

Q. D. B. U.

PENDULUM
ex Tetracty de-
ductum,

PRÆSIDE

DN. ERHARDO VVEIGELIO,
Mathematicum Prof. Publ. Celeberrimo,
Artium Architectonicarum Directore Supremo,
AlumnorumInspectore gravissimo,

*Dn. Patrono atque Præceptore multis nominibus
eternum venerando atque colendo,*

ad diem 11. Septemb.

M. DC. LXXIV.

sistit

HENRICUS CHRISTOPHORUS EBELL,
Goettingâ - Saxo, Philiaater.

AUT. ET RESPOND.

J E N Æ,
Typis JOHANNIS WERTHERI.

G. D. R. V.

PENNIDULUM

EX TERTIO DE

DUCTUM

P. K. S. T. D. E.

DI. BRUNNEN VVEIGELI

Alchemia Prof. Publ. Celeberrimo

Antoni Alchimico Ductore Sublime

Abnominabile gravissimo

De Partibus et Modis

et Modis et Modis

et Modis et Modis

M. D. C. LXXIV.

Am

HEINRICH CHRISTOPH'S ERBELL

et Modis et Modis

AD TERT RESPOND

J. E. W. A.

Typis JOHANNIS WERTNERI

Per-Eximio atq; Doctissimo

DN. HENRICO CHRISTO-
PHORO EBELIO,

Philosophiæ Mathematicæ pariter ac Medicinæ
Cultori maximè strenuo , præsentis Disputationis Au-
tori simul & Respondenti paratissimo

Dn. Fautori & Amico suo dilectissimo.

S. P. D.

ERHARDUS WEIGELIUS.

QUàm arctè cohæreat Medicina cum Ma-
thesi, vel ex consuetis medicamenta præ-
scribendi formulis (Recepta barbarè dicunt)
hanc obscure patet, in quibus nulla linea datur, imò
ne verbum quidem invenitur, cujuscunque quali-
tatis herbarum lapidumve denominativum, quod
determinat à suâ ratione, quàm Docti pariter &
indocti Quantitatem dicunt, sub certis mensura-
rum characteribus numerisq; non sit definitum.

Atqui Quantitatum scientiam, numerorum,
mensurarum, ponderum, & ut abstractè dicam, ra-
tionis & proportionis, in rebus quibuscunq; certam
& effectivam cognitionem, omnes & Veteres & Re-
centiores uno velut ore Mathesin esse profitentur.
Quid igitur prohibet quo minus Medicinam ve-
ram & non simulatam Mathesin esse fateamur. Sci-
licet, uti nulla datur in totâ naturâ virtus, qua de-
nomi-

nominatiuè tantum & indeterminatè certas edat
operationes; ita, ut hoc potius, quàm aliud quod-
cunq; producat, quantitas potius quàm qualitas
efficit. Nam qualiscunq; fuerit qualitas, illa non
vago sub modo certi quid operatur, sed ad pondus
& ad mensuram exacta demum ei quod certâ
quantitate constat, (constat autem eâ qualiscunq;
effectus) tum molis, tum virtutis modulo commen-
suratur, ut quantitas agentis utraque quantitati
patientis aut resistentis utriq; correspondeat & ex-
aquetur. Quapropter uti cuius scientia naturali
vim actiuam largitur mathesis, ita precipue Me-
dicinam, quæ genuinum veræ scientiæ characterẽ,
praxin & operationem, prosequitur, ad effectus
producendos instruit, ut Medicus Philosophiæ na-
turalis Mathematicus (Physico-metra, si placet.)
eodem jure, quo Jure-Consultus Philosophiæ mora-
lis Mathematicus (Dico-metra) dici possit.

Quòd cum primo statim accessu perpendisses, A-
micissime Dn. Respondens, Geometriam, dixerim
Pantometriam, utriusque estimationis radicem,
indefesso coluisti studio. Natus inde surculus, ex quo
Pendulum, ingenii felicis expendendi stateram, sus-
pendisti, qui, si perrexeris, in proceram arborem mox
succrescet, sub cujus frondibus cuius egro saluta-
rem ominari quietem, imò presentem salutem pol-
liceri, possum. Vale. Dab. è Museo die equino-
ctii autumnalis 1674.



Cum Deo!

PROOEMIUM.



Ilia sæpe videntur, vilia quæ non sunt. Puerorum actiones, quas negotia eorum passim produnt, à plerisque susque deque habentur, albo perpendendorum excluduntur, & nullis dignæ putantur scrutationibus, quamvis non rarò sapiant, quo gaudeamus. Adferunt augmentum philosophiæ, inventis inventa addendi non leves præbent occasiones, ut Doctis quibusdam longè videantur feliciores, & orbi erudito utiliores. Scilicet manus singularibus admovent; hæc ridiculis sæpe ausibus tam diu tractant, donec aliquid novi, delectatione quâdam ipsos afficiens, inde emergat, nihil cogitantes de tam arctâ lusûs quotidiani cum scientiæ cognatione; ignari, vera hæc esse præludia, quibus exoptatus ad veram Philosophiam paretur aditus. Intermittunt alii mente chimaras concipiunt, atque pariunt; in aëre volitant, nubem pro Junone capiunt: Sic illi ludendo plus præstant, quàm hi dies noctesque pensitando. Testes solummodo sint Sclopetum penumaticum, communissimæ illi balistulæ, ex sambuci ramo excavato, cui tenax materia chartæ masticata vel radicis recentis os alterum vel utrumque oppleat, quam bacillas ex altera parte trusus per aëris vim elasticam extrudat, paratæ, ortum suum debens.

A

Heli.

Helices elasticæ ex filis ferreis in cochleæ modum ductis, extremitate murem vel aliud ridiculum animal gerentibus, confectæ, quæ, si liberæ linquantur, improvise motu nunc bellè, nunc pavidè, pueros afficiunt.

Pilæ lusus varii. In parietes pulsa redit in manus projicientis, in eodem licet loco permanentis; insigne reflexionis monitum. In altum centum pedes jacta recipientis volam multo majori percutit vehementia, quàm decem pedes solùm; manifestum inæqualis motûs gravium in aère velociùs ac velociùs descendendum indicium.

Oscillationes, quas silex superficiem fluminis trajectus semper minores atque minores facit, Cartesio cogitandi subministrarunt vestigia & enucleandi nobilissimam de repercussione doctrinam. Et id genus innumera alia, quæ brevitatis amore sicco prætereo pede.

Imprimis verò pendulis quod frequenter utantur pueri, qui suomet ipsorum corpore penduli se sub arboribus hinc inde jactant, nemo nescit. Sed ex hoc lusu prodiit nobis PENDULUM; à situ quem sibi relictum tenet perpendiculari, Perpendicularum vulgò dictum. Quod quàm nobile sit inventum, dici non potest. Videtur res parvi momenti, cum, quid intus & in cute gerat, vix millesimus perpendat. Utilitas omnino auro præstantior est, quam exactissimè temporum differentias mensurando, motuumque etiam aliorum varietates determinando præstat.

Pendulum itaque dicitur quoad situm. *Chronoscopium* aut *Chronometrum* dici potest quoad usum generalem; quoad specialiozem, *Sphigmometrum*.

Exstiterè hæctenus, credo, infinitæ temporum mensuræ; præstantiorem tamen hæc unquam cuiquam in-

men-

mentem venisse, non credo. Quapropter in sui me etiam inter alios admirationem tantâ rapuit vi, ut, accedente Excellentissimi Domini PRÆSIDIS hortatu, non potuerim, quin ejus planiorem ad manus sumerem enodationem, pauloque intimius ejusdem phænomena, usumque introspicerem.

Ambabus quidem largior manibus, me suscepisse laborem humeris meis longè superiorem, tum quod pauci Eruditorum illum aggressi fuerint, ex quibus Centonem mihi de Pendulo conscribere licuisset; tum quod intimas gravitatum, difficillimæ doctrinæ, medullas sapiat. Interim non abjiciam animum. DEUM solummodo devotis compello precibus, adsit divinâ suâ gratiâ mihi, meisque hisce conatibus; quâ fretus tentabo paucis potissima ponere, eorumque causas, quoad fieri potest, exponere. Sit itaque

C A P. I.

Complectens Præliminaria.

DEFINIT. I.

Situs perpendicularis est extensionis ad extensionem utrinque substratam æqualis inclinatio.

Scholion.

Quam varius sit SITUS, quantumve rerum in situ, situsve mutatione, consistat, partim hûc non pertinet, partim Excellentissimi Domini PRÆSIDIS, quem nunquam sine honoris præfamine mihi ante oculos pono, Pantologia, aliaque, quibus se idem bono publico consecravit, scripta unumquemque abunde docebunt. Perpen-

diculare tantum, qui propiùs reliquis me hac quidem vice tangit, intuebimur, hoc nominis adeptum à pendendo, quod, quæ liberè pendent, eundem tenere videamus. Considerari autem potest vel abstractè, seu purè, sine respectu ad materiam hanc vel illam, quemadmodum in Geometria; vel concretè seu mixtè, cum respectu ad materiam hanc vel illam. Imprimis verò ad mundi basin; hoc est, ad Horizontem, vel ad centrum terræ, per quod Horizon transit. Atque hujus intuitu

Situs perpendicularis est extēnsionis ad centrum Terræ directæ vergentiæ, quæ simul ad Horizontem ita se habet, ut non magis in unam quàm in alteram ejus partem propendeat, hoc est, ut angulos utrinque rectos faciat.

Est enim Horizon circulus Mundi major, cujus poli sunt in Zenith & Nadir uniuscujusque habitantis, dividitque sphaeram in hemisphaerium superius & inferius. Nec obstat, quod nos sensibili solùm gaudeamus Horizonte, terræ centrum minimè transeunte, quique ob id sphaeram universi etiam æqualiter non dividit: sufficit enim, quod mundi segmentum ab hoc ipso rescissum hemisphaerio saltem ad sensum coincidat, ipseque rationali exactè parallelus pari ratione situm perpendicularem excipiat.

DEFINIT. II.

Pendulum est grave corpus è certo puncto liberè dependens & circa illud reciproco motu mobile

Scholion.

Grave dicitur corpus, quod nisi perpetuo deorsum, hoc est, ad centrum terræ tendit, & si sibi relinquatur, còruit.

Non

Non possum hîc, quin, paululum extra oleas vagando, dispiciam, unde fiat, quod lapis, in altum projectus, ad terram rursus descendat, sive, quod corpus grave deorsum tendat. Res enim maximi est momenti, meoque fini summè conducibilis. Ubi tamen paucula de natura & causa gravitatis addere cogor, utut omnia, quæ demonstrationem potiùs quàm definitionem sapiunt, huc propriè non pertineant. Suppono verò sequentia, quasi Definitionum loco:

1. Nisus perpetuo deorsum tendere, est in motu esse.
2. Motus localis est nihil aliud, quàm actus ad mutationem sitûs localis directus.
3. Causa motûs est extra motum: Et sic inter corpora, mota causa motûs prioris latet in posteriore impellente.
4. Nisus est motus.
5. Impetus est ipsius nisûs valor.
6. Resistentia est duorum motorum nisus nisui oppositus.
7. Vis est impetus ad effectum relatus.
8. Crassiora seu constipatiora pauciores habent poros.

Hypotheses.

1. Aura ætherea omnia mundi spatia reliquis corporibus vacua replet.
2. Aura ætherea Terræ poros occupat.
3. Aura ætherea perpetuo movetur in orbem.

Observatio.

Congeries discretorum corpusculorum in orbem, mota intra resistentiam circumferentiæ versus centrum, inclinatur. Quod cribratio frumentorum ostendit.

Axiomata.

1. Impetus impetui additus, impetus fit major.
2. Impetus ab impetu ablati, impetus remanet minor.
3. Omnis tandem impetus per resistantiam æqualem sublatus, remanet nullus, id est, corpus quiescit.

Propositio 1.

Nulla particula quiescens nisi sibi ipsi dare potest.

Quia (per defin. 3.) causa est extra eam.

Propositio 2.

*Quiescens particula ab aliâ, quantulo-
cunque impetu, tacta movetur.*

Si enim nō movetur uno, quotquot vel infinitis talibus impulsibus leviculis non movebitur. Nam cum unus eorum nullum habet effectum, omnes tamen æqualiter operentur, etiam aggregatum eorum nullum habebit effectum, hoc est, vis finita infinitæ non cedit, quod est absurdum.

Movetur autem per eam viam, quam movens determinat. Si movens progreditur rectâ, & motum ita ibit; si circulariter, & hoc; si mixtè, mixtè.

Prop. 3.

Terra movetur.

Cum aura ætherea totum mundum, ipsosque Terra-quaërei globi poros occupet, & perpetuò moveatur, (per hypoth. 1. 2. 3.) terram sibi contiguam movebit, (per prop. 2. hujus.)

Prop. 4.

*Partes & particule crassiores fortius mo-
ventur, quam subtiliores.*

Cum

Cum crassiores pauciores habeant poros (Def. 8.) à pluribus auræ æthereæ moleculis impellentur, quippe quæ per poros transitum non inveniunt, & sic fortius movebuntur (per axiom. 1.)

Corollarium.

Subtiliores particulae, cum quibus crassiores in eodem motu permixtae sunt, si hæ progrediantur, illæ retrocedere videbuntur.

Prop. 5.

Particulae globi terraquærei crassiores, (terrestres, aqueæ,) intra complexum subtiliorum, (aquæ, æris) mota versus centrum nituntur, subtilioribus à tergo relictis.

Cùm aër & aqua, intra circumferentiam totius cœli resistentem, moveatur in orbem (per propos. 3.) inclinabuntur ejus particulae versus centrum (per observ.) cumque partes crassiores terræ intra complexum eorum tanquam subtiliorum fortius moveantur (per propos. 4.) citius illæ quàm hæ versus centrum procedent, & sic illæ ad centrum, hæ à centro, moveri videbuntur (per coroll. propos. 4.)

Corollar. 1.

Motus crassiorum intra complexum subtiliorum est curvilineus in spatio, simul verò in orbem motis videtur rectus à vertice versus centrum tendens.

Definitio.

Crassiora sic mota dicuntur Gravia; subtiliora relictæ dicuntur Levia.

Corollar. 2.

Gravia descendunt perpendiculariter.

Prop.

Prop. 6.

Ad terram majori vi, quàm ab illâ, fit motus.

Quia directus est ad terram motus, à terra non nisi reflexus; per illum descendentes partes à pluribus juvantur, ascendentes à pluribus impediuntur (per hypoth. 1. & 3.) Ergo, (per axiom. 1. 2. 3.)

Prop. 7.

Gravius aëre corpus, in illum vi pulsus, necessario ab eodem, cessante illâ vi, repellitur.

E. g. Lapis è manu mea projectus, vi hujus ascendit (per experientiam) quia tamen à pluribus versus terram ruentibus impeditur quàm juvatur à recedentibus (per propos. 4. & 5.) cessabit tandem impetus sursum (per axiom. 1.) prævalebitque impetus deorsum (per propos. 6.)

Prop. 8.

Grave quo altius dimittitur, eo velocius semper atque velocius movetur, hoc est, datur incrementum velocitatis.

Ratio est, quia motus motui additur semper, Ergo (per axiom. 1.) motus inde emergit major, adeoque velocior.

Prop. 9.

Velocitatis hoc incrementum per certa tempora ratione partium linea est, ut quadrata temporum.

Hæc propositio pluribus confirmata est à Galilæo, Baliano

liano, imprimis vero Thoma Hobbesio Anglo in element. Philosophiæ section. i. p. m. 113. Ad quos Benevolum Lectorem mitto, cum demonstratio plures, quàm hæ pagellæ capiunt, supponat propositiones. Specimen etiam succinctæ demonstrationis olim ex hac cathedra dedit Dn M. Dörfelius in disputatione *sub eodem hoc PRÆSIDE per orbem Celeberrimo* de quantitate motûs gravium habita.

Sed hæc de gravitate dicta sunt. Quod autem Singularis doctrinæ circa pendulum gratiâ distinguat inter Gravitationem perpendicularem & Circularem: ut illius ratione pendulum in situ perpendiculari, finitis vibrationibus quiescere: Hujus intuitu, reciproco motu mobile dicatur, illud non indiget explicatione.

Cæterum Liberè pendere dicitur, quod in certa sui parte vel puncto corpori cuidam ita adhaeret, ut circa punctum illud, tanquam circa centrum, ex eâ parte liberè revolvi queat.

Ipsam autem, quod pendet, cohaeret ita liberè cum corpore eatenus immoto

vel immediatè, per clavum;

vel mediatè, mediante vehiculo

vel rigido

vel flexili.

Rigidum & continuum

vel utrinque liberè connectit,

vel alterum extremum in pendulo fixum habet, & altero liberè connectit.

Flexile seu discretum totum liberum est, & sic utrinque liberè connectit, ut funis, catena.

Pro vario itaque usu, variis instruitur vehiculis pendulum. Sic quando rationes variarum oscillationum

B

sunt

sunt explicanda, rigidum & continuū videtur aptissimum, ut infra demonstrabo; quando verò usui est accommodandum, & vel tempora, vel motus paulò diuturniores metiendi, convenientius est flexile sive catena, si pendulum sit paulò grandius; funiculus, si sit parvulum.

Motus reciprocus est, qui fit alternatim in oppositas plagas ita redituque per eandem viam, non per continuatam in circulo revolutionem. Tali motu octava sphaera creditur accessu recessuque versus polos mundi reciprocari.

Manifestissimus autem est hic motus in ipsis pendulis, ita ut non indigeat proluxa definitione.

Quamvis autem varia possit esse penduli figura; commodissimum tamen est ad motum reciprocum æquabiliter exerendum, si rigidum sit oblongum, flexile figuram sphaericam corpore referat.

DEFINIT. III.

Centrum motus circularis penduli est punctum illud, circa quod corpus illud grave liberè revolvi potest.

Scholion.

Motus ille totus dici quidem potest naturalis, quia tamen mixtus est, partim naturalis, partim violentus dicitur.

Naturalis est ipse perpendicularis, quando situ perpendiculari versus Horizontem tendere concipitur pondus.

Violentus est ipse Horizontalis antè retroque. Ex utroque mixtus fit circularis sursum vel deorsum.

Mo-

Motus circularis sursum est, quando pendulum fertur (vid. Schema) ex E ad A, vel ex E ad Z.

Motus circularis deorsum est, quo fertur ex A ad E, vel ex Z ad E. Est autem simul partim perpendicularis, partim Horizontalis.

Dum enim movetur ex A ad E, non potest non eodem tempore percurrere & perpendicularem PE. & horizontalem AP.

DEFINIT. IV.

Vibrationes Penduli sunt oscillationes ultra citraque perpendicularem motu reciproco factæ.

Et sunt vel simplices vel duplices.

Vibratio simplex est unicus penduli transcursus ab eodem specie termino à quo ad oppositum specie terminum ad quem, ut ex A ad Z.

Vibratio duplex est reciprocus penduli transcursus ab eodem specie termino à quo ad eundem specie terminum ad quem, itus per A E Z, reditus per Z E A. Ut ut ad A, iterum ob motus circularis languorem pertingere non possit.

Semivibratio est ascensus penduli à perpendiculari tanquam termino à quo; vel descensus ad eam, tanquam terminum ad quem, ut ex E ad A, vel ex A ad E.

DEFINIT. V.

Longitudo penduli est linea à centro motus naturalis penduli ducta ad centrum ponderis ejusdem, ut PE. vel PD.

DEFINIT. VI.

Summa altitudo est linea juxta quam pendulum summè elevatum situm habet horizontalem, ut AP.

CAP. II.

Propositiones de Pendulo enodans.

Propos. 1.

P*enduli vibrationes inter se sunt æquidiverturnæ seu ἰσημεριναί, simplices simplicibus, compositæ compositis.*

Prolixus essem, si quæ Ricciolus hâc de re pro indefessâ diligentia & dexteritate suâ sæpiùs instituit experimenta perquam proluxa lib 2. Almag. p. 85. nobis communicata, recensere vellem; Provoco statim ad sensum, quem quisque levi negotio huic operæ potest applicare.

Certum enim est ad sensum æquidiverturnas esse penduli reciprocationes, eò quòd sensus nullam temporis differentiam discernere possit inter oscillationes Penduli, quotquot ab uno tantum impulsu continuâ serie celebrantur; Exiguum enim est totum id tempus, quo ab impetu primo reciprocis recursibus ad quietem usque fertur: & adhuc magis exigua sunt momenta, quibus singulæ vibrationes durant. Quod si novum impetum imprimas, prono jam ad eundem accessu vel recessu quem exspectas, non immeritò redit eadem vicissitudo, causis omnibus ut antea constitutis.

Qua-

Quapropter si, post certum præcisè vibrationum numerum, recentem addas impulsus, impulsui priori saltem ad sensum æqualem, quod per machinas & automata commodissimè fiet; fieri vix posse statim experientia loquitur, ut ullam etiam longissimo tempore differentiam sentias eòdem pendulò circumstantiis iisdem adhibitis, & vibrationum earundem progressu sub eodem tempore, longissimo licet, (quod vel aliis accuratissimis Chronometris vel ipso Cœli stellarumve earundem per eundem Meridianum repetito transitu dimensus es) sæpiùs repetito.

Quod ipsum omninò satis est ad usum tam proficuum, tempora minora, quàm fieri potest, distinctissimè dimetiendi, imò majora etiam tempora inter se commensurandi; pro quo maximas Inventori, sive is *Hugenius* fuerit, aliàs etiam de solidâ Philosophiâ tam benè meritis, sive alius in societatem Inventionis aut applicationis admissus, habemus gratias.

Sed an in rigore geometrico prorsus æquales inter se sint vibrationes, posteriores prioribus, id non ex sensu, sed ex rationibus est deducendum. Neque tamen, quas *Sinclarus* per dialogos eloquitur probationes rigorem analyticum sustinere videntur, topicis persuasionibus similiore, argumentandi genere scholastico potiùs, quàm geometrico nixæ.

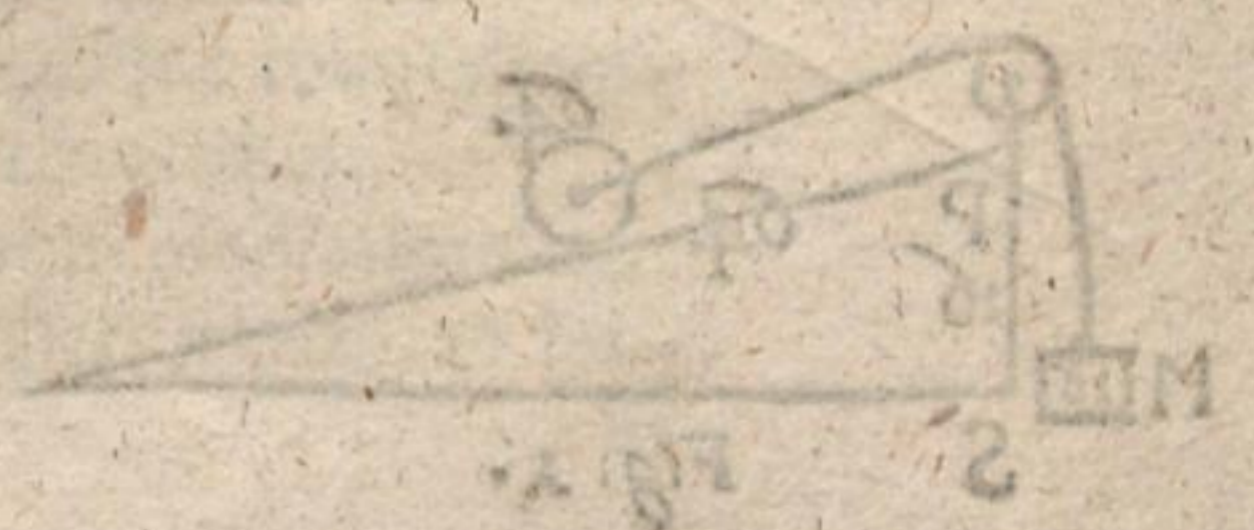
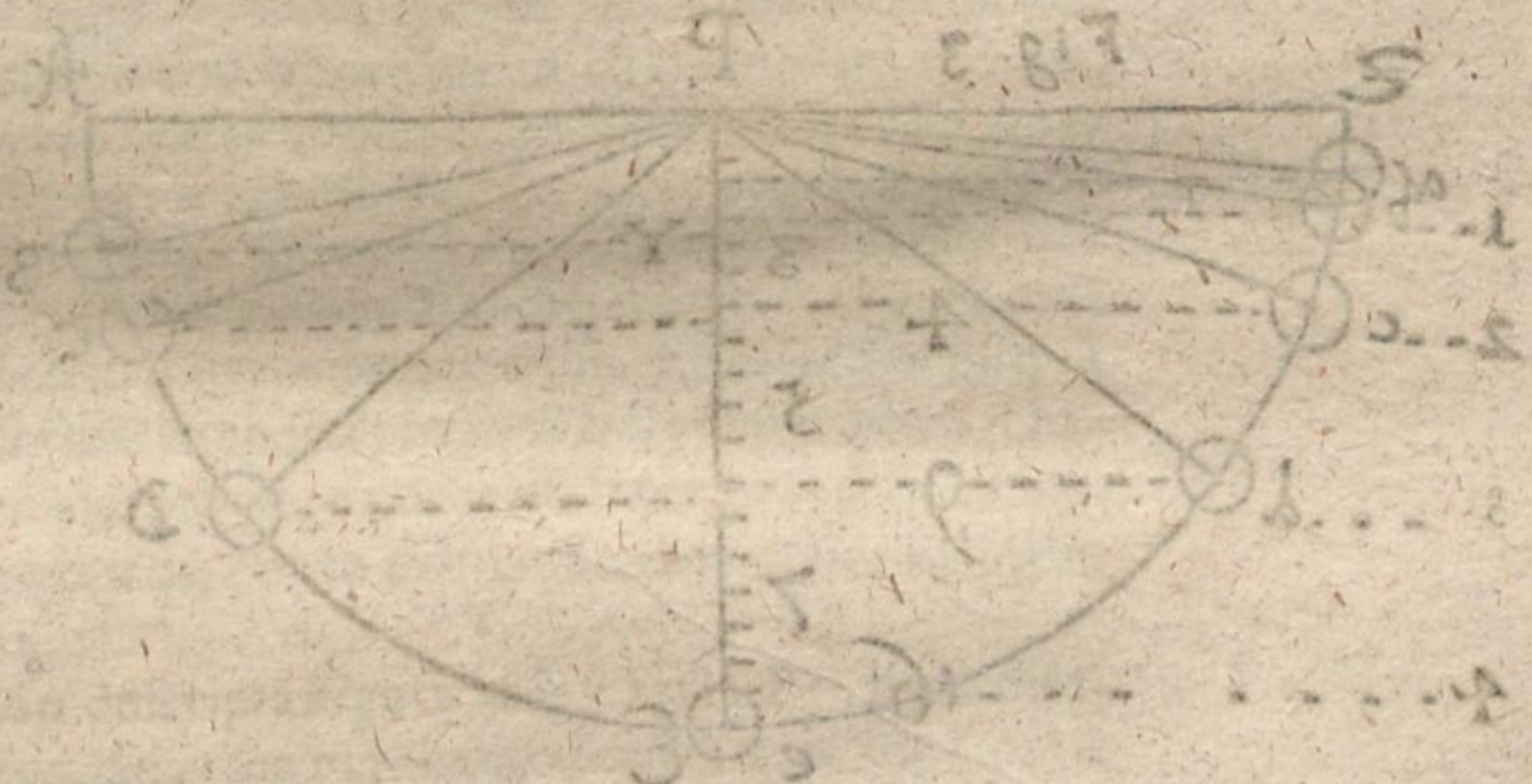
Quod ipsum vel inde præsumi potest, quando eodem argumentandi modo *Terram non moveri* demonstraturum se fore confidit ex eo, quod lapsu gravium ab altitudine liberè cadentium, si Terra moveretur, æqualibus momentis æquales tractus in spatio mundi describerentur, nimirum arcus aliquot semicircumferentiæ, per quam grave casu suò *Terræ* centrum attingere propera-

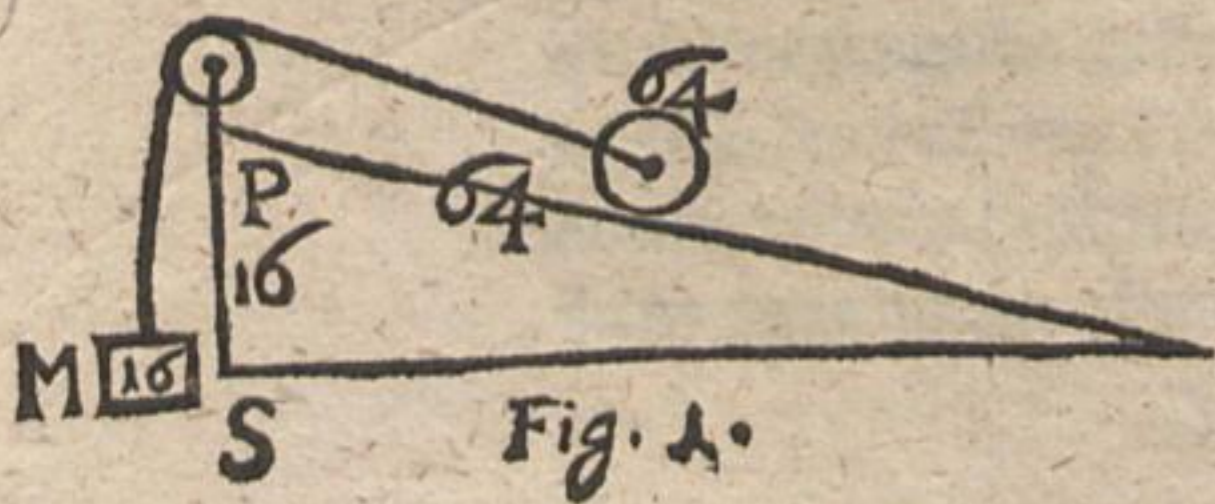
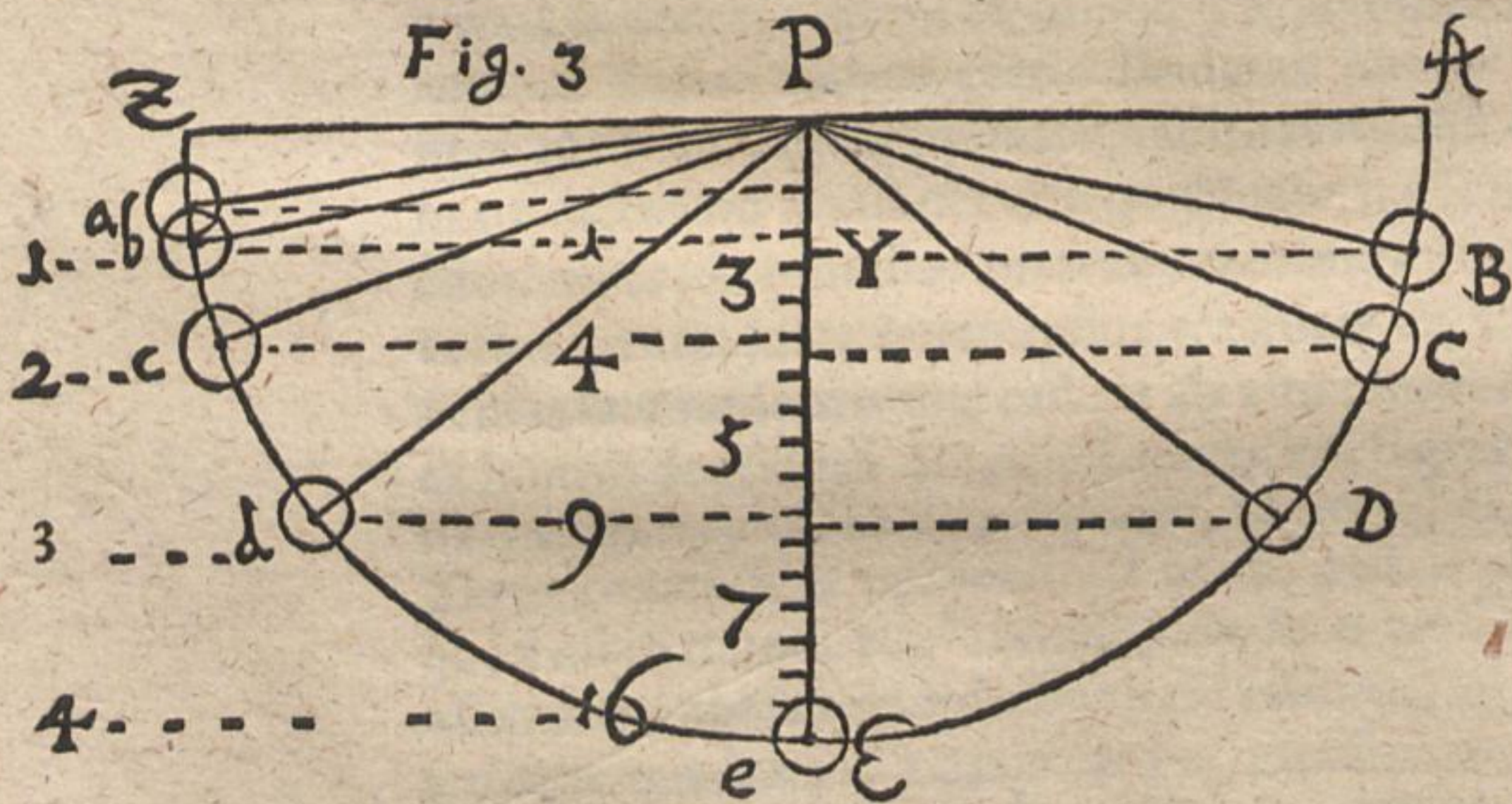
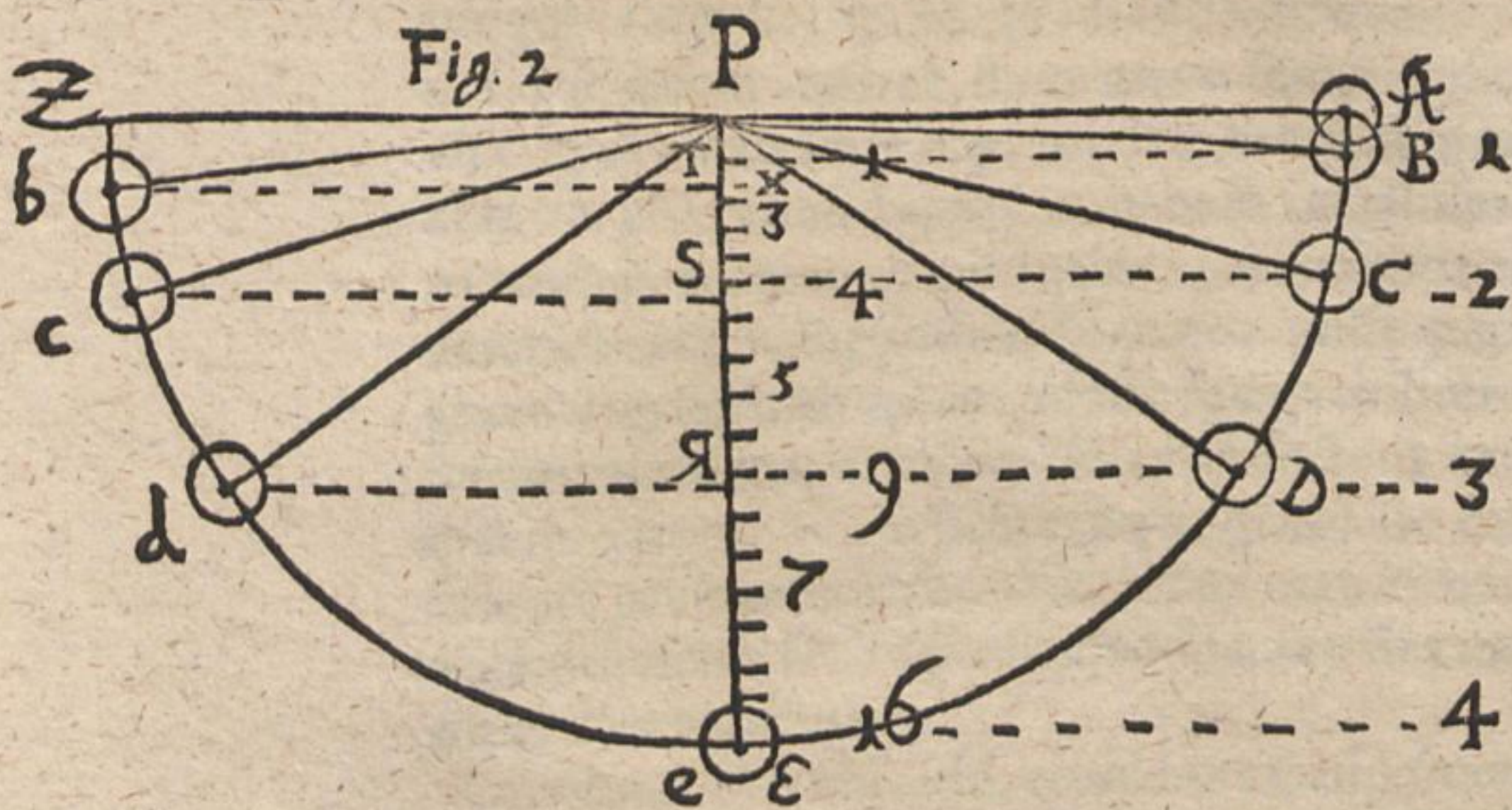
B 3

ret,

ret, qui sunt æquales tum inter se, tum arcibus totidem (singuli singulis) ipsius quadrantis circumferentiæ duplæ, per quem intereà, dum grave semicirculum absolvit, apex altitudinis e. g. turris, motu communi simul cum tota Terra correptus in orbem incessisset: quibus æqualibus arcibus, qui totidem æqualibus momentis describerentur, suppositis, fieri non posse putat, quin grave v. g. lapis ab apice cadens & æquabiliter sic versus ortum incedens, æqualem etiam effectum cadendo deorsum ederet, quo efficeretur, ut grave sic cadens substratum pavementum non fortiùs ex majori quàm ex minori altitudine ferire possit, quod tamen sit contra quotidianam experientiam.

Hoc, velut absurdo, quod huic Casui simul accidere putat, cadente, causam etiam hujus æquabilitatis nempe motum Terræ cadere credit laudatus Autor: cùm tamen advertendum sit, quod æquabilitas motûs ex æqualitate dictorum arcuum certa quidem sit secundum directionem & tractum illorum arcuum, nimirum ab occasu versus ortum, juxta quam ipsius tractûs motivi directionem etiam nullum grave cadens ab alto plus ferit quàm ex humili demissum: Aliud autem est, si gravis cadentis tractus secundum directionem, quam habet ad ipsum Terræ centrum, h. e. à verticali versus pedale punctum, quod est in mundi profundum (non in mundi longum) æstimetur, ubi saltem ipsæ lineæ directionis, (quæ ab illis arcibus quadrantis æqualibus per æquales arcus semicircumferentiæ dictæ versus centrum terræ ducuntur, & quarum singulæ definitum singulis momentis situm ipsius Turris referunt, quatenus ab ipsis arcibus semicircumferentiæ lapidis cadentis intercipiuntur,) illicò produnt maximam illam inæqualitatem impetûs & incrementi-





mentum uti velocitatis , ita virtutis percutiendi pavimentum, majoris, si ex altiori, minoris, si ex humiliori loco lapis cadat, salvo nihilominus motu terræ, salvâ revolutione continuâ, salvo æquabili progressu versus ortum tum lapidis cadentis, tum ipsius turris, aëris intercedentis, & pavimenti: perinde quidem, ut salva manet revolutio terræ, licet explosum tormentum orientali scopo (scilicet in tantum communi motu simul ortum versus antecedenti) non aliam plagam inferat, quàm occidentali scopo (scilicet in tantum communi motu simul ortum versus succedenti, quantum ille cum tormento præcedit) cæteris ac si terra quiesceret inter se constitutis.

Interim gratiæ habendæ sunt *Dn. Sinclaro*, qui topicam mihi suggestit hujus egregii phænomeni confirmationem, quæ multo labore vix in compendium redacta, postquam eam *Excellentissimo Dn. PRÆSIDI*, simul inter theses hæc meas exhibuissem, occasionem nobis dedit cogitandi de magis succinctâ Phænomenon hoc per definitas quantitates demonstrandi ratione. Quam utut ob temporis penuriam (urget enim me discessus mihi à meis injunctus) & ob sculptoris defectum per plura schemata clariùs exponi non potuerit, interim rudi quasi Minervâ proponam, donec aliquando explicatior in lucem prodeat.

Sit, in descripta Figura 2. & 3. recta P E, linea directionis mundanæ, seu perpendiculum & axis horizontis cujusque loci, juxta quem axem omnia pendula, dum quiescunt, suas componunt partes, ipsaque tota, saltem, quoad axem sibi proprium cum ipso coincidunt.

Sit P. polus penduli, seu centrum oscillationum, ipsiusque circuli, vel arcuum saltem circularium, ab ipsi-

us

us penduli partibus extremis (v. g. centro suspensi ex
 catenula seu filo globuli gravis) motu reciproco de-
 scriptorum. Circelli seu circumferentiolæ Fig. 2.
 A. B. C. D. E. e. d. c. b. notent globulum ex catenula
 seu filo suspensum (præcipuam penduli partem) secun-
 dum diversos situs, quos diversis momentis æqualibus in
 unâ vibratione simplici tenet: sed circelli seu circum-
 ferentiolæ a. b. c. d. e. E. D. C. B. Fig. 3. notent eundem
 globulum in revibratione seu reditu ex priorè vibratio-
 ne: Rectæ P A. P B. P C. &c. sint funiculus, filum aut ca-
 tenula globi, ut ita dicam, pendularis, vel, si placet, sint
 ipsum rigidum pendulum in puncto P perforatum & ex
 claviculo P liberè suspensum, ut circa illum, tanquam
 circa polum reciprocos motus exercere possit. Ex qui-
 bus recta P A. referat penduli situm Horizontalem, quem
 ab initio, ubi dimittitur, teneat, ut A P E sit quadrans.

Concipiatur jam Recta P E divisa in quater quatu-
 or, hoc est, 16 partes æquales, & ex partium primæ, quat-
 tæ, nonæ, finibus ductæ intelligantur Horizonti P A par-
 allelæ T B. S C. R D, cui simile quid & in altero quadran-
 te & in utroque Fig. 3. concipiendum est.

Quibus ita descriptis, ex doctrinâ Staticâ, quam
 alibi compendiosè traditam ab *Excellentissimo Dn. PRÆSI-
 DE* invenies, suppone theoremata ibidem demonstrata,
 sed hîc instar axiomaticum assumenda, quæ sequuntur.

Theor. 1.

*Grave Corpus inclinato plano liberè in-
 cumbens (quâ libertate cylindrus aut globus
 per se gaudet, prisma verò, quatenus cylin-
 dris aut globis liberis fulcitur) tantum one-
 rat*

rat potentiam supra planam id sustentantem,
adeoque tantò minus gravitat planum, quan-
ta est ratio inter perpendicularum & longitu-
dinem plani; ex cuius uno extremo tan-
quam ex puncto sustentie demissum intelli-
gitur perpendicularum ad basin inclinato pla-
no occurrentem, & sic alterum extremum in
eo designantem.

V. g. referat in Figurâ primâ Recta P C. planum in-
clinatum; S C. sit basis, P S perpendicularum: incumbat
inclinato plano P C, pondus globosum 64 unc., quod o-
nerabit potentiam in V. vel inde suspensum contrapon-
dium M. saltem 16. unc., ut planum inclinatum V C. tan-
tùm sustineat 48., dum perpendicularum P S. ad hypote-
nufam P C rationem habet subquadruplam, quæ est in-
ter 16. & 64, vel inter 1. & 4. subtracta verò 16. à 64. relin-
quunt 48. gravitatem plano incumbentem, quâ solâ de-
orsum tendit, quippe residuo ex puncto V. suspenso.

Jam quoniam Pendulum 64. unciarum in obliquo
fitu P C (Fig. 2.) ex polo suo P. suspensum æquipollet
corpori gravi 64. unciarum, quod tali plano inclinato in-
cumbit, & à potentia P. quoad illam partem obliquè
sustentatur, per structuram, cujus plani perpendicularum
est P S. v. g. 4. part., cum totum P C, quod æquatur ipsi
P E, sit 16 part: Igitur in hoc situ pendulum C. 64. unci-
arum transfert 16. uncias in polum P. & residuo 48 unc.
tantùm per se gravitat inclinatum planum, hoc est, aë-
rem, in quo tum liberè hæret, quia sicut 4. ad 16. (h. e. ut
perpendic. ad hypotenusam) ita 16. ad 64.

Per se, inquam; Nam si aliunde prematur Pendu-
lum,

C

lum,

lum, aut ejus gravitas quodam impetu intendatur, id ad hanc æstimationem non spectat.

Quoniam autem PB est æqualis ipsi PE per definitionem circuli; igitur mensura statim ex perpendicularo PS . continuato, nimirum ex recta PE , tanquam ex perpendiculari principali, capi potest. Unde liquet.

1. *Quod Penduli gravitas naturalis in descensu ab A . per B . C . D . semper minuatur, parte semper majore ac majore in polum P . rejectâ, donec in imo statu E . prorsus absumatur & polo P . tota cedat:*

2. *Quod residuum gravitatis naturalis in pendulo v. g. C . sit ad partem suspensam, sicut residuum lineæ directionis seu perpendiculari principalis ES . 12. part. ad partem descendendo confectam PS , 4. part., hoc est, ut 3. ad 1; ut pendulo ibi remaneant 48. unc. Polo verò P . sustinendæ cedant 16. unc. Et sic in situ D . ubi PR . est 9. part. RE 7. part. pendulo D remanent 28. unc. polo P . cedunt 36. Nam ut 9 + 7. ad 9. & 7, ita 64. ad 36. & 28, juxta regulam societatis communem. i. e. ut 9. & 7, (conjunctim 16,) ad 9., ita 64. ad 36; item ut 9. & 7. (conjunctim 16.) ad 7, ita 64. ad 28.*

3. *Quod toti gravitati naturali, quâ pro se gaudet pendulum, eâ ratione tantum decedat, quantam partem itineris deorsum pars confecta facit respectu totius. Nimirum in situ B $\frac{1}{3}$ in C $\frac{4}{15}$ in D $\frac{2}{5}$ in E $\frac{1}{6}$.*

Theor.

Grave liberè descendens ab alto uniformiter difformiter cadit, equalibus momentis inæqualia spatia conficiens: Et primò quidem momento, spatium primum Et unum; secundo momento spatia tria, quæ simul cum primo faciunt bis bina seu quatuor; tertio momento spatia quinque, quæ cum prioribus 4. faciunt ter tria, hoc est, 9; quarto momento spatia 7. (per numeros impares ordine se insequentes discreta spatia ordine sequentia definiendo) quæ, cum prioribus novem, faciunt quater quatuor, h. e. 16; ubique scilicet quadratâ ratione tot spatia, quæ primo sint æqualia, simul superando, seu post se relinquendo, quot momenta primo æqualia præterlapsa sunt. Et hoc est, quod breviter dicitur: *Incrementum velocitatis gravium descendantium fieri secundum progressionem numerorum imparium: item spatia confecta esse, ut quadrata temporum.* Cujus theorematis etiam supra mentionem feci.

Jam cum globus Penduli, tanquam grave corpus, tendat deorsum, sive in circumferentia A B C D E feratur, sive in semidiametro, seu perpendiculari P T S R E, quantum ad hanc motus directionem, perinde est: nam, licet in circumferentiâ feratur, descensus tamen quatenus talis mensuram capit à perpendiculo, quod eandem cum tractu descensûs, quatenus tali, directionem habet: Quatenus autem in transversum movetur, nempe versus

perpendicularem, quam in puncto E attingit, eatenus directionem capit ab Horizonte PA , vel ejus parallelâ, quæ cum descensu nihil habet commercii: Neque enim impedimenti quicquam descensus inde patitur, neque quippiam virtuti motrici, quâ descenditur, decedit, forsitan in hunc motum transversalem insumendum, præter nudam evanescentiam successivam gravitatis naturalis primæ; sed quicquid impenditur virtutis in transversum, id omne polus immotus præstat, indefinitâ renitentia quantumcunque pondus velut aliud agendo ad se trahere valens. Ergò pendulum ab Horizontali situ PA . dimissum primò momento *cadit* per AB . vel PT . unamque partem decimam sextam totius perpendiculi deprimatur. In secundo momento *labitur*, per BC vel TS . h. e. per tres partes, quæ cum priori faciunt 4. à P . ad S . In tertio momento *properat* per SR . 5. part. quæ cum prioribus simul 9. conficiunt, à P in R . In quarto momento *ruit* per RE . 7. part. cum prius absolutis junctim part. 16. à P . in E .

lisdem verò momentis Pendulum pro se, quoad naturalem gravitatem, decrescit, ex calculo superiore: Licet enim initio motus in A . 64. uncias pendat; progressu tamen facto, statim post primum momentum pendit $\frac{1}{2}$ minus quàm 64. hoc est 60. uncias, amissis interea 4: Secundo momento completo, dum est in C . pendit $\frac{4}{3}$ minus, h. e. 48. uncias, amissis 16 Tertio momento peracto, dum est in D . pendit $\frac{2}{3}$ minus, h. e. 28. uncias amissis hætenus 36. Et tandem absoluto quarto momento, dum est in imo E . pendit $\frac{1}{3}$ uncias minus quàm 64. h. e. nihil, amissis omnibus.

Sed interim quadratè toties 64. uncias (h. e. totam sui vim motricem) impetu per aërem & auram ætheream

ac-

accessorio vicissim acquisivit pendulum, quot ejusmodi momenti cecidit, h. e. toties 64. uncias acquisivit, quot partes parti, momento primo competenti, æquales hanc velocitate uniformiter difformiter peragravit. Acquisivit enim in puncto B. semel 64. uncias, ut jam sint 128, à quibus nunc amissæ 4. uncia subtractæ relinquunt 124. Ex his naturali gravitati cedunt 60; sed impetui, tanquam acquisitæ gravitati, nihil detrahitur, quippe funiculus aut catenula penduli globum solummodò sustinet in suâ gravitate naturali, sed impetus seorsim agit, & integram gravitatem naturalem multiplicat, quod in simili negotio, nimirum in rotatione fundæ, vel manus palpare potest. Quapropter absoluto secundo momento in situ C jam acquisivit *bis bis* (quia secundum est momentum) i. e. quater 64 ut sint 256. uncia, quibus detrahendæ vicissim 16. uncia differentiales, quas in hoc situ funis sustinet, ut in aëre tantum hæreant 240. uncia; seorsim verò quoad naturalem gravitatem globus pendat 48. unc. Consequenter in situ D. absoluto tertio momento, Pendulum cadendo acquisivit jam *ter toties*, (quia tertium est momentum) i. e. novies 64. uncias, h. e. 576., quibus subtrahendæ 36. uncia, quæ vicissim hinc ex naturali gravitate Polo cesserunt, ut simul in aëre versentur 540. seorsim quoad naturalem gravitatem adhuc hæreant 28. Tandem in situ E, quarto momento præterlapso, pendulum impetu jam acquisivit *quater quater*, (quia quartum est momentum) i. e. sedecies 64. uncias, h. e. 1024. uncias; sed amisit gravitatis naturalis $\frac{1}{8}$ h. e. uncias 64. omnes, ut in aëre versentur, & agitationem continuent uncia 960. seorsim verò, quoad naturalem gravitatem remaneat nihil.

Tantò impetu (960. unciarum) adhuc instructum

C 3

Pen-

Pendulum quiescere nequaquam potest; sed pergit secundum catenulæ manuductionem ascendendo, cum descendere nequeat.

Cumque globum ascendentem aëris & auræ æthereæ impetus accessorii, deorsum semper directi, nunc ordine retrogrado tantum impediunt, quantum descendentem, antea juvârunt, fit ut pendulum easdem uncias 960. per alterum viæ suæ quadrantem uniformiter difformiter quasi deponat, easque distribuat iisdem proximè distantis, sed ordine contrario, propter totidem tantosque contrarios impulsus; polo nunc in ascensu nihil sustinente.

Quò ipsò tamen Pendulum non prorsus ad eandem in opposito altitudinem v. g. Z. pertingere potest, sed deficit paulò antè v. g. in a. tanto intervallo, quantum respondet ferè totidem unciis, quibus Pendulum, quoad naturalem gravitatem gaudet. Quoniam enim dum acquiratarum ipsius impetûs unciarum, quas descendendo lucrabatur, quotquot earum quovis loco salvæ manent, beneficio sursum vehitur, (ad utrumque namque paratus est acquisitus impetus, nec præcisè deorsum tantum valet, utut non nisi deorsum acquiratur, sed & sursum se exferit, donec idem grave, tanquam vehiculum prædæ, sibi, tanquam ascendenti, contrarium imperum per aërem & auram ætheream semper deprimentem sub eadem, ut antea, quantitate, sed ordine contrario, patiatur, quò prioris impetûs jam sursum directi residuæ unciaë successivè tolluntur, non ut antea accumulatur) quoniam inquam Pendulum sic ascendens gravitatem suam naturalem tantum non integram intereà recuperat, quæ pendulum illic præcipitatum hîc sufflammat;

Igitur æqualem descensui ascensum hic non admittit; nec pendulum ad tantam usque altitudinem, quantum

tam

ram descendendo emetiebatur, eluctare potest; sed naturali gravitate aliquousque reprimitur, utut impetus cum impetu paria facere nitatur, ut quantum impetûs ex imo emergit, tantum solummodò, nec plus, nec minus, impetu contrario nunc urgente successivè compense- tur: Reprimitur autem fors simul & semel, ubi summi- tatem attingit, non successivè tantum, quantum naturalis gravitatis, pro ratione declinationis à perpendiculari, li- beratur à sustentatione poli, quia polus hîc non trahit.

Necessum hinc est, ut evectum pendulum, tantò in- tervallo adhuc infra Horizontem subsistat, post quam om- nem illum residuum impetum (naturali gravitate si- mul etiam decimas suas tandem decerpente) deposuerit, quantum suæ gravitati naturali proximè respondet. Re- spondet autem ipsi ferè tantum intervallum, quantum primò momentò supponitur confectum, h. e. una deci- ma sexta semidiametri seu lineæ perpendicularis pars: cujus terminum tamen superat tantâ particulâ, quanta re- spondet particulæ gravitatis naturalis, hîc adhuc in obli- quo situ constitutæ, quam particulam polus in suspenso tenet, ubi globus ab impetu sursum liber est.

Cæterum hoc loco constitutum Pendulum, omni hæctenus acquisito impetu (quo tam citò deorsum & ul- terius etiam sursum antea ferebatur) destitutum, sed inte- rim naturali gravitati suæ redditum, vix ullâ morâ de- scensum inclinationi suæ naturali conformem iterum, meditatatur, imò statim instituit. Cui quidem ex iisdem causis idem incrementum, eadem varietas & vicissitudo convenit, ut pendulum & hîc uniformiter difformiter descendat hinc, ubi modò emerferat, inde vicissim ascen- dat, ubi primò descenderat: Et hoc est, quod vulgò *reci- procari Schwancken* (hinc ein Schwanken) dicitur.

Licet

Licet autem hic curtioſer aliquantò viam habeat
Pendulum, quàm in primâ vibratione, & propterea, ſi cæ-
tera paria eſſent, revibrationem citiùs quàm directam
vibrationem, utpotè longiorem, abſolvere poſſet; quia
tamen radix velocitatis, nempe gravitas naturalis, ab in-
itio motùs præciſè tantâ ratione minor ipſi conceditur,
quantò minor via nunc eidem conficienda proponitur
(nam utraque quantitas eâdem gaudet menſurâ, quam
præſtat perpendiculari principalis portio utrique respon-
dens) igitur præciſè tantò ſegniùs progreditur, tantoque
leviores velocitatis uncias hic acquirit & expendit, & ſic
eòdem tempore revibrationem abſolvit, quo vibratio-
nem longiorem gravius celebraverat. Nam ſicut in-
fra Horizontem unâ ferè decimâ ſextâ ſemidiametri
parte ſubiſtit Pendulum, ita leviùs etiam unâ decimâ ſex-
tâ parte ſui (quam polus in ſuſpenſo tenet) reſuſum in-
cipit; & ſic tantò debiliores impetus exercet & acquirit,
quorum ſingulorum valor jam non eſt 64. unciarum ut
anteà, ſed ferè tantùm 60.

Interim brevioris hujus viæ ſimul, ac debilioris hu-
jus curſus oſcillatorii, eadem eſt, uti diximus, menſura,
portio nempe perpendiculari principalis ferè 15. decima-
rum ſextarum totius perpendiculari. Quæ tamen portio,
ſicut anteà totum Perpendicularum, ſimiliter in 16. decimas
ſextas partes diviſa doctrinæ gratia concipi debet, ut
quod de primæ vibrationis ratione recensuimus, toti-
dem verbis huc ad ſecundam applicari poſſit. Scilicet
pro ſecundæ vibrationis initio notetur in perpendicularo
principali punctum unâ ferè decimâ ſextâ parte totius
perpendiculari ſub horizonte depreſſius, cui litera X. è re-
gione cujus ipſe globus pendularis deſcenſum incipit.
Inter hoc punctum X. & inter imum ſui curſus punctum E.
in-

intercepta semidiametri portio $X E$ nunc regulam illam tetractycam nobis præstat, juxta quam celebratur revibrationis tractus, quæ tantò minor est, quam prior regula tetractyca (quàm integra semidiameter, seu integra perpendicularis) quantò minor nunc est gravitas naturalis in pendulo, quàm antea, & quantò lægniùs etiam nunc incedit. Quo ipso fieri necessum est, ut, cùm sit, ut totum ad totum, ita pars ad partem, eadem ratione procedant impetus debiliores per viam breviorẽ, quàm ratione processerunt fortiores per viam tantò longiorẽ, ut æquali temporis spatio, quo antea majus totum, nunc minus, absolvatur: majus scilicet $P E$. majoribus partibus decimis sextis præditum, sed tantò majori etiam in singulis impetu, tantoque velocius: minus verò $X E$. minoribus partibus decimis sextis constans, sed tantò minori etiam in singulis impetu, tantoque tardiùs.

Abolutâ revibratione Pendulum & hîc ob eandem causam infra parallelam horizontis, in qua initium revibrationis fiebat, quam dicamus *Horizontem secundum*, ex opposito subsistit, humilius unâ parte ferè decimâ sextâ, non prioris regulæ tetractycæ (perpendicularis $P E$) sed posterioris & tantò brevioris $X E$. Nimirum è regione puncti Y prope secundæ partis finem in regulâ tetractycâ $P E$. Similis decurtatio secuturis etiam vibrationum regulis tetractycis (nempe tertiæ, quartæ, quintæ, &c. vibrationis, regulæ tetractycæ) in semidiametro seu perpendiculari principali statuendis accidit, ut numerus vibrationum ex unâ tantum dimissione possibilem iniri non possit, utut ultimæ discerni nequeant.

Sed hæc omnia prolixam merentur evolutionem, quam in aliud tempus differre cogimur. Hisce paucis salivam potiùs movere volumus solidioris Philoso-

D

phiæ

phiæ Cultoribus, ut junctis meditationibus hoc theorema curatiùs enucleare non desistant.

Interim hic velut in Scholio monenda quædam sunt, & ex dictis deducenda.

1. Si rigidum fuerit Pendulum & uniforme, quali Sinclarus utitur, non tota sed dimidia gravitas naturalis in horizontis punctum A. cadit, cum, si globo constet ex filo seu catenulâ suspenso, tota globi gravitas in idem punctum incidat. Distributio tamen decrementorum vel incrementorum utriusque quantitatis ejusdem rationis est, nec quicquam differentia intercedit.

2. Benè quidem Sinclarus inter gravitatem perpendicularem, & circularem distinguit, utramque tamen ad nudam gravitatem naturalem penduli restringit. Sed impetus acquisitus præcipuum illud principium est, quo fit & continuatur oscillatio, cujus quantitati quantitas gravitatis naturalis implicita saltem initium & finem determinat; illo velocitatem, hoc magnitudinem, excursuum definiens.

3. Vibrationes priores posterioribus & velociores & longiores sunt, idem tamen tempus est, quo celebrantur utræque: Velociores dicuntur, quod eodem tempore longius spatium percurrant, & sic citiùs & intensiùs currant, quàm posteriores: Longiores autem, tum quod priores eodem tempore longius spatium emetiantur, quàm posteriores; tum quod tota vibratio priorum longiùs extensum spatium habeat, quàm posteriorum. Idem igitur utrobique tempus est, sed diversa tum velocitas, tum longitudo motûs.

4. Si Pendulum complicabile, seu flexuosum sit, non rigidum, fieri potest ex accidente, quod Hobbesius cap. 1. Probl. Physic. insinuat; nimirum, ut pendulum ab

octua-

octuagesimo gradu dimissum forsan longiores moras trahat, quàm si dimittatur à gradu sexagesimo, nempe, quod ex altiori gradu tractus circularis, qui sit ferè parallelus axi seu perpendiculo principali, globulus dimissus, cum gravior sit catenulâ simul eunte, quodammodo velut impingere possit in eam tardius motam, & sic retardari.

5. Sed & plurima sunt impedimenta alia, quæ leviter turbare possunt oscillationum æqualitatem, aëris inæqualitas; poli scabrities; prolongatio rigidi penduli ultra polum, ut perforari queat, quæ contrario nisu concurrat cum penduli vibrationibus; & alia, de quibus in abstracto solliciti non sumus.

Licet autem vibrationes quædam in particulari, (foran tertia, quarta, quinta &c.) fuerint aliquantò longinquiores, aut brevioris moræ, quàm aliæ; simul tamen omnes ex unâ dimissione vel impulsu, præsertim uniformiter impresso, junctim ut totæ, fideliter conspirant, partium harum excessu cum aliarum defectu utrobique compensato; quo fit, ut ad tempora mensuranda pendulorum oscillationes adhuc satis tutò possint adhiberi.

6. Quod impetus acquisiti per continuum lapsum, qui sub ratione numerorum imparium seorsim, sed junctim cum prioribus sub ratione duplicatâ numeri momentorum seu temporum æqualium, crescunt, polo pendulum sustentanti nec prosint, nec obsint; h. e. eum nec magis onerent, nec onere quodam sublevent, sed naturalem gravitatem velut inhæsiuè spectatam sui quasi juris relinquunt, & eam saltem effectivè spectatam tantò virtutis excessu semper augeant, ut sine omni sustentis aggravatione nihilominus vim percutiendi majorem efficiant; testatur quodvis etiam vulgarissimum instrumentum

tum v. g. securis, flagellum &c. quæ sub eodem sui pondere magis magisque fortiter (etiam in immensum) feriunt, prout ex motu continuo majorem atque majorem impetum contraxerunt.

Propositio 2.

Si duo pendula quoad omnia equalia fuerint, exceptâ gravitate, illud quod gravius est, diutius in motu totius perseverat, & intra idem tempus plures numero vibrationes peragit.

Duo hîc sunt probanda. (1) quod in graviori motu totius diutiùs perseveret altero. (2) quod gravius in eodem tempore plures numero exequatur vibrationes altero. Prius clarescit, quia, quod gravius est, fortiùs impellitur ab aura ætherea, minùsque resistit aërum in descensu, tum in ascensu: licet autem ipsa aura ætherea fortiùs etiam ascendenti resistat, minor tamen est ascensus, quam descensus, & sic excessum incrementi velocitatis in descendendo per majus spatium, non potest compensare incrementum resistentiæ mutuæ per minus spatium, per quod fertur ascendendo. Alterum patescit, dum defectus resistentiæ motum concedit velociorem per spatium idem. Ergò plures itus reditusque pendulum tanto tempore facit, quanto tempore pendulum magis impeditum pauciores fecisset.

Prop. 3.

Duorum Pendulorum in omnibus aliis equalium illud quod paulò gravius est, sed majoris notabiliter molis, pauciores equali tempore vibrationes absolvit, quàm alterum.

Cau-

Causam cum Ricciolo rejicimus in resistantiam majorem aëris renitentis, cujus conatibus impeditur, & sic tardiùs incedit. Moles enim major tantum potest, ut non solùm illud pauxillum gravitatis superadditæ compenset resistantiã, verum etiam retardet, plures impetus aëris renitentis in se suscipiendo. Hinc fit, quod non pares æquali tempore oscillationes faciat, sed pauciores.

Prop. 4.

Si duo Pendula, quoad omnia equalia fuerint, exceptã longitudine, id quod longius est intra idem vel æquale tempus pauciores numero vibrationes peragit, sed totus ejus motus longiori tempore perseverat.

Prius probatur, quia majores pendulo sunt faciendi arcus, non majori gravitate & celeritate, quàm alterum, instructo. Unde quo major altitudo illius penduli hujus altitudine, eò majores sunt illi permeandi arcus, quàm huic; (radius enim fit major) Et quoniam arcus illius penduli sunt majores hujus arcubus, igitur tardatur singula vibratio illius: Sed illæ sunt his numero pauciores. Alterum patet, quoniam majores illò facit arcus, plus incrementi velocitatis secum subinferentes, quo excessu tarditatem oscillationum compensat, ut nihilominùs totidem oscillationibus sufficere possit, licet longius insumat tempus.

Prop. 5.

Duorum pendulorum per omnia equalium præterquam in longitudine illud quod

D 3

bre-

*brevius est singulas vibrationes & totum
suum motum citius absolvit.*

Eadem ratio quæ prioris, ejusque solummodò in-
versa quoad rem.

Prop. 6.

*Longitudines duorum Pendulorum per
cetera equalium diversa, sunt inter se, ut qua-
drata vibrationum in eodem tempore colle-
ctarum in verso situ sumpta: Scilicet, ut bre-
viori plures vibrationes respondeant.*

Et hoc theorema certissimis experimentis Galilæi,
Baliani, Riccioli nobilitatur, qui duobus pendulis æquè
gravibus sub ratione longitudinis duplâ propositis nu-
merarunt eodem temporis spatio brevioris vibrationes
170. longioris 120; ut quadratum illius nempe 28900. re-
spectu hujus 14400 sit proximè duplum. Differentia
quidem aliquantula intercedit, quæ tamen causis supra-
dictis adscribenda est, licet accuratè satis in numera-
tione vibrationum procedere velimus. Rationem ex su-
perius dictis concipere licet. Si enim (ex Theor. 2.)
penduli incrementum velocitatis est secundum ordinem
numerosum quadratorum, eadem augmentatio hic in
curvilinea velocitate invenit locum, quæ aliàs in veloci-
tate rectâ gravium descendentium obtinet. Ergò qua-
drata vibrationum inter se sunt, ut altitudines inter
se.

Prop. 7.

*Quadrata vibrationum in equali tem-
pore collectarum, sunt ut longitudines.*

Ratio ex jam dictis constat. Quæ enim inter se
sunt

sunt proportionalia directè, eadem & vicissim sunt proportionalia ; quod jam pridem docuit *Euclides*. Ergò.

Fluunt hinc duo nobilissima atque utilissima Problemata, quæ ex Ricciolo huc transferemus.

Prop. 8.

PROBLEMA I.

Si duo fuerint pendula per omnia equalia, præter longitudines utriusque cognitæ, & dato numero vibrationum unius, reperire numerum vibrationum alterius.

Multiplica quadratum vibrationum datarum per harum penduli longitudinem, productum divide per longitudinem alterius penduli, & prodibit quadratum, cujus radix est numerus quæsitus. E. g. sit pendulum A. altum 16. part.; pendulum B altum 24. part.; pendulum A. conficiat certò tempore 80. vibrationes; quot jam vibrationes eòdem tempore pendulum B efficiat, quæritur. Hoc ut invenias, sume harum 80. vibrationum quadratum, nimirum 6400., multiplica cum earundem Penduli longitudine, videlicet 16. productum 102400. divide per penduli B longitudinem nempe 24. resultabit inde 4266. cujus, ut numeri quadrati, radix 65. est numerus vibrationum, quas Pendulum B. peragit, dum alterum A. absolvit 80. Quia, ut 24. ad 16. ita 6400. ad 4266 &c.

Prop. 9.

PROBLEMA II.

*Datis duobus Pendulis omninò equalibus, diverse tamen, & unius datæ altitudinis, datisque simul vibrationibus utriusq;
equal-*

aquali tempore numeratis, altitudinem alterius investigare.

Quadratum vibrationum altitudinis notæ duc in ipsam illam altitudinem, & productum divide per quadratum vibrationum ignotæ longitudinis, & quotiens erit numerus quæsitus. V. g. Celebret pendulum A. certo tempore 80. vibrationes, eodem tempore faciat Pendulum B. 65. vibrationes; A verò sit longum 16. part.; quæritur, quàm longum est B? Hoc ut innotescat; Penduli A. vibrationum 80. numerum quadratum 6400. multiplica cum longitudine Penduli A, nimirum 16., habebisque 102400.; quod productum si divideris per vibrationum Penduli B. 65. quadratum, nempe per 4225., prædabit altitudo Penduli B quærenda, videlicet 24. part.

Prop. 10.

PROBLEMA III.

Pendula invenire varia, ad variorum motuum atque temporum mensuras.

Quemadmodum tempus est mensura motûs, ita motus est mensura temporis, imò motus unus est mensura alterius motûs. Penduli motum pro mensura temporis exactissimâ agnoscunt penè omnes Eruditi, & quotquot ejus utilitatem observarunt admirandam. Proinde experimenta qui desiderat, ex voto illa apud quàm plurimos, imprimis verò Ricciolum, uberrimè deprehendet, qui plura observatu dignissima vidit accuratis Pendulorum vibrationibus. Nunc hic sufficiat ostendisse, quomodo Pendula varia possint inveniri variis motibus applicanda, quæ varietas solummodò consistit in longitudine mutatâ. Cogitandum idcirco de tali penduli genere, cujus polus sive centrum motûs citissimè

mè possit mutari, nunc altius nunc depressius illud in li-
nea perpendiculari sumi, pro motûs metiendi varietate.
De tempore pendulis metiendo res non est tanti mo-
menti, cum illud semper uniformiter decurrat. Unde
si semel ejus altitudinis & ponderis invenero pendulum,
cujus vel simplex vibratio, vel composita respondeat mi-
nuto vel primo, vel secundo horario, eo in omnibus e-
jusmodi possum uti negotiis. De iis verò, quibus mo-
tus veniunt determinandi, pendulis, longè alia res est.
Consultius itaque duco, si solummodò conficiatur regu-
la quædam vel lignea, vel ferrea, eique inscribantur varii
gradus longitudinis, in una verò ejus extremitate, fora-
mine facto, affigatur filum quodcunque æquali cum re-
gula vel etiam longiori extensione, gerens in fine globu-
lum plumbeum certæ gravitatis, v. g. uncialis. Et con-
fecta sunt hoc unico plurima alia pendula. Quotquot
enim gradus in filo vel regula illa inveniuntur longitudi-
nis, tot in momento possunt fieri pendula, si tantummo-
dò gradum quemcunque digitis prehendo, concedoque
moveri motu solito pendulum.

Sed applicabo hoc ad *Pulsum*, ut qui propius reli-
quis motibus & me & unumquemque ferè tangit, me-
tiendum.

C A P. III.

De

Usu specialiori.

PENDULI oscillationes pulsationibus applicari posse cla-
rè demonstravit, tum in publicis semioticis, tum in
privatis Institutionum Medicarum prælectionibus præ-
teritâ jam æstate, Vir Nobiliss. Excell. atque Experientiss.

E

Dn.

Dn. GEORGIUS WOLFGANGUS WEDEL, Med. D. ejusdem-
que P. P., Academiae p. t. Rector Magnificus, Patronus
meus, Praeceptor atque Hospes pie aeternum colendus.

Imò nullum exactius pendulo instrumentum esse
differentias pulsum complicatas tempori inquirendi,
sapiùs monuit Excell. Dn. PRÆSES, idemque privignus
filio sibi charior Experientiss. Dn. Martinus Hartmannus
Phil. & Med. D. nunc Medicus Ordrufensis felicissimus,
in Corollariis accuratissimæ de Calculo dissertationi an-
nexis jam ante quadriennium defendit. Quibus adjun-
gendus meritò est Athanasius Kircherus, Vir summæ eru-
ditionis, qui in Mundo suo Subterraneo, non solum va-
rias exponit penduli affectiones verùm etiam ejus usum
in pulsibus feliciter metiendis, satis doctè ostendit.

Pulsus enim nihil aliud est, quàm motus sanguinis,
dum vivit animal, perennis atque continuus: hinc ipsa
ratio & penduli hætenus explicata natura ususque sua-
dent, hanc applicationem non fore de nihilo, sed aliis
mediis omnibus, quæ vulgò prostant, anteponen-
dam.

Ne tamen id, quod metiri avemus, nesciamus;
priùs definiemus Pulsum, exercitii gratia, cum Cla-
rissimo Sylvio, Batavorum Decore, per

*Motum Cordis & Arteriarum gemi-
num, dilatatione sive expansione, ac reciproca
contractione sive constrictione constantem.*

Causa quatuor horum motuum ad pulsus inte-
gritatem concurrentium paucissimis videtur adstruen-
da, ut eò meliùs ejus recessum à statu naturali, à varia
causarum harum mutatione dependentem, nostro verò
pendulo metiendum, intelligamus.

Sup-

Suppono interim Cordis atque arteriarum structuram ex Anatomicis cognitam ; appensa scilicet ipsi (1) esse quatuor vasa majora, (Tetractyn dixeris canalium vitæ, vel Siphonum hæmostaticorum) Arteriam Aortam, Venam Cavam, Arteriam, & Venam Pulmonales (2) constare duobus, sic dictis Ventriculis ; & annexam singulo ventriculo singulam auriculam (quæ tetractyn capacitatum castelli hæmostatici, ex binario natam, absolvunt) (3) Sanguinem continuò moveri motu per cor, & quidem affluere illum ex Venâ cavâ per auriculam Cordis dextram in ventriculum ejusdem dextrum. (aliqualem hic adipiscitur sanguis perfectionem) Ex hoc, beneficio Arteriæ pulmonalis ad pulmones, qui eum iterum demandant per Venam pulmonalem ad sinistram auriculam, sinistramque porrò ventriculum, ubi plenariè redditur aptus ad movendum, nutriendumque. Et moveri hinc ad omnes corporis partes alendas per arterias ; cum verò tanta advehatur copia, ut non possit omnis insumi, reducitur superfluum per venas iterum ad Cor, ulterioremque expectat elaborationem,

His positis, dico (1) Cordis dilatationem, primum superius memoratorum motuum, fieri partim à sanguinis in ventriculos propulsi copiâ, partim ab ejusdem incensi & rarefacti turgescentiâ. Incenditur verò & rarefit, à Calido, sive ab Igne cordis innato, dispositus antea à lymphæ chylive ob succum pancreaticum acidi & bilis lixiviosæ admixtione ; uti hoc Celeberrimus Sylvius tantum non demonstravit in altera sua de febb. dissertatione. (2) Ejusdem contractionem contingere ab animali motu cordis ex multis musculis compositi. Affluentis videlicet sanguinis copiâ irritantur Cordis parietes interiores, quod hinc molestatum in auxilium vocat spiritus

animales, contrahentes parenchyma Cordis, intereà in arterias sanguinem contentum mittentis. (3) Arteriarum dilatationem à sanguine ob Cordis contractionem cum quadam vehementia in illas propulso. Et (4) Contractionem earundem à motu peristaltico beneficio fibrillarum transversarum ipsis tunicis concessarum. Inplantantur enim passim in arterias nervi, desideratos ad motum spiritus ipsis deferentes, ait alicubi jam laudatus Autor.

Explicatâ Pulsus causâ in profcenium adducendæ differentiæ, maximam partem ab illius varietate ortum suum ducentes. Dies verò deficeret, nedum hæcce pagella, si omnes famosas magis, quam utiles, Practicoque scitu necessarias pulsum species, non dicam explicare, sed enarrare saltem vellem. Duæ enim & quadraginta à Johanne Zecchio in suo de Pulsibus tractatulo proponuntur. De Galeni circa has superfluâ operâ ut nihil proferam.

Taceo quod ad præsens negotium parum, imò nihil hicce labor faciat; Tempori enim solum complicatas differentias pendulo extricare sponendi.

Proinde reliquorum, præter tempus, quorum intuitu pulsus variè dividuntur, saltem meminisse placet. Ubi (1) ratione Causæ dilatantis Arterias, pulsus distinguitur in *Robustum & Debilem*, à spirituum animalium Cordis musculos contrahentium copiâ vel penuriâ derivandum. (2) ratione spatii in qualibet arteria amplitudine variâ dispescitur in *Magnum & Parvum*, à sanguinis rarefactione majore vel minore deducendum. Verum uti hi pulsus manu solummodò sunt percipiendi & dijudicandi, ita ratione Temporis qui discrepant, Pendulo mensurandi. Tempus autem hîc dupliciter considerari potest; vel unius, vel plurium ictuum seu dilatationum ratione.

Unius

Unius ratione pulsus est vel *Celer* vel *Tardus*, pro spiritu animalium concitatore aut segniore affluxu, irritationem magis minusve urgente.

Plurium ictuum seu pulsationum respectu est vel *Frequens* seu *Creber*, vel *Tardus*, à sanguinis effervescencia, majore vel minore pendent.

Ante omnia verò attendendum: Num pulsus, quicumque etiam fuerit, sibi ipsi sit æquabilis, an non, h. e. num ordinem in pulsationibus servet, an verò inordinate procedat. Ex eo enim naturæ vires licet colligere, vel debilitatem.

Quid autem hinc pendulo convenientius, ut tandem in viam ex qua digressi sumus, redeamus, excogitari potest? præprimis si id habeamus ad manus, quod sub finem capitis secundi descripsimus. Modus autem tractandi hic est: Tactâ manu, & observato ictu, penduli longitudo tam diu est varianda, donec vibratio vel simplex, si tardior aut rarior, vel composita, si celerior aut frequentior fuerit, respondeat pulsationi. Quo obtento, accuratè solummodo advertendum, num semper ictus arteriæ sit æqualis vibrationi datæ, & nulla harum contingat, ubi illa non pulset: quod si hoc per tempus aliquod observaveris, firmissime concludendū, pulsum sibi ipsi esse æqualem; sin contrarium inveneris; pulsus sibi erit inæqualis. Quanta autem lux ex hoc affulgeat Medico, ex omnibus Medicinæ scriptoribus tam notum est, quàm quod est notissimum.

Sed si hoc tantum præstaret pendulum utilitatis, indignum esset tantis, quibus illud extuli, encomiis. Solo enim tactu hoc accuratiori patescit. Longè majus ab illo expectandum commodum. Regula enim & axioma apud Medicos Practicos omni auro præstantius: *Morbus,*

E 3

quo

quo longius à statu naturali recedit, eò pejor est. Unde illud, quod recessum talem à statu naturali, qualis, quantusve sit, determinat, æstimat, indicatque, vix minori afficiendum dignitate. Nam & hic etiam, quemadmodum in aliis omnibus mutabilibus, ad stipulante experientiâ & inculcatione plus quàm millesimâ Excellent. Dn. PRÆSIDIS, quantitatem omnem absolvere paginam, ipso sole clarius est. Præstat verò hoc nobis Pendulum, Instrumentum desideratissimum. Quo instructus, vel in genere longitudo radii, cujus vibratio sanissimam assequitur pulsationem, notanda, vel in individuis, quorum valetudini præpositus est, adhuc sanis, inquirenda ictus arteriæ, & vibrationis penduli æqualitas. Tum enim ad lectum vocatus alterâ manu tangat arteriam, alterâ penduli filum sumat, punctum in eo quærat, circa quod vibratio vel simplex vel composita pro re nata correspondeat pulsui ægri. Quod si obtinuerit, applicet modo distantiam fili intercedentem inter naturalem antea cognitum, & præter naturalem nunc observatum pulsum Regulæ, cui mensura fili per gradus inscripta; & accuratissimè concludere poterit, quantum à naturali statu declinaverit præsens, quod aliundè nusquam demonstrativè deprehendet. Nec obstat, quod celeritas tantùm & frequentia, aut tarditas & raras pulsus hòc dignosci possint, cum nullum reperias morbum, quem una harum non comitetur.

Clarissimus Sylvius concatenatâ experientiâ monitus statuit omnis febris unicum atque solum signum pathognomonicum esse pulsum præter naturalem frequentiore. Quod quidem num tam rigorosè verum sit, dubito. Interim hoc est certissimum, quod ubicunque febris fit, ille etiam se manifestet. Patet hinc quam longè se extendat usus nostri penduli, dum febres dimidiam omni-

omnium morborum partem facere, nemo nesciat. Ut si-
lentio præteream, quod omnes morbos chronicos, vel a-
lios etiam plerumq; pulsu tardo aut rarò incedentes, eo-
rumque recessum, determinet quàm exactissimè, si modò
jam præscripto, rem aggrediatur, explorator. Quid autem
Medico hoc ipso accidere possit felicius non video, cum
in eo omnium suarum actionum cardo versetur, ut accu-
ratè sciat statum ægri; quem nunquam animo compre-
hendet, nisi noverit, quot præcisè gradibus differat à
statu, quem sanus vivit. Ratio enim morbi in eo confi-
stit formalis. Quod verò si cognitum habet, atque per-
spectum, perfacile est, medicamenta eodem activitatis
gradu pollentia opponere hosti, sibi que ita gloriam & æ-
gro sanitatem, omnium bonorum bonum præstantissi-
mum, recuperare.

Cæteræ pulsuum differentia ad nauseam usque à
quamplurimis collectæ, & tantum non fictæ, quantum ad
præsens negotium, ipsa praxi erunt addiscendæ potius at-
que distinguendæ, quàm ut hic, prolixâ serie earum no-
mina ex aliis transcribendo, chartam tantum impleamus.

Coronidis loco unumquemq; solum sedulo adhor-
tor, ut relatione aliorum vel propria inquisitione certus
fieri studeat, quali præditus æger fuerit pulsu in statu na-
turali, ne decipiatur. Contingit enim non rarò, ut indi-
viduum quoddam ob singularem sanguinis, cordisve dis-
positionem pulsum offerat inæquabilissimum, nihilomi-
nus naturalem, adeoque etiam nihil portentosi minitan-
tem. Quale exemplum observavit supra laudatus Ma-
gnificus Dn. Doctor Georg. Wolffgang. Wedelius.

Sed hoc sufficiat differuisse pro ingenii, temporis,
atq; paginæ modulo de pendulo, applicato ad pulsus me-
tiendos, apprime quod hinc nuncupatur

Sphigmometrum.

CO-

COROLLARIA.

1.

In situ vel statu certo deprehenduntur omnia.

2.

Omnis effectus naturalis & determinatus immediatè dependet à determinatâ ratione virtutis causantis, h. e. ab ejus quantitate.

3.

Formæ materiales consistunt in quantitate, h. e. in determinatâ ratione sitûs & motûs partium & particularum inter se & totius cum toto mundo.

4.

Elementa dici possunt innumerabilia.

5.

Neque tamen Helmontii unicum inde destruitur; nempe Aqua.

6.

Nec etiam Peripateticorum quatuor.

7.

Dari vacuum, si non interruptum, saltem intermistum inter latera minutissimorum quorundam corpusculorum, non prorsus est improbabile.

8.

Speciosa est hypothesis Leibnüziana, quæ bullulis pleraque Phænomena Corporum salvare docet.

