

241

D3

3

DISSERTATIO PHYSICA

CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE

W. H. CUMMINGS

DISSERTATIO PHYSICA

CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE.

QUAE

ANNONTE SUMMO NUMINE.

EX AUCTORITATE ELECTORIS MAGNIFICI.

JACOBI CORNELII BROEHS.

MDCCCXXXIII. PARS I. PAG. 1-16.

DISSERTATIO PHYSICA

Pro gradu Doctoratus et Magisterii.

DE

SCIENTIIS IN MATHEM ET PHILOSOPHIA NATURALI DONANDIS SE. PRIVILEGIIS.

CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE.

QUI ET ELECTRICITATE CONDUCENDIS.

GENEVAE.

GUILIELMUS ADRIANUS ENSCHERE.

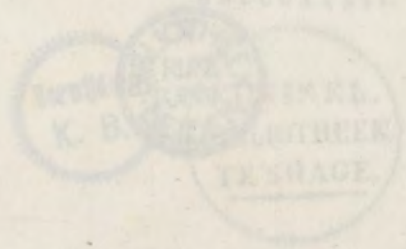
PARISIIS.

ANNO DOMINI MDCCCXXXIII. PARS I. PAG. 1-16.

LEONARDI - MATAYORUM.

GENEVAE.

MDCCCXXXIII.



DISSERTATIO PHYSICA

10

CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE

DISSERTATIO PHYSICA
DE
CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE,

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI,

JACOBI CORNELII BROERS,

MED. CHIR. ET ART. OBST. DOCT., MED. PROF. ORDIN.

COMMITTONIBUS ET AMICISSIMIS

NOBILISSIMI ORDINIS DISCIPLINARUM MATHEMATICARUM AC PHYSICARUM DECRETO,

Pro gradu Doctoratus et Magisterii,

SUMMISQUE IN MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA LUGDUNO-BATAVA,

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

DEFENDET

GUILIELMUS ADRIANUS ENSCHEDÉ,

HARLEMENSIS.

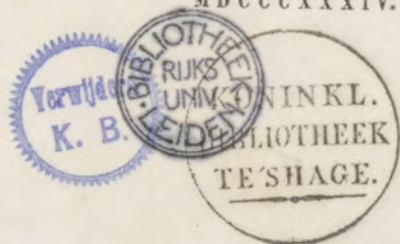
AD DIEM XXVIII JUNII MDCCCXXXIV, HORA I—II.

hanc scripturam

LUGDUNI - BATAVORUM.

J. C. C Y F V E E R.

MDCCCXXXIV.



D I S S E R T A T I O P H Y S I C A

DE

CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE

QUAM

ADDUENTE SUMMO NUMINE

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

JACOBI CORNELLII BROERS

MDCCCXXXII

ACADEMIAE REGIAE LITTERARUM, HISTORIAE, PHILOSOPHIAE ET THEOLOGIAE

IN HOLLANDIA

ACADEMIAE LUGDUNO-BATAVAE

IN HOLLANDIA

AD HONOREM

DECEDE

GUILIELMUS ADRIANUS ENSCHEDÉ

HARLEMENSIS

AD DIEM XXVIII JUNII MDCCCXXXII, HORAE 1-12

LUGDUNO-BATAVORUM

Ex Typographéo JON. ENSCHEDÉ ET FIL. HARLEMI.



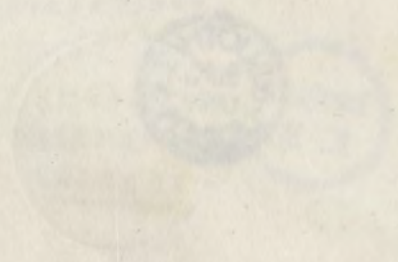
DESCRIPTIO

CAVITATIS EXCAVATAE

COMMITTONIBUS AMICISSIMIS

ACADEMIAE LUGDUNO-BATAVAE

AUCTOR.



P R A E F A T I O.

Folia quae sequuntur continent cum descriptionem et comparisonem phaenomenorum thermicorum, quae electricitatis ope prodeunt, tum recensionem legum, quas inde deduxerunt physici.

In tractandum hocce argumentum tantam impendi operam, quantam mihi ob angustum, quo uti potui, temporis spatium licuit, utilem mihi putans fore laborem neque ingratum, si inquirerem phaenomena, quibus intimus apparet nexus, quo generalia naturae agentia, ut dicitur, electricitas et caloricum, conjunguntur. Si quidem in omni naturae indagatione bene attendendum est, quid constet, quaenam hypotheses convenient vel pugnent cum observata naturae agendi ratione, minime hoc omittendum in nexûs illius dijudicatione, qui multifariam atque tam manifeste perspicitur, ut recentioribus hisce temporibus viri in disciplinis naturalibus praestantes contentur, neque frustra ut videtur, utraque agentia ad unum redigere principium, ex uno deducere fonte.

Postquam enim innotuit ratio, qua electricitas et calor in multis propagatur substantiis, et actio, quae in excitatione electricitatis voltaïcae animadvertitur, rectius est cognita, nuperrimeque detectae sunt insignes notae electricitatis quae fit pressione, frictione etc., multo nunc luculentius et in dies magis apparet analogia, quae est inter modos, quibus calor et electricitas nascuntur, nec non inter leges, secundum quas principia haec propagantur et communicantur.

Attamen non solum observatur inter multas utriusque principii proprietates analogia quaedam, quae fortasse existimari posset similitudo quasi fortuita esse effectuum diversis e causis nascentium; patet enim, praesertim post detectam thermo-electricitatem, caloricum cum electricitate mutuo arctissi-

moque vinculo esse junctum; ita ut physica nunc doceat, calorem excitare posse electricitatem, nec minus ab eadem posse excitari; haec autem verba enunciant id quod animadvertitur, minime vero definiunt intimam harum virium naturam.

Revera et caloris et electricitatis latet adhuc indoles. Exstent hypotheses, quae singulorum phaenomenorum rationem reddere possint, nulla vero theoria hucusque eo pervenit ut necessitudinem, quae inter haec principia primaria intercedit, explicuerit. Multae quidem hac de re immerito valuerunt conjecturae, quae fere omnes adscripserunt causam phaenomenorum electricorum fluido sui generis, subtilissimo, non simplici sed composito, nimirum secundum nonnullos auctores e calórico vel igne et photogenio, ex phlogisto et acido quodam, secundum alios e tribus elementis, calórico, photogenio et oxygenio; imo secundum alios e quatuor elementis composito, nempe e calórico, phlogisto, luce et acido vel substantia quadam innominata. Sed misso phlogisto, missis omnibus hisce sententiis diversis, etiam nunc sunt physici qui cum illis hac in re conveniunt, dum caloricum partem esse constituentem electricitatis contendunt. Omnibus autem hisce hypothesis, ut alia sileam, excitatio imprimis thermo-electricitatis contraria est; quam enim combinatione vel decompositione *pars* (nempe caloricum) fiat *totum* (id est electricitas) vel id producat, minime probatur istis theoriis; quod sane non facile aliquis nunc explicare potest, exceptis fortasse hyperphysicis, qui, abutentes nomine philosophiae naturalis, per ambages, atque assumptis *viribus occultis* vel motu quasi voluntario materiae, omnia explicare posse sibi videntur.

Hanc autem fallacem normam minime sequuntur ii, qui accurata dijudicatione phaenomenorum probe cognitorum, novorumque sagacissima inventionem, proprietates inquirunt antequam explicationes emittant, quae profecto nugae censendae sunt nisi nitantur et confirmentur experientia. Tali observandi recto modo hac etiam in parte, de qua diximus, naturae cognitio egregie augetur, et nulla adest causa, cur non expectaretur fore ut aliquando, si vera illa servatur via, leges, quibus calor atque electricitas obtemperant, ex uno eodemque principio deducantur. Sic nimirum magnetismum conjungendum esse cum electricitate jam apparuit, non ope conjecturarum de natura horum principiorum, sed observatione, qua patuit analogia inter

eorum effectus, imprimis autem experimentis, quibus detectum est, quomodo phaenomena unius ex altero oriantur et ab eodem regantur.

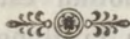
Experimenta, quae indicaverunt nexum inter calorem et electricitatem, sunt varia, sed ubique dispersa, ita ut plura in compendiis, quae tractant de universa physica, omnino desiderentur. Calorem nasci per electricitatem, certo constat, sed quando et quonam modo haec fiat excitatio, quibusnam legibus haecce obtemperet actio, satis incertum est, et magnopere differunt auctorum sententiae his de rebus; harum igitur investigatio nova et de industria instituta nequaquam supervacanea, quin omnino necessaria videtur. Talem quidem laborem quum pro viribus suscipere decrevissem, prius quodquod ab aliis repertum et probatum est, colligendum et recensendum mihi esse putavi. Trado igitur quaecumque hunc in finem contuli, discendi et mei ipsius exercendi causa potius, quam ut physicae scientiae prodessem; nam tironi nihil amplius quam ut sibimetipsi prosit sperare licet. Quia tali consilio qualemcumque hunc conscripsi libellum, precari decet ut lector (si quis erit) indulgens sit juvenilis conatûs mei imperfectissimi iudex.

Variae impediverunt causae, quas hîc commemorare non attinet, quominus hucusque perfecero quod mihi proposueram, nempe propriam investigationem experimentalem, quam huic scriptioni addere volueram et quam expectavisset certe unusquisque, cui notum est, quantis auxiliis atque consiliis clarissimi professores in Academia Lugduno-Batava faveant studiis discipulorum, qui Mathematicis et Physicis scientiis incumbunt. Singulari hac praeceptorum benevolentia, quae per omne academicum stadium mihi contigit, et quam grato animo semper recordabor, fretus, spei tamen indulgere audeo, me propositum illud et inchoatum opus posthac perfecturum esse.

Cum fugienda sit molesta verborum repetitio, *electromotorem* appellavi quodcumque corpus in quo electricitas adest frictione, pressione, partium disruptione, voltaïca actione, calore etc., verbo, qualicumque actione mechanica vel chemica. *Conductor* dicatur corpus in quo electricitas adest, aut cui communicari potest, propter contactum, praesentiam vel vicinitatem electromotoris: ubi igitur aequilibrium electricum turbatum est, agente causa non primaria sed secundaria. Appelletur *conductor* vel *arcus claudens*, vel simpliciter *arcus*, corpus per quod electricitas unius loci sese conjungit cum negativa alterius: v. g. filum metallicum, quod tangit utramque super-

ficiem phialae Leidensis, communicatve cum polo zincoo et cupreo columnae voltaicae; haec conjunctio (neutralisatio) electricitatum, quae dicitur *fluxus*, pro diversa actionis diurnitate est vel *fluxus continuus* vel *momentaneus*. Fluxum dicimus directionem sequi a corpore ubi positiva ad alterum ubi negativa adest electricitas.

Ceterum, de latinitate in hujusmodi descriptione de physico argumento, non est quod moneam; hoc unum, ut magnarum difficultatum, quas ipsa materiae fert natura, rationem habens lector juveni qui imperitiae suae sibi conscius est, nec aliam ab causam quam quia, nisi lex, saltem academicus a majoribus receptus jubet mos, latine agitare stylum conatus est, ignoscat, ex animo precor.



CALORE QUI EXCITATUR ELECTRICITATE.

P A R S P R I O R.

DE FLUXUS MOMENTANEI EFFECTU.

1. Quamprimum animadversa est scintilla electrica, nata suspicio, electricitatem ignis proprietates habere. Ita, e. g. DU FAYE (a) jam contendit, omne corpus, quod vulgari modo facile comburi potest, etiam a scintilla electrica inflammatum iri; quod tamen efficere praeter expectationem ipse frustra conatus est; sed, ut deinde apparuit, tantum propter imperfectos apparatus quibus utebatur; nam aliis physicis, ut LUDOLPHIO, WINKLERIO, GRALATHIO, BOZIO etc. (b) res successit; lagena autem inventa Leidensi, usitatissima erat combustio electrica. Hic quidem effectus, caloris effectui similis,

(a) PRIESTLEY, *Hist. of Elect.* 2 ed. p. 46.

(b) *Ibid* p. 72. seqq.

tanti momenti habebatur in definienda natura electricitatis, ut vox *ignis electricus* olim satis universe adhiberetur ad significandam eandem causam (ignotam) quam hodierni *fluidum electricum* appellare solent.

2. Physicus Americanus KINNERSLEY primus fuit, qui liquefecit filum metallicum ope exonerationis electricae. Metalla, fulmine icta, eadem causa excandescere, liquescere atque calcinari, repertum et demonstratum est a celeberrimo FRANKLINIO; ita ut non solum appareret, destructiones et deflagrationes fulminis electricitati tribuendas esse, sed etiam quo modo aver-tendae essent calamitates illae. Sed mirum profecto videtur, utrumque vi-rum excellentem initio sententiam secutum esse, in fusione metalli, per elec-tricitatem liquefacti, non agere calorem, sed fusionem illam tantum fieri separatione quadam violenti particularum (a). Non solum aliud non exsta-bat exemplum talis liquationis frigidae, ut ab iis dicebatur, sed calor in conductore, subeunte explosionem electricam, tam ingens esse potest, ut du-bitari nequeat quin hinc etiam adsit. Et quidem FRANKLINIO et KINNERS-LEYO facile exploratum et persuasum est, calorem semper agere tam in com-bustione substantiarum inflammabilium quam in liquatione metallorum; imo vero KINNERSLEY, ut exploraret quando et quomodo hinc nascatur calor ex electricitate, excogitavit apparatus, thermometrum scilicet, qui ab eo in-ventore nomen ducit, aptissimusque est ad cognoscenda varia phaenomena electrica (b).

3. In hoc thermometro atmosphaerico (quod fuse descriptum delineatumque invenias in compendio quovis physices) altitudo fluidi in tubo, qui ab altera parte apertus est, ab altera communicat cum recipiente vitreo clauso, in-dicat differentiam inter pressionem aëris in recipiente contenti, et pressio-nem aëris externi; si igitur temperatura aëris inclusi mutetur, fluidum de-scendat vel adscendat necesse est. Itaque apparatus est thermoscopium, et quidem sensibile; sed, ut usum etiam thermometri praestare possit, scias oportet, quam ratione altitudo fluidi pendeat ab aëris temperatura; et si cognoscere velis temperaturam corporis cujusdam in recipiens immersi, notum

(a) PRIESTLEY *Hist.* p. 167 seq. *Phil. Trans.* LIII. 92.

(b) *Phil. Trans.* LIII. 88. CAVALLO *Treat. on elect.* I. 257. &c.

sit quomodo illud corpus impertiatur suum calorem. Rem illam infra fusius tractare lubet; nunc autem hoc tantum constare sufficiat, quod ceteroquin perspicuum est, temperaturam aëris inclusi eo majorem esse, quo altius fluidum in tubo adscenderit.

4. KINNERSLEY circumdabat apparatus filio metallico conjuncto cum primo conductore machinae electricae; observabat fluidum ad libellam remanere, etiamsi filum praeditum esset maxima quantitate electricitatis, tam positivae quam negativae (*a*); ex quibus recte colligitur, neque positivam neque negativam electricitatem, si singulae corpori cuidam insint, ejus temperaturam augere.

5. Experimentum celeb. MARUMI idem et clarius probat. Cylindrus cupreus, cavus et insulatus, quinque pollices latus, undecim longus, oneratus fuit maxima illa machina electrica Institutionis Teylerianae, quae Harlemi est, tanta electricitate positiva vel negativa, quantam accipere potuit; supra hunc cylindrum ponebatur thermometrum maxime sensibile, ita ut decimam partem gradûs Fahr. indicare posset; mercurius autem in eo ne paucillum quidem adscendebat, neque etiam tunc quum globulus thermometri induebatur frusto carbonis, a primo conductore electricitatem petentis (*b*).

6. Cum igitur temperatura conductoris, in quo alterutrum principium, i. e. vel positiva vel negativa electricitas, adest, non mutetur, si observemus temperaturam augeri in electromotore, i. e. in corpore ubi electricitas excitatur, non hoc tribuendum est positivae vel negativae electricitati ibi praesenti et liberae, quia singulae id non efficere possunt; sed operationi, sive chemicae sive mechanicae, qua separantur principia.

7. Dum autem temperatura corporis non mutetur quamdiu electricitas ibi in aequilibrio manet, res aliter sese habet quando electricitas positiva et negativa confluunt, suamque invicem actionem tollunt (*neutraliseren*). Talis neutralisatio vel restauratio in aequilibrium, sive fiat motu unius fluidi, sive duorum in directionem oppositam, sive sit recompositio progressiva de una particula in alteram, sive sit motus quidam peculiaris particularum, fluxus dicitur; diversissimis modis sese manifestare potest.

(*a*) l. c. p. 90, 93.

(*b*) VAN MARUM, *Tweede Vervolg der Proefn.* &c. Haarlem 1795, p. 85 seq.

8. Dum elementa electrica perpetuo, sine ullo intervallo, a se invicem separantur in electromotore, et simul per conductorem perpetuo secum invicem conjunguntur, in conductore isto continuus est fluxus; e. g. in arcu claudente pilae voltaïcae.

9. Quando autem restauratio non perpetuo modo procedere potest ob mutatam et variam electromotoris et conductoris conditionem, fluxus, qui ita per breve modo temporis spatium locum habet, distinguendus a continuo, dicique potest momentaneus. Quum v. g. scintilla animadvertitur inter conductorem machinae electricae vicinumque corpus aliquod (excitorem); sive quum superficies interna phialae Leidensis armatae communicat per metallum cum superficie externa; sive quum splendor fulminis apparet inter nubes vel inter nubem et terram: in omnibus hisce casibus diversis idem tamen fit, restauratio scilicet turbati aequilibrî per brevissimum temporis spatium, conjunctio divulsorum elementorum; et differentia, quaecumque sit, inter fulminis et scintillulae effectus, quod ad calorem lumenque et tam ad mechanica quam ad physiologica phaenomena attinet, ea unice pendet a diversa electricitatis tensione et copia, nec non a dimensione materïeque medii ad conjunctionem adhibiti.

10. Hisce igitur distinctionibus propositis, breviter videamus de calore in corporibus fulmine ictis; nam cum effectus electricitatis in nubibus multo majores animadvertantur quam in quolibet apparatu physico, fulmen optime conducit ad cognoscenda in genere phaenomena electrica, quae calorem indicant.

11. Fulmen, iisdem legibus obtemperans, quibus electricitas e machina orta, prae ceteris metalla in via sua posita percutit; ea plus vel minus liquefieri, imo oxydari, calore inde nato, saepissime observatur. Docet etiam experientia, metalla, transeunte fulmine, pro diversa materiae natura mutatione affici, quae eo est minor, quo meliores sunt conductores electricitatis, et quo majores habent dimensiones; sic v. c. fila tenuia cuspidisque acutae fusionem subeunt, dum crassiores massae non mutantur; hanc ob rem nonnumquam tenuissimum stratum auri, quo lamina metallica obducta erat, fusione et dispersione ablatum invenitur, dum lamina crassior integra mansit.

12. Fulmen eam sequitur viam, qua minimam invenit resistantiam. Videre quidem solemus in aedificiis fulmen saepius aberrare a metallis, breviorumque sequi viam per corpora male conducentia; sed nihil obstat quominus ponamus, viam, qua fulmen suum scopum attingit, semper eam esse, quae minimam praebet resistantiam. — Sive conjunctio electricitatum fiat per conductores bonos, sive per malos, semper temperatura eorum crescit, nonnumquam ad ingentem usque gradum; ita ut non solum videamus, tecta straminea, lignum, ceteraque inflammari, sed etiam lapides ignescere et pro parte liquefieri. Vehemens haec actio probatur etiam vitrificatione, in superficie saxorum in summis montium partibus nonnumquam inventorum, fulmini sine dubio tribuendâ (a). Tubi denique, qui non raro sub terrae superficie et ad magnam usque profunditatem in aridis incultisque planis inveniuntur, e granulis quartzosis conglutinatis consistentes, actione fulminis formati sunt, ideoque recte dicuntur *fulgurales* (*Blitzröhren*, *Astraphyalitha*); quod nunc satis constat (b).

13. Observatione dignum est, corpora diversa inter se juncta, dum fulmine icuntur, ibi maxime calescere, ubi fulmen ab alio in aliud transit. Perticae metallicae v. c., quae ubique eandem habent latitudinem, apex, aut ea pars qua juncta est cum alio corpore, potius et magis incandescit quam ceterae. Sic experientia docuit, frusta metallica, hinc illicve in male conducentibus materiis, ut in muris aedificii, sparsa, magis fulmine affici quam alia inter se cohaerentia metalla; atque si metallorum conjunctio facta est ope cochleae vel ferruminis, his in locis imprimis fusionem locum habere (c). Idem infra videbimus in electricitate vulgari atque voltaica.

14. Fulminis ictus simul se patefacit violenta explosione; id est: corpora fulmini obvia subito dilatantur, separantur et saepe ad magnam distantiam

(a) Ut recte monuerunt DE SAUSSURE, RAMOND, v. HUMBOLDT aliique. Vid. *Gilb. Ann.* LXI. 261 & 315; LXXI. 340.

(b) Omnia fere, quae de his scripta sunt, collata et recensa invenies *Gilb. Ann.* LV. LXI. LXVIII. LXXI. LXXII. LXXIV. Vid. etiam *Ann. de Chim.* 1828. XXXVII. 320; ubi commemoratur, physicos BEUDANT, HACHETTE & SAVART similes tubos fabricasse ope machinae electricae.

(c) Conf. *Gehler Phys. Wörterb.* Bd. I. 1026. 1028. 1055. &c. *Gilbert Ann.* IX. 474.

projiciuntur. Transitus fulmineus nempe in corporibus pressionem internam exercet, qua corporis partes quoquoersum protruduntur; hac ratione tamen, ut propulsio fiat versus ea loca, ubi minima resistentia est obvia. Talis pressio lateralis, quae extrorsum et saepius quidem violento modo (a) agit, semper observari solet. Hanc ob causam tubi fulgurales intus cavi sunt, dilatati scilicet expansione laterali. Porro sonus tonitrûs indicat, aërem atmosphaericum in via fulminis rareferi, sese extendere; quae extensio causa est, cur objecta prope sita ad terram projiciantur, quasi depressa immensa vi; ut hominibus saepe accidit. Eodem modo explicari potest, cur apices arborum numquam laedantur fulmine, quippe quae flexiles a via ejus removeantur.

15. Minime autem cum explosione laterali confundendum aliud phaenomenon, quod dicitur *explosio revertens* (*choc en retour, returning strike, Rückschlag*) (b); neque etiam translatio materiae, quae fit in ipsa via non solum fluxûs voltaïci, sed etiam, ut FUSINIERIUS (c) recte docuit, electricitatis vulgaris. Explosio nimirum lateralis intelligenda est extensio ea, qua corpora a via fulminis removentur.

16. Quibusnam e proprietatibus electricitatis derivanda est explosio lateralis? Num cum plerisque physicis dicere sufficit, eam esse *peculiarem proprietatem mechanicam*? Non ita videtur; nec vagissimo hoc dicto contenti simus. Perspicuum quidem est, explosionem lateralem non oriri e repulsione mutua, quae inter particulas corporum existeret, dum eadem electricitate munitae sunt; nam notum est, corpus, quamquam summa quantitate electricitatis oneratum, non expandi. Praeterea in conjunctione elementorum electricorum, ergo etiam in fulmine, utriusque elementi actio, quae ex tensione apparet, non amplius existit. Si autem aliquis putaret, conductorem transmittentem fulmen, vel fluxum quemcumque electricum, eandem functionem praestare, ac fasciculum conductorum tenuiorum parallelorum et a se invicem disjuntorum, memor sit, in explicanda explosione, de qua agimus,

(a) In *Mem. of the Phil. Soc. of MANCHESTER* 1813. II. 262. narratur mirum exemplum explosionis fulmineae.

(b) De quo videantur LORD MAHON *Principles of elect.* 1780; aliaque compendia.

(c) *Bibl. Univ.* Dec. 1831. p. 371.

conductores, in quibus eadem directione transeunt fluxus (per majus vel minus temporis spatium, quod hîc nihil refert), sese attrahere, ut docet electro-dynamica; quapropter, si res ita sese haberet, condensatio sequeretur, minime vero discessio et repulsio, uti observatur.

17. Itaque explosio lateralis nequaquam deduci potest e virtute attractiva vel repulsiva electricitatis; neque aliam causam habere videtur quam calorem. Particulae enim, transitu fulminis calefactae, maxima vi a se invicem discedere conantur; et, quemadmodum substantiae male calorem conducentes franguntur et disperguntur, quando in una parte calefiunt, eadem ratione, cum violentissima explosione rumpuntur, fulmen dum perfluit; metalla contra, calorem facilius transmittentia, fulmine icta, numquam divelluntur et franguntur, dummodo homogenea sint. Praeterea, quum vehementi electrica actione afficiuntur, splendido nitore circumdata nonnumquam apparent metalla; splendida autem haec lux sine dubio nihil aliud est, quam particulae externae, quae, ignitae et fusae per calorem, protruduntur e superficie. Haecce omnia quia conveniunt cum effectum caloris, ad ejus provinciam pertinere lateralem explosionem electricam perspicuum est.

18. Neque hisce argumentis objici potest, nonnumquam v. g. arbores inveniri fulmine diffissas, quamquam non in omnibus earum partibus fragmentisque signa combustionis adsint; nam, cum fulmen imprimis petat partes liquidas arboris, easque ingenti calore in vapores vel gaza convertat, patet, extensionem vaporis vel explosionem gaza materiam solidam arboris, non solum quae obvia fulmini erat, sed etiam adjacentem, divellere posse.

19. Commemoratis praecipuis consequentiis, quae deducuntur ex observatione eorum quae in natura sublimi accidunt, revertamur ad humanam sagacitatem et artem, quae phaenomena fulminea imitatae sunt; quae quidem imitatio, quamquam procul abest a summa illa vi naturae, hanc tamen utilitatem affert, quod experimentis, pro libito variisque modis institutis, leges empyricae aptius inveniri et definiri possint, quam rara et periculosa nonnumquam fulminis observatione. Interest enim ut cognoscamus quomodo caloris gradus pendeat ab intensitate electricitatum quae sese conjungunt;

quod nec docuit fulmen, nec docere posset; quia quantitas et gradus condensatae in nubibus electricitatis, nulla determinari possunt mensura.

20. Mensuram autem adhibere possumus in machinis. Quando duae phialae Leidenses, omnino inter se aequales, eodem numero revolutionum ejusdem machinae, eodemque modo et iisdem conditionibus, i. e. eadem pressione, temperatura et humiditate aëris circumdantis, electricitate onerantur, utriusque post operationem prorsus eadem quantitas electricitatis inerit. Quando igitur plures similes phialae eodem modo onerantur, quantitas electricitatis accumulatae erit proportionalis numero phialarum; sive, quum dimensione lagenae a se invicem differunt, dum crassitudo qualitasque vitri omnibus et ubique eadem est, quantitas illa proportionalis erit vitri superficiei metallicâ laminâ obductae.

21. Cl. VAN MARUM usus est tribus apparatus Leidensibus compositis (*batterijen*), quorum superficies indutae erant metallico tegumento 135, 225 & 550 pedum quadratorum. Postquam phialae electricitate oneratae erant ad maximam usque tensionem, conjunctio superficiei internae et externae sagacissimo modo perficiebatur, ita ut omnibus phialis, eodem temporis puncto, electricitas abriperetur. Sic horum apparatusum fluxus transibant fila ferrea $\frac{1}{40}$ poll. diametri. In primo apparatu fili pars liquabatur 6 poll. longa; in secundo 10 poll., in tertio 25 poll. (*a*). Hi numeri optime conveniunt cum lege proposita a MARUMIO: longitudines scilicet filorum metallicorum ejusdem materiae et diametri, quae ab electrica explosione possunt fundi, proportionales esse quantitati electricitatis fila perfluentis.

22. Verumtamen si comparantur, quae doctissimus auctor commemorat de aliis a se institutis experimentis, dubium esse posset, num illam rationem semper existere statuendum sit:

(*a*) VAN MARUM, *Tweede Vervolg der Proefn.* Haarl. 1795. p. 209.

<i>Superf. vitri metallo obducti.</i>	<i>Longitudo fili fusi.</i>
45 ped. quad.....	.....7 ped. (a).
135 — —.....	.....25 — (b).
225 — —.....	.....50 — (c).
550 — —.....	.....104 — (d).

Qui numeri proportioni supra commemoratae minime respondent. Talium quidem experimentorum discrepantiam non est quod miremur; quia, licet adhibita accurata investigandi ratione, qua procedere solet physicus Hollandicus, apparatus Leidenses, praesertim tam ingentes, quam sunt illi quos supra diximus, difficillime et rarissime ad eandem tensionem onerantur, neque facile exonerantur aequali prorsus modo.

23. CUTHBERSON (e) contendit, reperisse se, quantitatem duplicem electricitatis liquare quadruplicem longitudinem fili; sescuplicem autem quantitatem liquare triplicem longitudinem; quod tamen secum pugnat:

nam cum.....A, 2A, 4A, 8A, &c.:

conveniret:.....l, 4l, 16l, 64l, &c.

nec minus cum..A, $\frac{3}{2}$ A, $\frac{4}{3}$ A, $\frac{27}{8}$ A, &c.:

l, 3l, 9l, 27l, &c.

Quod sic enunciari potest: cum $2^n A$ convenit $4^n l$; cum $1,5^n A$... $3^n l$, (A significante quantitatem electricitatis, l longitudinem fili fusi, n potentiam indefinitam). Si igitur fili longitudo quaedam = $4^n l = 3^m l$ ponatur (quod facere licet, cum m atque n non habeat definitum valorem) simul

(a) *Eerste Vervolg der Proefn.* Haarl. 1787. p. 45.

(b) *Beschrijving eener elect. machine.* Haarl. 1785. p. 167.

(c) *Eerste Vervolg.* p. 43.

(d) *Tweede Vervolg.* p. 221.

(e) *Gilbert Ann.* III. 13.

$2^n A = 1,5^m A$ necesse est; quia aequalis longitudo non nisi ab aequali quantitate liquatur; ex quo sequeretur:

$$n \log 4 = 2n \log 2 = m \log 3;$$

sed etiam $2^n A = 1,5^m A$; ergo $n \log 2 = m \log 1,5$;

igitur $2m \log 1,5 = 2n \log 2 = m \log 3$.

id est $2 \log 1,5 = \log 3$, $1,5 = \sqrt{3}$.

Quod cum minime verum sit, concludendum, utramque rationem alteri contrariam esse, atque igitur simul existere non posse. Imo neutra valere videtur; nam, si apparatus 45 phialarum potest liquare 7 pedes fili cujusdam ferrei, pro longitudine fusa ope 550 similium phialarum, prima a CUTHBERSONO proposita ratio (i. e. $2^n A$ convenit cum $4^n l$) daret 1029 pedes; secunda autem (i. e. $1,5^n A$ convenit cum $3^n l$) 5103 pedes. Quod admittendum non est, quia nimis discrepat cum longitudine a MARUMIO reperta, scilicet 104 pedes (22).

24. Rejecta igitur regula CUTHBERSONI, assumamus (quamdiu recentiora experimenta non obstant, quod infra videbimus) rationem quae placuit MARUMIO, scilicet numeros, qui exprimunt amplitudinem superficiei oneratae in apparatu Leidensi, maximamque longitudinem fili, quae per exonerationem liquari potest, constantem servare rationem, pendentem a materia et diametro fili metallici; hisce igitur manentibus, esset $A : A' = l : l'$. Monendum tamen, hac ratione non nisi apparatus similes inter se comparandos esse, atque tunc demum, quando utriusque virtus tam potens est, ut liquescat pars aliqua fili claudentis; nam sine conditione hacce, formula ad absurdum duceret.

25. In determinanda ratione, qua longitudo liquata pendeat a crassitudine fili ejusdem metalli, plurimum valent experimenta clarissimi MARUMII. Ecce hoc loco collata, quae ab eo reperta sunt:

Superficies vitri metallo obtecti.	Diameter diversus filorum ejusdem metalli.	Longitudo fili liquefacti.
45 ped. quad. (a).	$\frac{1}{240}$ poll.	84 poll.
	$\frac{1}{175}$ —.....	48 —
	$\frac{1}{140}$ —.....	24 —
	$\frac{1}{110}$ —.....	10 —
	$\frac{1}{90}$ —.....	5 —
135 ped. quad. (b).	$\frac{1}{75}$ —.....	$\frac{1}{2}$ —
	$\frac{1}{240}$ —.....	300 —
	$\frac{1}{151}$ —.....	180 —
225 ped. quad. (c).	$\frac{1}{40}$ —.....	6 —
	$\frac{1}{240}$ —.....	600 —
	$\frac{1}{151}$ —.....	300 —
	$\frac{1}{42}$ —.....	10 —
	$\frac{1}{38}$ —.....	5 —
550 ped. quad. (d).	$\frac{1}{240}$ —.....	1248 —
	$\frac{1}{150}$ —.....	720 —

26. Ut inquiramus quaenam consequentiae exinde deducendae sint ad determinandam rationem de qua agimus, assumere licet suppositionem, quae certe omnium simplicissima est, longitudinem nempe proportionalem esse alicui potentiae crassitudinis fili. Itaque, si huic hypothesei jungamus quod ex praecedentibus constare visum est, habebimus:

$$\frac{A}{\omega^n l} = c.$$

c assimiletur constanti valori pertinenti ad diametrum ω , longitudini l , quantitativae electricitatis A ;

$$\text{igitur } n = \frac{\log A - \log l - \log c}{\log \omega}.$$

(a) *Eerste Verv.* p. 45. (b) *Beschrijv.* p. 167 & 193. (c) *Eerste Verv.* p. 43. (d) *Tweede Verv.* p. 221.

Huic aequationi si substituis valores A , l , ω , e superioribus observationibus petitos (25), habebis quindecim aequationes ad determinandos duos valores incognitos n et c ; si ex valoribus, ita deductis e cognitis, medium sumis, (nam hic non opus est accuratiori methodo minimorum quadratorum), invenies pro n numerum fractum majorem quam 2, minorem quam 3. Sed, cum valores tam vehementer inter se discrepent, temere et perverse ex iis concluderetur, diametros filorum esse ad eorum longitudinem in ratione inversa, quae exprimeretur hacce fractione; neque etiam in ratione inversa duplicata vel triplicata vel quacumque alia; numeri enim adeo inter se differunt, ut indicare videantur, phaenomenon, de quo agimus, sequi quandam legem assumtae hypothesei contrariam.

27. Ad probandum quanta sit illa discrepantia, inserviat hocce exemplum :

$$\text{ex hypothesei } \frac{A}{\omega^n l} = c, \text{ sequitur } \left(\frac{\omega}{\acute{\omega}}\right)^n = \frac{l'}{l};$$

quando A est constans, i. e. quando apparatus aequali quantitate electricitatis praeditus est; si calculatur n e sequentibus valoribus :

$$\omega = \frac{1}{42}, \acute{\omega} = \frac{1}{38}, l = 10, l' = 5 \dots \dots (25)$$

$$\text{habemus } \left(\frac{42}{38}\right)^n = \frac{10}{5}, n = \frac{\log 2}{\log 21 - \log 19}, \text{ unde } n = 7.$$

Si autem utimur numeris: $\omega = \frac{1}{240}, \acute{\omega} = \frac{1}{175}, l = 300, l' = 180,$

$$\left(\frac{8}{5}\right)^n = \frac{5}{3}; n = \frac{\log 5 - \log 3}{\log 8 - \log 5}; \text{ ergo } n = 1,1.$$

Monendum tamen est, $n = 2$ satis veritati convenire, quando filum metallicum perparvi est diametri. Nam si calculatur n ex iisdem valoribus $\frac{1}{240}$ et $\frac{1}{175}$, adhibito apparatu 225 et 550 ped. quad., habemus $n = 1,4$ et $1,1$; adhibitis vero numeris $\frac{1}{240}$ et $\frac{1}{175}$, apparatu 45 ped., $n = 2$ circiter. Nichil igitur vetat, ne satis accommodato quodam numero hic assumamus, sectionem transversalem fili cylindrici tenuissimi, electrico fluxu liquati, esse in ratione inversa illius longitudinis. Num ratio rectius definienda sit alia quadam formula, infra videbimus, quando sermo erit de electricitate voltaïca.

28. Metalla omnia non aequae facile liquefieri explosione electrica, primus ostendit PRIESTLEYUS; atque ad determinandam regulam, quae hac in re servetur, usus est investigandi modo ingenioso (a), quem jam proposuerat FRANKLINIUS. Si judicare velimus e duobus metallis utrum facilius liquetur electricitatis motu quam alterum, requiritur ut haec explosio utrique conductori aequalis sit, quod non nisi difficillime perfici potest vulgari modo, i. e. onerando unam vel plures lagenas ad illum usque gradum, qui definitur indicatione saepe incerta thermoscopii, sive explosione spontanea; hac autem methodo, quamvis illâ melior sit, non omne tollitur dubium, utrum lagenae ad pristinam redierint conditionem, atque eadem tensione electricitatis denuo praeditae sint, nec ne. Methodus autem PRIESTLEYI hocce evitat dubium; quia in ea prorsus eadem exoneratio, eodemque temporis puncto, per ambos transit conductores inter se comparandos.

29. Doct. PRIESTLEYUS copulabat nimirum extremam partem duorum filorum vel duarum taeniarum diversi metalli sed ejusdem dimensionis, dum utrorumque filorum vel taeniarum altera extrema pars communicabat cum apparatu composito e lagenis Leidensibus, cujus explosio ita potens erat ut saltem alterutrum filum liquaret; quando autem ambo fila liquefiebant, illud dicebatur magis fusibile esse, cujus particulae ignitae dispergebantur; nam, si filum quoddam electrica explosione incandescit, potentiorque explosione liquescit, major adhuc quantitas electricitatis adhibita particulas de superficie protrudet et disperget. PRIESTLEY ita reperit, plumbum facilius liquefcere per electricum fluxum quam stannum, hoc autem facilius quam ferrum etc.; ita ut possent metalla secundum hanc normam sic ordinari:

Plumbum, stannum, ferrum, aurichalcum, cuprum, argentum, aurum.

30. Cl. VAN MARUM non solum determinando ordini, sed etiam rationi perquirendae atque numeris designandae, dedit operam; quod perfici nequit methodo, ceteroquin aptissima, qua PRIESTLEYUS usus est. VAN

(a) PRIESTLEY, *Hist. of Elect.* p. 707.

MARUM nimirum experiebatur, quatenus essent diversorum metallorum longissima fila cylindrica ejusdem diametri, quae ab explosione liquescerent, quando apparatus Leidensis semper ad eandem, quoad scilicet fieri hoc poterat, tensionem reductus erat.

Diameter filorum fuit $\frac{1}{38}$ pollicum. Reperit haec (a):

<u>Metalla.</u>	<u>Longitudo fusa.</u>
Plumbum.....	120 poll.
Stannum.....	120 —
Ferrum.....	5 —
Aurum.....	$3\frac{1}{2}$ —
Argentum.....	} vix $\frac{1}{4}$ —
Cuprum.....	
Aurichalcum...}	

Alia experimenta, adhibitis filis $\frac{1}{55}$ poll. diametri, docuerunt (b):

<u>Metalla.</u>	<u>Longitudo fusa.</u>
Ferrum.....	16 poll.
Aurichalcum.....	12 —
Argentum.....	$8\frac{1}{2}$ —
Cuprum (c).....	vix $\frac{1}{4}$ —

Si igitur numeri postremi accuratius indicant rationem inter ferrum, aurichalcum, argentum et cuprum quam praecedentes, habemus hunc ordinem:

Plumbum, stannum, ferrum, aurichalcum, aurum, argentum, cuprum.

qui convenit cum ordine PRIESTLEYI, excepto cupro, quod hic praecedunt aurum et argentum, atque auro, quod praecedit argentum.

(a) *Eerste Verv.* p. 19.

(b) *Eerste Verv.* p. 23.

(c) Monendum, filum cupreum ductum fuisse e bacillo purissimi cupri, quod inserviret ad temperandum aurum. Filum cupreum, quale vulgo occurrit, liquefiebat aequae facile ac ferreum, quando ipsius sectio transversalis erat dimidium sectionis ferrei. Vid. *Tweede Vervolg* p. 251.

31. Ut PRIESTLEY jam monuit, ordo ita repertus magnopere differt ab ordine quo metalla, aequalibus dimensionibus, liquefiunt effectu caloris ex alia causa existentis. Nimirum, quando fila metallica exponuntur v. g. foco constantis ardentissimaeque temperaturae, primum liquescet stannum, dein plumbum, argentum, aurum, cuprum, ferrum; aut, uti aliis placet, aurichalcum, cuprum, argentum purum, aurum purum, ferrum. Videmus exempli gratia, ferrum hîc occupare ultimum locum, dum contra in ordine fusibilitatis electricae (ut ita dicam) nulla alia metalla, plumbo et stanno exceptis, illud antecedunt. Quamquam ratio, quae observatur in hisce effectibus caloris, sive vulgari quodam modo, sive ope electricitatis excitati, nondum satis investigata, determinata et ab omni dubio soluta sit, discrepantia tamen inter has rationes ita manifesta est, ut ex ea appareat, calorem in conductore excitatum, percurrente electrico fluxu, non omni ratione obtemperare iisdem legibus quibus calor ex alio fonte derivatus; sive, quod probabilius videtur, in caloris excitatione electrica, coëxistere actionem quandam, cujus rationem reddere nequeunt tam electricitatis quam caloris facultates cognitae.

32. Ne tamen putemus longitudes a MARUMIO repertas indicare rationem inter quantitatem calorigi, quod ab explosione liberum evadit. Hoc enim ita sese haberet, si calorigi quantitas requisita ad fusionem aequalis esset singulis metallis. Cum autem nec temperatura fusionis, nec calor specificus singulis metallis idem sit, falsam conclusionem deduceret is, qui e numeris supra commemoratis statueret, explosione electrica majorem quantitatem calorigi liberari in stanno e. g. quam in cupro.

33. Patet nimirum, calorigi quantitatem, quae requiritur ad calefaciendum conductorem de initiali temperatura t usque ad quamdam aliam θ , aequalem esse massae conductoris multiplicatae cum capacitate thermica C atque cum differentia $\theta - t$; ergo quantitas calorigi excitati:

$$= (\theta - t) C \frac{1}{4} d^2 l \pi \dots \dots \dots (1)$$

d significat diametrum, l longitudinem fili cylindrici.

Sed totus hic calor non adest in filo; nam pars quaedam calorigi commu-

nicatur aëri circumdanti; dicatur haec pars perdita a radiatione R ; formula (1) mutari potest in hanc:

$$(T-t)C\frac{1}{4}d^2l\pi + R \dots \dots \dots (2)$$

in qua T designat temperaturam quam habet filum post explosionem. Igitur si verum esset, caloricum productum ab aequali explosione semper aequale esse in quocumque filo ejusdem diametri:

$$(T-t)Cl + R = (T'-t')C'l + R' \dots \dots \dots (3)$$

Ponamus $\frac{T'-t'}{T-t} = \frac{T'}{T}$ atque $R = R'$; quod sine magno errore facere licet, quia t, t' perparvum est respectu T, T' ; habebimus aequationem, quae satis prope accedit ad praecedentem:

$$TCl = T'C'l \dots \dots \dots (4)$$

Substituta pro T, T' temperatura fusionis, pro C, C' capacitate caloris metallorum, quorum (ut VAN MARUM observavit) liquabantur longitudines l, l' , patet, producta TCl generatim non aequalia esse inter se; quod demonstrat, aequales quantitates caloricæ non in quocumque arcu claudente produci aequali explosione. Longius esset exscribere numeros qui inveniuntur quando multiplicatur T cum C et l ; non omittendum tamen videtur, longitudinem stanni, plumbi et ferri (i. e. metallorum maxime oxydabilium), isto modo e valoribus T, C, l , pertinentibus ad aurum et argentum, computatam, multo minorem esse quam experimenta docuerunt.

34. Ne leviter tamen assumamus consequentiam quae ab experimentis MARUMII dedurenda videtur, examinemus quae superiori argumentationi jure objici possint:

- 1° Quantavis cura VAN MARUM usus sit, ut oneraret lagenas electricas ad eandem semper tensionem, dubium tamen videtur, num quantitates electricitatis in supra laudatis experimentis adhibitae prorsus aequales fuerint;

quia electroscopium minimas differentias inter quantitates electricitatis in phialis ligatae indicare nequit. Si autem electroscopii indicatio paululum sit dispar, summopere diversa explosio oritur, tanto adhibito phialarum numero (200 et quod excedit), quanto usus est auctor.

2° Licet assumatur aequalitas tensionis, tamen contendere nequit, totam electricitatis copiam, quae in lagenis adfuerit, percurrere fila metallica; quia constat, lagenas Leidenses semper post exonerationem, quae fit uno temporis puncto, certam electricitatis quantitatem retinere; hoc autem residuum diversum est pro diversa tensione qua lagenae onerantur, nec minus pro diverso conductore adhibito ad exonerationem.

3° Admittendum fortasse non est, fila metallica omnia liquata fuisse minimo ipso caloris gradu, qui requireretur ad fusionem; hoc enim non nisi multis repetitis experimentis effici potest. Si igitur temperatura in uno alterove experimento major fuerit quam ad solam fusionem efficiendam necesse erat, falsum valorem tribuimus litterae T in formula $TCI = T'CI'$, supponentes T temperaturam fusionis indicasse.

4° Ut apparet e descriptione experimentorum, solummodo fila plumbea et stannea liquebantur tota, cetera non nisi partim (α); igitur in gravi versaremur errore, si poneremus, *totum* calorem productum aequalem fuisse calori qui partem tantum fili liquefecit.

5° Filum metallicum, fluxu electrico calefactum, refrigerat aëre circumdante. Receptum est, refrigerationem omnibus metallis, quando eandem dimensionem et temperaturam habent, satis aequalem esse, si nempe superficies eorum aequae sunt politae atque nitentes. Sed cum metallum nitens alio modo refrigerat ac metallum obductum oxydo (tegumento quod pessime traducit calorem), minus recte fortasse posuimus, calorigi quantitatem radiationis causa perditam, omnibus filis eandem esse ($R = R'$); quod eo minus accipiendum est, quia videtur (33), fila facile oxydabilia, ut ferrea, plumbea atque stannea, refrigeratione, quae fit ope medii circumdantis, minus calorigi amisisse quam cetera metalla.

35. Experimenta igitur MARUMII, quamquam summi momenti sunt, id tamen probare nequeunt quod primo aspectu ex iis sequi videtur, quantita-

(α) De causa partialis hujus fusionis infra videbimus.

tem scilicet calorigi, quae liberatur per exonerationem electricam, in arcu quocumque, phialis ad eandem tensionem oneratis, diversam esse pro diversa materie, longitudine et crassitudine conductoris. Succurrendum igitur ad alia experimenta, ut veritatem disquiramus formulae:

$$\frac{A}{d^2l(\theta-t)C} = c:$$

in qua A, d, l, θ, t et C eandem habent significationem ac in superioribus, c autem est constans valor; nam hac aequatione:

$$\frac{A}{d^2l(\theta-t)C} = \frac{A'}{d'^2l'(\theta'-t')C'} \dots \dots \dots (5)$$

conjunctim exprimuntur aequationes:

$$\frac{A}{d^2l} = \frac{A'}{d'^2l'}, \text{ atque } (\theta-t)Cl = (\theta'-t')C'l';$$

quibus hucusque uti sumus (26, 27, 33) ad indagandam legem; quod apparet, si in aequatione (5) ponatur $\theta-t = \theta'-t'$, $C=C'$; atque $A=A'$, $d=d'$.

36. Experimenta facta a Doct. HARRISIO hunc usum nobis praestare posse videntur. HARRIS (a) scilicet observavit dilatationem voluminis aëris atmosphaerici inclusi globo vitreo, quando fluxus electricus transibat atque calefaciebat filum quoddam metallicum horizontaliter tensum in globo. Fila diversa, quae examini inserviebant, ejusdem erant longitudinis et diametri. Ut fluxus, i. e. quantitates electricitatis sese conjungentes, aequales essent, congeries phialarum Leidensium tamdiu onerabatur electricitate, donec explosio spontanea locum haberet, percurreretque ope electrometri Laniensis filum in recipiente tensum; quae certe optima est methodus exonerandi lagenas, ut explosiones inter se comparari possint. Globi inferior pars communicabat cum tubo vitreo inflexo, cujus pars superior aperta erat, quae fluidum continebat quo separabatur aër externus ab interno, hujusque indicabatur expansio. Apparatus igitur thermometro KINNERSLEYI similis erat.

(a) *Phil. Trans.* 1827. I. 18.

37. Tali autem ratione, comparatione instituta inter altitudines a fluido indicatas, HARRIS dilatationem descripsit hanc pro diversis metallis:

Cuprum.....	6.
Argentum.....	6.
Aurum.....	9.
Zincum.....	18.
Aurichalcum.....	18.
Platinum.....	30.
Ferrum.....	30.
Stannum.....	36.
Plumbum.....	72.

Arbitratur doctissimus auctor, altitudines, quae designantur hisce numeris, proportionales esse temperaturae metalli; quod non omnino rectum, sed tamen a veritate paululum modo remotum est, si observatio ab illo instituta sit eo temporis puncto, quo aër eandem temperaturam habebat quam metallum, quod ei suum calorem impertitur donec temperatura utriusque aequalis sit; tunc nimirum expansio aëris maxima est, cui respondet maxima fluidi altitudo; maximam hanc altitudinem procul dubio adnotavit HARRIS. Siquidem volumen, quod aër occupat ad gradum 0 thermometri centigrad., nominatur V_0 , atque V volumen ipsius aëris ad temperaturam t , secundum legem expansionis fluidorum elasticorum, erit:

$$V = V_0 (1 + 0,00375 t)$$

si temperatura est t' :

$$V' = V_0 (1 + 0,00375 t')$$

ergo:

$$V' = V \frac{1 + 0,00375 t'}{1 + 0,00375 t}$$

Sive, ut negligamus secundam potentiam parvulae fractionis:

$$V' = V + V (t' - t) 0,00375$$

$$t' - t = \frac{V' - V}{0,00375 V}$$

Si igitur volumen aëris ante singula experimenta semper erat V , ejusque temperatura t , tunc $t'-t$ proportionale est $V'-V$; aliis verbis, incrementum temperaturae fili vel aëris proportionale est dilatationi observatae.

38. Sequenti autem ratione de quantitate calorigi excitati judicare possumus ex temperaturae incremento, in superiori formula enunciato. Caloricum quidem liberatum aequale est summae quantitatum calorigi necessarii ad augendam temperaturam tam fili quam aëris de t usque ad t' : igitur aequale

$$(IC' + VC) \times (t' - t);$$

I designat massam fili, C' ejus capacitatem thermicam, C aëris capacitatem. Substituto pro $(t' - t)$ valore supra deducto, habebimus:

$$(IC' + VC) \times \frac{V' - V}{0,00375 V}$$

Diameter fili ne $\frac{1}{40}$ poll. quidem erat; globi autem diameter erat 3 pollicum; ergo IC' negligendum est respectu VC , eo magis quod capacitas aëris (*a*) multo major est capacitate ullius metalli. Sic apparet, quantitatem calorigi excitati in filis metallicis ejusdem diametri et longitudinis fere proportionalem esse expansionibus respondentibus $V' - V$. Hanc ob causam nunc sine ullo dubio statuere licet, calorem productum fluxu electrico nullam rationem servare cum calore specifico; dum enim novimus experimentis HARRISII, ferrum et platinum e. g. aequae calefieri aequali electrica explosione, aliunde scimus, calorem specificum hujus metalli plus quam ter superari illius calore specifico (*b*).

39. Quaecumque sit causa cur corpora non eadem ratione calefiant electrico fluxu ac alio quodam communicandi caloris modo, constat tamen, calorem, ex uno vel altero fonte derivatum, sese manifestare similibus effectibus: expansione voluminis, mutatione coloris in materia cui inest, conversione

(*a*) 0,2669 secundum DE LA ROCHE et BÉRARD.

(*b*) Cal. spec. ferri = 0,1100 } Secundum DULONG et PETIT.
 — — platini = 0,0314 }

solidorum in liquida, liquidorum in gazosa; oxydatione denique et reductione, quando nimirum ad illos effectus producendos idoneae sunt conditiones.

40. Quum filum metallicum, tensum pondere affixo, percurrit fluxus lagenae Leidensis ita potens ut ab eo ignescat filum colore rubro, longitudo ejus aucta invenietur post explosionem atque postquam refrixit. Soli pressione ponderis adscribenda haec extensio, quae fit dum metallum statum suum solidum plus vel minus amittit. Filum enim nullo pondere pressum brevius fit, ut NAIRNE reperit (a). VAN MARUM item observavit, longitudinem 18 pollicum fili ferrei $\frac{1}{55}$ poll. diam., $\frac{1}{4}$ pollicis parte diminutam esse post explosionem (b).

41. Ad explicanda illa phaenomena, quibus nomen datur explosionis lateralis, minime necesse est ut assumamus, fluxum electricum peculiarem quamdam habere qualitatem, qua conetur sese expandere versus latera conductoris; haec enim proprietas deduci non posset ex ceteris facultatibus mechanicis, quibus cognoscitur electricitas. Nam expansio lateralis oriri nequit ex repulsione mutua electricitatis ejusdem nominis: primo quia conductor, in quo maxima quantitas accumulata est, nequaquam expanditur; secundo, quia conductori, quem percurrit fluxus, non inest electricitas in statu tensionis. Neque recte contenditur potest, fluxus electricos, simul forsitan existentes in diversis conductoris partibus, sese repellere, vel fluxum vim exercere in latera cum nitatur transire ex metallo in aërem atmosphaericum; quod contrarium est experientiae, docenti fluxus eadem ratione procedentes sese attrahere, eosque semper petere optimum conductorem, brevissimamque viam, ut electricitas positiva unius loci conjungatur cum negativa alterius (c).

(a) *Phil. Trans.* 1780 LXX. I. 334.

(b) *Eerste Verv.* p. 59.

(c) Conf. FECHNER *Experim. Physik.* Leipzig 1829. II. p. 277. Recte judicat auctor de conductione electrica cum dicat: »Man würde jedoch in einen groszen Irrthum gerathen, wenn » man glauben wollte, dasz die El. von zwei ungleich guten oder langen Leitern allemal allein » den bessern oder kürzern durchliefe, vielmehr vertheilt sie sich blos ungleichförmig » zwischen beiden Leitern, so dasz der bessere mehr als der schlechtere von ihr hindurchläszt, » und es hat allen Anschein für sich, dasz sie sich hiebei gerade im Verhältnisz, in welchem das » von Materie und Länge abhängige Leitungsvermögen beider Körper steht, zwischen beiden » vertheilt." Eadem pagina citata. Idem jam monuit CAVENDISH. *Phil. Trans.* 1776. LXVI. 197.

42. Possumus autem attribuere expansionem lateralem caloris effectui, ut verbo jam supra monuimus ubi de fulmine actum est. Videmus enim, corpora calefacta electrico fluxu expandi, frangi autem atque explosionem subire si non facile conducunt calorem, quando in uno tantum puncto calefiunt; idem quoque observatur in alio calefactionis modo. Huicce sententiae objici posset, contractionem scilicet longitudinalem fili metallici post ignitionem, ut supra vidimus (40), contrariam esse dilatationis legibus receptis; tanti momenti tamen non videtur hocce argumentum, ut missam faciamus simplicissimam ceteroquin analogiam; neque enim theorema, quod docet, corpora dilatata vel contracta caloris incremento vel decremento, similem *semper* servare formam, experimentis satis nititur; neque fortasse non concurrerent causae fortuitae ad phaenomenon a NAIRNIO atque MARUMIO observatum, quod in hoc saeculo a nemine (quoad scio) confirmatum est. Si contra ab omni dubio solvatur haecce anomalia, atque clarius probetur, dilatationem, quam subeunt corpora fluxu electrico, secundum aliam quandam rationem fieri, quam quum alio quodam modo calefacta sunt (quod hucusque minime constare nobis videtur), omnino confirmata esset suspicio, in conflictu elementorum electricorum intercedere actionem, cujus nondum rationem reddere possunt electricitatis proprietates cognitae (31).

43. Ecce exemplum effectûs dilatationis subitae partialisque in corpore male calorem propagante, nempe in vitro. Si exoneratur lagena Leidensis satis potens per lamellam tenuissimam auream, positam inter duas laminas vitreas, post explosionem aurum in pulverem redactum, frustulisque vitri firmè adhaerentem, invenitur. Vitrum quidem plerumque frangitur explosione; semper autem frangitur quando est crassum vel pressum pondere quodam, quia nimirum tunc minus facile cedere potest dilatationi subitae partium earum, quae in contactu sunt cum auro; hisce autem in locis semper exstant vestigia fusionis (a).

44. Quando explosio phialarum Leidensium transit per laminam metallicam perpendiculariter fluxui obviam, foramen in lamina, si non nimis est crassa, oritur, plus vel minus latum pro fusibilitate et tenuitate metalli (b).

(a) CAVALLO *Treat. on Elect.* 1787. I. p. 62. et 248.

(b) *Beschrijv.* p. 279.

Hoc quidem experimento probatur, fluxum electricum non aequaliter percurrere totam massam corporis sibi obvii, sed brevissimam sequi viam. Etiam charta, gypsum, mica, lignum, etc. tali modo perforari potest; lamina lignea v. c. in viam fluxûs posita, dirumpitur calore qui in uno tantum puncto oritur, quo in loco actio calorifera vestigia combustionis relinquit. Ita exoneratio 225 lagenarum divellit cylindrum ligni buxei, vi ingenti, quam VAN MARUM aequalem posuit actioni 10,040 librarum.

45. Illius autem dilatationis lateralis charta etiam praebet exemplum. Postquam enim fluxus transforavit chartam, reperitur foramen utrobique aequè circumdatum fibris chartaceis, quasi extrorsum protrusis (a). ADAMS verticaliter suspendit chartam 16 pedes longam, ita ut lenissimo flatû deviare deberet; ita dispositam chartam explosio perforavit, sed ne minima quidem deviatio observata fuit (b).

46. Quando fluxus electricus percurrens filum metallicum, majorem calorem in eo excitat quam necesse esset ad fusionem, particulae liquefactae disperguntur, quippe quae in statu liquido cedere possunt vi, quam exercet calor ad repellendam atque disjungendam materiam. Haec autem dispersio fit secundum directionem diametri fili cylindrici, nonnunquam tanta vi, ut non solum vincat resistantiam aëris, sed etiam particulis impertiat celeritatem, qua ad magnam interdum distantiam transferuntur. CL. VAN MARUM se vidisse narrat, globulos ferreos ita transvectos fuisse ad 30 ped. usque distantiam (c).

47. Analogia summa, quae existit inter hanc dispersionem particularem atque radiationem luminis, qua conductores, onerati maxima copia electricitatis, nonnunquam circumdantur, dum fusionem internam et totam non subeunt, indicare atque probare videtur, lumen illud constare e particulis, maxime divisis, protrusisque de superficie propter calorem ibi per fluxum excitatum (55); nam hîc neutralisatio fit inter elementum electricum in con-

(a) Angli WABSTER et GOUGH contenderunt, fibras longiores esse in superficie adspicienti negativum filum circuitûs. Vid. *Gilb. Ann.* XLIII. 220. Non recte. Conf. de perforatione chartae experimenta quae fecit TREMERY *Journ. de Phys.* LIV. 357. *Gilb. Ann.* XXIII. 426. *Gehler's Phys. Wört.* voce Flasche p. 421—428 etc.

(b) ADAMS *Essay* p. 155.

(c) *Tweede Verv.* p. 51.

ductore liberum, et inter alterum elementum quod est excitatum in aëre circumdante. Hanc luminis radiationem, quae saepe animadvertitur circum perticas metallicas, non fulmine quidem ictas, sed ad distantiam maxime oneratas electricitate, scilicet nube praesenti electrico, imitatus est MARUMIUS, dum filum ferreum posuit prope conductorem primum electricitate oneratum (*a*). Manifestum quidem est, nullam omnino esse causam, cur hoc lumen diceretur materies ipsa electrica; quemadmodum nonnulli temere contenderunt.

48. Commemoratione dignum est, particulas ignitas fili, explosione vehementi concussi, non semper perpendiculariter ad conductorem dispergi, sed nonnunquam obliquam viam sequi, quando filum non e puro sed e commixto metallo ductum est (*b*). Id nimirum fieri potest propter inaequalem dilatationem, quam subeunt particulae heterogeneae.

49. Neque solum metalla, quae commixta dicuntur, sed etiam ea, quae vulgo pura nuncupantur, saepius exhibent heterogenitatem, quae diversis modis cognosci potest. Hac ratione, ni fallor, explicandum est, cur quaedam fila metallica, plumbea, stannea, aurea etc., interdum non tota sed hinc illicve liquefiant, ita ut per partes dilabantur (*c*).

50. Ab hac autem fusione partiali, cujus causa est heterogenitas materiae, differt aliud phaenomenon, quod item observatur in exoneratione lagenarum electricarum. Nimirum repertum est, cum filum claudens non totum subeat fusionem, hanc tantum ejus partem liquefieri, quae communicat cum superficie interna lagenarum. Eodem modo, quum calor fluxu excitatus non totum filum candefacere potest, potius illa ignescit fili extrema pars, quae cum interna superficie conjuncta est, quam altera (*d*). Neque aliter rem se habere apparuit, oneratis lagenis negativa electricitate ac positiva, dummodo oneratio, ut fieri solet, instituat communicatione

(*a*) VAN MARUM *Tweede Verv.* p. 157.

(*b*) VAN MARUM *Eerste Verv.*, tab. VIII; *Tweede Verv.* p. 265. seq.

(*c*) VAN MARUM *Eerste Verv.* p. 19—21 et 57—59.

(*d*) VAN MARUM *Eerste Verv.* p. 53. CAVALLO *Treat.* 1787. I. 294. ADAM'S *Essay on Elect.* 153.

conductoris machinae electricae cum tegumento interno phialaram. Omitendum non est, tali operatione in tegumento metallico interno, majorem quantitatem electricitatis accumulata esse quam in externo, ubi excitata est ad distantiam, eoque minus quo vitrum crassius intercedat. Hanc ob rem phaenomenon, de quo agimus, ita definiendum videtur, ut dicamus, majorem calorem in filo apparatus Leidensem claudenti ibi nasci, ubi tangit superficiem maxime oneratam.

51. Sicuti vidimus, fulmine adfici metalla imprimis iis in locis ubi tanguntur aliis corporibus (13), ita calor in arcu claudenti composito e pluribus connexis filis metallicis, maximus est in juncturis, quod cognoscitur fusione atque incandescencia ibi praecipue praesenti; quod PRIESTLEY jam animadvertit in examine duorum filorum copulatorum (28). Quo minor est superficies, qua sese tangunt metalla, eo major est calor ibi excitatus; in catena v. c. metallica, loca, in quibus annuli cohaerent, citius calori cedunt quam cetera; difficilius tamen si catena adjuncto pondere est extensa (a).

52. Si fluxus magnae potentiae transit filum metallicum in aëre atmosphaerico, revera combustio metalli in genere locum habere potest, majori scilicet copia electricitatis adhibita quam sufficit ad fusionem evaporationemque conductoris producendam; quando illud fit, fulgentibus scintillis vel flocculis resolvitur filum, imprimis ferreum, stanneum, plumbeum et zinceum. In gazis non oxygenatis, hydrogenio, azoto etc., procedit ignitio aequae ac in aëre, minime vero apparent scintillae fulgentes sive inflammatio, neque alia combustionis indicia, ut PFAFF (b) & V. MARUM (c) docuerunt. Pulvis, in quem filum argenteum, aureum et platineum redigitur fluxu electrico, pro oxydo horum metallorum a nonnullis est habitus, specie potius materiae quam constitutione chemica spectata. Doct. DEIMAN autem atque PAATS VAN TROOSTWIJK, aliique chemici egregii refellerunt hanc opinionem (d); eam vero litem silentio praeterire lubet, cum nobis sit propositum physica modo commemorare

(a) Conf. VAN MARUM *Verh. Bataafsch Gen.* VI. p. 37.

(b) *Gilb. Ann.* VIII. 372.

(c) *Eerste Vervolg.* p. 125.

(d) *Beschrijv. van eene Electriseermach.* Amst. 1789. p. 68 etc.

phaenomena, minime autem chemica, quae electricitatis conflictu producuntur.

53. Chemici tamen effectus electrici fluxûs momentanei, ut etiam continui (voltaïci), arcte cohaerent cum productione caloris; nec quisquam facile profecto determinare posset actionum fines caloris atque affinitatis. Multa, eaque summi momenti, innotuerunt phaenomena, quibus apparet, quomodo mutetur constitutio multarum substantiarum, quae transmittunt fluxum lagenarum Leidendium; quocum, ut vidimus, semper calor liberatur. Sic VAN MARUM atque PAATS VAN TROOSTWIJK reducerunt oxyda, v. c. stanni, plumbi, zinci etc. ad metallum, ope potentissimorum fluxuum; quae actio electricitatis hucusque nondum satis constiterat (a). Gaza surgere e diversis fluidis electrica scintilla percussis, iidem observaverunt; DEIMAN atque v. TROOSTWIJK primi perfecerunt decompositionem aquae, deinde WOLLASTON alique (b). CAVENDISH jam antea confirmaverat observationem PRIESTLEYI, acidum quoddam produci in aëre atmosphaerico, qui saepius fluxu electrico agitatur, demonstraveratque, hocce acidum esse nitricum (c). Idem acidum, quod inveniebat in aqua pluviali, oriri e transitu fulminis, contendit LIEBIG (d). Decompositiones porro acidi muriatici, acidi carbonici, ammoniacae etc. a multis luculenter sunt demon-

(a) Videantur de reductione metallorum ope electricitatis: BECCARIA in *Lettere dell' elettricismo*: 1758, p. 282; DE MILLY in *Rozier Journ. de Phys.* 1774. IV. 146. 444; BOISSON et CADET *Mém. de l'Acad.* 1775 p. 243, & in *Crell Chem. Journ.* V. 104; VAN MARUM *Beschrijving*, Haarlem 1785 p. 189 seq. & in *Gilb. Ann.* I. 271; DEIMAN et PAATS VAN TROOSTWIJK *Beschr. van eene Elect. Mach.* Amsterd. 1789.

(b) De decompositione aquae per electricitatem vulgarem videantur: *Journ. de Phys.* XXXV. 369. sive *Gren Journ.* II. 130; *Ann. de Chim.* V. 276; *Gren.* in ipsius *Journ.* II. 194; PEARSON *Phil. Trans.* 1797. p. 142, sive in *Gilb.* II. 154; RITTER in *Gilb.* IX. 1.; WOLLASTON in *Phil. Trans.* 1801. p. 427 et *Gilb.* XI. 108; GAHN et HISINGER in *Gilb.* XXVII. 311; DAVY *Phil. Trans.* 1809. p. 43 et in *Gilb.* XXVIII. 158.

(c) De effectu exonerationis electricae in gazibus videantur: PRIESTLEY *Exp. on Air.* 1779. IV. 64 et 286; CAVENDISH in *Phil. Trans.* LXXV. 372. LXXXVIII. 261; VAN MARUM *Tweede Vervolg*; HENRIJ in *Phil. Trans.* 1797. II. 401. et *Phil. Trans.* 1809. (*Gilb.* II. 194 et XXXVI. 298); HUMBOLDT et GAY-LUSSAC *Journ. de Phys.* LX. 129. (*Gilb.* XX. 49); DE SAUSSURE *Gilb.* XIII. 129; DALTON *Syst.* II. 75, 85 etc.

(d) De actione chemica fulminis videantur: LIEBIG *Ann. de Chim.* 1827. XXXII. 330; FUSI-NIERI in *Bibl. Univ.* Dec. 1831 p. 371.

stratae. Gaza denique, justa ratione mixta et electrico fluxu calefacta, combinari posse in aquam, aërem, aliaque corpora gazosa vel liquida, a citatis aliisque physicis repertum et ostensum est.

54. Quando conductor non-insulatus ponitur ad quandam distantiam a primo conductore machinae onerato, utraque elementa electrica sejuncta servant aequilibrium, eodem modo ac fit ope lagenae Leidensis; quod omnibus notum est. Eundem usum ibi praestat aëris lamina quem vitrum in lagenae; scintilla scilicet transit aërem quando attractio mutua elementorum superat resistentiam medii insulantis; vitrum eodem modo perforatur explosione spontanea lagenae. Cum igitur eadem actio locum habeat, cumque, ut vidimus, conjunctio electricitatum in lagenis quodvis calefaciat corpus fluxui obvium, mirum esset, si via, quam sequitur fluxus inter duos conductores simili modo dispositos ac in lagenae, non-mutatam servaret temperaturam, atque igitur scintilla electrica (nam splendore indicatur via, qua progreditur fluxus in aëre) non esset calida.

55. Scintilla electrica olim dicebatur frigida; imo frigido modo producere fusionem metallorum. Falsa haec sententia forsitan inde orta est, quod calor non percipitur sensu, quando scintilla electrica cutem afficit, neque differre videbatur scintilla e glacie elicitae ab ea quae e ferro ignito ducitur. Cutis vero minime aptum est thermometer; nam parum adficitur calore, quem percipit in uno tantum puncto atque per brevissimum temporis spatium; sic scintillae, quam pyrites durissimus exierit ex chalybe, non sentit calorem, alias nequaquam dubium; et quamvis manus celeriter tangens ferrum candens non uritur, absurdum tamen esset, contendere, hoc ferrum calidum non esse. Idem valet de luce electrica; licet, simul cum punctione, tactu non percipiamus scintillulae calorem, hic tamen aliis modis magis idoneis facile cognoscitur.

56. Sicuti caloris effectus aliquam directam rationem servat cum quantitate adhibitae electricitatis in lagenis ligatae (21, 22), eodem prorsus modo exoneratio duorum conductorum eo majorem excitat calorem, quo, ceteris paribus, majores sint superficies electricitate munitae. Sic Doct. WILSON anno 1777 inflammationem pulveris pyrii perfecit ope scintillae, quae transibat de

conductore permagno in excitatorem (a). Ope machinae Teylerianae, e cuius conductore eliciebantur scintillae, etiam quum excitator ad 2 pedum distantiam remotus erat, VAN MARUM combussit oleum, resinam, alcool, pulverem pyrium etc., liquefecitque lamellam tenuissimam auream 20 poll. longam $1\frac{1}{2}$ lineam latam (b).

57. Pulverem pyrium incendere saepe frustra conati sunt physici: nam explosione quamvis multarum phialarum, atque conductorum satis magnorum, non raro dispergitur sine combustione pulvis, quippe qui non inflammabilis est nisi ad calidissimam temperaturam redactus sit. Hodie autem constat, minimam lagenam, v. c. 30 poll. quad. superficiem habentem, sufficere ad hunc effectum, si quidem circuitus exonerationis apte sit compositus. ADAMS jam proposuit miscere cum pulvere limaturam ferri (c). WOLF autem (d) aptiori usus est methodo, in qua neque multis neque magnis phialis opus est; composuit scilicet circuitum, quem fluxus percurrere debebat, e duobus capillaribus tubis intus madefactis; tubi, una parte, connexi erant ope fili metallici cum phiala, in altera parte cum pulvere, ubi extremitates filorum fere sese tangebant. LEUTHWAITE (e), WOODWARD (f), HOWLDY (g) & STURGEON (h) ad comburendum pulverem experimenta fecerunt quae confirmarunt methodum WOLFII, quam nesciebant, ut videtur, docueruntque quid requiratur ad inflammationem: nempe necesse esse ut in circuitu adsit conductor secundi ordinis, ut dicitur; v. c. humectatum filum tenue linteum, lineum, ligneum etc., sive tubus capillaris repletus fluido; adhibitis autem filis nimis humidis, vel tubis nimis crassis, non locum habet inflammatio. Experimentum hocce succedit non solum quando metallicis conductoribus, sed etiam quan-

(a) *Account of exper. made at the Pantheon.* Lond. 1778.

(b) V. MARUM *Beschr.* p. 55.

(c) ADAMS *Essay on Elect.*

(d) *Lichtenb. Mag.* II. 70.

(e) *Journ. of Science* 1821. XI. 391. etiam *Gilb. Ann.* LXIX 372. *Ann. de Chim.* XVII. 440.

(f) *Annals of Phil.* 1824. N. S. VII. 283.

(g) *Phil. Mag.* LXVIII. 173.

(h) *Phil. Mag.* LXVII. 445. *Phil. Mag.* N. S. I. p. 20. et *Bibliot. Univ.* Avril 1827. p. 278.

do aliis, iisque peioribus tangitur pulvis (a). STURGEON insuper observavit, nonnullas substantias, ut aetherem sulfuricum, oleum terebinthii, aliasque, licet valde inflammabiles electricitate, scilicet quando lagena exoneratur per circuitum totum metallicum, tamen non comburi quando circuitus ille abrumpitur tubo aquâ v. c. repleto. Quum lamella aurea simul cum pulvere pyrio posita fuit in circuitu toto metallico, pulvis dispergebatur sine inflammatione atque lamella disrumpebatur; aquâ autem introductâ in arcum claudentem, pulvis flammam concipiebat, lamella contra integra reperiebatur. Filum humidum, quando per id exoneratur lagena Leidensis, celeriter siccescit, quod STURGEON adscribit decompositioni aquae; attamen cum fluxus electricus calefaciat fluida sibi obvia, aequae ac solida, nihil est quod vetat dicere, evaporationem causam esse siccationis. In conspectu phaenomenorum, quae prodeunt ope voltaïcae electricitatis, plura videbimus similium effectuum exempla.

58. Neque opus est mole lagenarum, neque deflagratione neque inflammatione, ut persuasum nobis sit de calore scintillae electricae. Si in thermometerum atmosphaericum KINNERSLEYI duo fila metallica immerguntur, ita ut parum a se distent extremae eorum partes, altero filo communicante cum terra, altero cum onerato conductore parvae licet machinae, electricus fluxus scintillat inter acumina filorum; simul fluidum in tubo adscendit, et non nisi post temporis quoddam spatium ad pristinam altitudinem revertitur (b).

59. Thermometrum etiam vulgare indicare potest adauctam temperaturam viae, qua progreditur in aëre scintilla. VAN MARUM observavit, mercurium thermometri, cujus bulbus exponebatur scintillae satis magnae, adscendisse a 60 grad. Fahr. usque ad 102 (c). Fluxus hîc transiit tria corpora: aërem, vitrum, mercurium, quae, ut ex praecedentibus novimus, calefiunt dum fluxui sunt obvia. Magni momenti videtur experimentum ejusdem physici, quo apparebat, mercurium, fluxûs actione calorifera, altius adscendere quam

(a) VAN MARUM atque PAATS v. TROOSTWIJK, ad reductionem oxydorum perficiendam metallicorum, item composuerunt circuitum e filis metallicis atque lineis humectatis; haecce autem attingebant oxydum, ubi ad reductionem necessarius calor excitabatur. Vid. *Beschrijv.* p. 189.

(b) *Phil. Trans.* LIII. 88. *CAVALLO Treat.* I. 257.

(c) *Tweede Verv.* p. 95.

in aëre, quum thermometer est immersum in recipiens exhaustum (a). Non tantam vim hac in re exercere calefactum aërem dilatatum, quantam atmosphaericum, perspicuum est; contra, quum conjunctioni electricitatum hïc resistētia minor opponatur, quantitates electricitatis, quae in definito temporis spatio confluere possunt, majores sunt; quod significatur hoc dicto: intensitas fluxûs major est.

60. Quatenus calefiat ea conductoris pars, ubi scintilla apparet, non minus quam praecedentibus, PRIESTLEYI (b) etiam probatur experimentis, quae, licet nondum plane explicata, egregia docuerunt de ratione caloris per electricitatem excitati. Scintilla lagenarum 40 ped. quad. transibat de una lamina metallica polita ad alteram paralleliter ei oppositam; in utrâque, saepenumero scintillis ictâ, oriebatur macula circularis et circumdata concentricis annulis coloratis; quo fusibilia erant metalla eo major annulorum numerus. Item, quando scintilla eliciebatur e cuspide acuta in laminam metallicam, concentrici annuli prismatici oriebantur tam in cuspide quam in lamina, eoque plures quo, ceteris paribus, minori distantia a se invicem remotae essent. Dubium non est, quin annuli consistant e tenuissimis pelliculis metalli fusi vel oxydati, ut jam PRIESTLEYO concludendum videbatur, observatione factâ microscopica. Cl. NOBILI (c) repetiit haec ipsa experimenta, reperitque eundem effectum scintillae praesertim in cupro; confirmavit etiam, nihil interesse utrum lamina vel cuspis onerata esset positiva electricitate, an negativa (d). Translatio materiae multum conferre videtur ad producendum phaenomenon. (e).

61. Ex praecedentibus constare videtur, ni fallor, alterutrum electricitatis principium minime augere temperaturam corporis cui inest; sed conjunctio-

(a) Ibid. p. 99.

(b) *Phil. Trans.* LVIII. 68.

(c) *Bibliot. Univ.* Janv. 1828. p. 31.

(d) L. c. p. 32: » Chaque lame se colore devant la pointe, qu'elle fût négative ou positive, dans un espace circulaire de deux à trois lignes de diamètre. Le centre étoit presque creusé et tout pointillé et granuleux; de manière que l'on voyoit que la matière avoit un principe de fusion; les anneaux colorés entouroient la petite cavité centrale.»

(e) FUSINIERI in *Bibl. Univ.* 1831. Dec. p. 371.

nem horum principiorum, i. e. fluxum, requiri, ut conductor calefiat; corpora eo magis calefieri, quo minores habeant dimensiones, quo majores sint quantitates electricitatis, cujus fit conjunctio; denique, corpora aliam inter se servare rationem quam electricitatis fluxu, aliam quam alio modo calefiunt, sed ceteroquin hoc vel illo calefactionis modo similes subire mutationes. Quando conductor transmittit fluxum conditionibus minus aptis ad calorem producendum, effectus etiam hujus caloris minorem intensitatem habeat necesse est; manifestum quidem est, temperaturae incrementum tam exiguum esse posse, ut non solum tactu aliove parum certo modo, sed etiam apparatu thermometrico sensibili difficile sit cognitu. Quam ob rem nihil ob stare videtur quominus dicamus, quemcumque fluxum electricum excitare incrementum temperaturae in corpore quod pervadit.

62. Scio quidem, alios aliter hac de re judicasse; CL. OERSTED V. C. contendit: „Un corps est échauffé, quand il est forcé de conduire une plus grande quantité d'électricité que celle qu'il aurait librement transmise" (a). Verbum nimirum *conducere electricitatem* hic accipiendum esse pro *conducere fluxum electricum*, patet; sed non intelligo quid prosit neque quid significet distinctio proposita inter *libere et invite* conducere; dicere profecto licet, conductorem, in quo oritur calor, cogi ad conductionem electricitatis, non libere fungi hoc munere; eodem tamen jure dici possit libere id perficere; neque apparet, ubi sint fines hujus libertatis.

63. Celeberrimi OERSTEDII instar, clarissimi scriptores lexicæ physici Gehleriani phaenomenorum illorum etiam minus rectam proposuerunt regulam. Dicunt enim: „Eine blosse Vereinigung der beiden Electricitäten giebt an und für sich noch keine Wärme (b); die grössten Quantitäten entgegengesetzter Electricität, wenn sie sich in hinlänglich vollkommenen Leitern ausgleichen, veranlassen keine Temperaturerhöhung (c); Wärme entsteht nur in dem Verhältnisse, in welchem die Electricitäten, wenn grösse Quan-

(a) *Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques*, traduit par MARCEL, Paris 1813. p. 155.

(b) Bd. III. 370.

(c) Ibidem.

»titäten mit einander in Conflict kommen, in ihrer Ausgleichung Widerstand »finden" (a). Quid enim significat »magnae quantitatis electricitatum conflictus"? Sit fulmen, v. c. quippe quod non dubium producit calorem; sed quis non videt, scintillam etiam exiguam incendere hydrogenium mixtum cum oxygenio! Sed explosio quoque lagenae tantum 30 poll. superficiem habentis inflammare potest pulverem pyrium; haec autem electricitatis quantitas profecto non magna dicenda est. Conductor tenuis cum immergitur in thermometrum KINNERSLEYI, adscensio fluidi facile animadvertitur, ut HARRISIUS (37) jam observavit; si contra tenui filo substituas aliud crassius, adscensio tam exigua forte locum habebit, ut fere nulla videatur; quod ipsi KINNERSLEYO accidit (b). An statuendum igitur, nullo omnino temperaturae incremento calefieri tunc conductorem? Minime; nam temperaturae incrementum, quod rationem quandam inversam massae conductoris servat, in crassiori corpore ita exiguum erit, ut non nisi apparatu maxime sensibili cognosci possit. Has ob causas, cum nequaquam excitationem caloris, sed omnino sensibilitatem apparatus, quibus utimur ad metiendum calorem, limitari appareat, sequela admittenda, in omni corpore, prout materiae ferunt natura, dimensiones, ceteraeque conditiones quas vidimus, semper calorem excitari perfluyente fluxu electrico. —

(a) Bd. III. 384. Conf. etiam Bd. VI. 622.

(b) *Phil. Trans.* LIII. 88.



P A R S A L T E R A.

DE FLUXUS CONTINUI EFFECTU.

64. Praecedentibus paragraphis investigatum est, quando atque qua ratione calor nascatur in corpore, quod electricus fluxus per temporis punctum individuum, vel potius brevissimum, percurrit. In expositione phaenomenorum observatorum abstinuimus ab hypothesibus tam de caloris quam de electricitatis naturâ, tantummodo colligentes atque conferentes quae experimentis probata sint. Eodem modo nunc attendamus ad leges, secundum quas conductoris mutetur temperatura fluxû continuo.

65. Fluxus continui tribus diversis modis produci possunt, sive columnae voltaicae ope: i. e. electromotoris, in quo fluidum adsit, idque, quod necesse est, chemice agat; sive in circuitu corporum solidorum inaequaliter calefactorum; sive denique inductione magneto-electrica vel volta-electrica. Quod thermo-electricitatem attinet, physici nondum tam sensibili apparatu usi esse videntur, ut calor, hac ratione sine dubio sed exigua intensitate excitatus, apparuerit (a). Fluxus Faradayici, inductione scilicet orti, calorem liberant, qui facile percipi potest ope thermometri atmosphaerici, ut Celeb. FARADAY primus cum HARRISIO, DANIELLIO etc. (b) demonstravit; experimenta vero, quae cum aliis hac de re conferri possint, nondum divulgata sunt. Restant igitur fluxus hydro-electrici, qui tot diversis observati sunt modis, ut sequelas ex hisce experimentis deducere liceat, ex quibus effici possit ratio, quae est inter temperaturae incrementum et conductoris naturam dimensionesque, atque conditionem electromotoris.

(a) FOURIER et OERSTED *Ann. de Chim.* XXII. 385.

(b) FARADAY in *Phil. Trans.* 1833. p. 44.

66. CH. DESORMES (*a*), FOURCROY et VAUQUELIN (*b*), DAVY (*c*), VAN MARUM (*d*) etc., primi repererunt calorem productum in conductore claudente pilam, inquisiveruntque conditiones huic actioni accommodatas. CARLISLE et NICHOLSON anno 1801 scintillam e columna elicuerant, atque decompositionem aquae perfecerant, sed non attenderant ad calorem simul cum his effectibus ortum (*e*).

67. Continuus fluxus etiam perpetuus est fons caloris; i. e. tam diu quam agat fluxus, calor evolvitur; quam ob causam eadem valet conditio in effectu calorifero fluxûs, quâ ceteroquin effectus apparatus electrici vulgaris ac voltaïci inter se distingui solent: continuitas scilicet actionis. Filum metallicum, conjunctione electricitatum lagenae Leidensis calefactum, statim post explosionem amittit adauctam suam temperaturam; arcus contra claudens pilam, quando attingit maximam temperaturam v. c. incandescens, quae in illo excitari potest datis conditionibus, eam servat tam diu quam electromotori aequalis agendi adsit virtus: decrescente vel cessante hæc (quod apparet actione chemica, magnetica etc.) etiam temperatura diminuitur.

68. Arcus claudens non statim temperaturam assumit maximam; hanc attingit eo citius, ceteris paribus, quo facilius conducit calorem. Ita videmus, v. g. filum metallicum conjungens polum zincum cum cupreo, exiguum tantum requirere temporis spatium ut maxime calefiat; filum contra liquidum, quo clauditur pila, non nisi tardissime attingere gradum ebullitionis. Hac quidem continuitate actionis fit ut substantiae, difficillime calorem propagantes minimeque fusibiles, liquefiant aliasque subeant mutationes per calorem, transeunte continuo fluxu voltaïco.

69. Quam ingens esse possit calor ita ortus, apparet ex exemplis a doctissimo CHILDRENIO allatis; hic enim non solum liquefecit fila metallica v. c. platinum 66 pol. longum, 0,11 poll. latum, sed etiam oxyda scheelii, tantali, ura-

(*a*) *Ann. de Chim.* 1801. XXXVII. 320.

(*b*) *Ann. de Chim.* 1801. XXXIX. 103.

(*c*) *Nichols. Journ.* 1802. III. 135. (*Gilb. Ann.* XII. 353).

(*d*) *Gilb. Ann.* X. 121.

(*e*) *Nichols. Journ.* IV. 170. (*Gilbert Ann.* VI. 340).

nii, titanii, cerii, molybdenii (a). CL. HARE ita combussit hydrargyrum per angustam aperturam radiatim destillans, quo filo fluido claudebatur columna; baryta reducebatur ad metallum, quod vivida flamma consumebatur. (b) Potassium et sodium eodem modo flammam concipere, quum potassa et soda liquantur et desoxydantur ope potentissimi fluxus, jam prius, ad summum incrementum chemiae, inventum erat a Cel. DAVYO, confirmatumque a Cl. physicis GAY-LUSSAC et THÉNARD (c). Carbone ligneo vel graphite incandescente, in foco vehementissime ardente SILLIMAN (d) globulos nascentes vidit, quorum nonnullos non-coloratos eosque durissimos habuit pro purissimo carbonio fuso. PEPYS filum ferreum circumdatum pulvere carbonico atque claudens pilam, convertit in durissimum chalybem (e). Pelliculae metallicae positae in arcum ardescunt cum luce fulgente; de quibus experimentis bene meritus est SIMON, aliique (f). DAVY per fluxum magni illius apparatus Londinensis Institutionis liquefecit saphirum, quartzum, talcum, calcem etc.; in vapores convertit adamantem atque graphitem, omniaque corpora, quae in promptu erant, in arcu ardentia vidit (g).

70. Ut ratio horum phaenomenorum appareat, investigandum est:

- 1° quomodo substantiae ejusdem dimensionis sed diversae naturae per eundem apparatus voltaicum, iisdemque in conditionibus, calefiant;
- 2° quomodo calor excitatio pendeat a dimensionibus conductoris;
- 3° num incrementum temperaturae aequale sit in omnibus conductoris partibus;
- 4° num conductor imperfectus, disruptus et heterogeneus aliâ calefiat ratione quam perfectus;

(a) CHILDREN in *Phil. Trans.* 1809. I. 32. et 1815. II. 363.

(b) SILLIMAN'S *American Journ. of Sc.* V. 97; (BERZELIUS *Jahr. Bericht* III. 23. *Schweigger's Journ.* XXVI. 313).

(c) GAY-LUSSAC et THÉNARD *Recherch. physico-chim.* 1809. I. 48.

(d) *Schweigger's Journ.* XXXIX. 87. *Férussac Bull. phys.* VII. 288. (*Ann. de Chim.* XXIV. 216).

(e) *Phil. Trans.* 1815. p. 371.

(f) SIMON in *Gilb. Ann.* IX. 393; SINGER *Elem. Elect.*; STRATINGH *Natuurk. Bijd.* 1832. VII. 195.

(g) DAVY *Élém. de Phil. Chim.* I. 187.

5° quomodo calor in arcu claudenti moderetur dimensione, dispositione, structura, ut verbo dicam, tota conditione electromotoris.

71. Experimenta, quibus inter se comparari possint caloris in diversis metallis effectus, doct. CHILDREN instituit atque divulgavit (a). Methodus, quâ usus est, fere eadem est quâ PRIESTLEY exoneravit lagenas Leidenses (29). Duo fila metallica ejusdem diametri et longitudinis, extremis partibus copulatis, separatim tangebant polos columnae, ita ut fluxus utrunque filum necessario percurreret; deinde observabatur utrum eorum vel solum vel majori cum splendore quam alterum ignesceret. Ita apparuit, zincum potius ignescere quam argentum, platinum quam argentum, zincum quam aurum, ferrum quam zincum, aurum quam argentum etc.; quod ita sese habet utervis polus, sive positivus sive negativus, tangatur filo. Si ergo catena est composita ex alternis annulis sive filis platineis v. c. atque argenteis, fieri potest ut omnia fila platinea ignescant, dum cetera ne tantum quidem calefiant, ut color eorum mutetur.

72. Hisce autem observatis, CHILDREN posuit hunc ordinem descendentem:

platinum, ferrum, cuprum, aurum, zincum, argentum.

Ordo nimirum est ignitionis (*gloeijing*); minime, ut CHILDREN postea dixit alique repeterunt, calefactionis, i. e. ordo quo indicaretur quodnam metallorum plus quam aliud calefiat aequali electrico fluxu; nam temperaturam, quae requiritur ad ignitionem zinci v. c., multo superat ea quae necesse est ad auri vel cupri ignitionem. Ex ordine reperto a CHILDRENIO igitur nihil concludendum de temperatura producta in diversis columnae arcubus, nisi aliunde accurate constaret, ad quemnam caloris gradum quodque ignescat metallum. Talis autem accurata determinatio cum desideretur in physica, experimenta CHILDRENII existimanda sunt data egregia, sed quibus nondum uti possumus ad propositum nostrum.

73. Cl. DAVY aliam secutus est viam ad determinandos effectus fluxûs in diversis corporibus (b). Comparavit inter se fila diversorum metallorum cete-

(a) *Phil. Trans.* 1815. II. 363.

(b) DAVY in *Phil. Trans.* 1821. pag. 437. (*Gilb. Ann.* LXXI. 259).

roquin omni ratione inter se similia, quibus pariter et simul claudebatur columna satis potens. Secundum illustrem hunc auctorem, ordo descendens, calefactionis rationem designans, est hic:

*ferrum, palladium, platinum, stannum, zincum, aurum,
plumbum, cuprum, argentum.*

Fortasse DAVY mensus est temperaturam ope thermometri simul cum arcu claudente in aliquod fluidum immersi; sed, quia hac de re nihil traditur in experimenti descriptione, illud minime constat; eandemque ob causam de fide huic ordini tribuendâ judicare nequimus, nec scimus num admittenda sit sententia DAVYI, rationem ab ipso commemoratam semper eandem esse, qualiscumque sit fluxûs electrici intensitas, sive apparatu Leidensi sive Voltaico excitati (a).

74. Si hunc conferimus ordinem cum ordine quem HARRISIUS reperit (37) nimirum:

*plumbum, stannum, (ferrum, platinum), (zincum, aurichalcum),
aurum, (argentum, cuprum),*

nequaquam perspicimus similitudinem perfectam; quod praesertim valet de loco quem occupat stannum, vel magis etiam plumbum, quod secundum HARRISIUM maxime omnium metallorum calefit, secundum DAVYUM vero non magis quam aurum et cuprum. Sed etiam excepto plumbo (quod in serie a DAVYO proposita justum locum tenere non videtur, uti etiam ex aliis hujus physici experimentis apparet), tamen superest discrepantia non solum inter ea, quae ab utroque reperta sunt physico, sed etiam inter ea, quae ipse DAVYUS reperit. Nam quamquam hunc ordinem semper eundem esse contendit auctor (b), tam continuo quam momentaneo fluxu, nihilominus commemorat aliâs, platinum filum vix calefactum esse, dum aequali columnae fluxu argenteum ejusdem dimensionis ignescebat cum colore rubro (c); ex quibus manifeste patet, quam difficile sit seriem aliquam justam definire. Quum tamen a DAVYO re-

(a) DAVY l. c. p. 438. (*Gilb.* l. c. p. 259).

(b) DAVY l. c. p. 438. (*Gilb.* l. c. p. 260).

(c) DAVY l. c. p. 435. (*Gilb.* l. c. p. 260).

pertum ordinem (excepto , ut supra monuimus , stanno et plumbo) conferimus cum ordine HARRISII , certe non procul a veritate abhorre videtur haec series :

*plumbum , stannum , (ferrum , palladium , platinum ,) (zincum , aurichalcum ,)
aurum , (cuprum , argentum) , (A)*

75. Experimenta CHILDRENI comparanda sunt cum Priestleyianis (29) atque Marumianis (30) ; quippe quae nituntur simili methodo :

*plumbum , stannum , ferrum , aurichalcum , cuprum , argentum , aurum . (PRIESTLEY)
plumbum , stannum , ferrum , aurichalcum , aurum , argentum , cuprum . (V. MARUM)
(platinum , ferrum ,) cuprum , aurum , zincum , argentum (CHILDREN)*

Discrepant praesertim loca adsignata auro , argento et cupro ; quae metalla tamen non valde inter se differre videntur , quod ad ignitionem et fusionem electricam attinet .

Hisce ordinibus docetur , fluxu transeunte duos diversos metallicos conductores ejusdem dimensionis , quodque in serie praecedens metallum potius ignescere vel citius liquefieri quam id quod sequitur ; series A contra docet , quodvis metallum praecedens magis calefieri quam sequens , fluxu percurrente iisdem conditionibus . Cum autem e PRIESTLEYI , MARUMII atque CHILDRENI experimentis concludendum videatur , metalla ita ordinari posse :

*plumbum , stannum , (platinum , ferrum ,) aurichalcum , zincum ,
(aurum , cuprum , argentum) (B)*

quis non videt , miram nihilominus , atque fortuitam quasi , inter utramque seriem A atque B esse similitudinem .

76. Similitudo nimirum existit inter hanc rationem atque conducentiam electricam . Saeculo praecedenti nulla erat nota methodus , quâ definirentur metallorum inter se dispares virtutes conducendi electricitatem ; nam e caloris ipsa productione nihil hac de re statuere licebat ; atque perverse ratiocinati sunt qui dixerunt : » minime quodque exoneratione electricâ in-

» candescens metallum, optimus hanc ob causam est conductor; quum igitur optimi conductores minus calefiant quam ceteri, calor excitatur propter resistentiam quae opponitur fluido electrico imponderabili sese moventi." Recentissimo demum hocce aevo constitit quanam ratione varia metalla in aliud corpus transmittens fluxum, vel in acum magneticam agant, dum columnam claudunt; sive quanam diversorum arcuum claudentium necessaria sit longitudo ut pila exoneretur, i. e. ut actio chemica etc. in alio connecto arcu cesset. Haec proprietates, qua corpora inter se differunt, dicitur *conductentia relativa*; et quamquam inter has proprietates proportio fortasse non constans servetur, ordo tamen, qui hac ratione inter metalla observatur, semper idem esse videtur, quaecumque sit conditio electromotoris; ita ut quodcumque ad exonerandum electromotorem aptissimum corpus semper optimus habendum sit conductor. Enimvero, si conferimus quodquod diversis modis hac de re repererunt CIL. DAVY (*a*), BECQUEREL (*b*), OHM (*c*), POUILLET (*d*), CUMMING (*e*), NOBILI et BACELLI (*f*), HERSCHEL et BABBAGE (*g*), HARRIS (*h*) et CHRISTIE (*i*), ordo, quem exhibet sive volta- sive thermo- sive magneto-electricitas, hic esse videtur, ut argentum purum, cuprum, atque aurum purum fere aequalem habeant conducendi virtutem eamque maximam, deinde aurichalcum et zincum, platinum et ferrum; cetera, hac ratione:

(*argentum, cuprum, aurum,*) (*aurichalcum, zincum,*) (*platinum, ferrum,*)
stannum, plumbum, hydrargyrum, antimonium, bismuthum.

77. Metalla vero hic ordinata deprehendimus inversâ ratione quâ calefiunt electrico fluxu; quod apparet si confertur haec series cum serie

(*a*) DAVY *Phil. Trans.* 1821. p. 7 & 425.

(*b*) BECQUEREL *Ann. de Chim.* XXXII. 420. (*Schweigg. Journ.* XLIV. 359).

(*c*) POUILLET *Élém. de Phys.* I. 754.

(*d*) OHM *Schweigger's Journ.* XLVI. 137.

(*e*) CUMMING *Manuel of Electro-dyn.* p. 288.

(*f*) NOBILI & BACELLI *Bib. Univ. Janv.* 1826. p. 45.

(*g*) HERSCHEL & BABBAGE *Phil. Trans.* 1825. II. 467. } Confer. CHRISTIE in *Phil. Trans.* 1833.

(*h*) HARRIS *Phil. Trans.* 1831. I. 67.

(*i*) CHRISTIE *Phil. Trans.* 1833. p. 133.

A (74). Hinc, quod saltem ad metalla attinet, statuere licet: corpora, tam momentaneo quam continuo fluxu electrico, calefieri inversâ conducentiae relativae ratione.

78. De ratione, qua temperaturae incrementum in arcu claudenti regatur dimensionibus ejus, experimenta de industriâ instituta frustra quaeruntur; verumtamen experientia generatim et vulgo docuit, brevissima quaeque tenuissimaque fila maxime calefieri.

79. Neque silentio tamen praetermittendum, huic observatae legi contrarium videri, quod DAVVO, pilae effectum investiganti, occurrit. Commemorat nimirum auctor (a), filum platineum 1 pedem longum, $\frac{1}{30}$ poll. diametri, multo minus calefactum esse quam aliud platineum, aequè longum idque crassius, dum pila ita constructa erat ut omnes laminae zincae inter se connexae essent, atque exhiberent superficiem 20 — 30 pedum quadratorum. Num aliâs exstet hujusmodi anomalia mihi latet.

80. Si pila clauditur arcu quodam, confecto e conjunctis filis ejusdem metalli atque diversi diametri, tenuissima quaeque maxime et celerrime ignescunt. Si autem pila duobus aequè longis filis, differentibus inter se crassitudine, simul sed sejuncte clauditur, ordo ignitionis inversus est, ut CHILDREN reperit; filum platineum $\frac{1}{30}$ poll. diam. ignescebat, non vero alterum $\frac{1}{30}$ poll. diam. (b). Perspicuum est, utraque fila hîc non transmittere fluxum aequalem.

81. Vidêamus nunc quomodo mathematicè conjungenda sint quae hucusque observata invenimus; vel potius an cum observatis conveniant eae formulae quae sunt propositae. — Novimus experimentis de electricitate, quae fit frictione, aequalem quantitatem caloricæ non liberari per aequalem fluxum in quocumque corpore; vel, ut aliis verbis dicam, temperaturae incrementum, fluxu electrico productum, proportionem non servare cum capacitate thermicâ (38). Voltaicam electricitatem hac in re differre de vulgari, probabile non videtur. Quomodocumque tamen res illa sese habeat, statuendum est, temperaturae incrementum inverse-proportionale esse conducentiae electricae (77); nec minus, ut docuerunt exonerationes lagenarum Leidensium,

(a) *Phil. Trans.* 1821. p. 435. (*Gilb. Ann.* LXXI. 256).

(b) *Phil. Trans.* 1815. p. 368. (*Gilb. Ann.* LII. 353).

atque etiam pilarum Voltaïcarum in genere (excepta sola anomalia (79) DAVRY), illud rationem quandam inversam servare longitudinis et sectionis transversalis fili claudentis. Si igitur vis electromotrix alicujus apparatus electrici dicatur A , conducentia relativa materiae, ex qua consistit arcus claudens, κ , dimensiones hujus fili cylindrici ω et l , temperaturae incrementum ita denotari potest:

$$T = \frac{A}{\phi(\kappa, \omega, l)};$$

in qua functione indefinita $\phi(\kappa, \omega, l)$ determinandum est quomodo valores κ, ω, l , a se invicem pendeant.

82. In disquisitione experimentorum de electricitate vulgari vidimus hypothesin $\phi(\omega, l) = \omega l$ vel $\omega^n l$, in genere minime aptare formulam ad observata. Quod ad electricitatem voltaïcam, deficientibus experimentis de diverso calore pro diversa dimensione arcûs, nequaquam regula, quae hac in re intercedat, directo modo empyrico deduci potest. Theoretice quidem justa ratio, arreptâ conjecturâ aliquâ, forte fortunâ divinari posset; sed tam diu quam non firmiter constet theoria de voltaïca electricitate, sperare non licet, isto modo deprehendendam esse veritatem. Attamen videamus quidquid alii proposuerint ad indicanda phaenomena generali quodam modo; nec minus an illud conveniat cum paucis iis experimentis quae inter se comparari possint.

83. Doct. ОНМ (a) usus est sequenti argumentatione theoreticâ ad inveniendam formulam generalem. Intensitas ignitionis G , inquit, aequiparari potest intensitati fluxûs I , transeuntis sectionem transversalem ω fili claudentis per temporis definitum spatium, divisae per coëfficiens χ , quod aequale est vel conducentiae electricae, vel functioni ejus; igitur:

$$G = \frac{I}{\chi}$$

Nimirum intensitas I eandem habet significationem, quam quantitas fluxûs

(a) *Kastner's Archiv*. XVI. 1.

i. e. quantitas electricitatis perfluentis fili sectionem in temporis unitate, divisae per amplitudinem hujus sectionis; quantitas autem fluxûs ita enunciatur:

$$\frac{A}{a+\gamma}; \text{ ergo } G = \frac{A}{(a+\gamma)\omega\chi};$$

A denotante vim electromotricem columnae, a resistantiam quae opponitur fluxui in columnâ ipsâ, γ resistantiam in arcu claudenti.

Cum autem $\gamma = \frac{l}{\kappa\omega}$ sit, (l longitudo, ω sectio fili cylindrici, κ virtus conducens):

$$G = \frac{A}{\left(a\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi}; \text{ sive } = \frac{A}{a\kappa\omega + l}, \dots\dots\dots (1)$$

si ponere licet $G = \frac{I}{\kappa}$, i. e. $\chi = \kappa$; in quo valore χ statuendo dubitat om.

84. Silentio mittimus hancee argumentationem; observandum tamen, formulam hâc formâ admittendam non esse. Nam si duo electromotores clauduntur filo prorsus aequali, habemus:

$$G : G' = \frac{A}{\left(a\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi} : \frac{A'}{\left(a'\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi}; \quad G : G' = A(a\kappa\omega + l) : A'(a\kappa\omega + l);$$

jam vero, si arcus claudens ignescat in primo electromotore, non autem in secundo, G' , i. e. intensitas ignitionis, aequalis nihilo erit; unde sequeretur, $A'(a\kappa\omega + l) = 0$ esse, atque vires electromotrices *infinitam* inter se servare rationem, quod absurdum esset. Quapropter aptior erit formula, si *temperaturae incrementum* (T) substituitur verbo admodum indefinito *intensitas ignitionis*.

85. Haec autem ratio:

$$T = \frac{A}{\left(a\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi}, \text{ dat: } \frac{A}{\left(a\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi} = \frac{A}{\left(a'\omega' + \frac{l'}{\kappa'}\right)\chi},$$

quando duo fila diversae dimensionis sed ejusdem metalli exonerant duo

prorsus aequales electromotores, atque perveniunt ad eandem temperaturam, v. g. fusionis vel ignitionis; inde sequitur:

$$a\kappa(\omega' - \omega) = l - l'; \quad a\kappa(\omega'' - \omega) = l - l'' \quad \omega' - \omega : \omega'' - \omega = l - l' : l - l'' \dots \dots \dots (2)$$

Veritatem quidem hujus proportionis inter diametros filorum eorumque longitudines dijudicare nequimus, quod ad electricitatem voltaïcam attinet, deficientibus experimentis; quod autem ad electricitatem vulgarem, exstant experimenta hac de ratione. Licet a priori nequaquam suspicari possimus, in agendi ratione hujus electricitatis speciei T pendere a factore aliquo a , i , e , resistentiâ in apparatu electromotore, tamen, ut inquiramus num aequatio haecce (2) magis conveniat quam altera, a MARUMIO proposita, revertamur ad ea quae commemoravit hic auctor.

86. Ut unum afferam exemplum: idem apparatus liquabat 300 poll. fili ferrei $\frac{1}{240}$ poll. diametri, 180 poll. similis fili $\frac{1}{151}$ poll. diam., 6 poll. $\frac{1}{40}$ poll. diam. (25): ergo secundum formulam:

$$\frac{1}{151^2} - \frac{1}{240^2} : \frac{1}{40^2} - \frac{1}{240^2} \text{ aequale esset } 300 - 180 : 300 - 6$$

vel circiter: $1,52:35 = 120:294$; quod admodum falsum est. T igitur denotari tali modo nequit in experimentis Marumianis, quando nempe valores a et χ sunt constantes, manente A , i. e. si non pendent ab ω , l , κ . Videntur isti valores a et χ (quaecumque eorum sit significatio, quae hîc nihil refert) praesertim regi ab ω vel κ , quia, hisce manentibus, aequatio quae nunc scribi potest $T = A : (r + ql)$ non longe a veritate abest; quod patet cum pro A substituantur numeri quibus exprimitur superficies phialarum, pro l longitudines correspondentes filorum fusorum ejusdem diametri (25); ita ut accuratius convenire cum experimentis, qualiacumque exstent, nobis videatur: $A:A' = r + ql : r' + q'l$ quam $A:A' = l:l'$; quod posuimus (21, 22, 24).

87. Cum igitur formula: $T = \frac{A}{a\kappa\omega + l}$, vel: $\frac{A}{\left(a\omega + \frac{l}{\kappa}\right)\chi}$

non amplius satisfaciât mutatis κ et ω , i. e. mutatâ materie, ex qua filum ductum est, atque amplitudine sectionis transversalis, probabile fortasse videtur, discrepantiam aequationem inter et observationem tribuen-

dam esse soli refrigerationi, quam subit filum calefactum; haec enim non collocata fuit in formulâ istâ, dependetque ab ipsis valoribus ω et κ , ab amplitudine scilicet superficiei aërem contingentis, atque ab conducentia caloris, quae, nisi aequalis est, certe non valde differt ab conducentia electrica.

88. Hanc ob causam suspicari quis posset, formulam OHMII eam significare temperaturam, quam assumeret et ostenderet conductor nisi calor productus eam perdidisset partem quae in aërem abiit; necnon, probabile esse fictam hancce temperaturam reduci posse ad eam quae observatione percipitur, ope legis Newtonianae de refrigeratione corporis calefacti. Haec autem lex NEWTONII non nisi tenuissimis filis metallicis apta est, dummodo differentia inter eorum temperaturam atque medii circumdantis non excedat 40 — 50 gradus; igitur, cum multo major sit temperaturae differentia quando fila ignescunt electrico fluxu, nihil prodesset conjunctio legis non generalis cum formulâ non confirmatâ.

89. Doct. OHM contendit, impedimentum illud, quod obstat quominus temperaturae determinatio in arcu claudente, corrigatur refrigeratione, quae fit propter aëris contactum radiationemque caloris, omnino evitari, si fila claudentia ejusdem sint crassitudinis et metalli, quia, ut dicit, de minutio, quam subit T refrigerationis causa, tunc proportionalis est pars quaedam constans hujus temperaturae, quae idcirco non mutabit valores relativos $T(a)$; si igitur $T - T'$, $T - T'$, significant jacturam caloris, atque a constantem illum valorem, esset $T - T' = T : a$, atque $T - T' : T - T' = T : T$. Fateor, me prorsus nescire unde deducta sit illa aequatio, atque quam maxime mirari, virum doctissimum non comprobasse quae hîc statuit. Quomodocumque tamen res sese habeat, si secundum ipsum auctorem, ob causam quam dixit aliamve, tunc demum recta sit regula proposita (84) quum constans est tam ω quam κ , formula non indiget implicatâ illâ formâ, atque redigenda est ad $A : (r + ql)$; in qua r et q denotant constantes valores; quam ipsam formam solam convenire cum experimentis lagenarum Leidensium, jam vidimus. Manifestum saltem est, formulam quamcumque cum uno tantum variabili minus ansam dare ut discrepet cum observatis; quam generalem

(a) OHM, l. c. p. 5.

aliquam formulam cum tribus valoribus variabilibus. Regulam quae OHMIO placuit infra dijudicabimus, quando experimenta idonea praebebunt criteria.

90. Dum sermo est de refrigeratione, monendum, aliâ ratione filum perdere calorem suum, excitatum unâ tantum electricitatis vulgaris exoneratione, aliâ deminui calorem fili, quod claudit electromotorem voltaïcum; hîc enim agit fons perpetuus et constans caloris, ita ut calor in arcu claudenti, quamquam minor observatur quam esset sine refrigeratione, constans tamen sit, manente scilicet electromotoris agendi ratione; temperatura contra, adaucta explosione electricâ unicâ, continuo decrescit, cessante causâ calefaciente.

91. Praeter ea quae, ut supra exposuimus, impediunt quominus mathematicè determinetur vinculum inter T atque ω, l, x (defectus scilicet experimentorum voltaïcorum, atque legis de refrigeratione), alia est difficultas, nempe describendi variabilem conducentiae electricae valorem, qui non est constans in omni materie omnibusque in causis, sed mutatur mutatâ temperaturâ conductoris. Sed tam parum hucusque novimus de ratione hujus proprietatis, ut nondum constet, utrum auctâ temperaturâ augeatur conducentia metallorum (quod in ceteris corporibus accidere videtur), an contra imminuatur (*a*). Si augetur conducentia, singularis quidam actionum conflictus in phaenomenis locum haberet: filum scilicet calefieret fluxu electrico, ob auctam temperaturam augetur conducentia, ob auctam conducentiam imminueretur temperatura fili, quia temperaturae incrementum in ratione inversa est conducentiae (77); ob imminutam temperaturam iterum deminueretur conducentia, et sic porro; ita ut, si temporis aliquod spatium requiratur ut corpus transeat de conditione facilioris conducentiae in difficiliorem, perpetuo et vicissim incrementum atque imminutio temperaturae, quasi oscillatio caloris, observari deberet. Si autem temperaturae accretio deminueret metalli conducentiam, necessario observaremus continuum in-

(*a*) Imo nullam vim exercere temperaturae gradum in conducentiam metallorum, contendit CL. G. J. MULDER (*Nat. Bijdragen* 1830. V. p. 1.); quod reperisse sibi visus est observatione galvanometri. Hoc autem galvanometrum, quo usus est auctor, minime aptum videtur ut controversiam dirimeret; quippe quod, in circuitu claudenti, per sesquihoram eandem deviationem 70 graduum indicabat. Vid. *l. c.* pag. 3.

crementum caloris. Revera neque caloris oscillationem neque incrementum perpetuum experimenta docuerunt; neque etiam alio quo modo, uti monuimus, constitit, utrum conducentiam inter et temperaturam directa aliqua, an vero inversa sit ratio in metallis.

92. Experimenta enim, e quibus una vel altera lex sequeretur, instituit CL. DAVY. Quando, uti narrat celeberrimus physicus, (a) filum platineum 4 vel 5 pollices longum ignescit colore rubro, transeunte fluxu voltaico, atque pars hujus fili calefit usque ad candentem calorem, ope flammae alcoëliæ, statim pars altera refrigescit, ita ut ibi cesset ignitio. Si autem pars fili ignescentis tangitur frusto glaciei, vel si refrigeratur in uno tantum puncto ope fluxûs aërei frigidi, pars altera perveniet de colore rubro ad album.

93. Haec experimenta edidit DAVY ad confirmandam legem, quam paullo ante proposuerat: nempe, metallorum conducentiam decrescere si temperatura augetur. Fateor, me non intelligere (si statuere licet, mutationem temperaturæ *solam* egisse in phaenomeno quod DAVY animadvertit, de quo valde dubitari potest), quomodo haec sequela inde sit deducenda; nam omnino contraria ex ipsis datis mihi videtur sequi ratio (b). Quia scilicet optimus quisque conductor minime semper calefit, electromotoris conditione eadem manente, quod et DAVY adsumsit (c), apparebit, filum platineum meliorem esse conductorem, quando ejus ignitio rubri quam quum albi est coloris; item, filum, dum admotâ flammâ amittit ignitionem, conditionibus scilicet iisdem manentibus, meliorem conductorem fieri. Quam ob causam haec ipsa phaenomena consentanea videntur legi generali, quodcumque corpus eo facilius electricitatem conducere quo calidius sit (d).

94. Edamus aliud exemplum quod confirmet hanc ipsam legem. Inter ambas laminas platineas, quibus terminabantur poli columnae voltaicae, FARA-

(a) *Phil. Trans.* 1822. p. 432. (*Gilb. Ann.* LXXI. 250)

(b) Non nisi haesitans profero hoc meum dubium, cum videam consequentiam DAVYI, quae falsa mihi videtur, non offendisse GILBERTUM (vid. *Gilb. Ann.* LXXI. p. 250), nec scriptores *Lexici Gehleriani* (vid. voce *Leiter* p. 154), neque alios; neque etiam FARADAYUM (vid. *Phil. Trans.* 1833. II. 519). Profecto non omittendum est, magnopere differre conducentiam materiae ab intensitate fluxûs.

(c) *Op. cit.* p. 437 & 438.

(d) Vid. *Gehler's Phys. Wört.* voce *Leiter* p. 151-154; imprimis FARADAY *Experimental Researches on Elect.* 4. series, in *Phil. Trans.* 1833. II. 507.

DAVYUS (*a*) posuit frustulum $\frac{1}{2}$ poll. crassum purissimi sulfureti argenti; galvanometrum item introductum erat in arcum claudentem; hoc autem ne minimam quidem indicabat deviationem dum sulfuretum frigidum erat; temperaturâ vero paululum auctâ, v. c. calore manûs, acus galvanometri deviationem aliquam obtinebat, quae augebatur adhuc calore adhibito majoris intensitatis, v. c. flammae lampadis; ita ut visum sit, sulfuretum hocce insulatorem esse in conditione vulgari, sed, temperaturâ ad majorem illum gradum adauctâ, aequè bene electricitatem conducere ac metalla.

95. E superioribus sequeretur, directam aliquam rationem esse inter conducentiam et temperaturam; ex hoc autem altero experimento Davyano deduci posset, rationem quandam inversam locum habere. Repetamus quod narrat auctor (*b*): filum platineum, quod exonerabat pilam voltaïcam, non amplius hoc perficere poterat, postquam calefactum erat ad ignitionem rubram, admotâ flammâ lampadis; quod apparebat evolutione gazis in apparatu qui se junctim a filo simulque cum eo claudebat columnam. Eodem modo observatum est a DAVYO, filum platineum tenuissimum, quod exonerare poterat unam tantum pilam dum incandescibat in aëre, exonerasse duas similes columnas quando in oleum frigidum immersum erat.

96. Quamquam igitur ratio altera, supra commemorata, magis experientiae in genere convenire videatur, impedit tamen auctoritas DAVYI, quominus ea quae ultimo loco attulimus observata, legi generali prorsus contraria, negligamus. Primum putavi, discrepantiam diversarum illarum consequentiarum tolli adsumtâ hypothesi, temperaturam ita moderari fluxûs effectum, ut mutata eâ, non conducentia quidem arcûs claudentis, sed intensitas fluxûs ratione aliquâ inversâ mutaretur; sic etiam fluxus regitur dimensionibus arcûs, nam mutatis hisce sane non mutatur conducentia materiae. Si res ita se haberet, etiam quod ad temperaturae actionem attinet, facile fortasse explicari posset, cur auctâ temperaturâ, in uno DAVYI experimento (95), decreverit intensitas fluxûs in arcu claudente, in altero vero (92), intensitas ignitionis. Sed mitto hanc sententiam, quippe cui obstant non solum experi-

(*a*) FARADAY op. cit. p. 519.

(*b*) DAVY op. cit. p. 431.

mentum Faradayicum ante commemoratum (94), sed multa alia ejusdem viri celeberrimi aliorumque, quibus absque omni dubio constare videtur, corpora, etiam quae sunt insulatoria in statu frigido, conducere electricitatem dum calida sunt (a).

97. Haecce quoque singularia phaenomena commemoratione dignissima videntur. Cl. DAVY, pilam exonerans per filum platineum, in recipiente exhausto tensum, observavit, illud liquefieri, dum idem filum, transmittens eundem fluxum, multo minus calefiebat in aëre atmosphaerico (b). Idem deprehendit doct. SINGER; postquam filum platineum, extensum in recipiente antliae pneumaticae, ignitum erat colore rubro, dum trans mittebat fluxum voltaicum, ignitio magis magisque vivida fiebat, coloremque album tandem obtinebat; postquam aër iterum intraverat in recipiens, filum refrigescere redibatque ad pristinam conditionem (c).

98. In genere latet, quanam effectûs mutatio sit, quando conductor, quem perfluit fluxus, circumdatur mediis plus vel minus conducentibus electricitatem; ea quae attulimus egregia tamen sunt exempla illius mutationis temperaturae. Siquidem verum est, quod jam monuit CAVENDISH (d), electricitatis conjunctionem locum habere, non tantum in optimo conductore adhibito inter positivam et negativam electricitatem, sed viam sequi per quodcumque corpus adjacens, ratione scilicet habitâ illius conducentiae, alia erit fluxûs intensitas in conductore metallico, quando hic circumdatur aliquo corpore optime conducente, v. g. flammâ, alia autem quando immergitur in insulatorem, v. g. in glaciem (92) vel in oleum (95).

99. Haec cum ita sint, caremus datis tam de refrigerationis ratione, quam de nexu temperaturam inter atque conducentiam, nec minus de diversâ conducentiâ conductoris, pro diversis mediis circumdantibus, quibus definia- tur vinculum inter functionis valores κ , ω , l , atque temperaturae incrementum fili claudentis.

(a) FARADAY Op. cit. *On a new law of Elect. conduction & on conducting power generally.*

(b) DAVY *Phil. Trans.* 1821. p. 436. (*Gilb. Ann.* LXXI. 246).

(c) Teste FECHNERIO (*Galvanismus*, Leipzig 1829. p. 313) in SINGER *Electric. versione germ.* p. 255.

(d) CAVENDISH *On the Torpedo*; *Phil. Trans.* 1776. LXVI. 197. Inspiciatur etiam (41) in notâ.

100. In superioribus tacite assumimus, calorem excitatum aequalem esse per totam longitudinem arcûs claudentis; sed hoc revera non ita se habet. Calor nimirum in ipso medio arcu maximus est, in quâ solâ parte vel puncto etiam tunc ignitionem videmus, quum electromotoris vis non sufficit ut totum ignescat filum. Temperatura igitur decrescit de media ad extremas arcûs partes.

101. Haec quidem decrescentia non pariter ad utramque partem procedit; nam ei arcûs claudentis parti, quae in contactu est cum polo zinco, major quam alteri caloris gradus obtingit. Tribus thermometris immersis in tubum repletum aquâ claudente pilam, Cl. OERSTED (*a*) reperit, thermometrum apud polum positivum indicasse $20\frac{1}{2}$ grad. therm. Centigrad., apud polum negativum 18 gr., in medio tubo 23 gr.; quando idem tubus repletus erat solutione muriatis ammoniae vel alcoõle diluto, in thermometris ascensio minor erat, eâdem tamen ratione. Experimenta similia edidit doct. Danus BÜNTZEN (*b*); adhibitâ columnâ 1500 parium (*afwisselingen, couples*) laminarum cuprearum atque zincoarum, ab eo etiam repertum est, temperaturae incrementum maximum esse in medio fluido claudente, atque majus in polo positivo quam in negativo. Post temporis quoddam spatium in utroque polo idem erat caloris gradus.

102. Quod in metallis novimus, pessimos conductores electricitatis maxime calefieri, idem de liquidis dici posse videtur. Sic experimentis OERSTEDII vidimus, aquam magis calefactam quam alcoõl atque muriatem ammoniae (101), quae, ut acceptum est, meliores sunt conductores quam aqua.

103. Si constat, metalla millies superare liquida corpora conducendi virtute, putari posset, caloris productionem in liquidis, fluxum transmittentibus, etiam millies majorem fore quam in metallis; et si quis videret, massam liquidam, per quam transit fluxus, non statim converti in vapores vel gaza, forsitan miraretur. Sed minime hîc negligendum, liquidi et metallici conductoris, ut hâc in re secum comparari possint, aequalem esse debere dimensionem; neque facile sane parari possent fila liquida tantae tenuitatis, quantae fila e metallo

(*a*) OERSTED *Recherches sur l'identité &c.* Paris 1813. p. 152.

(*b*) BÜNTZEN in *Gilb. Ann.* XXV. 149.

ducta, quibus pila exonerari solet ut caloris productio satis manifesta observetur.

104. Praeterea aliae sunt causae, cur liquidis minus temperaturae incrementum obtingat:

1° capacitas caloris minor est corporibus metallicis quam liquidis; haec igitur majorem quantitatem caloricam requirunt ut calefiant;

2° evolutio gazis, quae procedit ad polos, in liquidis magnam absorbet caloricam partem.

105. Cl. DE LA RIVE (a) contendit, hanc evolutionem gazis efficere differentiam inter temperaturam poli positivi ac negativi; putat scilicet, calorem, quem assumit aliquod liquidum transmittens fluxum, eo majorem esse, ceteris conditionibus manentibus, quo minor est evolutio gazis; atque semper majorem esse apud polum ubi gaz minori quantitate nascitur, v. c. apud polum positivum in decompositione aquae, ubi gaz oxygenium dimidiâ quantitate evolvitur quâ hydrogenium apud alterum polum.

106. Haec autem ratio nequaquam ad explicationem sufficit; e. g. quum pila ita erat clausa, ut utrique poli immergerentur in vasa hydrargyrum continentia et secum invicem communicantia ope fili platinei, doct. CHILDREN (b) observabat, apud polum zincum temperaturam esse 121 gr. Fahr., apud cupreum verò 112 gr. Hic saltem gaz minime evolvebatur.

107. Cl. FECHNER suspicatur, eam ob causam in arcu claudenti esse differentiam temperaturae, quia cuprum melius conducit calorem quam zincum. Haec autem conducentiae discrepantia tam exigua est ut potius recurrendum esse videatur ad aliam rationem, nempe ad actionem chemicam, quae in ipsâ columnâ procedit. Zincum enim, quod oxydatur, majorem assumit calorem quam cuprum, quod et tactu dignosci potest.

108. Cl. NOBILI (d) mensus est temperaturas inter se differentes tam laminae zincae et cupreae quam liquidi acidi, in elemento simplici voltaico, ope

(a) DE LA RIVE in *Bibliot. Univ.* Janv. 1829. p. 49.

(b) *Phil. Trans.* 1815. II. 363 (*Gilb. Ann.* LII. 369).

(c) FECHNER *Galvanismus* p. 312.

(d) NOBILI in *Bibliot. Univ.* 1828. Fevrier p. 130.

thermometrorum; quoad scilicet temperatura variabilis cognosci potest in metallo quod chemicam subit mutationem. Ecce quae reperta sunt:

Observationum intervalla.	Caloris gradus:		
	Zinci.	Liquidi.	Cupri.
0'	11°	11°	11°
2'	15 $\frac{1}{3}$	13	11 $\frac{1}{2}$
4'	18 $\frac{1}{2}$	17	13
6'	20 $\frac{3}{4}$	19	15
8'	22 $\frac{1}{2}$	21	16 $\frac{1}{2}$
10'	23 $\frac{1}{2}$	22	18
12'	24 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	19
14'	24 $\frac{4}{5}$	24 $\frac{1}{5}$	20
16'	25	25	20
18'	25	25	20
20'	24 $\frac{1}{2}$	25	20
22'	24	24 $\frac{1}{2}$	20

Inde manifeste apparet, temperaturae differentiam zincum inter et cuprum, initio valde magnam, paulatim diminui, ob calorem, ut videtur, quem liquidum petit a zinco, communicatque cupro.

109. Haecce discrepantia animadvertitur electromotore tam simplice quam composito. Summi momenti experimenta, quae doct. MURRAY (a) hac de ratione divulgavit, hic afferamus. Usus est auctor congerie quatuor alveorum (*troggen*) Wollastoneorum, qui singuli continebant 10 cellulas; polum zincum inerat in cellulâ quam dicimus primam; cupreum in ultimam immergebatur.

(a) MURRAY *Edinb. Phil. Journ.* XIV. 57. FERUSSAC *Bulletin Physique* VI. 283.

Elementis fluido immersis, thermometrum Fahr. indicabat temperaturam in acido:

Ordo cellularum.	Alveus primus.	Alveus secundus.	Alveus tertius.	Alveus quartus.
In prima.	101°	125°	138°	136°
In media.	106	140	141	142
In ultima.	112	135	138	142

Laminis ex fluido retractis, temperatura in alveis erat:

Ordo cellularum.	Alveus primus.	Alveus secundus.	Alveus tertius.	Alveus quartus.
1	101° <i>pol. C.</i>	123°	128°	128°
2	106	125	129	129
3	109	127	130	131
4	110	129	131	133
5	111	131	132	134
6	112	133	133	134
7	112	134	133	133
8	113	133	131	133
9	113	131	130	132
10	110	129	129	132 <i>pol. Z.</i>

Quibus patet, in pilâ ita compositâ, temperaturam accrescere de polo cupreo ad polum zincum; dum in singulis alveis reperitur maximus calor in mediis cellulis.

110. Si igitur in hocce experimento Murrayano, pilâ tantum consistente e 40 paribus, poli zinci temperatura 31 gradibus major est temperaturâ alterius poli, dubium esse nequit quin propter contactum polorum, ita inaequaliter calefactorum, arcus claudens majorem assumat temperaturae gradum apud polum zincum quam apud alterum.

111. Neque hujus phaenomeni alia fortasse est causa. Quando extremae utriusque rheophori (*geleid-pooldraad*) parti affigitur exacutum carbonis frustum (quod *spiculum* appellare liceat) aequale atque homogeneous, ignitio in utroque observatur, si idonea est electromotoris vis; spiculum autem conjunctum cum polo zinco, magis quam alterum ignescere, animadverti solet.

112. Ignitio carbonis etiam alia offert phaenomena commemoratione dignissima. Postquam spicula ignitionem concipiunt, eam etiam conservant quum aliquantum a se invicem remota sunt; si pilae voltaicae virtus inest intensiva, non opus est contactu inter rheophororum extremitates ut incipiat ignitio; quae, v. c. in arcu columnae Institutionis Londinensis 2000 parium, jam apparuit quum distantia erat $\frac{1}{30}$ pollicum, continuavitque usque ad 4 pollices (*a*). Quod probat, fluxum electricum transire intervallum aëreum crassius (*b*), aucta cum est carbonis, sive, si magis placet, aëris temperatura (94).

113. Haec quidem fluxûs transitio percipitur tam lumine splendidissimo, de extremitatibus in medium intervallum deflectente atque se dilatante, quam calore tantae intensitatis, quanta non facile aliis modis excitetur. Spiculis carboneis immersis in aquam, alcoöl, olea, acidum nitricum vel sulfuricum etc., ignitio vel saltem scintilla animadvertitur; nec minus ignitio procedit in gazibus tam oxygenatis quam ceteris; imo vero lucis radiationem vividiorum esse in gaze azoto quam in aëre atmosphaerico SILLIMAN contendit. Quo minus densus est aër, eo major est nitor phaenomeni; DAVY scilicet animadvertit, intervallum, quod percurrere poterat fluxus, multo majus esse in recipiente exhausto quam in atmosphaera. In vacuo, nec minus in gazibus non-oxygenatis, ignitio per longum temporis spatium produci potest. Quibus omnibus perspicuum fit, combustioni carbonis nec calorem nec lumen tribuendum esse. Nimirum particulae carboneae, ignescentes ingenti calore excitato, in vapores abire videntur, fluxûsque effectum transvehi per intervallum quo separantur rheophora (*c*).

114. Ejectio materiae in carbonis ignitione etiam confirmatur experimentis SILLIMANNI (*d*). Quando extremis rheophororum deflagatoris Hareani par-

(*a*) DAVY *Éléments de Philos. Chimique* I. 187.

(*b*) In hocce exemplo via per aërem centies et vicies erat longior.

(*c*) De ignitione carbonis vid. DAVY *Nichols. Journ.* III. 135. (*Gilb.* XII. 353. *Ann. de Chim.* XLIV. 206); nec minus *Éléments de Phil. Chimiq.* p. 188.

(*d*) SILLIMAN *American Journ. of Sc.* V.

tibus affixa erant frustula vel carbonis lignei vel purissimi graphitis, cavernula oriebatur in spiculo communicante cum polo positivo; in altero autem additamentum reperiatur (*a*); utrorumque extremitates circumdabantur globulis, quorum nonnullis tanta erat similitudo cum adamante, ut auctori dubium non esset quin globuli ita orti consisterent e carbonio fuso. Idcirco SILLIMAN phaenomeni rationem hanc esse judicavit: fluxus transvehit vapores carbonis de polo positivo ad negativum, hinc autem materies carbonea accumulatur atque liquatur. Minime nobis agitanda est quaestio chemica, utrum materies translata carbonium purum sit, nec ne (*b*); translationem vero hinc locum habere constat. Comprobatum enim est multis experimentis SILLIMANNI, carbonis frustulum apud rheophorum positivum semper diminui pondere, negativum semper minorem jacturam ponderis facere quam positivum, imo nunquam accrescere pondere in vacuo.

115. Ignitionem non nisi in extremitate spiculi carbonei incipere, videmus; in genere, quando arcus pilae voltaicae non est homogeneus, iis in locis summus animadvertitur calor, ubi substantiae dissimilis naturae sese tangunt. Si v. c. unum rheophorum cujuscumque metalli tam prope accedit ad alterum ut fluxus transeat aëris intervallum, utraeque rheophorum extremitates tantum temperaturae concipiunt incrementum, si idonea est vis electromotoris, ut ignescant, liquefiant, comburantur vel in vapores abeant, dum in cetera circuitus parte calor vix excitatur et sentiri nequit (*c*). Ita in hocce exemplo de ignitione carbonis, arcus claudens est heterogeneus vel disruptus; nam his verbis, strictiori sensu, idem significatur. Patet igitur, etiam fluxum voltaicum incitare majorem calorem quando transfodit superficiem vel pervenit de uno corpore in alterum, quam quum, paribus conditionibus electromotoris, transit per massam homogeneam.

(*a*) SILLIMAN initio non recte distinxit polos; quod deinde correxit. Cum igitur accumulatio non fiat ad polum positivum sed ad negativum, admittenda non est explicatio Clar. BERZELII, qui putat, carbonem transvehi propter attractionem in electricitatem positivam. Vid. BERZELIUS *Jahres. Ber.* III. 27.

(*b*) Doct. VAN UXEM vehementer negavit similitudinem adamantis; ejusdem sententiae fuerunt clarissimi auctores operae *Annales de Chimie*, nec minus celeb. BERZELIUS; qui putant, hos globulos esse carburetum silicii vel silicatem aliquam. Nihilominus SILLIMANNI sententia argumentis gaudet minime infirmatis, ut videtur. Conf. FERUSSAC. *Bulletin Phys.* VII. 288.

(*c*) Conf. POUILLET *Élem. de Phys.* I. 648.

116. Electricitas vulgaris idem exhibet phaenomenon, ut supra vidimus. Sic v. c. explosione phialarum Leidensium transeunte catenam, iis locis, in quibus annuli cohaerent, maximus obtingit calor; sic in conductoribus compositis e copulatis metallis, juncturae potius fusioni cedunt quam ceterae partes; sic exoneratione iteratâ in eâdem conductoris parte, punctum illud, ubi fluxus transit de conductore metallico in conductorem aëreum, fusionis indicia praebet, dum in ceteris partibus vix temperatura augeatur; sic denique inflammatio pulveris pyrii aliarumque substantiarum, nec minus fortasse reductio oxydorum etc., melius succedit in circuitu composito e diversis corporibus, quam in arcu homogeneo (13, 51, 57, 60).

117. Cl DE LA RIVE (a) hac electricitatis proprietate usus est ad evolvendum calorem mirum in modum; multiplicatis scilicet fluxûs transitionibus per conductores diversos. Quando fluidum in tubo contentum dividebatur multa in loculamenta ope diaphragmatum vesicae, sive flocculis laneis vel lineis, multa major animadvertetur calor transeunte fluxu voltaico, quam in fluido cohaerenti sine separatione partium. Cum columna claudebatur humido caule crasso et celluloso plantae aquatilis, temperatura aquae obviae fluxui ita accrescebat in loculamentis caulis, praesertim juxta rheophorum extremitates, ut ebullitio ibi inciperet; in arcu toto liquido, cujus eadem erat dimensio ac caulis, vix augebatur temperatura.

118. Superest ut perscrutemur quomodo phaenomena caloris regantur numero, magnitudine et dispositione laminarum metallicarum, nec minus naturâ fluidi agentis; ut aliis dicam, quomodo pendeat temperatura conductoris claudentis a constructione electromotoris.

119. Primo loco generaliter statuendum, ea fluida, quae summâ agant actione chemicâ in metalla pilae, aptissima esse ad incitandum effectum, non solum magneticum vel chemicum, sed etiam caloriferum. Attamen, quo magis oxydatur zincum, eo citius cessat actio. Quapropter, si non vehemens sed continuus requiritur calor, acida bene sint diluta oportet. De permixtionibus, quae experimentis satisfecerunt, videantur auctores; hîc tantummodo monendum, pilas inter se comparari non posse, nisi immersae sint in aequale fluidum agens.

(a) DE LA RIVE in *Bibliot. Univ.* Janv. 1829. p. 50.

120. Phaenomena caloris, de quibus agimus, producta sunt electromotoribus, tam quod ad formam quam quod ad dimensionem, a se invicem diversissimis. Quotquot sint, apte tamen distingui possunt in electromotores simplices, i. e. ex uno elemento voltaïco constantes; atque compositos vel columnas. De electromotore simplice primum videamus.

121. Apparatus ille minimus Wollastoneus ad ignitionem calefecit filum platineum $\frac{1}{30}$ poll. longum, $\frac{1}{5000}$ usque ad $\frac{1}{3000}$ poll. diametri (*a*). Elementum hocce simplex, uti paratum erat a WOLLASTONE, consistebat e lamellâ zincâ superficiem exhibente $\frac{3}{4}$ poll. quad., cujus utrumque latus ab involucro cupreo unâ tantum lineâ distabat. Cupri ideo duplex erat superficies, quia, ut WOLLASTON reperit, actio duplicatur vel saltem valde augetur hâc constructione.

122. In experimentis voltaïcis interest ut laminae exiguâ a se invicem remotae sint distantia, atque etiam ut minima fluidi acidi quantitas adhibeatur. Ut hoc scopum consequeretur, HARE proposuit in spiram convolvere laminas zincas et cupreas, ita tamen ut nullibi contactus locum haberet, nisi ope arcûs claudentis. Propriâ autem suâ inventionem PATTERSON et LUKENS, (*b*) physici Americae septentrionalis, nec minus Hollandus praefectus militaris OFFERHAUS (*c*), simili modo construxerunt electromotorem. Num de caloris excitatione divulgarent experimenta Americani, et quaenam sint, nescio. OFFERHAUS vero, qui indagare sibi proposuerat phaenomena electromagnetica ope talis electromotoris, cujus lamina tam zincâ quam cuprea 0^m, 41 erat lata atque 4^m, 6 longa, reperit, filum platineum $\frac{1}{4}$ millim. diametri ignitionem concipere. Cum non commemoretur fili longitudo, indiciis indigemus ad comparandum hujus cum aliis apparatus effectum.

123. In electromotoribus ita constructis zincum ad utrumque latus spectat cuprum, uti in Wollastoneo elemento. Secundum opinionem PFAFFII (*d*) effectus multo major fuisset si lamina zincâ involuta fuisset duplici superficie cupri; nec minor observata fuisset actio, etiamsi sextâ vel octavâ parte zinci adhibitâ. Haecce sententia minime experimentis, sed contemplationi-

(*a*) WOLLASTON in *Thomson's Ann. of Phil.* (*Gilb.* LIV. 9.)

(*b*) *Schweigg. Journ.* 1819. XXVI. 313.

(*c*) *Gilb. Ann.* LXIX. 198.

(*d*) *Gehler's Wört.* Lit. G. p. 696.

bus de conduentiâ niti videtur. Cl. PFAFF nimirum hoc loco admittit consequentiam, quam e Marumianis experimentis (29) deducit RITTER (a); hic enim analytico quodam modo statuebat, conduentiam electricam metallorum esse in ratione inversâ oxydabilitatis. Si igitur, inquit Cl. PFAFF, zincum decies superat cuprum conducendi virtute, in quâcumque combinatione voltaicâ cupri superficies sit decies major quam zinci oportet. Magni sane non du-cenda illa sententia, quippe quae nititur falsâ de conduentiâ opinione (uti bene constat) nec confirmata est ullo experimento.

124. Apparatus, quem HARE calorimotorem nominavit, sequenti modo constructus erat (b): 20 laminae zincae atque totidem cupreae, singulae in uno latere superficiem exhibentes 19 poll. quad., alternatim atque insu-latim $\frac{1}{2}$ poll. distantiâ a se remotae, immergebantur in fluidum; omnibus laminis ejusdem metalli conjunctis, apparatus constituit electromotorem sim-plicem. Effectum caloriferum indicabat excandescentiâ fili ferrei $\frac{1}{8}$ poll. diam., atque fusione tenuioris fili platinei. Quando omnes laminae zincae collatae erant in unâ extremitate alvei, atque cupreae in alterâ, evolutio caloris non major erat in arcu claudenti quam efficeretur uno tantum pari; unde patet, magnopere augeri actionem, quando singula lamina positiva ab utrâque superficie cuprum spectat. Comparatio inter hujus deflagratoris atque elementi Wollastonei effectum institui nequit, quia HARE non definivit maxi-mas fili platinei longitudines fusas; accedit quod superficies cupri duplex erat in uno, in altero autem simplex; denique diverso usi sunt fluido WOLLASTON atque HARE; hic quidem 1 parte acid. sulf., 2 p. chlorur. sodi, 7 p. aquae; ille vero 1 p. acid. sulf. 50 p. aquae.

125. Apparatus CHILDRENI (c), maximus ille calorimotor, compositus erat e 21 laminis zincais, quibus singulis tota erat superficies 32 ped. quad.; numerus laminarum cuprearum duplus adhibebatur, postquam appa-ruerat, actionem duplicari hâc constructione. Hujus calorimotoris superficies agens (i. e. tota superficies zinci) est ad eam quae erat in elemento Wol-lastoneo (assumamus eam fuisse 2 poll. quad.) ut 48384: 1. Nihilominus, quando omnes laminae ejusdem metalli in unam copulatae erant, nulla orie-

(a) Ibidem, p. 794.

(b) *Schweigger Journ.* XXVI. 313.

(c) CHILDREN in *Phil. Trans.* 1815. 363.

batur ignitio fili platinei $\frac{1}{5000}$ poll. diam. atque $\frac{1}{30}$ poll. longi; idem filum tamen ignescebat in electromotore minimo Wollastoneo, immerso scilicet in aquam acidulam. Incredibile fere hoc nonnulli putaverunt; sic v. c. PFAFF, cum, deficiente ignitione in elemento microgalvanico, aliquando reperisset, filum tenuissimum non amplius praesens fuisse, (propter diruptionem, fusionem vel evaporationem), idcirco statuit, filum, quod conspici non nisi ope microscopii poterat, ante factam observationem fortasse evanuisse ingenti calorimotore (a). Conjectura contumeliosior sane in doctissimum physicum Anglum. Omnino autem hac in re in errore versari videtur PFAFF, qui refert in descriptione experimenti, de quo quaerimus, electromotorem illum tali modo observatum fuisse immersum *acido* (composito uti narrat, e 50 p. aq. $\frac{2}{3}$ p. acid. nit. $\frac{1}{3}$ p. acid. sulf.) (b); CHILDREN contra ipse dicit, elementum illud ita observatum fuisse, dum suspensum erat in *aëre* (c). — Verumtamen mirum videtur, actionem hujus apparatus tam exiguam imo nullam fuisse, in aëre sine dubio non siccissimo sed humido; nec minus valde dubitare licet, num admittenda sit explicatio a WOLLASTONO proposita, qui coniecit, filum tantum caloricum communicasse aëri, ut non satis sibi restaret ad ignitionem. Quomodocumque res sese habeat, dolendum est, actionem CHILDRENI deflagatoris, in unum elementum dispositi, non investigatam confirmatamque esse pluribus experimentis.

126. Diversissimorum igitur effectuum, quos simplices illi habuerunt electromotores, frustra indicia quaerimus, quibus inter se conferri possint definita ratione. Videamus quid experientia docuerit de compositorum electromotorum actione. Ut fugiamus molestissimam repetitionem verborum, in tabulâ collegimus descriptionem brevem nonnullorum apparatusum, ubi etiam adnotata sunt ea paucissima experimenta, quibus inter se comparari possint effectus. Superficies agens ibi dicitur tota zinci superficies fluido exposita (d).

(a) *Gehler's Wört. Lit. G.* p. 692 & 694.

(b) *l. c.* p. 694. (c) *l. c.* p. 373.

(d) Ad Neerlandicam mensuram redigimus numeros sic:

1 Pied françois.....	= $\frac{1}{3}$ met.
1 Inch.....	= 2,53995 cent.
1 Foot.....	= 3,04794 decim.
1 Inch quad.....	= 6,45136 cent. quad.
1 Foot quad.....	= 9,28997 decim. quad.

Conspectus nonnullorum Electromotorum simplicium et compositorum.

Observator.	Simplex vel compositus.	Nume- rus parium.	Superficies agens.		Constructio.	Fluidum.	Effectus.
			unius lamin.	tota.			
WOLLASTON (1).	simpl.	1	m 0, 0009	m 0, 0009	cuprum duplex. WOLL.	1 p. acid. sulf. 50 p. aq.	ignitio fili plat. 0,8 mm long. $\frac{1}{200}$ mm diam.
HARE (2).	simpl.	20	0, 0245	0, 49	cuprum simplex.	1 p. acid. sulf. 3 p. chlor. sod. 7 p. aq.	fusio fili plat. long. ? 0,2 mm diam.
HARE (3).	simpl.	250	0, 034	8, 5	cuprum duplex. HARE.	. . . . .	ignitio fili plat. long. ? 3 mm diam.
HARE (4).	simpl.	80	0, 085	6, 8	in spiram involut.	. . . . .	. . . . .
OFFERHAUS (5).	simpl.	1	7, 46	7, 46	in spiram involut.	. . . . .	ignitio fili plat. long ? 0,25 mm diam.
CHILDREN (6).	comp.	21	2, 97	62, 3	cuprum dupl. WOLL.	1 p. acid. 40 p. aq.	ignitio fili plat. 16,7 dec long. 2,7 mm diam.
CHILDREN (7).	comp.	20	1, 486	29, 7	cuprum simpl. WILK.	$\frac{2}{4}$ p. acid. sulf. $\frac{1}{4}$ p. acid. nit. 30 p. aq.	ignitio fili plat. 9,1 dec long. 0,8 mm diam.
DAVY Lond. Institution. . (8).	comp.	2000	0, 206	41, 2	cuprum dupl. WOLL.	1 p. acid. sulf. 1 p. acid. nit. 60 p. aq.	. . . . .
THENARD et GAY-LUSSAC . (9).	comp.	600	0, 09	54,	cupr. simpl. à auges.	$\frac{1}{75}$ p. ac. sulf. $\frac{1}{10}$ chlor. sod. 100 p. aq.	. . . . .
STRATINGH (10).	comp.	100	0, 04	4,	cupr. duplex. HARE.	4 p. acid. sulf. 2 p. ac. nit. 100 p. aq.	ignitio fili plat. 6 dec. long. 0,5 mm. diam.
POUILLET. Cab. d' Orleans. (11).	comp.	160	0, 054	8, 6	cupr. duplex. WOLL.	. . . . .	. . . . .
POUILLET. Fac. d. Scienc. (12).	comp.	12	4,	48,	in spiram involut.	. . . . .	. . . . .
MOLL. (13).	comp.	12	1, 868	22, 4	in spiram involut.	1 p. acid. sulf. 1 p. acid. nit. 60 p. aq.	ignitio fili plat. long. ? 0,75 mm diam.
UYLENBROEK (14).	comp.	12	3, 445	41, 3	in spiram involut.	. . . . .	. . . . .

(1) Thomson's Ann. of Phil. 1815. (Gilb. LIV. 9).

(2) Schweigg. Journ. XXVI. 313.

(3) (4) Uti refert STRATINGH in Nat. Bjd. 1832. I. 175—178, teste Laboratorium. Taf. VI.

(5) Gilb. Ann. LXIX. 198.

(6) Phil. Trans. 1815. II. 363.

(7) Phil. Trans. 1809. I. 32.

(8) DAVY Élém. de Phil. Chim. (mihi) I. 187.

(9) THÉNARD et GAY-LUSSAC Rech. Physico. Chim. I. 1.

(10) Natuurk. Bijdragen 1832. I. 178.

(11) (12) POUILLET Élém. de Phys. exp. 1828. I. 641—643.

(13) Natuurk. Bijdragen 1832. I. 241. — (5) et (13) Praesertim inservierunt ad egregia illa experimenta electro-magnetica, quae inveniuntur II. cc.

(14) Hoc cum apparatu experimenta, quae referre mihi proposuerum quum hanc scriptionem incipiebam, nondum facta sunt; aegritudo scilicet clarissimi UYLENBROEKII, optimi mei praeceptoris, aliaeque causae, illam fefellerunt spem.

Conspectus nominum Electricorum simplicium et compositorum

Observationes	Simplicia vel composita	Nomen partium	Superficies - gram.		Conductio	Visitas	Effectus
			unius partium	totae			
(1)	simplic.	1	0, 0003	0, 0003	cuprum duplex. walt.	1 p. acid. salt. 50 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(2)	simplic.	20	0, 0215	0, 42	cuprum simplex.	1 p. acid. salt. 2 p. chlor. salt. 7 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(3)	simplic.	250	0, 031	0, 2	cuprum duplex. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(4)	simplic.	30	0, 075	0, 8	in aquam involut.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(5)	simplic.	1	7, 46	7, 46	in aquam involut.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(6)	comp.	31	2, 97	62, 3	cuprum dupl. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(7)	comp.	30	1, 486	20, 7	cuprum simplex. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(8)	comp.	2000	0, 203	41, 2	cuprum dupl. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(9)	comp.	600	0, 09	21	cupr. simpl. & aqua.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(10)	comp.	100	0, 07	1	cupr. duplex. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(11)	comp.	150	0, 081	8, 6	cupr. duplex. walt.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac 0,2 m. long. 0,2 m. diam.
(12)	comp.	12	4	42	in aquam involut.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(13)	comp.	12	1, 283	22, 4	in aquam involut.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.
(14)	comp.	12	2, 448	41, 2	in aquam involut.	1 p. acid. salt. 2 p. aqu.	ignitio in hac long. 0,2 m. diam.

(1)
 (2)
 (3)
 (4)
 (5)
 (6)
 (7)
 (8)
 (9)
 (10)
 (11)
 (12)
 (13)
 (14)

127. Collatio autem effectuum parum prodesset cognitioni phaenomenorum, nisi sejunctim perquiratur, quomodo pendeat actio a numero atque a magnitudine laminarum.

128. Quod ad numerum attinet, doct. SINGER emisit sententiam, longitudinem fili, ad certam calefacti temperaturam, proportionalem esse quantitati parium metallicorum, in omni quidem electromotoris conditione. Numeri ab illo divulgati, revera huic rationi mirum in modum satisfacere videntur. Duo alvei Wedgwoodiani (pilae scilicet 10 parium Wollastoneorum 16 poll. quadrat.) ad ignitionem rubram ducebant filum ferreum 9 poll. longum $\frac{1}{100}$ poll. diam.; 4 alvei aequales, simile filum 18 poll. longum. Item 10 alvei conjuncti ignitionem excitaverunt in alio filo 36 pollices longo, cum pila clausa erat primâ vice; 5 alvei 18 poll.; post temporis quoddam spatium 10 illi alvei 30 poll., 5 autem 15 poll. Eadem ratione filum platineum 5 poll. ignescebat ope 10 alveorum, $2\frac{1}{2}$ poll. ope 5 (a).

129. CUTHBERSON (b) et WILKINSON (c) jam olim eandem rationem invenerant; hic quidem, qui usus est apparatu cellulari composito e laminis 16 poll. quadrat., dedit numeros hos:

100 paribus	ignescunt	$\frac{1}{2}$ pollices	fili chalybei	$\frac{1}{70}$ poll. diam.
200	————	1	————	————
400	————	2	————	————

Assentiendum tamen non est opinioni WILKINSONI, longitudinem nempe, quâ ignescat arcus quidam claudens, in quacumque pila praebere aptam mensuram ad determinandam vim electromotricem; si enim numerus aliquis parium ne minimam quidem ignitionem communicet filo, quod ignescat majori adhibito numero, sequeretur, infinitam rationem intercedere inter hujus atque illius apparatus vim, quod absurdum esset (d).

130. Doctissimis VAN MARUM et PFAFF, paulo post detecta phaenomena pilae voltaicae, visum est, caloriferam actionem majore quidem increscere ratione quam numerum laminarum, si scilicet non nimis magnus sit parium nu-

(a) SINGER et CUTHBERSON in *Nichols. Journ.* XXIX 32 (*Gilb. Ann.* XLIV. 229).

(b) CUTHBERSON in *Nichols. Journ.* VIII. 97 et 205 (*Gilb.* XXIII. 265).

(c) WILKINSON in *Nichols. Journ.* VII. 206. (*Gilb.* XIX. 45).

(d) Uti jam monuerunt GAY-LUSSAC et THENARD. *Rech. Ph. Chim.* I. 37.

lunnae compositae e multis paribus, quam alius similis e paucis tantummodo consistentis.

133. Huic rationi tamen omnino contraria est sententia, quam Cl. DAVY alio loco emisit: »duo millia paria" ait »in unam collata pilam, non tantam »longitudinem fili ad ignitionem perducunt, quantam decem solummodo paria aequalia" (a). Modo vidimus, viginti paria majorem producere effectum quam decem, quadraginta paria majorem quam viginti, millia quam centum etc., at tamen bis - millia non id efficerent quod decem possunt paria! Actio igitur retrogressa esset, et quidem celerrime, inter mille et bis mille! Differentia haec profecto tanta est, ut explicari non possit verbis ceteroquin verissimis ipsius auctoris: scilicet, multas circumstantias prohibere accurata experimenta, magno adhibito numero laminarum (b). Reperimus insuper, clarissimum DE LA RIVE eandem conclusionem adsumsisse; inquit: »Tandis »qu'une pile de soixante paires ne peut rougir le fil de platine ou de fer »le plus mince, dix paires de la même pile produisent cet effet"; et porro: »Jamais l'ignition ne sera aussi forte avec soixante paires qu'avec dix paires seulement de la même pile" (c). Hisce tamen verbis significari sine dubio non voluit auctor, ignitionem, non solum in pila qua ipse usus est, sed etiam in quacumque alia pila, minorem esse, quando 60 paria adhibentur quam quum 10; nam praesto sunt exempla quae contrariam docent rationem. Attamen levius ageremus quam par est, si negligeremus hasce sententias, quas nec DAVY nec DE LA RIVE comprobaverunt, sed profecto non sine causa emiserunt; atque si spretis iis sententiis statueremus, actionem caloriferam esse in proportione directa numeri parium, i. e. $l:l' = m:m'$; l, l' significantibus fili longitudinem, ad certum caloris gradum calefactam, m, m' numerum correspondentem parium pilae.

134. Hanc ipsam vero aequationem non comprobata OHM (d) deducit e formulâ suâ, antea commemoratâ; adsumit auctor, et vim electromotricem columnae (83) et resistantiam in columnâ proportionalem esse numero

(a) *Phil. Trans.* 1821. p. 436.

(b) *Phil. Chim.* I. 191.

(c) *Bib. Univ.* Janv. 1829. p. 52 et 55.

(d) *Kastner's Arch.* XVI. 20.

elementorum constituentium; hanc ob causam temperaturae incrementum in arcu claudenti aequiparatur huic valori :

$$\frac{m\alpha}{\left(m\lambda\omega + \frac{l}{z}\right)\chi};$$

m denotante numerum parium, $m\alpha$ totam vim electromotricem, $m\lambda$ totam resistantiam in columnâ. Si igitur alius arcus, ejusdem diametri et metalli, ad eandem calefit temperaturam ope aliâ columnae compositae ex alio quodam numero aequalium elementorum :

$$\frac{m\alpha}{\left(m\lambda\omega + \frac{l}{z}\right)\chi} = \frac{m'\alpha}{\left(m'\lambda\omega + \frac{l'}{z}\right)\chi} : \text{igitur } lm' = l'm.$$

135. Videamus nunc quomodo phaenomena electro-thermica pendeant a magnitudine laminarum columnae. FOURCROY et VAUQUELIN (*a*) primi observaverunt, caloris excitationem multo augeri in arcu claudenti, auctâ magnitudine laminarum; in ratione quidem superante eam quam praebet multiplicatio laminarum. Etiam in determinandâ illâ ratione non consentiunt experimenta diversorum physicorum.

136. Doct. WILKINSON comparavit effectum apparatus voltaïci 50 parium, quorum singulae laminae, formae quadratae, latus habebant 8 pollicum, cum effectu aliis apparatus ejusdem numeri parium atque omni ex parte illi similis, exceptâ superficie laminarum, quarum latus tantum erat 4 poll. (*b*). Illâ quidem columnâ liquavit fili ferrei longitudinem trigesies-bis major quam hâc; quo apparuit, fili longitudinem liquefactam, in diversis columnis constantibus e numero aequali laminarum, esse in ratione inversâ cubi superficiei, vel sextae potentiae lateris. Haec vero proportio maxime superat eam, quam unquam praebet multiplicatio laminarum. Si igitur duae columnae ita sunt constructae, ut summa omnium superficierum in unâ aequalis sit summae superficierum in alterâ, haec maxime calefaciet arcum metallicum, quae consistat e minimo numero parium. Ita, secundum WILKINSONUM,

(*a*) *Ann. de Chim.* 1801. XXXIX. 103.

(*b*) *Nichols. Journ.* VII. 206.

apparatus cellularis 400 laminarum 16 poll. quadratorum liquabat 2 poll. fili chalybei $\frac{1}{70}$ p. diam.; alius autem apparatus, ex 100 laminis 64 poll. quad. constans, cujus igitur cuncta superficies aequalis erat prioris illius superficiei, liquabat 32 pollices ejusdem fili.

137. Ex hocce experimento WILKINSON concludebat, in columnis, quibus parium summae superficierum inter se aequales sunt, longitudines fusas rationem servare quadratorum superficiei quam habent singulae laminae. Insuper assumit auctor (129), longitudines fusas ope columnarum inter se aequalium, excepto numero laminarum, esse in ratione inversâ hujus numeri. Denique sequitur e praecedenti experimento (136), longitudinem fusam proportionalem esse cubo superficierum, tam numero scilicet quam ceteris iisdem (a). Tres haec leges, quae omnino conveniunt cum numeris a WILKINSONO propositis, combinari possunt hac forma: $l:l' = mg^3:m'g'^3$(A) (*m* designante numerum, *g* superficiem laminarum, *l* maximam longitudinem ad quam liquefieri potest filum alicujus diametri et metalli). Nam si cunctae superficies (*de totale oppervlakten*) inter se aequales sunt, i. e.:

$$mg = m'g', \text{ habemus: } l:l' = g^2:g'^2;$$

$$\text{si: } g = g' \dots\dots\dots l:l' = m:m';$$

$$\text{si: } m = m' \dots\dots\dots l:l' = g^3:g'^3.$$

138. Si igitur aequatio (A) vera sit (de quo dubitare licet, more physicorum, qui in talibus experimentis non magnam habent fidem numeris, quum tam perfectissime cum formulâ conveniunt) a priori computare possumus effectum cujuscumque columnae similiter constructae. Ita v. c. columna 50 parium 2 ped. lateris liquabit 972 pedes (b) fili chalybei $\frac{1}{70}$ poll. diam.; atque si omnes hae laminae zincaeae et cupreae ita conjunctae sint, ut unum tantum par 200 pedum quad. constituent, longitudo fusa erit 2430000 pedum (c). Eodem modo, CHILDREN ope maximae columnae 21 parium, in quibus singulae laminae in uno latere habebant superficiem ped. 16 quad.

(a) Conf. HARRISON in *Nichols. Journ.* IX. 242.

(b) Minime 108 pedes, quemadmodum WILKINSON posuit.

(c) Minime 5400 pedum, ut Anglus quidam calculat (*Nichols. Journ.* VII. 269); neque etiam 2317500, ut *Gilbert* posuit, (*Ann.* XIX. 49) quodque repetitum est in *Gehl. Wört. Lit. G.* p. 928. (ibidem p. 927. lin. 25 legatur 32 Z. loco 16 Z.).

[tab. (6)] liquare potuisset circa 11500 millia pedum fili aequalis; sive, si effectus deflagratoris duplicatus esset duplicatis laminis cupreis, quod CHILDREN repererat, 23000 millia pedum; hicce igitur apparatus facillime liquefecisset filum chalybeum $\frac{1}{70}$ poll. diam. tensum per Scotiam et Britanniam de promontorio FARO ad prom. LEZARD! Ope alterius columnae CHILDRENI [tab. (7)] compositae e 20 jugis simplicibus, laminae cum habebant 8 ped. superficiem in utroque latere, similique modo constructae ac columna Wilkinsoniana, secundum eandem legem liquefieri potuissent 3110 pedes ejusdem fili; CHILDRENIO autem ita cessit res, ut non plus quam 10 pollices fuderit.

139. Aliam viam ingressus est OHM (a); aequiparavit scilicet vim electromotricem summae tensionum quas habent singula elementa, quorum numerus dicatur m ; igitur $A = m\alpha$ (83); λ significante resistantiam in unoquoque elemento cujus superficies aequalis est unitati mensurae, $\frac{\lambda}{g}$ resistantiam in elemento cujus superficies est g , posuit:

$$T = \frac{m\alpha}{\left(\frac{m\lambda\omega}{g} + \frac{l}{z}\right)\chi};$$

Quando autem alia pila, solâ magnitudine laminarum ab illâ differens, clauditur filo ejusdem diametri et metalli, et filum hocce eandem assumit temperaturam, sequitur:

$$\frac{m\alpha}{\left(\frac{m\lambda\omega}{g} + \frac{l}{z}\right)\chi} = \frac{m\alpha}{\left(\frac{m\lambda\omega}{g'} + \frac{l''}{z}\right)\chi};$$

unde deducitur:

$$\frac{l'' - l}{\frac{1}{g} - \frac{1}{g'}} = \alpha m \lambda \omega; \quad l' - l : l'' - l = \frac{1}{g} - \frac{1}{g'} : \frac{1}{g} - \frac{1}{g''}.$$

Quando v. c. superficies laminarum in diversis columnis, ita compositis ut supra diximus, sunt inter se ut 1, 4, 16, 64 etc.; i. e.: $g=1$, $g'=4$, $g''=16$ etc., habemus, si $\alpha m \lambda \omega$ brevitatis causa designatur per C:

$$l' = l + \frac{3}{4}C; \quad l'' = l + \frac{15}{16}C; \quad l''' = l + \frac{63}{64}C;$$

igitur, quum ex observationibus definita sunt l et C, reperientur valores

(a) *Kastner's Arch.* XVI. 1. c.

$l, l',$ etc. pertinentes ad $g', g'',$ etc. In experimentis WILKENSONI (136), e. g. cum $g=1, g'=4$ correspondent $l=\frac{1}{2}, l'=16$; ideo $C=20\frac{2}{3}$; atque cum $g''=16, g'''=64$ convenient $l''=19\frac{7}{8}, l'''=20\frac{27}{32}$.

140. Habemus igitur longitudines $\frac{1}{2}, 16, 19\frac{7}{8}, 20\frac{27}{32}$ etc. correspondentes cum superficiebus 1, 4, 16, 64 etc.; inde apparet, rationem inter duas longitudines consequentes in serie celeriter descrescere, si perpetuo augetur superficies laminarum; ita ut, dum secunda illa columna tricies-bis majorem longitudinem liquefacit quam prima, differentia inter longitudines fusas a pila tertia et quarta fere evanescat. Nec minus docet formula OHMII, quantumvis augeatur magnitudo laminarum, longitudinem nunquam excedere posse $l+C$, (in exemplo hocce $21\frac{1}{8}$ poll.). Decrescentia autem illa rationis, atque limites haece actionis omnino contrarii sunt experientiae; nam commemorare sufficit, non solum istam longitudinem fili ferrei fundi posse in columna 50 parium, qualis fuit WILKINSONI, sed etiam in columnis agentibus sub conditionibus actioni caloriferae minus faventibus, v. c. minori numero parium adhibito, majorique distantia inter laminas relictâ, etc.

141. Formulam OHMII, cujus saepius deprehendimus fallaciam, iterum transponemus, ut videamus, quosnam det valores pro longitudine fili ejusdem metalli et diametri, quae liquatur per diversas columnas, in quibus summae superficiei cunctarum laminarum inter se aequales sunt. Si igitur est $mg=m'g'$, aequatio, quae locum habet si arcus claudentes eandem acquirunt temperaturam:

$$\frac{m\alpha}{\left(\frac{m\lambda\omega}{g} + \frac{l}{\alpha}\right)\chi} = \frac{m'\alpha}{\left(\frac{m'\lambda\omega}{g'} + \frac{l'}{\alpha}\right)\chi},$$

reduci potest ad: $\frac{mg}{m\lambda\omega\alpha + lg} = \frac{m'g'}{m'\lambda\omega\alpha + l'g'}$

atque: $(m-m')\lambda\omega\alpha = l'g' - lg$;

si appellatur C valor ille constans $\lambda\omega\alpha$, atque si pro g' substituitur valor ejus $mg:m'$, habebimus post reductionem:

$$l = \frac{mm'C + lm'g - m'^2C}{mg}.$$

Ut videamus quomodo mutetur l mutata m' , differentianda est aequatio, ad

inveniendum valorem m' , qui dabit maximum valorem l' ; hoc modo reperimus :

$$\frac{\partial l'}{\partial m'} = \frac{mC + l'g - 2Cm'}{mg} = 0$$

$$m' = \frac{mC + l'g}{2C} \quad l' = \frac{(mC + l'g)^2}{4Cmg}$$

142. Adferam exemplum, ut judicare possimus de bonitate harum aequationum. WILKINSON scilicet liquavit duos pollices fili ferrei $\frac{1}{8}$ diam. per apparatus 400 laminarum 4 poll. lateris; triginta-duos ope 100 laminarum quater majoris superficiei quam illae; hic igitur

$$m = 400, m' = 100, g = 16, g' = 64, l = 2, l' = 32,$$

quibus determinari potest :

$$\lambda \omega x = C = \frac{l'g' - lg}{m - m'},$$

deinde valor cujuscumque longitudinis l'', l''' etc. correspondens cum superficiei m'', m''' etc. Si nunc ope formularum supra expositarum computatur valor qui maximam dat longitudinem fusam, invenimus, filam, restrictam conditione $mg = m'g'$, maximum effectum obtinere, scilicet fundere posse filum fere 43 pollices longum, si constat e 200 laminis. Idecirco formula doceret, actionem perpetuo accrescere aucto numero usque ad 200, deinde diminui, ita ut duae laminae 3200 poll. quad. ne unum quidem pollicem liquefacerent. Quod prorsus contrarium est sententiae eorum, qui contendunt, actionem caloriferam in arcu claudenti metallico semper accrescere diminuto numero jugorum, dum cuncta superficies laminarum eadem manet.

143. Operae pretium est colligere rationes inter superficiem laminarum et longitudinem fusam, quas alii repererunt physici. DAVY nimirum commemorat, per 20 laminas duplices, superficiem exhibentes 8 ped. quad., longitudinem liquefactam esse plus quam sedecies majorem longitudine liquefacta ope totidem laminarum similium, quarum superficies erat 2 ped. quad. (a). In experimento a CUTHBERSONO facto, filum duplo majus liquefactum est ope

(a) In versione gallica operis *Elem. of Chem. Phil.*, p 191. minus recte significata est sententia DAVYI.

duorum alveorum, quorum poli homonymi conjuncti erant, quam ope unius alvei aequalis (a). VAN MARUM et PFAFF denique animadverterunt, columnam 20 parium, consistentium e laminis circularibus 10 poll. diametri, liquasse 5 poll., aliam 20 parium 5 poll. diam. non minus quam 4 poll. ejusdem fili (b).

144. Vidimus supra (138), columnis ita constructis ut $m = m'$, OHMIUM contendere, $l - l' = \left(\frac{1}{g} - \frac{1}{g'}\right)C$;

WILKINSONUM vero (136)..... $l:l = g^3 : g'^3$;

experimentum autem DAVYI daret aequationem: fere $l:l = g^2 : g'^2$

CUTHERSONI..... $l:l = g : g'$

atque MARUMII..... $l:l = g^{1/2} : g'^{1/2}$

Summa igitur occurrit discrepantia inter sequelas deductas ex experimentis diversorum physicorum.

145. Unde nascitur discrepantia illa? Quum minime profecto adscribenda sit inaccuratae fortasse observandi rationi, res ita sese habere mihi videtur. Novimus, fili alicujus, pilam claudentis et certam temperaturam assumentis, fluxu electrico calefactam longitudinem pendere a variis circumstantiis: scilicet a tensione in elementis voltaicis, i. e. a naturâ utriusque metalli ex quo constat pila, a magnitudine et numero laminarum, a naturâ fluidi continentis elementa, nec minus ab hujus dimensionibus, a substantiae naturâ et a crassitudine fili claudentis, a naturâ conductoriâ atque a temperaturâ mediî adjacentis etc.; igitur longitudinem illam esse functionem horum valorum; quod litteris a nobis receptis sic significamus:

$$l = F(\alpha, g, m, \lambda, \omega, \kappa \text{ etc. });$$

mutata autem g , valor l etiam mutatur; sed minime hanc ob causam statuendum $l:l = g^n : g'^n$; nam hoc tunc demum verum esset, si

$$l = g^n F(\alpha, m, \lambda, \omega, \kappa \text{ etc.}),$$

i. e. si ceteri valores omnes non regerentur a valore g ; aut si, illis manen-

(a) Nichols. Journ. VIII. 97.

(b) Gilb. Ann. X. 159.

tibus, esset $l = g C$. Quando contra mutato g alium valorem acquirit v. c. α et λ , hoc est, ut dici solet, tensio et resistentia in elementis, erraremus si mutationem quam subit l , mutatis simul α , λ et g , tribueremus soli mutationi valoris g . In hoc quidem errore ii versari videntur, qui statuunt, proportionem aliquam intercedere inter longitudinem fusam et superficiem laminarum.

146. Ad tot autem circumstantias, quae moderantur caloris excitationem in arcu claudenti, alia adhuc accedat oportet. Scilicet Italus physicus DAL-NEGRO nuper divulgavit experimenta, ex quibus patet, calorem excitatum in arcu metallico, ope elementi simplicis voltaïci, diversum esse pro diversis perimetris elementi, dum superficiei area eadem manet (a). Ecce quae commemoravit vir doctissimus. Lamina zincea ad utrumque latus induta erat aequali laminâ cupreâ, veluti in constructione Wollastonia; aqua acidula agens commixta erat $\frac{1}{60}$ parte acid. sulf. atque $\frac{1}{60}$ p. acid. nit; thermometerum immersum erat in capsulam repletam mercurio, quocum communicabant rheophora poli zincai atque cuprei; deinde temperaturae accretio apparebat sequenti modo:

Dimensiones Zinci.	Area.	Perimetrum.	Temperaturae accretio in mercurio.
2 poll. long. 2 poll. latus.	4	8	6°
16..... $\frac{1}{4}$	4	32 $\frac{1}{2}$	11°5
4.....2.....	8	12	8°5
32..... $\frac{1}{4}$	8	64 $\frac{1}{2}$	23°
4.....4.....	16	16	12°5
64..... $\frac{1}{4}$	16	128 $\frac{1}{2}$	29°

147. Doct. DAL-NEGRO, qui rationem similem invenerat inter deviationem acûs magneticae atque laminarum perimetri mutationem, ex hisce experimen-

(a) *Ann. delle Scienze* 1833. n.º. 3 et 4; *Bib. Univ.* 1833. Juillet p. 319, Août p. 282, Sept. p. 1.

tis concludit, accretionem vis electromotricis pendere ab accretione perimetri (superficie ceterisque iisdem manentibus); ita ut actio calorifera alicujus laminae zincae augeri posset, aucto tantum perimetro; quod in superioribus exemplis saltem perspicuum est. Quapropter, si aptissimâ constructione ad excitandum calorem apparare velimus electromotorem, dissecandae sunt laminae zincae in quam plurimas partes, v. c. in tenuissimas taenias; jungendae hae in fasciculos colligatos cum filo cupreo et sic comparatae immergendae in acidum.

148. Sperandum fore ut haecce experimenta magis illustrentur (*a*); dubitare vero licet an confirmanda sit sententia, calorem excitatum in arcu, ratione quadam proportionalem esse perimetro, atque omnia phaenomena electro-thermica hac ratione explicanda esse. Constat enim, pilas diversas, in quibus summae perimetrorum cunctarum laminarum inter se aequales sunt, tamen non ad eandem usque temperaturam calefacere aequalia fila claudentia; sic v. g. columna 100 laminarum 4 poll. lateris tricies-bis majorem longitudinem liquavit, ut WILKINSON narrat, quam alia isoperimetrica 50 laminarum 8 poll. lateris; et actio pilae compositae e multis paribus non differret ab actione ejusdem pilae ad unum tantum par redactae. Insuper quod jam monuimus de effectu accretionis superficiei, hîc etiam valet; scilicet minime comprobatum esse, mutationem formae elementi non mutare ceteras causas a quibus pendet vis electromotrix columnae, et proinde temperatura arcûs claudentis.

149. Ut autem phaenomenorum electro-thermicorum investigare et mathematicè describere possimus leges, necesse est, ut vinculum inter diversas, quotquot vidimus, causas, quae in hancece electricitatis actionem exercent vim, plenius cognoscatur et accuratius definiatur.

150. Quamquam nullus adhuc physicus eo pervenit ut generalem et justam constituerit legem, secundum quam natura, dimensio et numerus parium electromotricium regant calorem in arcu claudenti excitatum, non omni tamen hac in re caremus normâ. Quotcumque enim variae exstent

(*a*) Nuperrime, die 26^o Maji, in coetu Academiae Parisiensis Scientiarum, hoc facturum se pollicitus est auctor.

physicorum sententiae, in eo conveniunt quod columnas diverse construendas esse dicunt, prout arcus melior vel peior sit conductor electricitatis; ita ut constet, electromotorem e laminis magnae superficiei compositum eo magis excitare calorem, quo crassiora, breviora et magis conducentia sint fila claudentia, et contra, quo tenuiores, longiores et minus conducentes sint arcus, eo magis excitari calorem apparatu e multis laminis constructo (a).

151. CHILDREN (b) jam regulam posuit quae eodem redit; dixit enim: quando arcus claudens est conductor perfectus, magnis superficiebus utendum est ut calor intensivus excitetur, nec non maxima fortasse actio jam produci potest parvo laminarum numero; si contra resistantiam, quam electricitati opponunt mali conductores, vincere vis, adhibe apparatus multarum laminarum quibus parva est superficies. Monendum tamen est, experientiam docere, in primo casu maximam actionem non parvo numero adstringi, sed accrescere multiplicatis paribus; atque in altero casu, actionem tunc quoque augeri, quando augetur superficies laminarum. — DAVY etiam, quo in hac physicae parte nemo fortasse magis fuit versatus, reperit, quo major erat electricitatis intensitas, i. e. quo major numerus parium, eo potius electricitatem perfluere malos conductores, veluti carbonem et liquida, quod apparuit ex auctâ, quam assumebant, temperaturâ.

152. His sententiis aliis inter recentiores praeclari et hac in re magnae auctoritatis physici addam verba. Cl. DE LA RIVE (c) sic: » Si le conduc-
 » teur qui réunit les deux pôles de la pile est un conducteur parfait, con-
 » tinu et homogène, comme un fil métallique, l'effet que produira le cou-
 » rant dans ce fil, que ce soit un effet calorifique ou magnétique, sera
 » d'autant plus intense que la pile aura, avec une surface donnée, un
 » nombre moindre d'éléments. Si le conducteur est imparfait, s'il est discon-
 » tinu, comme avec les pointes de charbon ou les feuilles métalliques que
 » l'on brûle, s'il est hétérogène, formé, par exemple, de deux lames de mé-
 » tal plongées dans un liquide qui est interposé entr'elles, alors il faut em-
 » ployer la surface donnée à faire un grand nombre de couples, pour augmen-

(a) FECHNER, *Lehrb. der Exp. Phys.* III. 318.

(b) *Phil. Trans.* 1809. p. 32.

(c) *Biblioth. Univ.* 1829. Jan. p. 52.

ter l'intensité des phénomènes (calorifiques) que sont susceptibles de développer ces divers genres de conducteurs."

153. Quamquam non attingemus ea quae proposuerunt auctores ad explicandam phaenomenorum, de quibus quaerimus, agendi normam, ingeniosa tamen ratio, quâ DE LA RIVE explicuit differentiam inter variam constructionem calorimotoris requisitam pro meliori vel pejori conducentiâ arcûs claudentis, verisimilior nobis videtur, quam ut silentio eam praetermittamus. Utraque principia electricitatis, ait, accumulata in extremis laminis pilae, confluere conantur ad restaurandum aequilibrium; conjunctio haec locum habere potest tam per arcum quemcumque cludentem, quam per ipsam pilam; haec vero est conductor heterogeneus atque minime perfectus. Si igitur substantia adhibita inter polos est conductor perfectus, v. c. filum metallicum, pila reduci potest ad minimum numerum parium, quia fluxus, qui semper perfluit corpora sibi obvia pro conducentiâ eorum relativâ, potius et magis transit hanc viam quam alteram heterogeneam. Si autem arcus claudens est abruptus vel heterogeneus, aequè ac pila ipsa, fluxus tunc demum transibit arcum, quando altera via majorem praebet resistentiam ob magnum numerum parium, i. e. transitionum de uno conductore in alterum; hîc igitur opus est multis paribus, quia alioquin fluxus majori pro parte transiret pilam ipsam. — Hisce autem verbis non explicatur, cur in arcu, quando perfectus est conductor, tunc maximus semper nascatur calor, quum numerus parium est minimus. Ad hoc explicandum auctor assumit distinctionem inter celeritatem et intensitatem fluxûs, statuitque, calorem eo majorem excitari quo major est celeritas fluxûs, et fluxum eo majorem habere celeritatem quo minor est resistentia, quae occurrit in pilâ ob transitiones de conductoribus solidis in liquidos.

154. Sunt auctores alii, qui differentiam inter fluxus electricos, quibuscunque prodeant sub formis, deducant ex *intensitate* et *quantitate* electricitatis, ita ut intensitas penderet a numero parium columnae, quantitas autem a magnitudine eorum (a). Secundum DE LA RIVE vero *intensitas* pendet tam a numero quam a superficie laminarum, ita ut eo major sit quo minor est numerus parium atque quo major est eorum superficies.

(a) CHILDREN *Phil. Trans.* 1809. DAVY *Phil. Trans.* 1821. FARADAY *Phil. Trans.* 1833. etc.

155. Profecto magnum est discrimen inter significationem, quâ verbum *intensitas* vulgo occurrit in electricitatis doctrinâ. Nec mirum; nam definito modo significari nequit res, cujus latet ratio. Si enim verba quibus utimur ad designanda phaenomena electricitatis, adaptare velimus ad fluidorum ponderabilium phaenomena quae ob oculos habemus, saepissime deficit analogia, multaeque sunt illius actiones quae cum horum effectibus ne minimam quidem habeant similitudinem. Sic v. c. calor perpetuus, qui per indefinitum temporis spatium excitari potest in arcu claudente apparatus voltaicum, nequaquam explicari potest ex resistantia quam materies opponeret transitui fluidi celeriter perfluentis, nisi adsumatur hypothesis, resistantiam in materie simul cum temperaturâ augeri, hâc scilicet ratione, ut calor excitatus semper idem maneat. Illa autem hypothesis minime probatur ceteris phaenomenis notis. Praeterea talis explicatio niteretur conjecturâ, electricitatem esse materiem, quod indubio modo probari nequit; nam insignia DAVYI experimenta, quibus appareret, nitorem atque calorem inter acumina carbonea fluxum transmittentia, majores esse in recipiente exhausto quam in quâcumque substantiâ, minime probant, electricitatis principia existere posse in vacuo, et conjunctionem eorum tunc etiam producere calorem, quum nulla adsit substantia conducens; nam talis substantia hîc etiam adest in spatio quod vacuum dicitur, nempe particulae ignitae carboneae, quae fluxu transvehuntur de uno polo in alterum; eoque magis, quo medium circumdans minorem resistantiam opponat conjunctioni elementorum electricorum, quemadmodum e multis aliis novimus. Eodem modo lux electrica, quae elici potest in vacuo Torricelliano, nulli fortasse alii causae adscribenda est quam transvectioni materiae adjacentis. Hisce igitur exemplis, quibus solis nituntur sententiae eorum, qui statuunt, electricitatem esse materiem, ejusque confluum gignere calorem absque ullo conductore, minime talis actio probari videtur; in iis verò, non magis quam in aliis phaenomenis, calor ope electricitatis non excitatur nisi conjunctio electrica locum habeat in corpore conducente. Sed praeterea, si assumenda esset hypothesis, tam caloricum quam electricitatem materiem esse, et unam ita in alteram agere ut eam expellat e corporibus, aptis conditionibus, vel unam alterius esse partem: in primo casu sequeretur, caloricum infinitâ copiâ contentum esse in corporibus, nam arcus claudens tamdiu constantem servat incandescentiam, quamdiu perfluit fluxus;

atque item electricitatis inexhaustam copiam esse in corporibus, quippe in quibus perpetuo excitari potest electricitas; in altero casu difficillime statui posset, utrum horum principiorum esset compositum, et utrum contra alterius esset pars constituens, nec minus quânam ratione quasi chemicâ unum cum altero esset conjunctum et ab eo separatur.

Omnes autem hae aliaeque difficultates tolluntur hypothesi, quamquam parum adhuc definitâ in hodiernâ scientiae conditione, tam thermicum quam electricum statum corporis oriri ex ejus vibrationibus diversis pro diversis effectibus observatis.

At jam longius progressus sum quam propositum mihi fert scopum, inquisitio scilicet legum quae convenient cum observatis de excitatione caloris per electricitatem; non enim suscipiam enumerare et recensere theorias, quibus nexum inter calorem et electricitatem nonnulli conati sunt explicare, sed frustra. De iis enim theoriis, quanta sit progressio hisce ultimis annis facta ad cognitionem naturae, vel nunc etiam valet quod professus est philosophus ille DAVYUS, quem nemo fortasse antecelluit in hoc seculo acumine et perspicacitate ingenii copiâque doctrinae in hac disciplinae parte: » *Till the causes of heat and of electricity are known, and of that peculiar constitution of matter which excites the one and transmits or propagates the other, our reasoning on this subject must be inconclusive.* »

T A N T U M.

quibus perpetuo excitari potest electricitas; in altero eam difficillime statum
 possit, utrum horum principiorum esset compositum, et utrum contra affe-
 ritur esset pars constituta, nec minus quantum ratione quasi electrici namque
 uno alioque esset, coniectura et ab eo separatur. Quamquam paucis
 - Omnes autem hac aliisque difficultates tolluntur hypothese, quamquam paucis
 rursus alia definita in hodierna scientiae conditione, tam theoreticam quam
 electricam statum corporis erit, ex eius vibrationibus diversis pro diversis
 effectibus observatis certis namque signis, et totis tractibus magis
 - At iam longius progressus sum quam propositum mihi fore sequum, nisi
 quibus scilicet legum quae conveniant cum observatis de excitatione caloribus
 per electricitatem; non enim auspicium congerere et recensere theorias, quas
 huc verum inter caloribus et electricitatem nonnulli consti sunt explicare, sed
 tractare. Theoria enim theoriam, quantum sit progressio hanc ultimam annis
 facta ad cognitionem naturae, vel nunc etiam valet quod professor est philo-
 sophus ille pariter, quem nemo fortasse antecellit in hoc seculo neminem
 et perspicacitate ingenii copiosae doctrinae in hac disciplina parte: Theoria
 - omnes of fact and of electricity are known, and of that peculiar constitution of
 matter which exists in the one and transmits or propagates the other part
 - theory on this subject must be inconclusive; and it is also one of the
 - in fact and of electricity are known, and of that peculiar constitution of
 matter which exists in the one and transmits or propagates the other part
 - theory on this subject must be inconclusive; and it is also one of the
 - in fact and of electricity are known, and of that peculiar constitution of
 matter which exists in the one and transmits or propagates the other part
 - theory on this subject must be inconclusive; and it is also one of the

T H E S E S.

3

1. Nihil impedit quominus statuantur, hinc, electores per inductionem, non solum in
Eximius nostras s' GRAVESANDE, inter multa alia merita, ob hoc etiam laudandus est,
quod primus rectam physici compendii conscribendi secutus sit methodum. Compendium
ejus etiam nunc dignum esse ut physicis scriptoribus exemplo sit, contendimus, quid-
quid contumeliosius dicat Cl. MUNCKE in *Lex. Gehl.* I. 549.

2. Recte Cl. DE CANDOLLE: « Les plus grandes erreurs des psychologues ont été en gé-
« néral d'attribuer à la sensibilité ce qui était l'appanage, en tout ou en partie, de la
« force vitale; celle des physiologistes, d'attribuer à la force vitale ce qui était pro-
« duit, en tout ou en partie, par de simples jeux physiques ou chimiques; celles des
« chimistes, d'attribuer à l'affinité de simples conséquences de l'attraction ». (*Théor.*
» *de la Botaniq.* Paris 1819, p. 6).

3. Minime assentiendum est eidem auctori (*l. c.* p. 5) aliisque qui putant, in physicâ
colendâ nullam aliam requiri scientiam praeter mathematicam.

4. Electricitas atmosphaerica non evaporationi adscribenda est, quemadmodum VOLTA et
DE SAUSSURE docuerunt; neque etiam vegetationi et actioni chemicae, quae in terrae su-
perficie procedunt, ut contendit PUILLET; sed generaliore habere videtur causam,
scilicet inaequalitatem mutationemque temperaturae in aëre.

5.

Minime admittenda est lucis electricae explicatio, quam proposuit BIOT.

6.

Valde probabilis videtur conjectura BECQUERELII, phosphorescentiam, quae dicitur,
esse phaenomenon electricum.

7.

Inventio hodierna FARADAYI refellit quae DAVY (*Phil. Trans.* 1821.) objecit theoriae Amperianae; quin omnino eam confirmat.

8.

Nihil impedit quominus statuatur, fluxus electricos per inductionem, non solum magneticam vel voltaicam, sed etiam in electricitate vulgari oriri posse. Hoc certe admissio, phaenomenorum, ceteroquin vel omnino non vel aegre explicatorum, probabilis indicari potest ratio.

9.

Phaenomena, quibus DUTROCHET nomen dedit *endosmosis*, minime sunt electrica; sed causam habent capillaritatem diaphragmatis, quod separat dua fluida diversa.

10.

Omnino admittenda est explicatio ARAGONIS de formatione glaciei in fundo aquarum.

11.

Doctrinam atomisticam in chemia organica, quae vocatur, adhuc non admitti posse, statuimus.

12.

Errant, qui contendunt, aquam ope carbonis animalis a quibusdam metallorum salibus, veluti plumbi, cupri et ferri purgari posse, quod sulphureta formantur; nunc enim non sulphureta, sed cyanureta oriuntur.

13.

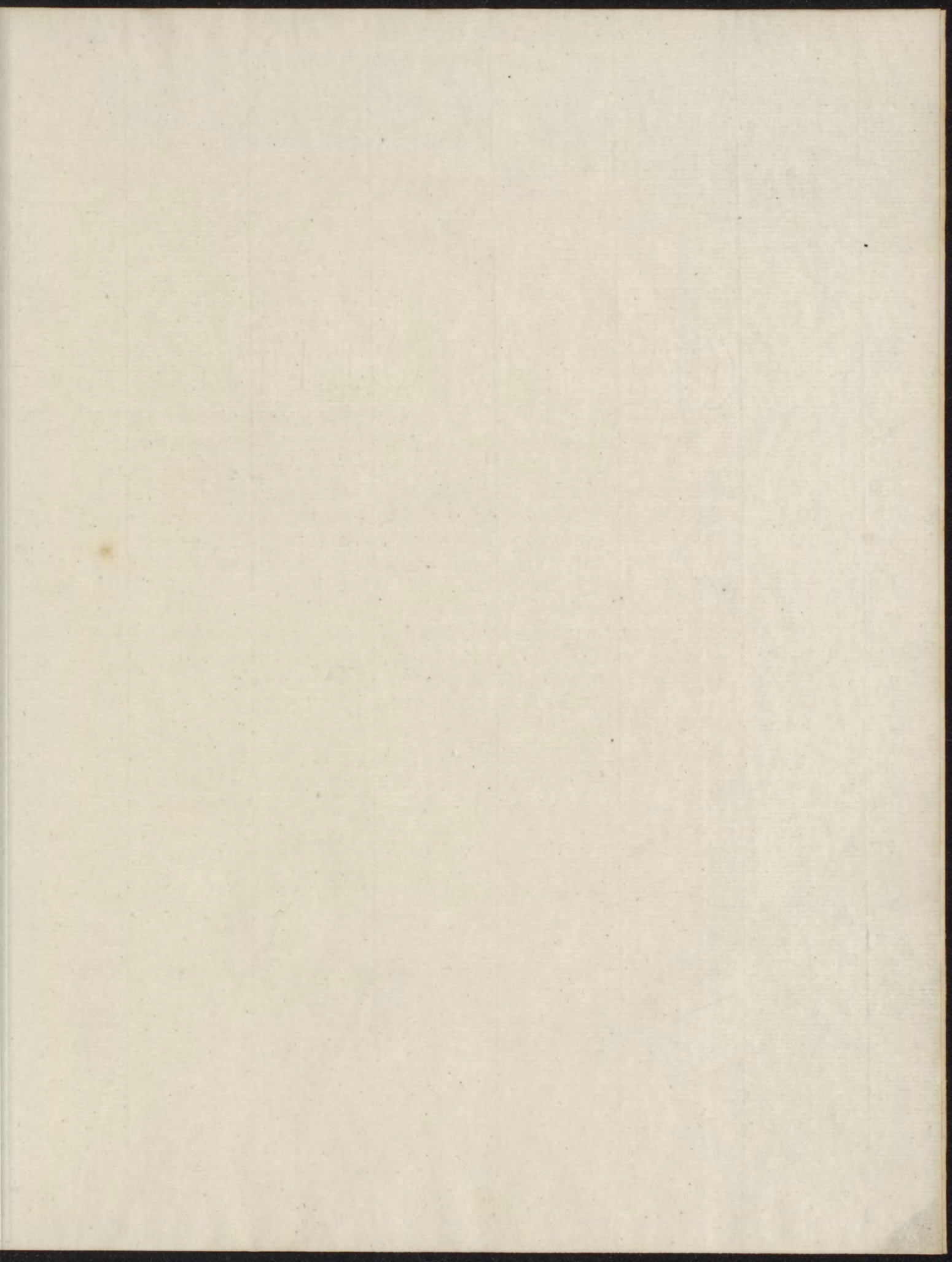
Ipsium chloricum plantarum pigmenta non destruit, sed oxygenium a chlorico ex aqua se aratum.

14.

Aërolithorum origo atmosphaerica verisimilior est quam lunaris.

15.

Probanda sententia eorum, qui contendunt temperaturam in intima terra calidissimam esse.



hodie, hodieque veritati veritate quae dicitur (Phil. Trans. 1851.) obicit theoriam
Ampereanae; quae omnino eam confirmat.

Nihil impedit quinque elementa, fluxus electricus per inductionem, non solum mag-
neticam vel electricam, sed etiam in conductore vel per eam. Ita certe admissa,
quodammodo, inductionem vel circuitum non vel regere experimentum, potestatis indicem
satis habet.

Phaenomena, quibus veritatem naturae dedit confirmare, minime sunt electrica,
sed causam habent capillaritatis dispreparatae, quod separata duo fluida diversa.

Omnino admitenda est explicatio A. Ampere de formatione quorundam fluidorum separatum.

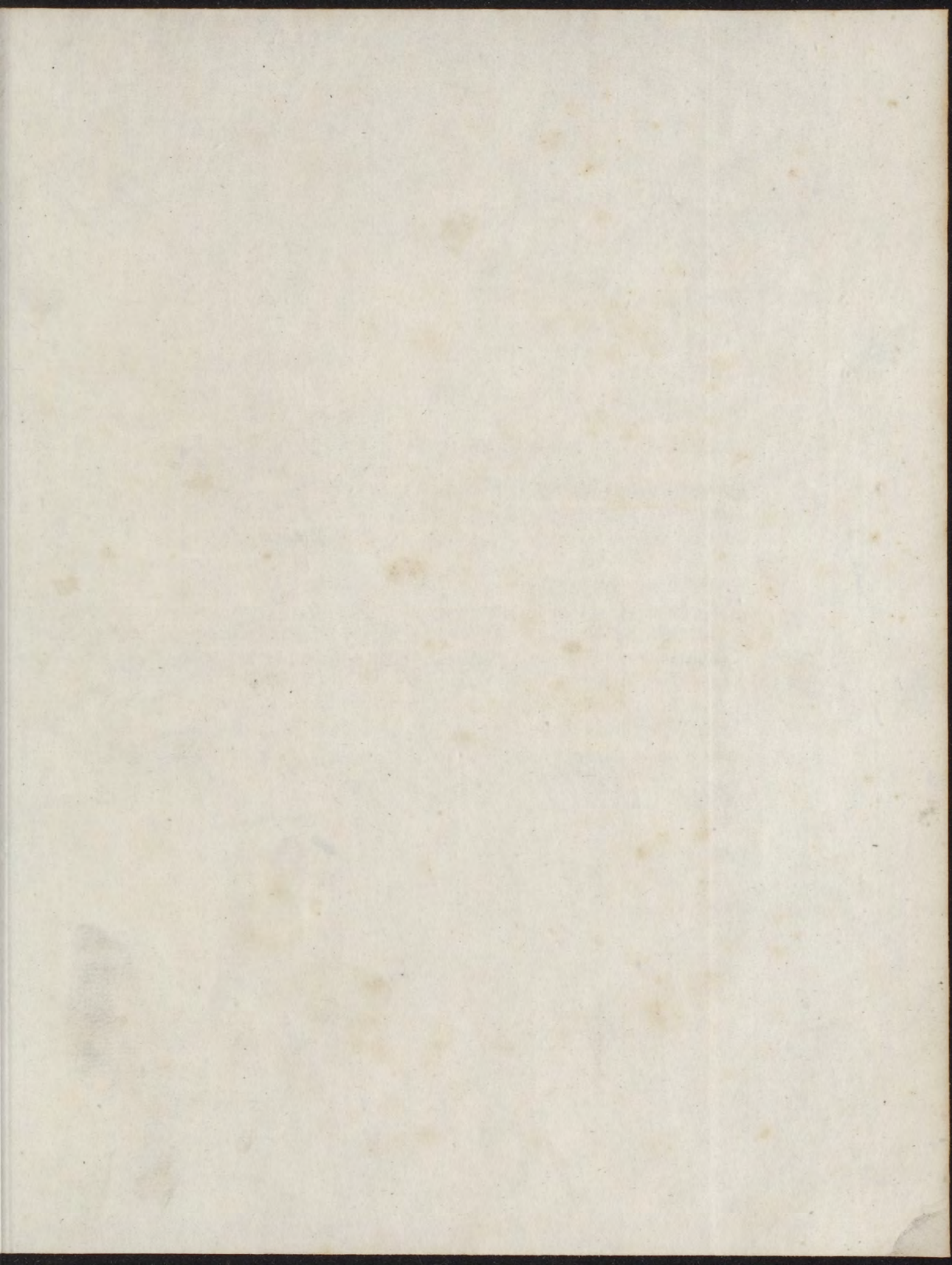
Doctrinam atomisticam de chemia organica, quae vixit, esse non admitti potest,
statimque.

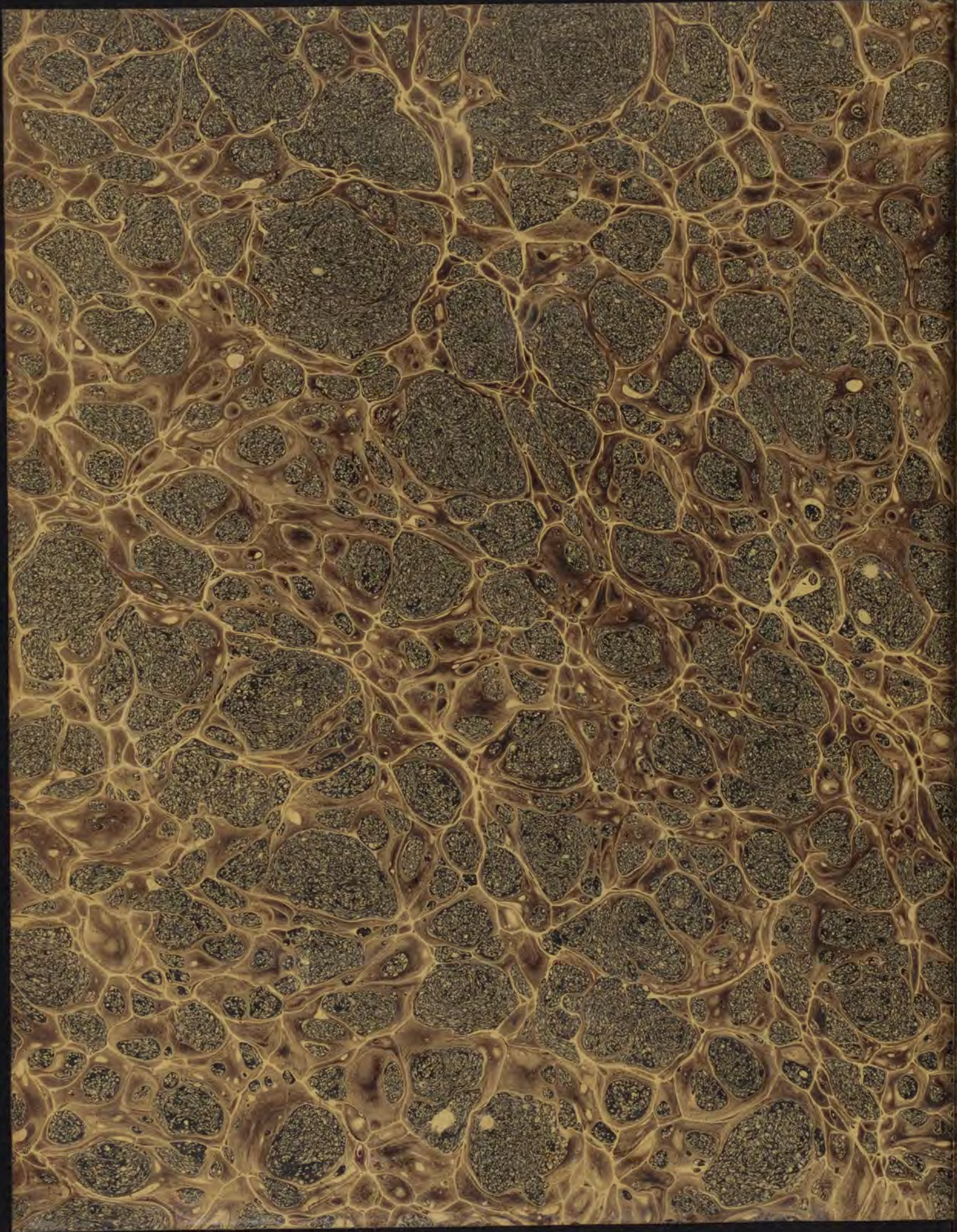
Errant, qui contendunt, aquam esse substantiam simplicem a quibusdam indissolubilibus solu-
tionibus, sicut spiritus, sicut etiam per se, quod sulphureta formata; non
solum non sulphureta, sed cyanureta existunt.

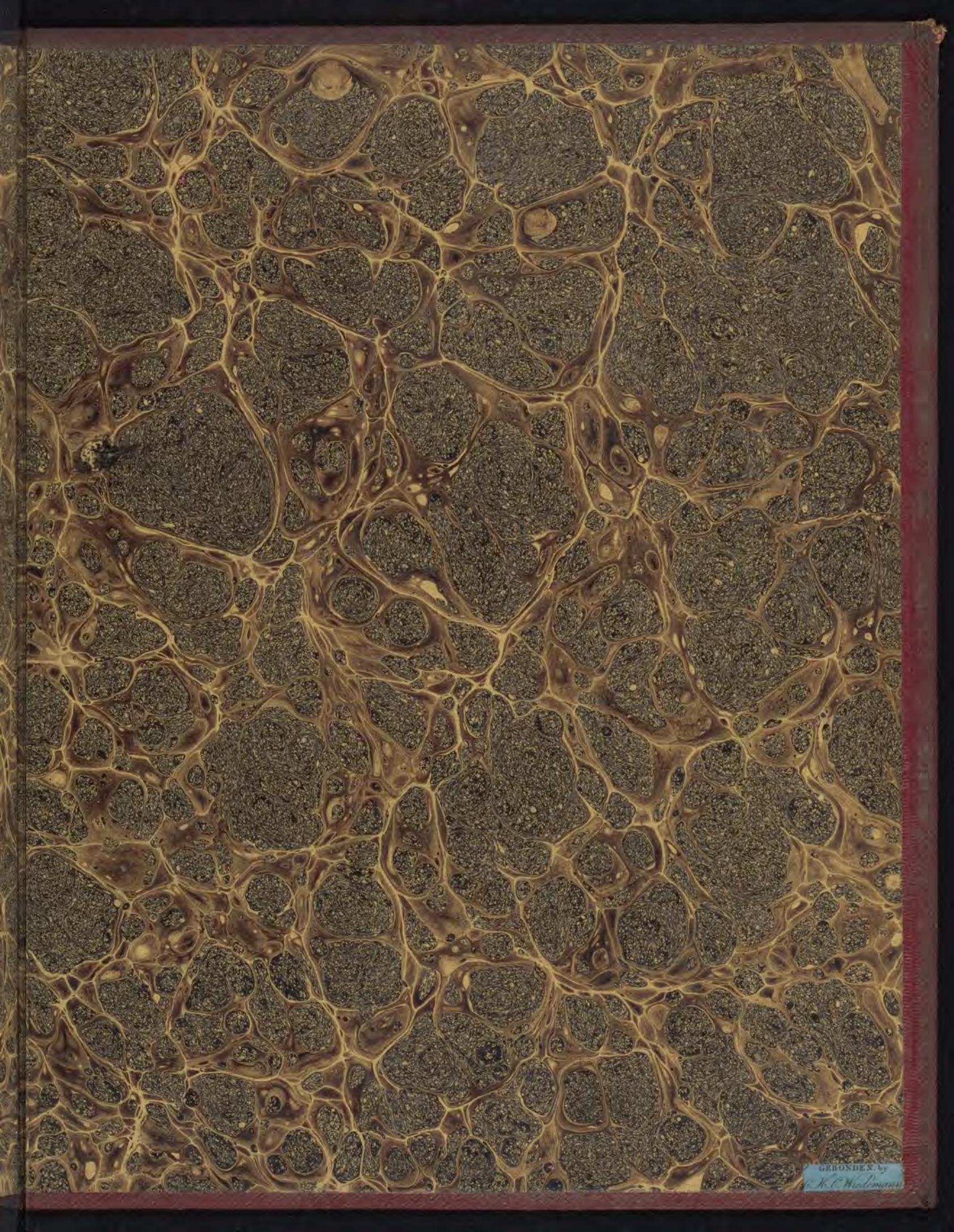
Ipsa chloricum plantarum pigmenta non decolorantur, sed oxyperantur a chloro in aqua
separata.

Aerolithorum origo atmosphaerica verisimiliter est quae dicitur.

Primum attendenda ratio, qui contendunt temperaturam in minima terra calidior-
em esse.







GRONDEX, by
W. H. C. Widdows

