2


Spiritus intu alit totamque infusa per artus Mens agitat molem
ATHANASII KIRCHERI
E SOC. JESU
MUNDUS
SUBTERRANEUS.
AMSTERODAMI,
Typis Joannis Jansonij à Waesberge et Elizæi Weyerstraet.
1665.
Jo. Paul. Schor delin. Romæ.
Theod. Matham sculpsit.

B. Gastaldi

ATHANASII KIRCHERI
E SOC. JESU

MUNDUS SUBTERRANEUS,

In XII Libros digestus;

QUO

Divinum Subterrestris Mundi Opificium, mira Ergasteriorum Naturæ in eo distributio, verbo παντάμορφον Protei Regnum,

Universæ denique Naturæ Majestas & divitiæ summa rerum varietate exponuntur. Abditorum effectuum causæ acri indagine inquisitæ demonstrantur; cognitæ per Artis & Naturæ conjugium ad humanæ vitæ necessarium usum vario experimentorum apparatu, necnon novo modo, & ratione applicantur.

TOMUS I.

AD

ALEXANDRUM VII.
PONT. OPT. MAX.

AMSTELODAMI,

Apud JOANNEM JANSSONIUM & ELIZEUM WEYERSTRATEN,
ANNO cIↄ Iↄc LXV. *Cum Privilegiis.*

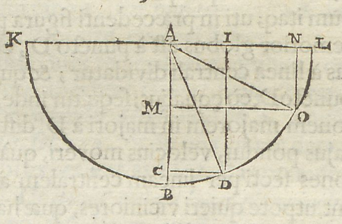
per inclinatum planum ſub nova ſemper & nova ponderis diminutione movetur, impetum nonnihil inhibeat; atque adeò ſub perturbata quadam proportione eum procedere neceſſe eſt.

Atque hæ ſunt difficultates, quæ ratiocinium *Galilæi*, de motu ſupra diverſa plana peracto, infringere videntur; quæ niſi ſuperentur, fruſtraneus meritò omnis labor in certa aſſignanda proportione motûs ſupra inclinata plana, ad motum naturalem per aërem, luditur. Ut proinde ex hiſce luculenter pateat, quàm multa ſæpè Geometricis legibus aſtringantur, quæ tamen exactiori trutina ponderata, falſa denique per aſſiduum experimentum reperiuntur. Dico tamen, quod & ſupra innui; Si globus quiſpiam ita per planum moveri poſſet, ut id nulla ſui parte tangeret, quemadmodum in iis, quæ motu verticali deorſum feruntur, contingit, tunc ratiocinium *Galilæi* aliquo modo defendi poſſe; Verum cùm hujuſmodi motus naturæ videatur repugnare, nulla alia ratio defectum hujus motûs ſupplere poterit, niſi ea, quæ fit per pondera pendulis affixa, de quibus modò reſtat dicendum.

Caput IV.

De motu pendulorum.

Fieri non poteſt, ut globus quiſpiam liberè per convexam Sphæræ ſuperficiem moveatur, quin mox ea deſerta inſito ſibi ad Centrum appetitu, motu deorſum perpendiculari feratur. Hinc factum eſt, ut ponderum motus exactius exploraturi Lyncei hujus ſeculi Philoſophi, ea chordarum catenarumque vinculis ad circularis motus leges conſtringerent. Sit itaque ſemicirculus L B K; in cujus Centro A chorda af-



fixo globo prægravata elevetur in L, & demiſſo pondere pendulum neceſſariò deſcendat ex L in B, per quadrantem L B circuli L B K; quæ chorda una cum pondere deſcendendo, differentes motûs leges ſervabit in ſingulis intermediis quadratis partibus, ita quidem, ut quantò puncto B vicinius fuerit, tantò velocius moveatur, ſiquidem in O velocius quam in L, & in D velocius quàm in O, & in B velocius, quàm in D movebitur. Verùm antequam pendulorum hujuſmodi per circuli quadrantem agitatorum velocitatem cum gravium naturali & perpendiculari motu deorſum vergentium velocitate comparemus; Notandum eſt, nos hic ſupponere rationem ſpaciorum, quæ pondera conficiunt per duas lineas, eſſe in duplicata ratione temporum, uti cum comparamus lineas N O & I D, in quantum correſpondent iis arcus L O & L D.

Dico itaque primò, pondus dum deſcendit per L D B, non tam citò pertingere ad punctum B, quàm dum deſcendit per verticalem A B ex A in B; Sed ſi A B in tantum prolongaretur, ut ea arcum quadrantis L B longitudine ſua adæquaret; Dico, hoc caſu, eodem tempore pondus, tum per arcum L B, tum ex A in terminum prolongatæ lineæ A B perventurum; Cùm enim A B ſemidiameter ſit ad quadrantis L B lineam, ſicuti 7 ad 11. & lineæ prolongatæ tempus, quo pondus per illam cadit, ſit 30 tertiorum; illa cadendo ex A in B conficiet tempus 23 tantùm tertiorum, atque adeò citius ſex minutis tertiis ad terminum B perveniet, quàm pondus pendulo alligatum ex L in B.

Sit itaque chorda A B tres pedes longa, & in 500 partes diviſa; arcus quoque L B ſit in tres pariter æquales partes diviſus, videlicet in L O, O D, & D B. Fiet itaque, ut cùm pondus ex A per lineam A B cadendo, pervenerit in punctum M, ſcilicet per lineam A M æqualem ſinui N O, 30 graduum, jam ſpacium 250 partium, qualium A B 500 eſt, confectum cenſeatur; & quando punctum illud attigerit, quod linea C D in A B ſecat, tum ſpacium 433 partium confeciſſe cenſebitur; quod quidem ſpacium æquale eſt ſinui 60 graduum, à quibus ſi partes priores 250 ſubtraxeris, remanebunt 183, pro partibus, quas grave conficiet currendo per arcum O D. Si porrò 433 ſubtrahas à radio 500 partium, remanebunt 67 partes, quas motu ſuo pendulum conficit, dum ſubit arcum D E.

His poſitis, ut tempus, quo ſingula ſpacia pendulum conficit, inveniamus, ſic operare. Accipe radicem 500 partium, è quibus ſemidiametrum A B conſtare ſuppoſuimus, & deîn accipe radicem de 250, cujus numeri ratio eſt ſimilis 30 minutis tertiis, quæ pendulum inſumit cadendo ex L in O; & habebis radices binas 23 29 & 12 6 quæ ſe habent ut $7\frac{10}{141}$ ad 5. ergo ſicut ſe habet $7\frac{10}{141}$ ad 5, ſic 30 tertia minuta ad aliud, & prodibit $21''' \frac{203}{997}$, tempus, quod pendulum inſumit cadendo ex L in O, id eſt $\frac{250}{500}$ partes. Hac praxi invenies tempus lapſûs penduli ex O in D $6'''\ 30''''$. & tempus lapſus penduli ex D in B $2'''\ 20''''$. Unde certè ſequitur, citius motum perpendicularem finem ſuum aſſequi, quàm motum pendulorum per arcum.

Ubi

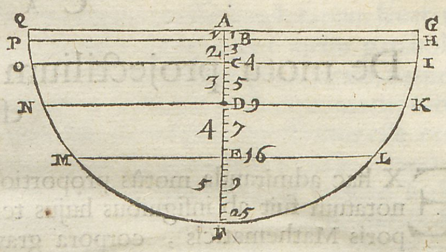
Ubi tamen duo cumprimis, veluti experientia infallibili comprobata supponenda sunt; quorum prius est, pendulum pondere gravatum ex L, ultra B, versus K agitatum, vibrationem sive diadromum suum perficere tempore unius semidiminuti, & tametsi ab L in K diadromi majores sint, quàm quæ ex O aut D versus K, nihilominus eos etiam minimos inter D & B, maximo, & omnibus aliis ferè æquidiuturnos esse. Dixi ferè, quia compertum est, maximum diadromum minimum superare temporis adeò insensibilis spacio, ut post 30 recursus, minimi recursus non nisi I plus lucrentur, quàm maximus recursus.

Secundò consideranda venit chordæ constitutio, nam quò graviori ea pondere tenditur, eò longiori durat tempore; contrà quando leviori pondere tenditur, tantò minori quoque tempore diadromos suos conficit. Exempli gratia: plumbeus globus, cujus gravitas duodecies continet lignei globi ejusdem magnitudinis gravitatem, quater plus durat, quàm ligneus, ubi tamen uterque ex æquali à B distantia motûs sui principium sumpserit; Nam ligneus globus facere compertus est 40 diadromos, dum interim plumbeus non nisi 39 conficit, atque adeo ligneus unum diadromum supra 40. Quod si chorda fuerit sexies crassior, illa lucrabitur unum diadromum supra 200, ita quidem, ut diadromi chordæ crassioris semper plus diminuantur, quàm diadromi chordæ subtilioris, seque ad invicem habeant chordæ, uti pondus iis affixum ad pondus.

Supponamus itaque primò, chordam A B trium pedum, & globum plumbeum ei affixum octo unciarum vel mediæ libræ. Dico, hanc chordam tantò celerius ex L usque ad B decurrere, quantò fuerit puncto B, quod Centrum Terræ refert, vicinior. Secundò dico, velocitatem motus penduli per quadrantem circuli, sequi velocitatem motus ponderis cadentis per lineam verticalem; Sed ex comparatione unius ad alteram, mentem meam facilius Lectorem percepturum confido.

Diximus suprà C. 2. Velocitatum momenta in naturali gravium deorsum, fieri juxta numerorum imparium proportionem; ita ut, si pondus quoddam primam spacii partem superet, dato quovis tempore, verbi gratia, uno momento, illud duobus momentis conficiat tres spacii partes; & tertio momento quinque spacii partes; quarto momento septem; quinto denique novem spacii partes conficiat; atque adeò quinque momentorum, id est, inæqualium datorum temporum duratione, pondus 25 spacii partes superabit, uti ex figura hic apposita patet.

Idem aliquo modo dicendum est de motu pendulorum per semicirculum agitatorum. Dixi aliquo modo, quia cum pendula duplici motu, naturali videlicet descendendo per quadrantem, & violento ascendendo per eundem ferantur; sequentur pendula rationem projectilium sursum, quorum impetus eadem proportione diminuitur sursum, qua crescit descendendo. Hoc pacto pendulum A G, ex G delapsum, velocitatis augmenta juxta eam proportionem augebit, quam lineæ parallelæ B H, C I, D K, E L, demonstrant in semidiametro A F. Eodem pacto pendulum violento motu ex F, versus Q vibratum ea proportione diminuit velocitatis momenta, qua descendendo ea auxerat, uti



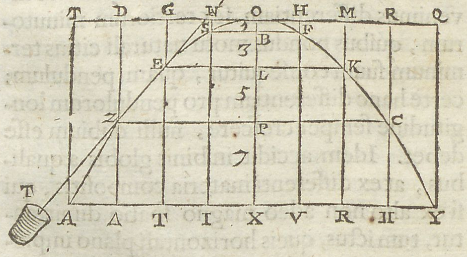
parallelæ M E, N D, O C, P B sat superque demonstrant. ita *Galilæus*. Verùm nec hoc loco, ubi intellectus noster requiescat, invenitur, cùm descensus, ascensusque penduli multum à motu verticali deorsum discrepet, tum propter aëris resistentiam, tum ob chordæ renisum; quæ cùm secundùm totam suam longitudinem una cum globo ei affixo plus aëris superare debeat, quàm si solus globus ex alto versus Centrum naturaliter deferatur; hinc fit, ut, quemadmodum supra diximus, globus liberè & normaliter descendens semper citius terminum suum assequatur, quàm pendulum vario modo per circuli ambages agitatum; quia tamen differentia non adeò sensibilis est, usum pendulorum non ideò repudiandum censeam, præsertim cùm in Physicis rigor Mathematicus non semper attendendus sit; Et tametsi *Galilæus* putet se certitudinem rei infallibili experimento sæpius repetito invenisse, in exiguo trium pedum pendulo, quo ipse usus est, facile concessero; at si in 30 pedum pendulo experimentum sumeretur, tunc haud dubiè notabilis velocitatis penduli, & ponderis liberè cadentis differentia notaretur; Si enim nos invenimus differentiam sex tertiorum minutorum, quibus pondus motu naturali citius terminum suum consequitur, quàm pendulum; certè hanc differentiam pro pendulorum longitudine semper crescere, nulli dubium esse debet. Idem accidit in binis globis æqualibus, at ex differenti materia compositis, qui si ex alto non adeò magno spatio dimittantur, tum ictus, queis horizontali plano impinguntur, tum oculus, eos simul & eodem tempore ad planum pervenire judicant; Cùm tamen experientia ad 600 palmorum altitudinem facta, notabilem valde & sensibilem utriusque motûs differentiam constituat, globo plumbeo semper minutis nonnullis primis anticipante, globum ex leviori materia constitutum. Quòd si hoc in 600 pedum altitudine;

dine; quid in 1000? quid in 10000? Deinde, quòd pendulum non præcisè ex adversa parte ad ultimum quadrantis punctum ascendendo pertingat, illius causam non tantùm resistentiam existimem, sed & ipsam activitatem virtutis motricis in ipso descensu ascensuque debilitatæ; & hoc argumento probo; Ibi motus major est, ubi motiva vis major; sed virtus motiva, quæ ex Q movetur in F, major est, quàm quæ movetur ex F in G; ergo motus hic erit major. Probo minorem; quia motus in spacio Q F est à propria gravitate, & ab impetu continuè concepto, at verò, dum movetur per F G, solus impetus movet, & gravitas non conspirat, sed resistit; ergo major motus ex Q in F, quàm ex F in G. quod erat probandum.

CAPUT V.

De motu projectilium parabolico, & miris ejus effectibus.

EX hac admiranda motûs proportione notatum fuit ab insignibus hujus temporis Mathematicis, corpora gravia nullo ligata vinculo, impulsu projicientis, ex vi hujus declaratæ proportionis, describere lineam, nescio quam parabolam affectantem. Verùm rem paulò altius introspiciamus; cùm enim duo motus in quolibet projecto gravi corpore considerari possint, naturalis & violentus, & naturalis normalem motum appetat; violentus verò motum versus eam partem, versus quam grave, obliquè impulsum est; fit, ut inde in obliquè projectis medius quidam motus detur, quo grave lineam parabolæ verisimillimam juxta datas in præcedentibus proportiones motûs, describat. Verum rem in tormento bellico ostendamus. Supponamus igitur, lineam T O. referre tormentum bellicum situ Horizontis parallelum, vel quovis alio situ, cujus orificium sit O: globus itaque vi pulveris accensi, si nulla gravitate polleret, neque aërem resistentem haberet, recta linea haud dubiè tandem uniformi motu terminaretur in Q, cùm nullam, quæ ab incepto motu eam retrahat, remoram inveniat; at cùm insita gravitate Centrum per normalem lineam appetat; fit, ut ab inchoata



linea T O, vi gravitatis dimotus, mediam quandam viam sectetur. Sit itaque tempus, quo globus percurreret T O divisum in quatuor partes æquales, æquipolleat hoc tempus in musica notæ longæ, sintque partes divisæ O H, H M, M R, R Q. Certum est, per singulas hujusmodi partes globum uno tempore musico, ut è latere patet, transire. Si, ut dixi, non esset gravis, nec ulla daretur medii resistentia; Verùm quia gravitas eum versus Centrum impellit, ponamus gravitatem eo tempore, quo globus movetur per O H, à linea O Q globum dimovere spacio lineæ O B, quæ est pars lineæ normalis motus O X. pari pacto per punctum H transeat linea H V parallela ad O X; sicuti etiam per puncta M R Q ducantur M R. R Π. Q Y. omnes & singulæ inter se, & ad O X parallelæ; sitque dimotio globi à linea O Q mox ubi lineam M R attigerit, tanta, quanta est portio O L, normalis lineæ O X; & dimotio globi à linea O Q, mox ubi lineam R Π attigerit, tanta, quanta est O P; & dimotio globi à linea O Q, mox ubi lineam Q Y attigerit, tanta sit, quanta est linea O X normalis; ducanturque deinde per puncta O B L P X ad O X normales & parallelæ inter se S F, E K, Z C, A Y. aliæque ad T O normales & parallelæ T A, D Δ, G T, N I. His positis, globus dimovebitur à linea O Q, interim dum conficit spacium O H, quantitate lineæ O B vel H F, quæ uti latera opposita sunt in parallelogrammo B H, ita quoque æqualia sint: pari pacto, interim dum globus moveretur per H M; dimovebitur ab O M, in K, & per M R in C, & per R Q in Y, cumque hujusmodi dimoti globi spacia sint æqualia spaciis O B, O L, O P, O X. id est, dum incrementum sumunt secundum quantitatem linearum O B, B L, L P, P X. necessariò sequitur illas augmentari juxta seriem numerorum imparium ab unitate continuatorum. Si ponamus itaque OB. 1. erit B L. 3. L P. 5. P X. 7. vel O L erit 4. O P. 9. O X. 16. at hoc eodem pacto procedunt quadrata O H, O M, O R, O Q; vel B F, L K, P C, X Y. quæ illis æqualia sunt, utpote opposita parallelogrammorum latera; Cum itaque Quadratum B F sit 1. erit quadratum L K 4. & P C quadratum 9; & X Y quadratum 16. fietque ut O X ad O P. ita X Y ad quadratum P C; & sicuti O P ad O L, ita quadratum P C, ad quadratum L K; & sic-