

pes *penetrabile frigus adurit*. Pedes, manus ceteraeque corporis humani partes vi frigoris intumescere, aliquando scindi, semper fere pallescere, ac livorem inducere videntur, ex quibus effectibus acerrimus oritur dolor. Haec autem omnia per spiritus quosdam et halitus salinos ac nitrosos fieri conciliunt, quum ipsae nitri particulae carnibus impositae eosdem fere effectus producant.

Plerique recentiores physici frigus considerant tamquam corporum proprietatem mere *relativam*, seu tamquam minorem caloris gradum. Ita corpus certo caloris gradu praeditum, si cum alio corpore calidiori conferatur, frigidum dici potest et contra. Itaque frigus cum nostro corpore comparatum nihil aliud est praeter sensationem, quam ex imminuto corporis nostri calore percipimus. In corpore autem frigido datur calor, sed minor calore corporis nostri. Haec quidem cuilibet hypothese sunt communia. Quum enim in opinione qualibet incrementi et decrementi capax sit calor, manifestum est, frigus tamquam caloris decrementum considerari posse. Sed inter varias opiniones hoc discrimen est, utrum scilicet frigus ad absentiam ignis aut ad materiae alicuius peculiaris praesentiam referri debeat. Solam ignis diminutionem sufficere, probabilissimum iudicant nonnulli, quibus persuasum est, ignem esse peculiarem quamdam materiam, cuius

motus calorem producit, absente autem vel imminuta hac materia, frigus succedere opinantur. Sed quidquid sit de illa hypothese, iudicio nimis praecipiti negari non debent corpuscula *frigorifica*, quae ubi corpus penetrant, ignem, saltem pro parte, expellunt. Tales particulas aliquando adesse, demonstrare videntur adlata experimenta aliaque plurima. Sed particulas illas semper exsistere, ubi datur frigus vel caloris diminutio, probari certe non potest.

II. Quum sensationes nostrae accuratum praebere non possint caloris et frigoris testimonium, ad metiendas caloris frigorisque vicissitudines tutissimum instrumentum adhibent physici, quod *thermoscopium* seu *thermometrum* appellant. Fluidum nullum inventum est, quod vi caloris in amplius volumen expandi, aut vi frigoris in arctius spatium compingi queat quam spiritus vini, praesertim si probe, ut dicunt, *rectificatus* fuerit. Nemo vestrum oculis non usurpavit vitreos illos tubos, quorum pars superior est *hermetice* sigillata, pars autem inferior in sphaerulam desinit. Tubus autem ille aliqua ex parte spiritum vini continet. Statim ac calor augetur, spiritus vini rarefit, et altius ascendit per tubum. Si autem minuatur calor, spiritus vini condensatur, descenditque e tubo versus globum. Antequam tubi lumen hermetice sigilletur, aquae calidae im-

mergi debet, et in ea aliquamdiu detineri, donec spiritus vini ebullitioni proximus sit. Atque in eo statu notari debet liquoris altitudo. Vt autem acutissimum frigus obtineatur, nix vel glacies sale detricto tubo conspergitur, spiritus vini condensatus descendit, rursusque notari debet liquoris altitudo. Quia vero in cellis vinariis habetur calor temperatus, qui veluti medius censi potest inter maximum aestatis calorem, et acutissimum hyemis frigus; liquoris altitudo in hoc statu notetur, illudque punctum veluti temperati caloris indicium habeatur. Tandem totum intervallum inter glaciem et aquam calidam in partes aequales pro arbitrio dividatur, hoc artificio obtinebuntur diversi caloris gradus ad tempestati caloris gradum referendi. De horum instrumentorum usu observandum est, tantam non habere utilitatem, ut diversa thermometera varias frigoris calorisque constitutiones in variis regionibus certo demonstrarent. Etenim ad hunc usum obtinendum necessariae forent conditiones plurimae, quae vix sperari possunt. Necesse enim foret, eandem esse tuborum perfectionem, internamque illorum superficiem aequali diligentia esse politam et elaboratam. Praeterea accuratissime cognitam esse oporteret diversam tuborum diametrum, atque etiam rationem, quam habet expansio spiritus vini ad illius volumen. Tantaem autem subtilitates nulla fere diligenti-

tia obtineri possunt. At si eodem thermometro utamur, satis accurate diversis anni tempestatibus, atque etiam in variis regionibus caloris frigorisque temperiem dignoscere licebit. De frigoris calorisque causis pro regionum varietate aliqua haec data occasione possemus subiungere, sed res in geographia commodius tractabitur. In thermometris loco spiritus vini substitui etiam solet mercurius. At in talium instrumentorum constructione necessaria omnino est summa dexteritas. Hinc mirum non est, quod tam incerta sit thermometerorum fides.

III. Rerum connexio postulat, ut de congelatione et glaciei formatione aliquid dicamus. Argumentum quidem obscurissimum est et difficultatibus plenum. Quare probabiliores coniecturas exponere satis erit. Quum frigus nihil aliud sit, quam caloris diminutio, quae cum motus diminutione coniuncta semper est; cessante vel saltem imminuta vi illa, quae fluidi calidi particulas agit, illasque a se invicem repellit, iam particulas illas ad se invicem maiori vi tendere, et in massam solidam coalescere necessum est. Hinc oriri poterunt diversi congelationis gradus ipsaque glacies. Patet autem, huic explicationi posse accommodari varias de caloris natura hypotheses. Etenim quaecumque sit vis fluidi particulas agitans atque perturbans, patet, explicationem illam perinde se habere. Diximus

etiam, vix negari posse corpuscula, quae *frigorifica* appellare fas est. Illa scilicet corpuscula, vel materiae igneae particulas expellunt, ideoque intestinos fluidorum particularum motus debilitant, atque hinc fit cohaesio; vel particulae illae per fluidum dispersae sese attrahunt vi maxima, atque mutua attractione fluidum intermedium in duram compingunt massam.

Neutrum nobis compertum esse fatemur. At citra corpusculorum effluuium explicari vix possunt plurima frigoris et glaciei phaenomena. Referunt scriptores, in Vkrania Poloniae provincia esse acerrimum frigus, longaque intensius quam in Normandia Galliae provincia; quum tamen in globo terrestri idem sit respectivus locorum situs. Fluvius, qui regiam sinarum urbem adluit, circa mensem novembris tanta vi frigoris intra diem unum concrescit et induratur, ut quattuor mensium spatio currus et ingentia pondera sustineat, quamvis aquae et aëris frigus non ita intensum videatur. Ille tamen sinensis fluvius eandem habet respectivam in globo terrestri positionem, quam obtinet Tyberis, in quo certe tanta non viget vis frigoris. Hinc probabilissimum est, ventos quosdam aliis frigidiores esse, qui salinos, nitrosos halitus secum deferant, et ipsis referti ac permixti corporum poros pervadant, praedictoque effectus producant. In hac etiam hypo-

thesi intelligitur ratio, cur rivuli quidam hyberno tempore liberrime fluant, tempore autem aestivo in durissimam glaciem concrecant. Observatum enim est, rivulorum illorum litora plurimis nitri salisque particulis abundare, quae quidem particulae aestivo calore solvuntur, et in rivuli aquas defluunt, iisque permiscuntur.

IV. Suae etiam sunt, et quidem simillimae, caloris et frigoris causae in locis subterraneis. Per meatus subterraneos fluunt succi varii, qui sibi mutuo occurrentes, vel aliis corpusculis permixti incalescunt. In aliis autem locis terra abundat nitrosi salinisque particulis, quae frigus acre inducunt. Nonnullis experimentis rem confirmabimus. Si limaturae ferri et sulphuris partes aequales bene permisceantur, et modica aqua perfundantur, ut in massam duriusculam evadant; in ea primum calor excitabitur, tum flammulae etiam emicabunt. Notissima est in Anglia cretae cuiusdam albae species. Huius cretae frustum, si in aquam frigidam iniiciatur, excitata ingenti ebullitione illam adeo calefacit, ut in ea ovum ad duritiem usque coqui possit. Quid ergo vetat, in terrae penetralibus latere plurimas id genus particulas, quae torpidae iacent et inertes, terreis particulis implicatae? At si aqua solvantur et agitentur, statim fermentationis motum adquirunt, et in ipsa aqua fervorem inducunt.

Id vero non solum non repugnat, sed etiam ita esse, indicis manifestis comprobant aquae minerales, sulphureae, chalybeatae et calidae. Quod ad frigoris genesis spectat, si aquae libris quattuor una solis ammoniaci libra permisceatur, aqua satis intensum frigus concipit. Id autem fusius confirmabitur in appendice, ubi plurima et quidem utilissima referemus congelationum, quas vocant *artificiales*, exempla.

Ex his experimentis patet, in partibus terrae interioribus temperiem posse variis modis mutari, nulla habita solis ratione. Et quidem calor et frigoris causa in locis subterraneis non sunt radii solares, utpote qui eo penetrare non possunt. Quare mirum non est, si vicissitudines caloris et frigoris in superficie telluris, quae a sole ortum ducunt, minime conveniant cum iis, quae in specubus et antris deprehenduntur. Et re quidem ipsa, adhibito thermometro, compertum est, in multis locis subterraneis eandem esse tam hyeme quam aestate caloris frigorisque temperiem. Attamen, teste etiam thermometro, cognitum est, in multis locis subterraneis mutari interdum caloris frigorisque gradum ita, ut mutatio ista nullum habeat nexum cum vicissitudinibus, quae in telluris superficie contingunt. Itaque harum vicissitudinum causa quaerenda est in ipsis terrae visceribus. Et certe credi non potest, perpetuum et sem-

per aequabilem esse eorum corporum concursus; ex quorum mixtione calor et frigus excitantur. Hanc mutationem demonstrant montes *iguivomi*, qui in maiora vel minora erumpunt incendia, et post maximam ignium flammarumque electionem aliquando conque-
sunt. Quare merito canit Ovidius:

*Nec quae sulphureis ardet fornacibus aetna
Ignea semper erit, neque enim fuit ignea
semper.*

V. Corpora calore dilatari, frigore contracti, iam saepius observabimus. Verum in congelatione aquae phaenomenon succedit plane singulare. Rarefiunt aquae partes, et in maius volumen expanduntur contra quam faciunt alia fluida. Vniversam congelationis seriem hoc ordine prosecuti sunt academici florentini. Tubum vitreum aqua plenum sumserunt, cuius pars superior aperta foret, inferior vero in excavaram sphaeram desineret, ut in thermometris fieri solet. Tum sphaerulam vitream, hoc est, inferiorem tubi partem in vas subiectum immergebant, quod nivem aut glaciem salibus permixtam continebat. Vbi primum sphaerula glaciei immersa fuit, aqua in tubulo existens aliquantulum adscendit, deinde vero motu fere aequabili ad certum quemdam gradum descendit, tuncque immota et veluti *stationaria* permanere videbatur. Tandem motu quodam tardissimo, aequabili tamen, iterum adscen-

debat, donec maxima tandem prosilliret celeritate, qua brevi cessante, in glaciem aqua conuertebatur. Rem paullo aliter tentavit et accuratissime demonstravit D. Mariotte. Quum enim scyphum fere aqua plenum aëri frigidissimo exposuisset, primo veluti oblonga quaedam filamenta ex glacie composita emergebant, atque ubi maxima pars aquae in glaciem concreverat, exigua pars illius, quae adhuc fluida manebat, in medium fere scyphi locum sese recepit. Sed quum plurimae tenuissimae bullulae ex illa erumperent, aqua ipsa per exiguum foramen in summa parte conspicuum sensim exiit, quae similiter in glaciem conversa veluti in cumulum adsurgebat. Occluso foramine, glacies ipsa ultro facta est et divisa fere in medio scyphi. De glaciei formatione totoque congelationis progressu nihil religiosius observari potest, quam quod tradit clar. D. de Mairan in *eximio opusculo de hac re edito*.

Ex praecedentibus id colligitur, aquae partes, dum in glaciem convertuntur, non condensari, sed maxime rarefieri. Hoc idem innumeris comprobatum est experimentis. Vi glaciei durissima quoque vasa franguntur. Tubum ferreum, cuius crassities erat digiti unius, aqua impleverat Hughenius; et hunc tubum prope clausum intensissimo frigori obiecit: post duodecim horas rupta dissilueretubi latera. Huic expansioni tribuendum est,

quod saeviente gelu viarum publicarum pavimente evellantur: quod saxa arboresque dissolvantur: nova plantarum germina et fructus tenelli corrumpantur: quod aquarum canales confringantur. Atque ut alia omittam huius rarefractionis argumenta, glacies aquae innatare observatur, quod certe fieri non posset, nisi glacies aqua levior et rarior etiam existeret. Hi quidem effectus obvii sunt et frequentissimi; at effectuum causa difficilis omnino est. Singularis huius dilatationis rationem aliqui ducunt ex vi elastica aëris. Quum enim in ipso congelationis actu erumpant magna copia aëris bullulae, aquae particulas in amplius volumen expandi aiunt. Satis quidem ad rem accommodata videretur explicatio, nisi in aqua omni aëre, quantum fieri potest, purgata expansio aeque succederet. Alii expansionem repetunt ex particulis *frigorificis*, quae in aquam introductae illius volumen dilatant. Alii tandem id totum fieri opinantur ob mutatam particularum aquearum respectivam positionem. Calor scilicet aquae particulas segregat, illasque in fluiditatis statu continet. At calore immutato et succedente frigore, iam alius fit partium situs, aquae molleculae ad alios contactus tendunt. Neque repugnat, particulas illas ita se mutuo attrahere in statu congelationis, ut in amplius volumen expandantur. Quum autem expansio illa ex minima-

rum particularum textura pendeat, hac ratione intelligi poterit, cur talis expansio aliis fluidis non accidat. Verum satius est ea, quae a frigore metuenda sunt, cavere; quae autem nobis utilia esse possunt, investigare, vanasque et inutiles hypotheses relinquere.

APPENDIX.

De quibusdam capituli praecedentis utilitatibus.

De congelationis causa et origine iam aliqua explicabimus in capite praecedenti. Verum quidquid sit de variis physicorum hypothesis, certissimum est, salium vi congelationem et glaciem creari posse. Aquam sale refrigerari, patet hoc experimento. Aquam frigida poculo immittatur, eique thermometrum immergatur. Statim ac certo constat, thermometro eum accessisse frigoris gradum, qui aquae inest, sal in aquam iniiciatur. Rebus ita comparatis, antequam sal in aqua probe solutum appareat, spiritus vini iam in thermometro descendere observatur. Vbi autem rursus compertum est thermometro, eum frigoris gradum adquisitum esse, qui aquae sale imbutae convenit, immoto scilicet manente spiritu vini, thermometrum extrahatur, et in aquam dulcem poculo contentam inferatur, quae quidem cum aqua prius adhi-

bita eundem habeat caloris gradum; spiritus vini ad eam rursus conscendit altitudinem, ad quam prius in aqua dulci attolabatur, antequam scilicet aquam salsam attingeret. Porro non omnes sales eidem frigori producendo pares sunt. Si in praedicto experimento tria salium genera adhibeantur, scilicet *sal commune* seu *culinare*, *sal ammoniacum* et *sal petrae*; inter tres hos sales primus minimum, postremus maximum effectum producit. Pro aquae varietate aliquod etiam circa frigoris gradum discrimen observatur. Nitri ope frigus producitur intensum quod manu vitrum tenente facile sentitur. Interdum etiam exterior vitri superficies tenui veluti nebula obducitur. Iccirco ut vinum aliaque portiones refrigerentur temporae aestivo, hae immitti solent aquae, in qua nitrum solutum sit.

Vulgatissimum omnibusque notissimum iam memorabimus artificium, quo glacies nivis aut glaciei et nitri mixtione parari solet. At sine glaciei auxilio solius salis ope glacies obtineri potest. Quod quidem commodissimum est, si parata ad manus non sit glacies. Adhibeatur aqua frigidissima et congelationi proxima. Frigoris gradus maxime augebitur, soluta salis ammoniaci parte tertia. Huic mixturae immittatur vas aquam aliam frigidissimam continens, haec aqua maiorem adquiret frigoris gradum. In ipsa eadem aqua ite-

rum solvatur sal ammoniacus, atque repetita operatione obtinebitur tandem aqua sale permixta, quam glacie ipsa multo frigidior esse, thermometro constabit. Quare si tali aquae immittatur ampulla aquam continens, haec ultima aqua in glaciem concreset, ipsumque glaciei frigus acquirat. Suspiciatur vir clar. de Mairan, sine glacie et sale glaciem produci posse. Quae quidem coniectura non caret verisimilitudine. Et quidem certissimum est, aquam intensissimum frigoris gradum concipere, si in vase ex porosa terra conflato aëri currenti obiciatur. Idem est experimenti successus, si aqua infundatur ampullae, circumposito linteo aqua imbuto, et aëris perflantis directioni exponatur. Frequentissimum est hoc refrigerandae aquae artificium in Aegypto, apud sinas aliosque populos plurimos.

Frigoris gradum ad glaciei *naturalis* formationem necessarium indicat altitudo, ad quam spiritus vini subsistit in thermometro; ubi nempe thermometri globulus immergitur glaciei aut nivi, quae iam solutioni proxima sit; nec congelatio apparet, antequam thermometri liquor hunc gradum attigerit. Non tamen glacies statim solvi deprehenditur, ubi spiritus vini in thermometro adscendit, certissimisque experimentis compertum est, lentior esse glaciei solutionem, quam sit ipsa formatio. Porro utilitatis causa observare non abs re erit, ad tuendam hominum valetudi-

nem necessarium omnino esse lentum frigoris calorisque progressum. Hinc D. O. M. infinita providentia conservationi nostrae consulit, instituta admirandis legibus tempestatum vicissitudine. Et re quidem ipsa subitanea ferventioris caloris intensique frigoris vicissitudo nostra corpora necaret, animamque intercluderet. Si conclave, dum rigidissimo gelu aquae tenentur, igne calefiat ita, ut aestivi temporis calorem adaequet, nullus mortalium tantum calorem ferre posset, sed viribus resolutus deficeret. Quae quum ita sint, saluti suae parum invigilant homines, qui frigore aut gelu correpta aliqua corporis parte, statim in igne promptoque calore remedium quaerunt, quod quidem faciunt incaute omnino atque imprudenter. Etenim nimia caloris succedentis velocitas non sinit, ut corporis partes amissum recuperent ordinem, sed potius universum *oeconomiae animalis* systema labefactant atque omnino perturbant. Quare satius est, immo necessarium, corporis partem frigore geluque rigescentem nivi per aliquod tempus subici, antequam calidiori aëri obiciatur. Et certe si fructus, carnes aliaque corpora gela et frigore orrepta calori exponantur, haec statim tabescere et corrumpi observantur. At si in aqua frigida deponantur ita, ut conglaciata desuper crusta protegantur, hac sensim ablata, integra prorsus inveniuntur cor-

pora illa ex aqua extracta. Ita pomum, quod in frigida aqua servatum fuit, eundem praesertim saporem, quem ante congelationem habuerat. Neque etiam superfluum erit, hec data occasione subiungere, perniciosissimum atque saluberrimum esse posse frigidi potus usum pro diversa corporis nostri conditione. Si vehementiori exercitatione aut qualibet alia corporis agitatione vel *physica* vel *mechanica* aliquis aestuaverit, caloremque nimium contraxerit; id summopere vitare debet, quod refrigerationem interius vel exterius adferre possit. Ex imprudenti balnearum frigidorum usu subitanam mortem non raro originem habuisse, testantur doctissimi medici, inter quos Lancisius *lib. 2. de morbis subitanis*. Etenim frigoris impressio solidas corporis animalis partes constringit, fluidas autem condensat, atque talis esse potest effectus, ut partium solidarum actio, fluidarum autem motus nimis minuatur. Hinc maxime turbari potest tota corporis machina. Hinc nascuntur in canalibus obstructions, et frequentissima in humorum secretionibus impedimenta, ex quibus innumera morborum genera. Ex potionis frigidioris abusu intelligitur quoque illius usus. Si nempe nimia sit in fibris extensio, relaxatio, nervorumque, ut dicunt, *atonia*, in his casibus utilissime adhibentur potiones frigidae. Quae quum ita sint, mirum esse non debet, quod

vir clar. Hoffmannus duo ediderit opuscula, quorum unum inscribitur: *de frigido potu vitae et sanitati hominum inimicissimo*, alterum vero: *de aquae frigidae potu salutari*.

SECTIO III.

De astronomia.

Astronomia ea est: *physicae pars, quae corporum coelestium motus, ordinem, magnitudinem contemplatur, et eorundem motuum leges atque causas expendit*. Hinc patet, duas esse praecipuas astronomiae partes. Prima, quae vocatur *theoretica*, diversa corporum coelestium phaenomena considerat, eaque ad calculum revocat. Alia autem, quae astronomia *practica* dicitur, corporum coelestium mensuras mutuasque positiones determinat. Itaque duo primum esse offerunt huius sectionis capita. Verum quia ad astronomiam referuntur *calendarii* et *chronologiae* elementa, de calendario et chronologia quoque tertium caput subiungemus.