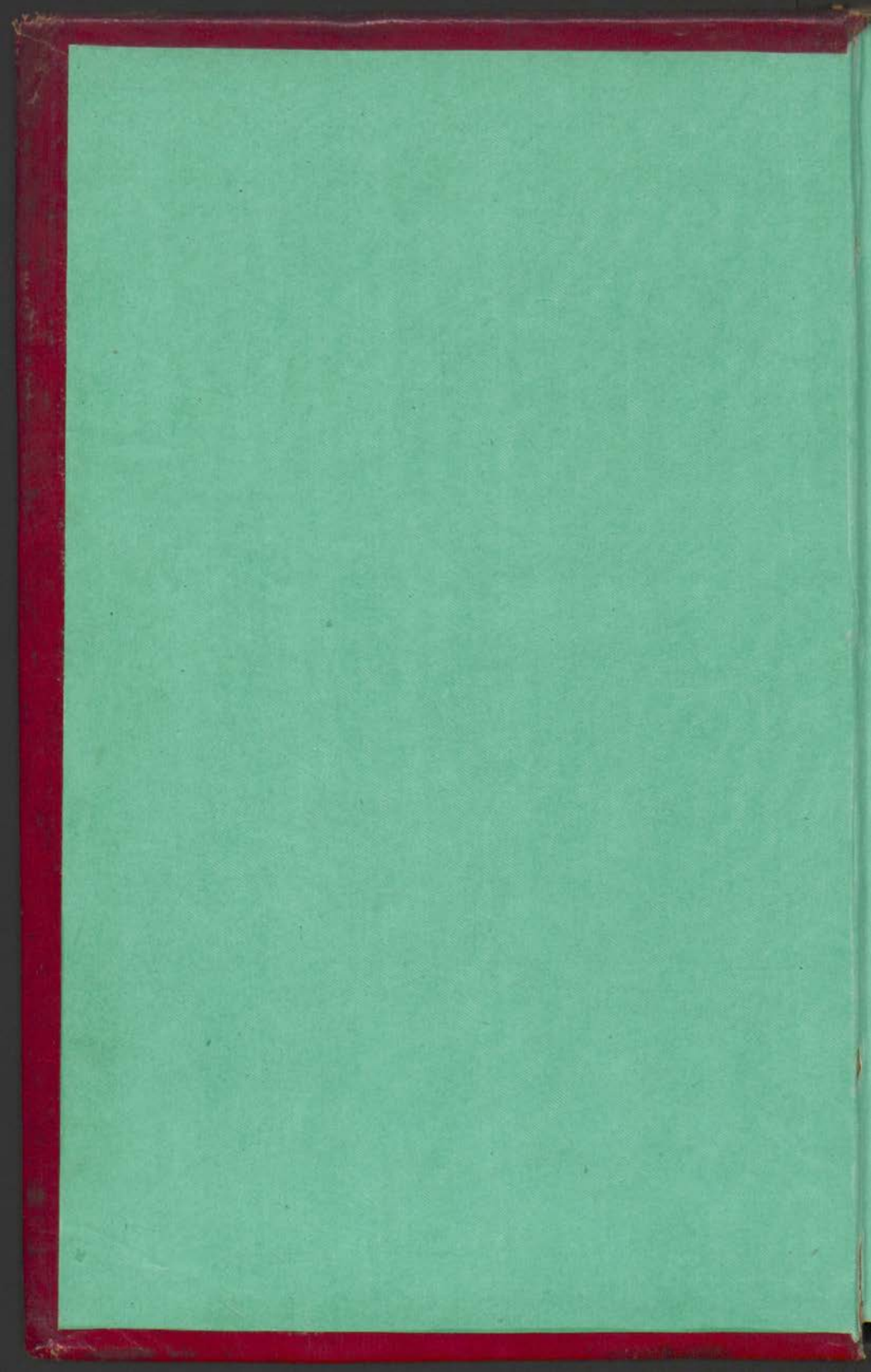
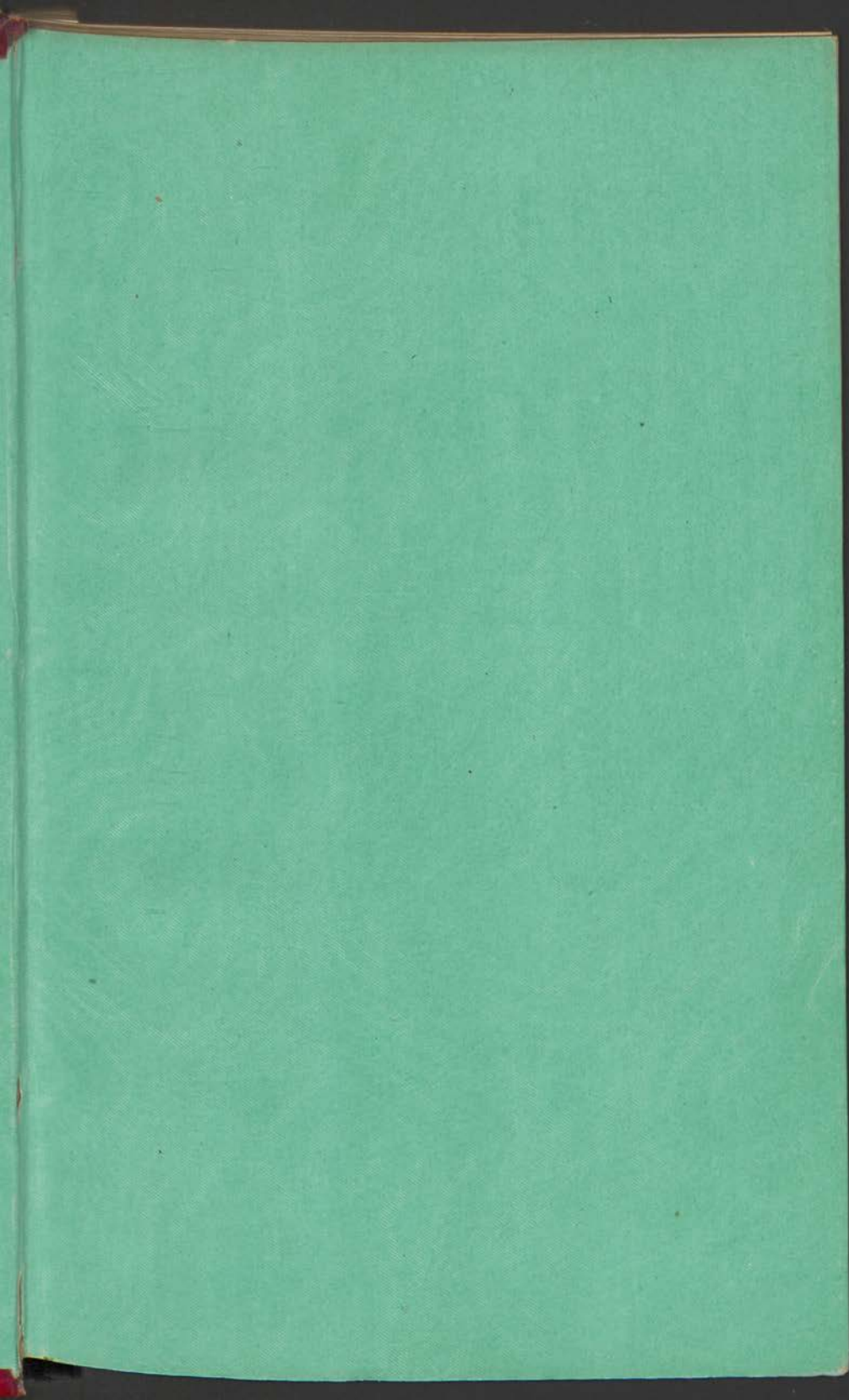


SPECIMEN.
DE
FRIGORE ARTIFICIALI.

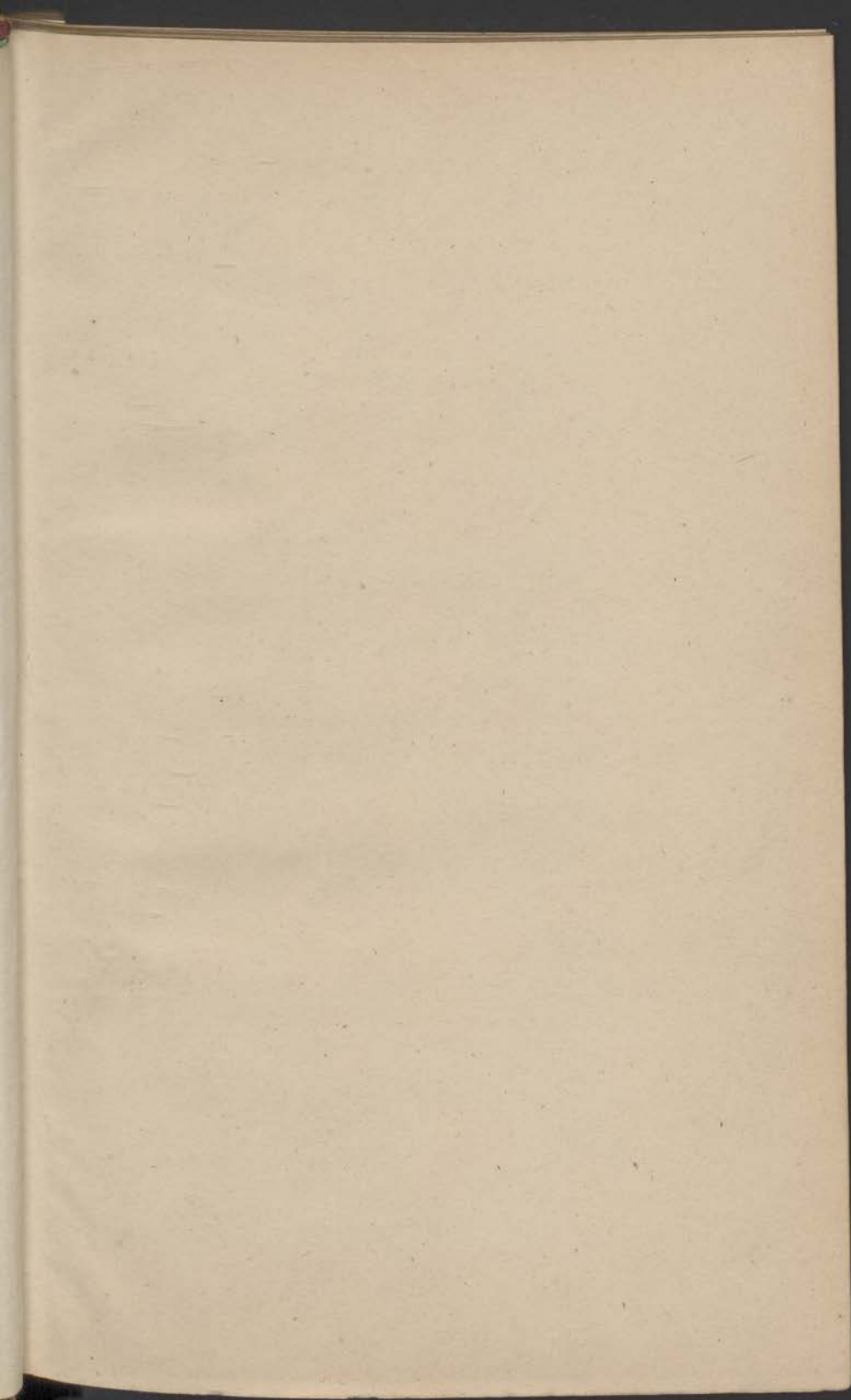
5

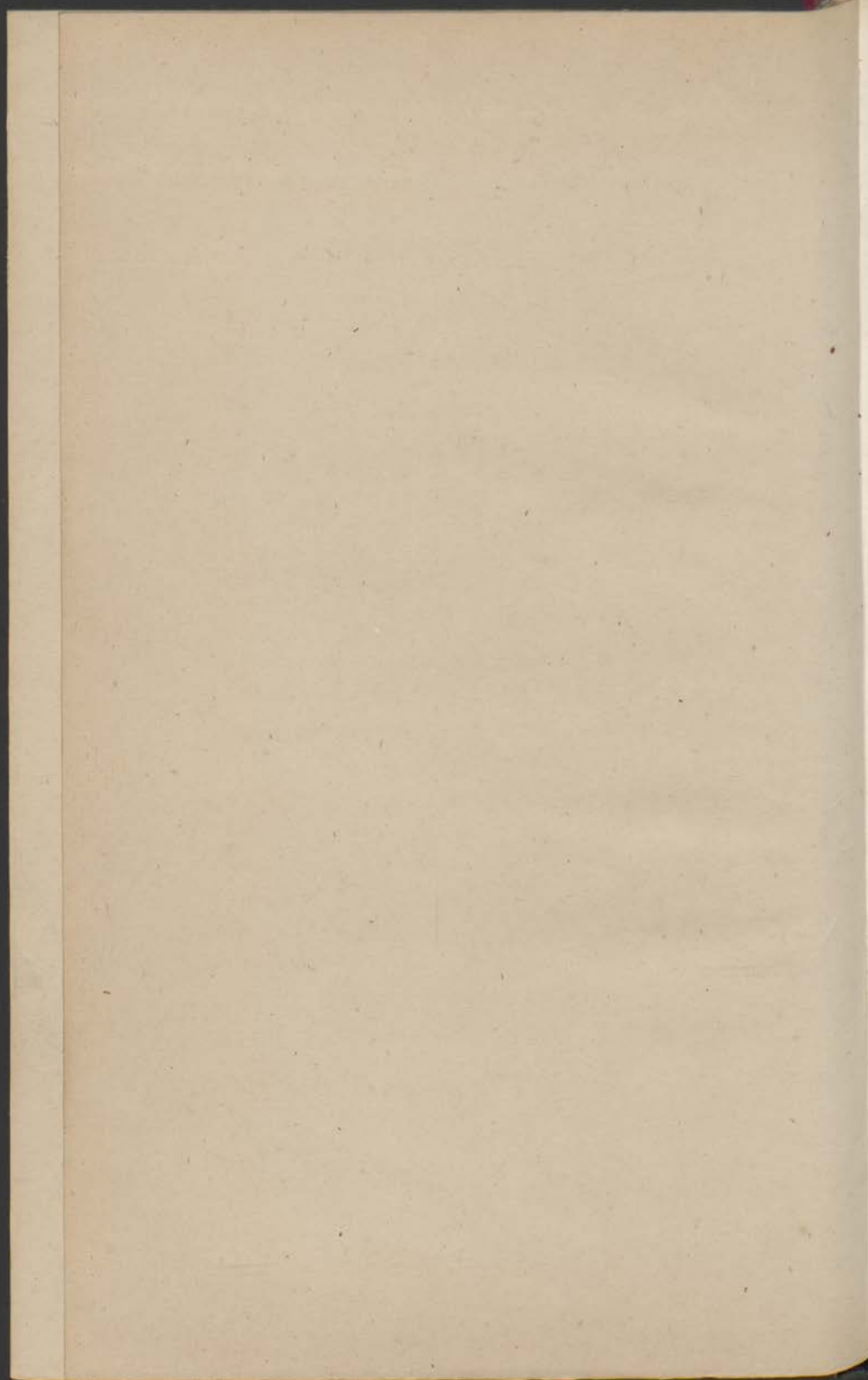




242

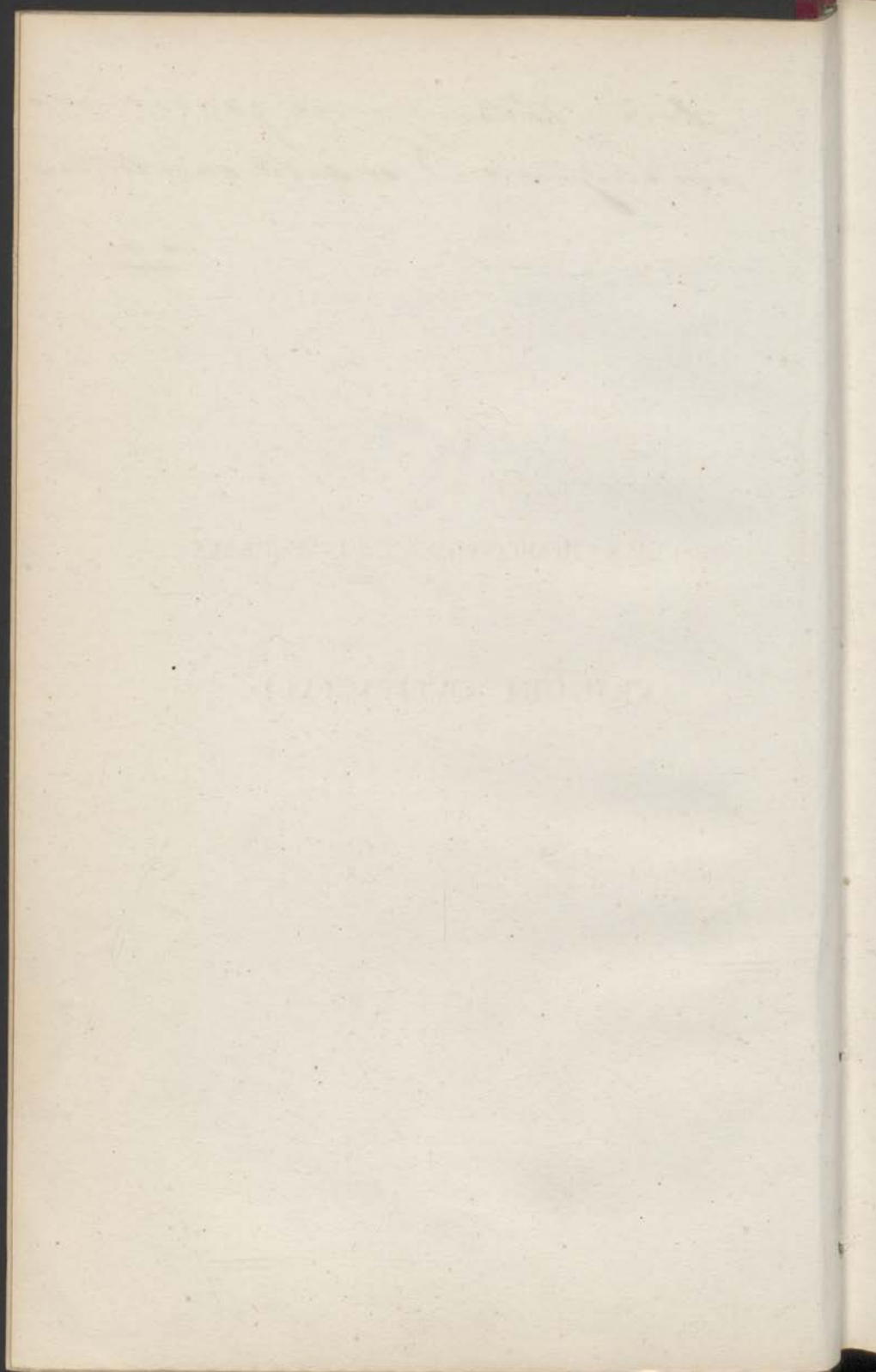
A3^{5/}





Viro Nobilissimo, gravissimo
amplissimo L. de Witte van Litters.

M. A.



SPECIMEN CHEMICO-PHYSICUM INAUGURALE

DE

FRIGORE ARTIFICIALI.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS DEPARTMENT

5

SPECIMEN CHEMICO-PHYSICUM INAUGURALE

DE

FRIGORE ARTIFICIALI,

QUOD,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

JANI VANDER HOEVEN,

MATH. MAG. ET PHIL. NAT. DOCT. ET MED. DOCT. ET PROF. ORD.,

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS DISCIPLINARUM MATHEMATICARUM
ET PHYSICARUM DECRETO,

Pro Gradu Doctoratus,

SUMMISQUE IN MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI HONORIBUS
AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA LUGDUNO-BATAVA,

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

DEFENDET

GUILIELMUS LUDOVICUS OVERDUIJN,

HAGANUS.

AD DIEM XXII JUNII MDCCCXLII, HORA I—II.



HAGAE COMITIS,

APUD W. P. VAN STOCKUM.

MDCCCXLII.

242
A 3 51

VERZEICHNIS DER VERLEHRENDEN MITGLIEDER

FRIGORIFER ANSTALT

VERLEHRENDEN MITGLIEDER

IN DER VERLEHRENDEN ANSTALT

VON DR. MED. H. VON DER NEEB

LEITER DER ANSTALT

VERLEHRENDEN MITGLIEDER

IN DER VERLEHRENDEN ANSTALT

VON DR. MED. H. VON DER NEEB

LEITER DER ANSTALT

VERLEHRENDEN MITGLIEDER

IN DER VERLEHRENDEN ANSTALT

1884

VERLEHRENDEN MITGLIEDER

IN DER VERLEHRENDEN ANSTALT



PIAE MEMORIAE

MATRONAE AMPLISSIMAE, LIBERALISSIMAE

MARIAE DUYST VAN VOORHOUT.

Baroniae van Reede, Toparchae in Renswoude et Immickhuyzen.

NEC NON

VIRIS NOBILISSIMIS, GRAVISSIMIS, AMPLISSIMIS,

CORNELIO EMILIO VAN DOEVEREN.

J. U. D.

*Ordini Equestri Regio Leonis Belgici adscripto. Olim Consuli, Judici
Pacificali, Urbisque Haganae Curiali.*

**CONRADO CAROLO VINCENTIO BARONI
VAN BOETZELAER.**

*Ordini Equestri Regio Leonis Belgici adscripto, Regis Neerlandorum
Cubiculario primario, Ordinibus provincialibus Hollandiae Meri-
dionalis adscripto, Rei fiscali praeposito.*

LAURENTIO DE WITTE VAN CITTERS.

J. U. D.

*Nobilium ordini adscripto, Supremae Curiae Nobilitatis Socio, Ordini-
bus provincialibus Hollandiae Meridionalis adscripto, urbis
Haganae curiali.*

**TOPARCHAE IN RENSWOUDE ET IMMICKHUYZEN TESTAMENTI
EXECUTORIBUS.**

VIRO DENIQUE AMPLISSIMO, GRAVISSIMO

MARCELLO EMANTS.

J. U. D.

*Urbis Haganae acta curanti, Legati Toparchae in Renswoude et
Immickhuyzen, Thesauro praeposito.*

SCIENTIARUM ARTIUMQUE LIBERALIUM FAUTORIBUS.

VIRI NOBILISSIMI, GRAVISSIMI, AMPLISSIMI.

Peractis jam, quae eximio favore, summaque benignitate *Vestra* incipere aliquando, et persequi licuit, studiis academicis; nunc, mihi tandem occasionem oblatam gaudeo, *Vobis, Viri Nobilissimi, Gravissimi, Amplissimi*, ex animo gratias publicé agendi, quas maximas me habere, privatim identidem vobis testatus sum.

Primitias meas, ut *Vestro* nomine inscriberem munifi-

centia *Vestra* postulabat, animus meus suadebat. Sit illud
Vobis quaeso haud ingratum. Testimonium est, exile
quamvis, et pro *Vestris* erga me meritis exiguum, animi
tamen gratissimi *Vobisque* devoti.— *Vobis* sit persuasum
me, perpetuo id esse acturum, ut memoriam *Toparchae*
in Renswoude, omni qua decet pietate prosequar, *Ves-*
troque favore haud prorsus indignum esse videar.

Scrpsi Leidae. d. xxii. Jun. mdccccli.

PRAEFATIO.

De hacce commentatione nihil aliud B. L. admonitum esse volo, nisi quod potius methodorum theorias continet, quam accuratam variorum experimentorum enumerationem atque expositionem, quam ea inprimis de causa omisi, quoniam, qui de aliorum experimentis iudicium ferre cupit, is eadem repetat novisque augeat necesse videtur; quod quominus ipse perficerem tempus propediit.

Si quis experimenta repetiturus, ex ipsis fontibus haurire cupiat, is adeat sequentes auctores, inprimis vero consulat CL. MULDERI opus, Scheikundige Werk-

tuigkunde *quod inscribitur, cui plurimum me debere
gratus profiteor.*

MULDER, Scheikundige Werktuigkunde.

THOMSON, On Heat and Electricity.

Philos. Trans. vol. XXXIII, LXIII.

Annales de Chimie, Tom. XXIX, XXXII, XLI, IV,
XXIII, XXII, XXV, LXXVIII.

Annales de Chimie et de Physique, Tom. IV, V, XXI.

GILBERTS Annalen, B^d. XIII, 1815, XVIII, 1814, XLIII.

CRELL^s. Annalen, 1795.

SCHERER^s Journ. B^d. III, I. VI etc. etc.

INTRODUCTIO.

Omnia fere quae de argumento nostrae disputationis sunt dicenda, in uno eodemque principio sunt fundata, scilicet in eo, quod nobis de calorico libero et latente praebuit BLACK, et quod in calorici theoria maximi aestimandum est momenti, tum propter multas gravissimasque sequelas inde ductas et in vaporum theoriae progressum adhibitas, tum propter lumen multis phaenomenis allatum quae antea in tenebris versabantur. Constat enim inter omnes, machinam aëmicam perfectionem suam unico huicce principio debere, quod in manibus multorum physicorum, imprimis quoque immortalis WATTI fuit instrumentum, quo plurimas vaporum proprietates indagarent et leges definirerent eorum formationis et existentiae. Caeterum hodierno tempore non tantum facillime explicanda sunt phaenomena, quae veteribus tot aenigmata erant, verum etiam in scientiae salutem et progressum egregie adhibentur. Quum enim v. c. MUSSCHENBROEK nostratē secum disputantē videmus de frigoris causa, quod oritur evaporatione aetheris in

thermometri bulbo¹⁾. nunc, ipsa explicatio quum non amplius desideretur, hocce phaenomeno utimur ad duo utilissima instrumenta conficienda, scilicet Danielis hygrometrum et Augusti psychrometrum.

BLACKII observatio, de qua sermo est, quam que paucis verbis describere possumus, haec est: corpora ponderabilia solida aut liquida, numquam in liquida aut gazosa abeunt, nisi caloricum liberum latens fiat; vel contra. Nunc vero necessarium est luculenter demonstrare, quid sit caloricum liberum, quid latens; omnibus enim persuasum est, unico huicce principio inniti explicationem phaenomenorum, quibus arte frigus producitur. Juvat igitur hoc principium ante omnia explicare, quod cum fecerimus, non aliud nobis superest officium, nisi quod accurate enumeremus et exponamus varias *methodos* frigoris artificialis producendi.

Antequam BLACK sententiam suam de calórico libero et latente communicasset, universe haec praevalebat opinio: corporibus, cum satis essent calefacta, ut ad fusionis punctum appropinquarent, parva tantummodo opus esse calórico quantitate, quae sufficeret ad eorum temperiem paucis illis gradibus augendam, quibus adhucdum a fusionis puncto abessent. Glaciei v. c. ad 28° F. calefactae ea tantum calórico copia opus esse, quae sufficeret ad ejus temperiem ad 32° F. augendam, ubi cum pervenisset, glaciem sponte liqueferi statuebant. Hanc opinionem plane falsam esse egregie docuit BLACK, diligenter observatis fusionis phaenomenis, deinde talibus experimentis institutis, quae novam doctrinam luce redderent clariorem.

1) MUSSCHENBR, Vid. Tom. II, pag. 645.

I. Duo vasa vitrea aequalis capacitatis aqua implevit, harum quantitatum alteram in glaciem 27° F. converti sivit, latera ad 33° F. refrigerata, quo facto utramque in cubiculo posuit, cujus temperies erat 47° F. Dimidia hora praeterlapsa aqua accepit temperiem 40° F. vel incrementum 7 graduum, dum glacies per pauca minuta, ad punctum fusionis quidem pervenerat, sed ab hoc inde momento ei opus erat magno temporis intervallo, $10\frac{1}{2}$ horarum, quibus demum praeterlapsis, tota quantitas in aquam erat conversa, cujus temperies tunc quoque erat 40° F. His cognitis BLACK ita ratiocinatus est: per omne tempus, quo glaciei, ut liquefieret, opus erat, unaquaque dimidia hora eadem accessit calorigi quantitas; [cum autem hoc intervallum semel et vigesies superaret tempus per quod aquae temperies augebatur 7° F, calorigi copia, qua glacies usa est, ut aquam proferret 40° F., hanc postremam calorigi quantitatem 7° , semel et vigesies superet, necesse est. Glacies ergo accepit gradus $21 \times 7 = 147$; temperies vero aquae, fusione ortae, tantum est 40° loco 174° , igitur 134° sunt absorpti, dum glacies in aquam converteritur.

II. Ad atmosphaerae temperiem 22° F. implevit duo vasa vitrea, alterum aqua pura, alterum salis solutione, quarum substantiarum temperies erat 52° F. Sensim sensimque ambo vasa ad 32° sunt refrigerata; tum illud quod solutionem continebat salinam, perrexit temperiem diminuere, alterum vero temperiem 32° F. constantè servavit quam diu in glaciem converteretur aqua; tunc demum, cum tota quantitas congelata esset, ulterius ad atmosphaerae temperiem descendere potuit. Unde mora haecce in refrigeratione aquae? A corporibus ambientibus caloricum accipere non potuit, cum minor esset eorum temperies, sed accepit a se

ipsa; neque alia ratione congelatio locum habere potuit, nisi eadem calorigi quantitate, antea glaciei liquefactione absorpta, nunc congelatione aquae, iterum restituta vel liberata. Est hoc experimentum praecedentis inversum, et veluti in priori illo glaciei longiore opus erat tempore ut liquefieret calorigo admissio, sic nunc inversa ratione aqua longiore tempore utitur ut in glaciem convertatur, calorigi interim aequali quantitate demissa.

III. Experimentum repetiit, quod jam antea FAHRENHEIT instituerat, in eo consistens, quod vasculum aqua repletum exponeret atmosphaerae 22° F. Paullatim aqua quidem refrigerabatur ad 22° F. attamen in glaciem non vertebatur, quamquam longe esset infra punctum congelationis, quam primum vero vasculum percuteretur, statim congelata est aqua, dum ejus temperies per 10° adscenderet. Quod experimentum idem demonstrat, quod praecedens 1).

IV. Tandem experimentum instituit sequens: miscuit 119 partes glaciei cum 135 partibus aquae, in vasculo vitreo, cujus massa, quod ad calorigi capacitatem attinet, 8 partes aquae aequivalebat; erat vasculum, eadem qua aqua temperie, scil. 190° F. Res igitur eodem rediit ac si 119 partes glaciei 32° F. miscuisset cum 143 partibus aquae 190° F. Tota glaciei quantitas liquefacta postquam

1) Jam saepius hodierno tempore phaenomenon hoc observatum est, non tantum de aqua, ut infra videbimus, sed quoque de mercurio et de nonnullis acidis. Congelatio horum corporum in regionibus, ubi frigus naturale interdum satis vehemens est, ut in solida convertantur, non aliter fere locum habet. Nam plerumque observarunt physici, hasce regiones, qui frequentarunt, mercurium vel acida v. c. nitrosum, nocturno frigori quae exposuerant, longe infra congelationis punctum refrigerata, non vero congelata esse, quod repente locum habebat cum thermometer inducerent, quo facto temperies, statim nonnullis gradibus aucta, ad eorum punctum congelationis reducebatur.

esset, mixturae temperiem observavit 53° F. Jam vero quum calorigi quantitas corpori cuidam communicata, vel demta proportionalis sit producto massae cum gradu numero, quibus temperies aucta vel diminuta sit, facile quantitatem determinare possumus, quam amisit aqua, dum ejus temperies a 190° F. ad 53° F. descendet. Est enim diminutio 137°, habemus ergo $137 \times 143 = 19591$, qui numerus ponendus est pro calorigi unitatibus, quas amisit aqua. Quod si nihil aliud locum habuerit, nisi calorigi communicatio, jure expectaremus, hanc quantitatem a glacie acceptam fuisse; sed si quoque eam determinemus, quam *revera* accepit videbimus eam longe esse minorem. Glaciei temperies ante mixtionem erat 32° F., postea autem 53° F.; est incrementum 21°, quare quantitas accepta est $21 \times 119 = 2499$ loco 19591, harum quantitatum differentia 17092, quantitatem calorigi absorptam vel latentem factam indicabit. Quam si comparemus cum glaciei massa 119 partium, facile graduum numerum inveniemus, quibus temperies aequalis massae aquae augebitur; habemus enim aequationem

$$T = \frac{17092}{119} = 143.$$

i. e. singula glaciei pars, fusione eam sorbet calorigi copiam, qua aquae massa, glaciei massae aequalis, 143° augetur.

E variis hisce experimentis, luce clarius videmus, glaciem non liquefieri, nisi satis magna calorigi quantitas amittatur sive potius ita modificetur, ut nec sensum nec thermometer afficere possit, sed aquam liquidum statum tenere jubeat: *hancee quantitatem* BLACKIUS appellavit *latentem*, dum *liberum* vocavit *calorigum*, quod in sensum ac thermometer agit. Quum autem primum experimentum

potius accurata sit observatio fusionis phaenomeni, *quartum* hancece veritatem revera existere et praeter dubium esse egregie docet; secundum et tertium inversam hujus naturae legis demonstrant partem, scilicet corpora liquida non solida fieri, nisi eadem calorigi quantitas quae latebat hoc transitu liberetur. Quantitas haecce pro aqua est circiter 140° i. e. glacies non liquescit nec aqua congelat, nisi ea calorigi quantitas absorbeatur vel liberetur, quae, aequalis massae aquae temperiem, potest augere 140° . Ne vero credamus, phaenomenon congelationis ita locum habere, ut totam hanc liberatam calorigi quantitatem observare possemus; tunc duo experimenta supra memorata nil valerent, quia in priori calorigum liberum factum non observamus, dum in altero 10° tantum liberi fiunt loco 140° ; sed cogitemus, in utroque casu, congelationi magno temporis intervallo opus esse, et per hoc ipsum tempus calorigum cum atmosphaera caeterisque corporibus ambientibus communicari, quod cum thermometris subtilissimis observandum est; oriuntur aëris fluxus, ita ut partes, aqua magis quam caeterae calefactae, frigidioribus locum cedant, et tunc demum, quum haecce quantitas, ab atmosphaera et corporibus ambientibus absorpta, tanta est, ut aquae temperiem diminuere possit 140° , tunc demum tota quantitas in glaciem conversa erit.

Lubet adhuc experimentum commemorare, quod nobis luculenter demonstrat, principium supra memoratum, quoque valere de aliis corporibus v. c. de salibus, est a THOMSONIO institutum et commemoratum in opere quod inscribitur: «On heat and electricity.» Est principium in crystallisationis theoria notissimum, solvens quodcumque, aucta temperie, multo majorem quantitatem alicujus salis continere,

quam diminuta temperie. Quum talis solutio, saturata in temperie majori, refrigeretur, salis quantitas quae jam, diminuta temperie, dissoluta manere non potest, deponitur. Exstat autem methodus, qua impedire possumus, quominus praecipitatio salis locum habeat; solutio tantum fiat in vase vitreo, quod, dum temperies adhuc satis aucta est, subere clauditur; quum tale vas refrigeretur, eadem salis quantitas in frigida solutione remanebit. Si autem amoveamus suberem, statim sal, quod in solutione superabundaverat, crystallisatione separatur; quum vero crystallae plerumque contineant aquae quantitatem, in statu solido, et quum sal cum aqua, e statu liquido in solidum transeant, theoria jam docet, quid locum habeat, necesse sit; scilicet temperiei augmentum eo majus, quo major sit salis quantitas subinde deposita. Experientia theoriam confirmat imprimis in solutione carbonatis vel sulphatis sodae. Fiat solutio 1 partis Carb. sodae in 4,22 p.p. aquae ebullientis in vase vitreo, quod subere clauditur, ita perforato ut thermometer continere possit, solutionis temperiem indicans, sensim paulatimque refrigeretur usque ad 50° F., quo facto subinde suber amoveatur, et vas quodammodo conquassetur, ita ut crystallisatio subitanea, de qua diximus, locum habere possit. Temperies, crystallis depositis, augebitur saepe 14 gradibus; et si utamur solutione sulphatis sodae in proportione 51 p. salis ad 49 p. aquae, temperiei incrementum erit 24 graduum. Talia experimenta cum quibusdam metallis, eodem modo et eodem successu instituere possumus, v. c. cum Bismutho.

Est igitur principium generale, quod non tantum de aqua, verum de omnibus corporibus observandum est: caloricum absorberi, quoties e statu solido transeunt in liquidum,

contra liberum fieri, cum vero status liquidus in solidum mutetur. Acque generale est sequens: semper, cum corpus quoddam liquidum gazosum fiat, caloricum latens fieri, liberum contra, quum gazosa in liquida abeant. Videamus quoque de iis phaenomenis et experimentis, quae nobis hanc veritatem demonstrare possint.

Quam admodum BLACK doctrinam suam, de phaenomeno quod locum habet, quum glacies in aquam mutetur, debuit tantum accuratae observationi rerum, quae hucusque neglectae erant, sic accurata observatio experimenti, quod in cubiculis nostris centies milliesque instituitur, jam diu suffecisset ut cognosceremus res maximi momenti. Experimentum quod volo aquae ebullitionem spectat, si enim observemus quid locum habeat momento, quo maxima vaporum quantitas formetur i. e. cum aqua ad ebullitionem pervenerit, facillime videbimus magnam caloricam quantitatem latentem fieri. Temperies aquae tunc est 212° F., et videmus ab hoc inde momento eam non amplius crescere, quamquam calefaciendo pergamus; crescit vero vaporum quantitas, quae potius minorem quam aequalem habet temperiem. Tam diu quam aquae proximi haerent vapores, eadem fere gaudent temperie, i. e. 212° F. quum vero in altum adscendant, satis celeriter corporibus ambientibus, imprimis aëre refrigerantur. Quum autem, corpus quoddam multo minoris temperiei, teneamus in mediis vaporibus, videmus eos condensari in corporis superficie, donec ejus temperies hacce condensatione satis aucta sit, et vaporum temperiei aequalis facta. Quid autem hocce experimentum docet? Cum pergimus caloricum addere aquae, cujus temperies ad 212° F. aucta, insuper augeri nequit, sed vapores orientur, quorum temperies quoque est 212° , satis luculenter patet, totam caloricam quantitatem, ab hoc inde momento latentem fieri et ad-

hiberi ad vapores formandos 212°. Cognoscimus igitur eadem ratione, qua glacies in aquam convertitur, aquam in vapores conversam esse; eo discrimine, calorigi quantitatem, quod in hoc casu latens fit, multo majorem esse, quam in illo. Videamus quomodo eam copiam determinare possimus, et eodem tempore ostendamus, alteram thesicos partem: aquae vaporum condensatione caloricum liberum fieri, veram esse. — Quum aquam ita ebullire jubeamus, ut omnes ejus vapores tubo ducantur in alterum vas, eadem ratione aqua repletum, cujus pondus et temperiem accurate determinavimus ante experimenti initium et ita constructum, ut omnes, quos ex primo vase receperit vapores, aqua frigidior condensentur, videbimus, tum pondus, tum temperiem hujus aquae magis magisque crescere; et ponderis incrementum quantitatem proponet vaporum condensatorum; dum ex temperiei incremento determinare possumus calorigi quantitatem, condensatione hujusce vaporum massae liberati: caeterum intelligimus hanc illi aequalem esse, quae antea eorum formatione absorpta est. Quum v. c. pondus aquae frigidae vase contenta sit 5^k, 35, et aquae temperies 32° F., experientia docebit ejus temperiem condensatione 1^k vaporum ad 212° accrescere ad 212° F. Videmus ergo nobis, cum 1^k aquae ad 212° F. in vapores transferre cupiamus ejusdem temperiei, opus esse ingenti calorigi quantitate, quae temperiem 5^k, 35 aquae inde a 32° F. auget ad 212° F., nam haec est quantitas libera facta condensatione vaporum. Quum comparisonem instituamus, inter ambas quantitates, quae latentes fiunt, quum glacies in aquam et aqua in vapores transfertur, videmus hancce quantitatem illam fere septies superare, nam 5^k, 35 temperiem augere 180° vel 1^k temperiem augere $180 \times 5,35 = 963^\circ$, una eadem-

que res est. Vidimus autem quantitatem calorigi latentis aquae, tantam esse, ut ejusdem massae temperiem 140° augetet, habemus igitur 140 ad 963 ut 1 ad 7 circiter. Aquae vapores numquam formari, nisi tanta calorigi quantitate absorpta, vel a corpore calefaciente vel a corporibus ambientibus, cum sit evaporatio spontanea, experimenta nonnulla in posterum commemoranda docebunt, sicuti quoque, hocce principium non tantum valere de aquae, verum de omnibus, qui formantur, vaporibus.

Breviter exposuimus principia, quae fundamentalia habenda sunt in explicatione phaenomenorum frigoris artificialis. Jam facile enim intelligimus, methodos non alias adhibendas esse, nisi quod corpus solidum aut liquidum, in liquidum aut gasosum transire jubeamus nullo aliunde calorigo addito, ita ut corpus coactum statum mutare, eodem tempore cogatur, calorigum huicce operationi necessarium, a se ipso petere, quo facto temperies eo magis diminuetur, quo major quantitas calorigi liberi latens fiat. Semper igitur, cum frigus artificiale producimus, destruimus calorigi quantitatem; vel potius quantitatem absolutam, quae, ante experimentum in corpore libera aderat, pro parte diminuimus. Pars autem, quam destruimus, inservit ut statum liquidum vel gasosum proferat et conservet.

Loquentes de causis quibus calorigum latens fit, eodem tempore diximus de iis quibus liberum restituitur, non tantum quia arcte conjunctae sunt, sed inprimis quoque, quia saepius, experimenta instituentes, non tantam temperiei diminutionem observamus, quantam a priori determinaremus: causa est, calorigum quodammodo liberum factum, in experimenti detrimentum. Credidimus igitur

nostrum esse ea principia, de quibus sermo est, aequae accurate exponere quam caetera, et opinio nos minime fallat, quum, in multis experimentis in posterum commemorandis, sola hujus phaenomeni notitia lucem et explanationem allatura sit, tunc ergo facultas nobis erit omnia haecce melius exponendi.

Nunc pauca dicamus de cautelis, adhibendis, ut impediamus, quominus temperiei aequilibrium, semel disruptum, tam celeriter restituatur, ac contingere solet talibus curis neglectis, verbo: pauca dicamus de insulatione, quae, si bene instituat, ad bonum experimenti eventum multum affert.

Quem admodum in experimentis electricis, insulatio in eo consistit, ut corpus, electricitate praeditum, eandem integram diutissime conservet, et obtinetur si tale corpus circumdetur aliis electricitatem male ducentibus; sic insulatione in experimentis de calorico fere eadem res est. Est phaenomenon notissimum quod semper, cum corpus quoddam, majori minorivi quam caetera temperie gaudens, cum iis in contactum veniat, temperies ejus diminuat vel augeatur, donec omnia eadem gaudeant temperie. Aequilibrium hocce tribus modis instituitur: 1^o. corporum facultate calorici conducendi, 2^o. corporum facultate et proprietate calorici sub radiorum forma emitendi et accipiendi, 3^o. (et hoc tantum de fluidis et gazosis dictum sit) locorum permutatione. Cum autem haecce corpora, multo minus quam caetera, calorikum conducant aequilibrium restituitur peculiari modo; magis enim, quam solida, gaudent proprietate gravitatis specificae diminuendae aucta temperie; quod cum locum habeat, aliud phaenomenon quoque obvenire intelligimus, scilicet locorum permutationem, eo tendentem, ut partes graviores loca

inferiora, leviora superiora petant, quare, tum in fluidis, tum in gazis fiunt fluxus, quibus aequilibrium restituitur. Hisce cognitis, experimenta facile ita instituere possumus ut trium harum causarum effectum pro maxima quidem parte effugiamus. Ponatur corpus, mixtura v. c. refrigerans, cujus temperiem constantem servare cupimus, quam maxime remotum ab omnibus corporibus, quae temperiem possent augere calórico radiante. Quod si talis non detur opportunitas, cingatur corpus iis superficiebus, quae radios plurimum reflectant. Novimus autem superficies metallicas bene politas, tarditate, qua per tempus quoddam calóricos radios accipiunt, prae caeteris eminere; haec igitur egregie nobis inservire possunt. Ut porro corpus insulemus, ponatur in talibus substantiis, quae caloricum male ducunt v. c. in vitro, vel in terra ex qua furnaces conficiuntur, ponatur insuper in vase parietibus tenuissimis, vel e talibus substantiis confecto, quae parvam habent pro calore capacitatem. Quo major enim materiei quantitas, et quo major ejus calóricos capacitas, eo majorem calóricos quantitatem, corpori refrigeranti cedere poterit. Videmus ergo vasa metallica adhibenda esse, et platinum egregie inservire posse, cum ejus calóricos capacitas minima sit, interdum vero vitreis utimur inprimis cum experimenta instituamus cum acidis. Vasibus vitreis insulatione non opus est.

Aër atmosphaericus male caloricum ducit, sed vidimus fluxus oriri idem efficientes, quod facultas calóricos bene conducendi. Impediamus igitur, quominus tales oriantur fluxus, recipientibus superpositis, vel vasibus duplicibus, ita ut aëris partem includamus, et modo hoc efficiamus, ut semper *eadem* quantitas cum corpore communicat.

Talem insulationem non tantum bonam, verum etiam necessariam esse in casibus, ubi frigoris gradus, quem producimus, longe est infra 0° F., experientia docet. Nam praeter causas supra memoratas, quibus restituitur aequilibrium temperiei corporum, una exstat, minime contemnenda, quae tunc imprimis obvenit, cum aquae vapores in atmosphaera abundant. Videamus quid locum habeat, quum in atmosphaera, ubi saepissime magna adest vaporum quantitas, corpus ponamus longe infra 32° F. refrigeratum: condensantur vapores, non tantum in aquam verum etiam in glaciem. Quum v. c. ope mixturae refrigerare cupiamus mercurium, *metallum* non tantum caloricum cum mixtura communicabit, verum etiam magna quantitas aquae vaporum, qui sub nivis forma in superficie vasis condensantur, efficacitatem mixturae quodammodo diminuentes; magna enim hoc casu calorigi quantitas libera evadit, quae tota cum corpore refrigeranti communicatur, et temperiei incrementum est eo major, quo major sit vaporum condensatorum quantitas. Quum vero corpus ponatur in vase, duplici pariete instructo, et si curam gesserimus ut spatium, intra parietes aërem siccum contineat, phaenomenon, de quo sermo est, locum non habebit. Fig. XIV vas ita praeparatum proponit, constat duobus vasibus vitreis, marginibus, suberis et cementi ope conjunctis: spatium A continet mixturam, B aërem inclusum.

Hisce expositis, videamus de opusculi nostri divisione. Ea arridit, quam ipsa rei ratio offert. Primo igitur loco, de iis dicemus methodis, quibus frigus oritur, corporibus solidis in liquida translatis; secundo, de frigore quod producitur transitu corporum liquidorum in gasosa, et, quum experimenta doceant frigus oriri vehementissimum

solida subito cum transeant in gasosa, tertio loco de hisce loquemur phaenomenis. Quum autem insuper caloricum latens et liberum fiat, quotiescunque corporis cujusvis cohaesio mutatur, in corporum dilatatione, inprimis gasorum, instrumentum videmus frigoris producendi. In *appendice* de hisce amplius loquendum est.

Restat commemoratio pulcherrimi phaenomeni, scilicet electricitate caloricum non tantum *liberum* fieri, verum etiam *latens*, adeoque frigus oriri. Jam diu cognitum erat, fluxum electricum oriri, puncto calefaciendo vel refrigerando, in quo bismuthi atque antimonii lamellae junguntur; [fluxus sibi invicem sunt oppositi.] quum autem, fluxum non excitemus, juncturae temperie mutanda, sed per ipsum elementum fluxum ducamus, inversum phaenomenon locum habet. Scilicet, quum punctum conjunctionis calefiat, fluxu progrediente a bismutho ad antimonium, frigus oritur fluxus directione mutata. Apparatus, quibus utuntur ut experimentum hoc instituant, proponuntur fig. XVIII, XIX et XX. Fig. XVIII proponit elementum ex antimonio et bismutho confectum; in puncto conjunctionis parva adest fovea, continens aquae, quodammodo refrigeratae, quantitatem et thermometrum, jam si fluxus ea directione quae convenit, procedit, aqua in glaciem convertitur. Fig. XIX proponit crucem e duobus elementis; quum fluxum ducamus per AB et frigus exinde oriatur in punctum C, haecce temperiei diminutio indicatur altero elemento AB, cujus extremitates cum multiplicatore conjungendae sunt. Fig. XX proponit thermometrum differentiale, cujus globulus D continet juncturam, elementi antimonii et bismuthi, quum, fluxu adducto, temperies mutetur, thermometrum hoc indicabit.

Phaenomena commemoranda videbantur, quamquam frigus, quod hoc modo producere possumus, sit nimis exiguum ut in artibus esset adhibenda methodus.

CAPUT I.

DE FRIGORE PRODUCTO CORPORIBUS E STATU SOLIDO IN LIQUIDUM TRANSLATIS.

Vidimus in Introductione, magnam caloricam partem latentem fieri si glacies, vel nix tantum in aqua solvantur. Quamquam experimentum tunc commemoratum egregie inserviat doctrinae de calórico libero et latente illustrandae, et glaciei solutio saepe ansam nobis praebeat ad frigus producendum interdum vehementissimum, ejus tamen solutio in aqua ad frigus artificiale provocandum minoris est momenti, quia nunquam aquae temperiem infra 32° F. diminuere possumus, et aqua plus quam suum pondus glaciei solvere non potest. Ut ergo glacies effectum praebeat, nobis opus est alio solvente, proprietatibus gaudente: longe infra 32° F., quin etiam infra 0° F. liquidi manendi et praeterea multo majoris quam sui ipsius ponderis glaciei solvendi. Talia solventia nobis sunt acida, alcohol, aliaque pauca. Antequam ergo videamus de frigore, quod alia corpora, imprimis salia producere possunt, videamus de iis methodis, ubi latens fit caloricum, glacie in aquam translata, solventibus acidis, tunc videbimus de variis methodis, quas salia nobis offerunt, scilicet ubi caloricum latens fit salibus liquefactis; et quum varia eorum habeamus solventia, primo loco de frigore dicemus, quod producitur, salibus in aqua solutis, secundo de frigore, quod excitatur salium solutione in acidis. Addeamus experimenta de solutione nonnullorum metallorum in hydrargyro. In omnibus hisce mixturis liquefactionem, sicuti frigus

exinde ortum, mutuae debemus affinitati corporum, quae miscentur, quorum unum alterius est solvens. Exstant autem inter salia, quae tantam habent pro aqua affinitatem, ut glaciem liquescere jubeant, ut modo hoc solutionem salinam constituent. In hisce ergo mixturis caloricum latens fit, ambobus mixturae corporibus liquefactis, ita ut jam theoria nos doceat, hasce frigus producturas esse multo vehementius quam ceterae; quam opinionem experientia confirmatam videbimus, ubi sermo erit de iis mixturis, in quibus salia quaedam cum glacie vel nive miscentur.

§ 1.

DE FRIGORE PRODUCTO GLACIE VEL NIVE IN AQUAM
TRANSLATA SOLVENTIBUS ACIDIS.

Uti jam diximus, quum acida longe infra 0° F. fluida maneant, quin etiam tunc, quum aquae quantitate diluantur, eodemque tempore magnam pro aqua habeant affinitatem, ita ut magnam glaciæ quantitatem solvere possint, haec egregia nobis sunt solventia; quo minor autem eorum massa ratione glaciæ, eo majorem effectum præbeant necesse est. Nam videamus quid locum habet, formulae ope, in qua M sit acidi, m glaciæ pondus, t acidi et glaciæ temperies, t' graduum numerus quibus corporis liquefacti temperies augetur, quum acciperet caloricæ quantitatem ad fusionem necessariam; tunc temperies mixturae, solutione peracta, proponitur per

$$T = \frac{M t + m (t-t')}{M + m}$$

Quo magis M diminuitur, eo magis T ad valorem $t-t'$ appropinquat; quum M evanescit, $T = t-t'$. Hoc est mixturae temperies, per totum caloricæ latentis graduum numerum,

diminueretur quum $M = 0$ jam vero quoniam $t = 32^\circ$, $t' = 143^\circ$, patet absolutam temperiei diminutionem, glaciei solutione productam, semper esse minorem, quam 143° , quia M in experimentis nunquam evanescit; quo minor vero acidi solventis quantitas, eo magis diminutio 143° appropinquabit, ita ut T , semper major quam -111° F., in optimis mixturis, huic temperiei proxima futura sit.

E tabula sequenti hoc quoque videmus. Nivis partes 8, miscentur cum acidorum partibus in 1^a columna indicatis ad temperiem in 2^a columna indicatam, dum in 3^a frigoris productum gradum notatum videmus:

10 partes acidi sulphurici dil.	ad -68° F.	produc. temp.	-91° F.
$5\frac{1}{3}$ »	»	»	» $+32^\circ$ »
5 »	» hydrochlor. conc.	$+32^\circ$ »	» » -27° »
$4\frac{2}{7}$ »	» nitrici fumant.	$+32^\circ$ »	» » -30° »

Videmus itaque, primam mixturam refrigerationem producere 23° , secundam 55° , tertiam 59° , quartam 62° simul autem videmus acidum, cujus quantitas minima est, scil. nitricum fumans, maximam proferre refrigerationem, eamque minimam esse, in prima mixtura ubi acidi quantitas est maxima. Semper experimentum, minorem temperiei diminutionem dabit quam calculus. Glaciei vel nivis molecule non statim et subinde solvuntur, quare temperies inferior quidem manet, per majus temporis spatium, cum iterum iterumque parvae solvantur quantitates, sed eventus idem est ac si minorem solvissemus quantitatem.

Pergere possemus, enumerare et exponere varia experimenta hoc modo instituta, quibus varios frigoris prodixerunt gradus, secundum proportionem atque acida, quibus usi sunt, priusquam vero illa commemoremus, pauca dicemus de facto quodam maximi momenti, cujus requiritur

notitia, ne interdum contraria videamus eorum, quae videre cupimus. Acidum sulphuricum in primis mixturis supra propositis, dilutum adhibetur, hydrochloricum et nitricum concentratum; hujus dilutionis sequela est acidi pro aqua affinitas multo minor facta; praeterea frigus quoque oriri potuisset, acido concentrato adhibito, et glaciei quantitate aucta cum aqua, qua dilutum est acidum, et tunc demum mixta? Videtur ergo *necessaria* dilutio et est revera; si autem loco nitrici fumantis, acidum nitricum album adhibitum fuisset, etiam hujus acidi dilutio *necessaria* fuisset, quia ambo acida concentrata, cum aqua in proportionibus quibusdam mixta, caloricum liberum reddunt, cujus quantitas, acido sulphurico adhibito, tanta est, ut cum 2 partes acidi misceantur cum 3 partibus aquae mixturae temperies ad 212° augeatur. Haec ergo causa est dilutionis, quae omnibus acidis, caloricum liberum reddentibus cum aquam recipiant, tam *necessaria* est, ut bonum eventum expectare non possimus, si neglexerimus acidum bene diluere et deinceps refrigerare. Ipsa rerum natura nos docet aptas proportiones: diluendum est tamdiu, quam diu temperies aquae additione augeatur, quum ad hunc gradum dilutum sit acidum quodcumque, habebit definitam gravitatem specificam, eadem autem ratione dicere possumus, unum alterumve acidum, tam diu diluendum esse, donec ad definitam gravitatem specificam pervenerit. Sic Hassenfratz nos docet, acidum nitricum gr. sp. 1,526 tamdiu diluere, ut ejus gr. sp. fiat 1,420. Quum vero non semper nobis facultas sit, acidi gravitatis sp. determinandae, tentando, ut descripsimus, ad hunc pervenimus gradum.

Aliud quid animadversione dignum est, proportio sc. acidi inter et glaciei quantitatem. Jam initio diximus, efficaciores futuras esse mixturas, quo minor acidi, quo major

glaciei quantitas, sed determinanda est proportio, ne glaciei quantitas, quae superesset frigoris producti effectum diminuatur, calorico suo libero cum mixtura communicato. Sic nobis commemorat HASENFRATZ: «Man machte die «Bemerkung, dass bei der Temperatur von -31° F. «(quam produxerat solutione nivis in acido nitrico diluto) «ein neuer Zusatz von Schnee, die Kälte nicht weiter vermehrte, dass er sie um gegentheilig durch Erzeugung «eines Antheils Wärme verminderte, diezer Zeitpunkt war «sehr leicht zu bemerken, weil dann der Schnee in Gestalt kleiner Eisschollen schwamm.» Quantitas antea addita ergo suffecerat, dum glaciei formatio indicabat, majorem noxiam futuram, cum non amplius solveretur. — Quantitates differre, cum pro variis acidis, tum pro temperiibus, quatuor mixturis pag. 18 memoratis jam vidimus. Quum enim ad temperiem -68° F. acidi sulph. diluti nobis opus sit 10 partibus, ut 8 partes glaciei solvamus, ad $+32^{\circ}$ F. $5\frac{1}{3}$ partes jam sufficiunt, quum $5\frac{1}{3}$ partes Ac. sulph. sufficiant, ad eandem temperiem tantum 5 partibus Acid. hydrochl. et $4\frac{2}{7}$ partes Acid. nitr. fumantis nobis opus est.

Quod ad eas accurate determinandas, [quamnam operationem, semper ipsa experimenta praecedere oportet, cum temperies ab ea differt, quae in variis, quae exstant, tabulis sit indicata] facile fit, serie experimentorum instituenda v. c. 5 à 6, ubi semper eandem acidi quantitatem, cum variis nivis vel glaciei quantitibus miscemus: eam proportionem maximum frigus producentem, modo hoc facile inveniemus.

Jam ipse *nivis* vel *glaciei*, in pulverem tenuissimum redactae, usus indicat frigus *hisce* mixturis productum vehementius futurum esse, quam solutione salium in acidis

proferre solemus; quamquam enim graduum numerus, quibus salinae solutionis temperies diminuitur, interdum eam aequivalet, solutione nivis vel glaciei productam [ut e tertia tabularum columna mixturas refrigerantes exhibentium § 3 videndum est] diminutio in hoc casu, nunquam a gradu supra $+ 32^{\circ}$ F. incipit, saepe a gradibus minoribus originem capit, dum salibus a superioribus temperiebus incipit v. c. a $+ 60^{\circ}$ vel $+ 70^{\circ}$ F. Enim vero nil obstat, quominus salinis mixturis utamur ad $+ 32^{\circ}$ F., sed longe abest ut salia temperieci diminutionem proferentia 50° graduum, v. c. a $+ 60^{\circ}$ ad $+ 10^{\circ}$ F., eandem diminutionem proferant, cum ad $+ 32^{\circ}$ F., vel ad minores gradus solvantur; diminuta enim temperie, diminuitur salis solvendi quantitas; atque igitur, calorigi quantitas latentis facti, et frigus exinde quod oritur, variis partibus scalae thermometri ergo, variae mixturae adhibendae sunt: altioribus temperiebus egregie salia nobis inservient, minoribus nix vel glacies.

Multa a variis physicis, de frigore nivis vel glaciei solutione in diversis acidis instituta sunt experimenta; jam FAHRENHEIT methodo hac usus est, ut frigus vehementissimum produceret, solutione nivis in acid. nitr.; et anno 1759 BRAUN et AEPINUS experimenta repetiverunt, eos adjuvit asperum hiemis frigus, ita ut mercurium congelaverint; et quidem primi. Jam vero anno 1736 DE L'ISLE Jakutsko in Siberia, mercurium congelatum vidit frigore naturali, et ab hoc inde tempore, multa experimenta instituebantur, ut aequalis frigoris gradus arte produceretur. Variis temporibus multi eadem repetiverunt, nullus fortasse, tantis adhibitis curis quantas WALKER, experimentorum de frigore artificiali seriem instituens, revera maximi momenti; quare, cum prae ceteris excellant, unum ex omnibus ex-

ponere cupimus et tabulam addere ceterorum experimenterum eventus exhibentem.

E formula pag. 17 vidimus temperiem T mixturae post solutionem, dependere a t , temperie ante solutionem, et a t' , calorico latente; quo major t' et quo minor t , eo minor T , quare ut frigus increscere jubeamus, bonum est ipsa corpora, antequam misceantur, refrigerare. Terminus refrigerationis dependet ab affinitate acidi pro glacie, inferiore temperie diminuta, et ab ejus puncto congelationis. Ut jam diximus magis magisque, acidi quantitas increscit, et frigus oritur priore minus, quare jam celeriter inutilis fit refrigeratio; caeterum est difficilis et molesta, quin etiam tunc, quum apparatus adhibeantur hunc in finem constructi. Triplice refrigeratione WALKER pervenit ad vehementissimum frigus producendum. — Videamus nunc de experimento. Fig. IV exhibit vas, quo usus est, ita constructum ut fundus non adsit, tubus vero internus (A) fundo praeditus est in (B); quum autem experimentum instituere cupiamus, vas ponitur inverse et spatium D. D. repletur mixtura, ex Ac. nitr. dil., phosphate sod. et nitrate amm. consistente, (de qua mixtura amplius infra dicemus, ad locum de frigore producto salium solutione in acidis).

Antequam vero injiciatur mixtura, tubi pars B repletur Acid. nitr. fumanti, pars superior A aqua, in proportione 2 ad 3. Acidum, ab aqua separatum est, ope chartae C cera obductae, dum praeterea instillamus ceram ne foramina adsint; caeterum, cum partem inferiorem acido repleamus, prudenter agendum est, ne tubi superior pars inquinetur; quum aqua, acidi quantitatem continens, non tam celeriter congelet, quam pura. — Quum ergo res ita sese habet, ut acidi 2 et aquae 3 partes in tubo

adsint, et tubum subere clausurimus, mixtura refrigerans supra memorata, in alia vasis parte DD. injicitur, quo facto vesica clauditur et ponitur in vase quodam, quod mixturam recipere potest, quum ejus praesentia non amplius necessaria sit. Mixtura haec quum bene applicetur, materies in tubo ad 0° F. refrigerantur, ita ut aqua in glaciem convertatur duram, quod quam maxime necessarium est, quia in pulverem redigenda est; quae operatio fieri potest, ope terebrae fig. VI propositae, (A) est operculum, quod loco suberis ponimus et quo semper ita terebrare cogimur, ut punctum (B) sit in tubi axe, ne parietibus noceamus. Terebra longitudinem habet eandem, quam tubus scil. a parte superiore ad chartam, ne perforetur ante tempus. Quum modo hoc nivem adepti simus artificialem, vesica amovetur, et vas ponitur in vitro, adipe quodammodo oblecto, ut aër frigidus, qui inest, insuletur; quo facto tubi vitrei chartam C destruimus et miscemus acidum cum glacie. Cum ambae materies ad 0° F. sint refrigeratae et atmosphaera circumcingantur priori mixtura, eadem ratione quam maxime refrigerata, vehementissimum producit frigus, ita ut mercurius congelatus sit 1). Hiberno tempore, quum nix vel glacies, suffi-

1) Cum primum loquamur de mercurii congelatione, pauca dicenda sunt de phaenomeno hoc. Mercurii proprietas, qua cum solidum fiat, quam maxime volumine diminuit, prius fuit causa erroris, puncti ejus congelationis, longe infra verum ponendi. Jam dudum vero nonnulli v. c. BRAUN observaverunt, thermometer mercuriale, cum ad — 40° F. descendisset, subinde descendere per longam scalae partem, ita ut, cum non satis longa esset, tota mercurii quantitas sese retraheret in bulbo, quod phaenomenon jam opinionem nasci jubebat, punctum ejus congelationis revera esse ad — 40° F.; donec tandem experimentatores intellexerunt, potius thermometer alcohole repletum adhibendum esse, quod massae mercurii congelantis immittitur, sic BLACK in litteris ad Mr. ANDREW GRAHAM, suavit ut tubum vitreum adhibeat, mercurio repletum, thermometer continentem (Fig. X) et apparatus ponat in mixtura refrigerante satis forti. Credit modo hoc semper con-

ciente quantitate adsit, mixturam, acidum sicuti glaciem vel nivem refrigerantem, e variis salibus cum nive componere possumus, quae cum minus pretiosae sunt mixturae, occasionem praebent ut in majore quantitate secundam mixturam adhibeamus. Quum enim, ut corpora refrigeranda, quam maxime gradum mixturae refrigerantis appropinquent, proportio quaedam inter ea existat necesse est (ita ut cum mixturae refrigerantis massam 12 accipiamus, refrigerandorum corporum massa 1 non superet), primam massam non augere possumus, nisi eodem tempore eadem proportione, alteram quoque augeamus. Quum autem phosphas sodae, satis pretiosum est sal, potius minores quantitates in tubo adhibentur; quum vero quantitas nivis sufficiens adsit, et sal commune, ammoniacum et nitras potassae longe minoris praetii sint (dum frigus vehementius praeterea producant mixtione), egregie in mixtura refrigerante adhibenda sunt ea corpora. WALKER quoque modo hoc experimentum instituit, usus est duobus vasibus (fig. I) ut aquam congelaret in uno, et (fig. II) ut acid. nitr. fumans refrigerationi submitteret in altero. Ambo- bus vasibus positis inverse, stratum super stratum glaciem saliaque inspersit (6 partes glaciei, $2\frac{1}{2}$ salis comm., $2\frac{1}{2}$ pulveris ex aequalibus partibus salis amm. et nitr. potas. consistentis, qua de mixtura videatur § 5.) Vesica clausit et in pede positus, jam satis celeriter aqua congelata erat et terebra in pulverem tenuissimum redacta glacies. Inter-

stantem futurum esse gradum indicatum, id quod experimentis a HUTCHINEO institutis in sinu Hudsonio confirmatum est, qui cum 26 Jan. 1782 observasset mercurium, qui in vase vitreo continebatur, pro maxima parte congelatum esse, ita ut media pars tantum fluida remansisset, posuit in medio vase varia thermometra tum mercurio tum alcohole repleta, et observavit punctum mercurii congelationis revera esse -40° F. quod hodierno tempore satis generaliter adoptarunt.

dum temperies acidi in altero vase diminuebatur ad -13° F.; quo facto, remota mixtura e majori spatio et injecto glaciei pulvere, ortum est frigus -50° F. Totum experimentum hoc postulavit 55', et primae mixturae refrigerantis temperies antea erat -18° F., refrigeratione ad -10° F. reducebatur.

Utitur quoque vase formae fig. V, ita constructo, ut fundus adsit, ubi vero tubus allongatus est, ut manipulemus et parte (BB) includatur alteri vasi (A). Primo vero non praeferendum videtur, propter majorem difficultatem, ut mixturam refrigerantem e vase (A) amoveamus, quum corpora in tubo satis refrigerata sint; quae operatio facillima est, cum primis utamur vesica clausis, quam statim dirumpere possumus. — Hujus vasis formam praeterea modificavit WALKER, vase vitreo (A fig. II) sublato et alio (fig. III) ita constructo, ut alteri impositum accurate apertura *a a* includatur; operatio porro est eadem fere, eo discrimine, quod, cum acidum in vase interno satis refrigeratum sit, aufertur pars superior (fig. III) et relicta est altera pars (fig. II) cum mixtura.

Aquam in tubo congelare et terebra in pulverem reducere tenuissimum, tempus operamque requirit quidem, attamen bonum praebet effectum, et nivis quantitatem mixtura refrigerare difficile est, propter magnum volumen, quod diminuere quum conemur nimis compacta fit massa et mixtio non procederet. Caeterum WALKER observavit nivem artificialem, cum naturalis eadem quantitas soluta frigus produxisset -32° F., majorem effectum praebere, scilicet temperies ad -34° F. descendit; dum nix, quam priusquam terebra usus sit, fabricavit aquae vaporibus frigore condensandis, frigus produxit in iisdem circumstantiis -35° F. Patet autem, cum difficultatem effugere cupiamus nivis refrigerandae, eosdem effectus producturos

esse, acido in eadem proportione magis refrigerato, quam antea. Sic WALKER invenit mixturas aequales eventus habuisse sequentes: nix ad + 32° F. acidum nitr. fumans ad — 29° F.; nix ad + 25° F. acidum ad — 20° F.; nix ad + 20° F. acidum ad — 12° F.; in proportione supra indicata. Omnes mercurium congelare jubent.— Quum nivis acidique temperies sit + 7° F. refrigeratione non opus est, nec quum utamur glacie, ope terebrae in pulverem redacta, ad temperiem + 10° F. Frigus autem ea mixtura productum, ad temperiem 0° F. quum fiat mixtio, est — 45° F. Acid. nitr. fumans prae ceteris praefendum est, cum ei dilutione non opus sit ut maximum producat frigus, cum vero non semper nobiscum habeamus, aliorum usus notitia requiritur. Jam diximus omnia, quae cum aqua caloricum liberum reddunt acida, tam diu diluenda esse donec non amplius temperiem augeant, aqua addita. Acid. sulph. cujus grav. spec. est 1,848 cum dimidio pondere aquae diluendum est, nitricum album concentratum cum $\frac{1}{5}$ ponderis sui, hydrochloricum non diluitur. — Miscentur quoque acida sulph. cum nitr., vel sulph. quoque cum alcohol. (alcohol ipse quodammodo dilutus inservire potest, est vero nimis pretiosus). Acidi sulph. diluti 2 partes cum 3 nivis mixtae, ad temperiem + 30° F. producent — 24° F.; amborum acidorum sulph. et nitr. dilutorum, partes aequales cum glacie ad — 10° F. mixtae, temperiem producent — 56° F.; Alcohol. cum acid. sulph. misceatur in proportione 8 partium acidi, 4 aquae, 1 alcoholis; 10 partes hujus liquoris, cum 8 nivis partibus mixtae, ad — 68° F. producent — 91° F.; Frigus hoc vehementissimum et maximum fortasse, quod mixturarum ope producendum est, obtinuit WALKER duabus adhibitis mixturis, prioribus e muriate calcis et nive consistentibus (de qua in quarta §

dicendum), tertia ex acido cum nive. Priori mixtura, quantitates muriatis et nivis, quae secundae inservirent mixturae, ad -40° F. refrigerabantur, sicuti acidum et nix tertiae mixturae. Secunda mixtione, muriatis calcis cum nive ad -40° F., frigus ortum est -73° F., quo acidi et nivis temperies ad -68° F. reducebatur, quae corpora quum miscerentur, ad minorem hanc temperiem prodixerunt -91° F., frigoris gradum, quem, mixturis producendum esse, multi fortasse non credidere; sed methodum exponamus, qua in hoc experimento usus est WALKER, et quae multum profecto attulit, ad talem eventum producendum.

Vasa quibus usus est, sunt eadem fere, quae in experimento de nivis solutione in acid. nitr. fumanti: exhibentur in fig. XXI. Constat vas quatuor partibus; scilicet duobus vasibus, uno majore (AAAA) altero minore (BB), primo quod includitur, et duobus operculis (CC) et (DD). Tubus (*a*) primi vasis fundum non habet, tubus (*b*) altero pariete circumcingitur, ita ut spatium *cc* includat aërem atmosphaericum, cujus praesentia, cum in vase (BB) mixtura refrigerans adsit, et in tubo corpora refrigeranda, huic operationi nocere non videtur, ut ipse WALKER observavit; commoditatem vero praebet, quod non amplius ut in vasibus praecedentibus, nobis opus est amovere mixturam refrigerantem, cum corpora in tubo misceantur. Cum experimentum instituere cupiamus, amovetur vas (AAAA) (BB) ponitur inverse, repletur mixtura refrigerante, v. c. muriate cum nive, quo facto operculum (DD) imponitur, ope tenuissimae vesicae supra vas extensae. Eadem ratione mixtura implemus vas AA usque ad indicem (*d*) ne mixtura in tubo infundatur. Deinde tubus (*b*) acido repletur, sicuti alter tubus (*a*) aqua destillata. Fundus in (*a*) po-

nendus est ope chartae cera obductae. Cum res ita sese habeant, vasa, unum supra alterum ponuntur, et quum aqua in tubo (*a*) in glaciem durissimam translata sit, ope terebrae in pulverem redigenda est tenuissimum, quod cum locum habuerit, et quum ejus temperies minima sit, quam exspectamus, ope tubi vitrei charta destruitur, et nix artificialis in tubo (*b*) infunditur; quo facto vas (AAAA) iterum amovetur, ut porro accurata fiat mixtio nivis, cum acido.

Videamus nunc, quomodo in experimento supra memorato, WALKER apparatu descripto usus est. Primo loco in majori vase v. c. (fig. XI) mixturam fecit muriatis calcis cum nive, et eorundem corporum, alteri mixturae aptas quantitates separatim refrigerat ad -40° F. Miscuit muriatem calcis cum nive in singulis cubiculis vasis (fig. XXI) propositi, acido infuso in tubo (*b*), nive autem posita in tubo (*a*). Mixturae refrigerantis temperies fuit -73° F., qua, acidum et nix ad -40° F. jam antea quoque refrigerata, ad -68° F. temperiem reducebant, quo facto, nix cum acido miscebatur, ope thermometri spiritualis, temperiem indicantis -91° F.

Vidimus ergo effectum duorum acidorum, quae cum nive mixta frigus producant vehemens, (inprimis nitr. fumans, quod ad $+7^{\circ}$ F. cum nive mixtum frigus producit -45° F.) Caetera acida, eadem ratione adhibenda sunt et varios habebunt eventus, secundum eorum affinitatem pro aqua, quantitates, temperies, qua miscentur. Maximi momenti esset definire et terminum singulis acidis, ubi non amplius pergunt actionem dissolventem in nivem exercere, mixtura solida facta massa, ut cognosceremus quo ordine pergendum esset: iis acidis concentratis vel dilutis, quae longissime infra 0° F., fluida remanent, postremo loco adhibitis, refrigerandis salibus, quae ad superiorem gradum in solida

convertuntur. Hinc fortasse patet utilitas alcoholis parvae quantitatis cum acido sulphurico miscendae, cujus corporis, frigori — 91° F. resistentis, praesentia mixturam diutius quam antea fluidam remanere jubet.

T A B U L A

VARIOS EXHIBENS EVENTUS SOLUTIONE NIVIS IN NONNULLIS ACIDIS.

Corpora miscenda.	Prop.	inde a	usque ad	diminutio totalis.	
Glacies in pulv. reducta Acid. nitr. fumans.	3 2	+ 10° F.	— 45° F.	55°	1
Nix. Acid. nitr. fumans.	3 2	+ 7° F.	— 45° F.	52°	2
Idem.	3 2	+ 32° F. — 20° F.	— 45° F.		3
Idem.	3 2	+ 25° F. — 20° F.	— 45° F.		4
Idem.	3 2	+ 20° F. — 12° F.	— 45° F.		5
Nix. Acid. nitr. dilutum.	7 4	+ 32° F.	— 30° F.	62°	6
Idem.	3 2	0° F.	— 46° F.	46°	7
Nix. Acid. sulph. dil. » nitr. »	8 3 3	— 10° F.	— 56° F.	46°	8
Nix. Acid. sulph. dil.	3 2	+ 32° F.	— 23° F.	55°	9
Idem.	3 1	+ 16½° F.	— 26½° F.	42½°	10
Idem.	3 2	0° F.	— 40° F.	40°	11
Idem.	1 1	— 20° F.	— 60° F.	40°	12
Idem.	8 10	— 68° F.	— 91° F.	23°	13
Nix. Acid. muriat.	8 5	+ 32° F.	— 27° F.	59°	14

§ 2.

DE FRIGORE PRODUCTO SALIBUS E STATU SOLIDO IN LIQUIDUM
TRANSLATIS, DUM UTIMUR SOLVENTE AQUA.

Ut jam monuimus, glacies non tantum sed omne corpus quod e statu solido in liquidum transit, frigus producit calorico latente facto. Corpora, quæ hisce experimentis præter glaciem inserviunt, sunt omnia quæ magna quantitate aqua vel quoque acidis solvuntur, sunt igitur salia. Non omnia in iisdem proportionibus dissolvuntur, et inter varia salia maximum interest discrimen; alia v. c. dissolvuntur in aquæ quantitate, quæ sit triplex, vel duplex, vel aequalis, vel minor quoque, quam eorum pondus; alia vero centies et millies et plusquam millies postulant aquæ pondus. Caeterum satis generaliter observamus, facultatem dissolvendi crescere vel diminuere, aucta vel diminuta temperie. Excipiamus pauca v. c. chloruretum sodii, quod ad omnes temperies in eadem aquæ quantitate solvitur; sulphatem sodæ, cujus solubilitas crescit et maxima est ad temperiem + 95° F., ut diminuatur, quum magis adhuc temperies augetur; et alias nonnullas, quæ ad minorem temperiem jam, tam facile dissolvuntur ut aucta temperie non amplius augeatur facultas. Quum affinitas salis, ut aqua solvatur, nobis sit instrumentum, quo liquescere jubeamus, ut liquefactione frigus producat, luculenter patet, eo majorem esse frigoris gradum, quo major est salis pro aqua affinitas, i. e. quo minor aquæ quantitas, quæ salis dissolvere potest definitam quantitatem, ut jam e formula pag. 17 vidimus. Ergo dissolubilitatis notitia jamjam nos docet, ea præ ceteris distinguenda esse salia, quæ maxime aqua dissolvuntur.

Quum salia cognoscamus, quae adhibenda sunt ad frigus artificiale producendum, videbimus quae diximus experientia confirmata. Affinitas autem salium, ut cum aqua combinationes *chemicas* producant tanta est, ut fere nunquam insulata in natura existant, sed plerumque e solutione, qua prius continebantur aquae quantitatem retineant, quae, ut confirmemus esse actionem chemicam, semper in definitis proportionibus in salibus adest, et novis eos proprietatibus gaudere jubet, quibus antea non gaudebant, scil. facultate ut crystallinam accipiant formam et luci viam aperiant, quum antea essent opaca. Illa quantitas aquae, vulgo dicitur aqua crystallisationis (*krystalwater.*) Non omnia salia eandem retinent quantitatem. Sunt quae plus quam dimidiam partem ipsius ponderis capiunt; sunt, quae minimam tantum accipiunt; sunt quoque, quae ad temperiem definitam cum aqua tali modo jungantur; v. c. sulphas sodae, et chloruretum sodii, quorum primum ad $+ 50^{\circ}$ F. aquae magnam quantitatem suscipit, dum nihil ad $+ 86^{\circ}$ F. retinet, alterum ad solitam atmosphaerae temperiem aquam non admittit; verum magnam quantitatem ad $+ 14^{\circ}$ F. Quum autem aquae crystallisationis praesentia indicat affinitatem aquam inter et sal, jure concludimus: ea salia, quae magnam aquae quantitatem continent, potius quam cetera aqua solvenda, atque igitur prae ceteris praeferenda esse in frigore producendo; exceptis excipiendis, nam ex iis, quae de sulphate sodae et de chlorureto sodii diximus, patet non semper circumstantias convenire, ut salis affinitas pro aqua hoc modo appareat.

Quamquam igitur ea salia, quae magnam habent quantitatem aquae crystallisationis, inprimis apta videntur ad dicta experimenta, tamen non sequitur, inter salia, quorum haec quantitas aquae sit perpauca, non adesse quaedam,

quae hac aptitudine ut dissolvantur gaudeant, et liquefactione frigus producant; sequitur aliud quid, scilicet, cum salibus utamur, quae magnam aquae quantitatem crystallisationis accipere possunt, *tota* quantitas adsit necesse est. Quum enim adhibeamus ea ita siccata, ut aquam crystallisationis amiserint, calor nascetur quum in aquam injiciamus, quia salia cum aqua combinationes chemicas ineunt, et caloricum quantitas modo hoc liberum factum longe superat eam, quae libera fieret, eadem quantitate aquae in solidum conversa. Nam eadem ratione, qua caloricum liberum factum combustionem, non est tribuendum condensationi gazorum, verum actioni cujus natura nobis est incognita, eadem, dicimus, ratione phaenomenon locum habet, caloricum liberum fieri, cum aquam in acidum sulphuricum instillemus, vel cum muriatam calcis anhydram in aquam injiciamus. Ut eandem geramus curam adhibentes salia, quorum parva est aquae quantitas, bonum erit quum maximum cupiamus praestare effectum. Existunt multa salia, quae 62 partes cent habent aquae crystallisationis, et quae diximus, ea imprimis spectant; quum autem utamur sale aqua privato, sed cujus quantitas minor esset et parva tantum, frigus fusionem hujus salis productum, minus quidem erit, quam antea, sed proportio inter caloricum quantitatem latentem factam, ipsius salis fusionem, et quantitatem liberam factam, aqua cum sale conjuncta, saepe talis esse potest ut frigus producat. Nitras ammoniae exemplum nobis offert, sicuti nitras pot., hydrochl. amm., aliaque, quae omnia parvam tantum aquae quantitatem crystallisationis retinent; quum sulphas sod., carbon. sod., phosphas sod., hydrochlor. calc. etc. exempla nobis offerant salium, quae, cum aquam crystallisationis possideant, frigus producant ingens, calorem vero quum amiserint. Hacc con-

linent 0,60 partes aquae crystallisationis, dum illa exiguam tantum quantitatem retinent; quae cum adsit, frigus gradus erit maximus; quum amiserint, frigus quoque producet, sed minus erit; diminutio nitrati amm. exigua est, quia minimam continet aquae quantitatem.

Sic v. c. Walker solvit quantitatem nitratis amm. in aqua pluviali, quo facto temperies descendit inde a + 56° F. ad + 8° F.; iterum solvit aequalem quantitatem, sed siccatam et aqua crystallisationis privatam, quo facto temperies descendit, inde a + 56° F. usque ad + 7° F., quare conclusit, *huic* sali non opus esse aqua crystallisationis. Discrimen tam exiguum est, ut error experimenti sit major; nam bene intelligimus, majus non posse producere frigus, aqua crystallisationis *privatum* sal.

Saepius autem experimentum repetivi, sed semper observavi frigus paucis gradibus minus esse cum abesset aqua crystall., majus cum adesset. Ex hoc ergo phaenomeno, quod de pluribus observare possumus salibus, quorum exigua est aquae crystal. quantitas, conclusionem generalem non licet ducere: aquam crystallationis nullum effectum praestare; nec etiam fecit Walker, ut ex omnibus, quae hac de re instituit experimentis, patet.

Videmus luce clarius, frigus salium fusione productum, tribuendum esse solido in liquidum translato. Restat vero difficultas: quum sal aquae crystall. privatum in aquam injiciamus, dicunt aquam crystall., primo loco absorberi antequam sal liquescit, quum vero immediate, postquam absorpta sit, eadem quantitas aquae liquescat, effectus nullus esse deberet, et semper, quin etiam cum maxima adsit aquae crystall. quantitas, frigus nasceretur, licet multo minus quam antea. Unde hoc? Nam revera

videmus caloricum *liberum* fieri cum vel sulphatem sod. vel hydrochloratem calc., vel alia quoque salia hujus generis, aqua crystall. privemus et in aquam injiciamus. Male ergo res proposita est et perverse dicunt, sal primo loco aquam crystall. absorbere et *solidam* facere, quare caloricum liberum fieret; caloricum hoc modo liberum factum, latens fieret solutione immediate postea locum habente, et modo hoc ipsius salis liquefactione semper frigus superesset; sed, ut jam diximus, caloricum liberum fit *combinatione chemica*, quam sal cum aquae quantitate definita init.

Quod ad definiendas proportionones attinet, salia solvenda inter et aquam, hac pro variis salibus tentando sunt determinandae. Simplex et bona est methodus, cum sumamus v. c. 100 partes aquae, primum cum 25 partibus salis, deinde cum 50, tunc cum 75, porro cum 100 etc., et observemus frigoris gradum variis solutionibus productum, facile tunc eam salis quantitatem, quae optimum praestabit effectum, cognoscemus; temperies decrescet tamdiu, donec ad minimum pervenerit frigoris gradum, quo facto praeterea salis quantitate addita, gradatim increscet. Exemplum afferemus, quum:

100 p. aquae misc.	cum 25 nitr amm.	temp. desc. a 35° F.	ad + 14° F.
»	» 50	»	» + 10° »
»	» 75	»	» + 5° »
»	» 100	»	» + 0° »
»	» 150	»	» + 0° »
»	» 175	»	» + 1/2° »
»	» 200	»	» + 0° »

Videmus itaque proportionis terminum esse intra 100 et 200, i. e. cum 100 partibus aquae usi simus, fere eundem adepti sumus effectum, quam cum 200 partibus,

Cum vero salis quantitas exigua tantum esset, fortasse non de majoribus eadem erit proportio: medium teneamus accipientes esse 1 ad $1\frac{1}{2}$. Lowitz de muriate calcis similem composuit tabulam, ubi in aequali aquae quantitate 6 partium, varias quantitates mur. calcis dissolvit, ita ut solutione:

1p.mur.calc.in6part.aq.temp.desc.a36 ^o $\frac{1}{2}$ F.desc.ad+32 ^o .00F.						
2	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +29 ^o .75»
3	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +27 ^o .50»
4	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» - 23 ^o .00»
5	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +20 ^o .75»
6	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +17 ^o .37»
7	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +15 ^o .12»
8	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +12 ^o .62»
9	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» +10 ^o .62»
10	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 8 ^o .37»
11	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 6 ^o .12»
12	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 5 ^o .00»
13	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 2 ^o .75»
14	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 0 ^o .50»
15	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 1 ^o .75»
16	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 1 ^o .75»
17	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 1 ^o .75»
18	»	6	»	»	36 ^o $\frac{1}{2}$	» + 1 ^o .75»

Hac itaque ratione tabulas componere possumus, varios frigoris gradus, diversorum salium solutione productos, accurate exhibentes. Cum vero aucta temperie, majores solvat aqua salis quantitates, pro variis temperiebus istae determinandae sunt sic Mitcherlich chartam composuit nonnullorum salium, ad varias temperies solubilitatem exhibentem, ope coördinatorum (videatur fig. VIII.) Numeri columnae verticali proponunt quantitates variorum salium

in 100 aquae partibus, ad temperies, linea horizontali indicatas; lineae curvae quae hinc oriuntur, legem solubilitatis proponunt, quam tamen difficile est intellectu, propter irregularitates. Sic v. c. sulphatis sodae solvitur major quantitas, cum temperies augeatur tantum usque ad 35°, quam limitem si temperies excedat, quantitas soluta rursus diminuitur, etc.

Praeter nitratem amm., commemorentur adhuc efficacia, nitras calcis, murias calcis, murias amm.; nitras potassae jam minorem producit effectum, quamquam temperiei diminutionem producere potest 20 graduum: sal commune nullum fere praebet effectum. Exstat tamen differentia temperiei, iis salibus solutis, quae parvam tantum diminutionem efficiunt, ita ut Gay Lussac muriatem sodae distingueret a muriate potassae.

Restat commemoratio facti peculiaris, quod spectat salium solubilitatem, et quod methodum nobis offert eorum usus in frigore producendo quam maxime amplificandi. Est phaenomenon singulare, quod, cum aquae quantitas sale quodam plane saturata sit, eadem solutio novam quantitatem alius salis recipere potest, et sic porro. Quin etiam exempla adsunt, quod, cum solutio sale quovis saturata sit, et quantitatem secundi salis quoque ad saturationem solverit, novam quantitatem prioris salis accipere potest. Sic solutio nitrate potassae saturata, quantitatem adhuc satis magnam sulphatis sodae solvere potest, aliorumque salium deinceps. Aequalis autem solutio, nitrate pot. prorsus saturata, quantitate chlorureti sodii accepta, novam nitratis quoque dissolvere potest. Quum hoc postremum phaenomenon revera fundatum sit in mutua decompositione et formatione novorum salium, ita ut quantitas nitratis diminuatur, quare nova admittitur, bene intelligimus

hanc Walkeri observationem: ea salia, quae sese mutuo decomponunt, in primis bona esse ad frigus producendum.

Quum ergo quantitas corporis solventis eadem remaneat quae antea, corporibus solutis auctis ponderibus, ex omnibus, quae jam diximus, patet, frigus productum quoque vehementius futurum esse. Sunt quoque mixturae hujus generis, quibus interdum utimur, ut corpora postea miscenda, refrigeremus; dum simpliciores ex uno sale compositae, utilitatem quidem habent, quod ansam nobis praebent ut phaenomenorum causam investigemus et sequelas determinemus; verum non tam efficaces sunt, ut usus sit frequens, nisi excipiamus, quod in pharmacopaea fortasse utilitatem praebent. Sic Mulder commemorat mur. amm. egregie ad hunc finem inservire, cum, in pulverem redactus tenuissimum, et in lino stratus, aqua inspargatur et modo hoc ponatur in corporis parte refrigeranda. Frigus, solutione muriatis ammoniae in aqua, productum, aquae congelantis gradum superat, ita ut prudenter applicanda sit mixtura.

Hisce omnibus commemoratis, e variis, quae exstant tabulis, eas mixturas quae hancce paragraphum spectant, in tabula exhibuimus. (vid. pag. 38).

§ 3.

DE FRIGORE PRODUCTO SALIBUS E STATU SOLIDO IN LIQUIDUM
TRANSLATIS, SOLVENTIBUS ACIDIS.

Vidimus in § praecedente, solutione nonnullorum salium in aqua, frigus quidem nasci interdum satis vehemens, effectus vero minime comparandos esse cum iis, quos vidimus locum habere solutione glaciei in acidis; quum ergo

T A B U L A

VARIAS EXHIBENS MIXTURAS AD FRIGUS ARTIFICIALE PRODUCENDUM
SOLUTIONE SALIUM IN AQUA.

(Vid. pag. 37.)

Nitras Amm.	1 — 4	inde a + 50°F. usque ad + 4°F.	Diminutio totalis 46°
Aqua.	1 — 4		
Nitras Amm.	1 } 8	» + 50° » + 7°	57°
Carbonas Sod.	1 } 8		
Aqua.	1 — 4		
Nitras Amm.	1 } 4	» + 50° » + 6°	53°
Nitras Sod.	1 } 4		
Aqua.	2 — 4		
Murias Amm.	5 } 2 1/4	» + 50° » + 10°	40°
Nitras Pot.	5 } 2 1/4		
Aqua.	16 — 4		
Murias Amm.	5 } 4 1/2	» + 50° » + 4°	46°
Nitras Pot.	5 } 4 1/2		
Sulph. Sod.	8 } 4 1/2		
Aqua.	16 — 4		

experimenta haec non ita modificare possumus, ut effectus augeantur, non tanti momenti essent, quam revera sunt modificatione quadam instituta; glaciei fabricatio aestivo tempore multo difficilior esset et magis pretiosa, nisi experimenta de frigore artificiali producendo, tantum hiberno tempore cum glacies vel nix adsit instituere cuperemus. Jam vero ex Walkeri experimentis, in § 1 commemoratis de solutione glaciei in acidis, cognovimus utilitatem salium minime spernendam esse, quum eorum usu non tantum glacies, verum multo vehementior frigoris gradus producat. Cognovimus eodem tempore totam modifica-

tionem in eo consistere, quod loco aquae utamur solventibus acidis.

Causa autem majoris efficacitatis mixturae, ubi sal in acido solvitur, in eo consistit, salium quantitates solutas majores esse. Quoniam vero acida, quibus solventibus utimur saepe actionem chemicam in salia exercent, qua caloricum liberum fit, non semper ea salia, quae maxima quantitate solvuntur, maximum frigoris gradum producent; et anomaliae variis mixturis propriae, majores erunt in hisce, quam in praecedentibus. In omni casu frigus productum, est differentia inter caloricam quantitatem, quae solutione latens fit, et eam, quae actione chemica libera evadit. Salia, quae solutione in aqua, parvam tantum temperiei diminutionem causant, ingentem saepe producent frigoris gradum, quum in uno alterove acido dissolvantur; exempla habemus in sulphate et phosphate sodae et in aliis multis, dum plurimorum facultas quodammodo augetur.

Modo hoc, methodos quoque adepti sumus, multo minus pretiosas et certiores, ut fabricemus glaciem quoties instituamus experimenta de frigore artificiali, ubi ut in § 1 vidimus, salis solutione in aqua, corpora miscenda, antea refrigerentur saepe necesse est. Quum enim, ut effectum quemdam praerberemus notabilem, nobis opus esset, uti nitrate amm., nunc sulphate sod. uti possumus, longe minus pretioso; dum acidum quantitatis, quum nitricum vel sulphuricum adhibeamus, parva est, nam diluuntur, et acidum hydrochloricum, quod eorum locum tenere potest, parvi est pretii.

Generalia quaedam sunt antemonenda, quae cum in iisdem principiis sunt fundata, e quibus multa jam deduximus in §§ praecedentibus, paucis verbis dicenda sunt 1) Ut ostendimus in § 2, nunc quoque necessarium

est, semper uti salibus integra quantitate aquae crystallisationis gaudentibus. Quum, vero in § 1 ostenderimus, existere acida, quae caloricum liberum reddunt, cum concentrata aquam recipiant: 2) necessitas et utilitas patet, talium acidorum diluendorum, ne diminuunt effectum solutionis vel calorem frigoris loco obtineamus, aqua crystallisationis absorpta. 3) Ut in omnibus jam commemoratis, et in posterum adhuc commemorandis casibus, sic nunc quoque quam maxime necessarium est, accurate rationem habere variorum salium, acidorumque quantitatem ac temperierum. 4) Principium quod in praecedenti § exposuimus, plura quam unum in aqua solvenda esse salia, quoque observandum est de eorum solutione in acidis. Restant peculiariora quaedam, de quibus opportuno tempore dicemus.

Juvat ergo tabulam exhibere, varias mixturas continentem, quas jam composuerunt chemici. Walkero et Lowitzio multa hac in re debemus, mixturas quum composuerint, quae revera nobis sunt utilitati, tum, corporibus secundae mixturae refrigerandis (ut in § I vidimus, ubi Walker usus est phosphate sodae cum nitrate amm. in acid. nitr. diluto solutis), tum glacie fabricanda, quavis anni tempestate, et quidem simplicissima ratione et magna quantitate ut mox videbimus, quin etiam, sed tunc imprimis refrigeratio adhibenda est, mercurio congelando. Quod ad temperies, quas ope harum mixturarum producere possumus, nonnulli diffidunt iis, sic THENARD et MULDER v. c. variis experimentis commemoratis, dubia in medium proferunt, de frigoris gradibus productis, quos inaccurate determinatas credunt. Nos quoque has composuimus mixturas et eventus, quos obtinuimus ab iis differunt, quos WALKER et LOWITZ obtinuerunt, sed variae discriminis causae

existunt, quibus nunquam aequales mixturae ad eandem temperiem compositae eosdem refrigerationis gradus indicabunt; 1) thermometrum, quo utimur, differe potest, quod ad punctum congelationis aquae et quod ad divisionem, 2) multum affert, salia non semper in pulverem redigi aequae tenuem, 3) major minorve acidi gravitas spec., quum diluta vel concentrata adhibeantur, quoque discriminis est causa, 4) ipsa mixturae major minorve massa majorem minoremve frigoris gradum producere potest et experientia hoc confirmatur. Est haec imprimis causa, ob quam eventus, quos nos obtinuimus, saepe minores sunt, quam in WALKERI experimentis: quantitates quos miscuimus minimae erant, ita ut tunc jam majus frigus eadem mixtura produceret, cum thermometro uteremur minore bulbo praedito, quare caloricis quantitas cum mixtura communicata minor erat. Cum autem mixturae fiant majoris ponderis, frigus vehementius erit productum, imprimis in medio vase. Constat enim celeritatem, quacum solutio fit, multum asserre ad frigoris gradum vehementiorem reddendum; quo major ergo quantitas salis, quae eodem tempore solvitur, eo minor erit effectus aëris atmosphaerici et corporum ambientium, caloricis quantitate cum mixtura communicanda. Quum caloricum communicatum non tam celeriter ad centrum penetrare possit, semper thermometrum vel corpus refrigerandum in media mixtura, ponendum est.

OBSERVATIONES AD TABULAM IN SEQUENTI PAGINA
QUAE EXHIBETUR.

In iisdem proportionibus, sed ad temperiem 54° F. WALKERI experimenta repetivimus, sicuti novas composuimus mixturas 5, 6, 8, 10. Omnia salia possederunt

T A B U L A ,

MIXTURAS REFRIGERANTES EXHIBENS, QUAS OPE SALIUM ET
ACIDORUM COMPOSERE POSSUMUS.

Corpora miscenda.	Prop.		Fahr.	Diminutio totalis.	
Sulphas sodae.	8	6 ² / ₅	inde a + 50° F. usque ad 0° F.	50 graduum.	1
Acid. hydrochlor.	5		» + 54° » + 6°	48 »	
Sulphas sodae.	3	6	» + 50° » — 3°	53 »	2
Acid. nitr. dilut.	2		» + 54° » + 14°	40 »	
Sulphas sodae.	3	6	» + 50° » 0°	50 »	3
Acid. nitr. concentr.	2		» + 35° » — 12°	47 »	
Sulphas sodae.	5	5	» + 50° » + 3°	47 »	4
Acid. nitr. dilut.	4		» + 54° » + 10°	44 »	
Sulphas sodae.	5	4	Temperiei incrementum.		5
Acid. sulph. concentr.	4				
Phosphas sodae.	3	12	» + 58° » — 1°	59 »	6
Acid. hydrochlor.	1				
Phosphas sodae.	9	9	» + 50° » — 12°	62 »	7
Acid. nitr. dilut.	4		» + 54° » — 10°	64 »	
Phosphas sodae.	9	9	» + 35° » — 22°	57 »	8
Acid. nitr. concentr.	4				
Phosphas sodae.	2	1	Temperiei incrementum.		9
Acid. sulph. concentr.	1				
Sulphas sodae.	6	11	» + 50° » — 14°	64 »	10
Nitras ammon.	5		» + 54° » — 6°	60 »	
Acid. nitr. dilut.	4				
Phosphas sodae.	9	15	» + 50° » — 21°	71 »	11
Nitras ammon.	6		» + 54° » — 14°	68 »	
Acid. nitr. dilut.	4				
Sulphas sodae.	4	6 ² / ₃	» + 32° » — 20°	52 »	12
Nitras ammon.	3 ¹ / ₂				
Ac. nitr. aqua dil. 2:1.	4 ¹ / ₂				
Sulphas sodae.	6	12	» + 50° » — 10°	60 »	13
Murias ammon.	4		» + 54° » — 4°	58 »	
Nitras potass.	2				
Acid. nitr. dilut.	4				

aquam crystallisationis. Erant reducta in pulverem tenuissimum et subinde mixta, temperies ante et post experimentum thermometro, cujus punctum congelationis antea verificatum erat, observabatur. Exstat revera interdum discrimen satis magnum inter nostrorum et WALKERI experimentorum eventus, sed, ut jam diximus, notae sunt discriminis causae, et WALKERUS meliores quam nos eventus habere potuit. Patet enim e variis ipsius hac de re scriptis, eum plerumque usum fuisse salibus in meliori statu, scilicet statim postquam crystallinam accepissent formam, ita ut totam aquae crystallisationis continerent quantitatem, nec minimum amisissent aëris contactu siccata.

Quum acida solventia aquae sunt praeferenda, ideo quod, cum majorem pro salibus habeant affinitatem, majorem quantitatem salis cujusdam solvere possunt, jure quaerimus an hoc ex experimentis hisce pateat, nec ne. Ut quaestionem solvamus, exposuimus in tertia columna, numeros salium massas proponentes, cum variorum acidorum, in omnibus mixturis, massam ponamus = 4, satis luculenter videmus (comparatione quoque instituta cum tabula praecedente) eas mixturas, ubi proportio maxima est, meliores esse, v. c. num. 11, ubi proportio est 4:15 et temperiei diminutio 68 ad 71 graduum; sic quoque numeri 6, 7, 8, 11, 13, exempla nobis offerunt hujus veritatis. Cum vero, ut jam diximus, calorico quodammodo libero facto, eventus modificari possunt, non semper massae liquefactae proportionalis erit diminutio.

Num. 5 et 9 videntur nobis ostendere, quod temperiei incrementum revera tribuendum sit calorico libero facto aqua crystallisationis, sulphatis et phosphatis sodae, cum acido sulph. conjuncta. Num. 2 et 4 nobis fortasse ostendunt, salia malle solvi alio acido, quam eo quodjam cum basi

conjunctum est. Num. 6, mixtura qualem apud nullum auctorem inveni, docet, quam vehemens Phosphas sod. producit frigus, si in acido hydrochl. solvatur. Dolendum est profecto tam pretiosum esse hoc sal, et cum phosphates tam facile decomponantur, ita ut biphosphates nascantur, illud e mixtura recuperari non posse.

Proportionem qua cum acido hydrochl. hoc sal miscendum est determinavi more solito. Eventus in tabula sequenti proponitur; cubiculi temperies erat + 58° F.

Acid. hydr. phosph. sod. temp.			Acid. hydr. phosph. sod. temp.		
100	100	+16°F.	100	100	+14°F.
»	150	+10° »	»	150	+ 6° »
»	200	+ 4° »	»	200	+ 4° »
»	225	+ 1° »	»	250	+ 1° »
»	250	0° »	»	300	+ 1° »
»	275	0° »			
»	300	+ 1° »			

Est igitur proportio, 1 ad 3 circiter.

Sic quoque BISSCHOFF serie experimentorum determinavit, aquae quantitatem, quacum acidum sulph. conjungendum est, antequam cum sulph. sodae misceatur (Num. 4). Optimam invenit esse proportionem 500 p. acid. sulph., 333 aquae, 1040 salis. Hoc est 5 p. salis ad 4 p. acid. dilut., ita ut acid. sulph. dil. in tabula praecedente, quo uti sunt, non satis accurate mixtum videatur, cum BISSCHOFF majorem diminutionem adeptus sit.

Acid. sulph. inde a 54°,50 F. diminutio totalis.

500	{	500 aqua.	usque ad	+ 16°. 25.	38°. 25.
		1250 sal.			
»	{	750 a.	»	+ 22°. 44.	32°. 06.
		1560 s.			

Acid. sulph.	inde a 54°,50 F.	diminutio totalis.
500 { 635 a.	ad + 20°. 19.	34°. 31.
1400 s.		
» { 208 a.	» + 14°. 00.	40°. 50.
885 s.		
» { 500 a.	» + 10°. 62.	43°. 88.
1250 s.		
» { 300 a.	» + 7°. 25.	47°. 25.
990 s.		
» { 250 a.	» + 7°. 25.	47°. 25.
937 s.		
» { 500 a.	» + 7°. 25.	47°. 25.
1000 s.		
» { 416 a.	» + 6°. 10.	48°. 40.
1150 s.		
» { 333 a.	» + 5°. 00.	49°. 50.
1040 s.		

Pulvis ex partibus 5 muriatis amm. et 4 p. nitr. pot. (in num. 12) nitr. amm. locum potest tenere, quum vero nitratis ammoniacae quantitas tantum est 3¹/₂, pulveris autem 9 et cum aequalem obtineamus eventum, patet major nitratis amm. prae ceteris efficacitas.

Vidimus ergo salia cum acidis mixta jam temperiei diminutionem producere satis magnam, ut bonum eventum promittant cum ad glaciem nobis procurandam adhibeantur, quinetiam aestivo tempore sulphas sod. cum acid. hydrochl. frigus producit 0° F. Quum non pretiosa sunt corpora et praeterea unum alterumque destillatione recuperare possimus ut iterum adhibeamus, egregie inservire possunt ad glaciem nobis procurandam variis anni horis, quantitate sufficiente omnibus operationibus. Sic quoque
LE COURT DE MANCHE jam dudum usus est hac mixtura et

methodum ejus describemus. Usus est vase ligneo (fig. VII) dum aqua continetur vase ferro-stanneo (blik), ut celerius refrigeraretur, et ita constructo, ut mixtura quoque in interna parte ascendere possit, quare major aquae superficies cum ea in contactum venit. Ut insuletur quodammodo tum mixtura tum aqua, operculum concavum eodem modo mixtura refrigerante repletum, superponendum est. Per 20' aquae temperies inde a $+ 50^{\circ}$ F., ad $+ 32^{\circ}$ F. descendit, quo facto, prima mixtura ablata, alteraque injecta aqua congelare incipit. Quum mixturae temperies paucis tantum gradibus ab ea, qua gaudet aqua, differat, iterum removetur et post 20' solidam habemus glaciei massam. Aestate anni 1824 fabricavit modo hoc 45 kilogramm. glaciei per tres dies. Cum vas glaciei massam continens in aquam immergamus ebullientem et mox retrahamus, facile solidam massam auferre possumus. Non semper nobis opus erit, uti tribus mixturis, dependet hoc a majore vel minore atmosphaerae temperie, et quum magna nobis opus sit quantitate glaciei, mixtura, quae inserviit prima, uti possumus ad aquae novam massam refrigerandam; ita ut nihil frigoris producti amittamus. Suadet quoque DE COURT DE MANCHE, sumendum esse baculum, quo plura parallelopipeda suspendenda sunt. Acid. sulph. dil. quoque inservire potest, multaeque aliae in tabula praecedente indicatae mixturae.

Videamus jam, hisce cognitis, an salia nobis mixturas exhibeant, quae sufficiunt ad mercurium congelandum, qua de re non dubitamus; quum enim in tabula nonnullae adsint, quae $- 14^{\circ}$ F. — 20° F. et. — 21° F., jam produxerunt, cum ad majores temperies miscerentur, refrigerationis methodus tantum adhibenda videtur ut insuper descendere jubeamus thermometer. Sed ut jam monuimus,

salium facultas ut dissolvantur si temperatura decreseat longe minor fit, ita ut difficillimum fiat experimentum.

Tamen mercurium ope salium in acidis solvendorum congelare possumus. WALKER experimentum instituit sequens. Usus est mixturis num. 4 et 11 et vase sub forma (fig. XII). Aderant vero quinque vasa. Quatuor composuit mixturas, 1^{am} et 2^{am} ex acid. sulph. dil. et sulph. sod., 3^{am} et 4^{am} ex sulph. sod., nitr. pot. et acid. nitr. dil. Temperies corporum in 1^a mixtura, quam adhibuit, erat + 45° F., mixtione ad 10° F. reducebatur. Vas mixturam hanc refrigerantem continens in majore vase posuit, quo continebatur sal secundae mixturae, dum in ipso vase posuit vas minoris capacitatis acid. sulph. dil. secundae mixturae continens. Ambo haec corpora scil. sulph. sod. in majore et acid. in minore vase prima mixtura refrigerata sunt ad + 20° F., ad quamnam temperiem cum miscerentur, frigus produxerunt + 3° F. In hac 2^a mixtura posuit salia et acid. nitrosum 3^{ae} mixturae, quae ad + 10° F. refrigerata sunt, ad quam temperiem quum miscerentur, frigus produxerunt — 15° F., dum corpora quartae mixturae in vase posito ad — 12° F. refrigerabantur, ad quam temperiem quum miscerentur, frigus ortum est infra — 40° F.

Videmus ergo hydrargyrum congelandum esse ope salium in acidis quae solvuntur, nulla glaciei particula adhibita, sed eodem tempore videmus multo difficilius congelationem locum habere, quam ope acidi nitrosi, ubi *duabus* tantum nobis opus erat mixturis, quinetiam *una* cum atmosphaerae temperies esset + 7° F., cum vero bonum sit cognoscere terminum et vim unius alteriusve mixturae, credidimus operae pretium esse eos commemorare. Quum autem, ut jam saepius ostendimus, et in § 5 egregie videbimus, multo faciliores et meliores exstent

methodi mercurii congelandi, quinetiam majore quantitate, utilitas salium in acidis solutorum, haec est inprimis, ut glaciem fabricemus aliaque corpora miscenda deinceps refrigeremus.

§ 4.

DE FRIGORE, QUOD EXCITATUR METALLIS QUIBUSDAM
IN STATUM LIQUIDUM TRANSLATIS OPE HYDRARGYRI.

Quamvis in praecedentibus §§ vidimus principium, quod in introductione exposuimus, atque, ut frigoris artificialis producendi methodos explicaremus, *universum* esse diximus, quamvis, inquam, vidimus hocce principium interdum modificari, eo quod phaenomena magis complicata fiant, tamen hae modificationes non sunt exceptiones, nam in omnibus his casibus, alia phaenomena eodem tempore locum habuere, scil. actiones chemicae, quibus frigus diminutum erat, quare nova nobis non opus erat explicatione. In omnibus his casibus consideravimus tum calorigi quantitatem, quae libera, tum eam, quae latens facta erat ut cognosceremus quid oriri deberet, ne frigus an calor; ceterum stat principium generale, pulcrum quod est; et hanc § consecrare cupimus ut novis experimentis indicemus nullam fusionem locum habere nisi secundum legem expositam. Quum autem hactenus sermo tantum esset de calorigi latente factó, transitu aquae vel salium e statu solido in liquidum, nunc quoque indicare cupimus, metalla, quum e statu solido, in quo versari solent, transeant in liquidum, calorigi quantitatem latentem facere satis magnam ut frigus producatúr ingens: et quamquam hae methodi sint nimis pretiosae et difficiles ut inter quotidianas numerentur, tamen nostrum est eas

commemorare. — Hydrargyrum, unicum inter metalla, quod in solita temperie, gaudet proprietatibus fluidi, insuper magnam pro plurimis habet affinitatem, ita ut combinationes formentur peculiare, amalgamata dicta. Propter has proprietates adhibendum est caeterorum metallorum solvens. Nonnulla eorum, bismuthum, stannum et plumbum, tam facile solvuntur ut, in pulverem redacta et in definitis proportionibus in mercurium injecta fusione vel potius solutione hoc metallo frigus producant, quod experimenta *Döbereineri* demonstrant. Miscuit hic 118 partes stanni limati, 207 partes plumbi et 214 partes bismuthi cum 161, 6 partibus mercurii quo facto temperies a $+ 60^{\circ}$ F. descendit ad $+ 14^{\circ}$ F. Dum autem usus est amalgamatis (412 partes plumbi et 404 partes mercurii continentis) 816 partibus et 638 amalgamatis (ex 284 bismuthi et 404 mercurii partibus confecti) temperiem diminuit inde a $+ 20^{\circ}$ F. ad $- 7^{\circ}$ F. et 808 mercurii partibus praeterea additis temperies iterum ad $- 8^{\circ}$ descendit.

Experimenta repetii, iisdem adhibitis metallis in iisdem proportionibus, sed solutio locum non habuit, quare frigus quoque non ortum est. Difficultas et causa qua experimentum non bene progrediebatur in eo mihi consistere videbatur; quod metalla mercurio leviora ejus superficiei innatarent, ita ut non satis celeriter solverentur.

§ 5.

DE METHODIS FRIGORIS PRODUCENDI, CALORICO LATENTE FACTO, AMBOBUS, QUIBUS IN MIXTURA UTIMUR, CORPORIBUS E STATU SOLIDO IN LIQUIDUM TRANSLATIS.

Constat ergo principium caloricum latentis facti, corporum

solidorum transitu in liquidâ egregie adhibendum esse, ad frigus producendum majus minusve, secundum quantitatem, quae latens fit; antequam autem hoc argumentum mitamus, quaedam dicenda sunt de iis phaenomenis, quae, quamquam semper unum idemque doceant, a caeteris quodammodo differunt et quidem hac peculiari proprietate, quod, quum huc usque semper nobis opus esset liquido quodam solvente, nunc omnia corpora mixturam refrigerantem constituenta liquida fiant. Nunc igitur habemus casum, ubi nullo calorico aliunde accepto, nulloque corpore addito, quod calorico cum corpore liquescendo communicare potest, duo vel plura corpora vi quadam, quae est mutua affinitas, liquescunt, ita ut jam secundum theoriam, maximum expectaremus effectum. Sunt quoque mixturae hujus generis efficacissimae, quod facile patebit comparatione instituta inter varias tabulas, quas jam exposuimus de solutione glaciei in acidis et de solutione salium in aqua ac in acidis, et eam, quam in hacce § proponemus. Existunt quidem nonnullae, quae quodammodo cum iis possunt aemulari, sed maximam diminutionem invenimus inter eas mixturas, in quibus ambo vel plura interdum, quae miscentur corpora, liquefiant. Est ea 82 ad 83 graduum, et profecto major adhuc esset, nisi affinitas inter talia corpora cum temperie ita diminueretur, ut ea miscere non amplius possimus; quod ex eo patet, quum saturatam talem salinam solutionem huic temperiei submittamus, quo facto aqua sale liberatur et sola in glaciem convertitur. Est haec prima causa, ob quam effectus quodammodo restringuntur; altera in eo consistit, quod tales mixturae non tam celeriter, quam ceterae, liquescunt. Tardae vero liquefactionis detrimentum compensatum videmus, quum temperiem diutius conservet mixtura, et quidem tamdiu, quam diu fusio locum habet. Sic

HASSENFRATZ narrat temperiem mixturae (3 p. nivis et 1 p. chloruretum sodii) per tres dies remansisse ad -6° F., dum atmosphaerae temperies variationes subiit a $+20^{\circ}$ ad $+12^{\circ}$ F. Videmus ergo quam maxime necessarium esse fusionem provocare, cum interdum corpora nimis siccata adhibeantur, quare saepe liquescere non incipiunt, nec frigus producut; in hisce casibus statim fusio incipit et frigus producutur cum aquae parvam quantitatem in mixturam injiciamus, vel quoque, et hoc est veterum paradoxum, cum mixturam igni imponamus, tamdiu quam necessarium erit ad fusionem provocandam. Nulla ergo inest difficultas in phaenomeni hujus explicatione, nam tum ignis tum aquae effectus est fusionem provocare, et fusione frigus oritur pro parte tantum diminutum, cum igne utamur. Ignem autem, eundem quem aqua, effectum praestare primo visu profecto mirabile quid erat, et facile intelligimus veteres non plane comprehendisse, nec explicare potuisse tale phaenomenon ipsis revera complicatum: inprimis intelligimus cognoscentes, existere *hodiernis temporibus*, qui credant fomentationem SCHMUKERI in apotheca praeparatam, ita ut *liquidam* accipiant, frigus producere, cum in morbi capite vel alia parte applicetur; sed omittamus ea.

Quum ergo, ut experimentum bene procedat, necessarium sit, ut liquida fiant corpora solida, quae miscentur; quum liquescant mutua affinitate; et quum affinitas vim majorem possit exercere, cum in pulverem sint redacta corpora, necessarium videtur tum glaciem tum salia in pulverem redigere tenuissimum, ut semper fecimus in omnibus, quibus jam usi sumus, mixturis. Exstat vero causa, quae impedit, quominus *hisce* mixturis componentes tantam in hac experimenti parte operam demus: chlorur. sodii aliaque salia cum

pulveres tenuissimi cum nive misceantur, saepissime coagulant, ita ut massam compactam adipiscamur loco fluidi, quod locum non habet, cum salia misceamus sub forma cinorum. Quum autem in experimentis hujus generis majoribus uti possumus quantitatibus, quia salia non tam pretiosa sunt, interdum difficultas oritur in iis miscendis, ita ut in omnibus mixturae partibus, eadem semper adsit apta proportio salis et nivis: caeterum mixtio totius quantitatis simul locum habeat necesse est, ut, fusione ab omni parte eodem tempore incipiente, maximus frigoris gradus sit productus. Primae conditioni satisfacimus, cum salis et nivis massam in partes aequales dividamus, ita ut cum v. c. utamur quinque ponderibus salis et decem nivis, salis sicuti nivis massam dividamus in quinque vel plures partes, quo facto stratum super stratum in vase deponuntur, tandemque miscentur spatula ferrea vel lignea potius vel e tali materie confecta, quae caloricum male conducit.

Ut solvendis salibus in aqua, necessarium est proportionem determinare salia inter et aquam, sic nunc quoque pauca hac de re dicenda sunt. Videamus quid nobis sit norma: in simplice solutione salium in aqua, facultas qua sal quoddam majore vel minore quantitate dissolveretur, erat mensura et terminus frigoris gradus producti; eadem autem facultas ut salia aqua dissolvantur, nunc iterum nobis instrumentum erit, ut proportionem indicemus tum glaciei, tum salium. Nam quid requiritur? Primo totam massam, postquam mixta sunt corpora fluidam facturam esse et minime adesse salis partem non solutam, secundo omnem quidem, quae dissolvi potest, revera dissolutam esse quantitatem, quin aliorum maximum non videbimus effectum. Cum glacies liquescat et aqua sal dissolvatur,

videmus eandem adhibendam esse salis quantitatem, qua uteremur, cum aequalem quantitatem aquae loco glaciei saturare cuperemus. Est autem facilius nive, cum hiberno tempore adsit, experimentis praecedentibus proportionem determinare, quod, minoribus quantitibus, eadem ratione, qua de salium solutione in aqua et in acidis locum habet, satis celeriter fieri potest. Eadem hac de re observanda sunt, quae in §§ praecedentibus de accurate proportionibus indicandis diximus, scilicet eorum terminos non tam distincte et accurate determinandos esse, quum aliud experimentum demonstret nimiam glaciei quantitatem non nocere, aliud nimiam quantitatem salis non tam obnoxiam esse. Sic REAUMUR ait adhibendam esse glaciem cum sale in proportione 2:1, licet accurata proportio est 3:2, et ex experimentis, quae LOWITZ instituit, ut proportionem mur. calc. et glaciei definiret, patet nimiam quantitatem salis non valde nocere. Instituit experimenta, ita ut semper eadem uteretur nivis quantitate, quae in variis mixturis cum variis salis ponderibus misceretur; tabula sequens rem exponit, ita ut numeri prioris columnae proponant salis uncias, quae in omnibus mixturis cum sex nivis unciis miscentur et temperiem producant indicatam.

Murias calcis.	Fahrenh.	
1	»	— 19°
2	»	— 25°
3	»	— 30° 1/2
4	»	— 34° 1/2
5	»	— 36° 1/2
6	»	— 37° 1/2
7	»	— 38° 1/2
8	»	— 39°
9	»	— 39°
10	»	— 39°
11	»	— 39°
12	»	— 39°

Egregia profecto est methodus, et eventus aequalis est ei, quem adepti sumus cum de mixtione salium cum aqua dicentes, similes exposuimus tabulas de nitr. amm. et porro de phosph. sod. Non semper vero tempus vel quoque quantitas sufficiens salis adest ut in experimentis praecedentibus 78 unciis utamur, tunc facile et ni fallor aeque

bene rem ita tractare possumus, quod salis parvam sumamus quantitatem cogniti ponderis et addamus, omnia bene miscentes, nivem, tamdiu ut mixtura nascatur, non quidem plane liquida, verum consistentiam habens pultis, quae dimidia hora praeterlapsa plane liquida erit; quum mixturae pondus determinemus, simplex subtractio nivis pondus indicabit; quum temperiem ipsius mixturae quoque notemus, comparationem instituere possumus experimento cum majoribus quantitibus repetito. Saepissime nivis massa nimia videtur, ita ut impediat quominus bene miscemus corpora; sed hoc plerumque fit, massis compactis nivis liquefactione praematura. Nix sit recens et minime compacta ut saepe fit cum in eo sit ut liquescat.

Generalibus his cognitis videamus, quae inprimis adhibenda sint salia, et quid mixturae hujus generis, quas jam theoria egregias esse docet, praestare possint. Inter varia, quae plerumque adhibentur salia tum propter minus pretium, tum propter egregium, quem praebent effectum, numerantur sal commune, nitræs potass., nitr. amm., murias amm. et murias calc., quorum primum inprimis inservit, ut postremum omnium efficacissimum refrigeret, secundum, tertium et quartum ansam nobis praebent, ut in proportionibus definitis cum primo mixta ejus effectum quam maxime augeant.

Jam dudum cognoverunt Physici sal commune in proportionem quadam cum nive mixtum, frigus producere et exeunte seculo decimo sexto SANCTORIUS commemorat sese aquam congelasse ope unius partis salis communis et trium nivis et experimentum repetivisse praesentibus multis auditoribus. Et jam dudum quoque ea usi sunt ad varias eas glacies fabricandas, quibus seculo nostro luxurioso opus est. REAUMUR plura hac de re scripsit, quae vero silentio

premius, sicuti multa quae narrat de methodo quadam ut nitratem potassae ad pulverem pyrium fabricandum quo utimur, examinemus, sicuti ipsum pulverem, variis frigoris gradibus, quos cum nive producant, sed credimus meliora existere reagentia, quare non amplius hac de re dicemus.

Frigus, quod cum sale communi producimus, est -5° F. (2 p. nivis cum 1 p. salis mixtis), sed jam prius CAROLUS BLAGDEN invenerat effectum hunc ad -12° F. augeri cum definita quantitas salis amm. adderetur (proportio tunc est 5 p. nivis, 2 mur. sod. 1 amm.) et postea WALKER iterum crescere jussit ad -18° F. et ad -25° F. adhibito praeter sal amm., nitrate pot. et amm. Ut primam obtineret temperiem usus est mixtura e 24 partibus nivis; 10 mur. sod.; 5 amm., 5 nitr. pot.; ad secundam producendam usus est 12 p. nivis, 5 mur. sod. et 5 nitr. amm. Est autem haec mixtura, de qua in prima § sermo erat, quum acid. sulph. et nix refrigeranda essent, ad hunc finem inprimis egregie inserviunt. Variis salibus cum sale communi mixtis effectus observavit WALKER, nullam vero invenit mixturam, postrema ista aut meliorem, aut ei aequalem.

Et sic pervenimus ad muriatis calcis usum, qui semper praefendus erit, si vehementissimum producere cupiamus frigus, tum propter simplicitatem, tum propter pretium omnium fere salium, minimum; quum enim saepissime fiat, ut operationum chemicarum residuum sit murias calc., quum caeterum sit parvi pretii et quum semper experimento peracto evaporatione recuperari queat, alios sumtus facere nobis non opus est, nisi quos vasa fabricanda vel lignea vel stanno-ferrea requirunt.

Hieme anni 1792 LOWITZ experimenta instituens de

frigore artificiali invenit potassam causticam quodammodo crystallina forma gaudentem, frigus vehementissimum producere, cum nive (in proportione 4:3) mixtam, thermometro inde a $+ 32^{\circ}$ ad $- 31^{\circ}$ F. descendente, ita ut diminutio totalis esset 63° graduum. Quum potassa caustica quam maxime deliquescat, ei succurrit ea salia prae ceteris quoque hac proprietate gaudentia, ad haec experimenta instituenda optima fore. Inprimis ergo animum attendit ad hydrochlorates, et experimentis quibusdam, ut rem investigaret, institutis, eventus spem minime fefellit. Cum primus inveniret, quam egregie inserviret mur. calc., cujus salis ad $+ 27^{\circ}$ F. 4 partibus cum 3 nivis mixtis, frigus ortum est $- 55^{\circ}$ F., statim ergo potassam causticam, manus exurentem rejecit, et majori quantitate experimentum instituit 29 Nov. anni 1792. Composuit mixturam e quinque ponderibus muriatis et quantitate proportionali nivis, qua veluti operae coronam imponens, congelavit 35 pondera mercurii, cum antea ope potassae non ultra 6 et 12 uncias congelavisset. Jam vidimus quomodo proportiones determinavit, tabulam exhibentes, ubi varias salis partes cum nivis constante quantitate miscuit. Nunc quaedam dicenda de methodo in sale praeparando observanda; quum enim maximam continet aquae crystallisationis quantitatem, valde necessarium est sal integram eam retinuerit. Exstat autem saepissime sub forma pulveris tenuis vel sub globulis compactis, sed tunc est anhydrum eoque utuntur ut gaza siccent, cum avidissime in hoc statu aquam absorbeat, sed absorptione et combinatione aquae crystallisationis ingens calorigi quantitas libera fit et magnum oritur temperiei incrementum, ita ut sub hac forma minime adhibendum sit. Ab altera parte cum semel acceperit

crystallinam formam simulac in aëre atmosphaerico humido vel nimis calido ponatur, deliquescit, iterumque eo non uti possumus. Itaque quam maxime necessarium est exponere methodum fabricandi salis, qua illud statu adipiscamur experimentis nostris apto. Primo loco dicemus experimenta hujus generis hiberno tempore tantum instituenda esse (quamquam enim in WALKERT apparatus in § 1 expositis ope mixturae refrigerantis, frigoris gradum, aptum ad salis crystallisationem producere, et in tubo liquorem concentratum ponentes, massam solidam factam ope terebrae in pulverem redigere possumus, tamen modo hoc, parvae tantum quantitates obtinentur, et, res ipsa loquitur, commoditatem hiemis vehemens frigus, afferentis, minime spernendam esse, sicuti formationem salis tunc demum facilius locum habere; imo suaderemus salis praeparationem non nisi paullo ante experimentum suscipere. Saepius antea praeparavimus et in pulverem redactum in vasibus vitreis bene clausis servare conati sumus, quum vero nobis eo opus esset, massam compactam et durissimam invenimus pulveris loco, tam tenacem ut e vase recuperare non possemus. Bonum ergo est crystallorum majora frusta in vasibus ponere et tunc demum in pulverem redigere cum experimentum instituendum sit, et cum jam antea quantitatem ponderavimus necessariam. Sed videamus de ipsa praeparatione. Lowirtz primum usus est restante a destillatione ammoniae liquidae, calcis ope et muriatis amm. (restat quoque cum praeparemus carbonatem amm. cum carbon. calc. et muriate amm. utamur, in ambobus hisce casibus est hydrochloras massa compacta, calcem continens, quod fortasse cum ipsa calx vehementer deliquescat, potius utile quam incommodum est). Quum directe

fabricare cupiamus, fiat modo sequenti secundum WALKERII experientiam. Primo loco acid. mur. 1 p. aquae destillatae 3 p. diluitur. Ut deinde liquor carbonate calc. plane saturatus, evaporationi submittatur, tamdiu ut syrupi consistentiam acceperit, quo facto frigori + 32° F. exponitur ut crystallinam accipiat formam. Ut maxima adsit aquae crystallisationis quantitas, paullatim refrigeretur ad atmosphaerae temperiem + 20° F., sed tunc liquori quoque opus est gravitate spec. 1,400; quum prius, ad + 32° F. exposito ei opus esset gravitate spec. 1,450. Majori temperiei majore gravitate spec. 1,490 opus erit. Optimus erit liquor, cujus grav. spec. est 1,400, et qui crystallinam formam accipit ad + 20° F. Cum loco salis crystallisati pulverem anhydrum possideamus, aqua solvatur, evaporetur et porro eodem modo tractetur. Cum modo hoc crystallorum durissimorum adepti sumus quantitatem nivi proportionalem, in pila vitrea vel lapidea (quae quum in optima forma experimentum instituere cupiamus, in mixtura refrigerante ponenda est e glacie cum nive), ope pistoris prius quodammodo refrigerati in pulverem teramus tenuissimum et cum nive misceatur in vase fig. XI, XII, vel secundum circumstantias et quantitates.

Jam vidimus LOWITZ modo hoc congelasse 35 pondera mercurii, sed PERYS majorem adhuc et maximam quantitatem, scil. 56 pondera hydrargyri in solidum convertit corpus. Instituit experimentum adjutoribus HOWARD, ALLEN, aliisque, 7 Febr. 1799. Jam primum miscuerat minores quantitates ad salis temperiem + 40° F., ad nivis temp. + 32° F., et frigus obtinuit — 32° F., nova addita quantitate tum salis cum nivis, temp. ad + 5° F. rediit. Posuit in hac mixtura vasa lapidea novas quantitates salis et nivis contentia, quae cum refrigerata mixta essent, frigus

— 50° F. prodixerunt, ita ut 4 uncias mercurii in retorto vitreo post 15° plane congelati essent; congelatio a parietibus usque ad centrum progrediebatur. Mercurius solidus est malleabilis et gaudet crystallina forma, fracturam zinci aequalem ostendit, et flagrantiae sensum in manus exercet; qui cum moriantur contactu nimis longo, statim cum nive fricentur; novimus aliquem cujus manus tam misere in hoc statu versatae erant, ut chirurgus de earum salute fere desperaverit, mercurii massam manipulaverat et malleo tractaverat, frictione cum nive in meliorem statum redierunt. Sed videamus de experimento, quod PEPYS instituit. Egregius quem habuerat, eventus, fuit causa, ut periculum facere cuperet de majoribus massis et consilium cepit 56 pondera congelare. Ponuntur in forti vesica, quae constringitur; (laboratorii temperies erat + 33° F.) et posita est in mixtura 2 ponderum salis scil. muralis cum 2 pond. nivis, cujus temperies immediate post mixtionem fuit — 42° F., mercurio immerso ad + 15° F. rediit; 5 salis pond. ponuntur in vase ferrostanneo, quod ut refrigerentur, mixtura circumcinguntur e quatuor salis et 4 nivis pond. composita; hora praeterlapsa temperiem 5 ponderum erat — 15° F., quo facto prima mixtura e vase rejecta, vas muriatem refrigeratum continens in eo infigitur ope suberum, et nix siccata ad + 32° F., cum sale ad — 15° F. miscetur, temperies orta est — 62° F. Interdum mercurii temperies ope novae mixturae ad — 30° F. reducta erat, et in medio vase postremam mixturam continente, prudenter ope trochleae immersa est tota quantitas 56 ponderum, ita ut post horam et 40' ad temp. — 46° F. in solidam conversa esset massam; ponitur in vase ferreo et spectatores parva frustra manibus capientes clamitarunt: « Welche Kälte, das ist ja wie eine glühende Kohle!»

Et hic subsistere possemus, nam, ni fallor, commemo-
rabile quid narravimus et omnium experimentorum, a variis
physicis hisce temporibus institutorum pulcherrimum ex-
posuimus; sed praeter congelationem mercurii alia quae-
dam phaenomena ope frigoris artificialis videre possumus,
scilicet effectum in varia corpora liquida vel gasosa. Hac
de re FOURCROY et VAUQUELIN inprimis experimenta insti-
tuerunt. Amm. liquidam bene saturatam ad -44° F.
(mixtura usi sunt ex una parte mur. calc. et duabus nivis
p. composita) congelatam viderunt, sub forma blandarum
spicularum flexibilem, odorem pro magna parte quae
amiserant. Novam composuerunt mixturam ex 8 p. mur.
cum 6 nivis, temp. obtinuerunt -55° F. Acid. nitr. fu-
mans in vase platineo posuerunt in mixtura et in solidam
massam butyrae instar, conversum viderunt; non vero con-
gelarunt acid. mur., equidem consolidarunt chlorii solu-
tionem in aqua, aetherem sulph. purum et rectificatum
etiam in solidam converserunt massam; antequam crys-
tallinam acceperit formam, lacti aequalis factus erat,
odorem fere amisit, crystalli eadem, qua acidi benzoici
gaudebant forma. Porro tentamina fecerunt ut gaza con-
densarent acidum sulphurosum, muriat. et hydrogenium
sulphur.; quamquam non bene successerit experimentum,
tamen condensarunt haecce gaza, ita ut multo minora
volumina tenerent, nam per $\frac{3}{4}$ volumina diminuta erant.
VAN MONS. qui frigus muriate calc. productum addita sodae
causticae quantitate ad -87° F. adhuc augere jussit, com-
memorat aurum, argentum, stannum et plumbum mallea-
bilitatem tali frigore amittere.

Huic parti finis quoque imponendus est, tabula exhibita
mixturas hujus generis proponente. Omnia salia possiderunt
aquam crystall., dum hydrochloratem calcis adhibuit WAL-

KER, cui mixturas debemus, frigore in crystallâ reductum, nusquam autem invenimus methodum, quam BERZELIUS descripsit, ut sal candendo aqua crystall. privemus et tunc per cribrum ducamus, quo facto transitu per aërem aquam crystall. recuperaret. Dubitamus quin ipse modo hoc instituerit experimenta, nec credimus aquam crystall. tam celeriter adoptatam esse in aëre frigido, parvam semper vaporum quantitatem continente, dum experimentum instituentibus v. c. cum uno kilogrammate salis anhydri plus quam unum kil. nobis opus esset aqua crystall. quod ex aëre accipere per tam breve spatium absurdum videtur. Non bene rem exposuit nec bene intelligimus dicentem: « Heeft men het zout niet vooraf geseefd, zoo ontstaat er « in den beginne een weinig warmte; dewijl alsdan het « gesmoltene zout eerst deszelfs kristalwater opneemt, en « het water daarbij eene vastere gedaante, dan in de sneeuw « aanneemt, waardoor warmte ontwikkeld en de koude « voortbrengende kracht van het mengsel vermindert « wordt.» BERZELIUS 1^{ste} deel, Nederl. uitgave pag. 31. Caloricum non liberum fit aqua in solidum statum translata, tunc enim liquefactione immediate secuta, effectus hujus operationis nullus esse et in omnibus solutionibus, ubi salia aqua crystall. privata adhiberentur, tamen frigus quamquam longe minus quam antea nasceretur, dum saepissime calorem videmus. Sed temperiei incrementum debemus *actioni chemicae* et patet nunc ea actione, scilicet combinatione aquae crystall. cum sale majorem quantitatem caloricum liberam fieri, quam aquae crystall. transitu in solidum corpus. Videatur porro § 2.

Corpora miscenda.	Prop.	inde a	usque ad	Dimin. totalis.	
Nix. Murias sodae.	2 1	+ 32° F.	— 5° F.	37 gr.	1
Nix 5. Murias sodae. Murias amm.	2 1	»	— 12° »	44 »	2
Nix. Potassa.	3 4	»	— 51° »	83 »	3
Nitr. amm. 5. Nix. Nitr. pot. 5. Mur. sodae.	24 10	»	— 18° »	50 »	4
Nix 12. Murias sodae. Murias amm.	5 5	»	— 25° »	57 »	5
Nix. Murias calcis.	4 5	»	— 40° »	72 »	6
Nix. Murias calcis.	2 3	»	— 50° »	82 »	7
Nix. Murias calcis.	3 4	+ 20° F.	— 48° »	68 »	8
Nix. Murias calcis.	3 4	+ 10° »	— 54° »	64 »	9
Nix. Murias calcis.	2 3	+ 15° »	— 68° »	83 »	10
Nix. Murias calcis.	1 2	0° »	— 66° »	66 »	11
Nix. Murias calcis.	1 3	— 40° »	— 73° »	33 »	12

CAPUT II.

DE FRIGORE PRODUCTO LIQUIDIS IN GASOSA MUTATIS.

Exposuimus igitur methodos frigoris artificialis producendi, quae in eo fundatae sunt, corpora solida liquida fieri nullo calorico accepto, sed facto peculiari, aequilibrium quo solida essent dirumpi, ita ut novum aequilibrium sit status fluidus: calorico igitur a se ipsis absorpto frigus nascitur: nunc videamus an corpora liquida aequali ratione in gazosa transferenda sint. Revera facilius quam praecedens est negotium, cum ipsa corporum liquidorum natura ferat ut, cum impedimenta non adsint, in vapores convertantur, quae autem proprietas tam generalis est, ut mercurius, *metallum* fluidum sub pressione et ad temperiem atmosphaerae solitam, vapores emittat. Quum vapores cujusvis corporis non fermentur nisi magna calorigi quantitate latente facta, omne corpus evaporationi spontaneae subjectum refrigeratur. Jam statim ergo quaestionem movere possumus, num revera corpora liquida, uti aqua in atmosphaerae quotidie vapores emittentia multo frigidiora quam caetera invenimus? Quod cum ita se non habeat, causa investiganda est. Experientia nos docet temperiei discrimen v. c. aquam inter et solidam telluris partem, non ita magnam esse, quam expectare possemus, ratione habita ingentis aquae quantitatis per diem in vapores translatae. Quum vero observemus quo longissimo temporis intervallo illa utatur quantitas, gravem quoque adesse causam intelligimus quare majorem evaporationis effectum non videamus. Ponamus totam quantitatem per

unum diem evaporantem, per decem minuta evaporationi traditam esse, tunc profecto majorem videbimus effectum, quum vero per longum temporis spatium divisa sit quantitas, major erit opportunitas ut aequilibrium restituatur calorico corporum ambientium cum aqua communicato. Quamquam ergo non tantam videmus temperiei diminutionem, quam talis requirit vaporum quantitas, constat totam calorici liberi quantitatem, qua illi opus erat a terra allatam fuisse, iterumque constat nullam fieri evaporationem nisi quantitate majori minorive calorici, corporis evaporantis, latente facta.

In hoc capite ergo videbimus de methodis, quibus uti possumus, ut hancce liquidorum facultatem ita augeamus, ut adhiberi possit ad frigus producendum artificiale.

Licet omnia corpora liquida, sint volatilia et evaporatione frigus producant, magna tamen inter illa est differentia et ea tantum, quae majori gradu his proprietatibus gaudent proprie volatilia dicuntur; de iis, igitur sermo erit. Quum vero methodi, quibus evaporationem provocamus, in iis quoque liquidis, quae minus volatilia sunt, e theoria deducendae eademque manipulationes adhibendae sunt ad ceterorum effectum magis adhuc augendum, antequam pergamus, pauca dicenda sunt de vaporum formatione, ut melius de conditionibus judicemus, quae evaporationem provocant vel ei obnoxiae sunt.

Cum initio dixerimus omnia liquida vapores emittere in aërem atmosphericum, rationem non habuimus de evaporationis termino, et prima, quam nunc in medium proferre cupimus, observatio est de analogia liquidorum solutionem inter et gazorum quae exstat. Sic in praecedenti capite ostendimus salis alicujus solutionem non in perpetuum pergere, sed terminum esse variis salibus quan-

titatem, quae solvi potest, definientes: eadem de vaporum solutione valent. Quum liquidum in recipiente exponamus aëri atmosferico, jam satis celeriter spatium vaporibus saturatum erit. Caeterum quo major sit pressio, eo minor erit quantitas vaporum per quoddam temporis intervallum admissa; quo minor vero, eo major erit quantitas.

Cum autem initio jam ostenderimus necesse esse acceleremus aquae evaporationem, quum frigus productum melius observare cupiamus, hisce observationibus factis methodum invenimus hujus operationis perficiendae hanc simplicissimam: fiat in vacuo evaporatio et quam maxime accelerata erit. Cum ergo capsulam aqua repletam sub recipiente ponamus aëremque exhauriamus, multo celerius quam antea eadem vaporum formatur quantitas, quae si iterum exhauriatur, evaporatio perget et magis magisque temperies diminuatur.

CONFILIACHI et LESLEY fere eodem tempore talia instituerunt experimenta. Videtur CONFILIACHI antliam habuisse pneumaticam, quales raro inveniuntur loquitur de pressione ad $0^{\text{mm}},56$ diminuta; egregie ergo illa experimenta instituere potuit. Summam quoque gessit curam, ut impediret quo minus radiatio corporum ambientium et aëris fluxus eventus corrumpere, superposito majore recipiente, sicut operculo e charta confecto argentea, foraminibus praedito ut alcohol, quem in alterius recipientis externos instillavit parietes, libenter in vapores abiret et interna pars refrigeretur. Talibus adhibitis curis, multa instituit experimenta de evaporatione spontanea aquae in vacuo et, cum majorum quantitatum temperiem per nonnullos tantum gradus diminutam videret, minores saepe in glaciem convertit, inprimis cum spongia iis imbuta esset quo corporis evaporation magis adhuc provocare-

tur. Thermometrum in media spongia posuit et semper fere observavit, quod hodie satis cognitum est, phaenomenon, aquam, priusquam congelaret, temperiem accipere aliquot graduum infra congelationis punctum, ut subito augetur ad 32° F., cum congelatio inciperet. Sicuti LESLEY, ille quoque intellexit evaporationem ideoque frigus valde auctum iri, si in eodem recipiente corpus poneretur, magnam pro aquae vaporibus habens affinitatem. Cum enim vaporum quantitas, qua repletur recipiens, statim post formationem absorbeatur, nova oritur necesse est, quae iterum absorbebitur, ut rursus nova formetur, et sic porro quamdiu corporis pro aqua affinitas satis fortis est. Cum autem tota calorigi quantitas, qua vaporibus opus est ab ipsa petatur aqua, evaporatione tam celeriter locum habente, ut caloricum necessarium ad aequilibrium restituendum a corporibus ambientibus afferri non possit, major quam antea aquae quantitas congelat.

Huic principio ingeniosissimam LESLEY fundavit methodum quovis tempore glaciem fabricandi quantitatem, revera ingentem ratione habita modi quo formetur. Usus est antlia pneumatica ita constructa, ut sex vasa recipientia simul adhibere posset, quorum unum fig. XVII delineatum est, antliae laminae impositum, vas majus continet acid. sulph. concentr. capsula multo minor aquam congelandam; superficies utriusque vasis amplissimae est, ut facilius locum habeat evaporatio et acidum sulph. formatos vapores celerius absorbere possit. Cum res ita sese habeant et emboli agitentur, aqua magis magisque refrigeratur, et tandem in glaciem convertitur. Modo hoc LESLEY tempore unius tantum horae 6 glaciei pondera formavit. Facili modo experimentum procedit, dummodo acidum satis concentratum sit; cum bene procedat et curam habuerimus ponendi duo thermo-

metra, unum in aqua, alterum in acido sulph., hujus temperiem aquae vaporibus condensatis, illique mixtis, quam maxime auctam observamus, dum alterum, ut supra jam monuimus, non tantum ad 32° F. descendere videmus, sed interdum ad 20° F. Ejusdem generis phaenomenon videmus, quod in introductione commemoravimus de salium solutione, quae licet saturata, crystallata non deponit, statim vero salis quantitatem format subere remoto et agitato vase; sic aqua longe infra 32° F. refrigerari potest, nec congelabit, quum vero agitetur vas, statim congelat, et temperies calórico libero facto augetur ad 32° F. — Pulchrius experimentum fit, quum vas aquam continens lamina vitrea obtegamus; donec aër salis exhaustus sit, quo facto operculum amovendum est ope stili extra vas qui moveri potest, fere eodem tempore in glaciem convertitur aqua. Praeter acid. sulph. alia etiam adhiberi possunt corpora, e. g. Mur. et Nitr. Calc, quam maxime siccata, uti et farina paululum usta, omnium vero optimum esse acid. sulph. CONFILIACHI ostendit, quod destillatione aqua privatam, iterum inservire potest. De diversis corporibus hygroscopicis experimentorum seriem instituit, quae communicanda videtur: Vid. pag. 68.

Ne caloricum vaporum absorptione liberum factum, cum aqua congelanda communicetur, capsula aquam continens bacillis vitreis imponitur, quod praeterea cum acid. sulph. utamur necessarium est. Cum autem observatio docuit congelationem non tam celeriter progredi in vasibus metallicis, quam in terreis, hae praefereandae videntur propter porositatem. Aquam coctione aëre privatam facilius congelare, quam aërem continentem, exinde fortasse profluit, quod aëris in aqua presentia vacuum minus celeriter obtineatur.

Corpora hygroscopica in eodem recipiente cum aqua posita.	Temperici minima ante et post aquae congelationem. Fahr.	Pressio antliae barometr. indicata.
Acidum Phosphoricum solidum.	+ 34°,7	mm 6,765
Potassa caustica siccata.	+ 23°, + 32°, + 26°,6	2,818
Acetas Potassa acid.	+ 28°,4	3,945
» » neuter	+ 26°,6	3,382
» » basicus.	+ 26°,6 + 32°, + 27°,05	3,066
» » neut. q. max. sicc.	+ 27°,05 + 32°, + 28°,4	3,199
Chloras Potassae crystall.	+ 35°,6	7,328
» » confusus.	+ 27°,5 + 32°, + 28°,4.	3,199
Nitras Ammon. crystall.	+ 41°	7,992
Sulphas Sodae siccatus.	+ 46°,4	9,020
Acidum Sulphuricum gr. sp. 1,85.	+ 26°,6 + 32°, - 1°,3	0,751

Quum acid. sulph. vel quodcunque corpus, quo uti cupimus, non aliam nobis operam det, nisi quod vapores absorbeat, eodem fere quo formantur tempore, facile intelligimus, ipsam vaporum condensationem, cum celeriter locum habere possit, eundem praestaturam esse effectum; quod revera ita esse egregie nobis ostendit WOLLASTON, instrumentum componens, quod Cryophorum appellavit, quum omni tempore ejus ope aquae quantitas in glaciem converti possit; quum vero ipsa glacie uti non possimus, nisi instrumento disrupto, ejus utilitas in eo tantum consistit, quod confirmat ratiocinationem e theoria deductam. Consistit tubo vitreo, cujus ambae extremitates globulis praeditae sunt, ut fig. XV ostendit, quorum hic continet aquae quantitatem, ebullitione, in ipso instrumento antequam clausum fuerit, aëre atmospherico plane depuratam; apertura autem clausa momento quo vaporibus repletum esset instrumentum, perfectum habemus vacuum exceptis aquae vaporibus: alter mixtura refrige-

ranti circumcingitur, quo facto aquae vapores bulbo contenti non tantum condensantur, verum etiam sub nivis forma in parietes deponuntur. Tali vehemente condensatione vacuum fit, quod eodem tempore novis repletur vaporibus, qui iterum condensantur, et aequalem nobis offerunt progressum, quam modo descripsimus, ita ut aqua in priori bulbo in glaciem convertatur. Frigoris gradum ad vapores illos condensandos necessarium adipiscimur quoque, bulbo lana circumdato et aethere sulphurico instillato et in vacuo evaporato; congelatio fit tunc quoque, quum tubi longitudo est 3 pedum, minima vero aëris quantitas impedit, quominus phaenomenon locum habeat. Quum in bulbo aquam continente ponamus thermometrum, uti in DANIELIS hygrometro, videbimus aquam coctione aëre privatam et aëris pressioni non subjectam, inprimis proprietate gaudere, longe infra congelationis punctum refrigerari, antequam in solidum convertitur. Melius et facilius hoc etiam ostendere possumus, quum thermometrum aqua loco hydrargyri repleamus, excoquamus et mixturae refrigeranti imponamus; aqua saepe ad + 5° F. refrigeratur, antequam congelatio incipiat.

Principio quod, de evaporatione accelerata et frigore exinde orto, exposuimus, cum alio fortasse conjuncto methodus fundata est, qua in regionibus nostrae telluris torridis, aquam ceteraque potulenta refrigerant, vel aquam quoque in glaciem convertunt. Sic in Hispania utuntur vasibus e materie admòdum porosa confectis, ita ut, aqua cum infundatur, statim ad exteriorem penetrare possit superficiem, ubi quam maxime divisa, facilius evaporare potest; praeterea evaporationem accelerant vasa aëris fluxibus vel ventibus exponentes: potulenta refrigeranda vasibus vitreis contenta, talibus porosis urnis imponuntur; dicuntur **ALCARAZAS**.

Ut per longissimum temporis spatium; proprietate gaudeant, cui phaenomenon debemus scilicet porositate, necesse est semper uti aqua purissima, minime turbida vel salia continente, qua pori mox obstruuntur et effectus maxima pro parte diminuitur; quod vero, cum locum habet, vasa excoquantur. Jam antiquissimis temporibus, in Aegypto iis usi sunt, et in Africae oris frequentissimus quoque eorum est usus. Anduxar Andalusiae urbi, optima producit, dum vasa hujus generis a Piccardo Delphis Batavorum fabricantur. In Indiis Orientalibus eadem fere ratione per aliquot anni menses magna componitur glaciei quantitas, testibus litteris, quae hac de re scripsit WILLIAMS (Philos. Transact. 1793): « Account of the method of making Ice at Benares. » « As the method « of making ice in this country, where the thermometer, « during part of the year, stands at from 95° F. to 100° F. « in the shade, has something peculiar in it, I trust, the « following description of the process will not be unaccep- « table. You know that ice is made in India during the « months of December, January and part of February; but « I believe it has generally been considered as necessary « to the congelation of the water, that it should have « been boiled. However, I can now assure you, as a fact « within my own observation for these nine years past, « that a large quantity of ice has been made at this « place every year without any preparation whatever, « and I have often seen ice of an inch and quarter thick, « notwithstanding I do not conceive that the atmosphere « at that time was sufficiently cold to produce the effect; « for I have frequently placed a thermometer, with the « naked bulb on the straw, amidst the freezing vessels « during the night, and on inspecting it between five and

«six o'clock in the morning (at which time the ice-
«makers informed me the cold was most intense) I never
«found it below 35°. I have seen ice of a considerable
«thickness, formed when the thermometer was not lower,
«than 40°.

«The method of making ice at Seerore, near Benares
«is as follows.

«A space of ground of about four acres, nearly level,
«is divided into square plats, from four to five feet wide.
«The borders are raised, by earth taken from the surface
«of the plats, to about four inches; the cavities are
«filled up with dry straw, or sugarcane haum, laid
«smooth, on which are placed as many broad shallow
«pans of unglazed earth, as the spaces will hold. These
«pans are so extremely porous, that their outsides beco-
«me moist the instant water is put into them; they are
«smeared with butter, on the inside, to prevent the ice
«from adhering to them, and this it is necessary to re-
«peat every three or four days; it would otherwise be
«impossible to remove the ice without either heaking the ves-
«sel, or spending more time in effecting it than could
«be afforded, where so much is to be done in so short
«a time. In the afternoon these pans are all filled with water,
«by persons, who walk along the borders or ridges.
«About five in the morning, they begin to remove the ice
«from the pans; which is done by striking a iron hook into
«the centre of it, and by that means breaking it into
«several pieces. If the pans have been many days wit-
«hout smearing, and it happens that the whole of the wa-
«ter is frozen, it is almost impossible to extract the ice
«without breaking the pan. The number of pans exposed
«at one time is computed at about 100, 800, and there

«are employed in filling them with water in the evenings,
«and taking out the ice in the mornings about 300 men,
«women and children; the water is taken from a well
«contiguous to the spot. New vessels, being most porous,
«answer best.

«It is necessary that the straw be dry; when it be-
«comes wet, as it frequently does by accident, it is removed and
«replaced. I have observed water which had been boiled
«freeze in a china plate; yet having frequently placed a china
«plate, with well water, among the unglazed pans on the
«strawbeds, I found that, when the latter had a considerable
«thickness of ice on them, the china plate had none.
«I have also wetted the straw of some of the plats, and
«always found it prevented the formation of ice. The air
«is generally very still when much ice is formed, a gentle
«air usually prevails from the south-westward about day-
«light. I had a thermometer among the ice pans, du-
«ring the season, of making ice, with its bulb placed
«on the straw, and an other hung on a pole, 5½ feet
«above the ground; and commonly observed, that when
«ice was formed, and the thermometer on the straw was
«from 37° to 42°, that on the pole would stand, about
«4 degrees higher, but if there was any wind, so as to
«prevent freezing, both the thermometers would agree.

«I shall offer no opinion respecting the causes of ice
«being formed, when the thermometer is so many degrees
«above the freezing point, but hope the subject will be
«elucidated by some more capable person.»

Cum diceremus aliud principium posse adjuvare,
talem aquae refrigerationem cogitavimus de radiationis
phaenomeno, quod fortasse pro maxima parte phaenomeni
existimandum sit causa.

Differunt vero explicationes, cum hi radiationi tantum, illi evaporationi potius phaenomenon tribuant. Fortasse bene monuit MULDER, ambas hasce causas collaborare ut aquam in glaciem convertant; nam videamus ex iis, quae, ut in glaciem convertatur aqua, necessaria sunt, quid concludendum sit ad causas. 1) Cum ex litteris pateat imprimis ea vasa requisita esse, quae sunt quam maxime porosa, ita ut, dum in omnibus aqua congelata erat, congelatio locum non habuerit in iis quae vitro constabant, et cum talis vasis compositio liquidi divisionem majorem, ideoque evaporationem faciliorem reddat, concludimus pro parte saltem *evaporationi* phaenomenon tribuendum esse. 2) Quum vero radiatio in istis regionibus fortissime locum habeat, propter coela serena, secundo loco observamus ipsam radiationem quoque causam existimandam esse. Ex literis enim videmus congelationem optime locum habere cum venti absint, quin etiam locum non habere, cum quodammodo afflare incipiant, quod est argumentum phaenomeni causam pro magna, fortasse pro maxima parte *radiationi* tribuendam esse; nam aëris motus evaporationem provocant, radiationi vero nocent. 3) Quum porro addamus sententiam et observationes SCOTTI, qui ipse phaenomena in BENGALIA observavit, iterum habemus quod pro radiatione militat. Observavit enim quidquid radiationi, id quoque nocere congelationi. Quum v. c. corda supra vas tendatur, aqua congelat ab ambabus cordae partibus, dum sub ipsa corda liquida remanet. — Caeterum non semper observationes inter se conveniunt cum relatam invenerimus quoque sententiam, non tantum non necessarium esse uti vasibus porosis, sed vasa vitrea *meliora* esse; quod non bene intelligimus, sed res si vera esset, ostenderet unicae radiationi deberi phaenomenon. Ex

iis autem quae supra observavimus, concludere saltem possumus radiationem esse causam principalem, evaporationem vero eam adjuvare.

Hic quoque est locus commemorandi methodum, qua in iisdem regionibus utuntur homines, ut domos suas refrigerent, quaeque in eo consistit, quod fenestras januasque arundinis specie obtegunt, quam semper humidam esse jubent, cum porositas hujus arundinis satis magna sit, egregie evaporatio locum habet et cubicula refrigerantur.

Sunt hae optimae methodi, quibus utuntur ut aquam sua ipsius evaporatione congelent: exstant fortasse et aliae, ut v. c. ea, quam BALLANCE adhibuit, sed quia applicatio magis complicata videtur, dum minus efficax est apparatus, atque etiam in processu nil novi obveniat, hanc mittemus et pergamus enarrare pauca de frigore producto evaporatione liquidorum quae aqua sunt volatiliora, ideoque majus frigus producere possunt; licet in III Capite videbimus, aquam sub glaciis forma quoque adhibendam esse ad multo majorem frigoris gradum producendum, quam ejus evaporatione excitari potest.

Inter volatilia, proprie ita dicta, Ammonia liquida, Alcohol, et inprimis Aetheres numerantur varii, ne obliviscamur Carbureti Sulphuris et Acidi sulphurosi, ad temperiem et sub pressione ordinaria gaziformis, arte vero in liquidum condensandi. Inter Aetheres utuntur inprimis, sulphurico porro egregio cum eventu adhibendum est Carburetum Sulph. et Acid. Sulphurosum liquidum, de his igitur memorabilia commemorare cupimus, de caeteris pauca generalia communicaturi.

Quum thermometri bulbum lana induamus et instillemus guttas nonnullas aetheris sulph., jam statim thermo-

metrum per multos gradus descendere incipit, cum lanæ porositate, evaporatio ætheris quam maxime augeatur. Si autem amoveamus vapores immediate postquam orti sint, magis adhuc provocamus evaporationem, nam, quamquam in atmosphaera abeant vapores, circum bulbum major eorum aderit quantitas; quum igitur æris fluxum in thermometri bulbum dirigamus, vel ipse bulbum modo quocunque celerissime in gyrum rotetur, densitas vaporum circa bulbum diminuetur, evaporatio celerius locum habebit, et frigus vehementius erit. Hoc modo, statim cum siccata sit lana, nova quantitate ætheris addita, facillime, aestivo quoque tempore, temperiem infra punctum congelationis diminuere possumus. Videtur ergo æther sulph. quoque adhibendus esse ad aquam congelandam, quod jam locum habere videbimus, si tubum vitreum aqua repletum, lana obtegamus et æris fluxui exponamus, quo facto aqua facillime congelat. Cum antlia pneumatica, vacuum præbens 8^{mm} (quod vero per experimenti spatium longe minus exhaustum erat propter vapores continuo formatos) aquae massam congelavi satis magnam ratione habita ætheris quantitate qua usus sum. Vas vitreum aquam continens, flabella indui, cujus extremitates immersa erant in alio vase ætherem continente, quo facto æthere lana absorpto et aëre exhausto satis celeriter congelata erat aquâ, multo celerius et majore quantitate, quam saepius, cum eadem antlia pneumatica in experimento LESLII vidi; ætherem quoque aquae instillare possumus et deinde vacuum reddere, sed hoc minus recte, cum saepe nimia sit ætheris quantitas et aquae præterea eo inquinetur. Methodus quam descripsi facile cum ea LESLII conjungitur, ita ut evaporatione simultanea ipsius aquae, ac ætheris, quorum amborum corporum vapores, egregie acido sulph. absorbentur,

celeriter et majorem quantitatem glaciei nobis procurare possimus. Observandum est experimentum ita instituentum esse ut aetheris evaporatio tantum locum habeat in vasis aquam continentis superficie, et reliqua quantitas in altero vase inclusa sit ita ut tantum lana capillaritate absorbeatur.

Non tantum de aquae evaporatione, verum etiam de ea corporum magis volatilium, CONFILIIACHI experimenta instituit revera maximi momenti, quare paucis verbis commemoranda videntur. Aquam evaporare jusserrat, primum, recipiente egregie aëre privato, sed nullo corpore hygroskopico adhibito, deinceps in aequali recipiente, sed praesente acido sulph. aliisque corporibus aquae vapores absorbentibus; sic de evaporatione corporum volatiliorum, eodem modo experimenta instituit; scil. ut primo loco videret, quid sola evaporatio spontanea valeret, secundo quosnam effectus acidi sulph. praesentia sub eodem recipiente, praestaret. Jam ante omnia intelligere potuit minime nociturum esse, cum ipsum minime volatile, semper evaporationi variorum corporum faveret, aquae vaporibus qui plerumque in vacuo, nascuntur hoc modo absorptis. Experientia confirmavit hanc opinionem et insuper, factum memorabile ostendit de alcohole, cujus evaporationis processus in vacuo, et praesente acidi sulph., fere eadem ratione locum habet, qua aqua evaporat in experimento LESLII, quod e tabula sequenti videndum est. Cum enim ceterorum volatilium evaporatio adjuvetur quodammodo acido sulph. ita ut eorum temperiem minorem observemus, quum adsit; differentia inter frigoris gradus, alcohole *solo* evaporato, et in praesentia acidi sulph. nobis ostendit revera alcoholis vapores acido *absorberi*; est enim multo major quam ceterorum volatilium. Quod profecto tribuendum est mag-

nae affinitati alcoholem inter et acid. sulph., cui aetheris sulph. formationem quoque debemus.

Corpora volatil. quorum temperies ante experimentum erat + 59° F.	Nullo corpore hygroscopico in recipiente posito.		Sub recipiente posito acido sulph. cujus gr. spec. erat 1,85.	
	Frigus pro- duct.	Pressio.	Frigus pro- duct.	Pressio.
Aether sulphuricus <small>g s.</small> 0,70	-43°, 6	4mm,50	-54°, 4	3mm,20
Aether muriaticus 0,80	-14°, 35	4mm,25	-22°	3mm,00
Aether nitricus 0,86	-4°, 45	3mm,38	-24°, 25	2mm,86
Alcohol 0,81	-8°, 5	3mm,96	-35°, 5	2mm,21
Ammonia liquida 0,91	-2°, 2	2mm,98	-11°, 2	2mm,75

Observandum est porro amm. liquidam, cujus vapores quoque ab acido absorbentur, ita ut sulphas amm. formetur, majorem temperiei diminutionem prolaturam fuisse, nisi, ipsa hujus sulphatis formatione, calorigi libera facta esset tanta quantitas, qua sal sublimaretur et sub nivis forma parietibus sese affigeret.

Frigoris gradus, quos in tabula notavimus, produxit, spongia, qua thermometer circumcinxerat, in fluidis evaporandis immergenda; quum in vase fluidum continente posuisset thermometer, longe minor erat effectus. Est eadem ratione, scil. spongiae ope bulbum thermometri circumcinctis, quod aetheris sulph. evaporatione, non tantum mercurium, sed ipsius aetheris quantitatem, quae supererat, consolidavit. Immersit thermometer modo hoc praeparatum aetheri, cujus gr. spec. ad + 54,5 F.

erat 0,74, et suspensit in recipiente, dum aëris temperies erat + 77 F. Aërem exhaurire cum inciperet, jam ad pressionem 13,^{mm}53 thermometer indicavit + 32° F., ad 6,^{mm}5 temperies fuit + 30°,8 F. ad 3,^{mm}75 — 36, 25° F. Erat thermometer spiritu repletum. Quum hanc temperiem obtinuisset fixam, sumsit thermometer mercuriale, ita constructum, ut quum mercurium congelaret, tota quantitas in bulbo concideret; quod quum bene instituisset et nova adhibita spongia (quum semper renovandae sint, propter liquidi partem minus volatilem, quam retinent) jam ad pressionem 6,^{mm}75 subinde mercurius in bulbo descendit, indicium ejus congelationis. Aërem exhaurire perrexit, usque ad pressionem 3,^{mm}75, quo facto subsistens, thermometer e recipiente sumsit, spongia liberavit et malleo disruptit; mercurii globus ictu plano contusus erat, et in interna parte satis distincte crystallina forma observanda erat. Quum porro ut in experimentis supra memoratis de aquae evaporatione, alterum supra primum posuisset recipiens, quod refrigerabat, per 10' obtinuit temperiem — 60°,25 F. ad pressionem 2,^{mm}25; ipse aether sulphur. in hoc experimento congelavit.

MARCEZ nobis primus ostendit, quam maxime volatile sit carburetum sulph.; quum thermometri bulbus induatur linteo tenuissimo, et instillentur guttulae, quaedam carbureti sulphuris, statim a + 60° F. ad 0° F. descendit temperies; quum in paribus circumstantiis aether ad + 20° F. alcohol ad + 50° F. tantum temperiem reducat. Quum utamur recipiente vitreo, cujus aër ope acid. sulph. vel muriatis calc. exsiccatus sit, melius procedet experimentum et frigus productum majus erit; rapidissime autem increscet, quum ope antliae pneumaticae ipsum aërem e recipiente exhauriamus.

Modo hoc MARCET experimentum instituit, et observavit temperiem decrescere a $+70^{\circ}$ F. ad -70° F. per duo tantum minuta. Ad pressionem $\frac{1}{8}$ pollicis frigus erat productum -65° ad -70° , dum per minus, quam duo minuta temperies descendit ad -80° , cum vacuum esset $\frac{1}{8}$ pollicis.

Egregie ergo carburetum sulph. adhibendum est ad mercurium congelandum, quod facile fit, quum tubum vitreum mercurio repleamus et lana induamus. Quum tubum parvi sit diametri, egregie quoque modo hoc mercurii voluminis diminutionem observare possumus momento, quo solida fit massa: sint tubi parietes tenuissimi. Caeterum atmosphaerae vel ipsius liquoris, temperies, minoris est momenti, quam copiosa vaporum quantitas. Cum viderimus experimentum ad $+70^{\circ}$ F. institutum esse, temperie ad -80° F. diminuta, vapores in nivem condensati bulbum circumcingunt et frigus diminuunt.

Ostendit MARCET facultatem ut liquida volatilia evaporatione frigus producant, non esse in eadem ratione, qua eorum vaporum tensiones. In tubis torricellianis cum inducerit parvam quantitatem alcoholis, carbureti sulphuris et aetheris rectificati obtinuit sequentia:

	G. S.	Temperies.	Columnae depressio.	Frigus productum evaporatione.
Carburet. sulph.	1,272	66° F.	1,65	inde a $+68^{\circ}$ ad $+52^{\circ}$
Alcohol rect.	0,806	66° F.	10,75	» » $+68^{\circ}$ ad $+10^{\circ}$
Aether rect.	0,724	66° F.	15,65	» » $+68^{\circ}$ ad $+24^{\circ}$

E quibus patet, volatiliora fluida et quae maximum frigus producant, quum in vapores transeant non gaudere

majorē elasticitate, vel tensione. quam ea, quae minus sunt volatilia.

Quum initio experimenti nimis celeriter agitemus embolos, facile fit explosio, frictione calorico libero facto, sufficiente ut gazum incendatur; quum vero rapiditas, quae cum vacuum fit, multum ad frigus vehementius reddendum conducat experimentum repetere modo sequenti bonum erit. Primo loco ponenda sunt duo vel plura vasa, unum supra alterum, in antliae pneumaticae lamina, et vacuum est faciendum, quo facto alterum vas priori longe minus, ope epistomii addendum est; continet hoc tubum vitreum hydryro repletum et lana circumcinctum carbureto immersa. Claudatur epistomium, quo antlia cum lamina communicat, aperiatur autem illud, quo vas carburetum continens cum eo communicat, ex quo aërem exhaustimus, et subinde vacuum reddemus tanto melius, quo major est proportio inter vasium volumina, dum explosionis periculum effugimus; ab hoc inde momento pergere possumus embolos agitare ut aërem magis adhuc exhaustiamus.

Quamquam non multa dicere possumus de conditionibus, quibus liquida, majori vel minori gradu, proprietate gaudent, ut facile in vapores convertantur, tamen extant de quibus, nullis experimentis institutis, a priori affirmare possumus, esse caeteris volatiliora. Sunt ea liquida, quae vel pressione vel diminuta temperie, vel ambobus hisce methodis simul adhibitis, *e gazis condensantur in liquida*. Quum tali liquido quod arte obtinuimus, occasionem praebemus subito in gazi formam redeundi, interdum tantus frigoris gradus producitur, ut pars liquidi solida remaneat. Acidum sulphurosum exemplum nobis praebet. Bussy pri-

mus illud condensavit et quidem frigore artificiali sub
pressione solita atmosphaerae. Methodus, quam adhibuit
est sequens. Quod operatione ordinaria gazosum obtinueret
acid. sulphurosum, illud siccavit tubo muriate calcis
repleto, apparatus affixo, per quem duceret gazum, ut
reciperet in vase vitreo in mixtura refrigerante posito,
ex una parte chlorureti sodii et duabus partibus nivis
composita, quo facto frigus obtinuit sufficiens ut acidum
sulphurosum liquidum adipisceretur. Acidum hac ratione ad
0° F. liquefactum, ebullire incipit ad + 14° F. In manum si
quaedam guttulae instillantur, hae plane evaporant et frigus
producent vehementissimum. Thermometri aërii, bul-
bum lana si induamus et parvam quantitatem instillemus,
evaporatione spontanea in aëre, frigus oritur - 70° F. et
in vacuo - 94° F. Mercurius facillime intra aliquot minuta
solidum fit, cum bulbum thermometri eodem modo lana
induamus et acido instillato in gyrum agitemus; in vacuo
massam satis magnam consolidare possumus, cum acidi
quantitatem supra metallum infundamus. Alcohol, cujus
gravitas sp: est 0,85 quoque in solidum convertere possumus.
Applicavit quoque hocce frigus ad multa gaza conden-
sanda, quae difficilius quam acidum sulphurosum liques-
cunt, duxit gaza muriate calcis siccata, per tubum ad
angulum rectum inflexum, cujus pars horizontalis globo
tenuissimo praedita erat, dum brachium verticale in
mercurio immerserat, globum lana induit, et instillavit
acidum sulphurosum, quo facto gaza tubum penetrantia
condensata fuerunt. Sic chlorium, ammoniacum, et cya-
nogenium liquescere jussit, quin etiam cyanogenium
crystallinum formam accipere vidit. Facillime intelli-
gimus evaporatione talium gazorum vehementius adhuc
frigus productum iri; num vero experimenta hac de

re jam instituta sint, et frigoris gradus accurate determinati, nescimus, nec credimus, nisi excipiamus frigus productum acido carbonico solido facto et in gazorum statum translato; qua de re in sequenti capite dicemus.

CAPUT III.

DE FRIGORE PRODUCTO CORPORIBUS SOLIDIS IMMEDIATE IN
GAZOSA TRANSFORMATIS.

Corpus solidum in liquidum transire et liquidum in gazosum, ac transitu majorem vel minorem calorigi quantitatem absorptam vel latentem fieri, quotidie fere videmus; et theoria de calorigo latente accepta, praeter multa alia hoc quoque praebuit, quod varios status, in quibus corpora versari possunt magis accurate circumscribere docuit, cum cognoverimus status istos dependere a calorigi quadam dispositione vel actione, quae variis circumstantiis modificata, nobis procuret varias corporum formas, solidorum, liquidorum et gazorum. Exstant quidem phaenomena, quae ostendere videntur aliis adhuc gaudere corpora formis, sed omnia nos credere jubent, hasce formas (quas aquam in primis adoptare videmus) potius comparandas esse iis, quas mechanica quam vocant divisione, adipiscimur. Sic videmus aquam saepe in atmosphaera suspensam non sub aquei vaporis sed sub ipsius aquae forma, quae tamen quam maxime est divisa, et ideo tantum in atmosphaera remanere potest. Videtur, cum vapores condensarentur, ipsius atmosphaerae praesentia impedivisse, quominus aquae particulae sese mutuae tangerent et guttulas formarent. Phaenomenon quodammodo comparandum est cum eo, quod saepe in solutione salina observamus, cum metallum separemus, corpore addito majorem affinitatem habente pro eo, quocum metallum conjunctum erat; metalla hoc modo quam maxime divisa obtinere possumus et in pulveres reducta, quos frustra alia methodo fabricare tentaremus.

Quae diximus non tantum de aqua, verum etiam de glacie valent, quod, ut phaenomenon quoddam peculiare demonstrare videtur, quoque sub glaciei forma in atmosphaera existere potest. Phaenomenon halonis quod tantum hibernis temporibus rigidissimis, observamus, debemus modificationi lucis, spiculis istis *glaciei*, refractae. Fortasse exemplum talis divisionis cum alio phaenomeno conjunctum est, quod commemorare cupimus, cum methodos praebeat frigoris artificialis producendi prae ceteris excellentes efficacitate. Dicere volo de evaporatione corporum solidorum, quae (quamquam non bene intelligimus, quomodo corpus quoddam *solidum* immediate in gazum transferatur transitu liquidi statu), revera locum habet et inprimis de aqua observanda est.

Cum autem, ut corpus e statu solido in gazosum transferatur, ei quoque opus est calorico fluiditatis, assumere possumus, in tali phaenomeno frigus productum esse, calorici quantitate latente facta, ei cum fluiditatis tum elasticitatis aequali, quare jam e theoria videmus frigus modo hoc productum vehementissimum futurum esse, quod experientia confirmat. Quamquam autem in hoc capite duo tantum hujus generis sunt commemoranda experimenta, scil. de evaporatione subitanea glaciei et acidi earbonici in solidum corpus redacti, tamen nulli dubitamus, quin eadem ratione instituenda sint in alia corpora et credimus, si acid. sulphurosum, quod vidimus sola evaporatione ipsius liquidi in solidum corpus reducendum esse, eadem ratione adhiberetur, qua glacie utuntur in experimentis commemorandis, effectus multo adhuc efficaciores futuros esse. Cum vero methodus acidi carb. condensandi fiat tali modo, ut facilius frigus productum applicemus in alia corpora, quorum naturam in hisce circumstantiis

indagemus, haec aliis magis complicatis et interdum quoque valetudini nocentibus vel obnoxiiis, ut methodus acid. sulphurosi liquidi adhibendi, praeferenda videtur. Videamus igitur de ipsis experimentis. Jam LESTIUS viderat vehementem frigoris gradum produci, cum in experimento suo glaciem evaporationi submitteret. Jam antea quoque observaverat massam glaciei satis magnam per dies aliquot, cum acid. sulph. sub recipiente relictam, plane evaporatam esse. Instituit ergo experimentum magis aptum ut frigoris gradum modo hoc productum definiret. Thermometrum satis refrigeravit, ut cum in aquam immergeretur, glaciei crusta circa bulbum nasceretur; tale thermometrum glacie obductum suspensum in recipiente supra vas acidum sulph. continens, in vacuo vidit indicare — 37° F., neque dubitavit, quin aëris atmospherici temperie paucis gradibus diminuta, mercurius congelatus fuisset. CONFILIACHI experimentum repetivit et revera frigus produxit satis vehemens, ut mercurium thermometri congelaret. Usus est antlia pneumatica, de qua jam antea diximus, et aquam evaporationi submittebam, eadem ratione ut in capite praecedente vidimus, spongia continebatur, qua thermometri bulbum induerat. Apparatum simplicissimum hunc, suspendit filo tenuissimo in recipientis hemisphaera, et posuit in antliae lamina vas acid. sulph. continens concentratum. Cum porro vacuum instituere inciperet, thermometrum, pressione ad 7^{mm} diminuta, indicavit + 26° F. quo facto transitu aquae in glaciem ad + 32° F. adscendit, tunc vero, ipsius glaciei evaporatione et aëre magis magisque exhausto, celeriter descendit, ita ut pressione ad 1,^{mm}1 reducta, temperies ad — 34°, 6 F. diminuta esset. Acid. sulph. temperies ad + 50° F. aucta erat et experimento finem imposuit.

Cum vero frigus hoc modo productum ingens esse vidisset, omnibus, quae ad maximum frigoris gradum producendum requiruntur, conditionibus nondum observatis, consilium cepit experimentum de novo instituendi summis adhibitis curis; quare tria loco unius sub recipiente ponebat vasa cum acid. sulph. quam maxime concentrato, et aetherem in recipientis superficiem instillabat, ut quodammodo refrigeraretur, nec aëre atmosphaerico et corporibus ambientibus caloricum communicaretur; aquae, qua spongiam madefecit, temperies erat $+ 32^{\circ}$ F. Omnibus modo hoc institutis, aërem exhaurire incepit, jam satis celeriter vacuum obtinuit pressiois $0,^{\text{mm}}56$; quo facto temperies diminuebatur et pervenit ad $- 40^{\circ}$ F. Nondum vero observaverat saltum istum, quo temperies subinde per multos gradus descendit, certum indicium mercurii congelationis. Vacuum reddere perrexit, quo facto temperies plus quam 1° praeterea diminuta fuit, ut mox saltum faceret 12 graduum ex quo CONFILIACHI conclusit se mercurium congelasse, licet aëris temperies fuit $+ 68^{\circ}$ F., ita ut frigus produxisset 108° ad 109° , quod in I Capite nunquam vidimus. Quidquid autem dicendum sit de ipsa glaciei evaporatione et de phaenomeno quodammodo miraculoso, corpus solidum moleculas emittere, quae statim gazosum formare possunt, ipsum phaenomenon locum habere inde concludimus quod frigus oriatur majus, quam quod solo calorico fluiditatis, vel solo elasticitatis, latentis facti, jure tribuatur; est eorum summae fortasse aequale: aquae insuper evaporatione frigus non majus oriri quam $+ 32^{\circ}$ F. patet, cum vero thermometrum altius etiam descendere videamus, jure tribuimus phaenomenon glaciei evaporationi; glaciem autem immediate aëre absorberi posse, hiberno tempore observamus, cum, plateas nive obiectas, forti vento orientali, sensim sensimque ea liberari videamus.

Jam vero indicavimus, acidum carbonicum arte in solidum corpus reductum, eadem ratione scil. ejus evaporatione inservire ad vehementissimum frigus producendum; sed animadvertendum est, ambo phaenomena quodammodo differre, nam ipsa glacies evaporat et minime in aquam convertitur antequam vapores emittat, sed in experimento cum acido carb. condensato rapidissimus progressus, ut solidum in liquidum et liquidum in gazosum transferatur corpus, nos docet frigus hoc modo ortum revera deberi, pro parte, calorico fluiditatis latenti facto, pro parte, elasticitatis; acidum carbon. enim ut solidum existit eadem ratione qua glacies evaporat, sed lentissime et frigus productum non tam vehemens est, tamen parvam quantitatem mercurii congelare potest, quum vero ipsi aetheris quantitatem addamus, ita ut massam adipiscamur oleaginosam, primo loco latens reddimus calorico fluiditatis et liquidum hoc modo praeparatum, stanti pede evaporare incipit, quo facto iterum calorico latens reddimus, transitu corporis liquidi in gazosum: de ipsa methodo videamus.

Ut in omnibus experimentis, secundum FARADAYI methodum institutis ad gaza in liquida mutanda, utimur vel corpore, quod tubo inclusum, cujus hic terminus retortus, ille recipiens existimandus est, calore decomponamus, vel talibus corporibus, quae sese mutuo decomponere possunt, et quae quo minus sese decomponant, antequam tubum hermetice cluserimus, impediuntur: sic methodus acidi carb. condensandi in eo consistit, quod talia corpora, quorum mutua actione acidum carb. profluit, in spatio quodam clauso combinemus. Quum ergo, ut acid. muriat. condensemus, in tubo vitreo apte inflexo, ponamus acid. sulph. cum muriate amm., quae

corpora tunc demum, in contactum veniunt, cum tubum clausurimus, quo facto decompositione obtinemus acidum mur. liquidum, sic gazum Acid. Carb. *liquidum* obtinere possemus, si v. c. bicarbonatem sodae cum acid. sulph. diluto adhibeamus. Quum vero quantitas, qua nobis opus est in experimentis de frigore artificiale hoc modo producendo, nimia sit, ut in tubis vitreis condensaremus, qui procul dubio destruerentur, et quum gaza difficiliter e talibus tubis liberare possumus, vasa composuerunt nonnulli, formae et constructionis peculiaris, 1) ut decompositio salis et gazi formatio, tunc demum inchoaret cum bene clausum sit vas. 2), ut condensatum et porro ad frigus producendum adhibendum, facile e vase oblineamus 3) ut pressioni vehementissimae resisterent.

Primus THYLORIERUS machinam condensatorem composuit, quod omnibus hisce conditionibus satisfacit; pars principalis est cylindrus EE, fig. XXII, ex aurichalco (klokspijs) confectum, cujus diameter est 26, longitudo 76 centimetrorum, ipsius metalli crassitudo est 4 centimetrorum, dum vasis capacitas est circiter 6 litrorum. Clauditur vas cochleis E, E, quae fortissime apprimendae sunt ope clavis, ut pressioni 70 ad 90 atmosphaerarum resistere possint quoniam gazum acid. carb., quum in vase condensatum adsit, inde a + 32° F. ad 86° F. calefactum varios pressionis gradus exerceat a 36 ad 73 atmosphaeras. Altera pars, cujus optima requiritur constructio, est mn, parvus cylindrus cum majore vase et cum aëre atmosphaerico externo, qui communicationem dare et interciperi potest; quaenam operatio perficienda est, ope stili q cujus extremitas coniformis, foramen ejusdem formae exacte claudit. Stilum ope cochleae attollere et deprimere possumus, ita ut foramen coniforme in interno cylindro,

aperiatur vel claudatur. In hocce foramine tubus *p* originem capit. Quum experimentum instituere cupiamus, vas *EE* sursum ponitur et una cochlearum *EE* retorta, per aperturam $3\frac{1}{2}$ libra aquae infundimus, sicuti 1500 grammata bicarbonatis sodae; quo facto, cylindrum e cupro rubro confectum per eandem aperturam imponimus, continentem acidi sulph. concentrati semi-litrum. Clauditur vas ab omni parte et quodammodo inclinatur ut corpora misceantur, quod porro melius perficiendum, vase posito, inter duo puncta, foraminibus cochlearum *E* et *E* includentia, et hoc modo motui rotatorio per pauca momenta subjecto. Vas continet tunc acid. carb. liquidum, gazum acidi carb. quam maxime condensatum, aquam et sulphatem sodae; facile destillationi gazum submittimus et a salina solutione liberamus, quum primum vas communicare jubeamus cum altero ejusdem formae, et quod glaciei immergimus. Cum ergo condensatum obtinimus gazum, convertimus epistomium ope cochleae, et vehemens gazi fluxus exinde oritur, cujus expansione frigus tam vehemens producit, ut ipsum gazum in statum solidum convertatur, et nivis instar e tubo decidat. Ope parvi cylindri aenei *P* tubo praediti *p'*, alterum vasis tubum *p* accurate includentis, nivem hanc colligere possumus; in ambobus cylindri fundis aperturae adsunt, quibus porro effugere possit; quum in ipso cylindro massa congregata sit compacta, fundus auferendus est, ut evacuetur.

Acidum Carbonicum solidum factum, licet ad temperiem existat satis infra 0° F., ita ut digilis, si tangatur, hi quasi comburantur, vel uti fit si mercurium congelatum manibus tractamus, totum effectum nondum praebet, caloricum male conducere videtur et sensim

sensimque gazi formam recuperat, eadem ratione ac glacies sub antliae pneumaticae recipiente, quare, ut modo jam monuimus, frigus quidem oritur sufficiens, ut mercurii parvam quantitatem congelemus, sed magis efficax fit, si acido aetheris parvam quantitatem affuderimus, quo facto illud liquefacimus et massam obtinemus oleaginosam, cujus evaporatio tam ingentem calorigi quantitatem latentem facit, ut plusquam trigecies, imo quadragecies sui ipsius pondus mercurii congelare possit, cum THYLORIER temperiem producerit -185° F., thermometro spiritu repleto indicatam.

ADAMS et SCHMIDT apparatus modificarunt. SCHMIDT usus est cylindro ferreo B, fig. XXIII, cujus parietes internos plumbo obduxit, ne acido corrodantur, cylindrum frustis carbonatis calcis replet et antlia condensatoria A acid. mur., in cylindro imprimit, acid. carb. hoc modo praeparatum in alium cylindrum destillat et condensatur. Fluidus murias calcis canali D effunditur, et per aperturam E nova quantitas carbonatis immittitur. Apparatus, quem THYLORIERO debemus, huic praefertendus videtur, nimius est epistomiorum numerus, per quaedum saepe iis utimur, gazum tam vehementem pressionem exercens erumpere potest.

Varias cum exposuerimus methodos, quibus frigus artificiale producere possumus, ad conclusionem pervenimus methodum descriptam non tantum ceteras superare propter majorem efficacitatem, verum etiam ceteris praefertendam esse propter simplicitatem et commoditatem, quaecum in multis casibus adhibetur, in iis quoque, ubi acidorum corrodentium praesentia noceret. Sic v. c. FARADAY machina haec condensatoria usus est, ut exploraret

utrum praeter ferrum, niccolum et cobaltum, alia quoque metalla intenso frigori submissa, proprietates acquirerent magneticas, quod prius crediderunt nonnulli. Experimenta haec docuerunt metalla explorata refrigerio non magis quam antea magnetica facta fuisse. At, quamvis dicta methodus reliquas facile vincat, mixturae tamen refrigerantes suo habendae sunt pretio, iis inprimis casibus ubi non tam ingenti frigoris gradu nobis opus est, v. c. in refrigerandis recipientibus; longe quoque minus pretiosae sunt mixturae, quum facillime varios, quibus WALKER usus est apparatus, nobis procurare possimus, dum THYLORIERI apparatus, constet 1200 fr. Restat ut in memoriam revocemus, experimenta haec maxime esse periculosa, propter summam acidi carbonici tensionem; quae quoniam cum temperie ingenti ratione crescat, bonum videtur ipsam machinam in mixtura refrigeranti ponere.

Quod si de horum experimentorum utilitate quaeratur, primum observandum venit phaenomena ideo, physicorum attentione perdigna esse, quoniam conditionum determinatio quibus frigus oritur aequae necessaria videtur, quam quibus calor nascitur; corporum proprietates tum demum optime cognoscemus si in variis statibus ea examinemus adeoque, non tantum summo caloris verum etiam frigoris gradui submittenda sunt, ut videamus quomodo sese gerant in variis istis circumstantiis. Rem ut uno tantum exemplo illustremus, in memoriam revocabimus legem satis generaliter adoptatam, gazorum volumina inverse proportionalia esse pressionibus; jam frigus artificialem ansam nobis praebuit, facilius et magis quam antea fieri potuit, condensandi gaza, eaque methodus nos docuit

gaza, huic legi non amplius obedire quando ad punctum liquefactionis appropinquent.

T A B U L A ,

VARIORUM CORPORUM PUNCTUM CONGELATIONIS EXHIBENS SICUTI MAXIMUM FRIGORIS GRADUM TUM NATURALIS TUM ARTIFICIALIS.

- 185° F. Frigus, quod THYLORIER machina sua condensatore produxit.
- 91° » » » WALKER mixturarum ope maximum produxit.
- 50° » » in Sinu HUDSONII observatum.
- 55°) » maximum naturale, quod PARRY et Ross
- 60°) observarunt.
- 47° » Aether sulphuricus congelat.
- 46° » Ammonia liquida »
- 45°,5 » Acidum Nitricum, cujus gr. sp. 1,424 congelat.
- 45° » » Sulphuric. » » » 1,6145 »
- 39° » Mercurius congelat.
- 30° » Acid. nitrici cuj. gr. 1,407 punctum congelationis.
- 26° » » sulphurici 1,806 » »
- 23° » Frigus GLASCOVII observatum anno 1780.
- 18° » Acid. nitricum, cujus gr. sp. 1,3880 congelat.
- 17,7° » » » » » 8,2583 »
- 12,4° » » » » » 1,3290 »
- 7° » Spiritus vini »
- + 1° » Acidum sulphuric. cujus gr. sp. 1,8376 »
- + 4 a 5° » Acidum hydrocyanicum purum »
- + 4° » Sal commune cum aqua, 25 : 75 »
- + 16° » Oleum therebinthini »
- + 20° » Vina fortiora congelant.
- + 23° » Oleum Bergamotti congelat.

- + 25° F. Sanguis humanus congelat.
- + 23° » Acetum »
- + 30° » Lac »
- + 32° » Punctum glaciei fusionis.

A P P E N D I X.

In omnibus casibus, ubi corporum capacitatem pro calore diminuere possumus, caloricum liberum fit et facultas nobis est, corpori, temperie ad eam atmosphaerae reducta, primitivam capacitatem reddendi; quo facto caloricum liberum ipsius corporis, caloricum amissi locum tenebit et latens fiet, ut corpus in primum statum redeat; necesse est contra, in omnibus casibus, ubi corporum capacitatem pro calore augeamus, caloricum latens fiat et frigus nascatur, quum autem corpori, medii ambientis temperie accepta, concedatur ut primum statum recuperet, quantitas caloricum libera fit, ei aequalis quae antea latens facta erat. Exemplum facile invenimus, cum v. c. volumen frusti gummi elasticae extrahendo augeamus, capacitas pro calore augetur et frigus nascitur, si vero volumen primitivum redire jubemus, caloricum nascitur; experimentum facile fit, dentibus unam extremitatem quum teneamus, ita ut labia gummi elasticae attingant, dum manu alteram extrahamus, quo facto frigus oriri

labia indicant, dum caloricum liberum fieri in altero casu demonstrant. Gaza inprimis ad haec experimenta apta sunt, cum valde comprimantur et dilatentur, scimus autem eorum capacitatem pro calore quam maxime compressione diminui, ac eadem ratione augeri dilatatione; quum ergo gazum in cylindro adsit, cujus fundum ope emboli movere possumus, ad libitum calorem vel frigus producimus, cylindri volumene diminuto vel aucto.

Cum v. c. aërem atmosphaericum rapidissime ad volumen quinquies minus comprimamus, quantitas caloricæ libera fit ingens, ita ut lux nascatur et amadou (zwam) inflammetur, cui operationi temperie majore quam $+572^{\circ}\text{F}$. opus est, cum autem cylindrum aërem compressum continentem refrigerare jubeamus, ut atmosphaerae temperiem accipiat, aequalis caloricæ quantitas latens fit, cum subito primitivum volumen accipere possit, et ingens nascetur frigus. E compressione acidi carb. et frigore ad orificium ortum, quo solidam formam acciperet, jam vidimus hujus enunciati veritatem confirmatam. Quum aërem atmosphaericum ad pressionem trium vel quatuor atmosphaerarum in cylindro comprimamus, epistomio aperto, ejus dilatatione frigus oritur tantum, ut aquae vapores simul cum aëre condensato sub glaciei et nivis forma in orificium deponantur, eadem ratione qua in machina condensatoria acidum carbon. condensatur. Fons Hieronis in metallifodinis chemnicensibus in Hungaria egregium quoque hujus rei praebet exemplum. Est machina fig. XXIV, proposita, et ut aqua in fodinis extollatur destinata. Partes principales sunt duo vasa, unum majoris B, alterum minoris voluminis C, et aquae fontes A et L, A in medio monte, L in ipsis fodinis originem capit: hujus postremi aqua exhaurienda est. Fit operatio hoc modo. Aperiuntur duo

epistomia *k* et *m*, ita ut aqua e cysta *L* per tubum *ll* in vas effluat *C*, quod plane repletur, quo facto clauduntur ambo epistomia, sicuti *e* et *f*. Aperiuntur autem *c* et *g*, ut aqua e tubulo *bb* in vas *B* affluere possit, sensim sensimque aqua repletur et aër, primum qui continebatur tubo *ghh* in alterum vas protruditur, ita ut hacce pressione aqua e vase *C* per tubum *nno*, in altum attollatur, et ad altitudinem 104 pedum perveniat, ubi effunditur. Quum, vase *B* aqua repleto et tota, quae prius continebatur aëris quantitate, in alterum *C* transportata, cujus volumen est dimidium circumcirca alterius claudatur epistomium *g* et aperiatur *m*, aër in vase *c*, quam maxime compressus, primo quia ejus volumen est multo minus, quam alterius, secundo quia columna comprimitur 104 pedum aqua, transitu subitaneo in aërem externum per tubum *pp*, quam maxime dilatatur, vehemens oritur aëris fluxus, et frigus tam ingens ut nix et grando fermentur et glaciei frusta tubo adhaerescant.

Non semper phaenomena hujus generis tam facile explicanda sunt, tandiu quam aër vel quodcumque gazum in spatium protruditur satis magnum, ut moleculae libenter sese movere possint, nec una alteram, quominus sese moveat impedit, simplex est phaenomenorum explicatio. Gazum antea condensatum fluxum format longe minorem densitatem habentem, quare cum thermometrum in fluxu ponamus, frigus oriri videmus; quum vero spatium quodammodo sit definitum, ita ut, cum aëris quantitas jam adsit et nova affluat, condensatio locum habet, et saepius calorem loco frigoris observabimus, vel neutrum quoque cum unum alterumve obtinere putassemus. Quum nec calorem nec frigus ortum videamus, varii condensationis et dilatationis effectus tam celeriter sibi succedunt, ut sese

invicem destruant: eadem quantitate quae condensatione liberata fuerat, iterum absorpta in sequenti dilatatione. Quum calorem loco frigoris observemus, hoc locum habere non potest, nisi in locis, ubi thermometer positum sit, condensatio fiat; singulorum phaenomenorum exempla afferre cupimus. Quum ope follis aëris fluxum in thermometri bulbum dirigimus, ideo nec calorem nec frigus nasci videmus, quia aëris in folli condensatio locum non habet, nisi eodem tempore ad orificium dilatatione succedente; qua aequalis calorigi quantitas latens fit, quae condensatione libera facta erat. Si quis objiciat, talem fluxum tamen frigoris sensum in corpus exercere humanum, respondeamus corpus humanum majore temperie gaudere, quam aër circumdans et thermometer, eandem quam corpus nostrum indicans temperiem ac aëris fluxum recipiens statim descendere ad illam aëris cingentis; hinc aëris fluxum nil praestare, nisi accelerationem in aequilibrio inter thermometri aërisque temperiem restituendo, intelligimus. Quum eadem res sit, quasi thermometer vel corpus nostrum eadem celeritate, qua aëris fluxus movetur, per aërem transportaremus, quo facto, identidem cum aliis particulis minore temperie gaudentibus in contactum veniens, per aequale temporis intervallum majorem calorigi quantitatem amittat necesse est, quam quum in quiete versetur.

GAY LUSSAC et WELTER experimenta hujus generis instituerunt et invenerunt phaenomenon ei, quod commemoravimus aequale. Ope gazometri aëris fluxum constantem in thermometer direxerunt, nec calorem nec frigus ortum observarunt. Tamen LEGRAND demonstrare conatus est aëris fluxu, hoc modo producto, frigus oriri, quod opinionum discrimen, indicat summis adhibitis curis

haecce experimenta instituenda esse. Fortasse thermometri positio scil. ejus distantia inde a tubi orificio, sicuti positio magis minusve lateralis temperiei indicationem modificare potest; et revera minime credendum est varia thermometra in spatio posita, ubi talis aëris fluxus locum habet, omnia eandem temperiem indicatura esse, potius erunt quae diminutionem, quae incrementum et quae constantem indicant temperiem, secundum loca, ubi sese habeant et ubi aër dilatetur, comprimatur, vel eadem gaudeat, qua antea densitate.

Hic sponte sua in memoriam venit phaenomenon illud admirandum, locum adesse ubi charta, aëris fluxu e tubo proviniente, non amplius repellatur, ut observare solemus, sed attrahatur et in tubi orificium apprimatur. Fortasse ambo haec phaenomena conjungenda sunt ut rite explicentur; chartam enim in orificium propelli intelligimus, quum ponamus vacuum aëris fluxu ortum esse, thermometri igitur descensus et motus chartae eidem causae tribuendus videtur.

Si duo vasa aequalia alterum aëre vacuum, alterum aëre plenum, tubo jungamus et epistomio versato, aëri concedamus, ut ex uno in alterum effluat, aër in priori vase dilatabitur et frigus orietur fere tot graduum, quot in posteriori calor. Quum autem aërem atmosphaericum liberum in recipiens intrare jubemus, primo loco ejus dilatatione frigus nascetur; descendet thermometrum, ut, ubi ad fixam temperiem pervenerit, iterum adscendat, condensatione aëris in recipiente.

In omnibus hisce experimentis vasium volumina relativa observanda sunt.

THESES.

I.

Major pluviae quantitas quae in atmosphaerae stratis inferioribus colligitur, tribuenda videtur causis localibus.

II.

Minus recte contendunt nonnulli, aquam crystallisationis, solutione salium anhydrorum in aqua, *solidam* formam accipere, eaque de causa caloricum *liberum* fieri. Est enim actio chemica caloricum liberati causa, quemadmodum in combustionè caloricum non liberum fit *condensatione*, sed *actione chemica*.

THESES.

III.

Principia, quae posuit Iyell, fundamentalia de rupium classificatione aliis sunt praeferenda.

IV.

Inventio, aheni machinae atmicae, electricitatis conductore muniendi nullius pretii.

V.

In electricitatis atmosphaericae phaenomenis, distinguenda sunt ea, quae ipsius atmosphaerae et quae nubium debemus electricitati. Haec, non aquae in terrae superficie, evaporationi tribuenda sunt.

VI.

Dualismus in Electricitatis theoria non admittendus.

VII.

Affinitatis, quae vocatur praedisponens, theoria ejusmodi laborat difficultatibus ut ad phaenomena explicanda aegre admitti possit.

VIII.

Inductionis phaenomenon, in Electricitatis theoria basis ac fundamentum accipiendum est.

THESES.

IX.

Chimiea physicesque definitio eadem eademque existimenda videtur.

X.

Haec est Philosophiae naturalis medico utilitas, quod, antequam ad magis complicata, naturae organicae sese convertat phaenomena, primo loco simpliciora *motus* cognoscat. In hisce tota est natura.

XI.

Lex naturalis est constans relatio inter phaenomenorum elementa: tempus, spatium, velocitas, vis.

XII.

Solidum chimieae fundamentum, ex electricitatis atque calorigi theoria petendum esse statuemus.

XIII.

Satis imprudenter nonnulli demonstrare conantur electricitatis e variis fontibus haustae identitatem.

XIV.

Temperies propria corporis animalis a respiratione non dependere statuimus.

THESES.

XV.

Academicae institutionis finis imprimis haec esse videtur ut adolescentium ingenii ecumen atque ἐνεργεία augeatur.

