

in iisdem Societatis nostræ *Commentariorum tom. IV.*
jam fufius dictum eft.

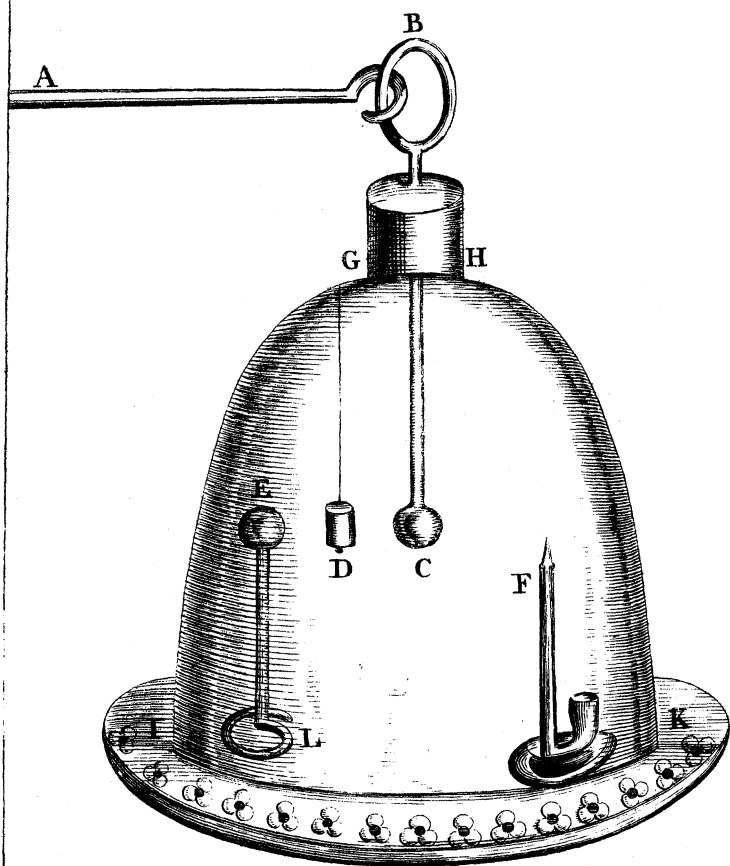
*L. Experiments in Electricity: In a Letter
from Father Beccaria, Professor of Expe-
rimental Philosophy at Turin, to Benjamin
Franklin, L. L. D. F. R. S.*

*Benjamino Franklin viro de re electrica meritissimo
Joannes Baptista Beccaria ex scholis piis S.P.D.*

Read Feb. 14, 1760. 1. **S**ospitem ex America Londinum te

appulisse gaudeo, vir præclarif-
fime. Offero tibi de motibus electricis, qualem expe-
rimentis excudi, hypothesin: partior hanc in duas
partes, quemadmodum ipsa postulare videtur motuum
hujusmodi differentia: ago parte prima de accessioni-
bus, de discessionibus dico parte altera.

2. Et continuo universam de accessionibus pertrac-
tationem meam ita paucis comprehendo: " Quum
" ignis electricus copiosior in corpore altero vi ex-
" pandendi se ad æqualitatem trajicit in alterum,
" partem interjecti aeris dimovet e loco pro majore
" sua copia majorem: fit inde, ut aer a tergo cor-
" poribus adjacens deficiente fulcro aeris intermedi
" ruat versus ipsum medium locum; ruit vero non
" circumeundo corpora, quæ via est longior, atque
" impedita abs igne profluente, sed ipsa trudendo a
" tergo: hac aeris trusione accedunt corpora inæqua-
" liter electrica; dum accedunt, accelerantur, quia
" pro accessione majore copiosior ignis interfluit, co-
" piosior



“piofior intermedius aer disjicitur, augeturque adeo
“momentum aeris a tergo trudentis.”

EXPERIMENTUM I.

3. Aerem disjici ab interfluente electrico igne, scintillæ experimento demonstratur, quæ excitatur in medio tubulo, hinc clauso hermetice, inde impedito abs liquore aliquo, ipsa enim, disjiciens liquorem, disjectum aerum testatur.

4. Neque vero interfluens ignis aeris intermediï disjecti fulcrum potest supplere, quo aer corporibus a tergo adjacens sustineatur; is enim liberrime effluit, et effunditur per alterum corpus: quare cum non fulciatur ipse, nec fulcri vices potest agere.

EXPERIMENTUM II.

5. Experimento res confirmatur plane luculentissimo: vittam ex charta inaurata longam pollices octo, latam lineas quatuor convolvo circa sese, ut cylindrum solidum D [*Vide Tab. XII.*] efformet: hunc suspendo serico filo DG sub fornice vitri pneumatici IHK, per cujus verticem H init virga metallica BC definens in metallicam sphaeram C: figo in lance IK virgam metallicam LE simili sphaera ornatam; nempe sphaeræ C et E sunt in eodem plano cum pendulo D, atque ab ipso distant ambæ æqualiter; tum nexa catena AB, quæ pertinet ad machinam electricam virgæ BC, et consequenter immisso electrico igne in virgam BC, observo: 1. ante subductum aerem chartaceum cylindrum D agitari vehementissimis vibrationibus inter duas sphaeras EC: 2. dum aer subducitur, minui eam agitationem plane pro copia subducti aeris: 3. omni, quantus potest, aere subducto, cylindrum D vix

nutare. His observatis aerem restituo particulatim; atque pro aere admissio video vibrationes iterum augescere, et fieri, quemadmodum antea, vehementissimas: quæ dum contemplor singula, atque omnia simul comprehendo animo, intelligo magnitudinem motuum electricorum aeri, vel toti, vel residuo proportionem respondere.

EXPERIMENTUM III.

6. Quod leviora corpuscula, bracteolæ, et pulvisculi, motu adhuc satis sensibili agentur in rarefacto aere, id in causa fuit, cur censuerim a principio cum physicis aliis electricos motus actioni ignis electrici in aerem acceptos referri non debere; quod, re nunc accuratius collata, residuos videam in residuo aere motus non majorem habere ad primos motus, qui sunt in toto aere atmospherico, proportionem, quam ea sit, quæ inter residuum et primum aerem intercedit, id nunc facit, ut illum meum, et alienum errorem agnoscam, atque in contrariam veniam, quam verissima testatur experientia, sententiam.

7. Neque omittam partem observationis opportunissimam rei confirmandæ: soleo enim allatum ultimo loco experimentum persæpe capere in cubiculo obtenebrato, atque tum observo ignem vibrantem pendulum ante aerem subductum micare hinc inde crepitantibus quidem, ac lucidissimis, sed arctis, atque brevibus prope sphaeram utramque scintillis: deinceps ignem hunc pro subducto aere, adeoque pro minutis penduli vibrationibus effluere magis amplo radio, magis tranquillo, magis continuo, quanquam non ita micante.

8. Atque

8. Atque hæc ipsa res certe reactionem aeris demonstrat ignem electricum cohibentis in densitate quadam, quæ densitati suæ proportioni respondeat; hæc autem aeris reactio non potest actioni non respondere ignis electrici aerem nitentis disjicere, ac plane disjicientis, ubi necessaria is igni vi polleat.

9. Atque his plura non adferam tibi pro accessionibus explicandis corporum electricorum inæqualiter, attuli in datis ad Beccarium litteris, in quibus tamen non nisi dubitanter plura admodum differebam de mechanica accessionum causa: accuratior consideratio experimentorum facit nunc, ut de accessionum causa dicam fidentius.

10. Corpora æqualiter electrica discedunt; qua causa id efficiatur, nunc persequar.

11. "Ignis electricus, qui quoquomodo insidet in corporibus, nititur, ut libretur cum igne electrico, qui insidet in aere. Si uterque" [finito me illum deinceps proprium dicere hunc aereum] "æqualem habet proportionem ad nativam corporum atque aeris capacitatem, corpora accedunt, aut in nativa quiescunt directione; alter si superat proprius, vel aereus, corpora explicat similiter, compellitque ad discessionem." Hæc rei narratio.

EXPERIMENTUM IV.

12. Quoties in cubiculo quodam meo amplo ipso quidem at clauso pergo diutius urgere alium, atque alium in catenam electricum ignem, exterior partem ejus ignis effundi in aerem ambientem, ipsumque etiam, quantuscumque in cubiculo est [dum a tempestate siccus sit, vel abs igne] facere excessu electricum. Duo enim tenuia ex lino fila, quæ vel summis

digitis prehensa, vel arundine suspensa deffero quolibet, in quodlibet cubiculi spatium, mutuo discedunt. Atque, sive in eodem ipsa contineam loco, sive in loco transferam alia atque alia, pergunt divergere ad semihoram, ad horam quandoque, et ultra.

EXPERIMENTUM V.

13. Si ea fila ope vitri separentur ab arundine, adeoque a solo, principio divergunt, tum ad nativam veniunt directionem: obtingunt autem hæc omnia post omnes elicatas, quantæ possunt, a catena scintillas, post omnem ab ipsa subductum redundantem ignem, post catenam nexam cum solo.

EXPERIMENTUM VI.

14. Ex diuturna electricitate machinæ phænomena experior omnino eadem. At, si diuturna electricitas machinæ continuo consequitur diuturnam electricitatem catenæ, aut contra, fila, quæ arundine suspensa constanter divergere videbam ex alterius electricitate, video principio accedere mutuo incipiente electricitate alterius, tum iterum divergere quemadmodum antea.

15. His inquam experimentis doceri nos arbitror.

- “ 1. Dum alium atque alium ignem congerimus in
 “ catenam, aliam atque aliam ipsius partem disce-
 “ dere quam latissime in ambientem ærem, ipsique
 “ adhærescere, atque ita omnem contentum in cubi-
 “ culo aerem evadere excessu electricum: similiter
 “ dum alium atque alium ignem subtrahimus a ma-
 “ china, aliam atque aliam ignis partem machinam
 “ haurire abs aere ambiente; atque ita omnem con-
 “ tentum in cubiculo aerem fieri defectu electricum.
- “ 2. Fila vel manu, vel arundine delata discedere

“ in

“ in aere, vel electrico excessu ex catena, vel electrico
 “ defectu ex machina, vel vi proprii nativi ignis su-
 “ perantis acreum, si merguntur in aere electrico ex
 “ machina, vel vi ignis aerei superantis nativum pro-
 “ prium filorum ignem, si merguntur in aere electrico
 “ ex catena. 3. Fila hujusmodi divergentia ex elec-
 “ tricitate catenæ, ex consequente electricitate ma-
 “ chinæ (vel contra) primo accedere, quia machinæ
 “ primo hauriat abs aere excessum inditum a catena,
 “ vel catena ignem restituat aeri sublatum a machina;
 “ atque ita ignis in aere ad nativam mensuram re-
 “ ductus librari debeat cum igne nativo permanente
 “ in filis. 4. At deinceps ex diuturniore electricitate
 “ machinæ consequente electricitatem catenæ, vel
 “ contra, fila iterum divergere, quia vel machina per-
 “ gat haurire partem ignis nativi, vel catena pergat
 “ addere alium ultra nativum aeri ignem. 5. De-
 “ nique fila eadem cum vitro separantur, principio
 “ divergere, quia ipsa, quæ solum ignem nativum
 “ habeant, mergantur in aerem vel excessu, vel de-
 “ defectu electricum. At dein, cum sunt vitro sepa-
 “ rata, venire ad nativam directionem, quia vel pars
 “ ignis aerei, si aer est excessu electricus a catena, in
 “ ipsa se denique effundat ad æqualitatem, quin ultro
 “ præterfluat ob cohibens vitrum; vel pars ignis na-
 “ tivi et proprii filorum se effundat in aerem, si aer
 “ est electricus defectu, quia suppleri aliunde possit
 “ ob interdicens vitrum.”

16. Quare hæc videntur univérse constare :
 “ 1. Aerem suum continere nativum ipsi sibi ignem.
 “ 2. Nativo aeris igni ignem alium addi posse, na-
 “ tivi abs aere ignis partem posse subtrahi, sed lente,
 “ et quasi per vim. 3. Aerem dimittere redundan-
 “ tem,

“ tem, haurire ignem deficientem, sed quam lentissime. 4. Si aer æque ac contenta corpora habeant nativum ignem suum, consistere hæc in nativo statu; si aer, manente nativo in corporibus igne, ignem habeat nativo aut copiosiore, aut parciorem, corpora discedere.” Verum singula hæc theoremata experimentis aliis illustrari mirum in modum possunt, et demonstrari latius.

EXPERIMENTUM VII.

17. Duo fila nexa catenæ post paucas globi conversiones divergunt maxime; deinceps a diuturniore catenæ electricitate incipiunt minus divergere; atque hæc divergentia ad certum usque gradum minuitur, ut quandoque angulus divergentiæ post continuatam diutius globi frictionem fiat subduplus anguli divergentiæ, qui extiterat ab electricitate eadem primo excitata. Quum hanc filorum divergentiam video minutam satis, tum globum non frico ulterius, sed stilum acutissimum catenæ admoveo pedetentim, quo lente redundantem omnem abs ipsa ignem hauriam. Id dum fit, lente fila accedunt, tum continenter lente iterum divergunt ad angulum primo quidem minorem, sed satis magnum, quæ quandoque vix metiantur gradus quadraginta quinque; tum vero pergunt divergere ad diuturnum tempus.

18. Videlicet maximus abs electricitate primo excitata angulus, quia tum satis ingens immissus in catenam, et in nexa fila, ignis; nullus, vel minimus, in aerem. Fit deinceps minor angulus, prout augetur ignis, qui consequenter immittitur in aerem, constante eodem ignis excessu in catena. Dum admoto stilo lente minuitur ignis in catenam immissus, minuitur

nuitur adhuc angulus prout accedunt ad æqualitatem ignis in catena residuus, atque ignis in aerem immisus, ipſique affixus; ubi uterque ignis pertingit ad æqualitatem, fila attingunt ad directionem suam nativam; cum deinceps minuitur ulterius ignis redundans adhuc in catena, nec similiter minuitur ignis redundans in aere [aeri enim, uti vidimus, adhærescit, atque ab ipſo lente dimittitur] fila iterum discedunt pro excessu ignis aerei supra ignem in catena; qui denique aereus ignis, quoniam lentissime dimittitur, diutissime pergunt divergere fila.

EXPERIMENTUM VIII.

19. Si fila sint nexa machinæ, eadem omnia in iis contingunt phænomena ex diuturna electricitate machinæ, quæ in iis continebantur catenæ nexis ex diuturna electricitate catenæ.

20. Quare universe, quemadmodum constitui a principio, “ Si ignis proprius corporum, quantumcumque is sit, libratur cum igne ambientis aeris, corpora vel consistunt in nativo statu, vel ad ipsum redeunt; si alter ignis superat alterum, corpora discedunt vi ignis superantis.”

21. Atque hinc rationem vides, ni fallor, vir præstantissime, cur æque discedant tum quæ a catena, tum quæ a machina sunt electrica corpora. “ Ignis proprius in corporibus a catena electricis vincit aereum, aereus vincit æque proprium in electricis a machina.”

EXPERIMENTUM IX.

22. Quoties fila mutuo discedunt a se invicem, atque divergunt ex aucto in ipsis, vel minuto igne nativo

nativo ad meum accedunt admotum digitum: quoties discedunt, atque divergunt servantes ignem suum nativum ex aucto, vel minuto igne nativo aeris, a digito refugiant meo.

23. Hac vero res primo quidem notissimis legibus accessionum atque discessionum electricarum est consentanea; quum enim natus in filis ignis auctus est, vel minutus, ipsa sunt inæqualiter ac digitus electrica, qui habet nativum ignem suum: quum vero natus ignis perstat in filis, et ipsa discedunt mutuo ob ignem auctum, vel minutum in aere; tum, quemadmodum discedunt ambo alterum abs altero, ita discedant oportet a digito meo ipso etiam habente ignem nativum, vi aeris, in quo natus ignis minutus est, aut auctus. Sed præterea hæc florum a digito discessio ipsa hanc probat etiam, quam assero, discessionis causam: nam et digitus, et fila cum solo communicant, adeoque alium in se certe non habent ignem, nisi nativum, quo quoniam non discedunt, restat ipsa discedere ex nativo igne in aere aucto, vel minuto.

24. Cum in hanc primo incidi discessionum electricarum theoriam, ea me ancipitem tenuit suspicio, ne ignis aereus discessionem facere non posset in machina iis æquales in pernecitate, et magnitudine, quas facit in catena ignis proprius: hæc inde subibat animum suspicio, quod ignis in machina, et catena (universæ in corporibus omnibus deferentibus) mensura mutetur quam pernecissime, lentissime autem augeatur, aut minuat mensura ignis in aere ambiente. Alia præterea suspensionem exagerebat consideratio; tantum me nunquam abs aere, quantum a machina, subtrahere ignem potuisse, tantum potuisse nunquam aeri addere, quantum catenæ; nunquam enim eo veni,
ut

ut omnem aerea sola electricitate sustulerim filorum divergentiam, quanta existerat ex integra machinae aut catenae electricitate.

Factum inde est, ut experimenta hæc eadem, imo et alia, in literis attulerim ad præclarissimum instituti Bononiensis præsidem datis, quin hanc in iis satis late theoriam discessionum constituerem.

Verum re maturius perpensa intellexi pernicitatem discessionum, quæ fiant abs igne aereo, non ipsi pernicipitati respondere debere, quæ vel augeatur ipsius copia, vel minuatur; sed pernicipitati, quæ agat copia inhærens; et magnitudinem discessionum, quæ fiant ab igne eodem, non absolutæ, sed comparativæ ipsius magnitudini respondere debere; utrumque autem facile vidi pro re obvenire.

EXPERIMENTUM X.

25. Si in experimento VI. post minutam ex diuturniore electricitate catenæ filorum divergentiam, non lente, sed protinus (manu nempe in catenam immissa) omnem subtraho a catena redundantem ignem, continuo incipiunt quidem accedere fila quam velocissime; verum velocitate æquali resiliunt repente, antequam pertingant ad nativam directionem. Hæc autem altera discessio quoniam fit ex aereo igne superante proprium in filis residuum, video inde ignem aereum (quamquam mutetur lentissime ipsius copia) ipsum tamen discessionem facere iis æque veloces, quæ abs igne proprio efficiuntur.

EXPERIMENTUM XI.

26. Sed et ipsas ex igne aereo obvenire æque magnas ita intelligo. Post ignem inditum in aerem, qui

VOL. LI.

Yyy

catenam

satenam ambit quantus potest, dempto redundantem omni ab catena igne, atque adeo discedentibus jam filis ex igne aereo, vitreo globo substituo sulphureum, atque ex hujus functione, video, principio augeri angulum divergentiæ, quem effecerat ignis aereus, tum ipsum continenter minui.

27. Id autem certum: primas globi sulphurei frictiones demere partem nativi ignis a catena, neque pariter-demere excessivum ignem ambientis aeris (aer enim lente, ut vidimus, accipit ignem alienum, lente acceptum exuit); quare augetur magnitudo divergentiæ, quæ fit abs igne aereo, non mutata magnitudine absoluta ignis aerei, sed mutata solum magnitudine ipsius comparativa, minuto nempe igne proprio; adeoque aucta proportionem aerei ad proprium. Igitur quoniam quantum ignis ingeritur in catenam, tantundem subtrahitur a machina; proportio ignis aerei circa machinam ad residuum in machina eadem erit ac proportio ignis in catena redundantis ad aereum circa catenam: quamobrem aereus circa machinam discessionem faciet non æque veloces solum, sed et æque magnas, ac eæ sunt, quas facit ignis proprius in catena.

28. Itaque, ut omnia demum paucis complectar, quæ pertinere videntur ad motus electricos universe omnes explicandos (suspensiones enim, adhæSIONES, vibrationes, infinitosque alios compositiores quasi ludos electricos, tu ipse probe videre visus es discessionibus omnes, atque accessionibus contineri) hæc denique est summa hypothesis meæ. “ Accessiones cor-
 “ porum inæqualiter electricorum efficiuntur ab igne
 “ electrico a corpore altero, in quo copiosior est, ef-
 “ fluente in alterum per aerem interjectum, ipsum-
 “ que

“ que disjiciente. Discessionem autem vel igne pro-
 prio corporum efficiuntur se expandente contra
 aereum, vel aereo se expandente valentius contra
 proprium;” quæ tamen expansio ignis alterius al-
 terum superantis sine mixtione mutua alterius eum
 altero videtur contingere. Aer enim ignem continet
 suum quantuncumque, ne discedat; arcet proprium
 deferentium corporum ignem, ne adhærescat sibi.

29. Hanc, inquam, hypothesim offero tibi, vir præ-
 clarissime, quo tu eam facias meliorem. Si tanti in-
 terea ipsam ducas, ut Regiæ isti scientiarum Societati
 exhibenda videatur, res ex meo obtinget desiderio,
 qui quando ornamentum ipsi adferre nullum possum,
 diligentiam saltem nolim desiderari meam. Tu verò
 cura, ut valeas. Servari enim te decet quam diutis-
 sime utilissime, scientiæ perficiendæ amplificandæ-
 que, quam certissimam instituisti. Dat. Taurini,
 24 Decembris, 1757.

Remarks on the preceding Paper, by Benjamin Franklin, L. L. D. F. R. S.

Read Feb. 14, 1760. **F**OR the better understanding this pa-
 per, it is necessary to know, that
 Father Beccaria uses a large chain, suspended by silk
 lines, for the purpose of a prime conductor; and that
 his machine for turning the glass globe is so con-
 trived, as that he can, on occasion, readily isolate it,
 (i. e. place it on glass or wax) together with the per-
 son that works it. When the communication is thus
 cut off between the earth and the chain, and also
 between the earth and the machine, he observes,
 that the globe being turned, both the chain and the

machine show signs of electricity; and as these signs, when examined, appear to be different in the chain, and in the machine, and the globe having, as he supposes, drawn from the machine part of its natural or common quantity of electricity, and given it to the chain, he calls the electricity appearing in the chain, electricity *by excess*; and the electricity appearing in the machine, electricity *by defect*; which answer to our terms of *positive* and *negative* electricity, or electricity *plus* and *minus*. And thus his expressions, *electrifying by the chain*, and *electrifying by the machine*, are to be understood, electrifying *positively*, and electrifying *negatively*.

LI. *An uncommon Case of an Hæmoptysis;*
by Erasmus Darwin, M. D.

*To the very Honourable and Learned the President,
and Members of the Royal Society.*

Gentlemen,

Read Feb. 14, 1760. **T**HE following case of a discharge of blood from the pulmonary artery, appears to have been owing to a cause different from any mentioned amongst the writers of medicine: and as, from the knowledge of that cause, the cure was so easily deduced, I flatter myself, you will not esteem it unworthy your attention.

A gentleman, residing near this place, between forty and fifty years of age, of a pale and meagre habit, has been daily afflicted with violent head-achs
for