

**Dissertationes physico-mathematicae, partim antea editae in Actis philosophicis Londinensibus, : jam auctiores & emendatiores, partim nunc primum impressae. / Auctore Jacobo Jurin, M.D. Colleg. Medic. Londin. & Reg. Societ. Socio, in Nosocomio Thomae Guy, Armri, Medico, olim Colleg. Trinit. apud Cantabrigienses Sodale.**

### **Contributors**

Jurin, James, 1684-1750.  
Birmingham Medical Institute

### **Publication/Creation**

Londini : Impensis Gulielmi Innys, in Areâ Occidentali D. Pauli, M.DCC.XXXII.  
[1732]

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/ebqvnk5w>

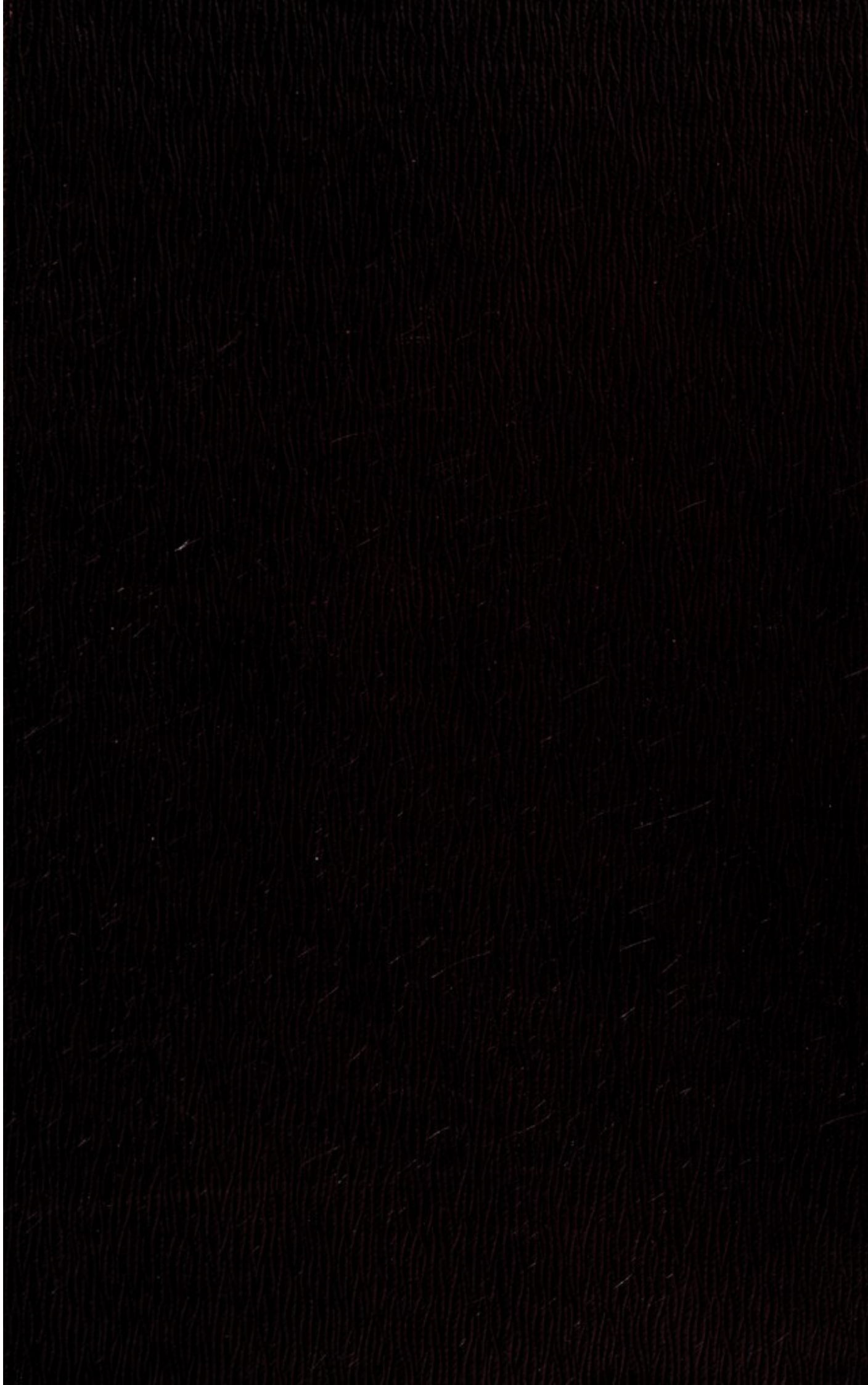
### **License and attribution**

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

**wellcome  
collection**


Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>





61163/B

27



Digitized by the Internet Archive  
in 2019 with funding from  
Wellcome Library

<https://archive.org/details/b3055102x>



# DISSERTATIONES

## Physico-Mathematicæ,

Partim antea editæ in



Actis Philosophicis LONDINENSIBUS,

Jam auctiores & emendatiores,

Partim nunc primum impressæ.

---

Auctore *Jacobo Furin*, M. D.

Colleg. Medic. Londin. & Reg.

Societ. Socio, in Nosocomio *Thomæ Guy*,

Arm<sup>ri</sup>, Medico, olim Colleg. *Trinit.* apud

*Cantabrigienses* Sodale.

---

*Pauca scire, quam multa opinari.*

---

L O N D I N I :

Impensis GULIELMI INNYS, in

Areâ Occidentali D. Pauli.

M. DCC. XXXII.

1135



13139

DISSERTATIONES

Physico-Mathematicae

Paris auctore editae in

Acad. Philologicae & Historicae

Jam auctores & continuatores

Paris auctore editae in

Auctore Jacobo Furin, M. D.

Colleg. Medic. Londin. & Reg.

Societ. Socio. in Medicamento Thomae Cur.

Acad. Medic. Col. Cur. Phil. apud

Curia. g. s. d. d. d.

Paris auctore editae in

L o n d i n i

Impensis G. W. & J. W. in

Acad. Curia. g. s. d. d. d.

M. D. C. C. C.





Ornatissimo Viro,  
EDVARDO HULSE, M. D.

Collegii Medicorum *Londinensium* Socio,  
S. P. D.

Jacobus Jurin.

**F**Asciculum istum opus-  
culorum aliquot meo-  
rum tibi, vir clarissime, ob-  
servantiæ & amicitiaë pe-  
rennis pignus, dono, dedi-  
coque. Quod quidem fa-  
cio, nulla tua aut exspe-  
ctata voluntate, aut venia  
petita: nullam enim te da-  
turum certo sciebam.

A 2

Tu,



Tu, nempe, esses veritus, ne, quas verbis libenter prædico, literis etiam laudes tuas consignarem. Noli timere. Verecundiam ego tuam, & modestiam magis habeo perspectam, quam ut ei gravis esse auisim.

Fidem itaque, probitatem, humanitatem tuam, morum & sermonis suavitatem jucundissimam, mendendi peritiam admirabilem tacitus prætereo; ea tamen lege, ut obsequi liceat cupiditati meæ & gloriandi studio, qui omnibus, tum viventibus, tum posteris,



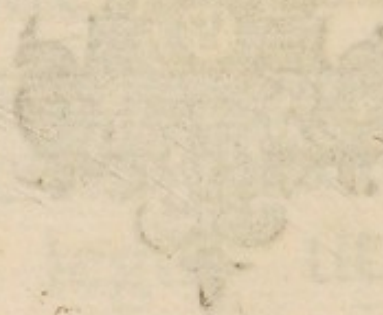
posteris, si ad posteros etiam aliquid meum peruenturum sit, quam notissimum esse velim, me viri amicitia, quem omnes laudant, colunt, diligunt, visum non esse indignum.

Vale.





potteris, si ad potteros e-  
 tiam aliquid meum per-  
 ventum sit, quam nocu-  
 sum esse vchem, me vili-  
 amicitia, quem omnes lau-  
 dant, colunt, diligunt, vi-  
 lum non esse indignum.  
 Vale.





## *Syllabus Dissertationum.*

**D**iffertatio I. *De causa suspensionis aquæ  
in tubulis capillaribus.* Pag. 1

Differtatio II. *De actione tubulorum vitreo-  
rum in aquam & argentum vivum.* p. 9

Differtatio III. *Qua solvuntur dubia quædam  
proposita a viro clarissimo Georgio Bernhar-  
do Bulffingero, in commentariis Academiæ  
scientiarum Imperialis Petropolitanæ, Tom.  
II. circa theoriam in præcedentibus disserta-  
tionibus expositam.* p. 24

Differtatio IV. *De motu aquarum fluentium.*  
p. 31

Differtatio V. *Defensio dissertationis præce-  
dentis, contra animadversiones viri cl. Petri  
Antonii Michelotti.* p. 51

Differtatio



# Syllabus Dissertationum.

Dissertatio VI. *De potentia cordis.* p. 64

Dissertatio VII. *Qua respondetur objectionibus a viro clarissimo Jacobo Keillio contra præcedentem dissertationem adductis.* p. 85

Dissertatio VIII. *De specifica gravitate sanguinis humani.* p. 97

Dissertatio IX. *De vi motrice.* p. 111



DISSER-





## DISSERTATIO I.

*De causa suspensionis aquæ in tubulis  
capillaribus. Edita Anno 1718.  
in Transact. Philos. N<sup>o</sup>. 355.*



AUCIS abhinc diebus exposuit mihi vir ingeniosus & doctus ex meis amicis rationem quandam à se excogitatam, construendi mobile perpetuum. Quæ cum & ipsa magnam veri speciem præ se ferret, & insuper ex propositione quadam Cl. Hauksbeii senioris experimento, ut ferebatur, comprobata, facili consequentia deduci posset; ego, fateor, utcunq; persuasum haberem paralogismum alicubi latere, eum tamen ratiocinando minime assequabar. Hunc autem instituto experimento facile detexi; & ut passim evenit, cum vana & impossibilia quærentur, alia notatu digna reperiri, hoc etiam commenti occasionem mihi subministravit non solum errorem castigandi unum aut alterum, in quos inciderat laudatissimus Hauksbeius, sed etiam veræ causæ aperiendæ, qua aqua in tubulos capillares attollitur, inibique sustinetur supra libellam aquæ stagnantis.

Mobile perpetuum amicus meus construendum volebat ad hunc modum.

Sit siphon capillaris  $A B C$ , *Tab. 1. Fig. 1.* constans cruribus duobus,  $A B$ ,  $B C$ , longitudine & diametro inæqualibus, cujus crure longiore & angustiore tantillum in aquam immerso, ascensura sit aqua super libellam, donec totum crus  $A B$

B

com-



compleverit. Quod si crus brevius & amplius eodem modo immergatur, aqua non nisi ad altitudinem aliquam  $FC$ , minorem tota cruris  $BC$  longitudine ascensura est.

Hujusmodi siphone aqua repleto, & orificio  $A$  subtus aquam demerso, sic ratiocinatur. Quoniam binæ columnæ aquæ  $AB$ ,  $FC$ , sustinentur, ex modo positis, virtute ipsorum tubulorum, nihil hæ conferre possunt ad effluxum aquæ siphone contentæ. At columna aquea  $BF$ , cum à nulla re sustineatur, deorsum tendat necesse est, & aquam propellat per aperturam  $C$ . Jam vero nisus aeris ambientis aquam sursum pellet per aperturam  $A$ , ad replendum vacuum alioqui relinquendum in parte superiori cruris  $BC$ , unde necessario orietur motus perpetuus, aqua perpetim defluente in idem vas, unde attollitur. Hujusmodi vero ratiocinationis fallacia factò experimento statim detegitur. Nam,

*Exp. 1.* Aqua, tantum abest ut effluat per aperturam  $C$ , sursum fertur versus  $F$ , & vacuo relicto toto crure  $BC$ , sustinetur in altero crure ad altitudinem  $AB$ .

*Exp. 2.* Cum attollitur osculum  $A$  supra aquam vasculo contentam, par est eventus. Tunc enim guttatim defluit aqua per osculum  $A$ , & inani relicto crure  $BC$ , suspenditur ad altitudinem  $AB$ .

Animadvertendum est opus esse ad eventum horum duorum experimentorum, ut  $AG$  differentia crurum siphonis major sit altitudine  $FC$ ; cum aliter aqua in neutram partem effluxura sit.

*Exp. 3.* Si, inverso siphone, oscula  $A$ ,  $C$ , sursum obvertantur, aqua persistit immota.

Horum



Horum vero omnium ratio facile constabit, cum aperiemus causam, qua sustinetur aqua in tubis capillaribus.

Sequitur Propositio prædicta Hauksbeiana.\*

*Tab. I. Fig. II.* Sit siphon capillaris  $ABFC$ , in quo aqua ascensura est supra libellam ad altitudinem  $CF$ , sitque  $BA$  altitudo cruris longioris infra superficiem aquæ  $DE$ , quam attingit cruris brevioris osculum  $C$ . Jam si plenus sit aqua iste siphon, aqua non effluet per osculum  $A$ , sed tota in siphone sustinebitur, nisi altitudo  $BA$  superet altitudinem  $CF$ .

Perquam sane speciosa videtur prima fronte ista propositio. Quoniam enim sustineri potest aquea columna  $FC$  virtute causæ alicujus intra tubum sese exerentis, quidni & columna  $BA$  priori æqualis aut etiam minor, eadem virtute sustinebitur? Reipsa,

*Exp. 4.* Si osculum  $C$  attollatur supra aquam  $DE$ , aqua suspendetur in Siphone, nisi altitudo  $BA$  major sit altitudine  $FC$ . Atqui,

*Exp. 5.* Ubi osculum  $C$  vel minimum immergitur in aquam, illico aqua guttatim cadit ex osculo  $A$ , etiamsi multo minor sit  $AB$  altitudine  $FC$ .

Idem Hauksbeius in libro suo experimentorum sequentem etiam observationem proposuit.

Necesse est, ut crus brevius siphonis capillaris  $ABFC$  immergatur in aquam ad altitudinem  $FC$ , parem altitudini ad quam aqua in idem crus attolleretur supra libellam; alioqui aqua non profluet ex crure longiore. Miror qua ratione vir

\* Phil. Transf. N°. 305.



cl. in id erroris inciderit. Error certe est.  
Nam,

*Exp. 6.* Illico effluit aqua ex crure longiore, quamprimum osculum cruris brevioris attingit superficiem aquæ in vasculo, tantum abest ut ad aliquam altitudinem infra eandem demergi necesse sit.

Expositis jam ex mandato Illustrissimæ Societatis supradictis experimentis, liceat mihi ejusdem bona venia accedere ad causam ascensus & suspensionis aquæ in tubis capillaribus investigandam.

Aeris pressioni nullatenus deberi istud phænomenon abunde constat ex Hauksbeianis experimentis.

At nec idem proficisci ex causa ab ipso cl. Hauksbeio adducta, attractione nempe totius concavæ superficiei ipsius tubuli capillaris, qua continetur aqua suspensa, demonstrari potest ad hunc modum.

Quoniam in omni tubulo capillari altitudo, ad quam aqua attollitur supra libellam, est in ratione reciproca diametri ipsius tubi; patet quantitatem superficiei, qua aqua continetur, in omni tubo esse datam: atqui columna aquea suspensa, est in ratione diametri ipsius tubi. Unde, si aqua sustinetur ab attractione superficiei continentis, sequetur effectus inæquales generari à causis æqualibus. Quod est absurdum.

At inquiet aliquis, tubulos binos diametro inæquales aliis etiam circumstantiis inter se discrepare, quarum vi causæ æquales effectus tamen inæquales generare possint. Nam in tubulo angustiore non solum major est curvatura; sed aqueæ particulæ in medio tubo positæ propius absunt à superficie attrahente, quam in tubo ampliore. Atqui si quicquam valet hoc argumen-  
tum,



tum, sequetur inde majorem columnam aquæ sustineri in tubulo angustiore: quod experimento contrarium est. Nam columnæ aqueæ suspensæ eandem rationem obtinent inter se, quæ est inter diametros tubulorum.

Sed cum lectorum fere omnium animus in hujusmodi disceptationibus, experimentis magis, quam mathematicis rationibus acquiescere consueverit, operæ pretium erit, sequentia duo adducere, quibus mihi videtur contineri quod dicitur Experimentum Crucis.

*Tab. I. Fig. 3.* Constet Tubus CD duabus partibus, in quarum ampliore, aqua sponte ascensura fit ad altitudinem BF; at pars angustior, si satis longa sit, aquam sublevatura fit ad altitudinem CD.

*Exp. 7.* Hoc tubo aqua repleto, & osculo C partis amplioris immerso in aquam AB, omnis aqua tubo contenta suspenditur supra libellam.

*Exp. 8. Tab. I. Fig. 4.* Immerso osculo partis angustioris, aqua confestim descendit, & subsistit tandem ad altitudinem DG parem lineæ BF.

Patet hinc aquam, cum in priore experimento sustinetur, minime sustineri attractione superficiæ continentis. Nam inverso tubo, ut in experimento posteriore, eadem persistat hæc superficies, & tamen aquam ad eandem altitudinem non suspendit.

Seposita itaque hac hypothese, accedo jam ad veram causam hujus phænomeni exponendam. Hæc autem est attractio peripheriæ, seu sectionis annularis tenuissimæ, superficiæ concavæ tubi, cui contigua est & cohæret summa aquæ suspensæ superficies. Nam ista sola pars tubi est, à qua recessura fit aqua inter descensum; & proinde sola est,



est, quæ vi attractionis, seu cohæfionis, aquæ descensum impediat.

Hæc etiam causa est effectui proportionalis: cum & ista peripheria & columna aquea suspensa sint in eadem ratione cum tubuli diametro.

Et si facile esset ex modo dictis justam & legitimam demonstrationem elicere, tamen ad omnes omnibus scrupulos eximendos non inutile fuerit propositionem hanc, ut in priore fecimus, per experimentum comprobare.

*Tab. I. Fig. 5.* Sit itaque EDC ejusmodi tubus, atque adhibitus est in experimentis septimo & octavo, excepto quod majore longitudine sit pars tubi angustior; sintque AF, BG altitudines ad quas aqua sponte ascensura sit in tubis ED, DC respective.

*Exp. 9.* Si repleatur aqua tubus amplior ad quamcumque altitudinem minorem tota ejusdem longitudine, & immergatur osculum C in aquam AB, descendet illico aqua ad libellam puncti G: at si summitas aquæ contentæ vel minimum subintret in tubum angustiorum ED, sustinebitur tota columna aquea DC, modo dicta columna non superet altitudinem AF.

In hoc experimento patet nullam aliam adesse causam, qua aqua sustineatur ad tantam altitudinem, præter contactum peripheriæ tubi angustioris, quam attingit summa aquæ superficies. Nam tubus DC, ex positis, non suspendet aquam ultra altitudinem BG.

*Exp. 10. Tab. I. Fig. 6.* Inverso eodem tubo & aqua repleto, aqua confestim subsidit, si columna suspensa DH superet altitudinem GB: cum in tubo DE sustineri possit ad altitudinem AF.



AF. Unde liquido apparet columnam DH non suspendi attractione tubi DE, sed peripheriæ amplioris tubi, quam attingit aquæ superficies.

In eorum gratiam, quibus rem eandem variis modis iteratam videre jucundum est, subjicimus duo experimenta sequentia, quorum eadem fere est ratio ac duorum præcedentium.

*Tab. I. Fig. 7.* Sit ABC siphon ejusmodi, in cujus crure brevioris & angustioris AB sustineri possit columna aquea altitudinis EF, siquidem istud crus ea longitudine fuerit; at in crure longioris & amplioris BC aqua suspendi nequeat supra altitudinem GH.

*Exp. 11.* Si repletus aqua iste siphon eo situ teneatur, quem exhibet figura, non effluet aqua ex C apertura cruris longioris, nisi DC differentia duorum crurum AB, BC superet altitudinem EF.

*Exp. 12. Tab. I. Fig. 8.* Si crus angustius BC longius fuerit crure AB, effluet aqua per osculum C, si DC, differentia crurum, major sit altitudine EF: aliter tota aqua sustinebitur.

In duobus hisce experimentis patet columnas aqueas DC sustineri attractione peripheriarum A, quod earum columnarum longitudines pares sint altitudini EF, ad quam, ex positis, aqua suspendi potest virtute harum peripheriarum: cum longitudines columnarum, quæ sustineri possunt à tubis BC, pares sint altitudini GH.

Etiam si rem extra dubium posuisse videantur ista experimenta, tamen operæ pretium erit obviam ire sequenti argumento, quod sponte sese objicit, quodque prima facie sufficere videri possit ad evertendam totam nostram Theoriam.

*Tab.*



*Tab. I. Fig. 5.* Nam quoniam peripheria, five annulus tubi  $ED$ , non sufficit nisi ad sustinendam columnam longitudine  $AF$  in eodem tubo: quâ fit, ut sustinere possit iste annulus columnam æque altam in ampliore tubo  $DC$ ?

*Tab. I. Fig. 6.* Item, si annulus amplioris tubi valet sustinere columnam altitudine  $BG$  in eodem tubo; cur non sustinebit plus columna æque alta in tubo angustiore  $ED$ ?

Eadem etiam opponi possunt ad experimentum undecimum & duodecimum.

Facilis autem est responsio. Nam earum columnarum momenta admissim paria sunt, ac si tubi eas sustinentes  $ED$ ,  $CD$ , pari ubique amplitudine ad superficiem aquæ stagnantis pertenderent; cum velocitates aquæ, quo loco ampliantur aut contrahuntur istæ columnæ, ad velocitates ejusdem juxta peripherias attrahentes, sint reciproce in ratione sectionum ipsarum columnarum. Unde oboritur paradoxon notatu dignum.

*Exp. 13. Tab. I. Fig. 9.* Si repleatur aqua vas  $ABC$  quacunque forma, & quacunque magnitudine; tota ista moles aquæ sustineri potest supra libellam, modo terminetur summum vas tubulo capillari  $C$  satis tenui.

Utrum vero parem eventum habiturum sit hoc experimentum, cum vas eam altitudinem superet, ad quam aqua attollitur pressione aeris; & quid mutationis in vacuo passurum sit, alia forte occasione ostensurus sum, cum experimentis hæctenus factis animo meo satisfacere non licuerit.

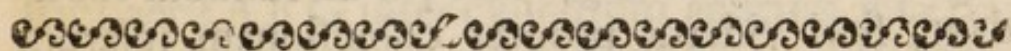
Explorata jam causa, qua sustinetur aqua in tubulis capillaribus, facile erit rationem reddere ascensus ejus, ut videtur, spontanei in eisdem.

Nam



Nam immerfo capillaris tubuli osculo in aquam stagnantem, cum prima aquæ guttula subintrans tubum suspendatur attractione annuli contigui, & proinde non gravitet in aquam subjectam, ea necessario altius attolletur partim pressione aquæ stagnantis, partim attractione annuli proxime superioris.

Ostendi jam posset quanta proclivitate deducere liceat ex hac theoria varia omnia & prima facie contraria supra positorum experimentorum phænomena. Id vero cuivis adeo facile est, ut opera nostra minime necessaria videatur: & jamdudum tam proluxi fuimus in exili isto argumento pertractando, ut veniam sperare non liceat, nisi ab iis, qui norunt, ad quot & quanta alia naturæ phænomena illustranda adhiberi queat ista doctrina.



## DISSERTATIO II.

*De actione tubulorum vitreorum in  
aquam & argentum vivum. Editæ  
Anno 1719, in Transact. Philos.  
Nº. 363.*

**I**N dissertatione non ita diu Regiæ Societati oblata ostensum erat aquam in tubulo capillari sustineri supra libellam vi attractiva superficiæ tenuis annularis tubuli interni, cui summa aqua adhæreret. Inter varia experimenta propositionem istam confirmantia unum adduxeram, quo infundibulum vitreum diametro aliquot digi-  
torum,



torum, apice autem in tubulum capillarem exeunte, aqua plenum, omnem illam aquam attractione capillaris acuminis suspendebat.

Paucis post diebus quam edita esset ista dissertatio, prodiit liber a docto admodum & ingenioso Societatis hujus sodale conscriptus, quo supradictum experimentum hunc in modum explicabatur.

Si infundibulum *ABC Tab. II. Fig. 1.* cui latius os insistat aquæ *BC*, & summitas terminetur in tubulum capillarem apertum ad *A*, repleatur aqua, tota illa aqua sustinebitur; columna nempe *Aa* attractione circuli vitrei intra tubum proxime superioris; & columnæ omnes reliquæ, ut *Ff*, *Dd*, *Ee*, *Gg*, &c. partim attractione partium vitri ipsarum apices contingentium, ut *F*, *D*, *E*, *G*: Quod autem columnæ tenues, sive fila aquæ *Dd*, & *Ee* deorsum non labantur ad *Ff* & *Gg*, adeoque ad fundum subsident, fieri videtur propter cohæsiorem ipsarum cum columna *Aa*, quæ sustinetur tubo capillari *A*: Nam si abrumpatur iste tubus ad *DE*, illico tota aqua descendet.

Cum a nostra longissime abluderet ista explicatio, eique multum patrocinaretur nota auctoris clarissimi in philosophia experimentalis peritia; officii mei esse duxi ejus explicationem ad examen exigere; quo aut eam vitiosam esse demonstrarem, aut meam saltem ut erroneam & falsam abjicerem. Hoc animo, in proxime subsequenti conventu societatis Regiæ, institui sequens experimentum.

Infundibulum *AFGBC, Tab. II. Fig. 2.* cujus ima pars *BCFG*, cylindri in modum recta assurgebat, summitas autem exhibat in tubulum capillarem *A*, aqua replevi ad altitudinem *BF*, adeo ut summa aqua non pertingeret ad partem fornicatam infundibuli; deinde admoto apici *A* digito



gito madente, ut guttula aquæ penetraret in tubulum capillarem, omnis aqua in infundibulo suspendebatur supra libellam aquæ DE, ut in priori experimento.

In hoc experimento manifestum est columnas, quibus constare fingitur cylindrus aqueus FGBC, nullo modo sustineri attractione fornicis tubi; quippe quam non attingant. Neque ulla est columna media, quæ contactu tubuli capillaris & ipsa sustinetur, & circumpositas columnas suspendit. Quibus duobus fundamentis nitebatur viri cl. explicatio.

Explicari autem potest id experimentum in hunc modum.

Cylindrus aqueus FGBC pondere suo librat partem pressionis aeris incumbentis in aquam cisternæ, & cylindrum istum sursum impellere nitentis. Reliquum istius pressionis libratur vi elastica aeris AFG inter cylindrum aqueum FGBC & guttulam aquæ in tubo capillari A intercepti. Hic autem aer, cum vi elastica undequaque pariter nitatur, tantundem librat pressionis atmosphæræ in guttulam A, quantum sustinet pressionis in aquam cisternæ. Reliqua pressio atmosphæræ in guttulam A sustinetur ea vi, qua adhæret ista guttula tubulo capillari. Unde sequitur pondus cylindri aquei FGBC in æquilibrio constitutum esse cum ista vi, & ab eadem revera, licet non immediate, sustineri.

Idem est eventus experimenti, cum loco aquæ, argentum vivum in infundibulum attollitur, modo tubulus A madente digito tangatur. Oportet autem hydrargyrum ad altitudinem aqua tanto minorem assurgere, quanto majorem obtinet gravitatem specificam.

Pergo jam fidem liberare in supradicta dissertatione obligatam, ut examinarem, utrum experi-



mentorū in eadem expositōrum idem futurus esset exitus in vacuo, ac in aere fuerat; item utrum aqua in ampliori tubo, ope capillaris tubuli in summitate positi, sustineri posset ad maiorem altitudinem, quam ad quantam attollitur pondere atmosphæræ.

Hunc in finem ex aqua prius cocta aerem omnem inclusum eduxi ope machinæ pneumaticæ: quod cum esset factum, experimenta ista omnia eundem eventum habuerunt in campana exhausta, ac in aere habuerant.

Experimentum autem decimum tertium factum est tubo 35 digitos longo, & quartam digiti partem lato, acumine in tubulum tenuissimum abeunte. Qui cum repletus esset aqua aere expurgata, ut ante dictum est, omnis illa aqua in vacuo suspendebatur.

Aperte hoc ostendit eventum hujus experimenti nullatenus deberi pressioni aeris; cum minimum istud aeris, quod in campana exhausta relinquitur, nequaquam sufficeret ad aquam ea altitudine sustinendam. Unde evincitur altitudinem, qua aqua hoc modo suspendi possit, minime coerceri istis limitibus, ad quos aeris pondere attollitur.

Hic vero minime prætereunda est insignis difficultas, quæ obviam sese offert, cum attento animo perpenditur istud experimentum. Quæ ut manifestius perspiciatur, operæ pretium erit diligentius animum advertere quid evenire debeat, cum simplex tubus capillaris aqua aere vacua repletus, in exhausta campana includitur.

Tunc enim tota aquea columna in tubo *ACB*, *Tab. II. Fig. 3.* sustinetur attractione superficiæ annularis *A* in summo tubo. Et quanquam iste annulus nullam aquæ partem immediate sustineat, præter eam quæ aut ipsum contingat, aut intra spheram



sphæram suæ attractionis, hoc est, intra limites angustissimos versetur: tamen fieri non potest, ut ulla pars aquæ, exempli gratia, ad C, ab aqua superiore divellatur & subsidat, quod ejus descensus prohibeatur ab annulo C eidem contiguo. Hic enim cum annulo A æqualis sit, & proinde par sit sustinendæ columnæ aqueæ longitudine AB, multo magis sufficit sustinendæ columnæ CB infra eundem positæ. Unde patet nullam aquæ partem posse descendere, nisi integræ columnæ pondus superet vim attractivam annuli A.

At in tubo inæquali ACB, *Tab. II. Fig. 4.* quali usi sumus in isto experimento, longe alia res est; nec facile perspicitur, quare in vacuo ulla pars aquæ in ampliore parte tubi, exempli gratia, in C, non deserat aquam superiorem & descendat; quoniam multo amplior est annulus C, quam ut sustinere valeat columnam aqueam longitudine CB.

Videtur mihi non melius solvi posse ista difficultas, quam si dicamus cohæSIONEM, quæ intercedit inter aquam tubuli capillaris & aquam infra positam, satis fortem esse, ut sustinere possit pondus columnæ suspensæ. At ista cohæSIO quatenus oriatur ex pressione mediæ fluidi tanta subtilitate præditi, ut per vitrum pervadat, sane dignum est diligentiori examine. Nam etsi tale medium non vitri solum, sed ipsos aquæ poros pervasurum sit, tamen integro pondere nitetur in particulas omnes solidas, ut ita dicam, superficiæ aquæ in cisterna; at ex solidis particulis aquæ in tubo eæ solum, quæ poris aquæ superioris subjacent, hoc medio prementur; reliquæ, particularum solidarum superjacentium ope, carebunt ista pressione: unde liquet minorem incumbere pressionem hujus mediæ in quamvis sectionem aquæ infra tubulum capillarem positæ, quam in parem superficiem aquæ in  
cisterna



cisterna stagnantis. Unde sustineri potest columna aquea differentia illa, quæ est inter duas istas pressiones. Isti autem explicationi patrocinari non mediocriter videntur sequentia experimenta, quorum omnium eadem fere explicandi ratio est; etsi aliam quoque causam infra adducturus sim ad primum & secundum pertinentem.

Hic autem primo loco ponendum est nobile istud experimentum, quo hydrargyrus tubo Torricelliano, aere diligenter purgatus ad altitudinem digitorum 70 vel 75, in aere aperto sustinetur.

Huic addi potest illud, quo hydrargyrus item aere expurgatus suspenditur in vacuo, quod refert diligens ille & ingeniosus cultor philosophiæ experimentalis, Dionysius Papinus, in libello cui titulus *Continuation du Digesteur*. Mitto experimentum aquæ aere purgatæ suspensæ in vacuo, eodem libro memoratum; quod inter istud & nostrum supra positum parum admodum discriminis interfit, summitate scilicet fornicata tubi Papiniani in vicem capillaris extremitatis tubi nostri succedente. At nequaquam prætereunda sunt experimenta Hugonii, quæ à nobilissimo illo viro exposita sunt in Actis Philosoph. N° 86, de cohæsione satis valida marmorum politorum in campana aere vacua, item de fluxu per siphonem cruribus inæqualibus, tum aquæ, tum hydrargyri, utriusque autem aere purgati, in vacuo, perseverante: quæ omnia vir cl. ope principii ejusdem & eundem fere in modum explicat, atque nos explicuimus experimentum supra memoratum. Quod si in dubium vocet aliquis, an re ipsa existat in rerum natura tale medium, velim eum ista consulere, quæ posuit Illustrissimus Newtonus in Quæstionibus ad Optices finem adjectis.



Pergo jam exponere quædam experimenta hydrargyro facta, quæ cum nuper instituerem præfente nobilissima hac Societate, eventus eorum plane contrarius reperiebatur experimentis aqua factis a cl. Taylora, Hauksbeio & meipso. His autem fretus non verear dicere totam theoriam istiusmodi phænomenon sequentibus propositionibus contineri, quarum certitudo experimentis ad singulas adjectis confirmatur.

P R O P O S I T I O I.

*Particulæ aquæ attrahunt se invicem.*

Hoc, puto, omnibus constat, ut nulla demonstratione egeat; cum ex forma sphærica guttarum pluvix, & coitione binarum guttularum, quam primum sese contingunt, manifesto sequatur.

P R O P O S I T I O II.

*Particulæ hydrargyri se invicem attrahunt.*

Hoc item manifesto patet ex figura sphærica, in quam sese componit gutta hydrargyri in plano posita; item ex binis ejusdem guttis ad contactum mutuum in unum coeuntibus.

P R O P O S I T I O III.

*Aqua ad vitrum attrahitur.*

Aperte hoc evincitur ex omnibus nostris supra positis experim.



## P R O P O S I T I O IV.

*Hydrargyrus ad vitrum attrahitur.*

*Exp. I.* Si globulus argenti vivi in charta pura positus, vitri plani segmento puro contingatur; abducto sensim vitro, globulus eidem adhærebit, & una abducetur. Quod si vitrum à charta sustuleris, globulus ab eodem attolletur similem plane in modum atque ferrum à magnete; adhærebit autem globulus vitro superficie plana satis magna, quod vulgare microscopium luculenter ostendet: Tum si vitrum situ obliquo teneas, volvetur sensim globulus hydrargyri per superficiem vitri inferiorem, usque ad ipsam extremitatem ejusdem, ubi ut antea suspendetur.

*Exp. II.* Si guttula mercurii major in charta jaceat, eamque ex adversis partibus contingant vitra bina; abductis sensim vitris à se invicem, guttula utrique vitro adhærebit, & ex forma sphaerica in ovalem abducetur, transeunte axe ovalis longiore per medias superficies, quibus guttula vitrum tangit.

## P R O P O S I T I O V.

*Particulæ aquæ ad vitrum fortius attrahuntur, quam ad se invicem.*

Manifesto id apparet ex ascensu aquæ in tubos capillares. Nam ubi ascendere incipit aqua in tubum capillarem, omnes aquæ particulæ, quæ tangunt annularem superficiem imi vitri, abierint necesse est ex contactu reliquæ aquæ, & contra gravitatis vim ascenderint, quo in vitri contactum venirent.



venirent. Eodem modo facile explicantur reliqua experimenta Taylori, Hauksbeii & mea. Nam si diligenter ad examen exigantur, in omnibus reperietur aliquas aquæ particulas à contactu reliquæ aquæ recedere & vitro conjungi.

P R O P O S I T I O VI.

*Particulæ Hydrargyri fortius ad se invicem, quam ad vitrum trahuntur.*

*Exp. I. Tab. II. Fig. 5.* Si tubus angustior, AB, utrinque apertus, immergatur in vas vitreum hydrargyro plenum, contingat autem tubus latus vasculi, quo mercurius intra eundem conspici queat; intrabit quidem mercurius intra tubum, subsistet tamen ad altitudinem aliquam, ut CE, infra superficiem hydrargyri in vasculo, CD; erit autem altitudo ista CE in ratione reciproca diametri tubi.

In isto experimento columna hydrargyri in vasculo, altitudine CE, nititur impellere hydrargyrum sursum intra tubum; & quoniam supra ostensum est vitrum ad se attrahere mercurium, attractio superficiæ istius annularis intra tubum, quæ summitatem hydrargyri contingit, ipsa quoque conabitur hydrargyrum sursum attollere. Contra, impedit ascensum mercurii ea vis, qua particulæ intra tubum ascensuræ retrahuntur attractione reliqui mercurii, quem à lateribus contingunt. Librat autem ea vis non solum attractionem vitri, sed etiam pondus columnæ mercurialis altitudine CE; & proinde multo fortior est ista vis attractione vitri.

Causa itaque, quæ sustinet pondus columnæ mercurialis altitudine CE, cum sit differentia inter attractionem superficiæ annularis tubi ad E, & attractionem æqualis superficiæ mercurij in vasculo,



culo, à quo recedat necesse est mercurius intra tubum ascensurus, quo in vitri contactum perveniat: dicta inquam causa necessario proportionalis erit isti superficiei annulari, hoc est, diametro tubi. Quoniam vero columna mercurialis suspensa proportionalis fit necesse est causæ eandem suspendenti, erit etiam ista columna in ratione ejusdem diametri. Atqui columna suspensa est in ratione composita ex ratione duplicata diametri & simplici altitudinis  $CE$ : unde sequitur esse altitudinem istam  $CE$  in ratione reciproca diametri: quod etiam experimentis deprehenditur.

Experimentum aquæ ascendentis in tubulum capillarem huic e directo contrarium est.

*Exp. 2. Tab. II. Fig. 6.* Infuso hydrargyro in siphonem inversum  $ACB$ , cruribus diametro inæqualibus, altitudo  $CE$  mercurii in crure ampliore  $CB$ , major est altitudine  $CD$ , ad quam attollitur hydrargyrus in crure angustiore  $CA$ .

E contrario, aqua altius attollitur in crure angustiore.

*Exp. 3. Tab. II. Fig. 7.*  $ABCD$  exhibet planum vitreum rectangulare, quo clauditur unum latus capsulæ lignæ quadratæ. Planum istud intus contingit in latere  $AC$  aliud æquale planum vitreum, ita ut angulus parvus intercipiatur inter bina plana. In hanc capsulam infuso hydrargyro ad altitudinem quamvis  $CE$ , eoq; permeante inter bina plana vitrea, & sese attollente ad majorem minoremve altitudinem pro majore aut minore vitrorum intercapedine, formatur inde hyperbola vulgaris  $CGF$ ; cujus altera asymptotos est linea  $EF$ , qua superficies mercurii in capsula contingit vitrum interius, altera autem est linea  $AC$ ,



AC, qua plana sese invicem tangunt. Hyperbola ista cum ab ingeniosissimo Hauksbeio & meipso ad accuratum examen vocaretur, reperiebatur rectangulum E H G, ubicunque sumptum, sibi ipsi semper æquale; nempe cum angulus mediocris interciperetur inter plana. Is autem ubi esset admodum parvus, oriebatur inde notabilis variatio rectanguli, nempe quod planorum licet politissimorum inæqualitates minimæ ad perparvam vitrorum distantiam rationem sensibilem obtinerent. Unde ortum videtur, ut id obiter dicam, quod abluderent ab hyperbolæ ordinatis ordinatæ ab seniore Hauksbeio inventæ, cum curvam situ contrario, ex planis binis vitreis simili modo conjunctis & in spiritum vini immerfis ortam examinaret.

*Exp. 4. Tab. II. Fig. 8.* Signat AB sectionem perpendicularem per plana bina vitrea conjuncta invicem ad A, & intercipientia angulum parvum, cujus apertura cernitur ad B. C repræsentat guttam majorem hydrargyri, quæ pondere suo descendit usq; ad C, cum plana situm erectum obtinent, vertice anguli A deorsum spectante; eadem vero gutta recedit a contactu planorum ad D, cum plana inclinantur versus horizontem; & efficitur distantia CD major, minorve, prout plana magis, aut minus vergunt ad situm horizontalem.

Oleosi aut aquosi liquoris gutta in partes contrarias movetur, quod a Cl. Hauksbeio ostensum est.

*Exp. 5. Tab. II. Fig. 9.* Sit AB tubus utrinq; apertus, longitudine pedis unius, duorumve, cujus pars infima terminatur tubulo capillari B. Hic tubus si mercurio impleatur, integra columna



mercurialis sustinebitur in tubo, modo satis tenue fit acumen B. Atqui si mercurius ad osculum B constitutus admoveatur ad alium mercurium, puta ad guttulam in mensa jacentem, confestim defluet mercurius ex tubo. Quod si absq; tali contactu abrumpatur minima portio tubuli B, effluet statim hydrargyrus, donec ad minorem aliquam altitudinem, ut BC, in tubo subsederit; ibi vero iterum subsistet, & erit altitudo BC proxima in reciproca ratione diametri tubuli capillaris.

Septimum experimentum prioris nostræ dissertationis huic è converso respondet.

*Exp. 6. Tab. II. Fig. 10.* Hoc priori simile est; adhibetur autem infundibulum amplum vitreum AB, vice tubi. Hujus oppositum est Experimentum 13 ejusdem dissertationis.

In omnibus his experimentis facile perspicitur eventum oriri ex differentia binarum attractionum, quarum altera mercurius ad vitrum, altera ad alium mercurium trahitur; quum attractiones illæ ubique sibi invicem resistent; adeo ut minime necesse sit ista omnia figillatim explicare. Præsertim, cum nihil videamus, quod attentum lectorem morari possit, nisi forsan teneatur scrupulo sequenti, quem in ejus gratiam breviter expediemus.

In experimentis ad confirmandam propositionem quartam adductis, globulus hydrargyri adhæret vitro per superficiem planam: id autem fieri non potest, quin augeatur globuli istius superficies; unde necesse est particulæ aliquæ mercuriales ex aliarum contactu recedant. Si itaq; fortius ad se invicem quam ad vitrum trahuntur hæ particulæ; cur non recedunt à vitro, & in figuram perfectè sphaericam formantur, ut omnes sese invicem, quantum fieri potest, contingant? Reponi



poni potest vim eam, qua mercurius five ad vitrum, five ad alium mercurium trahatur, proportionalem esse superficiei attrahenti; itaq; etiamfi cæteris paribus, minus fortiter trahatur hydrargyrus ad vitrum, quam ad alium hydrargyrum, tamen cum in casu præsentis multo plures sint particulae mercuriales quæ in vitri contactum perveniant, quam quæ ab aliarum contactu discedant, minime mirandum esse si vincat vitri attractio, adeoq; globulus eidem adhærescat. Particulae enim mercuriales, quæ a contactu reliqui mercurii recedunt, eæ solæ sunt quæ constituunt differentiam superficiei orientem ex mutati globuli figura: at in vitri contactum veniunt omnes particulae constituentes planam illam superficiem, qua globulus vitro cohæret.

Pertinet autem ista consideratio ad explicandam suspensionem hydrargyri in tubis vitreis, five ad altitudinem extraordinariam in aere aperto, five ad minorem in vacuo, ut ante dictum est. Cum enim ipsa tubi summitas figura sit sphaerica, aut ad sphaericam proxime accedente, facile demonstratum est contactum mercurii cum ista summitate, ad augmentum contactus particularum mercurialium inter se, quod oriri possit ex recessu mercurii a summitate tubi per minimum spatium, rationem infinitam obtinere: unde sequitur contactum mercurii cum summo tubo esse unam ex causis ejus suspensionis.

*Corollarium* 1. Patet ex ista propositione hydrargyrum in angustiorem barometrorum tubis ad minorem altitudinem ascensurum, ac in amplioribus. Unde explicatur phaenomenon a Cl. de la Hire toties expositum in Actis Parisiensibus: quod nempe in barometro isto, quod adhibere perpetuo consueverat in annuis suis observationibus,

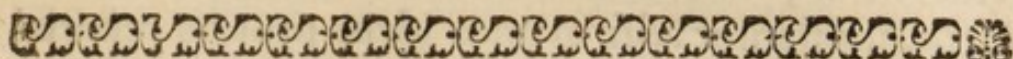


bus, hydrargyrus minus alte attolleretur, ac in alio suo barometro, tribus fere lineis cum semisse, hoc est, tertia circiter parte digiti Londinensis. Nam perangustum esse tubum istius barometri ipse testatur. Adeo ut nil necesse sit rem deducere ad peculiarem aliquam qualitatem sive ipsius mercurii, sive vitri unde confectus sit iste tubus, aut ad aeris minimum in tubo relictum: ex quibus causis, aut earum aliqua, phænomenon istud & quædam alia ejusdem generis proficisci fuerat suspicio. \*

*Coroll. 2.* In tubo barometrico angustiore mercurius non respondebit accurate mutationibus ponderis atmosphææ, sive in ascensu, sive in descensu. Nam cum altitudo mercurii, ex supra dictis, partim pendeat ex diametro ejus partis tubi, quam attingit summa mercurii superficies, patet minimas inæqualitates, quibus tubus nullus carere potest, majorem habituras esse rationem ad diametrum tubi, & proinde magis mutatueros altitudinem hydrargyri in tubo angustiore, quam in ampliore. Qua ex causa oriri censeo, quod adeo perdifficile, ne dicam impossibile factu reperiatur, bina construere barometra, quæ ad omnes tempestatum mutationes accurate sibi congruant in altitudine hydrargyri exhibenda, præsertim si tubi fuerint angustiores. Hoc autem vitii maxime cernitur in barometro pendente, quod vocant, in quo satis magnum spatium obit mercurius, dum columnæ suspensæ longitudo tantillum mutatur. Pertinet etiam supra dicta consideratio ad libellas istas, in quibus sive hydrargyrus, sive aqua, aut spiritus vini ad parem altitudinem attolli debet in adversis cruribus tubi inflexi: unde in omnibus istis instrumentis tubi satis ampli adhibendi sunt, quo istud vitii, quantum fieri potest, minuatur.

\* Memoires de l'Academ. Royale 1705, 1706, 1707.





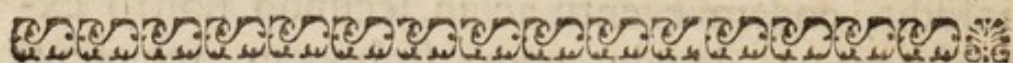
## *Additamentum.*

**I**N historia Academiae scientiarum Regiae anni 1724, primum & secundum experimentum propositionis sextae, ratione longe diversa explicantur à clarissimo Domino du Fay, socio ejusdem Academiae, qui eorum eventum ex aeris pressione deducit. Confirmat autem suam hypothesein sequente experimento. Siphoni crure altero tenuiore, altero satis amplo hydrargyrum infudit, eodem eventu ac in secundo nostro experimento: deinde cum siphonem recipienti antliae pneumaticae indidisset, exhausto aere, animadvertit hydrargyrum descendere in crure ampliore B C, *Tab. II. Fig. 6.* & attolli in crure angustiore A C, ut tandem altitudo hydrargyri C E altitudinem C D non nisi duodecima parte digiti Parisiensis superaret. Tantillum vero discriminis inter utramq; altitudinem adscribit non injuria vir cl. pressioni reliquiarum aeris in campana, quippe quae perfecte exhauriri non queat. Deinde aere readmisso hydrargyrus ad priorem altitudinem in utroq; crure revertebatur. Haec si ita sint, actum est penitus de nostra theoria.

Atqui nos supra ostendimus experimenta nostra aquea nullatenus pendere ab aeris pressione, cum in vacuo facta sint eodem eventu. Mercurialia autem experimenta, cum aqueis semper adamussum responderent, extra dubium videbatur a similibus principiis proficisci. Unde cum nulla esset suspicio quenquam ea sola adscripturum pressioni aeris, neglexeramus ea quoq; in vacuo iterare. At hac postea data occasione, deesse penitus nobis videremur,



videremur, nisi id fecissemus. Periculo autem facto, constanter adfirmamus idem prorsus reperiri discrimen inter altitudines mercurii C E, C D, five in aere aperto, five in vacuo instituatür experimentum. Unde cum de fide celeberrimi Domini du Fay minime dubitemus, necessario dubitandum est an satis accurate factum sit ejus experimentum. Susplicamur sane hydrargyrum, quo is usus fit, perexiguus bullulis aereis liberum non fuisse; eas autem, cum ex crure ampliore facile erumperent, ex angustiore vero sese expedire nequirent, hydrargyrum incumbentem C D ad eandem fere altitudinem cum C E sustulisse.



### DISSERTATIO III.

*Qua solvuntur dubia quædam proposita a viro clarissimo Georgio Bernhardo Bulffingero, in commentariis Academiæ scientiarum Imperialis Petropolitane, Tom. II. circa theoriam in præcedentibus dissertationibus expositam.*

CUM legeremus nuper dissertationem eruditissimam cl. Bulffingeri de tubulis capillaribus, voluptatem, ut verum fateamur, non vulgarem cepimus, quod explicationem nostram istiusmodi phænomenorum cæteris omnibus doctissimorum scriptorum hypothefibus, quas ibidem fusius recenset & examinat, tanto auctore videremus ante-



anteferri. Qui tamen cum scrupulo teneatur uno aut altero, quo minus ad sententiam nostram penitus accedat, videmur nobis operam viro laudatissimo non ingrati præstituri, si hos illi eximere pro viribus conemur.

I. Primo itaq; loco displicere videmus viro cl. quod attractionis voce usi simus ad exponendam actionem vitri in aquam suspensam; cum is dolere sibi profiteretur *misceri & officere nostræ*, quam vocat, *hypothesi vulgarem de attractionibus litem*. Qua de causa excusationem quandam subjicit ad explicationem nostram *hoc vinculo liberandam*. Candide sane & perhumaniter. Eam vero excusationem nos perlibenter accipimus, quoniam tanti viri sententia excusatione omnino videmur indigere. Cæterum si attractionis loco aliam vocem, utpote congruitatem, cohæsiionem, propensionem, sive etiam impulsus aquæ ad vitrum substitui placeat, nullam nos litem movebimus. Res modo constet, verba non morabimur.

Atqui si libuisset, non dico cl. Bulffingero, sed aliis, qui has lites toties redintegrant, animum attendere ad Newtoni verba, quo principe recepta est in philosophiam ista vox; minus profecto litibus tam frivolis laboraret respublica literaria. Magnus ille vir statim ab initio Philos. Natur. Princ. Mathemat. nempe sub finem definitionis octavæ, fatis, ut putabat, per verba sequentia caverat ab hujusmodi cavillationibus. *Voces autem attractionis, impulsus, vel propensionis cujuscunq; in centrum, indifferenter & pro se mutuo promiscue usurpo; has vires non physice sed mathematice tantum considerando. Unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quæ sunt puncta mathematica) vires vere & physice tribuere;*



*buere; si forte aut centra trahere, aut vires centro-  
rum esse dixerō. Item sectione undecima lib. prim.  
significat se considerare vires centripetas tanquam  
attractiones, quamvis fortasse, si physice loquamur,  
verius dicantur impulsus. In scholio vero prop.  
LXIX libri ejusdem hæc habet. Vocem attracti-  
onis hic generaliter usurpo pro corporum conatu quo-  
cunq; accedendi ad invicem; sive conatus iste fiat ab  
actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per  
spiritus emissos se invicem agitantium, sive is ab  
actione ætheris, aut aeris, mediæ cujuscunq; seu  
corporei seu incorporei oriatur, corpora innatantia in  
se invicem utcunq; impellentis. Quod si consulan-  
tur, quæ sub finem secundæ & tertiæ editionis  
Principiorum, de spiritu quodam subtilissimo ad-  
jecit, liquebit tantum abesse ut Newtonus attra-  
ctionem pro qualitate primaria corporum habue-  
rit, ut ipse ejus attractionis causam data opera in-  
vestigaverit. Hæc autem fusius adnotare volui  
non tam cl. Bulffingeri causa, qui sua sponte rem  
apte & candide interpretatur, sed aliorum quo-  
rundam, quibus, ad attractionis mentionem, con-  
festim bilis movetur, quiq; ipsi eam vocem cane-  
pejus & angue devitant, adeo ut actionem mutu-  
am inter vitrum & aquam, si de ea forte loquen-  
dum sit, amicitia potius, aut consanguinitatis,  
vel etiam nuptiarum, si diis placet, quam attracti-  
onis nomine appellaturi videantur. Quorum con-  
tentiones & clamores tantum potuerunt, ut facta  
fit quasi shibboleth quædam inter philosophantes  
ista vox attractio.*

II. Secundum scrupulum movet vir cl. ex  
phænomeno 46 suæ dissertationis. *Cum aqua  
trans tubum fugitur gracilem, idemq; madidus hori-  
zontaliter reponitur; observare licet, particulas aquæ  
lateribus fistulæ internis adhaerentes, sensim sensimq;  
coire*



*coire in cylindrulos aqueos, totam internam cavitatem replentes; terminari illos vero superficiebus concavis. Hinc videtur viro laudato concedi non posse fortio-rem aquæ ad vitrum, quam ad seipsam, attractionem. Expendamus ergo id phænomeni.*

1. Superficies concavæ prædictæ aperte nobiscum faciunt. Quid enim prohibet harum superficierum extremitates vitro adhærentes a vitro recedere, & aquæ reliquæ conjungi, cujus attractione sollicitantur ad formandam superficiem convexam, ut omnes aqueæ particulæ ad se invicem, quantum fieri potest, accedant? Obstat nempe fortior vitri attractio.

2. Notandum est guttularum tubi madidi parietibus adhærentium duas esse superficies, alteram vitro contiguam, alteram aeri expositam, quam vocemus liberam. Cum binæ vel plures harum guttularum, quas positas esse contingit intra spheram mutua attractionis, sensim coeunt & in cylindrum formantur, fit id quidem attractione mutua aquæ ad aquam, & superficies antea liberæ, jam invicem applicantur & cohærent. Superficies autem prius vitro contiguæ adhuc eidem contiguæ sunt. Fieri quidem aliquando potest, ut minor aliquantulo sit superficies vitro cohærens cylindruli totius, quam fuerat summa contiguarum vitro superficierum ante guttularum coitionem; sed hoc abunde compensatur ex cohæsione inter se superficierum prius liberarum. Conducit ergo ad conjunctionem guttularum attractio aquæ ad aquam, nihil aut parum repugnat attractio aquæ ad vitrum. Unde hic casus reducitur ad casum guttulæ hydrargyri inter duas vitri superficies constitutæ, cujus phænomeni explicationem nostram satis fecisse video doctissimo auctori.



III. Tertia eaq; omnium gravissima difficultas oritur viro clarissimo ex phænomeno 49 suæ dissertationis, quod his verbis proponit. *Sit tubus inæqualiter amplus, & immergatur in aquam aere suo purgatam nonnihil profundius, madefiat superne tubulus in vacuo, & extrahatur aliquantum: apparebit altitudinem utriusq; aquæ simul sumptam respondere altitudini, quæ convenit tubulo angustiiori, & multo majorem esse, quam quæ ampliori debetur.* Solutionem nostram hujus phænomeni, cum in aere fit experimentum, utcunque admittit vir doctissimus. In vacuo difficillimum censet ut explicetur. Ego impossibile esse aio, cum in vacuo neque factum sit id experimentum, nec nostra sententia fieri omnino possit. At inquit, nobis auctoribus, vir cl. experimentum *etiam in vacuo succedere.* Dolet profecto virum egregium in id erroris incidisse, quod fidem haberet non nobis quidem, sed editori Epitomes Actorum Londinensium, quo libro eum usum esse videmus. Hujus enim editoris incuria & negligentia factum est, dum dissertationes nostras suo more redigere voluerit in compendium, ut crediderit cl. Bullfingerus experimentum in aere factum, quod in secunda nostra dissertatione ad erroneam viri cujusdam doctissimi opinionem de aquæ suspensione refutandam adducitur, etiam in vacuo fuisse repetitum eodem eventu; cum nos id solum dixissemus, experimentorum omnium in priori nostra dissertatione memoratorum eundem in vacuo fuisse eventum, atque in aere fuerat. Agnosco igitur vim argumentorum viri acutissimi, firmissorum sane & validissimorum, si contra factum ipsum potius, quam facti explicationem adducta fuissent: agnosco pariter summam ejus humanitatem & candorem, quod rem ab omni verisimilitudine alienam fide tamen, ut putabat, nostra credere dignatus sit.

IV. Superest



IV. Superest adhuc viro cl. scrupulus unus circa idem experimentum cum in aere perficitur. Quærit enim, *Cur nulla fit mentio peripheriæ inferioris d guttulæ A d? Vid. Fig. 2. Tab. II. Annon dici potest, quantum guttula A sursum trahitur a contactu peripheriæ superioris, tantundem trahi illam quoque deorsum a contactu inferioris? destruere igitur se invicem contrarias tractions, & rem omnem resolveri in peripheriam FG, quæ non sufficiat altitudini FB? An omnino negligi debet hæc superficies d deorsum trahens? &, cur eo casu altitudo aquæ non fit major, ob duas superficies attrahentes in A & in FG? An peripheria FG sursum trahens, & peripheria d deorsum urgens semper sibi æquivalent? & quæ causa est, ut amplior FG non pro sua diametro trahat, sed pro altera in d, aut vice versa? &c.*

Sentio acumen objectionis, eamque validissimam esse fateor, siquidem adducatur contra phænomenon, prout a viro cl. exponitur, ubi dicitur, *altitudinem utriusque aquæ simul sumptam respondere altitudini, quæ convenit tubulo angustiori.* At ista verba, ex viri cl. phænomeno 49 desumpta, nullibi apud nos reperiuntur, quippe quibus propositum erat ope prædicti experimenti, non quidem definire ad quantam altitudinem suspenderetur aqua, quod jam aliis experimentis satis erat compertum, sed ostendere contra sententiam prædicti celeberrimi philosophi, aquam, quantacunque suspenderetur, virtute attractionis peripheriæ superioris suspendi. Nihil itaque erat necesse aut peripheriæ inferioris guttulæ, aut peripheriæ FG facere mentionem. Jam vero, quoniam hic scrupulus cl. Bulffingero obortus est, & alios morari potest; operæ pretium erit earum quoque peripheriarum vires paulo attentius considerare.

Hic vero ante omnia animadvertendum est, multo ampliorem esse peripheriam annularem inferiorem



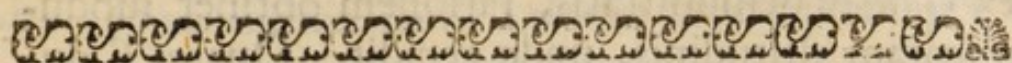
feriorem guttulæ, peripheria superiore ejusdem, quod tubus conici in modum sensim vergat ex acumine capillari in amplitudinem satis conspicuam. Quod si non conicam, sed cylindricam esse contingerit ipsam tubi extremitatem, labetur guttula deorsum per minimum spatium, donec superior ejus superficies in parte cylindrica constituta fuerit, & inferior superficies ejusdem in latiori vergentis tubi peripheria subsistat. Peripheria itaque guttulæ inferior trahet quidem aquam deorsum, sed quanto latior est peripheria superiore, tanto minus fortiter aquam deorsum trahet, quam superior eandem trahit versus superiora. Porro peripheria *F G* quæ ex omnibus latissima est, & ipsa aquam sursum trahet, sed omnium debilissime.

Sit ergo *a* altitudo, ad quam peripheria superior aquam suspensura sit in tubo cylindrico; sint etiam *b* & *c* altitudines ad quas peripheria guttulæ inferior & peripheria *F G*, aquam sublaturæ sint respective in tubis itidem cylindricis, pro ratione reciproca harum peripheriarum. Hinc dabitur altitudo aquæ suspensæ in tubo nostro inæquali, demendo ex altitudine *a* differentiam altitudinum *b*, *c*.

Si ista, quod speramus, cl. Bulffingero satisfecerint, pollicemur nobis pro candore & æquitate viri humanissimi, eum in posterum explicationem nostram horum phænomenorum non amplius pro hypothesi, sive futili ingenii commento, sed pro vera & indubitata eorundem theoria habiturum.

Unum monendum superest, admissum esse aliquid errati in phænomenis 22 & 49 laudatæ dissertationis exponendis, quod vir celeberrimus ad quasdam experimentorum nostrorum minutias minus attentus, experimenta duo dissimilia pro similibus habuerit. Id vero ipse vel per se, vel ex antedictis facile correcturus est.





## DISSERTATIO IV.

*De motu aquarum fluentium. Editum  
anno 1718. in Trans. Phil. N° 355.*

**A** Quæ motum ex imi vasis foramine defluentis sæpe videmus, tum in ipsa re hydraulica, tum in ejus principiis ad oeconomiam animale applicandis, aliis cum potentiis comparari. Cujus motus quantitatem cum hætenus nemo, quod sciam, recte determinaverit, usurpare solent ejus loco scriptores hydraulici columnæ aqueæ pondus foramini incumbentis. Quod qui faciunt, id sane neutiquam animum advertunt fieri omnino non posse, ut motus aliquis cum pondere quiescente conferatur. Poterit autem aquæ defluentis motus facili opera definiri ope theorematum sequentium.

*Tab. III. Fig. 1.* Sit SHAHS aquæ superficies infinita, CC foramen circulare in fundo factum, AB recta perpendicularis per foraminis centrum ducta, SGCCGS columna five cataracta aquæ per foramen CC decurrentis, SGC curva, cujus rotatione circa axem AB generatur solidum, five cataracta, SGCCGS. Aqua enim cum libere, & motu accelerato descendat ad normam corporum omnium gravium, necessario in minorem amplitudinem contrahitur, prout majorem velocitatem acquirit inter cadendum, & profluit tandem ex foramine CC ea cum velocitate, quæ cadendo ab altitudine AB comparatur.

Velocitas



Velocitas autem corporis gravis cadendo genita, ex *Galilei* demonstratis, rationem obtinet subduplicatam altitudinis, unde cecidit. Quare, si ducatur ad curvam *S G C* ordinata quævis *D E*, atque ipsa *D E* vocetur  $y$ , & *A D*  $x$ , exponetur velocitas aquæ in sectione *E E* per  $\sqrt{x}$ , & factum ex ea velocitate ducta in ipsam sectionem per  $\sqrt{x} \times y^2$ .

Quod factum est ut moles aquæ dato temporis spatio per eam sectionem transeuntis; cumque eadem aquæ moles dato tempore per singulas cataractæ sectiones transeat, proinde factum istud perpetuo sibi constabit, eritque  $\sqrt{x} \times y^2 = 1$ , &  $x y^4 = 1$ .

Quæ est æquatio curvæ *S G C*, cujus partem, intra datum vas comprehensam, delineavit, ejusdemque æquationem non obscure indicavit magnus *Newtonus*, *Prop. 36. Libr. 2. Princip.* qui primus omnium veram aquæ effluentis velocitatem, ex genuinis principiis deductam, orbi literato exposuit.

Est autem ipsa curva hyperboloeides quarti ordinis, cujus altera asymptotos est recta *A S* ad horizontem parallela, altera *A B* eidem perpendicularis.

Hujus potestas est quadrato-cubus ordinatæ *F G*, ductæ ad punctum *G*, ubi recta *A G*, biseans angulum ab asymptotis comprehensum, curvæ occurrit.

Spatium *S A D E S*, inter curvam *S G E*, ordinatam *D E* & asymptotos *A D*, *A S* inclusum, æquale est quatuor partibus tertiis rectanguli *H D*, sub abscissa *A D* & ordinata *D E* contenti. Estque proinde spatium *S H E* pars tertia ejusdem rectanguli.

Solidum *S G E E G S*, convolutione spatii *S A D E S*, circa axem *A D* generatum, duplum est cylindri incumbentis sectioni *E E*. Unde solidum cavum, quod gignit conversio spatii *S H E G S*,  
circa



circa eundem axem, cylindro incumbenti æquale est. Quæ omnia facili calculo inveniuntur per methodum fluxionum inversam.

T H E O R E M A I.

Aqua ex vase amplitudinis infinitæ, per foramen circulare in fundo factum, decurrente, motus totius cataractæ aqueæ horizontem versus æqualis est motui cylindri aquei, sub ipso foramine & altitudine aquæ, cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen effluentis; vel æqualis est motui molis aquæ, quæ dato quovis tempore effluit, cujus ea sit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore spatium æquale altitudini aquæ.

*Demonstratio primæ partis.*

Ducatur ad curvam  $S G C$  alia ordinata  $d e$ , priori  $D E$  quam proxima.

Curva circa axem  $A B$  conversa, generabunt ordinatæ  $D E$ ,  $d e$ , circulos duos, quibus intercipitur solidum nascens  $E E e e$ . Id solidum æquale est factum ex altitudine  $D d$  ducta in sectionem  $E E$ , & motus ejus æquatur factum ex ipso solido ducto in velocitatem ejusdem, sive factum ex altitudine  $D d$ , sectione  $E E$ , & velocitate aquæ in ea sectione. Cumque supra ostensum sit, factum ex quavis sectione cataractæ & velocitate aquæ in ea sectione, quantitatem esse constantem; erit proinde motus totius cataractæ æqualis factum ex quantitate illa constante ducta in summam omnium altitudinum  $D d$ , sive in ipsam  $A B$ , hoc est, motui cylindri sub ipso foramine & altitudine aquæ, cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen effluentis. Q. E. D.



*Coroll. 1.* Data altitudine aquæ, erit motus cataractæ in ratione foraminis.

2. Dato foramine, erit motus cataractæ in ratione fescuplicata altitudinis, five in ratione triplicata velocitatis, qua aqua per foramen exit.

3. Dato motu cataractæ, erit foramen reciprocè in ratione fescuplicata altitudinis, vel reciprocè in ratione velocitatis triplicata.

*Demonstratio secundæ partis.*

Moles aquæ dato tempore effluentis est ad cylindrum sub ipso foramine & altitudine aquæ, ut longitudo quam aqua effluens æquabili velocitate dato isto tempore percursura fit, ad altitudinem aquæ. Cumque velocitas, quæ tribuitur moli aquæ effluentis, fit ad velocitatem cylindri reciprocè in eadem ratione, erunt motuum quantitates utrinque æquales. Q. E. D.

*Coroll. 1.* Data altitudine aquæ & mole effluente, motus cataractæ est in ratione inversa temporis, quo ista moles effluit.

2. Data altitudine & tempore, motus cataractæ est ut moles aquæ tempore isto effluentis.

3. Dato tempore & mole aquæ effluentis, erit motus cataractæ in ratione altitudinis.

4. Dato motu cataractæ & altitudine, moles effluens est in ratione temporis.

5. Dato cataractæ motu & mole aquæ effluentis, altitudo est ut tempus.

6. Dato tempore & motu cataractæ, erit aquæ effluentis moles reciprocè ut altitudo.

**T H E O R E M A II.**

*Tab. III. Fig. 2.* Si capiatur BA, quæ sit ad BD, ut DG<sup>4</sup> ad DG<sup>4</sup> — BC<sup>4</sup>; aqua decurrente  
ex



ex dato vase cylindrico semper pleno  $GGEE$ , per foramen circulare  $CC$  in fundo medio factum, motus cataractæ aqueæ horizontem versus æqualis erit motui cylindri sub foramine & altitudine  $AB$ , cujus velocitas æquet velocitatem aquæ per foramen exeuntis; vel erit æqualis motui molis aquæ quæ dato quovis tempore effluit, cujusque ea sit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore spatium æquale altitudini  $AB$ .

*Demonstratio primæ partis.*

Ducatur  $AS$  ipsi  $DG$  parallela, & asymptotis  $AS$ ,  $AB$ , per puncta  $G$ ,  $C$  descripta concipiatur curva *Newtoniana*  $SGC$ .

Ut constet aquæ altitudo, supplendus est exeuntis locus cylindro aqueo  $ggGG$ , descendente cum ea velocitate uniformi, quæ acquiritur cado ab  $A$  ad  $D$ , quemadmodum docet vir incomparabilis propositione prædicta.

Motui hujus cylindri æquatur, per theorema superius, motus cataractæ  $SSGG$ . Ergo motus aquæ descendens, cum sit compositus ex motu cylindri aquei  $ggGG$ , & motu cataractæ  $GGCC$ , æqualis est motui cataractæ integræ  $SGCCGS$ , *b. e.* per theorema primum, motui cylindri aquei sub foramine & altitudine  $AB$ , cujus velocitas æqualis sit velocitati aquæ per foramen decurrentis. *Q. E. D.*

Pars secunda sequitur ex priore.

*Coroll. 1.* Oriuntur hinc omnia propositionis præcedentis corollaria, substituendo altitudinem  $AB$ , pro aquæ altitudine.

2. Si vas alia figura fuerit, atque cylindrica; aut foraminis figura pro circulari fuerit quadrata, triangularis, vel qualiscunque; aut ipsum foramen non sit in medio fundo situm, vel etiam in latere



vasis factum; idem erit motus cataractæ, scilicet æqualis motui prismatis aquei sub foramine & altitudine  $AB$ , cujus velocitas par sit velocitati aquæ effluentis. Nam eadem aquæ moles, cum eadem velocitate atque in priori hypothefi, tum per ipsum foramen, tum per singulas cataractæ sectiones tranfubit.

3. Si vasis diameter per magnam rationem obtineat ad diametrum foraminis, negligi poterit altitudo  $AD$ , & vasis ipsius altitudo pro altitudine cylindri, vel prismatis aquei, usurpari.

Haftenus casum illum particularem, quo aqua, gravitatis vi, ex vase defluit, seorsim consideravimus. Id eo fecimus lubentius, tum quod illum fere solum adhibere soleant mathematici, quoties agitur de fluidorum impetu, tum quod curvæ hyperbolicæ supra expositam proprietatem, qua cataractam aquæ descendens formare potest, non indignam censeamus contemplatione geometrarum. Alioqui potuisset iste casus nullo negotio deduci ex theoremate generali, quod proximo loco proponemus.

#### T H E O R E M A III.

*Tab. III. Fig. 3.* Aqua fluente per canalem plenum quemcunque  $ABCD$  secundum lineam  $EF$ , cui sit perpendiculare utrumque canalis orificium  $AB$  &  $CD$ , motus aquæ versus orificium  $CD$ , sive motus impediti, quod in ipso orificio oppositum sistat motum totius aquæ, æqualis est motui prismatis aquei sub qualibet sectione canalis  $CH$  & linea directionis, sive longitudine canalis  $EF$ , quod prisma moveatur eadem cum velocitate, qua aqua fluit per istam sectionem: sive æqualis motui molis aquæ, quæ dato quovis tempore effluit ex canali, cujusque ea sit velocitas, qua percurratur eodem dato tempore spatium æquale longitudini canalis.

*Cas. 1.*



*Cas. 1.* Sit linea directionis recta quævis E F. Facile demonstratur pars prima eodem modo, quo theorema primum. Est enim factum ex quavis sectione canalibus CH, & aquæ velocitate in ea sectione, quantitas constans.

Pars secunda sequitur ex prima.

*Cas. 2. Tab. III. Fig. 4.* Si linea directionis ABCDE, ex pluribus rectis AB, BC, CD, DE, ad sese invicem inclinatis sit composita, idem erit aquæ motus. Nam motus aquæ in toto canali composito ABCDE, conficitur ex motibus aquæ in partibus canalibus AB, BC, CD, DE, additis sibi invicem. Statuimus autem aquam fluentem secundum rectam AB, mutata ista directione in aliam, qua feratur secundum rectam BC, nihil ex motu deperdere. Leges enim illas, quæ in motu corporum solidorum observantur, quoties eorundem directio mutatur, fluida non sequuntur. Alioqui fluidum, mutata directione in aliam priori perpendicularem, penitus sifteretur, quod experimentis nequam deprehenditur. Aqua porro ex vasis foramine exiliens, sive deorsum, sive secundum horizontis planum, sive recta fursum feratur, eandem obtinet velocitatem. Quod si aliquando vel ratiocinio subtiliori, vel experimentis innotescet, aliquam motus imminutionem ex mutata directione proficisci, erit ejusdem ratio habenda.

Si curva fuerit linea directionis AB, referetur ad hunc casum, quippe quæ ex pluribus rectulis confecta concipi queat. *Tab. III. Fig. 5.*

*Cas. 3. Tab. III. Fig. 6.* Si divisus fuerit canalis AB in plures ramos BC, BD, BE, longitudine æquales, eadem ratione invenietur aquæ motus,



tus, usurpando pro linea directionis longitudinem ABD, compositam ex longitudine canalis principis AB, & longitudine cujusvis rami BD. Perinde autem est, sive aqua à canali principe versus ramos, sive à ramis fluxerit versus principem canalem. Quod si rami fuerint inæquales, inveniendus est motus aquæ in singulis ramis, adhibendo pro linea directionis longitudinem confectam ex longitudine cujusque rami, & longitudine principis canalis.

Nulla negotio deducitur ex casu secundo.

*Cas. 4. Tab. III. Fig. 7.* Si rami æquales, in quos distributus est canalus AB, iterum in canalem unicum FG colligantur, ad motum aquæ inveniendum adhibenda est pro linea directionis longitudo integra ABDFG, confecta ex longitudine principis canalus AB, rami cujusvis BDF, & canalus recompositi FG. Si rami sint inæquales, inveniendus est in singulis aquæ motus, & eorum motuum summa motui aquæ in canali recomposito addendus. Sequitur ex casu 2 & 3.

*Coroll. 1.* Data longitudine canalus, & qualibet sectione ejusdem, erit motus aquæ in ratione velocitatis, qua aqua fluit per istam sectionem.

2. Data quavis sectione, & velocitate aquæ sectionem istam præterfluentis, erit motus aquæ ut longitudo canalus.

3. Data canalus longitudine, & velocitate aquæ in quavis sectione, erit aquæ motus in ratione illius sectionis.

4. Dato motu aquæ, & aliqua sectione, erit longitudo canalus in ratione inversa velocitatis.

5. Dato aquæ motu, & longitudine canalus, erit sectio quævis reciprocè ut velocitas.

6. Data



6. Data velocitate in qualibet sectione, & motu aquæ, erit ista sectio in ratione reciproca longitudinis.

7. Data longitudine canalıs, & mole aquæ certo quovis tempore effluentis, erit aquæ motus reciprocè ut istud tempus.

8. Data canalıs longitudine, & tempore, erit aquæ motus ut moles effluens.

9. Dato tempore, & mole aquæ effluentis, erit aquæ motus ut longitudo canalıs.

10. Dato motu aquæ, & longitudine canalıs, moles effluens est in ratione temporis.

11. Dato aquæ motu, & mole effluente, erit tempus ut longitudo canalıs.

12. Dato tempore, & motu aquæ, erit moles effluens reciproce ut longitudo canalıs.

13. Si binæ moles aquæ motu contrario in directum occurrant, & pares sint utrinque tum superficies quibus in se invicem impingant, tum velocitates quibus istæ superficies in adversum moveantur, fuerit autem altera moles aquæ guttulæ uni æqualis, altera aqua omnis oceano contenta, vel etiam quantitas aquæ infinita; fieri potest ut una ista guttula aquam omnem oceani, vel quantitatem aquæ infinitam, non solum sustineat, sed post occursum, eadem ac prius velocitate, ipsa in plagam eandem moveri pergat, eadem illam in partes contrarias repellat. Quod est mirabile paradoxon in re hydraulica.

14. Si certa moles aquæ, per canalem ex tubis duobus cylindricis, diametro inæqualibus, compositum, à tubo ampliore versus angustiozem fluat, & motus aquæ neque minuatur inter fluendum neque augeatur, simul ac prima pars aquæ tubi minoris initium ingressa fuerit, statim tardius fluere incipiet, & continuato effluxu ex tubo latiore in angustiozem, gradatim magis retardabitur aqua  
in



in tubo angustiore, usque dum tota in eum tubum pervenerit. Contrario modo res eveniet, fluente aqua à tubo minore versus ampliolem. Quod est alterum paradoxon in re hydraulica. Ponitur autem in utroq; aqua ubique sibi cohærere.

Oriuntur bina ista corollaria ex casu 1.

15. Ex casu secundo datur methodus æstimandi motum sanguinis in qualibet arteria.

16. Datis quibuscunque arteriis binis, æqualem sanguinis molem transmittentibus, major est impetus sanguinis in arteria à corde remotiore quam in propiore. Quod est paradoxon notatu dignum in oeconomia animali.

17. Ex casu tertio oritur alterum paradoxon in oeconomia animali, nempe majorem esse sanguinis motum sive impetum, in arteriis omnibus capillaribus simul sumptis, quam in ipsa aorta. Item, major est in capillaribus venis, quam arteriis.

18. Ex casu quarto deducitur methodus definiendi motum sanguinis in quavis vena.

19. Ex eodem deducitur tertium in oeconomia animali paradoxon, nempe majorem esse sanguinis impetum in vena quavis, quam in arteria ei venæ respondente, & proinde majorem esse in vena cava, quam in aorta.

### P R O B L E M A I.

Invenire motum aeris ex pulmone effluentis.

Sit  $l$  = Longitudo totius ductus aerei, ab ore & naribus ad extremos ramos tracheæ.

$q$  = Quantitas aeris mediocri expiratione ex pulmone emissa.

$\mathcal{Q}$  = Aeris copia validissima expiratione expulsi.

$t$  = Tempus mediocris expirationis.

$\mathcal{T}$  = Tempus expirationis fortissimæ.

Inde,



Inde, per theorema 3, *Caf. 3*, motus aeris ex pulmone effluentis, in expiratione mediocri =  $\frac{q l}{t}$ .

fortissima =  $\frac{2 l}{T}$ .

Hoc est, motus aeris ex pulmone exeuntis æqualis est motui molis aeris, quæ unica expiratione emittitur, cujus ea sit velocitas, qua percurratur tempore expirationis longitudo totius canalisi aerei. *Q. E. I.*

Aeris quantitatem expiratione mediocri emissam vir clarissimus, *Alphonsus Borellus*, facto experimento 18 circiter, vel 20 digitis cubicis definit. Est autem diversa, non solum in diversis hominibus, sed etiam temporibus diversis, in homine eodem. Ipse experimentum in hunc modum instituit.

Vesicæ madefactæ à parte inferiore pondus appendebam, & aptato eidem superius tubo vitreo diametro circiter digitali, naribus obturatis, aerem vesicæ leniter inspirabam, per spatium trium minutorum secundorum, pondere interim in mensa quiescente. Postea vesicam cum aere incluso & pondere appenso, sub aquam in vase cylindrico contentam, demergebam, notata diligenter altitudine, ad quam aqua attollebatur. Deinde, aere ex vesica expresso, iterum eandem cum pondere in aquam immittebam. Quod cum esset factum, facile inveniebatur aquæ moles, quæ vasi infusa altitudinem prius notatam conficeret. Experimento decies repetito, & additis sibi invicem quantitibus singulis inventis, earum decima, sive media moles aquæ vasi infusa, reperiebatur 35 digitis cubicis æqualis. Quæ moles est aeris vesica contenti; & adjecta circiter parte duodecima, seu 3 digitis cubicis, ob aeris condensationem à frigore aquæ factam, cum tempestas fuerit hyemalis,



malis, efficiuntur 38 digiti cubici. Præterea addendum est tantillum, tum propter aquæ pressionem in vesicam, tum ob vaporem, qui cum halitu emittitur, in humorem coactum; quod fiat necesse est ex frigore aquæ, & vesicæ madidæ contactu. Æstimavi igitur aeris copiam, leni expiratione emissam tempore trium minorum secundorum, numero rotundo 40 digitorum cubicorum.

In expiratione validissima exspirabam digitos cubicos 125, tempore minuti secundi unius.

Hujusmodi autem expiratione, cum vehementi pulmonis contentione ad strangulatum fere continuata, 220 digitos cubicos ex pectore emittebam. Unde patet, ut id obiter moneam, multo plus aeris in pectore superesse, quam unica expiratione mediocri emitti.

Si ergo ponatur  $l = 2$  pedes

$q = 40$  digiti cubici

$Q = 125$  digiti cubici

$t = 3''$

$T = 1''$

Aeris gravitas specifica ad gravitatem aquæ, ut 1 ad 1000.

Pes aquæ cubicus = 1000 unc. *Avoirdupois*.

Erit motus mediocris aeris pulmone exeuntis æqualis motui ponderis sesquidrachmæ circiter, quod percurrat digitum unum minuto secundo; vel motui ponderis grani  $1 \frac{1}{3}$ , quod eodem tempore conficiat longitudinem 5 pedum & 6 digitorum. Quæ est fere velocitas aeris per laryngem effluentis, posita laryngis sectione =  $\frac{1}{5}$  digiti quadrati.

Motus maximus aeris pectore expulsi æquatur motui ponderis unciaë  $1 \frac{3}{4}$  circiter, percurrentis



digitum unum minuto secundo; five motui ponderis grani  $1 \frac{1}{3}$  percurrentis eodem tempore 52 pedes. Quæ est velocitas aeris in fortissima expiratione per laryngem erumpentis.

*Coroll.* 1. Data aeris copia & longitudine canalisi aerei, motus aeris est in ratione inversa temporis expirandi.

2. Data mole aeris & tempore, erit motus in ratione directa longitudinis.

3. Data longitudine & tempore, motus est ut aeris copia.

4. Dato motu & aeris copia, erit longitudo in ratione directa temporis.

5. Dato motu & longitudine, erit aeris moles directe ut tempus.

6. Dato motu & tempore, erit aeris moles reciproce ut longitudo canalisi aerei.

7. Motus aeris est in ratione composita ex ratione quadruplicata diametri cuiusvis homologæ ipsius animalis, & ratione inversa temporis expirandi; vel in ratione composita ex ratione ponderis totius animalis, ratione ejusdem ponderis subtriplicata, & ratione temporis reciproca.

Nam pondus animalis, diametri cuiusvis homologæ cubus, & moles aeris expulsi, sunt in eadem ratione. Ponitur autem corpora animalium machinas esse similiter factas.

*Scholium.* Longitudinem hic usurpatam, vel ipsam esse concipies canalisi aerei longitudinem, si rami omnes tracheæ longitudine æquales ponantur; vel mediam inter longitudes diversas, si rami sint inæquales.



## P R O B L E M A II.

Determinare impetum, sive impressionem, quam excipit interna pulmonum superficies ab aere exspirando.

Cum actioni æqualis & contraria sit reactio; necesse est, ut, quanto motu urgetur ab interna pulmonum superficie aer exspirandus, tanto vicissim ab aere repellatur superficies pulmonum.

Unde, per problema superius, impetus dictus in exspiratione mediocri =  $\frac{q l}{t}$

$$\text{fortissima} = \frac{2 l}{T}. \quad Q E I.$$

Hinc, positis iisdem, quæ in superiore ponuntur, impetus mediocri aeris in pulmones æqualis est motui ponderis drachmæ circiter  $1 \frac{1}{2}$ , quod minuti secundi spatio percurrat digitum unum; vel motui ponderis 19 librarum, conficientis eodem tempore  $\frac{1}{1630}$  digiti, quæ est velocitas aeris in contactu superficiei pulmonis internæ. Ponimus autem cum viro doctissimo *Jacobo Keillio* superficiem pulmonis internam 21900 circiter digitis quadratis æqualem.

Impetus vero maximus aeris in pulmones æquatur motui ponderis unciaë circiter  $1 \frac{3}{4}$  percurrentis digitum unum minuto secundo; vel motui ponderis 19 librarum, quod partem  $\frac{1}{175}$  digiti conficiat eodem tempore. Quæ est aeris velocitas ad superficiem pulmonis in exspiratione vehementi.

*Coroll. 1.* Sequuntur ex hac propositione corollaria præcedenti subjuncta.

2. Impetus



2. Impetus mediocris incumbens in partem superficiem pulmonis, quæ sit ipsi laryngis sectioni æqualis, est motus ponderis  $\frac{1}{1230}$  grani, conficientis digiti spatium minuto secundo; vel motus grani  $1 \frac{1}{3}$  quod eodem tempore percurrat digiti partem  $\frac{1}{1630}$ . Impetus autem maximus in partem superficiem est motus ponderis  $\frac{1}{130}$  partis grani quod digitum unum; vel motus ponderis grani  $1 \frac{1}{3}$  quod  $\frac{1}{175}$  digiti singulis minutis secundis conficiat.

3. Impetus aeris in mediocri expiratione in pulmones impressus, æquatur motui columnæ aqueæ percurrentis digitum unum minuto secundo, cujus columnæ basis est ipsa pulmonum superficies interna, altitudo autem est fere  $\frac{1}{70000}$  digiti. Estque columnæ altitudo pars  $\frac{1}{7000}$  digiti, in expiratione omnium vehementissima.

4. Impetus incumbens in superficiem partem circulo maximo globuli sanguinei, in leni expiratione, est pars circiter  $\frac{1}{23}$  ponderis globuli sanguinei; in expiratione vehemente  $\frac{2}{5}$  ejusdem ponderis, percurrentis digitum unum minuto secundo. Qua autem ratione diametros globulorum sanguinis dimensus sim, cum usui esse queat ad aliorum objectorum minimorum magnitudines definiendas, libet obiter exponere. Filum argenteum, cylindricum, subtilissimum, cylindro tenui pluries circumvolvi, ut omnes convolutiones sese invicem accurate contingerent: quod ad motum  
subinde



subinde microscopium luculenter ostendebat. Deinde cum intercapedinem inter extremas utrinque circumvolutiones circino cepissem, eandem scalæ, quam vocant, diagonali applicabam, spatiumque in scala repertum per convolutionum numerum dividebam. Unde inventa est unius convolutionis latitudo, sive ipsa fili diameter, conficere partem digiti  $\frac{1}{485}$ . Postea fili ejusdem segmenta aliquot minutula plano microscopii, cui sanguinis parum ita erat illitum ut globuli conspicerentur distincti, superinspergebam. Ea cum microscopio contuerer, reperiēbam aliquibus in locis segmenta fili ita commode disposita, ut numerare liceret, quot globuli diametro segmenti opponerentur. Observatione autem ista sæpius iterata, videbatur mihi quatuor globulos sanguineos juxta positos latitudinem conficere paulo minorem diametro fili. Unde æstimari poterit globuli sanguinei diameter digiti parte circiter bis millesima.

5. Impetus, quem patitur interna pulmonum superficies ab aere exspirando, minor est motu lenissimi roris è cœlo decidentis.

*Scholium.* Neglecta est in solutione problematum duorum præcedentium impedimenti consideratio, quod aeri ex pulmone egredienti objicitur ex affrictu laterum arteriæ tracheæ, ejusque ramorum; cum id perparvum sit, neque ullo experimento satis accurate æstimari posse videatur. Nec fuimus admodum solliciti de rationibus numerorum exquisitè servandis, cum id unum nobis propositum fuerit, ut methodum exponeremus æstimandi, aliquanto certius quam videtur antehac factum, vires eas, quibus agit aer inter exspirandum in vasa sanguinea superficiem pulmonis internam perreptantia. Unde dignosci potest, utrum



utrum pares sint hæ vires effectis istis producendis, quæ iisdem à doctissimis quibusdam scriptoribus medicis tribuuntur. Quod liberum esto lectoris scientia mechanica & anatomica instructi iudicium.

### P R O B L E M A III.

Definire impetum sanguinis in vena cava prope dextram auriculam cordis; sive motum sanguinis per omnes arterias & venas fluentis, præter pulmonares.

Sit  $q$  = Quantitas sanguinis una cordis systole in aertam projecti.

$l$  = Longitudo media ductus integri arterio-venosi, ratione habita ramorum longiorum & breviorum.

$t$  = Temporis spatium inter binos pulsus interceptum.

Inde, per theorema 3. Cas. 4. impetus quæsitus  
 $= \frac{q l}{t}$

Hoc est, impetus sanguinis in vena cava æquatur motui molis sanguinæ, quæ una systole in aortam projicitur, cujus ea sit velocitas, qua percurri queat integra arteriarum & venarum longitudo, temporis spatio inter binos pulsus intercepto. Q. E. I.

Si in corpore humano ponantur

$q$  = 2 uncia *Avoirdupois*.

$l$  = 6 pedes

$t$  =  $\frac{3''}{4}$ .

Erit impetus sanguinis in vena cava æqualis motui ponderis 12 librarum, quod digiti unius longitudinem conficiat singulis minutis secundis; seu motui ponderis 2 librarum, quod pari tempore



ris spatio percurrat pedem dimidium. Quæ est fere sanguinis velocitas in cava fluentis. Ponimus autem, ex dimensione viri doctissimi supra dicti, cavæ sectionem dodrantem esse digiti quadrati.

*Coroll.* Oriuntur ex hoc problemate, mutatis mutandis, omnia corollaria primi problematis.

#### P R O B L E M A IV.

Determinare motum absolutum sanguinis in vena cava; sive motum sanguinis, per omnes arterias & venas fluentis, præter pulmonares, sublata vasorum resistantia.

Sit velocitas sanguinis naturalis, ad eam velocitatem qua sanguis flueret, dempta omni resistantia, ut 1 ad  $x$ . Cumque per *Coroll.* superioris problematis, & *Coroll.* I. *Probl.* I. motus sanguinis sit in ratione velocitatis, erit inde motus quæsitus

$$= \frac{xql}{t}. \quad \text{Q. E. I.}$$

Quod si proportio per experimentum à viro clarissimo supra laudato institutum inventa, ut veræ propinqua, admittatur, erit  $x = 2.5$ .

Unde, positis iisdem, quæ in superiore ponuntur, motus absolutus sanguinis in vena cava æquatur motui ponderis 30 librarum, quod minuto secundo longitudinem digitalem percurrat; sive motui ponderis 2 librarum percurrentis eodem tempore pedem  $1 \frac{1}{4}$ . Qua fere velocitate sanguis omni resistantia liber per cavam deferretur.

#### P R O B L E M A V.

Motum sanguinis invenire in vena pulmonari prope sinistram cordis auriculam; sive motum totius sanguinis per pulmonem fluentis.

Præter



Præter notulas in *Probl.* 3. usurpatas, fit  $\lambda =$   
canalis arterio-venosi pulmonici media longitudo.

Unde, per *Theor.* 3. *Cas.* 4. invenitur motus  
quæsitus  $= \frac{q \lambda}{t}$ .

Hoc est, motus sanguinis per pulmonem flu-  
entis æqualis est motui molis sanguineæ, quæ  
una systole in arteriam pulmonarem projicitur, ob-  
tinentis eam velocitatem, qua percurratur longi-  
tudo arteriarum ac venarum pulmonarium, tem-  
pore inter duos pulsus intercepto. *Q. E. I.*

Si ponatur in corpore humano  $\lambda = 1 \frac{1}{2}$  pes.

Erit motus sanguinis in pulmone æqualis mo-  
tui ponderis 3 librarum, percurrentis digitale spa-  
tium minuto secundo.

## P R O B L E M A VI.

Definire momentum sanguinis absolutum in  
vena pulmonari.

Eodem argumento, quod in *Probl.* 4. usurpa-  
tum est, invenitur motus quæsitus  $= 2.5 \times \frac{q \lambda}{t}$ .

*Q. E. I.*

Positis vero iisdem quæ supra ponuntur, motus  
absolutus sanguinis pulmonem præterfluentis æ-  
quatur motui ponderis  $7 \frac{1}{2}$  librarum, quod singu-  
lis minutis secundis digiti unius spatium percur-  
rat.

*Scholium.* Experimento *Keilliano* definita est  
proportio, quam obtinet sanguinis per aortam  
ejusque ramos fluentis velocitas naturalis, ad eam  
velocitatem qua sanguis per eosdem flueret, sub-  
lata resistantia arteriarum & sanguinis præceden-  
tis. Eam nos proportionem ad sanguinem per ar-  
teriam



teriam pulmonalem fluentem transtulimus. Quia vel sublata, vel imminuta secundum quamvis rationem, resistentia, quæ sanguini per utramque arteriam fluenti objicitur, necessario sanguis pariter acceleratur in utraque arteria. Id enim nisi fiat, bini cordis ventriculi aut eodem tempore non contrahentur, aut eandem sanguinis quantitatem non ejicient. Quorum utrumvis, absque summa totius machinæ perturbatione & discrimine, fieri omnino non potest.

*Coroll.* Ad tria problemata præcedentia.

Sequuntur hinc corollaria problemati quinto subjuncta, mutatis mutandis.

*Scholium* ad quatuor problemata superiora.

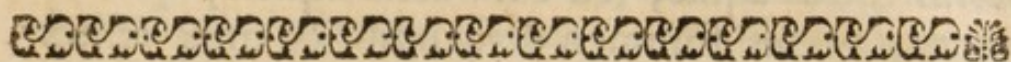
Notandum sanguinis velocitatem, tum per pulmonem, tum per reliquum corpus fluentis, cum re ipsa æquabilis non sit, hic tamen talem fingi, ut motus sanguinis medius inveniatur.

*Scholium generale.*

Si cui numeri minus accurati videantur, qui sparsim characteribus speciosis apponuntur, poterit ille facili opera, inventis per experimenta numeris qui propius ad verum accedant, motuum exempla supra posita, vel propositionum ipsarum vel corollariorum ope, corrigere. Ignoscat autem nobis lector ingenuus, si per viam incedentibus nullis præcedentium vestigiis tritam, adeoque erroribus in omnes partes opportunam, humani aliquid forte acciderit.

*Damus hanc veniam, petimusque vicissim.*





## DISSERTATIO V.

*Defensio dissertationis præcedentis, contra animadversiones viri cl. Petri Antonii Michelotti. Edita anno 1722. in Trans. Philos. N° 373.*

**I**N pervolvendo opere pererudito viri clarissimi, *Petri Antonii Michelotti*, de separatione fluidorum in corpore animali, quod *Venetiis* nuper ad nos delatum est, pluribus in locis dissertationem meam de motu aquarum fluentium, in *Actis Philosoph.* N° 355. ante aliquot annos editam, non leviter notatam deprehendi. Cum autem alia ex iis, quæ reprehendit vir doctissimus, ex minus perspecto dissertationis meæ instituto profecta videantur; alia vero ita demonstrari possint, ut ipsum virum cl. ea mihi non difficulter concessurum putem: operæ pretium erit, si primo in loco dissertationis meæ propositum & consilium paulo luculentius exponam; quod cum fecero, ad reliqua deinceps breviter expendenda progrediar.

Principio igitur explicandum est, quid in dissertatione ista intelligendum velim, per *motum aquæ ex imi vasis foramine defluentis*. Est enim alius *motus*, sive *quantitas motus*, aquæ, quæ ex vase per foramen delabitur: qui *motus* est in ratione compositâ, ex ratione quantitatis aquæ dato quovis tempore effluentis ex foramine, & ratione velocitatis, quacum effluit. Alius vero est



*motus* totius aquæ, seu cataractæ aqueæ, quæ intra vas versus foramen descendit, & mox effluxura est. Hic est in ratione summæ omnium factorum, ex singulis aquæ particulis, cataractam constituentibus, ductis in velocitates earundem respectivas. Quorum motuum cum alterum sæpe pro altero accipi viderem, animus mihi erat posteriorem illum in prædicta dissertatione illustrare, ad calculum revocare, & liquoribus in animalium corpore fluentibus applicare.

Hic ergo cum semper mihi intelligeretur per *motum aquæ defluentis*, sive per *motum aquarum fluentium*, quod ex omnibus meis propositionibus luculenter apparet, jure meo dicere poteram *motum hunc a nemine adhuc, quod scirem, fuisse determinatum*: quippe quem nemo mathematicorum, quos quidem ego viderim, nec etiam verbo tenuis attigerit. Quod cum ita sit, miror profecto non animadvertisse neque acutissimum *Michelottum*, nec etiam subtilissimi & perspicacissimi ingenii virum, *Johannem Bernoullium*, me in illius dissertationis PROŒMIO, quod toties citat & tantopere reprehendit *Cl. Michelottus*, ne verbum quidem scripsisse de velocitate, quâcum aqua effluit ex foramine, multo minus de Bernoulliana determinatione illius velocitatis. Hoc si perspexisset vir *cl.* noluiſſet sane, pro sua humanitate, tam inclementer & inique mecum agere, ut me *Bernoullianam demonstrationem extenuare verbis conari* \* diceret, & *meram esse cavillationem id, quod Bernoullio objiciam*. Quod vero subjicit, verba ista mea, " fieri omnino non posse, ut motus aliquis cum " pondere quiescente conferatur," *ne umbram quidem habere rationis contra Bernoullianam demonstrationem pugnantis*, libens agnosco, quippe qui, cum ista scriberem, tantum de *cl. Bernoullio*,

\* Pag. 131, 132.



quantum de Sinensium Imperatore cogitabam. Aio autem lectorem quemvis non iniquum, neque præjudiciis occupatum, ne *umbram quidem* verifimilitudinis reperturum, quod ista verba ad Bernoullianam demonstrationem quicquam pertineant: quibus scilicet de re longe diversa agatur, nempe de quantitate motus totius aquæ versus foramen contendentis. Quoniam vero ita penitus infedit animo viri doctissimi illa demonstratio, eandem, in illius gratiam, ubi prius meipsum ab reliquis ejus animadversionibus vindicavero, ad examen revocare decrevi.

Ad *motum* prædictum definiendum non alio nobis opus erat, quam theoremate nostro generali, quod tertio loco posuimus: sed cum curvæ hyperbolicæ Newtonianæ proprietatem, qua cataractam aquæ descendens format, non indignam censeremus contemplatione geometrarum, voluimus obiter quædam de cataracta illa præmittere. Hanc autem ex viri incomparabilis *Prop. 36. Lib. 2. Princip.* desumptam proponebam, non ut *ex tripode editam*, sed evidentia mathematica, omnibus oraculis certiore, munitam.

Quod enim cataracta talis formari debeat ex  
 AQUA LIBERE DESCENDENTE, ET ACCELERATA  
 in modum corporum omnium gravium, quam  
 nulla alia aqua circumcingatur, aperta res est; ut  
 patet NEWTONI PROPOSITIONEM ATTENTE  
 PERLEGENTI. Si etiam cataracta glacie concava,  
 figuræ cataractæ aqueæ adamussim congruente,  
 & propter summam polituram nullam resistantiam  
 adferente, ambiatur; ea glaciem ne minima quidem  
 vi premet, sed tanget solum liberrime cadendo;  
 unde nihil mutabitur non modo in figura, sed  
 nec etiam in velocitate cataractæ descendens.  
 At si circumposita glacies in aquam resolvatur,  
 neutiquam jam opus est tanto *machinarum & ari-*



*etum validissimorum* apparatu, quos magno molimine \* adduxerunt tum ipse vir cl. tum etiam geometra eximius, *Johannes Bernoullius*, ad fragilem nostram cataractam confringendam & comminuendam; quippe quam ipse prius *Newtonus* hisce verbis, † *Liquefcat jam glacies in vase, &c.* dissolverit penitus ac dissipaverit. Nullo igitur aut *Genio* nobis opus est, aut *Erythraei maris miraculo*, ad cataractam istam sive indicandam, sive conservandam, quippe qui non adeo usque stolidi aut infulsi simus, ut conservatum iri eam speremus ab omni aquæ circumpositæ communiōne puram & illibatam. Ignoscat autem nobis, pro æquitate sua, cl. *Michelottus*, quod, quæ providentissimus *Newtonus* de glacie ambiente, & eadem postea in aquam resoluta fusius tradiderit, ea nosmet lectorem ex ipso potius cl. auctore petere voluerimus, quam ingrata & minime nobis necessaria repetitione detineri.

Non diffitemur sane paulum discriminis, ut id obiter notemus, inter casum a *Newtono* positum, & nostrum, interesse. Quem enim fingit ille cylindrum glaciei, velocitate data uniformi descendentem, ac liquefcentem & in aquam conversum, quam primum superficiem attingit aquæ vase contentæ, in eum scilicet finem, ut vas semper æque plenum conservetur; hunc nos omisimus, & ejus loco superficiem aquæ infinitam posuimus, ut ea ratione integrum solidum, sive cataractam hyperbolicam repræsentaremus. At hæc positio nihil mutat neque in velocitate, nec in motu aquæ decurrentis.

Quod autem \* ait vir cl. *me sumere, quod est in contentione*, & paulo infra, *cessare igitur questionem, & totam demonstrationem abire in hypotesin*, non mehercule intelligo, quid sibi velit. Mihi

\* Pag. 128, 129, 130. † Princip. Pag. 304. \* Pag. 127. enim,



enim, in loco citato, nulla movebatur quæstio de velocitate aquæ effluentis, nec demonstrationem ullam de ea velocitate adferebam; sed id unum agebatur, ut ex posita illa velocitate æquationem curvæ hyperbolicæ Newtonianæ deducerem. Velocitatem nempe aquæ effluentis jam antea determinaveram, vel etiam, si placet, sumpseram, positis scilicet iis, quæ a *Newtono* posita fuerant, AQUAM NEMPE GRAVITATIS VI LIBERE CADERE, ET INTER CADENDUM ACCELERARI. Hoc autem quî fieri posset, prius tradiderat *Newtonus*, ponendo aquam per glaciem politissimam ambientem, vel etiam per eandem in aquam solutam, sed quietem adhuc servantem, tanquam per infundibulum, sine ulla resistantia transire; quod in eum finem ponebatur, ut simplicior & magis mathematica redderetur problematis solutio.

Libet hic loci, propter argumenti affinitatem, erroris meminisse, cujus *Newtonum*, *Hugenium*, *Keillium* temere nimis, uti nobis videtur, ex Bernoullianæ demonstrationis fiducia † incusat cl. *Michelottus*; quod scilicet vim, qua totus aquæ exilientis *motus* generari potest, æqualem statuerint ponderi cylindricæ columnæ aquæ, cujus basis est foramen, cujusque altitudo dupla est altitudinis aquæ vase contentæ. Hoc paucis admodum verbis, nec tamen idcirco minus perspicue, demonstravit *Newtonus* in corollario secundo propositionis supradictæ. Potuisset alia quoque deduci demonstratio ex contemplatione cataractæ integræ hyperbolicæ, quæ huic cylindro æqualis est, cujusque pondus totum in aquæ descensum impenditur: sed hac minime opus est, cum idem ex ipsa propositione Bernoulliana, quam toties laudat, ac tam vehementer defendit cl. *Michelottus*, apertissime sequatur. Id nullo negotio animadvertet vir

† Pag. 112, 113.



doctissimus, si seposita parumper columnæ foramini incumbentis consideratione, calculo instituto, ex mole aquæ dato quovis tempore ex foramine effluentis, & ex velocitate, quacum aquam effluere statuit cl. *Bernoullius*, EJUS AQUÆ MOTUM determinare voluerit, & deinde pondus invenire, quod eodem dato temporis spatio, libere cadendo gravitatis vi, EANDEM MOTUS QUANTITATEM generare possit. Hoc autem pondus REPERIET ponderi duplæ columnæ aquæ foramini insistentis æquale, prorsus uti definivit *Newtonus* in corollario prædicto. Idem vero pondus, alteri libræ radio appensum, ab impetu aquæ, cum primum ex foramine effluit, continuato rivo in alterum libræ æqualem radium impingentis, atque statim post impulsus delabentis, in quiete sustinebitur; quod posito calculo facile patebit.

Videor mihi non malam gratiam a doctissimo *Michelotto*, pro candore suo, initurus, si altero insuper \* præjudicio, quo & alios plures teneri video, ipsum liberavero. *Newtonus*, *Prop. 37. Lib. 2. Princip. primæ editionis*, aquam demonstravit ex foramine in fundo vasis ea cum velocitate erumpere, qua assurgere possit ad dimidiam altitudinem aquæ in vase existentis. Demonstrandi rationem refellit nemo: conclusionem plures redarguunt. Experientia, inquiunt, contradicit, qua deprehenditur aqua exiliens ad totam altitudinem assurgere: quin etiam *Newtonus* ipse in problematis ejusdem solutione, *Prop. 36. Lib. 2. editionis secundæ*, eam tribuit aquæ velocitatem, qua ad totam altitudinem profilire possit; adeoque ipse sibi contradicere videtur. Atqui si res ista accuratius & cum judicio perpendatur, reperietur primæ solutioni *Newtonianæ* & cum secunda, & cum experientia ipsa, optime convenire.

\* Pag. 113.



Nam in secunda solutione, aquæ venam exilientem, ad parvam a foramine distantiam, contractiorem diametro statuit vir perspicacissimus, quam in ipso foramine, in ratione 21 ad 25. Est itaque sectio venæ, in ea distantia, ad foramen ipsum, ut  $21 \times 21$ , ad  $25 \times 25$ , h. e. ut 1 ad  $\sqrt{2}$  proxime. Cumque eadem aquæ quantitas, sive per foraminis, sive per venæ contractæ, sectionem, dato tempore perfluat, & proinde velocitates aquæ in iis sectionibus sint in ratione ipsarum sectionum reciproca; erit velocitas in foramine ad velocitatem venæ contractæ, ut 1 ad  $\sqrt{2}$ : proinde, si ea sit velocitas venæ contractæ, qua aqua profiliat ad integram altitudinem aquæ in vase; non major erit aquæ velocitas in ipso foramine, quam qua ad dimidiam altitudinem deferatur. Consentunt itaque inter se hæc duæ solutiones: & experientia porro cum iisdem consentire deprehenditur. Nam si per alterutram earum solutionum, ex definita velocitate, qua aqua, sive per foramen, sive per venam contractam, transire statuitur, calculo instituto inveniatur quantitas aquæ effluxuræ; reperietur eadem cum quantitate aquæ, quæ per experimenta effluere deprehenditur, proxime convenire. Certe experimentum ab ipso illustrissimo *Newtono* sumptum, adhibito foramine, cujus diameter erat quinque octavarum digiti partium, huic calculo respondit; ut etiam alia plura experimenta minoribus diametris *Londini* facta, quibus ipse cum pluribus Regiæ Societatis sodalibus, ante aliquot annos operam dedi. Abludunt quidem aliquantum diligentissimi \* *Poleni* experimenta, sed tamen MINOREM aquæ quantitatem exhibent, quam secundum hunc calculum, NUNQUAM MAJOREM, forte quod angustiora fuerint vasa pro ratione amplitudinis foraminum.

\* Polen. de Castellis.



Supereſt adhuc nobis conſideranda † animadverſio una, five potius ſcrupulus viri cl. ex eo natus, quod in *Coroll. 17. Theorem. 3.* diſſertationis prædictæ, majorem ſtatuumus *motum*, five *impetum*, ſanguinis in arteriis omnibus capillaribus ſimul ſumptis, quam in ipſa aorta. Hoc ut explicet vir doctiſſimus, nescio quam hypotheſin nobis aſſingit, de majore ſanguinis denſitate in capillaribus arteriis, quam in aorta. Nos vero nullam ejuſmodi conditionem poſuimus, ſed corollarium deduximus ex theoremate præcedente, in quo agitur de *motu* aquæ per canalem plenum quemcunque fluentis: unde patet ſanguinem non aliter conſiderari in noſtris corollariis, quam quatenus fluidus eſt & aquam æmulatur. Sed patet inde provenire ſcrupulum viri cl. quod per ſanguinis *impetum* intelligat, *quantitatem motus ejus effectam ex multiplicatione velocitatis per maſſam dato tempore tranſluentem.* Atqui hic longe alius eſt ac noſter ſanguinis *motus*, five *impetus*, quippe qui in iſto theoremate *æqualis* ſtatuitur *motui molis aquæ, quæ dato quovis tempore effluit ex canali, cujuſque ea ſit velocitas, quâ percurratur eodem dato tempore ſpatium æquale longitudini canal.* Facile autem ex hoc theoremate fluit corollarium prædictum, quippe cum dato tempore tranſfluat eadem ſanguinis moles per aortam & per arterias capillares, major autem ſit canalis longitudo ex aorta & arteriis capillaribus compoſiti, quam aortæ ſolius. Hoc eo libentius notavi, quod videam non ſolum doctiſſimum *Michelottum*, ſed alios etiam ſcriptores mathematicos, pluribus in locis, ubi agitur de potentiis, quæ liquorem per canales eodem plenos aut in motum impellunt, aut effluentem fiſtunt, nihil aliud conſiderare præter molem & velocitatem fluidi effluentis; quum debuiffet etiam lon-



gitudinis ipsorum canalium ratio haberi. Nam CÆTERIS PARIBUS, EO DIFFICILIIUS vel expellitur fluidum ex pleno canali, vel in effluxu sistitur, quo canalus longior fuerit; quippe quum tota moles fluidi canale contenti in motum concitanda sit, priusquam ulla pars ejusdem effluere possit ex orificio; sicuti etiam tota eadem moles necessario sistenda est, si exitum parti jamjam effluxuræ prohibere volueris.

Accedo jam ad expendendam viri celeberrimi, *Johannis Bernoullii*, demonstrationem de velocitate aquæ ex foramine vasis pleni effluentis. In quem finem legi diligenter ac relegi, tum quæ protulit doctissimus *Michelottus* de \* principiis illius demonstrationis, tum ipsam demonstrationem a cl. *Hermanno* communicatam in *Actis Lipsiensibus*, anni 1716. Quæ quamvis nulla ex parte mihi satisfaciat, tamen cum imbecillitatis meæ conscius longe facilius accidere posse sentiam, ut ipse a vero aberrem, quam ut virum nobilissimis inventis clarum, & acerrimo, si quis alius, ingenio pollentem, erroris alicujus redarguam; cunctanter idcirco & dubitantius proponam, quid in illa demonstratione minus firmum mihi videatur.

“Fundamentam demonstrationis (*scribit vir cl.*)  
 “in hoc consistit, ut consideretur guttula liquo-  
 “ris infima, & foramini vasis immediate incum-  
 “bens, tanquam pressa, vel (ut ego voco) ani-  
 “mata a gravitate quadam acceleratrice, quæ se  
 “habet ad gravitatem naturalem ut altitudo  
 “aquæ vel liquoris totius foramini vasis incum-  
 “bentis ad altitudinem guttulæ, scilicet ut pon-  
 “dus absolutum columnæ aqueæ foramini insi-  
 “stentis ad pondus absolutum guttulæ; sic quip-  
 “pe nihil aliud restat, quam ut quæratum quan-  
 “tam velocitatem acquirere possit guttula anima-

\* Pag. 131.



“ ta ab ista gravitate majori, quando cadit per li-  
 “ neolam suæ altitudini æqualem, hoc est, post-  
 “ quam tota exierit per foramen; tam diu enim  
 “ premitur a tota columna aquea, adeoque ani-  
 “ matur a gravitate majore, quamdiu aliquid de  
 “ guttula (quam ut columellam solidam concipi-  
 “ pio) supra foramen existit.”

Posito hoc fundamento pergit vir cl. ad demonstrationem suam concinnandam: nobis vero suspecta est ipsius fundamenti firmitudo. Ut id quo jure fiat, videatur, ita, si placet, procedamus.

Quoniam NULLA ALIA RE utitur cl. *Bernoullius*, ad animandam, ut vocat, guttulam infimam gravitate prædicta acceleratrice, NISI SOLA PRES-  
 SIONE, sive pondere, COLUMNÆ AQUEÆ FORAMINI INSISTENTIS; congelari ponatur omnis aqua columnam illam ambiens, & columna aquea per politissimam glaciem sine omni resistantiâ labi concipiatur. His positis, quamdiu foramen clausum tenetur, urgebitur sane guttula foramini proxima toto pondere columnæ aqueæ incumbentis, prorsus uti statuit cl. *Bernoullius*.

Referetur jam foramen, & permittatur liber exitus aquæ effluxuræ. Quid deinde futurum censes? Num urgebitur, vel *animabitur guttula infima gravitate acceleratrice, quæ se habet ad gravitatem naturalem, ut altitudo aquæ totius foramini incumbentis, ad altitudinem guttulæ?* Minime vero; sed urgebitur sola gravitate sua acceleratrice naturali. Nam quam primum guttula infima moveri deorsum incipit, etiam velocitate, si placet, infinite parva, non amplius utique urgebitur a PONDERE COLUMNÆ aqueæ insistentis. Fieri enim non potest, ut COLUMNÆ aqueæ guttulam subjectam premat, nisi ab illa guttula impediatur in descensu. Non autem impeditur, quia non conatur velocius  
 cius



cius descendere, quam infima guttula gravitate sua deorsum fertur; sed COLUMNÆ & gutta pari passu descendunt, adeo ut gutta neque COLUMNAM desertura sit, nec ab EADEM ullam vim aut pressionem sit passura.

Cedit itaque, ni fallor, & fatiscit *Bernoullianæ* demonstrationis fundamentum: sed circumspicienti mihi, quidnam potissimum tanto viro occasionem dederit a vero aberrandi, id præcipue occurrit, quod scilicet minus animum intenderit vir acutissimus ad discrimen, quod est inter corpus pressum a pondere incumbente, quum pondus istud non nisi a naturali gravitatis vi acceleratrice urgetur, & corpus impulsum, sive *animatum* (quoniam isto verbo uti voluit vir cl.) a gravitatis vi acceleratrice præter naturam aucta. In casu posteriore descendet corpus majore velocitate, quam quæ ex gravitate naturali proficisci queat, prorsus ex sententia doctissimi *Bernoullii*: at in priore, ut corpus pressum, dum quiescit, urgeatur a pondere incumbente, tamen ubi primum descendere incipiet, eadem prorsus velocitate descendet, ac si prius nullo pondere incumbente pressum fuisset.

Nescio an operæ pretium sit, rem per se satis claram exemplo illustrare.

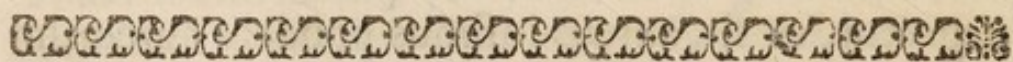
Quiescere ponatur in mensa columna solida ex centum aureis sibi invicem impositis confecta, & urgeatur, ut sit, aureus infimus pondere aureorum incumbentium. Si fiat jam foramen in mensa subter aureos, ut labi sinatur aureus infimus: quamprimum iste aureus descendere incipiet, liberabitur statim ab aureorum incumbentium pondere, & eadem velocitate descendet tum aureus infimus, tum reliqui omnes, ac si solus ille aureus in mensa constitutus fuisset.

Mitto dicere, quod, si quis ex velocitate, quæcum aqua secundum cl. *Bernoullii* placita ex foramine



mine egreditur, & ex determinata per eam velocitatem mole aquæ dato quovis tempore effluentis, MOTUM EJUSDEM, ut supra monui, definire voluerit, EUNDEM DUPLO MAJOREM REPERTURUS SIT, quam qui ex pondere columnæ aqueæ foramini insistentis, eodem tempore, gravitatis vi generari queat. Profecto videntur ista mihi tantam veri speciem præ se ferre, ut multum debiturus sim sive cl. *Michelotto*, sive ipsi demonstrationis auctori celeberrimo, si me aliquid rectius docere dignabitur.

Liceat interim ipsis, pace tantorum virorum, sequentia duo experimenta, ad controversiam istam certius dijudicandam, vel de novo instituenda, vel saltem diligenter expendenda commendare. Alterum *Newtonianum*, pag. 305. *Princip. secund. Ed.* descriptum; ut inveniatur, ex mole aquæ dato temporis spatio effluentis, velocitas, quacum transit per ipsum foramen: alterum cl. *Mariotti*, libro *du mouvement des eaux*, Part. 2. *Disc. 3. Regl. 1.* quod tubo cylindrico, utrinque aperto, parte inferiore sursum reflexo, & aqua pleno sumptum est; unde facile æstimari possit, utrum GUTTULÆ PRIMÆ aquæ effluentis ad tantam altitudinem profiliant, quantam requirit *Bernoulliana* demonstratio.



### *Additamentum.*

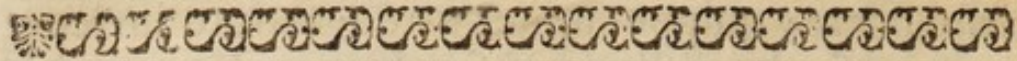
DEFENSIONI suprapositæ non ita diu post respondit cl. *Michelottus*, edita Venetiis epistola ad nobilissimum Antonium de Comitibus patritium Venetum, quacum una imprimendam curavit ipsam nostram defensionem. Id vero cum fecerit,



fecerit, nihil necesse nobis videbatur ei epistolæ respondere; quippe cum, ex utroq; scripto invicem collato, facile existimaturi sint harum rerum periti, quales multi per Europam reperiuntur utrumque nostrum longe superantes, utrum ullum argumentum defensionis nostræ labefactarit vir clarissimus.

His ergo rem libenter permitto, de aliis minime sollicitus. Demonstrationem vero Bernoullianam quod attinet, videtur nobis cl. *Michelottus*, eam specie defendere, re ipsa nobiscum repudiare, cum eidem novam substituatur. At novam illam, etsi priori non paulo vitiosiore, certum est nobis non attingere, ne a viro demonstrationum feraci tertia nobis demonstratio objiciatur. Unum itaq; superest, ut lectorem ingenuum moneamus, quo consilio subinde verba aliquot nostræ defensionis literis majusculis imprimenda curavimus. Nempe in epistola prædicta fatetur celeberrimus *Michelottus* sese dissertationis nostræ *primam secundamque tantummodo paginam perlegisse*, adeoq; ne institutum quidem, aut scopum istius dissertationis intellexisse, quam sibi reprehendendam proposuerit. Atqui nobis videtur vir cl. ne ipsam quidem defensionem nostram nisi perfunctorie admodum perlegisse; cum alioqui fieri omnino non potuerit, ut vir ingenuus & candidus, in sua responsione, ea ipsa verba, quibus continetur vis præcipua nostri argumenti, ubiq; fere dissimulaverit. Hæc itaq; cum literis capitalibus in cl. *Michelotti* gratiam jam insignita sint, videmur nobis nulla alia responsione indigere, cum speremus virum doctissimum omnibus suis objectionibus vel ex relecta nostra defensione, vel ex Newtoni propositione diligentius perpensa, nullo negotio satisfacturum.





## DISSERTATIO VI.

*De Potentia Cordis,*

*Edita anno 1718. in Transf. Philos.*  
N<sup>o</sup> 358, 359.

---

Viro Eruditissimo

RICHARDO MEAD, *M. D.*

*S. P. D.*

*Jacobus Furin.*

**D**isquisitionem istam, vir clarissime, utut rudem & imperfectam, acri tamen ac perspicaci tuo judicio multis nominibus non illibenter permitto. Quem enim mihi potero aut judicem æquiores præoptare, aut cognitorem deligere magis idoneum, quam cujus candorem animi singularem, morumque humanitatem, non minus atque mentis dotes, præcellentes illas, & optimo quoque literarum genere perpolitas, omnes suspicimus; cujusque tum acumine ingenii, tum judicii subtilitate, theoriam medicam videmus clarissima luce perfusam & illustratam, usum vero medendi confirmatum pariter tenemus & expeditum? Nec fane quisquam est mortalium, cujus calculo cogitata ista nostra comprobare magis studeamus,



deamus, aut cujus auctoritate, si tibi forte fortuna minus displicuerint, ea contra hominum quorundam perversorum iniquitatem tutiora sint futura. Ex quibus alii, præjudicio ducti, & fama magnorum nominum, quorum sententias in sequentibus passim redarguimus, nostra forsitan ne examine quidem, aut perlectu digna censuri sunt. Alii vero, ut sive labore discendi, sive imperitiæ pudore se expediant, omnia scilicet, quæcunque ipsi non intelligunt, videri volunt alto supercilio contemnere. Quibus uti non gravate concedimus doctos viros & olim exstitisse, & hodie reperiri non paucos, qui nulla instructi disciplina mathematica, medendi artem tamen feliciter & cum laude exerceant; ita vicissim ipsos fateri æquum est eam doctrinam in praxi expedienda non inutilem, ad naturam vero & causas morborum explorandas plane esse necessariam. Corpora enim animalium, quod tu profecto, si quis alius, minime ignoras, cum partim solidis canalibus, partim fluido consent per eosdem jugiter propulso, machinas esse patet, ac proinde opus esse, ad eorum fabricam, vires, actiones, & agendi impedimenta sive morbos rite perspicendos, rei mechanicæ peritiam.

De quibus tamen multa traduntur etiam à mathematicis scriptoribus adeo parum accurata, secumque invicem & cum ratione pugnantia, ut nobilissimæ disciplinæ non modo commendationem non addant & dignitatem, sed etiam contemptui & hominum indoctorum ludibriis eandem objiciant. Quis enim, non ipse doctrina mathematica imbutus, cum videat, exempli gratia, cordis humani vires jam ponderi 3000 librarum pares, jam 180000 pondo superantes, jam vero ad uncias 5 vel 8 deductas; aerem quoque ex pulmone inter exspirandum propulsum modo 100, modo 50000



librarum vi; quis inquam, qui istas conclusiones legerit, discrimine tam immani à se invicem remotas, & tamen omnes demonstrationibus suis munitas, si forte se à risu temperet, non tamen inutilem plane & ineptam pronuntiaverit ad explorandas corporis facultates scientiam mechanicam? Sed meminerint oportet æqui rerum iudices ne utiquam mirandum esse, si quandoque in difficili problemate vel summa ingenia allucinentur, neque errores, si qui forte inciderint, arti ipsi, sed artifici imputandos. Quod ut exemplo manifestius declaretur, libet celeberrimi problematis de cordis viribus indagandis solutionem novam proponere. Utque facilius mihi temeritatis opinionem detraham, qui ejusmodi inceptum post *Alphonsum Borellum* aggredi ausim, utque viam simul lectori expediam ad æquam certamque sententiam in tanta scriptorum dissensione ferendam, primo loco ostensurus sum, quæ in *Borelli* demonstratione reprehendi debeant; deinde virorum doctissimorum, *Morlandi* & *Keillii* solutiones, cum eadem philosophandi libertate ad examen revocabo.

Primum nobis, & quidem longe præcipuum videtur *Borellianæ* solutionis vitium, quod cordis potentiam per pondus iners & quiescens exposuerit. Cor enim cum & ipsum inter contrahendum movetur, & corpora opposita, sanguinem nempe & arteriarum tunicas, in motum impellit, patet ejus potentiam non alia ratione sciri posse quanta sit, quam ut motus hujus quantitatem cognitam teneamus. Motus autem quilibet cum pondere quiescente comparari non magis potest, quam linea cum rectangulo.

Secundum, quod in ipso experimento \* à circulatori Borelliano, instituto, ne utiquam constet

\* Vide Prop. 87. Part. I. de mot. animal.



pondus illud suspensum fuisse a sola musculorum vi contractrice; quum etiam vis illa, qua tum muscoli adhibiti, tum genæ quoque, & ipsa forsitan ligamenta divulsioni sui-ipsorum & fibrarum ruptioni obstiterint, quaque muscoli etiam ex cadavere exsecti pondera satis magna sustinent, venire in subsidium potuerit.

3. Quod vires musculorum pondere æqualium a *Borello* pares statuuntur: quod profecto dubium admodum videtur, præsertim ubi muscoli sunt figura dissimiles.

4. Quod integram cordis potentiam, quanta maxima exeri potest cum summa fibrarum contentione & molimine, ad singulas systoles adhiberi posuerit. Quum ipse circulator, si pondus suspensum vel continenter, vel alternis vicibus brevissima quiete interposita, sublevare contendere, non ita longo tempore plane succubiturus labori fuisset.

5. Quod sanguinis & arteriarum resistantiam sexagecuplam statuerit integræ potentiæ cordis, loco potentiæ ordinariæ, quæ ad systolem peragendam à corde impenditur, quæque forte totius potentiæ cordis minima pars est.

6. Quod in ea ratione sexagecupla definienda errorem insignem admiserit. Nam in *Prop. 60.* loco rationis, quam obtinet summa potentiarum P & Q ad summam R & S, adhibuit rationem, quæ est inter rectangulum ex potentiis P Q confectum, & rectangulum ex R S. Quod errati si per propositiones subsequentes corrigatur, habebitur in *Prop. 73.* resistantia longe diversa a pondere librarum 180000, quantam eam statuit *Borellus*.

7. Deniq; quod pondus illud librarum 180000, quum a cordis potentia libris 3000 æquali superetur, miraculi cujusdam aut monstri loco lectori-



bus obtrudat; & vim percussionis, quasi quendam  $\Theta\epsilon\delta\nu$  ἀπὸ μηχανῆς in auxilium advocet. Reipsa enim nihilo plus hic inest prodigii, quam ubi pondus 3000 librarum pondus aliud 180000 librarum, ad subsexagecuplam distantiam a centro libræ inæqualium radiorum appensum, in æquilibrio sustinet.

Minora aliquot sphalmata, & hypotheses plures tum prorsus arbitrarias, tum alias aliis contrarias, libenter omittimus. Et quidem delicta supra reprehensa, aut saltem majorem eorundem partem, non tam ipsi viro doctissimo imputandam censemus, quam operi posthumo condonandam.

Proximus sequitur vir doctissimus, *Josephus Morlandus*, qui in disquisitionibus de cordis vi sermone anglicano editis, methodum peringeniosam exposuit potentiam cordis ad experimentum revocandi. Hic autem, præter delictum supra in *Borello* reprehensum, quod cordis vires cum pondere quiescente contulerit, nobis videtur eo quoque nomine notandus, quod integram cordis actionem in tunicas arteriarum distendendas impendi posuerit. Cor enim non solum arterias tendit, sed sanguinem quoque certa velocitate per totum arteriarum & venarum tractum propellit.

Supereft, ut viri acutissimi, *Jacobi Keillii* solutionem, in tentaminibus medico-physicis ad œconomiam animale pertinentibus, non ita pridem cum publico communicatam, expendamus. Qui primus omnium ausus est potentiam cordis a *Borello* definitam, ac magno scriptorum consensu exceptam & laudatam, non solum rejicere, sed aliam eidem infinito prope discrimine minorem numeris disertis expressam substituere.

Hunc autem censemus, præterquam quod primum illud *Borellianæ* solutionis vitium imitatus sit, in sequentibus etiam a vero aberrasse.



Quod corollarium *Newtonianum*, quo utitur ad cordis vires definiendas, aut male intellexerit, aut certe non satis apte usurpaverit. Ponderus enim illud ab *Archimede Britannico* determinatum, quo motus aquæ ex vase effluentis generari potest, nequaquam generat motum aquæ; quippe quæ, gravitatis vi cadendo, ipsa motum suum acquirat. Sed hoc ponderus per datum tempus cadendo, motum concipit motui aquæ eodem dato tempore effluentis æqualem.

Præterea ponit vir clarissimus velocitatem sanguinis ex corde effluentis perpetuo æqualem per totam systoles durationem, quam nos insigniter inæqualem fieri in sequentibus ostendemus.

In methodo illa simpliciore, quam postea adhibet vir doctissimus, præter delicta hæctenus reprehensa, alia etiam bina admittit.

Adsumit enim vires cordis in diversis animalibus eam inter se rationem obtinere, quæ est inter pondera eorundem; quod infra falsum esse demonstrabimus. Tum ponit velocitatem sanguinis ex secta iliaca arteria profluentis, eandem esse qua ex corde in aortam emittitur. Atqui cum omnis fere sanguis ex corde expulsus per iliacam alteram resectam emittitur, patet ejus velocitatem tanto esse majorem in iliaca quam in aorta, quanto sectio iliacæ circularis a sectione aortæ superatur. Præterquam quod velocitas æquabilis, qua sanguis per aortam fluit, longe distet ab ea velocitate, quam cum exit ex ipso corde.

Similiter fere redargui potest & illa methodus, qua usus est vir cl. ad rationem definiendam inter velocitates diversas sanguinis, resistentia nunc opposita, nunc sublata, per aortam profluentis. Sed cum isto experimento non altera solum, sed utraque velocitas major æquo reperitur, unde ratio, quæ est inter ipsas, non magnopere perturbetur; poterit



poterit fatis tuto proportio ab ipso exposita, tanquam veræ propinqua, usurpari.

Curſu hæcenus expedito ſcopulisque detectis, in quos impegerunt viri egregii ſupra laudati, erit modo nobis ipſis, ut in via difficili & erroribus plena, ſumma adhibita cautione progrediendum. Et primo quidem loco ad ambiguitatem præcidendam neceſſe eſt, ut id, quod quæritur, quale ſit, accuratius paulo declaretur.

Hic vero ante omnia advertendum eſt diſparem longe eſſe cordis conditionem, ac reliquorum fere omnium corporis muſculorum. Cæteri enim, cum labore defatigati fuerint, ſomno utique, aut quiete refocillari poſſunt; cordi autem, per totam hominis vitam, indefinenter, aut ſaltem breviffima diaſtoles quiete interpoſita, laborandum eſt. Unde minime credendum eſt ſummas cordis vires, quantæ maximæ exeri poſſunt, ſed potius minimam earundem partem, in homine ſano, tranquillo, ad quamque ſyſtolen adhiberi: etſi urgente vel morbo, vel animi affectu vehementiore, cor paulo validius ſeſe poſſit contendere ad ſanguinem expellendum. Cum ergo dupliciter accipi poſſint vires cordis, vocemus alteram integram potentiam, ſive ſummam, alteram ordinariam, quæ ut ſupra diximus, in homine ſano, tranquillo exercetur. Nos autem poſteriore in ſequentibus ſemper intelligimus per cordis potentiam.

Cordis itaque virium, ſive potentiæ, nomine ſignificamus vel ipſum cordis motum, dum in contractionem agitur, vel motum ponderis cujuſlibet, quod ſanguini objectum ex corde proruenti, & velocitate idonea delatum in partes contrarias, ſanguinis effluxum, adeoque ipſam cordis contractionem, æquali vi librare valet & ſiſtere.



Potentiam istam, cum a priori vix sperandum sit ut definire possimus, quod neque fabricam cordis interiorem, neque causæ contrahentis naturam, aut vires satis habeamus exploratas, relinquitur, ut eandem per effecta, sive a posteriori, æstimemus.

Cordis actio in ventriculorum suorum contractione omnis consistit. Ventriculi autem inter contrahendum in sanguinem impingunt, eique motus sui partem communicando, eundem magna vi, qua datur porta, urgent, & expellunt. Sanguis hoc modo in arterias, aortam & pulmonalem, protrusus, impetu in omnes partes facto, partim in tunicas arteriarum ex systole sua prægressa collapsas & flaccidas, partim in sanguinem priorem tardius fluentem impingit. Unde gradatim extrorsum trudentur arteriarum tunicæ, & sanguis antecedens cursu celeratur. Quod si animo concipiantur arteriæ sectionibus transversis minimis distinctæ; prima sanguinis portiuncula ex corde in primam sectionem irruente, partim distenditur ista sectio, partim sanguis eadem antea contentus in sectionem proximam detruditur, eamque distendit; atque ista actio per succedentes arteriarum sectiones continuatur. Deinde secunda, & tertia sanguinis portiuncula, & cæteræ deinceps, in primam arteriæ sectionem incidunt, eamque paulo magis dilatant, & sanguinem eadem contentum in proximas sectiones successive propellant; idque fieri pergit, donec omnis sanguis ex ventriculis fuerit ejectus. Cæterum id utique observandum est, arterias, quo magis contractæ & flaccidæ fuerint, eo minus obsistere dilatationi; quanto autem magis fuerint dilatatæ, tanto fortius ulteriori distractioni reniti; atque idcirco vim sanguinis ex corde prorumpentis primo magis impendi in distentionem arteriarum, quam in sanguinis



guinis præcedentis protrusionem; sub finem vero magis propelli sanguinem antecedentem quam distendi arterias; quippe quæ jam rigidæ factæ majorem dilatationem vix admittant.

Sanguis autem ex corde profiliens, cum, uti dictum est, motus sui partem arteriarum tunicis, partem sanguini præcedenti communicat, ipse necessario de pristina celeritate remittit; adeoque dum ventriculorum contractionem moratur, novum ab iis impulsus excipit, ejusque partem, eadem ratione atque antea, tunicis arteriarum & præcedenti sanguini impendit; unde iterum retardatur, & alium ventriculorum ictum suscipit; & sic deinceps, donec omnis ex ventriculis fuerit expulsus.

Præter causam supra expositam, superest alia, qua sanguis ex corde effluens gradatim retardatur, adeoque novos successive impetus excipit ex ventriculis sese contrahentibus. Nam sanguis in arteriam aortam influens, etiamsi nulli omnino resistentiæ occurrere ponatur, adeoque nullam pati motus sui imminutionem, tamen, cum ex lato in angustum fertur, longitudine perpetim crescit, donec totus in aortam pervenerit; cumque sectio aortæ non minuat, necessario minuitur sanguinis velocitas. Motus enim sanguinis est in ratione composita, ex ratione sectionis aortæ, velocitate in eadem, & longitudine columnæ sanguineæ, per theorema nostrum III. de motu aquarum fluentium. Cum vero ea sanguinis portio, quæ jam pervenerit in aortam, gradatim retardetur, retardabitur inde sanguis iste qui adhuc ventriculo continetur, & hinc retardabitur ipsius ventriculi contractio. Unde ventriculi perpetuo aliam atq; aliam motus sui partem sanguini contiguo, his de causis perpetim retardato, communicabunt. Patet vero isthinc, ut id obiter notemus, alium esse

motum



motum sanguinis ex corde erumpentis, alium ejusdem jam ex corde expulsi, & intra arterias fluentis. Item ictum, sive impulsum ventriculorum sanguini impressum, qui alioqui unicus esset futurus, & puncto temporis transigeretur, tamen causarum supra dictarum vi, quibus sanguis perpetim retardatur, per totam cordis systolen continuari.

Ventriculum itaque alterutrum cordis sanguinem impellentem licebit spectare, ut datum corpus cum data celeritate impingens in aliud corpus quiescens; cui motus sui parte communicata, ambo corpora communi velocitate deferuntur. *Æ*quatur autem potentia ejusdem, vel facta ex pondere ventriculi & velocitate ejus initiali, priusquam in sanguinem impingat; vel summæ motuum ipsius ventriculi, ac sanguinis ex eodem profluentis, & illius motus qui tunicis arteriarum & sanguini præcedenti communicatus est; vel etiam, si abesse ponatur omnis arteriarum & sanguinis præcedentis resistentia, summæ motuum ipsius ventriculi & sanguinis effluentis.

### T H E O R E M A I.

*Motus, quo machina cava, inæqualiter contractilis, in contractionem agitur, æqualis est summæ factorum ex singulis machinæ particulis ductis in velocitates respectivas.*

Patet ex mechanica.

*Coroll. 1.* Machinæ motus minor est facta ex pondere machinæ ducto in velocitatem earum machinæ partium, quæ omnium celerrime moventur inter contrahendum.

2. Motus machinæ æquatur facta ex pondere ejusdem, ducto in velocitatem aliquam mediam inter velocitates earum machinæ partium quæ



omnium celerrime, & earum quæ omnium tardissime, moventur.

3. Si machinæ plures similes similiter sese contrahant, velocitate media vel æquabili, vel inæquabili, similiter tamen aucta vel imminuta in omnibus machinis; motus, quo machina quæque in contractionem agitur, rationem obtinet compositam ex ratione quadruplicata diametri homologæ ipsius machinæ, & ratione inversa temporis, quo machinæ contractio perficitur; vel rationem compositam ex ratione ponderis machinæ, ratione ejusdem ponderis subtriplicata, & ratione temporis inversa.

#### THEOREMA II.

*Si ex machina cava, inæqualiter contractili, ABCD, Tab. III. Fig. 8. aqua per machinæ contractionem exprimatur per orificium, A; motus totius aquæ machina contenta æquatur summæ factorum ex sectionibus quibusvis transversis omnium aquæ filamentorum AB, AC, AD, singulis ductis in longitudines & velocitates respectivas.*

*Demonstratio.* Loco filamentorum aquæ, concipiatur machina tubis minimis, inæqualiter amplis, AB, AC, AD, in orificium A desinentibus, tota constare.

Est aquæ motus in quovis tubo æqualis sectioni cuiusvis ipsius tubi, ductæ in velocitatem aquæ per sectionem istam fluentis, & longitudinem tubi, per *Theor. 3. de motu aquar. fluent.* Proinde summa motuum aquæ in omnibus tubis simul sumptis, sive motus totius aquæ machina contentæ, æqualis est summæ factorum ex omnium tuborum sive filamentorum aquæ sectionibus, ductis in longitudines, & velocitates, respectivas. *Q.E.D.*

*Coroll.*



*Corol. 1.* Motus aquæ machina contentæ minor est factò ex orificio A, velocitate aquæ exeuntis, & longitudine filamenti aquæ omnium longissimi. Est enim factum ex orificio & velocitate aquæ effluentis, æquale summæ factorum ex sectionibus filamentorum singulis ductis in velocitates respectivas; & summa horum factorum, ducta in longitudinem filamenti omnium longissimi, major est quam summa eorundem ductorum cujusque in suam longitudinem.

2. Motus aquæ æquatur factò ex orificio A & velocitate aquæ exeuntis, ducto in longitudinem aliquam mediam inter longitudes filamentorum longissimorum & brevissimorum: vel æquatur factò ex quantitate aquæ dato tempore effluentis, & longitudine media prædicta, applicato ad tempus illud datum.

3. Si machinæ plures similes aqua plenæ similiter contrahantur, sive æquabili velocitate media, sive inæquabili, similiter tamen in omnibus machinis aucta, vel imminuta; motus aquæ machina quaque contentæ rationem habet compositam ex ratione quadruplicata diametri cujusvis homologæ ipsius machinæ, & reciproca temporis ratione, quo peragitur machinæ contractio: vel rationem compositam, ex ratione ponderis machinæ, vel molis aquæ, sive machina contentæ, sive ex eadem expulsæ, ratione ejusdem ponderis, vel molis, subtriplicata, & ratione temporis reciproca.

### PROBLEMA.

*Invenire potentiam cordis.*

Sit  $p$  = Pondus ventriculi sinistri, sive quantitas sanguinis eidem ponderi æqualis.

L 2

S = Su-



$S$  = Superficies interna ejusdem.

$l$  = Longitudo media filamentorum sanguinis ex eodem prodeuntium.

$s$  = Sectio aortæ.

$q$  = Quantitas sanguinis ventriculo sinistro contenti.

$t$  = Tempus, quo sanguis ex corde expelleretur, sublata arteriarum & sanguinis præcedentis resistentia.

$v$  = Velocitas variabilis, qua sanguis ex corde profiliens per aortam flueret, sublata resistentia.

$x$  = Longitudo variabilis aortæ a sanguine ex corde effluente percurfa.

$z$  = Tempus, quo longitudo  $x$  percurritur.

Inde velocitas media variabilis sanguinis ventriculo contigui, sive media velocitas ipsius ventriculi =  $\frac{sv}{S}$ .

Motus ventriculi (per *Theor. 1. Cor. 2.*) =  $p \times \frac{sv}{S}$ .

Motus sanguinis effluentis (per *Theor. 2. Cor. 2.*) =  $sv \times \frac{l+x}{S}$ .

Horum summa, sive potentia ventriculi =  $sv \times \frac{p}{S} + l + x$ . Est autem  $v = \frac{\dot{x}}{z}$ . Unde per methodum *Newtonianam* inversam, elicitur potentia ventriculi =  $\frac{sx}{z} \times \frac{p}{S} + \frac{x}{z} + l$ . Sed cum  $z = t$ , erit  $sx = q$ .

Hinc potentia ventriculi =  $\frac{q}{t} \times \frac{p}{S} + \frac{q}{2s} + l$ .

Simili ratione invenitur potentia dextri ventriculi =  $\frac{q}{t} \times \frac{p}{S} + \frac{q}{2s} + l$ .



Literis autem Græcis eadem significantur in dextro ventriculo, quæ Latinis in sinistro.

Hinc tota cordis potentia

$$= \frac{q}{t} \times \frac{p}{s} + \frac{\pi}{\Sigma} + \frac{q}{2s} + \frac{q}{2\sigma} + l + \lambda. \text{ Q. E. I.}$$

Si ponatur

$p = 8$  unc. Avoird = 13. 128 digit. cub.

$\pi = 4$  = 6. 564

$s = 10$  dig. quadrat.

$\Sigma = 10$

$l = 2$  dig.

$\lambda = 1 \frac{1}{2}$ .

$q = 2$  unc. Avoird. = 3. 282 dig. cub.

$s = 0. 4185$  dig. quadrat. } ex Keillianis

$\sigma = 0. 583$  } experimentis.

$t = 0'' . 1$

Erit potentia ventriculorum æqualis motui ponderum subscriptorum, nempe,

	lib.	unc.
Ventriculi sinistri	9	. 1
Ventriculi dextri	6	. 3
Cordis totius	15	. 4

Quorum ponderum ea est velocitas, qua percurratur longitudo digitalis singulis minutis secundis.

*Coroll. 1.* Quoties pulsus fit celerior; aut minuitur resistentia, aut potentia cordis augetur, aut minor solito sanguinis copia singulis contractionibus ex corde expellitur.

2. Si pulsus solito tardior fiat; necesse est, vel augeatur resistentia, vel cordis potentia minuat, vel major sanguinis moles ex corde ejiciatur.

3. Auçta resistentia, necessario vel pulsus retardabitur, vel augebitur cordis potentia, vel sanguinis quantitas solito minor ex corde exprimitur.

4. Imminuta



4. Imminuta resistentia, vel pulsus acceleratur, vel major sanguinis copia quaque systole ejicitur, vel cordis vires minuuntur.

5. Auctis cordis viribus, necessario vel augebitur resistentia, vel pulsus accelerabitur, vel plus sanguinis ex corde ejicietur.

6. Viribus cordis imminutis, vel minuatur necesse est resistentia, vel pulsus tardior fiat, vel minus sanguinis ex corde exprimitur.

7. Cum minor sanguinis moles ex corde projicitur; vel acceleratur pulsus, vel cordis vires minuuntur, vel augetur resistentia.

8. Cum plus sanguinis ex corde exprimitur; vel pulsus tardior fiet, vel augebitur cordis potentia, vel resistentia minuetur.

*Schol. 1.* Ventriculorum superficies internas, cum factu difficillimum videatur ut accurate determinentur, aut etiam ratio habeatur imminutionis quam inter contrahendum patiuntur, contenti fuimus præterpropter æstimare: cum five easdem 12, five 8 unciis quadratis singulas æquales statueris, per parva reperiatur potentiarum facta mutatio. Quod etiam observari poterit de longitudine media filamentorum sanguinis. Præterea differentias, qua arteriæ ambæ, earumque rami proximi a corde progredientes, sectione augetur, ut æstimatu perdifficiles & pene insensiles, negligimus. Alioqui esset cordis potentia tantillo minor statuenda, quam quæ supra definita est.

2. Determinavit vir celeberrimus, *Jacobus Keillius* velocitatem sanguinis, resistentia submota, ex corde effluentis, eam circiter, qua percurrantur pedes  $6\frac{1}{2}$  singulis minutis secundis. Ponit vero ille celeritatem sanguinis per totam systolem æquabilem, quam nos insigniter inæqualem fieri, & perpetim a systoles initio retardari supra ostendimus.



dimus. Hanc si cui definire libuerit, substituenda est, in quarta æquatione supra posita, potentia ventriculi proxime inventa, & ipsi  $x$  valor quivis tribuendus, ut eliciatur  $v$ , sive velocitas eidem respondens. Ita, cum initio systoles sit  $x = 0$ , sub finem vero  $x = \frac{g}{s}$ , determinatur inde ea san-

guinis velocitas initio systoles, qua pedes  $14 \frac{1}{4}$ ; in

fine autem qua  $4 \frac{1}{4}$ , minuti secundi spatio per-

currantur. Pariter, in dextro ventriculo, veloci-

tas sanguinis initialis pedes circiter  $10 \frac{5}{6}$ , ultima

vero 3 pedes eodem temporis spatio conficiet.

Adhibuimus hæcenus eam hypothefin, qua muscoli cordis ventriculos constituentes motum omnem, quo adiguntur in contractionem, momento temporis concipiunt. Quod si ponamus motum iis communicari, non unico quidem momento, sed tantillo tamen temporis spatio, quod cum tota systoles duratione comparatum rationem obtineat admodum exiguam; erit cordis potentia paululo major statuenda, quam quæ supra determinata est. Si vero statuatur iste motus, procedente systole, in ratione temporis augeri; erit totus motus in fine systoles acquisitus duplo major quam supra posuimus, ubi nulla resistentia sanguini ex corde profluenti objicitur: ubi autem solita adest resistentia, erit idem quintuplo major; quod instituto calculo facile patebit. Pari ratione poterit calculus noster ad aliam quamlibet hypothefin, qua ventriculorum motus in duplicata, vel superiori quavis ratione temporis augeatur, accommodari. Potentia vero in fine acquisita supraposita elicietur longe major, nempe ex ratione duplicata



plicata potentia tripla, ex triplicata quadrupla, ex quadruplicata quintupla, & sic in infinitum.

Nobis autem videtur secunda hypothesis, qua ventriculi parvo admodum temporis spatio motum omnem concipiunt, cæteris longe verifimilior. Quum necesse sit, ut aliquid temporis impendatur ad motum quemlibet generandum; neque videatur adeo tarde increfcere ventriculorum motus, ut non celerius augeatur, quam secundum temporis rationem. Motus enim musculorum impetu solo fluidorum quorumcumque, quæ ex sanguine proveniunt, perfici nequit; quum brachio alterutro motum exerere possimus motu sanguinis, per vasa corporis universa profluentis, longe majorem. Relinquitur ergo, ut musculorum fibræ ventriculos cordis constituentium, rarefcentia quadam liquorum in easdem influentium, in motum impellantur. Hæc autem, quoties vim magnam concipit, plerumque subita est, & fere instantanea. Adde quod ventriculorum motus, secundum hanc hypothesin, longe minor efficitur, quam in tertia. Non solet autem sapientissimus artifex, rerum conditor, in operibus suis plus virium adhibere, quam quantum sufficit ad finem propositum consequendum.

Cæterum sive admittatur ista hypothesis, sive alia quæcunque ex supra dictis verior censeatur, poterunt omnia corollaria nostra eodem jure ex problemate deduci. Quæ utrum aliquid adjuvamenti afferant ad morborum historiam explicandam, medico sagaci considerandum permittimus. Facile autem ex morbi cujusque natura sciri poterit, utrum aucta sit vel imminuta resistentia. Augeri vero credibile est, vel imminui cordis vires, integras saltem, sive integram potentiam, auctis, vel imminutis musculorum reliquorum viribus; quamvis



quamvis aliter statuiffe video virum celeberrimum,  
*Laurentium Bellinum.*

Hic tamen monendum est, fieri aliquando posse, ut cor, etsi longe solito debilius factum sit, tamen ob auctam resistantiam ex lentore sanguinis, majorem nisum exerere cogatur in peragenda systole, h. e. ut imminuta integra cordis potentia, potentia ordinaria augeatur. Id vero cum fit, magnam sequi necesse est cordis defatigationem & anxietatem; ut cum homo viribus infirmior, tamen ob necessitatem aliquam laborem solito graviolem sustinere cogitur. Porro ex aucta cordis potentia ordinaria, oritur necessario fortior nisus elasticus arteriarum, unde major calor, inde fitis, &c. Calor enim febrilis minime proficiscitur ex aucto motu sanguinis, cum in aqua utcumque velociter mota & scopulis allisa nullum tamen caloris incrementum sentiatur. Hæc autem obiter, alias fortasse pluribus.

### THEOREMA III.

*Totus motus resistantiæ, quæ sanguini ex corde erumpenti durante systole objicitur, sive totus motus, qui sanguini præcedenti & arteriarum tunicis communicatur, toti cordis potentiæ quamproxime æqualis est.*

*Demonstratio.* Peracta cordis systole, quæ pars aortæ & arteriæ pulmonalis cordi proxima est, perstat plena sanguine per totam systolen arteriarum. Nec enim patitur earum fabrica & nexus, quo cordi conjunctæ sunt, ut tunicis in sese penitus collabentibus totæ occludantur, neque potest earum cavum sanguine vacare. Alioqui enim, contrahentibus sese reliquis arteriarum partibus, sanguis iisdem contentus retro in vacuum impelleretur, motu & inutili, & motui sanguinis natu-



rali contrario. Tum etiam valvulæ semilunares non tenderentur versus ventriculos, adeoque sanguis ex auriculis in ventriculos expressus, etiam in diastole cordis, in arterias protruderetur.

Hinc patet sanguinem proxime ex corde expulsum, systole peracta, immotum in arteriis persistere, adeoque tum omnem ventriculorum motum exceperisse, tum eundem totum partim sanguini antecedenti, partim tunicis arteriarum communicasse. Q. E. D.

#### T H E O R E M A IV.

*Motus, qui in systole cordis communicatur sanguini præcedenti, est ad motum tunicis arteriarum communicatum, ut tempus systoles cordis ad tempus diastoles quam proxime.*

*Demonstratio.* Quum sanguis per vasa corporis universa, si partes arteriarum cordi propiores exceperis, æquabili cursu deferatur; necesse est, ut tum motus affricu sanguinis ad vasorum latera deperditus, tum motus sanguini redditus a systole five cordis five arteriarum, æqualibus temporibus æqualis sit. Qui autem motus a systole arteriarum sanguini communicatur, idem est præcise, qui prius a cordis systole arteriarum tunicis fuerat impressus, cum arteriæ eodem impetu, quo distractæ fuerint, etiam restituantur. Et systole arteriarum cum cordis diastole duratione convenit. Unde patet propositum. Q. E. D.

*Corol.* Si ponamus cum viro doctissimo, *Jacobo Keillio*, systolen cordis peragi tertia parte temporis inter pulsus binos intercepti; erit motus sanguini præcedenti communicatus totius potentiaæ cordis pars tertia: motus vero arteriis communicatus prioris duplus, five duæ partes tertiaæ totius cordis potentiaæ.



## THEOREMA V.

*In diversis animalibus potentia cordis rationem obtinet compositam ex ratione quadruplicata diametri cujusvis homologæ animalis, & ratione inversa temporis, quo cor contrahitur : vel rationem compositam ex ratione ponderis vel ipsius cordis vel integri animalis, ratione ponderis ejusdem subtriplicata, & ratione temporis reciproca.*

Facile demonstratur vel ex *Corol. 3. Theor. 1. & 2.* vel ex potentia cordis problemate præcedente definita.

*Corol. 1.* Si ponatur cordis potentiam rationem obtinere ponderis vel ipsius cordis, vel integri animalis, vel sanguinis copię in toto animali; erit animalis longitudo in ratione temporis, quo cordis systole perficitur, sive in ratione inversa frequentię pulsuum.

2. Si ratio longitudinis integri animalis major fuerit ratione inversa frequentię pulsuum, necesse est major sit ratio potentię cordis ratione ponderis ejusdem.

*Schol.* Quum constet experimentis puerorum pulsus non esse tanto frequentiores pulsibus virorum, quanto pueri virorum longitudine superantur, concludendum est, vi secundi corollarii, potentiam cordis virilis majorem obtinere rationem ad potentiam cordis pueri, quam est ratio ponderum. Et par est ratio in cæteris musculis. Nam si corporis robur rationem ponderis sequeretur, possent pueri æqualia itinerum spatia eodem tempore cum viris conficere.

Simili ratione ac motum sanguinis ex ventriculis cordis erumpentis ope secundi theorematis determinavimus, poterit quoque urinæ motus ex



urethra profluentis determinari. Nempe si ponatur urethræ & vesicæ longitudo 12 unciis æqualis, & binæ unciaë urinæ minuti secundi spatio emittantur, erit motus urinæ effluentis æqualis motui ponderis libræ 1  $\frac{1}{2}$ , quod uncialem longitudinem singulis minutis secundis percurrat. Quoniam vero urina non solis vesicæ urinariæ viribus contractivis, sed etiam diaphragmatis & muscutorum abdominalium ope in subsidium vocata, expellitur, nequit vesicæ potentia ex motu urinæ profluentis æstimari.

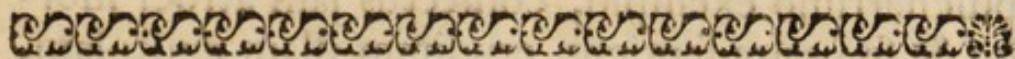
Hæc tu, vir doctissime, æqui bonique consulas rogo : ipse autem ut diutissime valeas, utque existimationem tuam, & ipsam artis Æsculapiæ dignitatem usque, ut hæctenus fecisti, insigniter tueri pergas, ac magis indies magisque extendere, idcirco ex animo voveo, quia publicam ad salutem pertinere arbitror.

Calendis *Januarii*,  
1717-18.



DISSER-





## DISSERTATIO VII.

*Qua respondetur objectionibus a viro clarissimo Jacobo Keillio contra præcedentem dissertationem adductis. Edita anno 1719. in Trans. Philos. N<sup>o</sup> 362.*

---

Viro Celeberrimo

**RICHARDO MEAD, M. D.**

Collegii Medicorum *Londinensium* &  
Societatis Regiæ Socio, S. P. D.

*Jacobus Furin.*

**A** Pologiam præstantissimi viri, *Jacobi Keillii*, qui acerba nuper & immatura morte præreptus, magnum sui desiderium eruditis reliquit, studiose pervolvimus. Quam inter legendum, singularem simul candidissimi ingenii humanitatem, qua nosmet, utut a placitis suis dissentientes, excipere dignatus est, simul animi magnitudinem, & studium in rempublicam literariam tanto viro dignum, magna admiratione prosequeremur. Huic enim ille, non solum per omnem vitæ cursum, diligentem



ligentem & strenuam operam navavit, sed etiam, pulcherrimo exemplo, confectus jam atroci morbo & se perire sentiens, eruditam illam epistolam, tanquam supremi amoris pignus, eidem legavit. Cui tamen necessario nobis respondendum est, non sane quod acerrimo tuo iudicio diffidamus; sed ne aliis lectoribus minus idoneis impedimento esse possit, ad rectam sententiam ferendam, viri illius doctissimi auctoritas. Accipe igitur, vir clarissime, quæ in ejus defensione minus recte tradita censemus; & tuum simul arbitrium esto, utrum contentionis abrepti studio, iniquiores simus ipsius manibus, an ita disputemus, ut qui de veritate potius, quam de victoria, simus solliciti.

Queritur primo vir clarissimus, quod sese, una cum doctissimis viris *Borello*, & *Mortando*, tanquam cordis motum cum pondere inertis conferentem, injuste perstrinxerim. Ego certe, cum prius notassem motum quendam sanguinis & arteriarum ex cordis vi oriri, dixi tandem sciri non posse cordis potentiam quanta sit, nisi motus hujusce quantitatem cognitam teneamus: motum vero quemlibet cum pondere quiescente comparari non magis posse, quam lineam cum rectangulo. Quibus verbis id significare volui, doctissimos viros non quidem diserte motum cordis cum pondere quiescente comparare, sed ipsos, cum cordis potentiam per pondus exponerent, nullam ostendisse rationem, qua motus quantitas ex cordis potentia oriundi posset æstimari. Ex hac objectionem, si recte assequor mentem viri clarissimi, ita sese expedire conatur. Cordis potentia in pressione consistit, eamque æquabiliter in sanguinem impendit, eodem prorsus modo, quo gravitatis vis deorsum pondus impellit, & actione perpetua in motum accelerat. Proinde, cum cordis potentia ponderi per corollarium *Newtonianum* definito æqualis est,

ca



ea motum eundem durante systole in sanguinem imprimet, quem pondus istud eodem tempore cadendo per gravitatis vim comparabit. Ita vero cum mentem suam exponit vir cl. sublatum iri penitus objectionem istam nostram confitemur; si nimirum cordis potentia prædicto ponderi æqualis sit, eademque consistat in æquabili pressione per totam systolen continuata. Atqui ex duabus istis propositionibus posteriorem neutiquam probare conatur vir doctissimus, sed hypotheseos loco ponit; quamvis nos rationibus quibusdam adductis contrariam sententiam conati sumus verisimiliorem reddere; nempe, quod cordis potentia nequaquam æquabiliter agat in sanguinem per totam systolen, sed cum totas vires exigua temporis particula collegerit, inde uno impetu in sanguinem irruat, eumque ex ventriculis expellat, eo modo quem in dissertatione nostra epistolari fusius exposuimus. Priorem vero propositionem, etiam concessa viro cl. ista hypothese, falsam esse mox demonstrabimus.

Corollarii *Newtoniani* sensum quod attinet, nolimus lectori molestiam nimiam facessere, cum neque putemus ejus interesse uter *Newtoni* mentem rectius acceperit; neque ita perspicue sententiam suam exposuerit doctissimus adversarius, quin periculum sit, ne aliquem ei sensum affingamus, quem ipse forsitan, si posset adhuc se defendere, foret repudiaturus. Id vero adnotasse operæ pretium erit, quod cum loquatur *Keillius* de vi qua ex orificio aliquo aqua exprimitur, *Newtonus* nullum omnino verbum in isto corollario posuerit, quo aqua per vim aliquam exprimi significetur; sed pondus solum determinaverit æquale isti vi, qua totus aquæ effluentis motus generari potest, sive quod gravitatis vi cadendo motum comparare potest motui aquæ eodem tempore effluentis æqualem. Quod



Quod autem corollarium illud, si non male intellexerit vir cl. certe non satis apte usurparit, facile perspiciet lector eruditus, qui animum adverterit, quid intersit discriminis inter effluxum aquæ ex foramine in fundo vasis semper pleni, quomodo a *Newtono* consideratur in eo corollario, & effluxum sanguinis ex corde in aortam. In casu enim priori, aqua jam totam velocitatem comparavit, & per datum temporis spatium æquabiliter effluit ex foramine. At cordis vis per hypothesin *Keillianam*, applicatur sanguini in ventriculo quiescenti, & eum primo temporis momento velocitate infinite parva versus aortam propellit; continuata vero æquabili pressione tandem ei finitam velocitatem imprimit, eamque perpetim auget, donec omnem sanguinem ex ventriculo expulerit.

Rursum in casu *Newtoniano* consideratur motus non quidem totius aquæ cataracta contentæ, quæ omnis in motu constituta est, & diversa velocitate versus exitum tendit, sed aquæ solum in ipso foramine positæ & jam exilientis. Vis autem cordis toti sanguinis moli ventriculo contentæ motum imprimit, totamque versus aortam propellit.

Denique negamus pondus quinque unciarum, a viro cl. determinatum, posse eam motus quantitatem durante cordis systole per gravitatis vim comparare, quam cordis potentia producit; concessa etiam ei hypothesi ista, quod cordis potentia in æquabili pressione consistat. Per hanc enim hypothesin erit motus a ventriculi sinistri potentia productus, ex calculo nostro, pag. 77, 79. æqualis motui ponderis octodecim librarum circiter, quod singulis minutis secundis longitudinem digitalem percurrat. Motus autem, quem pondus quinque unciarum durante cordis systole, si tollatur omnis arteriarum & sanguinis præcedentis



dentis resistentia, sive decima parte minuti secun-  
di, per gravitatis vim comparabit, æquabitur fere  
motui ponderis duodecim librarum, quod supra-  
posita velocitate moveatur. Quod si cui libuerit,  
adsumpta hac hypothese, verum pondus definire,  
quod cordis potentiaæ æquale est; is posito calcu-  
lo eliciet pondus unciarum circiter septem cum  
semisse. Hoc enim, durante systole cordis, eundem  
fere motum cadendo comparabit, quem producit  
ipsa cordis potentia.

Sed inquiet forsitan aliquis, discrimen modo ex-  
positum inter motum a *Keilliano* pondere acqui-  
situm, & motum ex potentia cordis oriundum, inde  
proficisci potuisse, quod forte minus accuratae fu-  
erint positiones illæ, quibus characteres algebra-  
icos in calculo nostro ad numeros revocavimus.  
Cui dubio ut occurramus, & ostendamus simul  
nos longe majus discrimen inventuros fuisse, nisi  
contigisset ut positiones istæ *Keillio* faverent;  
operæ pretium erit casum aliquem simpliciorum  
adsumere, quo data moles aquæ, per datum ori-  
ficiam, dato tempore, per vim aliquam sive pressio-  
nem æquabilem exprimatur, quæ sunt conditio-  
nes ab adversario positæ ad potentiam cordis defi-  
niendam.

In eo autem casu demonstrabimus neque mo-  
tum aquæ effluentis, neque motum toti tandem  
moli aquæ per vim illam impressum, motui aquæ  
in corollario *Newtoniano*, neque vim eam sive  
pressionem, ponderi per istud corollarium defini-  
to, æquari. Quod si præstare licuerit, corruat  
funditus necesse est tota demonstratio *Keilliana*.

Adsumemus igitur cylindrum aquæ datum, tu-  
bo cylindrico infinitæ longitudinis contentum;  
eritque pro orificio ista sectio tubi ad quam per-  
tingit utralibet aquæ superficies, alteri autem su-  
perficie vis applicabitur ope emboli eadem dia-



metro cum ipso tubo. Perfluat jam dato tempore data quævis aquæ quantitas per dictam sectionem tubi; tum alia quantitas æqualis per foramen pari diametro factum in fundo vasis, quod more *Newtoniano* usque plenum conservatur: & primo loco dispiciamus, utrum pares futuri sint, in utroque casu, motus aquæ effluentis.

Exponatur tempus effluxus aquæ per rectam *AC*, *Tab. III. Fig. 9.* velocitas autem æquabilis, qua aqua effluit ex foramine in fundo vasis, per rectam *AB*. Unde moles aquæ effluentis ex foramine, cum sit in ratione temporis & velocitatis conjunctim, exponetur per rectangulum *ABCD*; & motus ejusdem exponetur per solidum parallelepipedon, ex eodem rectangulo ducto in altitudinem *AB*, quippe qui sit in ratione composita ex rationibus molis & velocitatis.

In casu altero, ubi aqua per tubum cylindricum fluit, tempus, ut prius, exponetur per eandem rectam *AC*; velocitas autem aquæ erit in ratione temporis, quippe cum vis adhibita, ex hypothesi, in datam aquæ molem æquabiliter agat, & proinde repræsentabitur per rectam mutabilem *FG*, rectæ *AF*, sive tempori ab initio effluxus, proportionalem. Molecula autem aquæ, particula temporis *FH* prædictam sectionem præterfluens, exponetur per rectangulum ex ipsa *FH* ducta in exponentem velocitatis *FG*; vel, si evanescere intelligatur rectula *FH*, per trapezium *FGIH*, & moles aquæ toto tempore *AC* præterfluens significabitur per triangulum rectangulum *ACE*. Et quoniam ex hypothesi moles ista moli aquæ in casu priore effluentis æqualis est, erit triangulum *ACE* æquale rectangulo *ABDC*; unde *CE*, sive velocitas acquisita in fine temporis *AC*, dupla erit velocitatis *CD*, sive *AB*, qua aqua ex foramine in fundo vasis effluebat. Motus autem aquæ particula



cula temporis  $FH$  præterlabentis, cum sit in ratione molis & velocitatis conjunctim, exponetur per prisma evanescens, quod fit ex trapezio  $FGIH$  ducto in velocitatem  $FG$ : unde totus motus aquæ toto tempore  $AC$  præterfluentis exponetur per pyramidem, cujus basis est quadratum rectæ  $CE$ , cujusque altitudo perpendicularis est ipsa  $AC$ . Quæ pyramis cum sit ad parallelepipedon casu priore definitum, ut 4 ad 3, erunt quoque motus aquæ effluentis in utroque casu in eadem ratione, & proinde inæquales, quod primo loco demonstrandum susceperamus.

Proximum est, ut ostendamus motum tandem impressum toti aquæ tubo contentæ, non esse æqualem motui in exemplo primo determinato. Hic autem, cum tota ista moles aquæ per positiones supra scriptas neutiquam definita sit, adsumemus eam æqualem moli expositæ per rectangulum  $ABCD$ , quæ in casu primo effluit ex foramine, quæq; in secundo sectionem dictam præterfluit. Unde cum totus motus ei tandem impressus, sit in ratione molis & velocitatis in fine acquisitæ, idem exponetur per parallelepipedon ex rectangulo  $ABDC$  ducto in rectam  $CE$ . Hoc autem est ad parallelepipedon, primo casu definitum, ex eodem rectangulo & recta  $CD$ , ut altitudo  $CE$  ad altitudinem  $CD$ , sive in ratione dupla. Porro, cum molem aquæ tubo contentæ per quodvis aliud rectangulum, loco rectanguli  $ABCD$ , exponere licuisset, patet inde motum hunc posse quamlibet rationem ad motum primo casu definitum obtinere, & idcirco nequaquam eidem esse æqualem. Quod erat secundo loco demonstrandum.

Supereft, ut ostendamus vim in hoc casu adhibitam ponderi per corollarium *Newtonianum* definito non esse æqualem. Hæc autem vis & vis



gravitatis agens in istud pondus, cum ambæ sint æquabiles, erunt in ratione motuum ex iisdem dato tempore productorum. Quos cum inæquales esse modo demonstratum sit, erunt illæ vires itidem inæquales. Quod erat demonstrandum postremo.

Pergit vir cl. ad alterum illud vitium, quod ego in ejus solutione reprehenderam, nempe quod velocitatem sanguinis ex corde effluentis æquabilem posuerit, quam insigniter inæqualem fieri a me demonstratum est. Negat autem se æquabilem velocitatem sanguini tribuisse, sed pro summa diversarum omnium velocitatum velocitatem mediam usurpasse. Præterea nondum satis sibi constare dicit, utrum æqualis vel inæqualis sit sanguinis ejecti velocitas, sed quæ pro æquali velocitate stat ratio, eam sibi firmiorem videri. Utrum vero, qui velocitatem sanguinis inventurus, molem sanguinis expulsi ad orificium aortæ applicat, nulla facta mentione neque diversarum velocitatum, neque velocitatis mediæ, velocitatem sanguinis æquabilem ponat, penes æquum lectorem sit judicium. Idem quoque facile æstimabit, utrum vis aliqua, sive pressio, fluido in vase quiescenti applicata, quæ est hypothesis viri doctissimi, id fluidum primo temporis momento, eadem velocitate, qua in fine, propulsura sit.

Postquam ita satisfactum putat vir cl. iis objectionibus, quas contra priorem suam methodum attuleram, jam ad alteram illam faciliorem vindicandam accedit. In hac ego animadverteram virum cl. adsumere istam propositionem, quod vires cordis in diversis animalibus sint in ratione ponderum; item ponere velocitatem sanguinis ex selecta iliaca arteria profluentis æqualem ei, qua sanguis ex corde in aortam emittitur; quas ambas positiones falsas esse a nobis demonstratum est. Vi-  
tium



tium posterius non defendit vir cl. prius vero tute-  
 tur *Borelli* & aliorum doctorum virorum aucto-  
 ritate, qui assumptionem istam sæpius usurparunt.  
 Ita quidem, & nos ejusmodi assumptionem in  
*Borello* reprehendimus, neque valet cujusquam  
 auctoritas contra legitimam demonstrationem.  
 Superest ergo viro cl. ad examen revocanda nostra  
 demonstratio. Hanc autem fallaci quodam prin-  
 cipio inniti putat, quo cum omnia theoremata  
 nostra superstructa sint, communi ruina omnia in-  
 volvit. Ait enim me ponere, quod ventriculi  
 cordis, tanquam solidum corpus data velocita-  
 te latum, in sanguinem impingunt, eoque ictu  
 motus sui partem eidem communicant. Quam  
 hypothesein motui neque sanguinis, neque cordis,  
 neque aeris ex pulmone expressi, competere censet  
 vir clarissimus.

Quod pulmonem attinet, quoniam hoc obiter  
 attingere voluit vir doctissimus, agnosco me con-  
 siderasse pulmonem, inter contrahendum, tanquam  
 data velocitate impingentem in aerem contentum,  
 idque consulto fecisse profiteor. Quum enim tum  
*Bellinus*, tum alii multi viri doctissimi, quos inter  
 eminent cl. adversarius, multa protulerint de vi il-  
 la, qua aer, inter exspirandum, in sanguinem pul-  
 mones præterfluentem agit, ejusque moleculas dis-  
 solvit; quam solutionem ipso expirationis initio  
 censent accidere; mihi propositum erat hanc ip-  
 forum sententiam ad trutinam revocare. Videbam  
 autem, quod, si aerem per vim æquabilem, sive  
 pressionem, expelli statuerem, motus aeri a pul-  
 mone impressus initio exspirandi, sive reactio aeris  
 in pulmonem, adeoque in sanguinem præterflu-  
 entem, pro quantitate infinite parva habenda erat,  
 adeoque nihil omnino eorum effectuum, qui ipsi  
 adscribebantur, præstare poterat. Ita vero si fe-  
 cissem, jure questuros putabam *Bellini* sequaces,  
 quod



quo dinique secum ageretur; quippe cum rejiceretur ipsorum sententia propter demonstrationem ex hypothefi arbitraria & eadem omnium adverfiffima deductam. Malui igitur ex illa hypothefi demonstrationem deducere, quæ omnium maxime ipsis faveret, maximamque motus quantitatem, exspirandi initio, aeri tribueret. Hæc autem erat, qua ponebatur pulmo, initio exspirationis, data velocitate in aerem impingere.

Cæterum in potentia cordis definienda istam quidem hypothefin, qua ipsius ventriculi, omni impetu momento temporis concepto, tanquam solidum corpus data velocitate præditum, in sanguinem irruunt, primo loco propono, tanquam omnium simpliciffimam, ex eaque solutionem deduco. Atqui deinde confidero tum eam hypothefin, qua ventriculi cordis motum omnem suum particula temporis admodum parva concipiunt, quæque mihi veri fimillima videtur, tum ipsam hypothefin *Keillianam*, atque alias infinitas; iisque omnibus solutionem meam accommodo. Adeo ut, five istud principium incertum & fallax, five verum & stabile reperiat, nihil exinde solutionis nostræ certitudini detrahatur.

Non tamen videmus aliquid argumenti allatum, quo minus istam positionem nobis adhibere, pari jure, atque viro cl. contrariam illam de vi five præffione usurpare licuerit. Nihil sane spatii inter parietes ventriculorum & sanguinem intercedere non diffitemur, & tamen, quare res ictu peragi nequeat, nondum liquet. Certe, si cubo globum contingenti ictus imprimatur, cubus partem motus sibi impressi globo communicabit pari facilitate, ac si spatium inter eos intercefferit.

At hæc sunt corpora solida, & ubi de fluidorum motu agitur, longe alia res est. Discrimen sane inter ictus corporum solidorum, & actionem  
five



five solidi in fluidum, five fluidi in solidum, fusius exponit vir cl. quod discrimen cum me minus advertisse censeat, ex eo fonte fluere pronunciat quicquid erroris in meis propositionibus continetur. Ego vero differentiam istam ut recte traditam a viro cl. lubens admitto; & aio me communem illam doctrinam neutiquam ignorasse, cum nihil frequentius in mechanicis scriptoribus occurrat; sed casus quosdam novos exposuisse, quibus ea doctrina cum adhiberi nequiret, alia erat ineunda ratio atque hactenus fuerat usurpata. Ea tribus verbis absolvi potest. Nam, ut exemplo facillimo utamur, quiescere ponatur cylindrus aquæ datæ longitudinis in dato tubo, & moveatur per istum tubum cylindrus alius solidus pari diametro, ac data velocitate in cylindrum aqueum impingat. Quid inde futurum est? Nempe totus cylindrus aquæ eo ictu in motum ciebitur, pari ratione, ac si fuisset & ipse solidus cylindrus: alter vero cylindrus motus sui partem momento temporis deperdet, & ambo cylindri communi velocitate per tubum deferentur. Simili modo res eveniet, si cylindrus aqueus per tubum fluens, cylindro solido quiescenti impegerit. Quod si cylindrus aqueus data velocitate per tubum feratur, eique occurrat cylindrus solidus alia velocitate, ita ut quantitates motuum cylindri aquei & solidi utrinque pares sint; jam momento temporis destruetur utriusque cylindri motus, pariter ac si duo solida corpora, æquali motu prædita, sibi mutuo occurrant. Casus magis compositos quoscunque, ex dissertatione nostra de motu aquarum fluentium, facile eruet lector eruditus; idemq; simul videbit, quomodo id fieri possit, quod adversarium cl. præcipue torfisse videtur, nempe, quod sanguinem toto impetu ex ventriculo ruentem

fisti

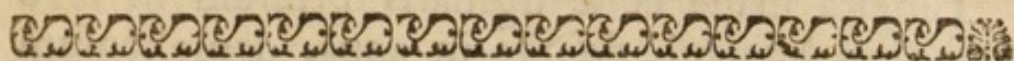


fisti posse docuerim, occurrente in contrarium corpore solido data motus quantitate prædito.

Quod autem nos amice admodum hortatur vir candidissimus, ut seposita nostra de vasorum ictu hypothefi, & vi pressuræ, qua naturam uti censet, pro principio adhibita, theoremata alia construamus: id profecto, nisi gravi morbo impeditus, perfunctorie prorsus evolvisset nostram dissertationem, dudum a nobis præstitum animadvertere potuisset. Quum enim ponimus motum cordis in ratione temporis augeri, eadem utique hypothefi utimur, ac si vim pressionis adhibeamus. Hoc autem posito, motum ex cordis potentia oriundum determinavimus, duplo scilicet majorem, quam ubi ventriculorum ictu res peragitur. Calculum vero ipsum, ut satis facilem, & priori nostro similem, lectori reliquimus instituendum. Quæ autem sequuntur theoremata, & in iis theoremata quintum, quod rejiciendum statuit vir cl. tanquam ex hypothefi de ventriculorum ictu deductum, neutiquam pendent ex ista hypothefi, sed ex ipsa hypothefi doctissimi adversarii, pari facilitate demonstrantur.

Nequaquam dubitamus, quin ipse vir cl. quid ista veri habeant, si in vivis adhuc ageret, pro sua sagacitate facile perspecturus foret; jam vero, quoniam egregium illud rei medicæ lumen amisimus, eadem aliis eruditis perpendenda simul proponimus & dijudicanda. Tibi præsertim, vir doctissime, cujus auctoritatem & ille plurimi fecit, & nos præcipuam habemus, judici simul integerrimo, & maxime idoneo, totam istam disputationem lubentissime permittimus.





## DISSERTATIO VIII.

*De specifica gravitate sanguinis humani. Edita anno 1719. in Transact. Philosoph. N° 361.*

**E**X viri celeberrimi, *Antonii Leeuwenhoekii*, & aliorum observationibus notissimum est, consistare sanguinem humanum particulis rubris, globularibus, pellucidæ lymphæ, sive sero, innatantibus. Quarum naturarum, licet gravitate specifica discrepantium, separatio prohibetur calore corporis, & motu earundem circulari per venas & arterias. At cum sanguis, e vena emissus, in vase stagnat & frigescit, particulæ globulares ad se invicem coeuntes, & pondere, quo serum superant, subsidentes, coagulum istud conficiunt, quod in imo vase cernitur, sero supernatante.

Ita quidem semper fit, modo nihil obstet descensui coaguli. Aliquando tamen accidit, ut sive bullulis aereis, quas sanguis inter cadendum contrahit, quæque ejus superficiem cohærent, sive adhærendo vasis margini, suspendatur coagulum, & in summo sero natare videatur.

Ex hujusmodi casibus orta primum videtur ista opinio, quæ ab omnibus fere auctoribus suscepta est, leviolem esse sero partem sanguinis globularem. At eandem extra dubium confirmasse videbatur auctoritas nobilissimi *Boylei*, qui in historia naturali sanguinis humani, inter alia præclara & eximia experimenta, sequentia recensuit.



Librata massa ceræ sigillaris primum in sero sanguinis humani, deinde in aqua, deprehensum est pondus specificum istius sero ad pondus aquæ se, habere in ratione 1024, ad 1000.

In altero experimento, quod majoris accuratio- nis gratia, factum est instrumento in hunc ipsum usum fabrefacto, inventum est pondus specificum sero ad aquam se habere, ut 1194, ad 1000.

In experimento tertio, facto ope ejusdem in- strumenti, serum ex sanguine alius subjecti inven- tum est gravitate specifica 1186.

Medium inter bina postrema experimenta est 1190: quæ deinde ab omnibus habita fuit speci- fica gravitas sanguinis humani, pronuntiante ipso *Boyleo* experimentum primum minus accurate fuisse institutum, quam duo subsequencia.

Sanguinis humani gravitas specifica ab eodem *Boyleo* definita est ad aquam se habere, ut 1040, ad 1000: attamen ob impedimenta quædam, quorum mentionem facit in opere prædicto, non potuit huic experimento penitus acquiescere, sed rem ulteriori examini reliquit.

Hæc tamen experimenta cum hæctenus nemini in dubium vocata sint, & ex iisdem constet serum sanguinis ipsum sanguinem superare gravitate spe- cifica, in ratione 1190, ad 1040, sive 8 ad 7 pro- xime: inde necessario sequebatur globulos sangui- neos leviores esse sero, & quidem multis partibus leviores, quod aliis experimentis esset deprehensum molem coaguli multo esse minorem mole sero.

Inde vero orta est opinio satis verisimilis, con- stare globulos istos tenuibus vesiculis aerea natura repletis. Cui sententiæ non minimum momentum accedere videbatur, quod in contuenda circulati- one sanguinis ope microscopii, cernerentur singuli globuli sanguinei, in transitu per venam angustis- simam, paulum comprimi in formam ovalem, & emergentes



emergentes ex istis angustiis figuram sphaericam denuo recipere : quod phaenomeni satis apte referebatur ad vim elasticam auræ prædictæ inclusæ.

Hac opinione, sive conjectura, nituntur explanationes multæ phaenomenon in animali œconomia, ejusque perturbationibus, conspicuorum ; inter alia non una ratio motus musculorum explicandi. Non vacat impræsentiarum ullam harum ad examen revocare, neque quidquam ea causa deductum velim famæ clarissimorum auctorum, quibus ansam dederit ejus opinionis suscipiendæ, auctoritas viri supra laudati merito maxima inter philosophos. At liceat, oro, mihi fundamentum istud penitus excutere, cui moles tanta superstruatur. Quod cum facio, spes est experimenta sequentia, utcunque prima facie levia videantur, tamen attentione Regiæ Societatis non indigna judicatum iri, si inservire possint ad errores gravissimi momenti philosophantium animis detrahendos.

*Exp. 1.* Cum coagulum sanguinis margini vasis adhæreret, eaque ratione sero innatare videretur, sæpe portiunculam ejusdem abscissam in aliud vas sero repletum injeci ; quo facto confestim ad imum subsidit.

*Exp. 2.* Cum coagulum in summo sero fluitaret ope bullularum aerearum eidem adhærentium, abscidi partem eam, quæ maxima bullularum copia scatebat, eamque in aliud serum injeci, in quo, ut prius, bullularum ope natabat. Deinde vas illam coaguli partem in sero continens antliæ pneumaticæ imposui, cumque exhauriendo aere bullulæ istæ omnes crepuissent, portio coaguli prædicta ad imam feri partem demersa est.



*Exp. 3.* Sæpius spectavi, ope microscopii, guttulam feri, qua parum admodum sanguinis erat solutum, vitro nitido adhærentem; animadverti autem, cum vitrum situ erecto teneretur, globulos sanguineos ad imam feri partem descendere: quod cum factum esset, & inverteretur vitrum, denuo globuli omnes ad fundum deferebantur. Idem fuit eventus, cum inderetur tubulo capillari parum feri sanguine mixti: quod etiam jamdudum observatum reperio clarissimo *Leeuwenhoekio*.

Patet extra omne dubium, ex prædictis experimentis, coagulum, sive partem sanguinis globularem specificè graviores esse sero ejusdem; & proinde nulla verisimilitudine niti eam opinionem, qua globuli sanguinei censentur vesiculares, & repleti aere, aut alia ulla natura sero leviores. Atqui eosdem nullo fluido elastico repletos esse constabit ex sequenti experimento.

*Exp. 4.* Sero sanguinis humani tantillum ipsius sanguinis admiscui, in eum finem, ut globuli satis rari, & proinde distinctè conspiciendi, per serum spargerentur. Imposita deinde hujus liquoris guttula superficiem internam tubi vitrei, ipsum tubum antliæ pneumaticæ aptavi, & microscopium juxta constitui, cujus ope globuli per tubum cernebantur. Tum vero, cum antliæ ope aer ex tubo educeretur, ipse oculus in globulos intentum habebam; sed eos nihilo auctiores mole reperiebam in ipso vacuo, ac antea fuerant. Atqui si fluido elastico repleti essent, eos aut dirumpi necesse erat, aut saltem septuagesies, vel etiam octogesies, magnitudine augeri. Postea aere rursus in tubum admisso, prorsus immutata cernebatur globulorum magnitudo.



Reponi forsan poterit, doctissimum quendam societatis hujus sodalem, in libro nuper edito, contrarium huic nostræ observationi posuisse, cum dicat globulos sanguineos in exhausto recipiente machinæ pneumaticæ confestim tumescere, & in magnitudinem incredibilem distendi. At cum vir cl. minime nos docuerit quali experimento id didicerit, non absolum fuerit putare eum in id erroris inductum fuisse opinione vulgari globulorum aere repletorum, quam tuetur in prædicto libro; præterquam quod audierit, aut viderit, bullulas multas ex sanguine erumpere in antlia pneumatica, eodem modo atque ex aliis fere omnibus liquoribus erumpunt. Quæ bullulæ cum ex liquore viscido, qualis est sanguis, non facile se expediant, prædictum phænomenon viro cl. exhibere poterunt. De hoc vero utcunque statuatur, ut omnem disputandi ansam præcidamus, & vitemus illud, *utri creditis, Quirites?* testem adducimus, de cujus five peritia, five fide nemo dubitavit, nempe doctissimum *Machinum R. S. Secretarium*: qui cum interfuerit huic experimento sæpius repetito, plane compertum habet nihil interesse discriminis in magnitudine globulorum sanguinis, five in aere, five in vacuo spectatorum. Data autem hac occasione, prima etiam duo experimenta illo præsentate instituta sunt, eodem eventu, ac supra positum est.

Etsi falsitas suprapositæ opinionis extra omnem dubitationem ex antedictis posita videatur, tamen in eorum gratiam, qui scire velint verum pondus specificum sanguinis humani & seri ejusdem, idem demonstrabimus in modum *Boyleanum* per experimenta hydrostatica.

*Exp. 5. Novembr. 13. anno 1713.* Cum portio sanguinis mei per horas 24 in vase stetisset, serum ejusdem



ejusdem purum, ope siphonis capillaris, in phialam aliam eductum est, & per bilancem hydrostaticam *Hauksbejanam* ejusdem gravitas specifica deprehensa est se habere ad aquam, in ratione 1029.8, ad 1000.

*Exp. 6. Febr. 21. 1716-17.* Serum ex sanguine alius subjecti eodem modo inventa est gravitate specifica 1028.6.

*Exp. 7, 8, 9. Apr. 8. 1717.* Nactus sum tres portiones feri ex sanguine trium hominum diversorum. Harum primum erat colore citrino intensiore, ad rubrum vergente, paulo turbidius. Erat ejus gravitas specifica 1029.7.

Secundum itidem paulo turbidius, pallidum, albescens, erat gravitate specifica 1030.2.

Tertium colore citrino, claro, inventum est gravitate specifica 1030.

Quamvis ista quinque experimenta & accuratissima bilance, & magna diligentia facta fuerant; tamen visum est, in majorem rei evidentiam, experimentum subsequens alia ratione instituire.

*Exp. 10. Jan. 15. 1718-19.* Ex vasculis quinque vel sex, sanguine hominum diversorum repletis, omne serum exhausti. Id vero cum sanguine ipso aliquatenus tinctum viderem, quod ad ima fere vascula eductum esset, eo consilio, ut copia feri satis magna pararetur; ea causa quiescere eidem permisi per biduum. Quo tempore cum globuli omnes sanguinei ad fundum subsedissent, serum ipsum purum jam clarumque, ope siphonis capillaris, eduxi in phialam vitream collo angustiore, donec assurgeret ad notam in phialæ collo signatam. Eam deinde phialam sero plenam accuratæ bilanci imposui, & habita ratione ponderis



ris ipsius phialæ, deprehensum est pondus seri granorum  $2284 \frac{1}{4}$ .

Tum effuso sero, phialam aqua fluviali pura replevi ad eandem notam, & inveni pondus aquæ granorum 2219.

Unde elicitur gravitas specifica hujus seri 1029.4.

*Exp. 11. Jul. 14. 1719.* Paravi copiam sanguinis emissam ex arteria temporali, cujus serum, eodem modo ponderatum, fuit gravitate specifica 1028.8.

Adeo prope inter se conveniunt ista experimenta, & in sero hominum diversorum, & diversis anni tempestatibus, instituta, ut tuto admodum, medio inter omnia sumpto, definire possimus gravitatem specificam seri sanguinis humani esse 1029.5, vel numero rotundo, 1030. Quo nullum ex prædictis experimentis longius abest quam parte una circiter millesima; cum inter eadem & experimenta *Boyleana* reperiatur discrimen 160 partium millesimarum.

*Exp. 12. Apr. 6. 1717.* Ad inveniendam gravitatem specificam sanguinis humani, qui, cum admodum tenax fit & subito in coagulum abeat, nequit examinari ope bilancis hydrostaticæ, usus sum phiala colli angustioris; quam replevi, ad notam in collo signatam, sanguine recens ex vena emisso. Hic ad bilancem expensus, eodem modo atque prius in sero factum erat, exhibuit gravitatem specificam 1051.

*Exp. 13. Aug. 5. 1717.* Repleta eadem phiala sanguine ex ipsa vena per infundibulum decurrente, inventa est gravitas specifica 1053.

Cum



Cum hic sanguis in phiala refrixisset, animadverti eundem subsedisse paulum infra notam in phialæ collo signatam: unde, aqua affusa, donec notam attingeret, cum parum interesset, sive aqua, sive sanguis, tantula copia infunderetur, deprehensa est gravitas specifica sanguinis frigidi 1055.

*Exp. 14. Aug. 6. 1718.* Repetito superiore experimento, eodem modo ac anno priore factum erat, iterum deprehensum est pondus specificum sanguinis frige facti 1055.

*Exp. 15. Jul. 14. 1719.* Sanguis arteriosus, cujus sero postea usi sumus in experimento undecimo, eodem modo expensus, inventus est pondere specifico 1052.5.

Cum sanguis iste arteriosus ejusque serum non magis discrepet gravitate specifica a sanguine & sero venoso, quam variæ hujus portiones differant inter se; patet nihil aut parum saltem interesse discriminis, ratione ponderis, inter sanguinem sive ex venis, sive ex arteriis emissum. Docet sane œconomia animalis, serum perpetim auferri ex sanguine arterioso per varias corporis secretiones; sed cum admodum parum in una circumitione exhauriatur, sanguis eadem fere densitate incidit in venas, atque per arterias defertur.

In experimento 13 deprehensum est augeri pondus specificum sanguinis, cum frigesceret, ex 1053 ad 1055: unde licet arguere, pondus specificum sanguinis in 12 experimento futurum fuisse 1053, siquidem & ipsi pariter frigescere permissem. Sumpto itaque medio inter quatuor ista experimenta, usurpari poterit pondus 1054 pro vero pondere specifico sanguinis humani frigescentis.

Discrepat



Discrepat istud pondus partibus millesimis quatuordecim a pondere specifico *Boylei*: id vero minime mirabimur, si animadvertamus virum illum clarissimum non usum esse vasculo in collum angustius abeunte: quod luculenter patet attendentibus historiam experimenti *Boyleani*; unde fieri potuit, ut minimus error in altitudine liquoris capienda, discrimen satis magnum effecerit ponderis specifici.

Habita itaq; gravitate specifica sanguinis 1054, feri autem 1030, sanguis serum superabit pondere quasi una parte quadragesima tertia. Unde luculenter patet coagulum, sive partem sanguinis ex globulis constantem, sero esse specificè gravio-rem; quod ea parte ex sanguine dempta, reliquum, hoc est serum specificè levius reperiatur.

At si definire velimus accuratam istorum globulorum gravitatem specificam, prius invenendum est, quæ sit ratio inter moles duarum istarum partium, sanguinem constituentium, feri, & globulorum. In eum finem bis observavit cl. *Boyleus* pondera coaguli & feri per subsidentiam in vasculo separati. Id vero cum difficillimum sit ut accurate fiat, est etiam animadvertendum, relinqui adhuc serum, copia satis magna, in interstitiis globulorum coagulum constituentium.

Pensatur tamen aliquatenus id incommodum binis aliis experimentis, ab eodem viro cl. factis hunc in modum. Indidit alembico coagulum sero exemptum, & reliquam in eo feri partem per destillationem elicuit, ita tamen ut nec oleum, nec sal volatilis ex eodem educeretur: deinde liquoris destillati, & reliquæ massæ arefactæ, pondera ad bilancem exegit.

Si posteriorum horum experimentorum, una cum binis præcedentibus, ratio ineatur, deprehendetur serum partes decimas quintas quasi trede-



cim sanguinis conficere, unde relinquitur pondus  
coaguli exsiccati  $\frac{2}{15}$ .

Ea vero cum nondum animo meo satisfacerent, vir ingeniosus & chymix peritissimus, *Johannes Brown*, satis magnam sanguinis humani copiam, nempe libras quatuor, uncias quatuordecim, ad chymicam analyfin exegit.

Inde primum elicuit, igne lenissimo, phlegmatici liquoris libras duas, uncias quatuordecim, drachmas sex. Is liquor gravitate specifica ad aquam proxime accedebat, ne integra quidem parte millesima eandem superans, & nares odore foetido, quem exhibent animalium partes inter destillandum, non nisi levissime feriebat. Affusum huic alumen aqua solutum, vix quicquam coaguli induxit; at vitriolum Romanum aqua pariter solutum, coagulum exhibuit satis notabile.

Procedente destillatione, eodem calore, prodierunt adhuc septem uncix phlegmatis sale volatili magis prægantis, quod odore patebat. Erat ejus gravitas specifica 1007; & affusa nunc tinctura Martis optima pharmacop. *Londin.* nunc alumine, aut vitriolo Romano, aqua soluto, coagulum satis magnum subsidere cernebatur. Producta hætenus destillatione compertum est, uncias duas & totidem drachmas in vapores abiisse.

Adhibita deinde majori ignis vi, tertia liquoris portio evecta est, septem unciarum & drachmarum sex. Turbidus is erat, & colore rubicundior, adeoque foetus sale volatili, ut spiritus nomine dignus videretur: deprehensa est autem ejus gravitas specifica 1080.1.

Præbuit reliquum septem drachmas salis volatilis, olei unciam unam, & demum uncias octo semis capitis mortui, adhuc aliquas olei reliquias confitentis, cum flammam conciperet admota lu-



cerna. In posteriori parte operationis avolarunt in auras unciaë tres, septem drachmæ.

Si rationem jam incamus discriminis inter gravitates específicas trium liquorum primo elicitorum, & gravitatem feri, & ad computum revoce- mus eam liquoris partem quæ in auras abierit, cujus pondus specificum non multum abludisse credibile est a pondere liquorum in respectivis processibus elicitorum, patebit, inito calculo, quindecim circiter partes decimas septimas ponderis totius massæ sanguinis tribuendas esse sero, adeoq; coagulum non nisi  $\frac{2}{17}$  totius massæ conficere.

Hinc autem sequetur pondus specificum globulorum sanguinis se habere ad pondus aquæ, in ratione 1277, ad 1000.

Quod si, ex *Boylei* experimentis, tribuamus coagulo  $\frac{2}{15}$  totius massæ, habebitur ejusdem gravitas specifica 1242.

Atqui nimius est, nisi me fallit, uterque computus; cum minime certum sit omnem liquorem prædictum ex sero solo prodiisse. Contra, plusquam verisimile est, elicitam esse magnam ejusdem partem ex ipsis globulis sanguineis; præsertim in fine destillationis, cum, igne fortissimo adhibito, fieri non potuerit, quin ipsorum compages solveretur. Id verò manifesto constat vel solo intuitu coaguli exsiccati, cum sero omni evectoro, id aridum penitus & fragile reperiatur; at globuli coagulum constituentes ante destillationem molles fuerint. His de causis, forsan magis in rem censebitur, si alia ratione quantitatem globulorum invenire conemur.

Repertum est itaque *Boyleanis* experimentis, serum, quod a coagulo separari potest, dimidiam fere partem totius massæ conficere. Quod relin-



quitur coagulum, partim globulis ipsis, partim sero globulorum interstitia replente constat. Hoc autem serum, si globuli formam sphaericam tueantur, reperietur, ex geometricis, coagulo quasi dimidio mole æquale: at minus paulo statuendum est, si globuli, alii aliorum incumbentium pondere, in figuram minus sphaericam comprimantur.

Si istam feri copiam globulis interjectam, sero prius separato addamus, efficietur, serum quasi tres quartas partes, & globulos partem quartam sanguinis constituere. Unde elicitor pondus specificum globulorum ad pondus aquæ, in ratione 1126, ad 1000.

Si autem ponamus globulos conficere partem sextam, quintam, tertiam, vel dimidiam sanguinis, erit eorum pondus specificum respective 1174, 1150, 1102, vel 1078. Adeo ut, quamcunque ex istis hypothesein eligas, globuli serum sanguinis longe superent pondere specifico, & proinde pro vesiculis aerea natura repletis haberi minime possint.

Quæretur itaque forsitan, quo constant isti globuli.

Cui quæstioni quo melius respondeatur, animadvertendum est,

Constare sanguinem phlegmate, oleo, sale volatili & fixo, & terra. Spiritum enim, cum cl. *Boyleo*, censemus phlegmate & sale volatili invicem mixtis componi.

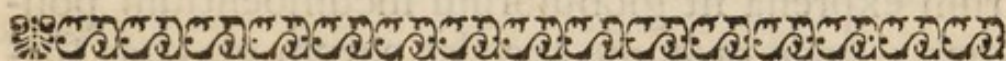
Serum, in analysi chymica, multum phlegmatis, cætera vero principia minima quantitate exhibet. Contra, coagulum phlegmatis minus, cætera autem majori multo copia subministrat.

Ex quibus datis, satis tuto, ut videtur, statui poterit globulos sanguineos constare paucis phlegmate, oleo, salibus, & minimo terræ invicem mixtis.

Quæ



Quæ autem sit accurata invicem proportio horum principiorum; quæ mutationes in corpore humano ex immutata ista proportione oriantur; quo modo, & in qua corporis parte formentur isti globuli; qua ratione formam sphaericam tueantur, ut neque solvantur in sero, nec sibi invicem conglutinentur; quid in pondere eorum specifico mutetur calore aut frigore; & qui effectus proficiantur ex istiusmodi mutationibus, difficile admodum est definire; & tamen hæc tantum momentum obtinere videntur in œconomia animali, ut maxime optandum sit, dari observationes idoneas numero sufficienti, unde istis quæstionibus responderi queat.



### *Additamentum.*

**C**UM ista jam sub prælo essent, sequentia experimenta institui, quibus confirmari cum videretur methodus novissime usurpata, inveniendi gravitatem specificam globulorum sanguinis, visum est eadem hic adjicere.

*Aug. 6. 1719.* Portionem coaguli abscissam, aqua pura leviter abluï, ad auferendos globulos istos, qui post formatum coagulum, e sero subsidentes, eidem non adhærebant. Id deinde chartæ bibulæ imposui, ut exhauriretur liquor superfluus; & postea cum ad libram exegissem primum in aere, deinde in aqua, deprehendi ejus gravitatem specificam 1083.

Altera portio ejusdem coaguli, eodem modo ad stateram examinata, dedit gravitatem specificam 1082.9.

*Sept.*



Sept. 18. 1719. Alius coaguli portio inventa est pondere specifico 1082.1.

Portio coaguli ex sanguine alius subjecti fuit ut 1086.1.

Secunda portio ejusdem habuit pondus specificum 1086.6.

Unde sequitur pondus specificum globulorum non esse minus quam 1084, quod est medium inter pondera definita quinque istis experimentis.

At si concedamus sero globulis interjacenti partem dimidiam molis coaguli, reperiemus globulorum pondus specificum 1138.

Inde autem aliquantulum demere oportet, quod necessario aliqua pars feri, ex interstitiis globulorum expressa sit globulorum incumbentium pondere: unde proxime accedet eorum gravitas specifica ad 1126, quam antea posueramus.









mehercule, non literariam, sed Europæ publicam agi censeas, & vel Lutherum, in philosophia, novum existisse, vel saltem id, quod nuper vidimus, inter adversa regum potentissimorum fœdera disceptari, utrum utri anteponendum videatur.

Et illos quidem animorum motus & certamina, per Europam fere totam jam gliscentia, GEORGII tandem Augustissimi consilio & auctoritate confidisse cernimus: hic autem nullum neque exitum, neque modum reperire est. Nam si ad causas te convertas, unde motus oriuntur corporum, earumque vim & potentiam velis æstimare, ut inde tandem ad effectum existimandum perveniri possit; alia statim, priore fere major, nascitur concertatio. Quippe, fatentibus universis, causas naturales, in effectibus suis consequendis, alias aliud temporis spatium consumere; hi tamen pares esse censent omnes causas, quarum pares sint effectus, nullo habito discrimine, longiore, an brevior tempore effectus isti generati sint: illi, contra, pares effectus ab inæqualibus causis, inæqualibus scilicet temporibus, proficisci posse, atque adeo, in causa qualibet æstimanda, non solum effectus inde orti, sed temporis etiam, quo effectus iste gignitur, rationem ineundam esse statuunt.

Hæc autem nova si abesset altercatio, facile tolleretur omnis controversia. Nam si, quod inter omnes omnium gentium aratores & aurigas convenit, id pariter constaret inter mathematicos, majorem scilicet habendam esse illam potentiam, quæ minore temporis spatio eundem effectum consequitur; certo utique posset æstimari vis corporis moti, ex potentia id corpus impellente, & tempore impulsionis.

Hanc vero admirationem meam, magna ex parte, sustulit hospes ex Germania recens, qui dissensionem istam casu primum, & levi illustris mathematici



matici lapsu, ortam, contentione deinde, & partium studio, longius protractam, innuere videbatur. Quærenti enim mihi, quibus potissimum argumentis freti, nullam temporis rationem habendam esse contenderent philosophi *Leibnitianæ* sententiæ faventes, qui nullum adducerent experimentum ad novam suam doctrinam comprobendam, quin, pari facilitate, ad veterem, & omnibus hæctenus communem, confirmandam traduci posset, si modo computus iniretur temporis, quo quæque causa effectum suum consequeretur: Quod, inquit, tu mihi tempus narras? An ergo nobilissimis per Europam mathematicis in consilium adhibendum censes delirum illum senem, fronte capillatum, ab occipite calvum, qui alis & falce ornatus in puerorum terrorem incedit, adeo vecordem insuper, ut nihil unquam moliat, quod ipse postea demoliri non consueverit, quique etiam nuper iudicum sententia damnatus est? Quodnam, inquam, ob delictum, antiquissimus deorum? Tum ille. An tu unus ex omnibus mortalibus ignoras, quid divæ *Mathefi* nuper in Germania acciderit? Immo, nihil, inquam, audivi: narra, obsecro. Is autem, Scis profecto senem illum, a vetustissimis temporibus, tanta omnium rerum peritia, tanta existimatione fuisse, ut sine illo nihil unquam magnum nec dii, nec homines aggredierentur; ut fama sit Jovem etiam, cum rerum naturam conderet, hujus potissimum & divæ *Mathefeos* opera uti voluisse. Argumento est, multam utriusque mentionem fieri in reconditis illis mysteriis, quæ ipsa diva *Newtonum* docuit, de stellarum cursibus errantium.

Divæ certe *Mathefi* adeo semper familiaris fuit, ut nihil absque illo moliretur. Hic operum omnium socius, hic itinerum comes perpetuus; adeo ut quum *Syracusas* etiam iret, *Archimedi* auxilio futura,



futura, in tellure loco dimovenda, res exitu caruerit, quod senex noster operi tam diuturno non vacaret.

Tantam amicitiam casus abruptit. Cum enim diva, hoc duce, per anfractus quosdam & abrupta montium Germanorum nuper incederet, & oborta subito caligine, ducem, longius forte præeuntem, non videret, repente \* in altum corruit; unde toto fere corpore, facie præsertim, miserum in modum afflicta est. Cui præclarus ille dux, qui ancipiti in loco, manum ei, & foeminæ, & delicatulæ, tendere debuisset, sublato cachinno, Pol, inquit, domina,

Te, maris, & terræ, numeroq; carentis arenæ Mensorem, dejectus iste tantus fefellisse minime debuerat: at certe, nisi oculos prorsus occæcasset *Rhenanum* matutinum, ducem saltem, non ita longe præcedentem, cernere potuisses. Manu deinde sublevare voluit: at illa, improbitate offensa, longe a se abesse iussit; & tandem rusticorum opera sublata, barbitonorum quorundam curæ se permisit; hujus opem, licet medicorum omnium & chirurgorum præstantissimi, constanter repudiavit. Illi ergo, cum remediis, quæ ad manum essent, uterentur, & quidem pro emplastris argillam udam adhiberent, fasciarum autem loco, vulnera obligarent laminis chalybeis elasticis, quarum in vicino forte pago erat fabrica ad usum horologiorum; eam non claudam modo, sed ita deformem reddiderunt, & cicatricibus foedam, ut pulcherrimæ omnium matronæ facies agnosci amplius non potuerit. Unde, quod foeminæ solent, formæ injuria accensa & implacabilis, senem maleficii reum egit, lege *Cornelia*; tanquam eam, non per incuriam, aut imprudentiam, sed data opera in præceps dejecisset.

\* Act. erudit. Lipsiens. ann. 1686.



Sedebat autem pro tribunali illustrissimus *Leibniti*us, a lateribus viri præstantissimi, *Hermannus*, *Wolfius*, *Gravesandius*, *Bernoullius*, & genus univ-  
ersum *Bernoulliorum* præter *Jacobum*; alii com-  
plures. Reum accusabat ipsa, oratione sane aspera  
& vehementi: defendebant *Galilæus*, *Newtonus*,  
*Hugenius*, *Varignonius*, societas regia *Londinensis*  
integra, academia regia *Parisiensis* tantum non in-  
tegra, alii plures patroni. Tandem causa accu-  
rate cognita, pronuntiarunt omnes uno ore judi-  
ces integerrimi, sceleratum istum senem, capilli-  
tio & alis per carnificem abscissis, falce autem in  
fiscum redacta, ad inferos ablegandum.

Atrox omnibus videbatur sententia; & alii  
quidem miserabantur, alii mussitabant judices mi-  
sellum prius male odisse, non alia causa, quam  
quod ipsis in re mechanica occupatis molestus  
semper & importunus occurrere consueverit, &  
omnino habendam esse sui rationem clamitaret.  
Ipse ad posteros provocabat, & magna voce, fa-  
mæ judicum minitabatur. Tandem, multis de-  
precantibus, mitigata est pœna, ita tamen ut ab  
omnibus provinciis exularet mathematicis & me-  
chanicis, donec fato functi essent judices universi,  
præter \* *Danielem Bernoullium Johannis filium*,  
hoc autem uno superstite reverti liceret; interim  
delegatis ex ipsorum numero traderetur, qui eum  
vili aliquo ministerio perpetim occuparent. Hi  
ergo, quum labori cuivis graviori perferendo im-  
parem existimarent, consilio inter se capto, tan-  
dem re sartoria decreverunt senem exercere; &  
chlamydes quasdam veteres *Newtonianas* nacti, has  
eum resarcinare, invertere, laciniis inauratis, pa-  
trio nostro more, ornare, suis denique humeris  
aptare coegerunt. Ita quidem ipsi magnifice in-  
cedunt; at miserum senem dies noctesque exer-

\* Comment. academ. scient. imperial. Petropolit. tom. I.



cent & consumunt. Ille, fordidum laborem indignans, lacertos ostentat, onera deposcit aut fodinas, vires sibi esse vociferatur ad moles maximas quascunque, arces, urbes, regna, orbem immo terrarum sedibus divellendum. Frustra: surdis auribus canitur. Jurat itaque iratus per Stygen & Phlegethonta, nullam unquam machinam, nullum experimentum, argumentum denique nullum, ad causam suam tuendam, adducturos *Leibnitianos*, quod non ipse, cum iis, qui sui rationem habeant, nullo negotio in ipsorum capita retorsurus sit.

Hæc hospes; ludens forsitan. Atqui nobis videtur serio dolendum, quod, istis altercationibus, scientia omnium nobilissima pulcherrimaque imperitis in ludibrium propinetur; discentibus interim incertis, quem potissimum auctorem sequantur; eruditi autem & ad pomœria disciplinæ utilissimæ proferenda nati, alii in causa quisque sua defendenda, alii vero longe pejus & inutilius occupati sint alienis inventis in novam formam transmutandis, & ad suam opinionem accommodandis; furibus autem & plagiariis, hac data occasione, omnia plena sint.

Tanto itaque reipublicæ literariæ malo cum vehementius animo commoverer, cupido me incessit argumenta aliqua conquirendi, etsi non meliora hæctenus allatis, tamen disceptationi, si possem, minus opportuna, quibus spes esset minui posse istam controversiam. Quod cum facio, ne quis, oro, me censeat meipsum pro iudice, sive dictatore quodam, inter eruditos venditare: sane, Non ea vis animo, nec tanta superbia. Novi nimium vires meas, quantulæ sint: scio, quanto omnibus illis qui ex utraque parte in hanc arenam descenderint, & ingenio & doctrina postponendus sim. Itaque si mihi, post visos aliorum conatus,

I

huic



huic malo opis attulisse aliquid contigerit, putabo me non optimum medicum, sed novissimum, accessisse. Hunc autem in finem, præmittendæ sunt propositiones aliquot; quas si, ante paucos annos, priusquam studia contentione incaluissent, axiomatum loco concedi mihi postulassem, id profecto nemo recusasset. Jam vero, cum altercationibus nihil vacet, utique omnia demonstranda sunt.

### P R O P O S I T I O I.

Si corpori cuicumque, vi quacunque motrice prædito, adjiciatur insuper altera vis motrix priori æqualis; habebit corpus illud vim motricem prioris duplam.

#### *Demonstratio.*

Ex uno ad unum æquale adjecto fiunt duo: estq; numerus binarius unitatis duplex. Id autem non in numeris solum, sed in omnibus naturis, quæ mensuram, & proinde æqualitatem recipiunt, pariter locum obtinet. Ergo, si vi motrici cuicumque addatur secunda vis motrix prioris æqualis, erit vis motrix, ex duabus æqualibus composita, alterutrius earum duplex. Q. E. D.

### P R O P O S I T I O II.

Plurium quotcunque corporum, æquali vi motrice præditorum, vis motrix unita æqualis est summæ virium motricium singulorum corporum.

#### *Demonstratio.*

Ostenditur eodem modo, ac in propositione superiore factum est, cum nihil vetet vires motrices æquales quotcunque in unam summam redigi per additionem.

*Coroll.*



*Coroll. 1.* Cum multiplicatio non fit nisi multiplex additio, habebitur corporum omnium vis motrix unita, multiplicando vim motricem unius cujuscunque corporis, per numerum corporum.

*Coroll. 2.* Dividendo vim motricem unitam omnium corporum, per eorundem corporum numerum, elicitur vis motrix unius corporis seorsim a reliquis sumpti.

### P R O P O S I T I O III.

Data pressio, dato tempore, generat vim motricem datam.

#### *Demonstratio.*

Causarum æqualium æquales sunt effectus, omnibus fatentibus; saltem nisi disputetur de habenda, aut non habenda ratione temporis, quo causa quæque effectum suum consequitur. Tollitur autem ista disceptatio, ponendo tempus datum. Itaque, cum vis motricis alia nulla causa ponatur, præter pressionem, data utique pressione, dabitur vis motrix Q. E. D.

Accedimus jam ad propositionem primariam de vi motrice corporum, quam triplici demonstratione, ex tribus propositionibus præmissis, muniemus, ne quis forte nobis in una aut altera demonstratione paralogismus obrepserit. Triplex autem nodus non facile.

### P R O P O S I T I O IV.

Dati corporis vis motrix est in ratione celeritatis.

#### *Demonstratio.*



*Demonstratio I.*

1. In mensam *FGIH*, *Tab. III. Fig. 10.* planam, horizontalem, & plano horizontali insistentem, rotulis subjectis instructam, ut ope idonei machinamenti adjuncti, nunc antrorsum, nunc retrorsum, secundum longitudinem *IH*, ipsius mensæ, moveri possit æquabili velocitate, adigatur paxillus *B*, cui adfigatur alterum extremum *B*, laminæ elasticæ *BC*. Retrahatur altera extremitas *C*, laminæ hujus *BC*, usque ad *D*; deinde resiliendo per vim elasticam, & irruendo in corpus *A*, impellat id corpus per lineam *AE*, mensæ longitudini *IH*, parallelam, usque ad *E*. Cognita autem habeatur, per experimenta sæpius repetita, celeritas, qua corpus *A*, post ictum laminæ elasticæ, percurrat lineam *AE*.

2. Reponatur jam in sedem priorem corpus *A*, & quiescente lamina elastica, trahatur mensa, ope machinamenti prædicti, secundum lineam *AE*, eadem præcisa celeritate, atque corpus *A* prius obiverat eandem lineam *AE*. Jam itaque corpus *A*, licet relative ad mensam quiescens, revera ciebitur eadem celeritate ex mensæ motu, quam prius conceperat ex ictu laminæ elasticæ; & proinde vis motrix ejusdem *A*, ex motu mensæ concepta, æqualis erit vi motrici, qua prius laminæ opera ciebatur.

3. Perstante hoc motu mensæ, lamina elastica retracta ad *D*, & inde dimissa, feriat iterum corpus *A*. Jam in mensa feretur corpus *A* eadem velocitate, sive eodem tempore percurret lineam *AE*, atque prius fecerat mensa quiescente; cum eadem sit lamina, æqualiter retracta, & incidat in idem corpus, eodem loco positum, atque antea. Unde adjicietur corpori *A*, vis motrix altera, æqualis vi motrici jamjam insitæ ex motu mensæ. Ergo per *Prop. I.* habebit jam corpus *A* vim motricem



motricem prioris duplam; & cum celeritas quoque prioris sit duplex, patet vim motricem esse in ratione celeritatis. Q. E. D.

*Scholium.* Ex sententia *Leibnitiana*, deberet lamina, inter motum mensæ, vim motricem triplicem corpori adjicere; & vim quintuplicem, si mensa duplici celeritate ferretur, &c. Porro, cum retrorsum ageretur mensa simplici velocitate, destrueret solum lamina vim motricem simplicem ex mensæ motu conceptam; cum duplex esset velocitas mensæ retrorsum actæ, lamina vim triplam corpori auferret, cum triplex, quintuplicem, &c. Quæ qui explicarit, quomodo proficisci queant ex ejusdem laminæ æquali ictu, is erit mihi magnus Apollo.

#### *Demonstratio II.*

Cum aquis fluentibus objicitur superficies plana quæcunque, vis impressionis in illam superficiem ab aqua factæ, rationem obtinet duplicatam celeritatis aquæ: quod cl. *Mariotti* experimentis compertum est. Atqui vis hujus impressionis, est ut vis motrix unita omnium illarum aquæ particularum, quæ puncto temporis, sive tempore infinite parvo, in superficiem impingunt. Unde per *Coroll. 2. Prop. II.* dividendo quadratum celeritatis, per numerum particularum impingentium, h. e. per celeritatem (nam est numerus particularum impingentium ut celeritas aquæ) habetur vis motrix unius particulæ aquæ, in ratione celeritatis. Q. E. D.

*Scholium.* Secundum *Leibnitianos* deberet vis impressionis reperiri in ratione triplicata celeritatis, cum numerus particularum impingentium sit ut celeritas, & vis motrix cujusque particulæ, ut quadratum celeritatis. *Demon-*



*Demonstratio III.*

Interponatur lamina elastica, complicata & compressa, inter corpora inæqualia A, B, *Tab. III. Fig. 11.* deinde resiliendo & sese explicando nitatur lamina in utrumque corpus. Orientur ex hoc nisu, sive pressione, celeritates corporum A, B, in ratione reciproca ipsorum corporum. At cum, omni temporis puncto, eadem præcise pressio incumbat in corpus A, atque in corpus B, & persistat hæc pressio, præcise per idem tempus, ad utrumque corpus; erunt vires motrices horum corporum sibi invicem æquales, per *Prop. III.* Ergo, vis motrix alterutrius corporis est in ratione composita, ex ratione massæ, & ratione celeritatis. Itaque, quoties datur massa, vis motrix est in ratione celeritatis. Q. E. D.

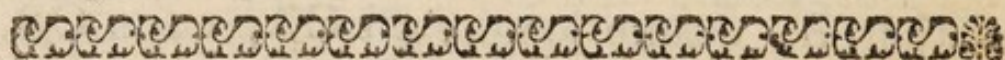
*Scholium.* Reponetur forsitan ad eludendam hanc demonstrationem, laminam nostram concipi posse, per punctum quiescens in C, ita dividi, ut partes CA, CB, sint in ratione inversa corporum A & B; & partem CA unice niti in corpus A, partem CB in corpus B; & proinde vim motricem tanto majorem communicari corpori A, quam corpori B, quanto longior est CA, quam CB. Atqui concessio, quiescere punctum C, tamen, cum tota lamina, & omnis ejus particula, omni temporis puncto, æqualiter nitatur in utramque partem, tam versus B, quam versus A; patet æqualitatem pressionis in utrumque corpus, hoc argumento minime tolli.

Liceat mihi, hoc loco, viros celeberrimos, qui *Leibnitianas* partes tuentur, hortari & invitare, ut aliquod nobis opponant experimentum, ubi temporum æqualitas servetur, sicuti in hac nostra demonstratione factum est. Id si facere dignati fuerint,



fuerint, me ipsis discipulum, parum id quidem est, at multos, egregios ausim promittere. Equidem perinde esse dicitur, breviorē, an longiorē temporis spatio, vires motrices corporibus communicentur. Esto. At perinde esse fatendum est, si æquali tempore communicentur; & profecto magnæ infelicitatis est, quod omnia experimenta ab ipsis hæcenus adducta, ob inæqualitatem temporum elusa sint.

Id vero si quis facere volet, aut etiam hæc nostra impugnare, oro, principiis utatur claris, certis, utrinque, ante ortam hanc controversiam, receptis; aut, si quid novi adducat, id demonstratione prius muniatur: aliter si fecerit, oleum sane operamque perdiderit. Nam ubi difficultas aliqua objicitur, hypothesin illico, ad eam expediendam, pro libitu fingere, quod sane frequentissime fieri videmus, tum in aliis scriptis physicis, tum in hac ipsa controversia, ut indignum est viro mathematicis literis erudito, ita nihil facilius. Des modo ubi consistam, inquit *Archimedes*, terram movebo. Des, inquam, non *Archimedi*, sed etiam mihi, quilibet fingere, & quicquid velim demonstravero.



### *Additamentum.*

Q Uum ista jam absoluta essent, & typis mandarentur, venit mihi in mentem argumenti cujusdam, a celeberrimo philosopho, ad causam *Leibnitianam* tuendam allati, quod nulla temporum inæqualitate laboraret. Id autem si hic negligerem, aliquis forsan, quod ego supra fieri desideraverim, illud jamdudum præstitum fuisse existimaret.



existimaret. Unde, etsi consilium nobis fuerit, veritatem potius ipsam confirmare, quam adversariorum rationibus, tam multis præsertim, & pene infinitis, refellendis immorari, hoc tamen argumentum necessario videtur ad examen esse revocandum.

Nititur autem principio sequenti, omnibus notissimo.

Si insit corpori *A*, *Tab. III. Fig. 12.* vis aliqua, qua, dato tempore, percursurum sit id corpus lineam, *AB*; & eidem corpori insit alia vis, qua, si prior vis abesset, eodem dato tempore, percursurum sit lineam, *AC*, priori lineæ, *AB*, normalem; corpus, his duabus viribus conjunctis, describet, dato illo tempore, diagonalem, *AD*, parallelogrammi rectanguli, *ABCD*.

Hoc præmissis, vir doctissimus hunc in modum argumentatur.

Quoniam vis impellens corpus, *A*, secundum directionem, *AB*, neque auget, neque minuit vim corporis secundum directionem, *AC*; & pariter, vis secundum *AC*, neque auget, neque minuit vim corporis secundum *AB*: itaque, quum hæ vires concurrunt ad producendum motum corporis secundum lineam, *AD*, erit vis, ex duabus composita, secundum diagonalem, *AD*, æqualis aggregato virium duarum secundum lineas, *AB*, *AC*. Unde, postea, facile conficitur, has omnes vires esse inter se, ut quadrata celeritatum.

At latet paralogismus. Nam, etsi vires duæ primo positæ non augeant, aut minuant se invicem, quamdiu in propriis directionibus versantur, *AB*, *AC*; tamen, cum corpus, unitis his viribus, deferendum est per diagonalem, *AD*, tum utique se invicem minuunt, quod altera alteri ex parte adversetur. Resoluta enim vi, *AB*, in vires



duas,  $AE$ ,  $EB$ , & resoluta pariter vi,  $AC$ , in vires,  $AF$ ,  $FC$ , patet vires duas æquales,  $EB$ ,  $FC$ , sibi mutuo adversari, & se invicem destruere; reliquas autem vires,  $AE$ ,  $AF$ , conficere vim compositam, qua describitur diagonalis,  $AD$ , cui æquantur duæ lineæ  $AE$ ,  $AF$ . Quarum itaque virium,  $AE$ ,  $AF$ , non virium,  $AB$ ,  $AC$ , aggregato æqualis est vis secundum diagonalem,  $AD$ .

Aliud etiam vidi, huic affine, & eodem proposito adductum, argumentum a summo mathematico, longe subtilissima ratione concinnatum; quo corpus, certa velocitate latum, comprimit laminam elasticam unam; idem, dupla celeritate præditum, similiter comprimit laminas elasticas quatuor, priori similes & æquales, aliam tamen ex alia, directione corporis toties mutata. Verum & illud quoque, si quis accuratius excutiat, eodem paralogismo laborare non difficulter apprehendet.

Quod si reducatur hoc experimentum ad casum illum simpliciorum, quo corpus, dupla celeritate præditum, quatuor laminas elasticas, juxta positas & conjunctas, simul & uno impetu comprimit; tum utique urgebitur hoc argumentum communi omnium *Leibnitianorum* argumentorum vitio, ob inæqualitatem temporum; cum corpus dimidio tempore comprimat quatuor laminas, h. e. dimidio tempore laminarum nisum & resistentiam experiatur.

Pauca adhuc ut adjiciamus, cogit nobile illud, & ab omnibus decantatum experimentum, \* quo globi duo, pari diametro, at pondere dispari, a diversa altitudine cadendo, in seivum gelatum impingunt: quod a celeberrimo marchione *Poleno*, viro, nemini concertantium, aut ingenio, aut

\* Polenus de Castellis.



doctrina secundo, candore autem & veri cognoscendi studio tantum non omnes superante, ante plures annos institutum est; aliis postea imitantibus. Repertum est autem, pares in sevo foveas, h. e. pares effectus, casu globorum fieri, cum altitudines, unde globi deciderent, seu quadrata celeritatum cadentium globorum, ponderibus eorundem reciproca proportione responderent. Unde aperte inferri videbatur, vires eorum globorum, quibus pares effectus gignerentur, pro paribus esse habendas: hoc est, vim motricem utriusvis globi metiendam esse pondere ejusdem, & quadrato velocitatis.

Id vero experimentum, qua ratione, salva veteri doctrina, explicari posset, fuscè dudum & dilucide exposuit \* vir supra meas laudes positus, quippe cui *Newtonus* ipse luculentum & perenne testimonium dederit, *Henricus Pembertonus*. Mihi fat est, hoc in loco, indicare, inæqualia esse tempora, quibus fiant istæ foveæ; globum nempe velociorem breviori temporis spatio ad imam foveam pervenire, quam tardiozem. Quod etsi dubium videatur laudatissimo marchioni, quia oculorum acie, cerni nequit, & † *foveæ in sevo effectio momentaria esse videtur*; tamen hoc uno argumento evincitur, quod toto itinere, a summa fovea ad fundum usque, levior ex globis velocius moveatur. Hoc autem sequitur ex illa ipsa hypothese, qua demonstrationem *Pembertonianam* impugnat vir clarissimus. Quippe, cum ponit, *vires, in utroque globo, quæ amittuntur in spatiis æqualibus penetrandis, debere esse æquales*, ponit utique æquales globorum vires reliquas, & proinde

\* Philosoph. Transact. No 371.  
Anton. Co. de Comitibus.

† Poleni epistola ad



majorem ponit levioris globi celeritatem, in omni foveæ profunditate.

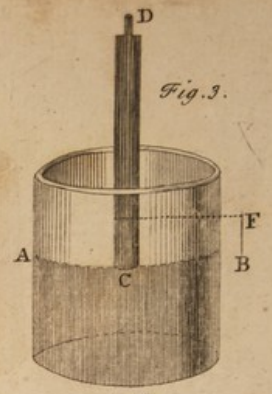
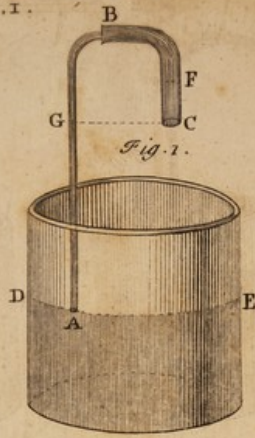
Nescio an res clarior reddi possit: experiamur tamen, & quidem alia via.

Liceat itaque mihi, pace doctissimi *Poleni*, sevi gelati loco, laminas elasticas duas æquales, five complicatas, five spiræ in modum contortas, globis cadentibus objicere. Laminas autem istas feriant globi, cadendo, ut prius, ab altitudinibus in ratione inversa ponderum globorum. Comprimuntur inde laminæ in spatia æqualia; sicuti prius æquales erant factæ foveæ in sevo gelato: hoc est, uterque globus edet parem effectum. At tempore dispari. Nam globus velocior breviori temporis spatio comprimet laminam, quam globus tardior. Porro cum globi, renitentibus laminis, vires motrices integras amiserint, & ad quietem jam pervenerint; laminæ, resiliendo, & sese explicando, pristinam celeritatem reddent utrique globo; at leviori globo, breviori tempore, quam graviori. Quæ omnia constant ex doctrina elasticorum, adversariis & nobis communi.

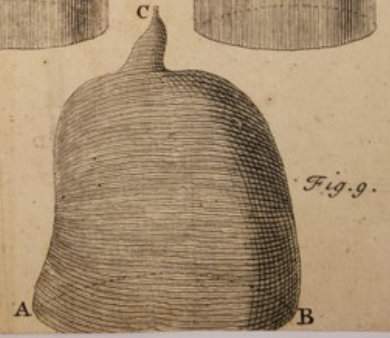
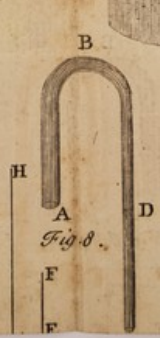
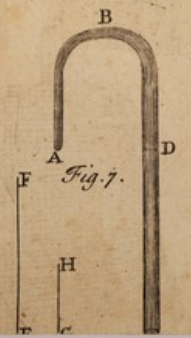
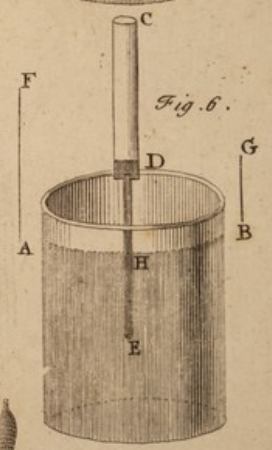
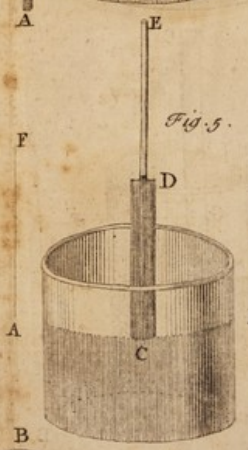
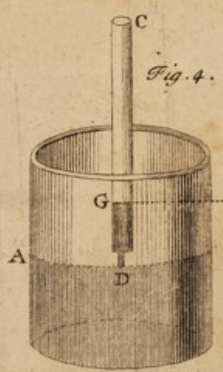
Ceterum, nequa quæstio moveatur de actione gravitatis in globos, ipso illo tempore, quo laminæ a globis comprimuntur; præstat, globos iisdem, ac prius, velocitatibus, in plano horizontali decurrentes, in laminas, ex adverso, ipsorum cursui objectas impingere. Tum vero evidenter patet, ut id obiter dicam, globum utrumque, quum per æqualia quævis spatia laminas compresserint, æquales laminarum resistentias experiri, globum autem leviolem unamquamque illarum resistentiarum, minore temporis particula experiri, quam graviorem: pariter ut globos sevim penetrantes eandem pati resistentiam, dum globi ipsi portiones æquales cedentis substantiæ premerent,



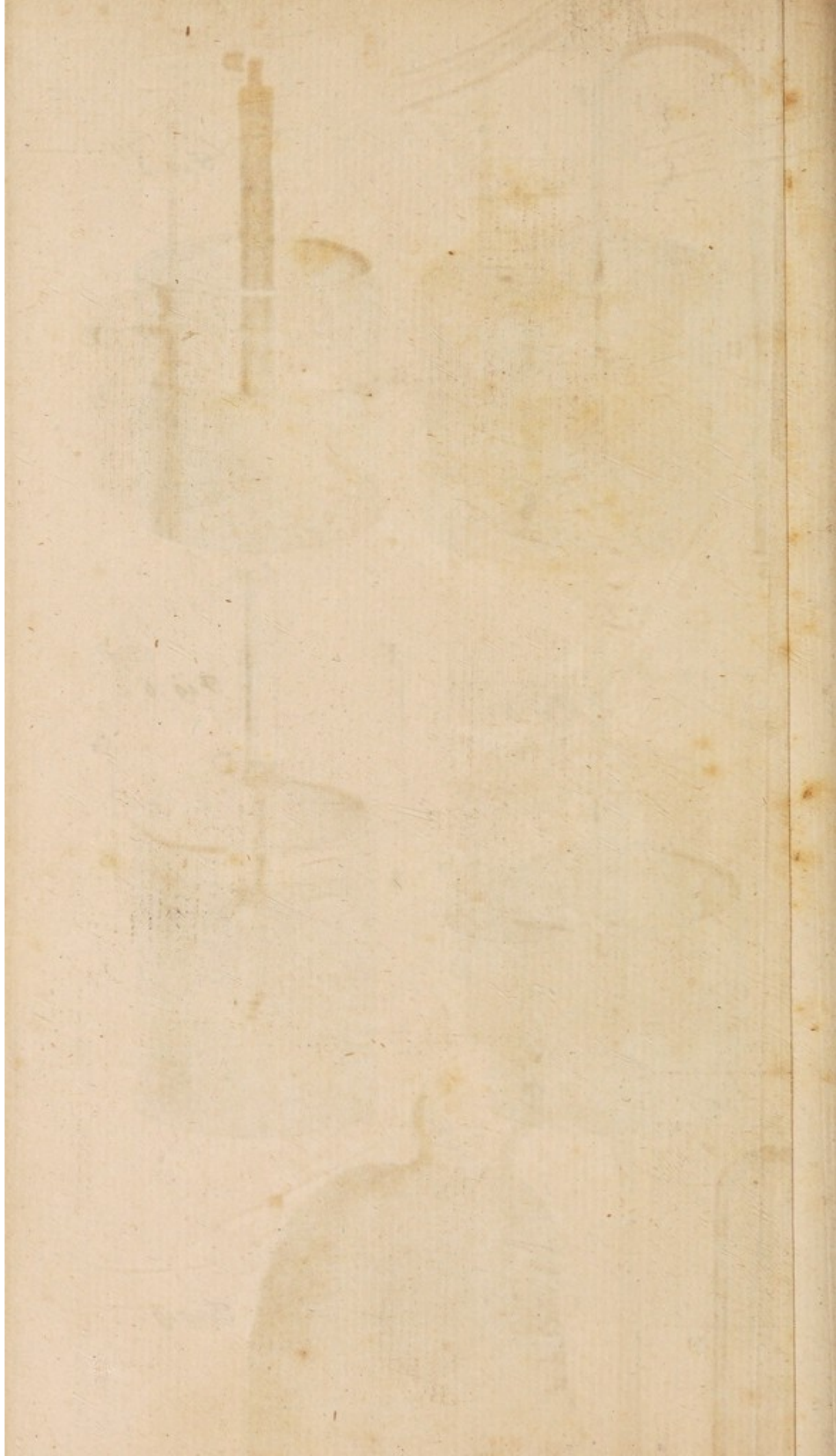
Tab. I.



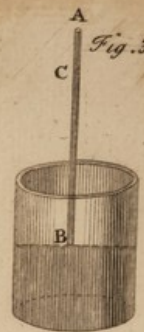
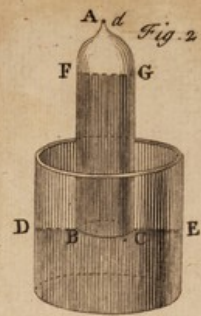
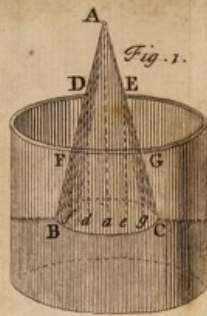
ANATOMICAL  
INSTITUTE



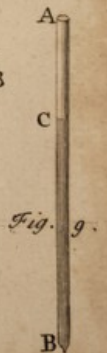
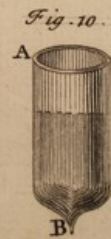
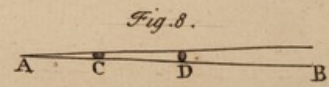
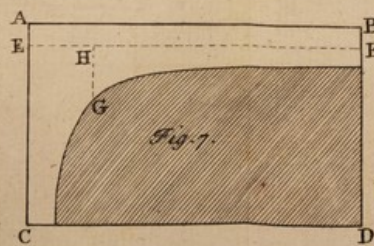
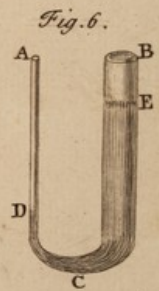
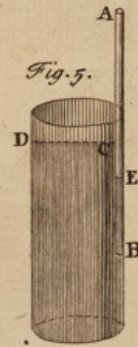
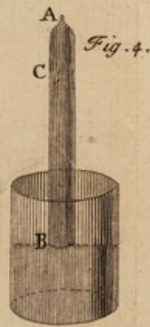








ROYAL  
ACADEMY OF SCIENCES  
AND ARTS  
OF THE CITY OF PARIS



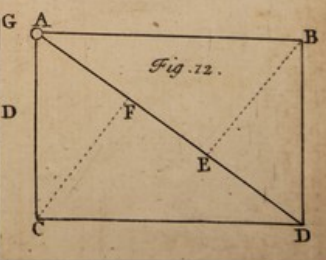
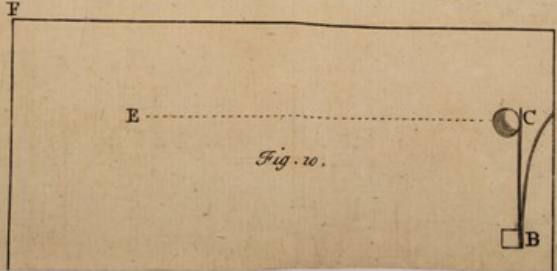
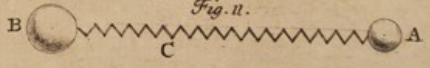
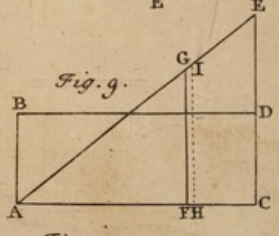
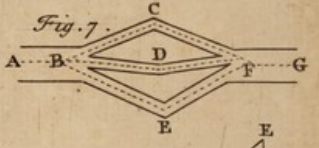
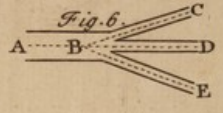
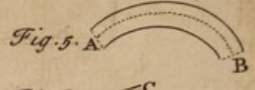
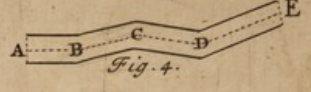
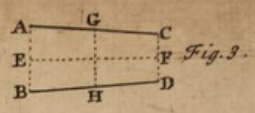
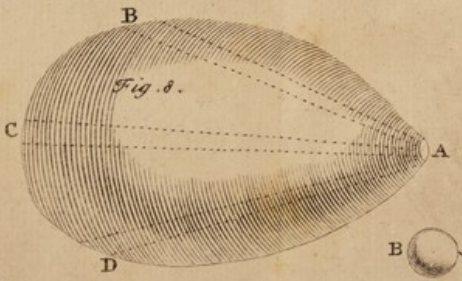
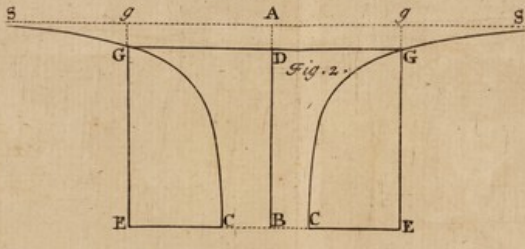
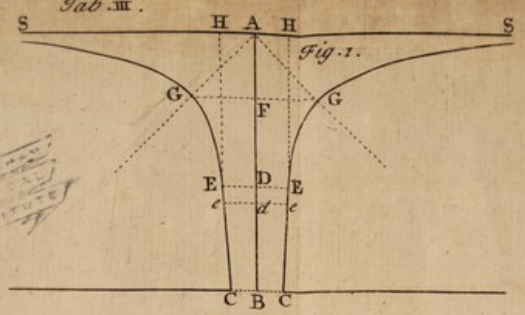




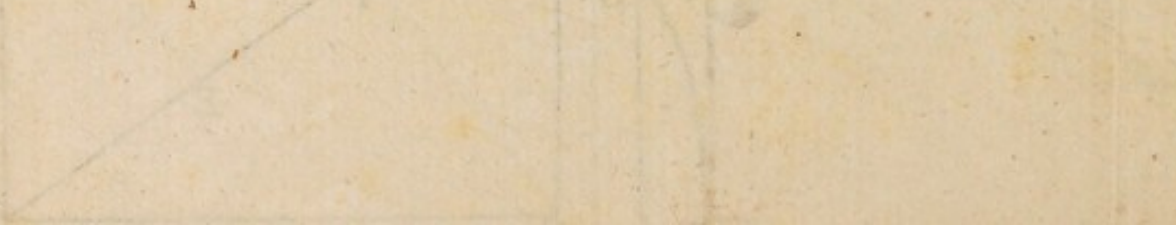
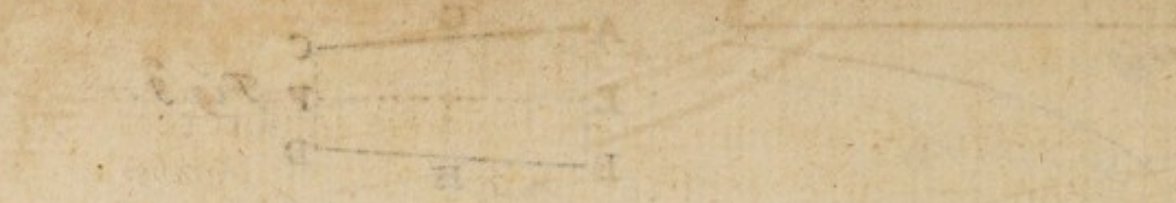


Tab. III.

WIRTSCHAFTS  
INSTITUTE









premerent, globum autem leviozem minori tempore pati istam resistantiam docuerat cl. *Pembertonus*; quod nobilissimo *Poleno* omnium durissimum & maxime alienum, in demonstratione *Pembertoniana* videbatur.

Itaque jure nostro videmur posse concludere, nullo ex his argumentis satis factum esse nostro desiderio.

I N I S.

E R R A T U M.

**P** Ag. 28. Lin. 32. l. firmissimorum,







CATALOGUS Librorum prostantium  
apud GUL. INNYS.

1. Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica Auctore  
Isaaco Newtono Equite Aurato. Editio tertia aucta  
& emendata.

2. Optice, sive de Reflectionibus, Refractionibus, Inflexi-  
onibus & Coloribus Lucis. Libri tres. Auctore Isaaco New-  
ton, Equite Aurato. Latinè reddidit Samu. Clarke, S. T. P.  
Editio secunda, auctior. 8vo. 1719.

3. Analysis per Quantitatum Series, Fluxiones, ac Diffe-  
rentias cum Enumeratione Linearum tertii Ordinis. 4to.  
1711.

4. Arithmetica Universalis, sive de Compositione & Reso-  
lutione Arithmetica Liber. Edit. secunda. 8vo. 1722.

5. Geometria Organica, sive Descriptio Linearum curva-  
rum universalis. Auctore Colino Mac-Laurin Matheseos in  
Collegio novo Abredonensi Professore, & Reg. Soc. Socio.  
4to. 1720.

6. Epistola ad amicum de Cotesii Inventis Curvarum ra-  
tione, quæ cum Circulo & Hyperbola comparisonem ad-  
mittunt, cui additur appendix. 4to. 1722.

7. Methodus Incrementorum directa & inversa. Auctore  
Brook Taylor, L. L. D. & Regiæ Societatis Secretario. 4to.  
1717.

8. Elementa Arithmeticæ Numerosæ & Speciosæ, in usum  
Juventutis Academicæ, Auctore Edv. Wells, S. T. P.

9. Analysis Æquationum Universalis; seu ad Æquationes  
Algebraicas resolvendas Methodus generalis & expedita, ex  
nova infinitarum serierum methodo, deducta ac demonstrata.  
Editio secunda, cui accessit Appendix de infinito infinitarum  
serierum progressu ad æquationum Algebraicarum radices eli-  
ciendas, cui etiam annexum est, de spatio reali, seu ente in-  
finito conamen mathematico-metaphysicum. Auctore Joseph  
Ralphson, A. M. & Reg. Soc. Socio. 4to.



