficiunt mensuras et rationes illius imminutionis laminarum, unde gignitur omnis aberratio crystallorum a formis primitivis.

Hac doctrina breviter explicata, jam videor mihi de unoquoque genere consideravisse eorum, quae ante dixeram ad perfectam scientiam crystallisationis pertinere, ut tamen omittam pauca alia meo iudicio

non



non adeo probabilia. Num vero potest perfecta scientia inde colligi et compleri? Non, opinor, adhuc. Quamquam enim singula labore et observatione multorum clarorum physicorum sint exculta, nonnulla propemodum plane expedita et elaborata, tamen vinculum aliquod desiderant, quo conclusiones, quae separatim efficiuntur, necterent inter se, et una ratione continua comprehenderent. Sic agimus de salibus deque formationibus eorum, item agimus de crystallis quae in tellure gignuntur, sed non eodem modo. Nam evenit ut quas crystallos formari ipsi videamus, eae sint plerumque nimis exiguae vel fragiles quam ut partes earum, quonam ordine sint dispositae, possumus discernere. Vicissim in quibus id facilius cernitur, harum formationes nusquam cadunt sub oculos. (Sunt de quibus utrumque, ut de sale vulgari, quem ROUELLE ex cubis vidit gigni, HAUY autem in eosdem cubos resolvit ac eorum ordinem descripsit; sed haec sunt paucissima). Sparsa itaque adhuc jacent membra, cum communes nodi nondum reperiantur. Haec tamen diligenter sunt scrutanda, tum quia sunt jucundissima et per se plurimum valent, tum quia colligari non poterunt nisi perfectione singulorum.

---

Peracta autem hujus disputationis parte quae erat postrema, si illam comparamus cum parte altera, facile videbimus quantum utraque valeat. In altera multa sunt commemorata de viribus quibus corpora

cohaerent; sed saepissime hoc videbatur obflare quod nesciremus particulae quamnam habeant formam. In postrema omne dictum est de formis tum corporum tum particularum; de viribus vix aliquid. Itaque quod modo dixi de crystallifatione, doctrinam ejus componi ex multis membris, elaboratis iis quidem figillatim, sed parum rite inter se aptatis, idem dicendum videtur de Attractione. Sunt corpora cohaerentia, dura, tenacia, aut contra soluta, mollia, liquida, quia partes corporum variis intervallis distantes variis momentis aut quiescunt aut moventur, tum quia partes habent talem formam quae in singulis intervallis fit ad quiescendum aut ad movendum maxime proclivis. Rursum postquam corpora fuerint soluta, concresecunt in eas formas, in quas coguntur propter formam partium et celeritates harum in intervallis quibus posita sunt. In utroque igitur duae simul agunt causae, quas dividere et separare nullo modo possumus, si veram nanciscimur scientiam naturae corporum. Attramen nos eas separamus; loquimur enim de viribus ubi formae partium penitus latent; cum vero formae fiunt manifestae, has complectimur, nescimus quae vis partes adducat. Quantum igitur abest ut scientiam illam nacti simus! Quam procul haecenus sumus ab eo quod propositum est, invenire motus duarum particularum, quales sint, variis interjectis intervallis, utrum iidem in naturis disformibus an disformes; sive proportionem celeritatum, quae distantiae mutuae conferatur, unde regulam, quali in omni quaestione mechanica utimur, cum proposita distan-

tia



tia et numero corporum, reliqua circa motum et aequilibrium calculis inveniuntur; quae diceretur *Lex virium Attractionis*, veluti illa *Lex Gravitatis* quam omnes physici in ore habent, qua omnem conversionem coeli comprehendunt et regunt. Deinde investigatio formarum tanto labore et opera nunc demum suscepta, quam paucorum corporum aperuit structuram? ut quae formam exteriorem aut nullam aut variam habent, quae sunt plurima, eorum vix mentionem aliquam faciat. Binae hae rationes, ut satis patuit, omnia continent quae in hoc commentario fuerunt disputata; eadem simul per omnia serpunt, vel potius ea constituunt, quaecunque observatione aut experimentis physicorum comperta in eo fuerunt memorata. Quas si cognovissemus, sola computatione determinavissemus quid sit solidum, quid liquidum, quid durum aut tenax; item quid durius aut tenacius, caetera; item quid efficiat massam informem, quid vero crystallos, et qualem formam.

Quamquam vero legem illam desideramus, non id dicitur quasi sine ea progredi ultra non possit; sed est contra omni industria et studio elaborandum in singulis capitibus: multa enim in iis aut imperfecta aut ficta aut prorsus ignota offendimus, quae nisi ipsa ante sint emendata et completa, frustra Legem Attractionis quaereremus, quae ex perfectis his concludi debet. Dixi autem de rationibus mathematicis, de dilatatione a calore, de duritia, de firmitate et de crystallificatione, velut de iis quae ad hoc imprimis pertinerent; licet fortasse et sint alia plura aut

jam quodammodo apta aut post aptanda. Scientia illarum virium quae *Chemicæ* dicuntur forte cum his erit conjungenda; quas omisi quoniam neque de iis hoc tempore propositum erat agere, neque adhuc quidquam probabile inveniebam quod inde possem mutuari et ad hæc accommodare. Quid effectura sit aliquando, quid præfertim nova illa doctrina de copulationibus atomorum, suspicari nobis tantum licet, invenient fortasse alii.

T A N T U M.

THE-



T H E S E S.

**N**on putamus Attractionem negandam esse propter id, quod ajunt *corpora non agere ubi non sunt.*

Quando vim dicimus in corporibus inesse, qua moventur vel alia corpora movent (ut in magnete), non statuimus ullam causam, qua motus fieret.

Motus quomodo oriatur ex *Impulsu* non melius percipitur quam quomodo ex *Attractione* et *Repulsionem.*

## I V.

Probabilis est opinio, aerem a calore dilatari pro ratione augmenti vis *calorici*, hinc optimam praebere mensuram hujus vis.

## V.

Omnino exploratum nobis esse arbitramur, particulas corporum non esse *puncta mathematica*, sed vel minimas habere tamen magnitudinem et figuram.

## V I.

Nullam sibi physici comparant mensuram vis Attractionis particularum, explorando firmitatem corporum per tractum seu presum.

## V I I.

Descriptio *Formae Primitivae* caeterarumque partium, in quas crytalli resolvuntur, nihil docet de ratione formationis earum, five ortus.

## V I I I.

Siquidem verum fit, quemadmodum Geologi nonnulli affirmant, multa corpora in interiori tellure ab igne fundi et *crystallifari*, posunt ita vel eae gigni crytalli quae apud nos ab igne destrui vel in elementa sua resolvi solent, velut *carbonas calsis*.



## I X.

Ex *Analogia* naturae verifimile illud concluditur,  
*caloricum* esse materiam corpoream.

## X.

Licet multa ac varia sint argumenta, quibus efficitur  
 Acidum *Oxy-muriaticum* non esse ex *Oxygeneo*  
 et Acido *muratico* compositum, recte tamen BER-  
 ZELIUS statuit (GILBERT's *Annalen der Physik.*  
 vol. L. p. 356 feqq.) illud esse parvi momenti,  
 quod dicunt: *si non eset corpus simplex, oportere*  
*a Carbonio resolvi, hoc autem non contingere.*

## X I.

*Iodium*, etsi cum *Oxygeneo* posfit conjungi, videtur  
 potius naturam referre *Principii combustionis*,  
 quam *materiae combustibilis*.

## X I I.

Quamquam in *mathefi sublimiori* quantitates saepe  
 negliguntur et ex *Formulis* ejiciuntur, propter suam  
 parvitatem, ex eo non efficitur, aliquid omitti,  
 quo servato, computatio fieret aut accuratior aut  
 plenior.

## X I I I.

A genere verae demonstrationis geometricae longe  
 recedere ii videntur, qui *Theoriam Parallelarum*



referri volunt ad doctrinam de *Situ* linearum determinatarum per se, absque tertia linea secante.

Non probamus illud quod Cl. D'ALEMBERT de *metaphysica* existimabat, nihil in ea novi inveniri posse propterea quod versatur in *Phaenomenis* explicandis, quae quidem omnes homines in se reperiunt et cognoscunt. *Il n'y a proprement que trois genres de connoissances où les découvertes n'ayent pas lieu* (l'Erudition, la Méthaphysique et la Théologie); *la métaphysique, parceque les faits se trouvent au-dedans de nous-mêmes.* (*Elémens de Philosophie. Conclusion.*)

## X V.

Philosophia Naturalis florere non potest, ubi homines linguam patriam in honore non habent, eique diligenter operam non dant.



