





1764 g

EXAMEN VIRIVM  
MACHINARVM MECHANICARVM  
GEOMETRICVM ET PHYSICVM

QVOD

D. O. M. A.

PRAESIDE

IO. ERN. BASILIO WIDEBVRG

PROF. PHILOS. ORDINARIO

SOCIETATIS TEVTONICAE AB EPISTOLIS CET.

ERVDITORVM DISQVISIONI

S V B M I T T I T

A V C T O R

M. IOANNES LAVRENTIVS BOECKMANN

LVBECENSIS

SOCIETATIS TEVTONICAE IENENSIS SODALIS

IENAE D. XI. AVG. MDCCCLXIV.



LITTERIS FELICIS FICKELSCHERRIL



EXAMEN  
MACHINARIUM  
ANNO 1784  
F. O. M. A.  
FRANCOFURTI  
IOHANNES BAPTISTUS WIDENBERG  
M. JOHANNES LAUTNERUS BOCKMANN  
M. JOHANNES LAUTNERUS BOCKMANN  
M. JOHANNES LAUTNERUS BOCKMANN





§. I.



Quo frequentior est et excellentior, propter ingentem in omni vita vtilitatem, machinarum mechanicarum vsus, eo maiori certe studio et accuratori attentione inquirendae sunt earundem vires, vt cognoscatur, vtrum ponderi mouendo sufficiant? Haud vero leuis momenti est eiusmodi examen. Quum enim quaeuis machina ex materia firma, solida ac robusta, pro quolibet vsu cui destinata est machina, parari debeat et construi; omnis vero materia ipsa det aliquam resistantiam motum impediens vel mutantem, huius etiam resistantiae in hac peruestigatione haud negligenda est ratio. Duplex hinc pro determinanda aestimandaque vera cuiusuis machinae potentia, instituendum est examen, *alterum* quippe *geometricum*, quod dispiciat de perfectione machi-

A

chi-

chinarum interna, siue geometrica, in abstracto ab omni materia; alterum *physicum* s. *mechanicum*. Istud figuram siue formam, hoc autem materiam machinae pro obiecto habet.

§. II.

Sunt autem nobis *machinae* media externa s. instrumenta, quorum ope, vis aliqua ad mouendum pondus ita commode adplicatur, vt motus omnimode ex voto et nutu inuentoris machinae aut cum compendio operae, aut celerior aut aequabilior cedat. Ita v. c. lapides grauioribus cum compendio operae vt machinarum tolluntur in altum, molares mouentur celerrime, horrologiorum indices motu maxime aequabili circumuoluntur.

§. III.

Machinae autem sunt vel simplices vel compositae. Simplicium fere quinque numerantur; compositarum innumeratae species. Illae sunt *vectis*, *axis* vel in peritrochio vel sine eo, *trochlea*, *cuneus*, *cochlea*, pro quarum duarum vltimarum demonstranda potentia, additur a nonnullis veterum *planum inclinatum*. Ex harum autem combinatione infinita pro variis vsibus compositarum machinarum genera resultant infinita.

§. IV.

Quemadmodum in examine geometrico machinas simplices instar figurarum consideramus geometricarum, *vectem* quippe instar *lineae rectae*; *axin* eiusque *peritrochium* instar *circulorum*; *planum* vero *inclinatum* et *cuneum* instar *trianguli retrianguli*, et *cochleam* instar

*instar helicis aut lineae spiralis*; ita machinas ex his compositas consideramus etiam instar figurarum ex istis compositarum.

## §. V.

In usu vectis quidem eiusdemque potentia determinanda respiciendum est ad situm puncti quietis s. hypomochlii, super quod machina mouetur: quoties enim distantia potentiae adhibitae superat distantiam ponderis ab eadem, toties, iuxta leges mechanicas, machinae huius ope multiplicantur potentiae vires. Similiter se res habet in aliis machinis simplicibus reliquis, quippe quae omnes naturam sequuntur vectis. Quum enim in *axi* cum *peritrochio* hypomochlium in centro axis situm sit, pondus ad extremitatem radii axis, potentia vero ad extremitatem radii peritrochii referatur, multiplicatio virium est totuplex, quotuplex semidiameter axis in longitudine manubrii vel in radio peritrochii continetur. Est enim huiusmodi axis vectis quasi perpetuus cum in circumuolutione semidiameter vna statim sequatur motum alterius. Iidem in plano inclinato augmentum virium dependet ab angulo inclinationis eiusdem plani ad horizontale ideoque potentia sub conditionibus datis toties multiplicatur, quoties sinus huius anguli continetur aut in sinu toto aut in secante eius anguli. Trochlearum porro variae dantur species: monospastus, bispastus, trispastus, tetra- et poly- spastus, pro numero orbiculorum qui in vtroque loculo continentur. In monospasto, si funis subducatur, hypomochlium refertur ad extremitatem vnā ad alteram potentia et ad centrum pondus. Vt sit distantia ponderis ab hypomochlio semidiameter s. radius, distan-

tiā potentiae vero diameter integra, adeo vt duplicetur, per leges vectis, potentiae vis. In reliquis autem trochlearum speciebus multiplicatur vis potentiae pro numero funiculorum qui prope inferius oculamentum numerantur. Cochleae denique et helices referuntur ad planum inclinatum, cuius normalis linea aequalis distantiae duarum spirarum, hypothenusa vero circumferentiae vnus spirae, quoties ergo haec superat istam, toties etiam vires potentiae multiplicantur.

## §. VI.

Nititur quidem hīc calculus demonstrationibus in primis doctrinae mechanicae fundatis, quare supervacaneum foret, has inde repetere nec sine plurium figurarum apparatu commode reperti possent. His itaque assumtis haud erit difficile, compositas etiam machinas sub examen vocare geometricum. Quum enim quaelibet earum ex aliquot simplicibus constet, singularum harum vires iuxta praecedentem §. supputandae et in se multiplicandae; factum enim quaesitam dabit machinae potentiam. Sit v. c. machina aliqua composita ex quatuor simplicibus constans; vis primae sit = A secundae = B, tertiae = C, quartae = D. Ergo univrsae machinae compositae vis erit ABCD.

## §. VII.

Vberioris illustrationis causā ponamus machinam aliquam constare ex vecte siue manubrio, cuius longitudo sit ad semidiametrum axis cochleae infinitae = 12: 1. Cochleas huius helices excedere distantiam duarum spirarum octies, cochleae porro huius beneficio agitari den-



dentis peritrochii cuius femidiameter ad femidiametrum axis = 6: 1. denique ex vnco huius axis suspendi extremum funiculi sex orbiculis polyspasti cui pondus annexum circumuoluendum; multiplicabuntur inquam inde ope huius machinae vires potentiae 3456 vicibus ita, vt sufficiat potentia vnus centenarii eleuando ponderi = 3456 centenariorum.

### §. VIII.

Est autem cum hoc augmento potentiae necessario coniunctum aequale dispendium temporis atque velocitatis, cuius in hoc examine geometrico machinarum necessario habenda est ratio. Eodem enim tempore, quo per vestem homodromum et heterodromum pondus eleuatur ad altitudinem vnus pedis, ex natura triangulorum similium motus potentiae eandem toties superabit, quoties distantia ponderis ab hypomochlio sub distantia potentiae ab eodem continetur; hoc est iuxta §. 5. quoties vires potentiae multiplicantur. Et pari modo sese res habet cum axi in peritrochio, ponderis enim motus erit ad motum potentiae in ratione circumferentiarum axis et peritrochii, quae per *leges geometricae* sunt in ratione radiorum, h. e. distantiarum ab hypomochlio. Nec dispar est ratio, si pondus mouetur in plano inclinato. Tunc enim istud per normalem eius plani eleuatur, potentia verò illud per integram mouere debet hypothenusam. In vsu polyspasti similiter potentia omnes trahere debet funiculos quotquot prope inferius loculamentum numerantur, antequam pondus ascendat ad longitudinem vnus funiculi; quemadmodum in vsu cochlearum pondus tantum ad distan-

tiam duarum spirarum, dum potentia integram spirae circumferentiam absoluit. Vnde manifestum est, pondus, quod vi naturali intra horae quadrantem ad datam quamcunque altitudinem potuisset eleuari, adhibita machina composita superiori §. VII. descripta vix intra 3456 horae quadrantes, h. e. 864 horas siue 36 dies possit moueri, eandemque assequi altitudinem.

## §. IX.

Quare possunt quidem per compositionem plurium machinarum simplicium vires motrices in infinitum augeri; sed ob dispendium temporis, quod cum augmento virium necessario est connexum, motus inde productus in infinito tempore etiam infinite erit paruus, cum ad omnes machinas tritum illud lemma quadret: Quo facilius eo tardius.

## §. X.

Euidens hic est, quid de Archimedis promisso, quod Hieroni Syracusanorum Regi fecisse fertur, statuendum sit. Si nimirum ipsi concedatur spatium, vbi extra terram pedem figeret, vniuersam telluris molem loco se emoturum esse. Tametsi enim omnia obstacula, quae huic motui obesse potuissent mentis quadam fictione remoueamus, hoc vnum tamen nemo inficias ire poterit, pro terra ad interuallum vnus pollicis mouenda innumerabilia fere annorum secula requiri. Ponamus enim diametrum terrae = 1720 miliaria germanica eritque secundum principia stereometrica soliditas terrae = 2713838933 miliaria cubica, quorum quodlibet habet 8,000,000,000 pedes cubicas

vt

vt integer globus terraqueus contineat 21, 710, 711, 464, 000, 000, 000, 000, eiusmodi pedes; hinc si porro sumamus pro pondere vnus pedis cubici centenarium, viresque vnus hominis naturalis eiusdem valoris pro numero pedum totius globi inuento augenda forent, vt sint cum terrae pondere in aequilibrio. Hinc si ad interuallum vnus saltim pollicis terram e loco mouere debeat, potentia data, quamuis quotidie 10 miliaria absoluat plus quam 26, 000, 000, 000, 000 annos in hoc motu infumeret.

§. XI.

Neque vero vnquam aut vix est credibile, virum adeo prudentem et insignem mechanicum tantopere esse hallucinatum. Aciem vero ipsius ingenii subterfugere haud potuit, terram in aequilibrio suo haerere, quum partes singulae versus commune centrum naturali ferantur nisu, ideoque globum integrum terraqueum grauitatem nullam habere sed in centro suo quiescere et ea propter quavis leuiori etiam vi externa admota e loco suo moueri posse. Forſan etiam hypothetico hoc promiſſo vir acutiſſimus illudere voluit regi. Sicut enim probe nouerat, id, quod promiſerat, ipſo factō ſibi praestitum fore imposſibile, sic etiam suppositum Hieroni locum, quippe in quo staret extra terram, procurandum parem imposſibilitatem inuolueret, haud secus non ignorabat.

§. XII.

Quamuis autem examen hoc virium in adplicandis machinis, de quo haecenus quidem egimus, geometri-



metricis suis nitatur fundamentis atque principiis, magnos tamen in praxi errores committeret is, qui potentiarum hos effectus ex solis regulis allatis velit computare; non sane ideo, quod fallant aut fallere possint diuinæ geometriæ laudatissima ac infallibilia principia, eiusque theoria, sed quod eadem minus completa applicentur ad naturam. Nemo enim est, quin intelligat, construendas esse machinas ex materia dura satis et pro onere ferendo robusta, cuius igitur in vsu omnis machinæ simul ratio est habenda. Fit hoc in altero virium eiusdem examine ad quod mox nos quidem accingimus.

#### §. XIII.

Considerandum est primo in hoc examine *pondus* ipsius machinæ, quod vim per calculum principii mere geometricis superstructum duplici modo alterare potest; tum enim hæc machinæ ipsius grauitas ipsam vim, tum etiam pro rei et machinæ comparatione pondus augere potest. Ad primum casum respexit cum aliis præstantissimis mechanicis Illustris B. Wolfius in Elementis mechanicis teutonicis §. 74. 75. cet. vbi vitem materialem considerans vim ipsi, dato pondere, applicandam ex dato pondere ipsius vectis et eiusdem centro grauitatis inueniendam, et vice versa, docet.

#### §. XIV.

Monuit quidem contra hanc virium, ab Insigni viro datam aestimationem celeberrimus quondam Erlangensium Professor mathematicum *Portzingerus* in *dissert. propositiones aliquot staticæ Erlangæ 1751.* eam esse adsumtam sine omni demonstratione, sed et ipse l. c. can.

eandem satis perspicue addit ita, vt salva maneat Wolfiana l. c. adducta aestimatio.

## §. XV.

Itidem etiam in mouendo aliquo pondere, vi axis cum peritrochio, grauitas peritrochii vim mirifice augere solet. Ponamus enim rotam maiorem in combinatione cum alia minori, quae fieri solet, esse ex grauiori aliqua materia confectam v. c. plumbo extructam, tunc certo, facta bis vel quater circumuolutione, vis centrifuga huius rotae maioris diametri vim alioquin adhibendam, insigni modo subleuabit, immo eandem auget; quod vel ex eo patet, quod remota vi, haec rota motum semel inchoatam aliquoties adhuc circumuolendo continuet.

## §. XVI.

Casum vero alterum, quod attinet, vbi nimirum pondus machinae vna cum onere ferendo et mouendo, potentiae motrici resistit, et huic motui remoram iniicit, ita quidem sentimus. Sumamus v. c. tetraspastum, siue trochleam quatuor orbiculis instructam, cuius ope campana quaedam grauior in turrem 80 circiter pedum altitudinis sit attollenda. Hinc longitudo funis satis spissi quadruplae longitudinis esse debet, h. e. 320 pedum, id, quod, si pro spissitudine funis 4 pedibus vnam libram tribuamus 80 libras efficit, quibus pondus campanae adeo augetur. Praeterea vero ipsa loculamenta cum orbiculis ex duriore ligno vel metallo sunt paranda,

randae, quae singula sunt ponderosa et resistentiam ponderis attollendi haud parum adaugent. Qua ergo neglecta, irrito conatu desideratus tentabitur effectus.

§. XVII.

Nec minus aliae rerum circumstantiae et duplices, aut plures resistentiae siue ponderis respectus theoriam illam geometricam irritant. Insigne huius nostri asserti exemplum exhibet theoria cuneorum, quorum effectus tam raro celeberrimorum mechanicorum theoriis respondent. Factum est ob hanc arduam machinae huius virium mensuram, ut optimi artis periti aut eius theoriam silentio plane praeterierint, quemadmodum *Guido Vbaldus in libr. mechan. 1577.* et *Simon Stephinus in statica 1605.* alique; aut vero a se inuicem tantopere dissenserint. Memini enim hodie tres statui a mechanicis cunei theorias. Alii cum *Merssenno* in usu cunei, vim ad pondus ponunt  $= \frac{1}{2}$  spissitudini cunei ad eius longitudinem; alii cum *Cartesio* volunt: dictam vim ad pondus esse, ut integra spissitudo ad integram longitudinem cunei; alii cum *Borello* eam statuunt  $= \frac{1}{2}$  spissitudini cunei ad longitudinem plani inclinati, quod exhibet cuneus.

§. XVIII.

Effectus nimirum diuersis sub circumstantiis omnibus his tribus diuersis respondet hypothesibus. Adeoque viri acutissimi *de la Hire*, *Varignonius* et laudatus modo *Poetzingerus* formulam illam pro mensuranda cunei

cunei potentia generalius enuntiare studuerunt; omnes tamen inferiori successu, ac acutus et subtilis ille *Baermannus* Prof. Mathem. Wittenb. qui in *dissert. de cuneo Wittenb. 1751.* generaliore hanc formulam dedit atque demonstravit: in usu scilicet cunei vim esse ad pondus siue resistantiam = producto ex sinu  $\frac{1}{2}$  anguli cunei in sinus anguli quem linea directionis ponderis et obliquitas rimae efficiunt, ad productum ex sinu toto in cosinum anguli, quem obliquae cunei et rimae includunt.

§. XIX.

Applicatio huius theorematis generalioris ad casus speciales, laudatissimo *Baermanno* persuasit, theoremata *Mersemanum* iis in casibus esse applicabile, ubi directio obliquitatis fissurae perpendiculariter insistit basi cunei, et directionis linea resistantiae huic est parallela. *Borelli* autem theoremati iis in casibus est locus, ubi linea directionis resistantiae perpendiculariter insistit obliquitati cunei et obliquitas rimae huic parallela foret, ut in findendo ligno est, ut pluribus videtis laudatam *dissert. ipsam.*

§. XX.

Maxima autem obstacula in usu machinarum potentiae motrici obiciuntur ab attritu vel frictione, quae ex definitione illustris *Leibnitii* in *Miscellaneis Berolinensibus T. I. pag. 307.* est resistantia superficiei, per quam inceditur, oriturque ex asperitate et inaequalitate superficierum, quarum vna super alteram incedit, quia

B 2

partes

partes eminentes sese intricant atque sic impediunt, quo minus libere supra se mota corpora promoueantur. Nulla enim datur superficies adeo perfecte polita, vt non aliquae eminentiae atque cavitates sint in eadem residuae: quod clare docent microscopia, et inter alia quoque incessus muscarum in politissimis speculis siue normaliter erectis siue deorsum positis. Hoc fieri non posset, nisi vni pedum muscarum aliorumque insectorum cavitatibus in ista superficie residuis infigantur et asperitatibus firmiter adhaereant.

## §. XXI.

Quae cum ita sint, partes quoque machinarum ex materia solida constructarum plures in superficie asperitates habent, vt sint instar ferrae ex denticulis compositae, vel si mauis, limae speciem prae se ferant. Quodsi igitur duo eiusmodi corpora dentata ad se inuicem arcte adplicantur, quemadmodum etiam fit in planis inclinatis; eminentiae vnius inseruntur in cavitates alterius, motumque vnius super alterum difficiliorum reddunt. Non potest enim non superficies aspera super aliam incedere, nisi eminentiae vtriusque vel per abrasionem frangantur, vel deprimantur, vel denique denticuli vnius ex cavitatibus, h. e. ex interuallis dentium alterius inter procedendum per volutionem attollantur vt sapienter monet clariss. *Krafft* in *praefect. physicis P. II. §. 228.*

## §. XXII.

Eaedem difficultates oriuntur in vsu axium, cochlearum



learum et trochlearum, quando v. c. bacilli tympanorum nec non helices cochleae infinitae voluuntur super denticulos rotae s. peritrochii, nec non funes trochlearum super earum orbiculos, et rotae super axis superficiem, tympanorumque axiculi in receptaculis cauis fulcrorum. Augetur in his omnibus machinis frictio, 1) pro maiore vel pro minore partium supra se inuicem incidentium asperitate et inde oriunda inferratura. 2) pro diuersa magnitudine superficiei corporis moti. Hac enim aucta, augetur etiam numerus eminentiarum vtriusque superficiei, quae cavitatibus alterius infiguntur. 3) pro maiori pondere vel vi corporis moti. Quo ponderosius enim hoc est, eo fortius istud alteri adprimitur, ideoque etiam denticuli vtrinque eo profundius in alterius cavitates descendunt. 4) celeritates eiusdem corporis moti alterationem in frictione caussare possunt. Maior enim celeritas breuiori tempore eundem effectum producere debet, quod vires eo magis consumit; nisi celeritas adeo sit rapida, vt nihil temporis permittat, quo eminentiae corporis moti descendant in cavitates quiescentis ideoque istud superne tantum eminentis huius super inducitur, vt hoc tantummodo stringat.

### §. XXIII.

Videntur veteres mechanici frictionis huius in vsu et motu machinarum non habuisse rationem, quia in eorum scriptis nulla facta est eiusdem mentio. Erant enim, quoad maximam partem theoretici, qui ob praecos neglectum huiusmodi obstacula minus animaduerebant.

tebatur, practici vero, pro istius aevi iniuria, nuda insuper habita experientia haud tanti eam momenti crediderunt, quia vnguentis tolli possit, ideoque ad opifices istam relegarunt. Inter recentiores vero, prae caeteris laudem meretur celeberrimus ille *Peraltius* qui in doctissimis notis ad Vitruv. Luter. 1684. defectui huic mechanico succurrere studiose alloboravit. Hunc deinceps secuti sunt viri non minus eruditi et ingeniosissimi *Amontons* in *histor. Reg. Societ. Paris.* ad annum 1699. et 1703. *Christ. Leonh. Sturm* et *illustr. Leibnizius* in *Miscell. Berolin.* T. I. P. III. no. 29. et 30. *Desaguliers* in *experimentis physic.* Vol. I. *Bülsingerus* in *commentariis Petropol.* T. II. *Parent* in *histor. scient. acad. Paris.* anno 1700. et 1704. *Belidor* in *architectura hydraulica* Lib. I. *Nollet* in *lect. phys. experim.* T. I. *Leupold* in *theatro machin.* P. I. et generali, *Muschbroek* in *instit. phys.* C. IX. *Georg. Wolffg. Krafft* in *praelect. phys.* cum aliis non minus eruditis.

#### §. XXIV.

Ex horum omnium doctissimorum lucubrationibus et summa cum industria institutis variis experimentis, euidens est ob rationes §. praec. XXII. allatas, haud posse frictionem in diuersis machinis et pro vario eorundem vsu, ad certas regulas reuocari, quia non omnia corpora solida aequalem admittant polituram, nec eadem sit omnium machinarum fabrica partiumque eminentium et vallium figura, asperitas, rigiditas, elasticitas, mollities, cohaerentia cet. sed variet, pro vegetabili-  
lium

Hum solo natali, vetustate, siccitate, densitate coeli-  
que humiditate ipsarumque partium fabrica et mistura.  
Haec enim omnia producent varium partium sibi im-  
positarum implexum, variam resistantiam prominen-  
tium et aliorum valles ingredientium implicaturam et  
fracturam, unde necessario oritur frictio, quando va-  
rii generis corpora etiamsi aequalem habeant superfi-  
ciem et aequaliter sunt onerati, eademque celeritate  
vnum moveatur super alterum.

§. XXV.

Ausi etiam sunt viri laudatissimi Parent et Amon-  
tons l. c., frictionem reducere ad rationem aliquam  
constantem appressionis, statuendo: corporum ex eadem  
materia constructorum frictionem pro diuersa superfi-  
cierum magnitudine neque augeri neque minui, sed  
ponderum solum iis incumbentium rationem isthic ha-  
bendam esse, vt sit constans ratio frictionis ad pondus  
mouendum ex Parentii calculo vt 7: 20 vel vt Amon-  
tons iudicat vt 1: 3; nihil igitur referre, siue superfi-  
cies mouendi corporis sit minor siue maior, cum aucta  
superficie eiusdem, augeatur quidem contactus, attamen  
augeri etiam vicissim partes eam sustentantes; ideoque  
minorem esse appressionem in qualibet parte, hinc  
minorem in ea locum habere resistantiam s. frictio-  
nem, eaque ratione incommodum commodo refarciri.

§. XXVI.

Experimentum quidem, quo Cel. *Amontons* hanc  
hypothesin corroborare voluit, erat sequens: tabulae siue  
lignae

lignae siue laminis ferreis, plumbeis aut aeneis obductae imposuit frustra similis materiae, pariterque aspera, et omnia eiusdem ponderis, sed superficierum magnitudine, quibus ista tabulam contingebant, notabiliter diuersa; singulisque aequalia pondera s. elateria deprementia imposuit, vt singulae tabulae aequali vi depremerentur. His ita comparatis funiculos annexit, liberioris motus gratia trochleis iniiciendos quas tabulae extrema tenebant. Suspendit insuper e funiculis pondera sibi mutuo aequalia, singula paullatim augens donec suum quisque pondus attrahebant; quo facto pondera appensa aequalem grauitatem seruasse animaduertit, indeque ad frictionis quoque aequalitatem argumentatus est.

## §. XXVII.

Plura autem sunt, quae aduersus hanc hypothesein *Amontonianam* et experimentum hoc ipsum, quod pro ista stabilenda in medium produxit, docte monuerunt viri celeberrimi *Sturmius* et *Leibnizius* in *miscell. Berol.* l. c. Haud enim extra dubitationis aleam positum esse credidit *Sturmius*, vtrum experimentum alatum sufficiens sit ad probandum, id quod probandum erat; cum non constet, vtrum istud debita circumspectione vbiuis sit institutum, nec vna alteraque circumstantia in eo sit neglecta? quae integram variet rem. Quemadmodum saepissime empyrici artifices falluntur et cum iis haud raro reipublicae et commerciorum moderatores, dum exigua forma ideam materialem machinae alicuius construunt, et ex effectu illius colligunt iustae magnitudinis machinam postea eundem effectum pro

pro molis suae ratione esse praestituram; quod tamen euentus cum magno saepe et temporis et sumtuum dispendio refellere suenit.

§. XXVIII.

Ipsam vero hypothesin, quam *Amontons* attulit, et per hoc experimentum studuit confirmare quod attinet: frictionem nimirum augeri, non pro varia superficiei corporis movendi magnitudine, sed solum pro ratione ponderis eiusdem, quo istud alteri subiecto apprimitur; largiendum quidem est, aucto pondere asperitates vnius superficiei profundius imprimi cavitatibus alterius, ideoque frictionem fieri maiorem, quia difficilius extricantur; attamen inficias ire haud licet, pro maiori superficiei augeri etiam contactum, pluresque praeterea partes eodem temporis momento arrodendas aut frangendas esse, quae fortius resistunt quam pauciores. Nec *Amontons* in eo retigit rem, quod commodum cum incommodo compensari et ideo frictionem a solo pondere premente dependere, nimis liberaliter iudicavit.

§. XXIX.

Repugnant insuper huic *Amontonsii* hypothese experimenta doctissimorum virorum *Nolletii in lect. phys. Tom. I. §. 235. et 248.* et *Muschenbroeckii in Instit. phys. l. c.* hanc in rem omni cura et industria factae observationes. Exploravit enim hic lignorum eiusdem et diuersae etiam speciei supra se mutuo motorum attritum. Ligni nimirum piceae supra lignum eiusdem arboris, nec non supra lignum buxi aequalis magnitudinis, cum singula frustra essent 1. pollicem lata, et 13 pollices  
C longa



longa, reperit pro diuersis ponderibus attritum vt sub-  
iecta docet Tabula

Pondus	Lign. picea supr. lignum picea Attritus		Lign. picea supr. lignum buxi Attritus		Lign. quernum supra quernum Attritus		Lign. quernum supra lign. buxi Attritus	
	Vnc.	Drachm.	Vnc.	Drachm.	Vnc.	Drachm.	Vnc.	Drachm.
4	--	8	6	6		6		6
6		11		8		8		8
8		15		9		10		10
10		17		11		12		11
12		22		13		15		12
14		25		16		17		14
16		28		20		21		16
18		31		23		25		18
Libr.								
3		8 - 6	6	4	11	0	5	0
4		12 - 6	9	4	14	0	7	0
5		13 - 4	12	0	15	0	9	0
6		16 - 4	12	4	17	0	10	0
7		20 - 0	14	0	20	0	13	0
8		24 - 0	16	0	23	0	16	0
10		26 - 0	20	4	29	0	19	0

§. XXX.

Ex hac tabula apparet: quando picea supra piceam  
mouetur, attritum ad pondus esse in prioribus 9 pon-  
deribus  $\approx 1:4$  sed aucto pondere paulatim imminui  
cum sit proxime ad pondus  $\approx 1:4\frac{1}{2}$ ; in septem poste-  
rioribus vero irregularis fuit attritus et ad pondus ha-  
bet rationem  $\approx 1:5$  vel  $1:6$ . Hinc manifestum est  
ratio-

tionem inter attritum et pondus haud esse constantem, sed crescente pondere imminui. Quodsi porro picea mouetur supra buxum in nouem prioribus ponderibus, attritus est ad pondus = 1:5 vel 1:6. auctoque pondere in septem posterioribus ratio fuit 1:7 vel 1:8. Moto autem querno supra quernum in minoribus ponderibus minor est inuentus attritus, quam si picea supra piceam mouebatur. Ex quibus quidem cunctis manifestum est rationem inter attritum et pondus non esse iuxta Amontonii placita constantem 1:3.

§. XXXI.

Confirmant hoc etiam experimenta a viro docto laudato in motu axiculorum chalybeorum in varii generis cheloniis rotantium instituta. Reperit enim chalybem minimae subiici frictioni, ideoque etiam facilius moueri in orichalco, dein in plumbo, tum in cupro rubro in ligno guaiaco f. hebeno, in chalybe et stanno; quoniam in orichalco, item in chalybe et ligno guaiaco vltimum repertus est attritus ad pondus = 1:7 in stanno saepius = 1:4 in cupro rubro tantum = 1:5. Generaliter etiam longa et frequens mechanicos docuit experientia, duo metalla vel ligna eiusdem speciei plerumque difficilius supra se moueri magisque atteri, quam metalla vel ligna diuersa. Sunt igitur regulae attritus singulares et per experimenta in singularibus corporibus captis eruendae.

§. XXXII.

Quae quum ita sint, et haud possibile sit, machinas mechanicas ab omni frictione liberare, aut ad certas regulas

generales eandem reuocare, praecipua mechanicorum et opificum cura in structura et vsu machinarum in eo debet versari, vt minuatur saltim frictio s. fortior attritus. Fiet autem hoc, si 1) partes machinarum, quae supra se mutuo voluuntur exactissime poliantur, ne maiores asperitates maiora etiam in motu obiciant obstacula. 2) si partibus iisdem atterentibus interponantur olea, vnguenta, axungiae siue saponēs. Oleum enim inter metallinas partes lubricitatem motus iuuat, ideoque attritum minuit, in maioribus praecipue velocitatibus; quatenus asperitates superficierum, et locos confragosos aequabiliores reddit implendo cauas valles: eaque ratione mutuus ingressus partium solidarum minuitur et arrofioni itur obuiam. Quatenus etiam oleosa globosis constant particulis, lubricissime supra se et in cavitatibus, quas implent supra solidas mouentur partes. Docuit tamen experientia, lignum vel orichalcum oleo perunctum, augere potius frictionem quam imminuere. Eadem etiam ratione reliqua quidem vnguenta attritum superficierum attenuant, quando nimirum axes curruum, supra quos rotae mouentur, axungia, funes autem trochlearum saponē illinuntur. 3) Quum iuxta §. praeced. metalla s. ligna eiusdem speciei difficilius supra se moueantur magisque atterantur, quam supra ligna et metalla diuersa, huius quoque obseruationis in machinarum structura, pro minuenda frictione habenda erit ratio.

### §. XXXIII.

Multum insuper ad minuendam frictionem conducit, si motus radens commutari potest in voluentem. Vocamus quippe radentem motum, quando eadem semper



per partes simul inferiori corpori applicantur; quemadmodum v. c. traha super glaciem protrahitur. Volvens autem dicitur motus, quando continuo mutatur contactus, ut cum globus s. cylindrus in tabula pervolvitur. In huiusmodi igitur superincessu asperitates et eminentiae corporis movendi ex cavitatibus alterius facilius extricantur, quia corpus eiusmodi rotundum plani inclinati rationem habet, in quo pondera facilius moventur, quam in verticali §. V. Vberius hoc demonstrat *Leibnizius* l. c. adsumit enim regulam dentibus verticalibus instructam, horizontalem habere situm et super hanc incidere voluendo rotam stellatam ita, ut durante incessu, dens rotae vnus in intervallum duorum dentium regulae plane quadret. In hoc casu patet, asperitates seu dentes regulae rotaeque facilius supra se invicem incidere, quam si rota sine provolutione supra regulam sit promouenda. Deberet enim idem dens rotae perstringere plures dentes regulae, quod, quamdiu dentibus regulae inferitur neque eleuatur, fieri nequit, nisi vi magna frangat dentes aut saltem flectat, aut ipse frangatur vel flectatur. Idem vero fit, licet insensibiliter in frictione ut superincessus ob inaequalitatem infertationum retardetur, nisi; cum corpus supra basin voluendo incedat sicut rota supra regulam. Idcirco rotae curribus sunt subiectae, ponderibusque maioribus promouendis phalangae siue cylindri submituntur pro facilitando incessu super solum asperum atque salebrosum; vnde manifestum est, volutionem quoque esse remedium contra frictionem.

## §. XXXIV.

Laudandi sunt demum plurimorum ingeniosissimorum egregii conatus, qui quum bene intelligerent, fri-

tionem penitus e machinis tollere velle, idem fore ac lauare aethiopem, eo suas direxerunt meditationes, vt inuentis nouis machinis attritum insigniter imminerent. Eminet inter hos Celeberrimus *Peraltius*, qui pro eleuandis ponderibus binas instruxit machinas in doctissimo commentario in *Vitruuium* L. X. quibus haec laus debetur, potissimam in iis frictionis partem cessare, adeoque multo minus frictionis in iisdem locum habere, quam aliis machinis eidem vsui destinatis. Iungi huic meretur Clariss. *Leupoldus*, cuius in theatro machinarum generali et reliquis, in eo praecipue cura versata est, vt frictionem in machinis nouiter inuentis, quantum fieri potest tolleret: ne quid dicamus de *Belidori*, *Amontonii*, *Desaguillerii* aliorumque inuentis egregijs, quae singula hic adducere fufiusque exponere nec instituti ratio patitur nec pagellarum angustia.

## §. XXXV.

Claudendo ergo diatriben hanc leuidensem, claudendo verbis doctissimi illius Casati L. II. C. I. *Resistentiam a frictione prouenientem sub certam legem non cadere, sed quantum coniectura assequi valemus, illam potius ex antiquis experimentis aestimandam videri, quam mathematicis rationibus indagandam. In hoc vno facem praeserre posse geometriam, vt, si reliqua prorsus paria sint, nec alia sit, quam molis, figurae dissimilitudo quantum ex hoc capite mouendi difficultas augeatur minuatque innotescat; Caeterum plene atque perfecte explicare velle, quantum resistentiae ex asperarum superficierum consiisione oriatur, temerarium esse conatum.*

T A N T V M.

Emendanda: §. II. lin. 7. leg. *horologia* §. V. lin. 5. lege *codem* et lin. 20. loco, *secante lege* *sinn complementi*. §. XV. lin. 10. lege *inchoatum*.

*Jena, Diss., 1764-65*

VD 18

ULB Halle  
005.360 706

3







1764 g  
EXAMEN VIRIVM  
MINARVM MECHANICARVM  
GEOMETRICVM ET PHYSICVM

QVOD

D. O. M. A.

PRAESIDE

RN. BASILIO WIDEBVRG

PROF. PHILOS. ORDINARIO  
CIVITATIS TEVTONICAE AB EPISTOLIS CET.

AVDITORVM DISQVISIONI

S V B M I T T I T

A V C T O R

JANNES LAVRENTIVS BOECKMANN

LVBECENSIS

CIVITATIS TEVTONICAE IENENSIS SODALIS

IENAE D. XI. AVG. MDCLXIV.

\*\*\*\*\*  
PITTERIS FELICIS FICKELSCHERRIL

