

Dissertatio physica de motu corporum ... / defendent T.F.J. Koenig, T.B.C. Enslin [and others].

Contributors

Koenig, Theodorus Friedrich Jacob.
Enslin, Tobias Benignus Christophor.
Kies, Johann, 1713-1781.
Universität Tübingen.

Publication/Creation

Tübingen : J.A. Sigmund, 1774.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/gnsnvkk5>

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
<https://wellcomecollection.org>

DISSERTATIO PHYSICA

DE

MOTV CORPORVM

QVAM

SVB AVSPICIIS DIVINIS

RECTOR E

VNIVERSITATIS EBERHARDINO-CAROLINAE
MAGNIFICENTISSIMO,

SERENISSIMO AC POTENTISSIMO DVCE ET DOMINO,

DOMINO

CAROLO

DVCE WIRTEMBERGIÆ AC TECCIÆ rel. rel.

PRÆSIDE

JOHANNES KIESIO,

VNIVERSITATIS ET COLLEGII ILLVSTRIS PROF. PHYSICES
ET MATHESEOS P. O. REGIÆ SCIENTIARVM ACADEMIÆ
BEROLINENSIS MEMBRO,

PRO OBTINENDIS SVMMIS IN PHILOSOPHIA HONORIBVS

Die Aug. MDCCCLXXIV.

PVBLICE DEFENDENT

THEODOXVS FRIDERICVS JACOBVS KOENIG, *Bischofsheim.*
TOBIAS BENIGNVS CHRISTOPHORVS ENSLEN, *Stuttgard.*
CHRISTOPHORVS FRIDERICVS HELLWAG, *Calvensis.*
GVILIELMVS FRIDERICVS HELLWAG, *Canstadiensis.*

MAGISTERII PHILOS. CAND. IN STIP. THEOL. TVBINGENSI.

TVBINGÆ,

IMPRIMEBAT JOH. AD. SIGMVND.

10

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

OFFICE OF THE DEAN
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

OFFICE OF THE VICE CHANCELLOR
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

OFFICE OF THE CHIEF OF POLICE
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

OFFICE OF THE CHIEF OF SECURITY
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

OFFICE OF THE CHIEF OF COMPLIANCE
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607



§. 1.

In explicatione cursus annui Physices *Segnerianæ* sæpe animadverti, nonnullis meorum DDnn. Auditorum difficile intellectu esse, si in tractatione de *motu corporum* spatia per areas triangulorum, celeritates & tempora per lineas rectas, vires, unde motus corporum generatur, per pondera vel gravitatem in superficie telluris exprimantur, hinc congruum duxi, his aliisque cognatis argumentis in hac tractatione lucem aliquam affundere.

§. 2.

Et ut ordine procedamus, ab initio statim observamus, in geometria multo subtiliores rationes exhiberi posse, quam in arithmetica, & sæpe tales, quæ arithmetice considerando finitum terminorum numerum respuunt, quæ vero in geometria exacte dari possunt; ita v. gr. ratio diagonalis quadrati ad latus ejusdem quadrati numericam expressionem finitam non admittit, quia $\sqrt{2}$ seriem numerorum infinitam exhibet 1, 4142635..... in infin.; in geometria autem $\sqrt{2}$; $\sqrt{3}$; $\sqrt{5}$; $\sqrt{6}$; $\sqrt{7}$ &c. per lineas rectas finitas sistuntur. Fig. I. sit aa , a 1 unitas, erit linea a_1 cui æqualis facta est $a_2 = \sqrt{2}$; a_2 vel æqualis $a_3 = \sqrt{3}$; $a_5 = \sqrt{5}$ &c.



§. 3.

Hæc scala geometrica tam multiplicationi quam divisioni quadratorum infervit. Sit fig. 2. quadratum datum, quæritur latus quadrati tripli, vel cujus area sit triplo major area quadrati dati, solutio hæc est. Construitur quarta geometricè proportionalis $a_1 : a_3$ (fig. 1.) = AB (fig. 2.): latus quadrati tripli. Reciproce: si latus quadrati subtripli (fig. 2.) inveniendum sit, construitur quarta proportionalis $a_3 : a_1 = AB : \text{latus quadrati subtripli}$.

§. 4.

Et ope problematis geometrici: *invenire inter duas lineas rectas datas mediam geometricè proportionalem*: multæ aliæ rationes geometricè exhiberi possunt. Sint lineæ datæ p & q erit media geometricè proportionalis \sqrt{pq} , & $p : \sqrt{pq} = \sqrt{p} : \sqrt{q}$ jam inter p & \sqrt{pq} quærat iterum media geometricè proportionalis, quæ erit $\sqrt{p\sqrt{pq}} = \sqrt[4]{p^3q}$ & $p : \sqrt[4]{p^3q} = \sqrt[4]{p} : \sqrt[4]{q}$. & ulterius inter p & $\sqrt[4]{p^3q}$ construat med. proport. = $\sqrt[8]{p^7q}$ tum obtinebimus $p : \sqrt[8]{p^7q} = \sqrt[8]{p} : \sqrt[8]{q}$. & sic continuando.

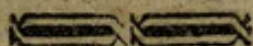
§. 5.

Ope problematis geometrici: *invenire ad duas lineas rectas datas tertiam geometricè proportionalem*: variarum rationum constructio geometrica obtinetur. Sint iterum lineæ datæ p & q , construat ad has tertia proportionalis = $\frac{q^2}{p}$ & $p : \frac{q^2}{p} = p^2 : q^2$;

ad q & $\frac{q^2}{p}$ construat tertia proportionalis = $\frac{q^3}{p^2}$ & $p : \frac{q^3}{p^2} = p^3 :$

q^3 ; ad $\frac{q^2}{p}$ & $\frac{q^3}{p^2}$ construat iterum tertia proportionalis = $\frac{q^4}{p^3}$ & $p : \frac{q^4}{p^3} = p^4 : q^4$. Si p pro unitate assumatur, sequentes

ratio-



rationes geometricè construi possunt $1 : \sqrt{q}$; $1 : \sqrt[4]{q}$; $1 : \sqrt[8]{q}$; $1 : \sqrt[16]{q}$ &c. §. 4. & porro $1 : q^2$; $1 : q^3$; $1 : q^4$ &c. quæ considerationes egregie illustrant seriem illam geometricam numerorum, pro quibus logarithmi 0, 1, 2, 3, &c. assumti sunt, qui in arithmetica progressionè incedunt.

§. 6.

Series superior etiam retro potest prolongari $q : p = p : \frac{p^2}{q}$;

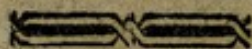
$p : \frac{p^2}{q} = \frac{p^2}{q} : \frac{p^3}{q^2}$; $\frac{p^2}{q} : \frac{p^3}{q^2} = \frac{p^3}{q^2} : \frac{p^4}{q^3}$ & iterum fumendo pro p unitatem, sequentes rationes geometricè construuntur $1 : \frac{1}{q}$; $1 : \frac{1}{q^2}$; $1 : \frac{1}{q^3}$ &c. vid. *Arithmet. Illustr. Kästneri* Cap. VI.

Scholion:

Vox *logarithmus* adæquate exprimit naturam harum functionum, quæ sunt numerus rationum; per rationem, si simpliciter ita dicatur, semper concipitur ratio geometrica, & expresse monendum est, si alia intelligatur; & *numerus* rationum complectitur rationes similes vel æquales.

§. 7.

Cum p ad q in §§is præcedentibus possit tenere rationem quamcunque, vel uti numeri integri, vel fracti iique tam spurii quam veri, vel uti surdi, patet, quam subtilibus rationibus exprimendis ratio linearum rectarum sufficiat. Sæpe tamen rationem duarum quantitatum per rationem planorum exhibendi via aptior est, id quod inprimis fieri solet, si termini rationis sint quantitates compositæ, v. g. $ab : cd$ ita in physicis haud raro spatiorum rectilineorum ratio per rationem planorum repræsentari solet, in multis enim casibus multo lucidior est ratio $ab : cd$ quam æquipollens per linearum rectarum rationem expressa



$a : \frac{cd}{b}$, in qua $\frac{cd}{b}$ est recta, & quarta geometricè proportionalis ad $b : c = d$.

§. 8.

Vires, quæ motum generant, cum ponderibus comparari mirum non est, quia gravitas in superficie telluris est potentia nobis omnibus maxime cognita, ubique locorum & omni temporis puncto obtinet, & proportionalis moli corporis quam proxime, atque in corpora mota fere operatur ut in quiescentia, & in minimis distantiiis *Galilei* theoria vera est.

§. 9.

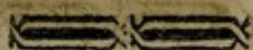
NEWTONVS & ejus affectu loco gravitatis sæpe usi sunt voce attractionis, quia tendentia corporum ad centrum telluris idem phænomenon exprimit, ac si corpora à centro terræ attrahantur; sed ab his philosophis gravitas nunquam inter proprietates corporis essentialis relata, sed considerata potius fuit tanquam principium ad conservanda corpora mundi totalia, nam si talis vis non inesset planetis, per motum eorum continuum circa solem, & nonnullorum circa suos axes partes molem eorum constituentes plane dissiparentur, & in spatium immensum avolarent, gravitas ergo reciproca materiæ aliquem globum confidentis requiritur ad ornatum systematis planetarii tuendum.

§. 10.

Cum igitur materia in superficie Jovis gravis sit in centrum Jovis, & materia in superficie Saturni tendat ad centrum Saturni, id quod etiam fit in superficiebus stellarum fixarum, patet, gravitatem vel tendentiam ad determinatum aliquod centrum materiæ non esse essentialis, sed eam esse indifferentem ad gravitatem vel tendentiam quamcunque, vel materiam tendere in mundo ad centra infinita.

§. 11.

Gravitatem istam Newtonianam universalem à fluido continuo & denso generari non posse cuivis perspicuum est, qui considerat



derat, quantam resistantiam tale medium pareret motui projecto-
rum. Fluidi discreti & rari, parum massæ, sed ingentem celeri-
tatem habentis resistantia admodum parva, & omnem sensum ef-
fugiens fieri potest, hinc etiam NEWTONVS attractiones verius
dici impulsus sæpe monuit.

§. 12.

Celeberrimus FATIO à DVILLIER in Tomo III. Opp. LEIB-
NITII sub finem ita scribit: M. NEWTON est encore indéterminé
sur ces deux sentimens, le premier, que la cause de la pesanteur soit
inhérente à la matiere; l'autre, que la pesanteur soit produite, par la
cause mécanique que j'ai trouvée. Je suppose une matiere presqu' in-
finiment rare, & extrêmement deliée, dispersée par tout l'Univers,
& dont les parties sont mues chacune avec une vitesse immense en li-
gne droite, mais l'une en un sens, & l'autre en un autre, je démon-
tre que ces deux suppositions suffisent pour expliquer tous les phenome-
nes de la pesanteur, & M. Newton convient de l'exacitude de mes
demonstrations.

§. 13.

III. LE SAGE Philosophus Genevensis in elementis *Chemiæ
mechanicæ* demonstravit, in fluido tantæ raritatis corporibus mo-
tis nullam sensilem resistantiam opponi posse, & planetas circa
solem converti, quasi in vacuo incederent. Neque summa hujus
fluidi rarissimi celeritas corporibus in eo latis aliquam remoram
inducet; cum enim hujus fluidi partes moveantur in omnes pla-
gas, quantum ex una parte renituntur motui corporum, tantum
ex altera parte eum promovent, sic ut retardatio & acceleratio
ab hoc fluido tam tenui oriunda sese destruant.

§. 14.

Regulas conflictus corporum tam perfecte durorum quam per-
fecte mollium consulamus in Physica SEGNERI Auctoris no-
stri classici §§. 542. & seqq. Sit M massa alicujus corporis, c ejus
celeritas, m massa fluidi gravifici, quod idem volumen cum cor-
pore habet, & quiescat, vel ejus celeritas sit nulla, erit celeri-
tas

tas post conflictum corpori & fluido communis $\frac{Mc}{M+m}$, ergo cele-

ritas corporis amissa $c - \frac{Mc}{M+m} = \frac{mc}{M+m}$. Jam ponamus flui-

di gravifici partes maxima celeritate moveri, sit hæc celeritas = C fere infinities major c , & computemus iterum tam lucrum quam jacturam celeritatis corporis M , erit jam per occursum fluidi gra-

vifici celeritas communis $\frac{Mc - mC}{M+m}$, ergo celeritas corporis amissa

$c - \frac{M - cmC}{M+m} = m \frac{(C+c)}{M+m}$ §. 549. Phys. SEGNER. Cum au-

tem fluidum gravificum in eandem plagam corpus hoc motum sua immensa velocitate insequatur, erit massæ M celeritas acquisita

$\frac{Mc + mC}{M+m} - s = \frac{m(C-c)}{M+m}$, & si hoc lucrum à jactura auferatur,

erit jactura adhuc $\frac{2mc}{M+m}$

Coroll.

Si fluidum gravificum quiesceret, jactura celeritatis, quam corpus in eo motum patitur, est $\frac{mc}{M+m}$ quæ ob summam raritatem

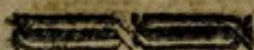
materiæ ætheræ non est sensibilis & quasi nulla, hinc etiam jactura celeritatis, si partes ætheris celerrime moventur, & quæ

exprimitur per $\frac{2mc}{M+m}$, admodum exigua erit.

§. 15.

Hoc loco etiam Ill. le SAGE explicationem mechanicam gravitatis universalis præterire non possum, quia à Summis Viris applausum meruit, & in multis scientiarum academiis admiratione summa excipitur. Ejus hypothesis l. c. huc fere redit: *Ponamus à Deo in immenso spatio determinatum fuisse locum, in quo mun-*

dun



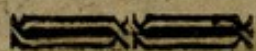
dum presentem condiderit, deinde creatas ad maximam & immensam forte distantiam sphaeras ultra-mundanas, contiguas alias aliis superimpositas, NUMERO SUFFICIENTI, atque ita singulas in VARIIS a mundo nostro DISTANTIIS, & ex corpusculis separatis, luce longe tenuioribus, compositas: tunc simul & semel in primo creationis momento omnia illa corpuscula versus spatium mundanum equali, sed immensi celeritate normaliter ad plana singula circulorum sphaerae cujusvis mundanae maximorum ex omnibus superficierum illorum ultra-mundanae globorum punctis projecta, atque ita directa & conferta posita, ut ad minimam, ad quam in spatio mundano perveniunt, distantiam magis tamen inter se binatim distent, quam tota unius diametro. Ex hac hypothese ficta ingeniosus Auctor omnia gravitatis universalis Newtonianae phaenomena l. c. mira facilitate deducit.

§. 16.

Vt jam ad vires, quae cum ponderibus, vel gravitate terrestri comparantur, redeamus, & cum eae vires variae sint, ab aqua, aere, igne, varii generis animalibus, ab elastis &c. pendentes, & earum directio varia sit, jure quaeritur, an haec potentiae per gravitatem, cujus directio unica est, ad centrum telluris tendens, explicari possint, sed ad hoc dubium jam respondit Ill. Segnerus in Phycicæ suae elementis. §§. 108 & seqq. fila scilicet flexibilia supra trochleas mobilia repraesentant omnes potentiarum directiones.

§. 17.

In motu corporis quinque quantitates considerandae occurrunt 1) spatium à mobili percursum 2) celeritas qua corpus movetur 3) tempus quod ad motum absolvendum consumitur 4) massa ipsa mota 5) vis vel potentia, à qua motus proficiscitur. Consideremus primo eas vires, quae corpus dum movetur, nunquam deserunt, sed continuo in illud *uniformiter* operantur, inter quas gravitatem in superficie telluris refero, quae secundum theoriam Galilei constans est in minoribus à superficie telluris distantis; in tali motu spatia percurra rectilinea sunt eo majora, quo diutius ope-



ratur potentia, & quo majorem celeritatem corpori imprimit, hinc prima regula motus uniformiter accelerati hæc est: Sint S & s duo spatia inæqualia, C & c celeritates, quas duæ potentiæ diversæ sed quarum utraque tamen uniformiter agit, imprimunt corpori T & t . sint tempora consumpta. I. $S : s = CT : ct$.

Cum igitur ratio spatiorum per rationem compositam exprimat, recte explicari potest ea per rationem planorum, spatia sint vel rectilinea, vel curva; si v.g. corpora in diversis circulis concentricis motu æquabili ferantur, & in centro communi posita sit vis attrahens, tunc si S & s sint peripheriæ circulorum, T & t . denotabunt tempora periodica, & erit posita ratione peripheriarum = rationi diametrorum D , & d : C & c designantibus celeritates projectiles $D : d = CT : ct$.

§. 18.

Altera formula, quæ motum à vi uniformiter agente oriundum complet, est hæc:

$$\text{II. } C : c = \frac{VT}{M} : \frac{vt}{m}$$

C & c celeritates à potentiis V & v : impressas, M & m massas corporum motorum repræsentant. Potentia scilicet major diutius operans minori massæ majorem celeritatem inducit.

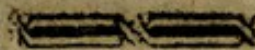
§. 19.

Utramque motus formulam demonstrat Ill. *Segnerus* in *Physica* §§ 498 & 499. Applicatur deinde hæc theoria ad lapsum corporis liberum in medio non resistente, vel in vacuo, postea ad motum corporis projecti & denique ad descensum coactum corporis per planum inclinatum.

§. 20.

Sit fig. 3 AH scala temporum æqualium, ita ut ratio temporum exprimat per rationem partium hujus lineæ verticalis AH ; AB denotet unitatem temporis, v.g. unum minutum temporis secundum, $AC = 2AB$ duo minuta temporis secunda repræsentat, AD tria, AE quatuor &c. Celeritas corporis quiescentis in A , & ex A libere labentis tempore AB acquisita sit Bb ,

tem-



tempore duplo ea sit $Cc = 2 Bb$, triplo $Dd = 3 Bb$, quia gravitas terrestris uniformiter corpus accelerat, & quia spatia rectilinea sunt uti CT , spatia à corpore gravi libere percurfa verticalia sunt uti areæ triangulorum ABb tempore simplo, ACc tempore duplo, ADd tempore triplo &c. §. 491. Phys. SEGNER. vel cum plana similia sint inter se uti quadrata laterum homologorum, erunt altitudines verticales absolute uti AB^2 ad AC^2 , ad AD^2 , vel $S : s = AB^2 : AD^2$ hoc est spatia sunt uti quadrata temporum vel celeritatum cadendo acquisitarum. Tempore duplo igitur quadruplo major altitudo, tempore triplo novies major &c. altitudo absolvitur à corpore labente.

§. 21.

Et cum experimentis constet, corpus libere labens percurrere intra minutum temporis secundum altitudinem 15625 partibus millesimis pedis rhenani expressam, spatia duplo, triplo quocunque multiplo tempore confecta facile possunt computari, $4(15625)$; $9(15625)$; $16(15625)$; $n^2(15625)$; hæc spatia nempe progrediuntur in ratione duplicata numerorum naturalium. 1, 2^2 , 3^2 , 4^2 . . . n^2 .

§. 22.

Si vero spatia non ab initio motus sed determinato aliquo tempore percurfa desiderentur, erunt ea uti numeri impares. Sint tempora adhuc æqualia, erunt spatia tempore primo, secundo, tertio, quarto absoluta, $1(16625)$; $3(16625)$; $5(16625)$; $7(16625)$ partium millesimarum pedis rhenani, & summa numerorum 1, 3, 5, 7, 9 11 est n^2
1, 2, 3, 4, 5, 6 n numerus terminorum in serie superiore ita v. g. 6 termini progressionis arithmeticæ, quæ incipit ab unitate, & in qua differentia communis est 2, conficiunt summam $6^2 = 36$.

§. 23.

In motu uniformiter accelerato & à gravitate producto ratio spatiorum percursorum repræsentatur per rationem triangulorum fig. 3. sed si alia potentia statim ab initio corpori eandem celeritatem Aa fig. 4 = Hh fig. 3. quam gravitas ei successive per tem-



pus AH cadenti tribuit, imprimeret & deinde mobile defereret hoc motu æquabili duplo majus spatium eodem tempore conficeretur, ex triangulo AHh fieret rectangulum $AabH$. vid. §. 490 *Phyf. SEGNER.*

§. 24.

In motu corporis vel horizontaliter vel oblique ad horizontem projecti, viam esse curvilineam & parabolicam patet, nam vis projiciens celeritatem determinatam corpori imprimit, & deinde deferit mobile adeoque motu æquabili describeret lineam rectam AB fig. 5. quæ vel horizontalis vel inclinata ad horizontem esse potest, sed gravitas terrestris continuo operatur in projectile & quidem secundum lineas parallelas (quoniam distantia, ad quam projectile progreditur, cum radio telluris comparata admodum exigua est) si AB dividatur in partes æquales $AD = DC = CE = EB$. Primo tempore ponamus celeritate à potentia projiciente pervenisse corpus ab A ad D & per gravitatem naturalem cecidisse per lineam verticalem Dd , secundo tempore progredi vult ex d ad d sed gravitas illud detrudit durante hoc tempore per $d\gamma$, tertio tempore cum absolveret γe , cadit successive per altitudinem quæ est æqualis lineæ ee , adeoque à corpusculo gravi altitudines verticales percursæ conficiunt progressionem arithmeticam, cujus differentia terminorum communis est 2. 1 3 5 7 9 &c. perspicuum est, viam per A, d, γ, e transeuntem esse parabolam *Apollonianam*, quæ quadrari sed non rectificari potest.

§. 25.

Si corporis per planum verticale descendere conantis lapsus sit impediendus, tunc potentia retrahens vel casum prohibens debet esse æqualis ponderi corporis; si vero grave in plano horizontali sit conservandum, potentia illud conservans est $= 0$; plano ad horizontem inclinato incumbentis corporis lapsus impeditur, si ei potentia opponitur, quæ non est $= 0$, neque etiam æqualis ejus ponderi, sed media quædam, v. g. si longitudo plani inclinati sit triplo major ejus altitudine, potentia conservans grave est saltem $\frac{1}{3}$ ponderis corporis, & in genere, potentia, quæ pondus in æquilibrio tenet, ut non decidat per planum inclinatum, (si longitudo sit l , altitu-

altitudo a , incumbentis corporis gravitas integra g) exprimitur per $\frac{ag}{l}$, quæ potentia si non opponatur, corpus descendit per planum inclinatum.

§. 26.

Vocatur hæc gravitas, quæ pars est integræ gravitatis corporis, cum qua grave per planum inclinatum descendit, *respectiva*, & cum spatia à corpore in plano inclinato $= l$, & verticali absoluta sint $= a$, erunt vires ad motum sollicitantes (in plano inclin. $= \frac{ag}{l}$ in verticali $= g$) $= a:l$, i. e. reciproce uti spatia & se-

cunda formula motus § 18. tradita $C: c = \frac{VT}{M} : \frac{vt}{m}$ abit in hanc

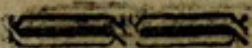
$C: c = sT: St$ (nam M & m ponuntur æquales) quæ si combinetur cum prima lege motus $CT: ct = S: s$, habebimus $C^2 = c^2$ & $C = c$. Corpus ergo per altitudinem vel longitudinem plani inclinati cadendo in fine lapsus eandem habet celeritatem. Tempora vero infumta ad descensum per altitudinem & longitudinem plani inclinati sunt in ratione directa spatiorum, $T: t = S: s$ ergo tempus descensus per planum inclinatum diutius durat.

§. 27.

Manente ergo altitudine verticali, si corpus etiam in curva quæ composita ex infinite parvis & infinite multis planis inclinatis consideratur, ex puncto lineæ superioris horizontalis decidat, eandem acquirit celeritatem in fine lapsus, ac si libere per lineam rectam, æqualem distantiam utriusque horizontalis, fuisset delapsus.

§. 28.

In motu, qui à gravitate terrestri generatur, massarum ratio non habetur, nam gravitas *acceleratrix* est eadem, quod α) illud experimentum demonstrat, quo plumula levissima & corpus ponderosum ex eadem altitudine eodem tempore in vacuo ad eundem fundum horizontalem perveniunt β) quo pendulorum ejusdem longitudinis in eodem loco oscillationes sunt isochronæ, si *inequali* pondere sunt onusta γ) sequenti ratiocinio eruitur eadem



veritas. Duo, tres, quatuor &c. globi æque densi & ejusdem diametri & à se invicem separati ex eadem altitudine simul cadentes eodem tempore ad eundem fundum horizontalem pervenient; pone jam hos globos cohærere inter se, vel conglutinari, lapsus eorum erit ut ante, adeoque gravitas *acceleratrix* in massa majori vel minori est semper eadem.

§. 29.

Cum gravitate naturali Ill. *Segnerus* comparat plures alias vires, elastra, tensiones &c. & *Physici* moderni vim cordis, musculorum per pondera exprimunt. Ponamus unaquaque cordis systole ejici sanguinis unciam unam cum dimidia ea celeritate, qua sanguis ad altitudinem octo pedum ascendere posset, si nullam resistantiam inveniret, quæ cum experimentis *HALESII* optime conveniunt. Ponamus jam ulterius, numerum systolarum cordis una hora oriundarum esse = 4000, vis cordis absoluta mensuratur per elevationem 6000 unciarum vel 375 librarum quavis hora ad altitudinem 8 ped. & cum vires vivæ sint in ratione composita ponderum & altitudinum, $375 \times 8 = 3000$ est vis cordis hora quavis exercita, i.e. talis quæ posset tollere onus 3000 libr. ad altitudinem unius pedis, vel 1000 libr. ad alt. 3 ped. vel 100 libr. ad alt. 30 ped.

§. 30.

Ponamus aliud exemplum. Comparemus vim cordis cum vi musculorum omnium, qui agunt, dum homo montem conscendit; sit pondus hominis 150 libr. & altitudo verticalis, ad quam qualibet hora se attollit 4000 ped. erit tunc vis dictorum musculorum = $150 \times 4000 = 600000$, quæ vis ducenties major est vi cordis humani.

§. 31.

Aliud exemplum affert b. *KRAFT* in Tom. II. *Physices* § 58. ubi demonstrat, ad pondus 30 librarum, quod homo manu tenet, requiri vim muscoli æquilibrantem 1000 libr. Vires magnetica, electrica etiam cum ponderibus comparantur; prioris mensura, est ratio ponderis magnetis ad pondus materiæ ferreæ attractum, electri-



electrici ignis mensuram exhibent *electrometra*, quæ per pondera exprimunt vim electricitatis.

§ 32.

Ipsa cohæsiō corporum solidorum ponderibus mensuratur, & theoria cunei, cujus ope cohæsiō partium corporis solidi superanda est, inde illustratur vid. Tom. I. Physices KRAFTIANÆ Cap. XI. & experimenta *Buffoniana* cohæsiōnis varii generis lignorum in *Memoir de l'Academie des sciences de Paris* 1741. quæ in vernaculam linguam traducta comparent in Tom. V. Promtuarium Hamburgensis. Cohærentia etiam fluidorum cum solidis per pondera exploratur.

§ 33.

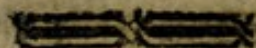
Motus, qui à viribus uniformiter non operantibus produciuntur, in *Mechanica sublimiore* peculiariter pertractatur, si tamen talis motus sit perquam exiguus, etiam ad Physicam referri potest. III. SEGNERUS regulas hujus motus in Physica exhibet, easque applicat ad motus minimos, oscillationem pendulorum, vibrationem cordarum musicarum, ad motum qui ab elastis proficiscitur, qualis est in horologiis portatilibus, & in motu producendo minimo potentia tanquam uniformiter agens considerari potest, hinc superiores motus formulæ locum habent, si quantitibus minimis d præponatur, ita v. g. dS denotat spatium minimum.

$$I. dC :: dc = \frac{V dT}{M} : \frac{v dt}{m}$$

$$II. dS :: ds = dC \times dT :: dc \times dt$$

§ 34.

Cum oscillationem pendulorum jam anno abhinc in *Dissertatione de lege gravitatis Newtoniana* satis exposuerimus, properamus jam ad vibrationem cordarum musicarum, quæ elasticæ sunt, adeoque extensæ iterum figuram priorem restituant, cessante vi externa. Sit fig. 6 CBE talis corda in C & E fixa, vis quædam externa ex puncto B medio eam percutiat, ut in situm CAE perveniat, vi sua elastica resiliet ad B , & cum in hoc puncto
maxi-



maximam celeritatem acquisiverit, ultra adhuc usque α progredietur, ita ut BA futura sit æqualis αB , & post absolutas aliquot vibrationes tandem in situ CBE primo quiescet. Exprimamus tensionem cordæ per pondus ei appensum, P , ita ut punctum E fixum maneat, quo gravius enim hoc P est, eo fortior erit tensio. In situ chordæ CAE vis, qua punctum medium A secundum directionem AE trahitur, est ad vim quæ inde oritur, & quæ secundum directionem AB agit uti AE est ad Aa , & cum AE non notabiliter differat ab EB in hoc casu, vis punctum A secundum AB trahens per $2AB$ potest exprimi, si vis P chordam tendens per EB exhibeatur; si omnia reliqua maneant ut ante, sed vis externa percutiens chordam ad situm CDE redegerit, vis, quæ punctum chordæ medium A ad B trahit, est ad vim quæ D ad B movet, uti $2AB:2BD=AB:BD$. & si alia chorda fig. 7. assumatur, instituat idem ratiocinium, & Auctor noster §. 529 tandem con-

cludit; $V:v=\frac{PdS}{L}:\frac{pds}{l}$, ubi L & l longitudines chordarum denotant, vis enim restituens debet esse eo major, quo major est tensio chordæ vel P , quo majus est spatium (AB, BD) per quod punctum medium chordæ retrahere debet, & quo brevior est chorda. Massæ chordarum nunc etiam computandæ sunt, quæ per regulam de Tri invenitur.

unus pollex ponderat G , L pollices ponderant LG . Regulæ ergo motus superius traditæ abeunt in has

$$I \quad ds:ds = dC \times dT:dc \times dt$$

$$II \quad dC:dc = \frac{PdS}{L} \times dT \times \frac{1}{LG} : \frac{pds}{l} \times dt \times \frac{1}{lg} \quad \& \text{multiplicando in } f$$

$$\text{invicem} \quad \frac{PdT^2}{L^2G} = \frac{pdt^2}{l^2g}; dT^2:dt^2 = \frac{L^2G}{P} : \frac{l^2g}{p} \quad \text{vel si massæ pe}$$

$$M \& m \text{ exprimantur, quæ fuerunt } LG \& lg, dT^2:dt^2 = \frac{LM}{P} : \frac{lm}{p}$$

tempus unius vibrationis chordæ erit majus, quo longior & ponderosior, & quo minus tensa est chorda.

Cor.

Sint $G=g$ & $P=p$, erunt

$$dT^2 : dt^2 = L^2 : l^2$$

$dT : dt = L : l$. ergo tempora unius vibrationis sunt uti longitudes chordarum.

Sint $G = g$ & $L = l$, erunt

$dT^2 : dt^2 = \frac{1}{P} : \frac{1}{p}$, ergo quadrata temporum unius vibrationis sunt reciproce uti tensiones chordarum, si ergo $P = 4p$, erunt

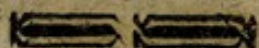
$$dT^2 : dt^2 = 1 : 4 \text{ vel } dT : dt = 1 : 2$$

Sint $L = l$; $P = p$, erunt

$dT^2 : dt^2 = G : g$ ergo quadrata temporum sunt uti pondera chordarum, & si $G = 4g$; $dT : dt = 2 : 1$

§. 35.

Pergimus jam ad actionem corporum elasticorum, [fig. 8. Contineatur in parallelepipedo cavo ubique ejusdem amplitudinis elastrum, quod sibi soli relictum totam cavitatem replet, ita ut à fundo usque ad D verticem pertingat; jam fundo mobili & gravitatis experti imponatur pondus E , & elastrum ejus vi descendat ad B , jam longitudo parallelepipedi dividatur in partes æquales, BD pro unitate sumpta, $BD = BF = FG$ &c. quousque compressio elastri hanc divisionem permittit, dico à duplo pondere E elastrum ad F , à triplo ad G descensurum esse, ita ut pondus, quod est ad E uti HD ad DB elastri descensum ad H usque generet. Jam ponamus, elastrum hæere ad B , pondus E manere invariatum & accedere vim quandam extrinsecam v. g. manum meam, quæ detrudat E , ut fundus mobilis & elastrum descendat ad H , pone porro potentiam externam subito cessare, elater vi sua fundum cum imposito pondere in altum movebit, donec quiescat prope B , vel occupet situm pristinum. Jam aliud elastrum quod assumpto vel fortius vel debilius est eidem capsulæ cavæ inferatur, & tantæ fiat longitudinis, ut illam repleat, ita ut sibi relictum in D hæreat, & tentetur aliud pondus, quod e vocabo, ut fundus mobilis ex D ad B descendat, tunc ratio elaterum per rationem ponderum fundo mobili impositorum exprimetur. Jam capsulæ cum suis elateribus inclusis horizontaliter jaceant fig. 9. & ratio elaterum sit E & e , i. e. elasti-



ca vis prioris, quæ pondus E in C conservat est ad vim elasticam posterioris, quæ pondus e in c conservat (ubi $DC = dc$) sunt uti hæc pondera E & e , jam his diversarum virium elastris objiciantur massæ inæquales M & m , primum elastrum suam massam objectam M conservat apud B , & secundum elastrum massam m apud b , jam vis aliqua externa accedat, quæ massam M trumat, ut fundus mobilis perveniat ad F , erit f punctum homologum in altera figura, quod invenitur $DB : DF = db : df$ * Jam vero in casu substrato est

$$CD : BD = E : V.$$

& $cd : bd = e : v$. Cum vero bd ex * formula fit $\frac{DB \times df}{DF}$,

abibit hæc formula in cd : $\frac{DB \times df}{DF} = e : v$, & cum per hypothesin sint CD & cd lineæ æquales, erunt

$$V : v = \frac{E \times BD}{CD} : \frac{e \times df \times DB}{DF \times cd} \text{ vel}$$

$$V : v = E \times DF : e \times df. \text{ jam vero est ex hypoth.}$$

$$dS : ds = FB : fb = FD : fd, \text{ hinc}$$

$$\text{I. } FD : fd = dC \times dT : dc \times dt$$

$$\text{II. } dC : dc = \frac{E \times FD \times dT}{M} : \frac{e \times fd \times dt}{m}$$

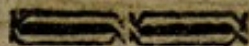
& multiplicando utramque formulam motus in se, habebimus

$$\frac{E \times dT^2}{M} = \frac{e \times dt^2}{m}; \frac{E}{M} : \frac{e}{m} = dt^2 : dT. \text{ Ergo quadrata}$$

temporum sunt in ratione directa massarum & reciproca elaterum, vel tempus ascensus elastri erit eo minus, quo major est ejus vis elastica, & quo minorem habet oppositam massam movendam.

Cor.

Si nunc etiam celeritates ab elastris genitas inter se conferre velimus, sumatur formula



$$dC : dc = \frac{VdT}{M} : \frac{vdt}{m}, \text{ vel cum ex } \S \text{ antecedenti } dT : dt =$$

$$\sqrt{\frac{M}{E}} : \sqrt{\frac{m}{e}}, \text{ erit } dC : dc = \frac{V}{M} \sqrt{\frac{M}{E}} : \frac{v}{m} \sqrt{\frac{m}{e}}, \text{ vel}$$

$$dC^2 : dc^2 = \frac{V^2}{M^2} \times \frac{M}{E} : \frac{v^2}{m^2} \times \frac{m}{e}; dC^2 : dc^2 = \frac{V^2}{ME} : \frac{v^2}{me};$$

$$V \text{ vero est proportionalis } E \times FD = E \times dS, \text{ hinc } dC^2 : dc^2 = \frac{E \times dS^2}{M} : \frac{e \times ds^2}{m}$$

Cor.

Si in hac ultima propositione dS & ds sint spatia æqualia, tum celeritatum ab elastis genitarum quadrata erunt ut $\frac{E}{M}$ ad $\frac{e}{m}$; si $E = e$, & $M = m$, erunt celeritates acquisite uti spatia percurfa.

§ 36.

Progredimur ad motum corporum cœlestium, & ad facilius subducendos calculos nostros ponamus planetas primarios nostros in circulis concentricis circa solem in centro positum incedere, motu uniformi vel æquabili, eadem regulæ motus adhuc locum habebunt, quæ supra. Si vis Solis, quæ planetarum motum projectilem rectilineum convertit in curvilineum, & quæ diversa est in variis à sole distantis dicatur V, v , prima regula motus

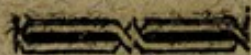
$$S : s = CT : ct \text{ convertitur in hanc, uti monui } \S. 17.$$

$$I. D : d = CT : ct$$

$$II. C : c = \frac{VT}{M} : \frac{vt}{m} \text{ \& I \& II in se invicem multipl.}$$

$$D : d = \frac{VT^2}{M} : \frac{vt^2}{m} \text{ vel}$$

$$\frac{MD}{T^2} : \frac{md}{t^2} = V : v \text{ hæc comparatio virium vocatur theo-}$$



rema HUGENIANVM, & si cum hoc KEPLERIANVM, quod labore summo & tandem fortuito invenit Auctor $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$ combinetur, obtinemus Propositionem NEWTONIANAM

$$\frac{M}{D^2} : \frac{m}{d^2} = V : v \text{ i. e. vis solis centralis decrescit uti quadra-}$$

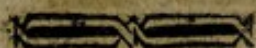
ta distantiarum à sole crescunt, in planetam duplo intervallo remotiorem solis attractio est quadruplo debilior &c.

§. 37.

Hac lege gravitatis universalis stabilita NEWTONIANA investigavit Philosophus Anglus, in quibus lineis planetæ & cometæ circa solem moveantur, & invenit, vias eorum esse sectiones conicas, in quarum foco communi centrum solis positum sit, quæ sunt curvæ omnium simplicissimæ, quia æquatione saltem quadratica exprimuntur; idemque geometra demonstravit, si alia lex gravitatis locum haberet, etiam planetas & cometas circa solem descripturos esse lineas curvas multo abstrusiores v. g. si gravitas universalis decresceret, uti cubi distantiarum à sole crescunt, tum viæ planetarum forent *Spirales* varii generis, vel ordinariæ, vel logarithmicæ, vel hyperbolicæ, vel aliæ curvæ transcendentes & Astronomo labor conficiendi Calendarium vel Ephemerides tum difficillimus esset. Feliciter igitur obtinet theoria gravitatis NEWTONIANA.

§. 38.

Philosophus Anglus deinde problema inversum examinavit; Posito motu planetarum in sectionibus conicis, quæritur lex gravitatis, & invenit, crescentibus distantiiis gravitatem decrescere debere secundum theoriam suam. Sectiones conicæ, quas planetæ circa solis centrum describunt, ex motu eorum primo vel projectili & lege gravitatis ita determinantur; Sit y distantia planetæ à centro solis SP , & posito sinu toto vel radio 1, sinus anguli, quem linea centra solis & planetæ jungens, & ea secundum quam planeta projectus fuit, inter se formant, SPC sit s , moveatur planeta vel cometa in P ad C ea celeritate, quam acquireret corpus grave apud nos, si ex altitudine v libere decideret; sit denique f distantia à centro solis, in qua attrahens vis solis est æqualis gravitati in superficie Telluris, & §. 36. (si



vis solis fit P & vis telluris p) $P : p = \frac{M}{D^2} : \frac{m}{d^2}$ jam secundum
 demonstrata Newtoni $M = 227312$. major massa telluris fit $m = 1$,
 & $\frac{1}{2}$ diameter telluris pariter 1, erit $\frac{x}{1} = \frac{227312}{f^2}$ vel $f^2 = 227312$
 & $f = 477$ semidiam. terræ. His omnibus positis erit axis trans-
 versus orbitæ planetæ = $\frac{ff y}{ff - vy}$ & axis conjugatus = $2sy \sqrt{\frac{vy}{ff - vy}}$

Si igitur $\frac{ff}{y} = v$, corporis motus absolvetur in parabola, quia axis

transversus ejus fit infinitus; si $\frac{f^2}{y}$ est major quam v , axis trans-

versus fit finitus & affirmativus, & planeta describet ellipsin, quæ
 vel magis vel minus excentrica erit, prouti axis transversus &
 conjugatus magis vel minus inter se differunt, & orbita potest fieri

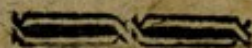
circularis si $\frac{ff y}{ff - vy} = 2sy \sqrt{\frac{vy}{ff - vy}}$ vel $\frac{f^4}{ff - vy} = 4s^2 vy$. Denique si $\frac{f^2}{y}$

minor est v , tunc axis transversus orbitæ fit negativus, & cometa
 feretur in hyperbola, & facile patet, diversitatem orbitarum
 pendere à v sive celeritate, qua projectus fuit plancta, vid. *Me-*
chanica EVLERI Anno 1736. edit. Tom. I. Cap. V. Prop. 81 § 656.

Ex.

Orbita Telluris annua circa solem à vi quadam externa acce-
 dente, eique novam celeritatem imprimente, in parabolam conver-
 ti posset, quod ex sequentibus concludi potest. Ponamus radium
 orbitæ Telluris = 22000. semidiam. ☉ & semid. $\text{☉} = 20302353$
 pedum rhenanorum, adeoque radium orbitæ Telluris = 22000 \times
 20302353 pedibus rhenanis expressum, dato hoc radio circuli
 potest peripheria competens computari, quot pedes rhenanos ea
 complectatur, jam nota est quantitas anni solaris vel tempus ter-
 ræ periodicum circa solem, quod in minuta secunda convertatur,
 deinde instituitur hæc regula de tri.

In tot minutis secundis temporis absolvitur tota peripheria pe-
 dibus rhenanis expressa, in uno minuto temporis secundo quot pe-



des rhen. à Terra percurruntur, & administrato calculo inveniemus, Terram in sua orbita absolvere quolibet minuto temporis secundo 88923. ped. rhen. jam si majori velocitate Tellus in sua orbita incederet v. g. si percurreret 114557. ped. rhen. quovis minuto temporis secundo, ejus via foret parabola, in cujus foco centrum Solis; in hoc casu $\frac{f^2}{y} = v$; $\frac{f^2}{y} = \frac{(477)^2}{22000} = \frac{227529}{22000}$ se-

midiam. telluris, jam data altitudine v , partibus millesimis pedis rhen. expressa, ex qua corpus libere decidit, ejus celeritas hoc lapsu acquisita = $250 \sqrt{\frac{227529}{22000} \times 20302353000} = 250$

$\sqrt{\frac{227529}{22} \times 20302353} = 114557$ ped. rhen. vid. Tom. I. Physf

KRAFT. § 148;

$$l. \ 227529 \quad = \quad 5. \ 3570368$$

$$l. \ 20302352 \quad = \quad 7. \ 3075463$$

$$12. \ 6645831$$

$$l. \ 22 \quad = \quad 1. \ 3424227$$

$$11. \ 3221604$$

$$l. \ \sqrt{227529 \cdot 20302352} = 5. \ 6610802$$

$$l. \ 250 \quad = \quad 2. \ 3979400$$

$$8. \ 0590202$$

& cum

hic logarithmus indicet partes millesimas pedis rhen. subtrahamus à caractéristica 3, & habebimus ipsos pedes rhenanos, jam vero 5. 0590202 respondent in numeris 114557, & si telluri adhuc major celeritas imprimeretur, ejus via parabolica in hyperbolicam transfiret. Recte ergo WHISTONVS: *cognita inquit, corporis ad distantiam quamvis à foco celeritate cognoscetur trajectoriae figura.*

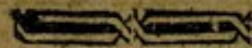
§. 39.

Illustremus nunc etiam motum fluidorum & quidem guttularum pluviarum per aerem cadentium. Cel. KRAFT in Tom. I. Physf. §. 431. scribit: *Ponamus nubem elevatam esse ad 6000 pedes, inveniretur ex natura gravitatis celeritas in fine hujus spatii 612 pedum,*
equa-

qualis celeritati globi e tormentario bellico explosi, qualis certe non servatur, sed longe minor & hinc cavetur, ne partes plantarum te- nes ledantur & discerpantur à pluvia.

§. 40.

Supponenda hic sunt quædam principia, ex celebribus illis *Memoires de l'Academie Royale des sciences de Paris Année DCCXXVIII*- excerpta. Duo solida similia sunt inter se, uti cu- laterum homologorum, & superficies illorum, uti quadrata laterum homologorum; in quo plures partes corpus dividitur, eo magis augetur illius superficies, & proinde quo minora sunt cor- pora, eo majorem habebunt superficiem, quam corpus integrum. PYTOT, qui hanc materiam exhaustisse videtur l. c. ita ratiocina- tur. Sint duo globi, quorum majoris latus sit 2, minoris 1, superficies majoris erit 4, & ejus soliditas 8; superficies mi- noris erit 1 & ejus soliditas pariter 1. Ratio superficiem majo- ris ad suam soliditatem erit 4 : 8. & ratio superficiem minoris ad suam soliditatem erit 1. Jam $\frac{1}{2}$ est ad 1, uti 1 est ad 2 h. e. major cubus habet duplo minorem superficiem, quam minor cubus. Quæ- runque etiam exempla considerentur, semper videbimus, nume- ros, qui exprimunt, quoties major cubus habeat minorem super- ficem ad soliditatem suam, quam minor cubus ad suam, esse in ra- tione laterum utriusque cubi. Major ergo cubus habet minus su- perficem respectu soliditatis suæ, quam minor respectu suæ & qui- em secundum rationem lateris minoris cubi ad latus majoris. Hanc regulam demonstrat PYTOT in parallelepipedis, globis, cy- lindr. conis &c. & applicari ea posset ad prismata, pyramides, & omnia genera sphæroidum, immo etiam ad corpora irregularia, dummodo illa solida, quorum superficies comparantur, similia sint. Calculo deinde probat, quod numero partium dato, in quas divi- sum est solidum radix cubica illius numeri futura sit quantitas qua superficies solidi sit augenda. Sit e. g. pollex cubicus alicujus ma- teriæ vel solidæ vel fluidæ in partes 10000000000, radix cubica hujus numeri est 2154 fere; hinc superficies cubi in tot particu- las discerpti debet multiplicari per 2154, & si superficies sit *m* pol. quadrat. reducatur ad ped. quadr. per 2154 : 1441, = 15 ped. quadr. si pro pede quadrato assumantur 144 pollices quadrati, hinc super-



superficies cubi in tot particulas discerpti = 6 (15) ped quadr. qui pollex cubicus antea habebat 6 pollices quadratos pro superficie.

§. 41.

Sit pes cubicus aquæ divisus in partes 10000000000, quam divisionem Nieu wentyt in tractatu de *existentia Dei ex mirabilibus natura demonstrata* invenit Superficies ergo erit aucta 2154ies, quod producit 90 pedes quadratos. Pollex cubicus aquæ ponderat $\frac{1}{24}$ lb. vel 384grana, quælibet ergo particula aquea erit in eodem statu, ac si parvum corpus 384 grana ponderans opponeret aeri superficiem 90 pedum quadratorum.

$90 : 384 = 1 : 4\frac{4}{5}$ pro uno pede quadrato. Latus baseos unius pedis quadrati exprimat per partes millesimas pedis rhenani = 1000 = a erit pes quadratus in eadem quantitate 100000 = a^2 . Cum 1 pes cubicus aeris ponderet 585 grana, pars millesima cubica pedis aeris = $\frac{1}{10000000000}$ ponderabit $\frac{585}{10000000000}$ gr. hoc pondus dicamus m , & altitudinem debitam celeritati aeris = v unde nascitur pressio aeris in pedem quadratum $a^2 mv$, & hæc pressio aeris ad æquilibrium servandum debet esse æqualis $4\frac{4}{5}$ gr. quæ aqua natans ponderat, hinc $4\frac{4}{5} = a^2 vm$ vel $4\frac{4}{5} = 10000000$ ($\frac{585}{10000000000}$) v vel $\frac{38400}{9(787)} = v$; ex hac altitudine celeritati debita invenitur ipsa celeritas $250\sqrt{v}$ vid. Tom. I. *Phys. Kraft* §. 148.

$$\frac{1}{2} l v = 0.4314664$$

$$l. 250 = 2.3979400$$

$$l. 250. \sqrt{v} = 2.8294064$$

& numerus ipse 673; ergo celeritas particulæ aquæ tanta est, qua uno minuto temporis secundo percurreuntur 673 partes millesimæ pedis rhen. quæ exigua admodum celeritas est, & quæ per observationes cadentis pluvie confirmatur.

Errat.

Pag. 4. § 4. lin. 7. $\sqrt[8]{\sqrt[8]{(p^7q)}}$ leg. $\sqrt[8]{(p^7q)}$

Pag. 8. § 14. lin. 7. $\frac{M - cmC}{M + m}$ leg. $\frac{Mc - mC}{M + m}$



9
8
7
6
5
4
3
2
1

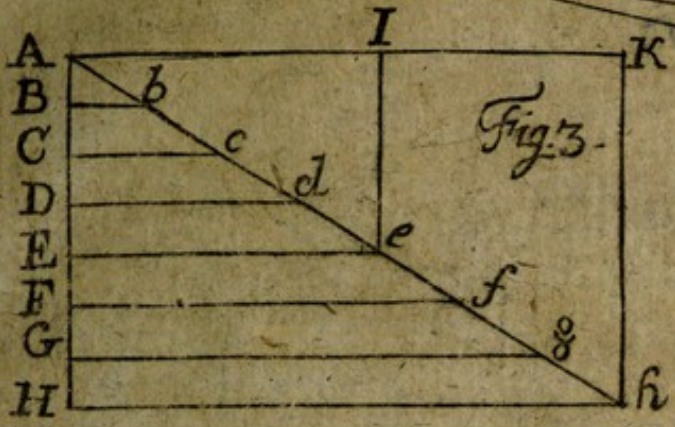


Fig. 6.

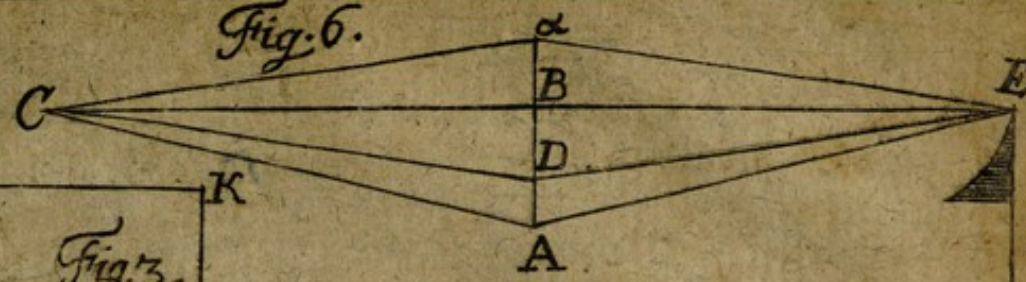


Fig. 7.



Fig. 4.

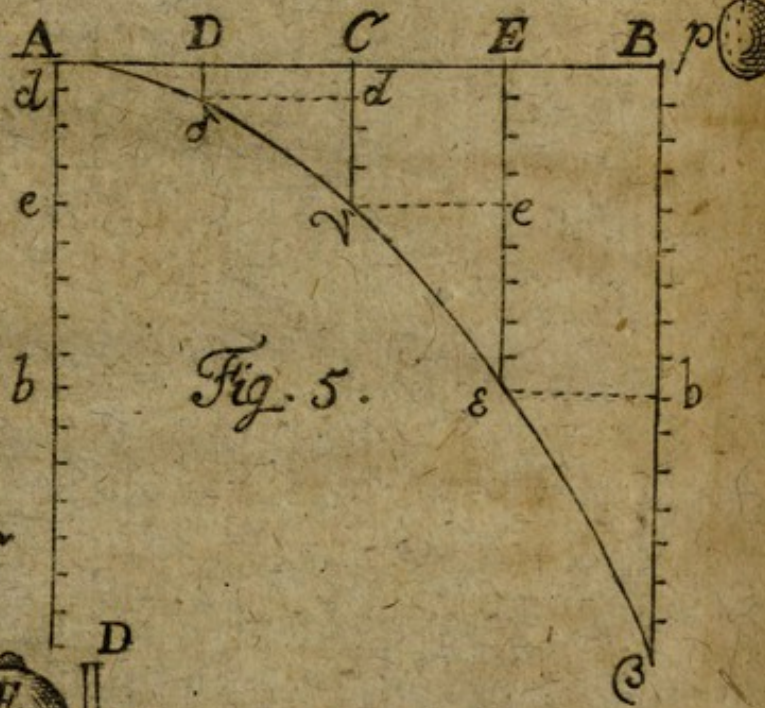
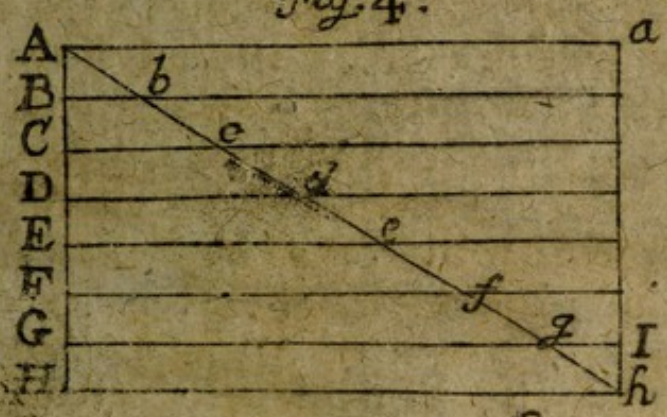
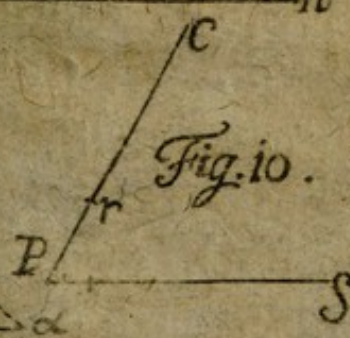


Fig. 1.



B
A



Fig. 8.

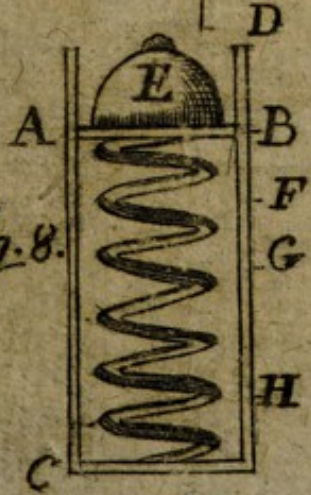


Fig. 9.

