

admittit, et brevioris foci lentem ocularem patitur, eamque ob causam obiecta magis amplificat.

CAPVT II.

De igne.

De *ignis* natura praecipuisque characteribus obscurissima quaestio est. Nec mirum, quod in tanta rerum difficultate vix aliquid definire audeant accuratiores physici. Nos autem illorum diligentiam imitati, varia referemus ignis phaenomena, et pauca, quae ex his certo colligi possunt, attingemus; de calore deinde et frigore aliqua explicabimus.

ARTICVLVS I.

De ignis proprietatibus praecipuis.

I.

Quattuor praecipuos *ignis* characteres recensent physici, lucem scilicet, rarefactionem, calorem, intestinumque motum. Ignem ex ipsa lucis praesentia demonstrari aiunt, etiamsi absit calor omnis, qui sensus nostros adficere possit, quod ut ostendant, utuntur exemplo lunae, cuius radii in speculi ustorii foco collecti plurimum lucis, nihil autem caloris praebent. Verum lucem hanc ignem

esse, non ita certum est, ut in dubium vocari non possit. Neque enim demonstratum est, materiam hanc, quae lucem producit, eam ipsam esse, qua calor excitatur. Re quidem ipsa lux lunaris emanat a sole, cuius lumen eum calore coniunctum est. Verum id probandum superest, solis lucem et calorem ex eodem principio eademque materia originem habere. Praeterea ponamus, inter lunae solisque lumen hoc unum esse discrimen, quod nempe lux lunaris debiliori motu producta ad calorem excitandum satis non sit; id saltem reponi posset, lucem lunarem verum et proprie dictum ignem non esse, quum eo careat motu, qui ad ignis naturam necessarius omnino est.

Quod ad rarefactionem spectat, corpora omnia, paucissimis exceptis in omnem dimensionem ad certos usque limites vi ignis expanduntur. Neque refert, dura, mollia, an fluida sint, levia, an magis ponderosa. Id autem extra omnem dubitationem positum est, corpora fluida maiorem rarefactionem pati ab igne, quam dura. Dilatantur tamen corpora durissima, immo vehementiori igne solvuntur et liquefiunt. At cessante ignis actione contrahuntur. Ex hac ignis proprietate fit, ut tempore aestivo dilatationem, hyberno autem tempore contractionem patiantur corpora. Sunt tamen corpora nonnulla,

quae igne rigescunt et indurantur, qualia sunt ligna, ossa, lutum, creta, aliaque eiusmodi.

Defin. Ignem definiabant peripatetici: *elementum calidum siccum*. Qua quidem definitione nihil edocemur de ignis natura; maxima enim superest difficultas in explicanda caloris causa. Praeterea licet calor et ignis arctissimo inter se vinculo cohaerere soleant, nullum tamen satis notum de igne ferri potest iudicium ex calore, quem persentimus. Et enim est qualitas *relativa*, quae ex incerto et mutabili sensuum testimonio aestimatur. Si manus nostrae gelu rigescant, quod tepet, fervere videtur; si vero nimis incalescant, quod tepet, experimur frigidissimum. Notum est, in specubus et cryptis subterraneis eandem fere temperiem omnibus anni tempestatibus servari, thermometro iudice. Sed compertum quoque est, huiusmodi specus valde frigidos a nobis persentiri tempore aestatis, valde autem calidos tempore hyemis. Haec omnia, aliaque multa, quae brevitatis studio praetermittimus, manifeste ostendunt, nihil certi de ignis praesentia pronunciarı posse ex ipso caloris sensu, quem experiuntur homines.

Alii physici existimant, ignem ex particulis tenuissimis, rotundis, maxime mobilibus componi, quae quum maxima ac fere in finita celeritate moveantur, et in singulas par-

tes velocissime abripiantur, non solum obvia corpora pervadere, agitare et comminuerre possunt, sed etiam in nervorum fibrillis, quas celeri vibratione percellunt, lucis et caloris sensum imprimere valent. Ab eiusmodi sententia, quam ex Epicuro instauravit Gasendus, non multum differre videtur hypothesis Cartesii, qui primum elementum, tenuissimum nempe pulverem, rapido perennique motu agitari arbitratur. Vbi vero corporum omnium poros pervadens crassiores tertii elementi particulas reperit, celerrime illas agit, contorquet, impellit; quo motu particulis etiam secundi elementi, quae rotundae ac mobiliiores sunt, communicato, istae splendorem et calorem in corporibus nostrisque sensibus excitant. Non omnes tamen tertii elementi particulas igni excitando vel generando aptas existimant recentiores cartesiani, sed illas solum, quae *nitrosae, sulphureae et oleaginosae* sunt. Compertum est enim, non ex omnibus tertii elementi particulis etiam celerrime agitatis splendorem aut calorem aut ignem excitari posse, sed aliqua determinata substantia requiritur, quae *combustibilis et inflammabilis* dici solet.

Inter tot opinantium et dissidentium philosophorum ambages, nihil est, quod superioribus physicis satis facere possit. Hinc factum est, ut academia parisiensis an. 1738

investigandam proposuerit ignis naturam, statuto de more praemio, quod pro parte sua reportavit doctissimus Eulerus. Cartesianam hypothese[m] amplificavit vir. clariss. et magno rationum pondere roboravit. Inter varia ignis phaenomena illud potissimum seligit explicandum, quo nempe fit, ut ignis propagetur, seu aliis corporibus communicetur, eaque incendat. Quum autem praecipuus phaenomeni nodus in hoc versetur, quod ignis maximam producat motus quantitatem sine ulla proprii motus iactura; is inveniendus est alicuius materiae status, in quo vis minima ingentem virium motusque quantitatem generare valeat. Hunc autem perniciosissimum ignis effectum in pulvere pyrio primum considerabimus. Eadem enim vis exigua, quae unicum pulvisculum valet incendere, ad explodendam quoque ingentem pulveris copiam potentissima est. Inter physicos satis iam constat, in pulvere pyrio latere aërem, aliudve fluidum elasticum vehementer compressum, quod, ruptis comprimentibus particulis permissoque exitu, ingenti vi sese expandat. Hinc manifestum est, vim illam, quae ignis expanditur ac multiplicatur, a propria vi pulveris pyrii distinguendam esse, et prorsus separandam. Etenim in pulveris pyrii explosione ignis hoc unum praestare videtur, quod aëris nempe vel fluidi compressi repagula seu claustra recludit. Porro primariis naturae legibus re-

pugnat omnino, ut vis minima ingentem effectum producat. Vbi autem tales effectus observantur, vires producentes in ipsa materia latere necessum est. Haec autem vis nulla alia praeter vim elasticam obtineri potest, nisi ad qualitates occultas ex physica funditus exterminandas confugere velimus. Haec quum ita sint, iam concipere licet materiam aliquam subtilissimam et eximie elasticam ad ignis effectus producendos aptissimam, quae materia *igneae* vocabitur. Quamobrem materiam *combustibilem* eam appellabimus, quae multas materiae igneae particulas continet, ac proinde et eo magis *combustibilis* erit materia aliqua, quo plures sub eodem volumine continebit huiusmodi particulas. At praeter particulas illas consideranda etiam est ipsa corporis materia, quae viribus effringentibus magis vel minus resistat ita, ut ab hac conditione plurimum etiam pendeat *combustibilitatis* differentia. Itaque ignis excitabitur, si vel unica particula compressam detinens igneam materiam effringatur. Subito enim plures particulas simul recludi oportebit, erumpetque magno impetu materia ignea, atque tamdiu explodetur, donec nullae supersint, quae disrupti valeant particulae. Haec igitur materiae subtilis et elasticae explosio est id, quod *ignis* vocatur. Inter vires, quae ignem excitare valent, referendae sunt illae omnes, quae particulas

igneae materia refertas frangere valent, inter quas primum locum tenet ipse ignis. Atque hinc intelligitur vis, qua ignis sese extendit, et longe lateque propagat. Ex hac doctrina concludit vir summus Eulerus, ea tantum corpora ad ignem concipiendum apta esse, quae particulas igneas explosioni obnoxias continent. At si corpora igneam contineant materiam, quae magna satis copia explodi non possit, iam particulae illae in reliquas partes circumiectas vim aliquam exserere quidem poterunt. Atque hinc orietur calor dumtaxat, qui proinde est minimarum particularum motus sine explosione, quum in ignae motus sit cum explosione coniunctus.

Hinc reddi potest ratio, cur ignis, iniecta non combustili materia, aliquando extinguatur. Talis enim materia igneas ardentis corporis particulas obducit, seseque iis immiscet, quo fit, ut vis explosionis in hanc materiam exerceatur, in eaque tota consumatur, atque ideo reliquae igneae particulae vim explosionis minus sentiant. Quare circa materiam igni iniectam id notandum est, an cum materia ardente misceri, eique adhaerere queat. Si enim materia adiecta corpus ardens ingredi eique intrudi non possit, ignem extinguere non valet. Ita videmus, adpersa aqua oleum accensum non extinguere, nisi omnino aqua opprimatur; cuius rei ratio est, quod oleum nullam cum aqua mixtionem pa-

tiatur. Praeterea si materia non combustibilis ceteris paribus, fuerit densior, eo promptius ignem suffocabit. In hac enim densiori materia vis explosionis celerius consumitur. Hanc ob rem aër, licet combustionis incapax (*immo combustionis omnis adminiculum praecipuum*), tamen propter raritatem ad ignem exstinguendum aptus non est, nisi magno impetu in ignem irruat; tunc enim corporis crassioris vices sustinet. Immo aër saepius ad ignem conservandum est necessarius, ut demonstrat candela accensa, quae in vacuo boyleano exstinguitur. Etenim ignis *nutrimentum* sunt particulae ex sebo vel cera, quae ab aëre retinentur, et demto aëre avolant calore solutae, ideoque deficiente *pabulo* ignem deficere necessum est. Porro aër ad conservandum ignem necessarius nec densior, nec rarior esse debet. Ita carbo accensus compresso et densiori aëre obruitur. Contraria ratione carbo exstinguitur, si vehementiori soli obiiciatur. Eandem ob causam, atque etiam ob imminutam aëris elasticitatem flamma in camino praefocatur, si camini spiraculum palea vel pannis aqua imbutis observatur, quo quidem remedio in caminorum incendiis uti solent.

Quod ad *flamman* attinet, eam nihil aliud esse, statuit Eulerus, nisi ipsam materiam subtilem et elasticam, cuius explosione ignis gignitur. Quia vero flamma determinatam habet figuram, et circa ipsum ignem occupat datum spatium, necesse est, ut a-

liud fluidum elasticum ubique expansum sua elasticitate indefinitam materiae subtilis igneae expansionem cohibeat, eandemque materiam in determinato spatio contineat. Hoc autem aliud fluidum elasticum *aetherem* esse, ponit Eulerus. Itaque explosione materiae igneae aether repellitur, ipsaque haec materia tantum in aethere occupabit spatium, quantum necesse est, ut vis elastica aetheris cum vi materiae igneae consistat in aequilibrio. Spatium igitur in aethere a materia subtili igneae occupatum erit ipsa flamma. Constituta flammae natura, iam radiorum emissio explicatur. Factae scilicet in aethere succussiones atque vibrationes in causa sunt, cur flammae radii propagentur eodem modo, quo in aëre radii sonori producuntur. Neque difficilius intelligi posset flammae propagatio per ipsam radiorum emissionem. Haec ingeniose quidem constituit Eulerus, quorum magna pars hypotheseos limites non excedit. Id unum certo adfirmari et experimentis confirmari posse videtur, ignem coalescere ex minutissimis particulis in spatio non magno collectis, summa mobilitate donatis; sed de illarum particularum natura nihil definiri potest. Nec caret verisimilitudine, diversas esse ignis species diversamque naturam. Quidam enim ignes lucent tantum, alii autem lucent et urunt vehementissime. Nonnulli physici ignem in certo quodam motu, non quidem facile de-

finiendo, positum esse opinantur ita, ut hoc modo in qualibet materiae specie excitato ignis produci valeat. In hanc hypothesim propendisse videtur Newtonus. Ceterum quemlibet motum ad ignem caloremque excitandum satis non esse, certissimum videtur, quum fermentationes plurimae vehementissimum frigus producere observentur. Sed meris coniecturis diutius immorari nolumus.

Coroll. Ex praecedentibus patet, multas igni competere fluidorum proprietates, quales sunt partium mobilitas atque tenuitas. Sed ad alias nonnullas fluidorum qualitates in igne hactenus observare non licuit, quales sunt praesertim duae proprietates illae, quibus fluida suam pressionem quaquaversum aequaliter exercent, et ad libellam sese componunt. Quare ignem e fluidorum numero reiicere, vel inter fluida recensere, quaestio est nullius momenti. Quamquam certissimum sit, ignem esse materiam. Tantillum tamen est purioris ignis pondus, ut nullo experimento sentiri possit. Quod enim se observasse, aiunt plerique physici, corpora vehementer calefacta pondere crevisse, crassioribus observationibus innitur, ut antea adnotavimus. Itaque satius erit aliqua ignis phaenomena proponere. Si duo quaevis corpora dura sibi invicem imposita atterantur per aliquod tempus, calorem ingentem excitabunt, et interdum quoque ignem, praesertim si corpora fuerint durissi-

Sic mutuus calybis et silicis attritus ignem excutit. In Oriente frequentissimum est lignum durissimum, ex quo ignis per attritum facile extunditur. Sic culter calybeus forti manu pressus ad cotem rotatilem incalcescit, rotaque celerius circumacta, ignis scintillae emicant. Huic causae tribuendum est, quod ingentes etiam sylvae magna ventorum vi agitatae, aliquando igne consumantur, et in apertum erumpant incendium. Generatur etiam ignis per *vegetabilia* semiexsiccata in magnos acervos exstructa, quod tristissimo foeni putrescentis exemplo saepe innotuit. In iis enim acervis partes inferiores valido superiorum partium pondere premuntur, ex illa pressione attritus oritur motusque, et interdum flamma excitatur. Idem aliquando accidit praealtis pannorum sordidorum molibus, atque huic causae tribuitur, quod paucis abhinc annis nosocomium parisiense totum fere exarserit atque conflagrauerit. Producitur etiam ignis per liquidorum quorundam mixturem. Ea enim simul permixta primo effervescent, tunc vero ignem producent. Si spiritus, ut vocant, *flammificus* et *oleum cinnamomi* aequa portione misceantur, flammam producent clarissimam ita, ut magnum etiam conclave splendeat. Immo si libra unia licoris unius cum una alterius libra permisceatur, idque fiat in conclavi ex omni parte clauso, tantus ignis excitabitur, ut omnes

cubiculi partes dissiicere, et solo aequare valeat, et quidem facilius, quam praestare posset pulvis pyrius. Spiritus autem flammificus paratur ex nitro purissimo, siccissimo, et ex oleo vitrioli dupla proportione inter se permixtis et igne subactis. Ceterum ignis excitatus, ut conservetur, eget nutrimento, quo deficiente exstinguitur, ut iam observatum est. Nutrimentum autem multiplex esse potest. Ad ignis alimentum conferunt maxime olea, quae ex terra, vegetabilibus, animalibus, nonnullisque fluidis extrahi solent. Vbi autem vi ignis ex tota massa avelluntur crassiores particulae, partes scilicet aquae, salinae, terrestres, quae nullum igni pabulum subministrare possunt, in modum fumi avolant, et parietibus adhaerescunt. At si fumus vel fuligo oleosis partibus abundaverit, in flammam facile redire potest.

Haec, quae hactenus diximus, fere demonstrant, ignem per omnia spatia esse diffusum, nec quidquam aliud requiri, ut eius praesentia fiat manifesta, nisi ut colligatur et adunetur, id quod per attritum procul dubio obtinetur. Immo persuasum habet Boërhavius, ignem aequaliter per omnia spatia et per omnes corporum meatus esse dispersum, idque luculentissimis suadet experimentis. Et re quidem ipsa fidem facit thermometer, in eodem aëre, ceteris paribus, corpora omnia eundem caloris ac proinde et

ignis gradum admittere. Illa autem aequalis per omnia corpora ignis distributio oritur ex ipsa ignis proprietate, quae ad aequilibrium tendere, experimentis compertum est. Corpora omnia eorumque omnium partes si igni obiciantur, eundem caloris gradum tandem acquirunt. Si corpori igne candenti admoveatur corpus frigidissimum, caloris pars a primo corpore amittitur, quae ab altero acquiritur, donec inter utramque ignis quantitatem restituatur aequilibrium. Nulli alteri causae tribuendum videtur, cur corpora etiam calidissima tandem frigescant. Quod ergo per diversa corpora ignis ut plurimum inaequaliter dispersus observetur, referendum est in causam aliquam impellentem, quae ignis aequilibrium turbet. De hac singulari et antea ignota ignis proprietate legi debent, quae diligentissime expertus est clar. Boërhaavius in chemia. Ceterum ignem in omnibus corporibus latere, demonstratum omnino est. Nullum enim est corpus, quod calorem ac proinde et ignem non concipiat. Vel natura vel arte corporum omnium partes in tenebris lucent, sive ut vocant, sunt *phosphorae*. Tandem ex omnibus corporibus scintillae per experimenta *electrica* educuntur. De phosphoris legantur experimenta, quae in opusculis hac de re editis summa diligentia describit clariss. Beccaria chymices professor bononiensis. Quod autem ad fa-

stillas scintillas attinet, argumentum illud nos deinde fuse revocabimus, ubi sermo erit de electricitate*.

ARTICVLVS II.

De calore et frigore.

I.

De caloris natura et origine pauca, quantum scire hactenus licuit, in articulo prae-

* *Quae in hoc articulo a Iacquierio adducta sunt ex Euleri mente, ut ignis naturam exponat, obsoleta sunt. Tentamina a recentissimis chymicis instituta rem totam bono in lumine collocarant. Naturam ignis in materia constituerunt valde fluida, rara et elastica, aequabiliter per universum diffusa, quam caloricum dixere. Haec omnia corpora penetrat, atque cum plurimis combinatur. Vnde oritur calor in statu combinationis. Sed ad statum caloris liberum, quo fit corporum combustio, solvitur illud ab oxygeno aëris vitalis, facta huius combinatione cum corporis materia, quae ignis pabulum dicitur, ac praeterea actio externa requiritur, quae ipsam ignis actionem excitare valeat. Plurima de hoc argumento accuratissime tradiderunt MM. Lavoisier et de la Place in mem. academ. scient. ann. 1780.*

cedenti explicavimus. Iam de frigore nonnulla adiungemus, et deinde varia caloris et frigoris phaenomena considerabimus. De frigoris natura et origine plurimum inter se differunt philosophi, et tot de frigore, quot de calore instituunt hypotheses. Aristoteles ceterique peripatetici existimant, frigus esse *qualitatem aliquam ab entitate subiecti distinctam; qua congregantur homogenea simul et heterogenea*; quum e contrario calor congreget homogenea, separet autem heterogenea. Haec autem definitio refelli vix debet. Et quidem praeter quam quod vaga *entitatis* et *qualitatis* vocabula nullam menti exhibeant notionem, certum est, eum non esse constantem frigoris effectum, ut heterogenea congreget. Si vehementiori frigori subiiciantur vinum, acetum, spiritus vini, separantur atque solvantur liquores illi, pars vini aquea in glaciem concrescit, spiritus suam fluiditatem retinet, et tartarum praecipitatur. Neque est constans caloris effectus, ut *homogenea congreget*, et *segreget heterogenea*. Etenim massam ex auro, argento et aëre conflata nullus calor segregare poterit; immo si diversae argenti, auri et aëris portiones in vase contineantur ignique subiiciantur, vi caloris in unam congregantur massam.

Epicureorum hypothesim instauravit Gasendus, qui ex certa quadam atomorum figura frigoris essentiam repetendam esse ar-

bitratur. Neque desunt recentiores philosophi, qui *frigorificas* atomos vel spiritus *frigorificos*, ut vocant, veluti frigoris causam et originem admittant, atque his rationibus tueantur. Notissimae sunt congelationes, quae arte fieri solent. Nix vel glacies sale vel nitro vel vitriolo permixta et vasi circumfusa, aquam in vase contentam tanta frigoris vi penetrat, ut eam igni quoque subiectam in glaciem facilius convertat. Quae vero tanta frigoris virtus esse poterit, nisi corpuscula quaedam ex glacie vel nitro descendant, penetratisque vasis lateribus in aqua recipiantur. Celebre est etiam illud experimentum ab academicis florentinis peractum. Quemadmodum nempe calor ignis aut solis in speculo collectus, et ad proximum thermometrum reflexus, eiusdem thermometri liquorem rarefacit, et altius illum cogit ascendere, ita si loco solis aut flammae glacies substituat, thermometri liquor descendit et condensatur. Quum igitur in primo casu corpuscula quaedam egrediantur ab igne, quae spiritum vini thermometro inclusum rarefaciant, ita quoque corpuscula quaedam ex glacie prodire debent, quae a speculo collecta in thermometrum reflectantur, eiusque liquorem condensent. Illae autem particulae corpuscula *frigorifica* dici solent. Plurimi quoque effectus frigoris sine corpusculorum effluvio vix explicari posse videntur. Certe homines et stir-