



1
(a)
14
10

1
(a)
14
10

10 - 24 - 5 -

2^a 5 - 24 - 10

1
(a)
14
10

CHRISTIANI
INGENII
ZVICHENII - CONST. P.
HOROLOGIVM
OSCILLATORIVM
MOTV PENDVLOIVM
HOROLOGIA AFFATO
DEMONSTRATIONES

10
H. V. G. E. N. I. I.
L. V. I. C. H. E. M. I. C. O. N. S. T. I. T. U. T. I. O.
H. O. R. O. L. O. R. I. U. M.
O. S. C. I. L. L. A. T. O. R. I. U. M.
I. E. M. O. T. V. P. E. N. D. I. C. I. U. M.
D. H. O. R. O. L. O. R. I. U. M.
D. E. M. O. N. S. T. R. A. T. I. O.
G. E. O. M. E. T. R. I. C. A.



P. A. R. I. S. I. S.
M. D. C. L. X. X. I. I.
O. M. N. I. P. R. I. N. T. I. C. I. O. P. O. L. I. T. I. C. A.

CHRISTIANI
HUGENII
ZVLICHEMII, CONST. F.
HOROLOGIVM
OSCILLATORIVM.

SIVE
DE MOTV PENDVLORVM
AD HOROLOGIA APTATO
DEMONSTRATIONES
GEOMETRICÆ.



PARISIIS,
Apud F. MUGUET, Regis & Illustrissimi Archiepiscopi Typographum,
viâ Citharæ, ad insigne trium Regum.

MDCLXXIII.
CVM PRIVILEGIO REGIS.

20447

CHRISTIANI
H. V. GENII
ZVEICHEMIL CONST F
HOROLOGIVM
OSCILLATORIVM
Dividitur liber hic in partes quinque,
quarum

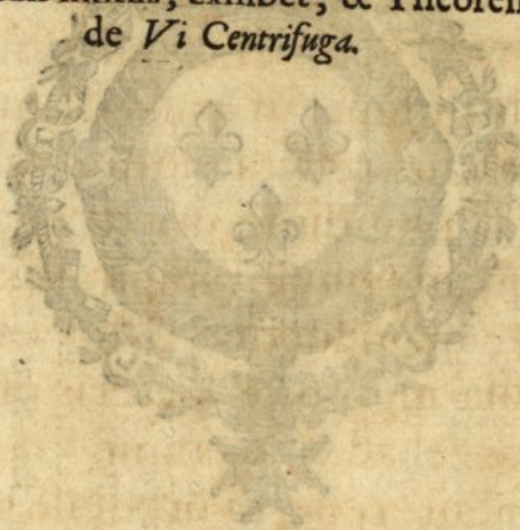
Prima Descriptionem HOROLOGII OSCILLATORII continet.

Secunda agit de Descensu gravium, & motu eorum in Cycloide.

Tertia de Evolutione & Dimensione linearum curvarum.

Quarta de Centro Oscillationis seu Agitationis.

Quinta alterius Horologii constructionem, in quo circularis
est penduli motus, exhibet, & Theoremata
de Vi Centrifuga.



PARISIIS
Apud F. Mucuat, Regis & Illustrissimi Archiepiscopi Typographum,
vis Citharæ, ad insignæ civium Regum.

MDCLXXIII
CVM PRIVILEGIO REGIS



LVDOVICO XIV,
FRANCIÆ ET NAVARRÆ
REGI INCLYTO.

RENATAM, Rex maxime, restitutamque hoc sæculo Geometriam, Galliæ præcipue debemus. Hinc enim orti, qui magna meliorique sui parte deperditam, ac veluti sepultam, instaurarunt primi, & in lucem reduxerunt. Quorum vestigiis insistentes, ita eam deinde, per totam Europam, excoluere viri subtilissimi, ut pauca jam posteriorum industriæ ab his relicta videantur; veterum vero inventa longissime prætervecti sint. In hac scientia, quam semper admiratus sum & amavi plurimum, quandocunque ad eam animum applicui, illa mihi præ cæteris proposui investiganda, quæ vel ad vitæ commoda, vel ad Naturæ cognitionem, reperta prodesse possent. Tunc verò optimè operam me collocasse existimavi, cum in ea incidissem, in quibus utilitas cum inveniendi difficultate, ac subtilitate ali-

qua, conjuncta foret. Quod si commendationis nonnihil accersere muneri nostro permittitur, ne prorsus indignum tua magnitudine appareat; non alias felicius, quam in hoc Horologii invento, utrumque illud me consecutum esse profiteor. Etenim, cum ex parte mechanicum sit inventum; ex parte altera, eaque multò præcipua, geometricis principiis constet; id quod ad posteriorem hanc attinet, non levi conamine, ex intimis artis recessibus petendum fuit: adeo quidem, ut inter omnia, quæ impensiore studio hætenus pertractaverim, haud dubie primum huic speculationi locum tribuam. Quænam vero in his sit utilitas, non est quod multis, Rex potentissime, ostendere tibi laborem. Non solum enim diutinâ experientiâ compertum habes, ex quo regiæ tuæ penetralibus recipi meruere Automata nostra, quantum, æquabili horarum demonstratione, cæteris hujusmodi machinationibus excellant: sed & potiores usus eorum, quibusque jam inde à principio mihi destinata fuere, non ignoras. Illos scilicet, quos & in Cælestium observationibus, & in Longitudinibus locorum inter navigandum dimetiendis, præstare apta sunt. Tuo enim jussu, non semel, per mare vecta fuere Horologia nostra. Tuis auspiciis eadem nec pauca, Astronomiæ usibus dicta, visuntur in præclara illa Vrania arce, quam insigni nuper magnificentia, quantaque antehac regum nemo, exædificandam curasti. Quæ quoties mecum reputo, toties de fortuna hu-

ius inventi, quod in tua tempora inciderit, non parum mihi gratulari soleo. Nec jam requiret quisquam, opinor, qui quantum tibi illud debeat intelliget, cur lucubrationes has, quibus rationem ejus omnem descriptionemque explicui, augusto Nomini tuo inscribendas duxerim. Ac minus etiam id mirabitur, qui mihi, ad hæc atque alia meditanda, tranquillum otium benignitate tua contigisse didicerit. Namque & hujus, ut mihi aliquatenus apud te ratio constaret, adnitendum erat; & quoquo modo conandum, ut, multis continuisque à te beneficiis affectus, nonnulla grati animi significatione defungerer. Scio equidem, rebus maximis, negotiisque iis intento, quæ in illo rerum fastigio positum agitare convenit, haudquaquam tibi liberum esse, ut ad hujusmodi contemplationes animum, alioqui rerum omnium capacem, advertas. Sed non ideo minus grata hæc fore, minusve tibi probatum iri arbitror, Rex augustissime; cui illa maximè placere videmus, quæ plurimum publicè profunt; neque aliud magis curæ esse, quam ut nova incrementa sumant optimæ disciplinæ, novisque illustrentur inventis. Hoc enim satis declarat eximia illa tua, ac singularis, tum in ipsis promovendis, tum in his qui cognitione earum præminent remunerandis, liberalitas. Quam non immensæ, ac solito majores, bellorum impensæ quidquam imminuunt: non Galliæ tuæ fines circumscribunt. Ut plane te hoc agere appareat, quò non solum sub

imperio tuo viventes, sed & Orbis universus,
quacunq; beneficio tuo dignus est, te regnan-
te, eruditior, ornatior, felicitior evadat. Cui
verissimæ præclarissimæque gloriæ tuæ, ita ali-
quid fortasse etiam hæc literaria monumenta
conducent; ut, si viguisse hoc tempore studia
ista, artesque, posteris testari possint, simul
illos edoceant, tuæ hoc virtuti, atque ani-
mi magnitudini, ante omnia acceptum feren-
dum esse. Lutetiæ Parisiorum; xxv. Mart. A.
CICICLXXIII.





HADRIANI VALLII
DAPHNIS,
ECLOGA.

*Ad Christianum Hugenum Zulichemium,
Constantini F.*



INITIMUM tutela, simul jucunda voluptas,
Dilectæ Phœbo, Sceverinides * Oceaninæ;
Hunc quoque Pierium mihi fortunate laborem:
Pervigilem noctem quo carmine duxerit Ancon
Navita, dicemus: vestro sic gurgite numquam
Pan lavet, aut turpes incestent æquora Fauni.

Te, quem Fama vehit super aurea sidera curru,
Ne pigeat nobis aurem præbere faventem,
HUGENIDE, decus Hugenidum, fratrumque patrisque;
Haud indigna tuo ferimus donaria sensu,
Sicelisin aptata modis à vate Batavo
Mixta Palæphatio commenta Solensia versu,
Teque intertextum tuaque præclara reperta.

Iam caput Oceano, stipata minoribus astris,
Extulerat radiis fraternis æmula Phœbe,
Cum reditum molirentur pastoria pubes,
Sidere quam pleno conchas legisse marinas
Iuverat, hærentesque vadis captare paguros.
In celso tamen advertunt Ancona morantem
Colle, reum toties promissi carminis. ipsum
Thestylis & Corydon, quos cætera turba secuti,
A tergo circumveniunt, cinguntque corona.
Ecquid agat, rogitant blandè: tum fausta precantur;
Et damnant voti, promissaque carmina poscunt.
Contra ille; O Pueri, quid portet crastinus Eos,
Sedi explorator: turmales agmine mergi,
Solivaga aut cornix, aut alcyones desertæ

* Sceverina, Pagus apud Batavos, mari adjacens.

DAPHNIS ECLOGA.

Si qua darent mihi signa. maris cras æquor arandum.
 Detinuit nunc usque Iovis clementia Iudi,
 Et picturatus tot circum animalibus æther.
 Quæ nos in vitreo miramur monstra profundo,
 Fert radians æther, vultus formasque natantum.
 Cancer ibi est, delphinque; est grandi corpore cetus.
 Ad Boream pisces, & contemplere sub Austro
 Pisces; nuper ubi numero crevisse feruntur.
 Sunt urna, fluviisque, & aplustris comta carina
 Illic. quin operis simulamina plurima vestri,
 Luminaque in cælo pecori debentia nomen.
 Sunt hædi parvæque sues, materque capella.
 Et fuscæ sparso quæ candet semita lacte.
 Vestibulum servant, elucens vellere fulvo
 Dux aries, ingensque auratus cornua taurus.
 Bini cernunturque canes, pernoxque bubulcus;
 Plaustraque; quique auriga suis excussus habenis.
 Stellatum volat alatus per inane caballus:
 Ac præsepe suum juxta stabulantur aselli.
 Illic virgo, manum Cereali inlustris arista,
 Et, transmutatus faciem, Pan ipse renidet;
 Daphnin amans vestrum, secretæ rupis in umbra,
 Vranie velut edocuit: me singula Daphnis.
 Singula quæ (carmen quia poscitis) ordine pandam.
 Extemplo tentat vocem: numerosque modosque
 Perpendens mulcet variis concentibus auras.
 Tum venti posuere. jacet sine fluctibus æquor;
 Factaque sunt terris, sunt facta silentia ponto.
 Mox interfatur: Quod prosperet; ab Iove magno
 Ordinar: ordiri consuerunt ab Iove vates.
 Vos, nec enim rerum brevis hic mihi nascitur ordo,
 Nocturnum chorea defendite corpore frigus.
 Inde Iovis magni cunas, veterisque celebrat
 Saturni jussum crudele, dolumque Cybelles;
 Ortaque Dictæis Corybantia sacra latebris:
 Ut puero nutrix sit olentis lecta mariti
 Vxor; & ipsa recens hædos enixa gemellos;
 Quæ comitata polum modo lucida stella frequenter,
 Quæ prius Oleniis balavit bestia campis;
 Sub pedibusque terat formosi limen Olympi.

Tantus

DAPHNIS ECLOGA.

Tantus amor Iovis, & percepti gratia lactis;

Nec tamen hoc niveum manasse fluore nitorem,

In duo secta vias, oculis manifesta videntum,

Semita quo candet ducens ad tecta Tonantis;

Tergeminam sed noctem productumque canebat

Alciden mundo; deus immortalis haberi

Haud pote qui fuerat, sopitæ parvula mammis

Labra pater gnati nisi conjugis admovisset;

Quæ, simul experrecta, simul conterrita, surgens

Vvidulas tenero mammæ subtraxerit ori,

Indignata. pavementum tabulataque cœli

Deciduis maculis ut tunc infecerit albis

Per convexa ruens in se revolubilis humor:

Orbita cycneo nunc unde bifurca colore,

Ducta per æquales medio discrimine partes,

Cæruleum velut argento ferrumet axem:

Axem, cervicem qui quum lassaret Atlantis,

Haud gravis Herculeo requirit sarcina collo;

Atque tot ærumnas quem post, manesque subactos,

Ipse suis ornet jam portio magna triumphis;

Hesperidum contra custodem divitis horti

Insurgens Anguem pede nixus; apertaque retro

Terribili rictu nil curans ora Leonis;

Lernæque audacem Hydræ succurrere Cancrum;

Monstra novercales testantia jugiter iras

Et frustra bacchatum odium Iunonis iniquæ.

Hinc aliam memorat grassatam fraude novercam;

Et transmittendi pavidam nimis æquoris Hellen:

In thalamos sit ut illa tuos, Neptune, recepta:

Phryxumque pecus, fœtamque heroibus Argo

Phasidos ad fluctus deducit & æthera cantu.

Nec filet Europæ vectoris præmia; vel te,

Bigarum Pelopis perjuri, Myrtilæ, rector.

Myrtoum pelagus signaras ante caduco

Funere; sublimem nunc tollunt cornua Tauri.

Haud procul his Hyades notat exardescere: sed, quæ

Sunt Hyades Graiis, Sucas dixisse Latinos;

Atque duas septem mutasse Trionibus Arctos;

Arctophylaca pigro, sua plaustra sequente, Bubulco;

Quando bovem prisco vocitabant more trionem,

DAPHNIS ECLOGA.

Quod tereret duro proscissam vomere terram.

Hanc adeo fortem miserans, suspiria ducit;
 Buceriumque genus questu compellat inani;
 Ah pecus infelix, armentum! sæcla fuerunt,
 Pondere quum duro neque vos gemeretis aratri,
 Navita nec vestro vocitaret nomine stellas.
 Tunc neque fidus erat terris pia Virgo relictis,
 Quæ Cereale manu spicum gerit; Icariotis
 Sive sit Erigone, cui fida Canicula patrem
 Quærenti indigna monstravit cæde perentum;
 Atque, comes dominæ, domino comitem Oarioni
 Astra minor socium majorem repperit inter:
 Seu magis Astræi sit sanguine creta, perenne
 De genitore suo quæ nomen contulit astris:
 Sive sit antiquæ Themidis justissima proles,
 Averfata jugo vos aspectare gravari,
 Tempora dum, pulsus melioribus, ærea surgunt:
 Sive sit alma Ceres; horrens fugitiva videre
 Vos quoque mactari; nil pejor linquit inausum
 Ferrea dum soboles, ipsorum inimica Deorum:
 Quos, quasi de terra (nam Dii coluistis & illam)
 Sit pepulisse parum, tentavit pellere cælo.

Tum detestatur suffultos angue Gigantas;
 Porphyriona, statu terrentem cuncta minaci;
 Rhæcumque; immanemque Gygen, validumque Mimanta;
 Enceladumque; manusque rotantem Ægeona centum;
 Et, cui par nemo feritate, Typhœa dirum,
 Ausos invasisse Deos tellure fugatos,
 Ac totum magno cælum complefse tumultu,
 Undique divulsas jaculantes torviter ornos
 De tumulis cumulorum montibus ex aggestis.
 Terrigenam ut pubem, Divûm penetralia sancta
 Rimantem, Superi mentito fallere vultu
 Quæsierint, addit; dispertitosque pavore:
 Donec apud latè stagnantis flumina Nili
 Horrificam faciem Pan sumferit Ægocerotis;
 Ambiguoque sono Superos animarit ad arma,
 Anguipedesque metu dare terga coëgerit omnes:
 Cælo donandos Afinos auxisse timorem
 Congerie vocum, perterricrepoque fragore:

DAPHNIS ECLOGA.

Illa cælicolis nam tempestate fuisse
 Auxilio Satyros, Silenorumque phalangem,
 Evantes in asellis cum Bacchæo ulularu,
 Thyrsis armatos, tectos colocynthide parma.

Parvus ut interea volucer cum matre Cupido
 Venerit Assyrii fugiens Euphratis ad undam;
 Induerintque gregis (Syriæ post numina genti)
 Squammigerum formas, gemini nunc aurea Pisces
 Lumina, signiferum Capricorno juncta per orbem,
 Ni fusa medius secernat Aquarius Vrna;
 Deucalioncos neque non edisserit imbres,
 Nectaris aut quanti Ganymedes pocula verset;
 Sive sit is Cecrops, peplo præsignis Athenæ;
 Pastor Aristæus seu plena alvearia gestet,
 Quæ subter volitetis apes examine densò.

Qualiter & pandus vectarit Ariona Delphin,
 Ac aliter vectum Danaeium Persea narrat;
 Cepheaque, Andromedenque, & mœstam Cassiepeiam;
 Infertumque polo vastum Pistricis hiatum:
 Quem Phaëthonteus longo sinuamine propter
 Fulgeat Eridanus declivi proximus Austro:
 Nuper ad occulti Batavos ubi verticis axem
 Intuitos nova squammigerum simulaera micare:
 Sollertes Batavos, imò seu gurgite piscem
 Venari sit opus, vel in alto sidera cælo.

Tum canit, ut Daphnis sacra sub rupe docentem
 Viderit Vranien: argutas carmina silvas,
 Et repetita cavos ediscere carmina montes:
 Ut Chaldæa vetus, mira dulcedine capti,
 Stent auditores circum, & Babylonia turba;
 Dein quos Graia tulit, quos aut Nilotica tellus,
 Itala quos, ac pulchra suo cum Cæsare Roma;
 Post Arabum de stirpe viri & regnator Iberus;
 Ac tandem quos consultos Germania misit
 Astrorum cœlique, suæ qui sidera terræ;
 Inferior nullis ut item neque Gallia desit;
 Gallia magnanimi Regis splendore superba,
 Borbonios ignes cui parturit arduus æ her:

Tum Dea quo Daphnin, Divam quo Daphnis amore
 Complexus, quanti non conscia Latmia saxa:

DAPHNIS ECLOGA.

Vtque Conon juveni radium donarit, utrimque
 Multo insignem auro, & pellucidulis crystallis;
 Per quas quod spectes, prope fiat; & augmina sumat;
 Dixit &: Sollers, en, primus quale Batavus
 Munus adornarit; sed Etrusci quo decus Arni
 Est Antenorea senior Tyrrhenus in urbe
 Regna Iovis princeps metatus, ab æthere vobis
 Nunquam nota prius miracula nuntia portans;
 Lunai montes; vultus tibi, Phosphore, ternos;
 Quove satellitio sublustri nocte vagetur
 Stella Deum regis per carula templa superne
 Hoc quoque tu non nota prius miracula prodes:
 Hujus erat tibi servatus sollertior usus;
 Arcanumque Chroni mortalibus omne recludes.
 Accipe frustra olim nobis optabile donum.

Daphnidis ad gratum nomen pernice chorea
 Exfultant alacres Pueri: neque segnius ipse
 Prosequitur; Geminas imitantia lumina falces
 Hactenus ut vanè Saturni credita sidus
 Oblongo tam diversa sub imagine disco
 Fingere, quando globum teretem teres annulus extra
 Splendet, & ambo nigror spatii determinat intus;
 Exiguo circum quos errer stellula gyro:
 Omnia divino quæ fretus munere Daphnis
 Extulerit, non ante novam vulgata per artem:
 Adjungitque; quod his meritis permulsus, eundem
 In sua magna Chronus sit adire sacraria passus:
 Heic oculis lustrarit ut omnia; promserit atque
 Inventum subtile secandi temporis illinc;
 Partes quo minimas ac momina dividat horæ,
 Oscilla ex tenui suspendens mollia filo:
 Id labyrinthos cursus qui dirigat alni,
 Ignarumque viæ ratis haud finat esse magistrum:
 Cui neque quotidie tam certus spondeat auctor,
 Oceano quantum Titan altissimus exstet;
 Ac quibus emergat, queis tunc simul occidat oris,
 Daphnidos egregio norint conamine docti.

Ille canit: chorus in numerum sua brachia quassant,
 Alternoque solum pede pulsant. at freta saltu
 Librabant hilares sese super humida thynni.

DAPHNIS ECLOGA.

Auritus leporum populus tunc creditur ultro
 Iliceas liquisse domos, carasque quietes
 Vicini nemoris: nulloque frequentior unquam
 Caricis arrosor prodiisse cuniculus antris
 Tempore narratur; narrent si vera puellæ
 Littoreæ, quæ siccandis custodia passim
 Retibus ad ventos expansis forte sedebant.
 Pectore Nerëides nudo, lasciva caterva,
 Visa per incertam Lunam, visæve putantur,
 Et Triton, Glaucusque, procul sub luce maligna;
 Tuque, cubans juxta stratas prope littora phocas,
 Neptuninarum pecudum fidissime custos:
 Neu quisquam seræ meminit decedere nocti.
 Interea tenebræ densantur; & abdita nimbo
 Cynthia dum latitat, cœli de parte serena
 Cinctum non solitis processit crinibus astrum,
 Prolixumque trahens albore notabile syrma.
 Mirantur chorus attoniti. miratur & ipse;
 Præsertim tantum capiti cum demsit honorem,
 Ornatumque sequacem omnem mox reddita Luna.
 Infit &: Ad sua quisque mapalia tendite nota,
 Prodigio nil solliciti, curamve foventes.
 Insuetos alias tales cantabimus ignes,
 Et trepidantem nequicquam formidine vulgum.
 Hæc Ancon: mihi visa tibi quæ digna referri,
 HUGENIDE, decus Hugenidum, cui sidera curæ,
 Nec Phœbum ac Pimplæ fas est contemnere Divas,
 Queis tua tota domus, fratres, genitorque dicati.
 Sic neque te facies peregrini terreat astri,
 Idemve anne alius vario fulgore comeres.

A. CIO ICC LXV.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS par la grace de Dieu Roy de France & de Navarre : A nos amez & feaux Conteillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maistres des Requestes ordinaires de nostre Hostel, Baillifs, Seneschaux, Prevosts, leurs Lieutenans, & tous autres Justiciers & Officiers qu'il appartient, Salut. Nostre cher & bien amé FRANÇOIS MUGUET nostre Imprimeur ordinaire, Nous a tres-humblement fait remontrer qu'il luy auroit esté mis es mains un Livre intitulé, *Christiani Hugentii Zulichemii Const. F. Horologium Oscillatorium, seu de motu Pendulorum ad horologia aptato demonstrationes Geometricæ*, qu'il desireroit donner au public s'il nous plaisoit luy en accorder la permission, humblement requerant icelle. A CES CAUSES voulant favorablement traiter l'Exposant, Nous luy avons permis & accordé, permettons & accordons par ces presentes d'imprimer ou faire imprimer ledit Livre en telle forme, caractere, volume, & autant de fois que bon luy semblera, durant le temps de six années entieres & consecutives, à commencer du jour qu'il sera achevé d'imprimer pour la premiere fois, faisant tres-expresses défenses à toutes personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient, de l'imprimer ou faire imprimer, vendre ny débiter durant ledit temps en aucun lieu de nostre Royaume, sans le consentement de l'Exposant, ou de ceux qui auront droit de luy, sous quelque pretexte que ce soit, à peine de quinze cens livres d'amende applicable, un tiers à Nous, un tiers à l'Hôpital General de nostre ville de Paris, & l'autre tiers à l'Exposant, de confiscation des exemplaires contrefaits, & de tous dépens, dommages & interests, à la charge qu'il en sera mis deux exemplaires en nostre Bibliothèque ordinaire, un en celle du cabinet de nostre Louvre, & un autre en celle de nostre amé & feal Garde des Sceaux le sieur Daligre. SI vous mandons que du contenu en ces presentes vous fassiez jouir & user l'Exposant, & ceux qui auront droit de luy pleinement & paisiblement, cessant & faisant cesser tous troubles & empêchemens au contraire, voulans qu'en inferant ces presentes ou extrait d'icelles en chacun des exemplaires, elles soient tenues pour bien & deuëment signifiées; Commandons au premier nostre Huissier ou Sergent sur ce requis, faire pour l'execution des presentes tous exploits à ce necessaires. CAR tel est nostre plaisir. DONNE' à Versailles le dernier jour de Septembre l'an de grace mil six cens soixante-douze. Et de nostre Regne le trentième. Signé, LOUIS. Par le Roy, COLBERT.

Registré sur le Livre de la Communauté des Marchands Libraires & Imprimeurs de Paris, le 4. Novembre 1672. suivant l'Arrest du Parlement du 8. Avril 1653. & celuy du Conseil Privé du Roy du 27. Fevrier mil six cens soixante-cinq. Signé, D. THIERRY, Syndic.

Achévé d'imprimer pour la premiere fois le premier jour d'Avril 1673.

Les Exemplaires ont esté fournis.

CHRISTIANI



CHRISTIANI HUGENII

ZV LICHEMII, CONST. F.

HOROLOGIVM

OSCILLATORIUM,

SIVE

DE MOTV PENDVLORVM

AD HOROLOGIA APTATO

Demonstrationes Geometricæ.



ANNVS agitur sextus decimus ex quo fabricam horologiorum, tunc recens à nobis inventorum, edito libello publicam fecimus. Ab illo verò tempore cùm multa invenerimus ad perfectionem operis spectantia, visum est ea singula hoc libro exponere. Quæ quidem adeo ad perfectionem ejus inventi pertinent, ut potissima ejus pars censerì possint, ac velut fundamentum totius mechanicæ hujus, quo prius destituta erat. Mensura enim temporis certa atque æqualis pendulo simplici naturâ non inerat, cum latiores excursus angustioribus tardiores observentur; sed geometria duce diversam ab ea, ignotamque antea penduli suspensionem reperimus, animadversâ lineæ cujusdam curvaturâ, quæ ad optatam æqualitatem illi conciliandam mirabili planè ratione comparata est. Quam postquam

A

horologijs adhibuimus, tam constans certusque eorum motus evasit, ut post crebra experimenta terra marique capta, manifestum jam sit & Astronomiæ studijs & arti Nauticæ plurimum in ijs esse præsidij. Hæc ea est linea quam defixus in circumferentia currentis rotæ clavus, continua circumvolutione, in aère designat; à Geometris nostri ævi cycloidis nomine donata, & ob alias multas sui proprietates diligenter expensa; à nobis vero propter eam quam diximus mensurandi temporis facultatem, quam nihil tale suspicantes, ac tantum artis vestigijs insistentes, inesse ipsi comperimus. Hanc cum jam pridem amicis horum intelligentibus notam fecerimus (nam non multo post primam horologii editionem animadversa fuit) nunc eandem, demonstratione quam potuimus accuratissima firmatam, omnibus legendam proponimus. Itaque in hac tradenda demonstratione potissima pars hujus libri versabitur. Vbi primum necesse fuit novis nonnullis demonstrationibus stabilire & promovere ulterius viri maximi Galilei de descensu gravium doctrinam, cujus fructus desideratissimus, atque apex veluti summus, hæc ipsa quam invenimus cycloidis est proprietas.

Quæ porro ut ad pendulorum usum aptari posset, nova curvarum linearum consideratio adhibenda fuit, earum scilicet quæ sui evolutione alias curvas generant. Vnde comparatio inter se longitudinis curvarum cum rectis nascitur, quam ulterius etiam quam præfens necessitas postulabat profecutus sum, propter theoriæ, ut mihi visum est, elegantiam & novitatem.

Cæterum ad explicandam Penduli Compositi naturam, cujus utilitatem in constructione horum automatôn demonstro, adjungenda fuit Centrorum Oscillationis contemplatio, à pluribus quidem, sed minus feliciter, hætenus tentata; in qua theorematâ complura animadversione, ni fallor, digna reperientur, ad figuras lineares, planas, solidasque pertinentia. Ante hæc omnia vero præmittitur ipsa horologii mechanica constructio, pendulique applicatio, eâ formâ quæ ad usus astronomicos aptissima reperta est, ad cujus instar reliquæ omnes, mutatis quæ opus est, facile ordinari possint.

Quia vero contigit egregio hujus inventi successu, quod fieri plerumque solet, quodque futurum prædixeram, ut plures sese ejus auctores esse cuperent, aut si non sibi ipsis, suæ tamen nationis alicui potius quam nobis eum honorem tribui vellent, iniquis eorum conatibus tandem aliquando occurrendum hic

HOROLOG. OSCILLATOR. 3

arbitror. Nec sanè aliud fere opponere ijs necesse fuerit præterquam id unum, nempe ante annos sexdecim, cum nec dicto nec scripto cujusquam de horologijs hujusmodi mentio facta esset, aut rumor ullus omnino ferretur (loquor autem de penduli simplicis usu ad horologia translato, nam de Cycloidis additione nemo credo controversiam movebit) constructionem eorum propria meditatione me adinvenisse & perficiendam curasse. Insequenti anno, qui nempe hujus sæculi quinquagesimus octavus fuit, delineationem automati descriptionemque typis vulgasse; exemplaria, tum operis ipsius, tum libelli, quaquaversum dimisisse. Nam cum hæc ita omnibus nota sint, ut nec testimoniis eruditorum, nec Bataviæ Ordinum actis, quibus possent, confirmari opus habeant, facile apparet quid de illis existimandum sit, qui septem post annis eandem constructionem, quasi à se suisve amicis profectam, libris suis venditarunt. Qui vero Galileo primas hic deferre conantur, si tentasse eum, non vero perfecisse inventum dicant, illius magis quam meæ laudi detrudere videntur, quippe qui rem eandem, meliore quam ille eventu, investigaverim. Cum autem vel ab ipso Galileo, vel à filio ejus, quod nuper voluit vir quidam eruditus, ad exitum perductum fuisse contendunt, horologiaque ejusmodi re ipsâ exhibita, nescio quomodo sibi creditum iri sperent, cum vix verisimile sit adeo utile inventum ignoratum manere potuisse annis totis octo, donec à me in lucem ederetur. Quod si deditâ operâ celatum fuisse dicant, idem hoc intelligunt à quolibet alio posse obtendi, qui sibi originem inventi arrogare cupiat. Itaque probandum quidem id foret, neque eo magis ad me tamen quicquam pertineret, nisi unâ quoque ostendatur, id quod omnes latebat, mihi soli innotuisse. Et hæc quidem necessariæ defensionis causa dicenda fuere. Nunc ad ipsius automati constructionem pergamus.



FIG. I.

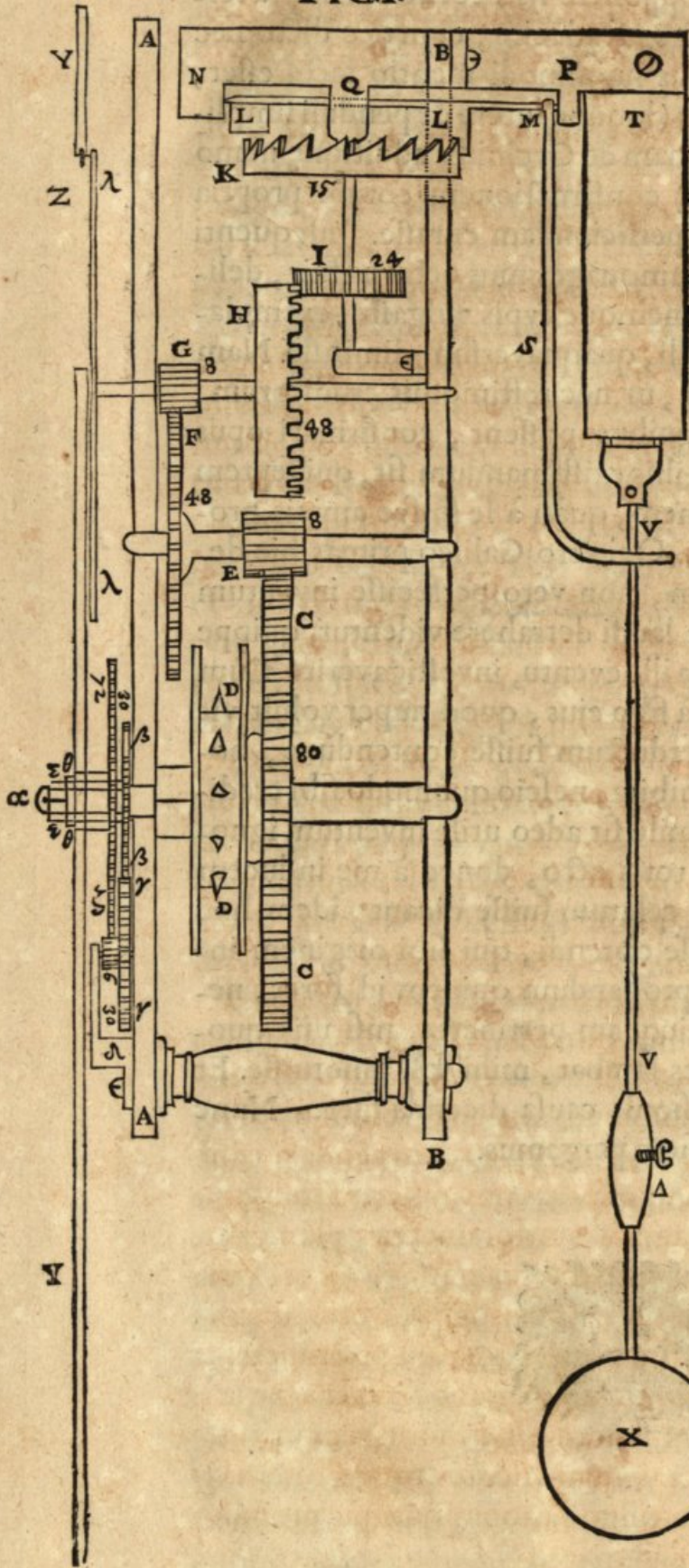


FIG. II.



FIG. IV.

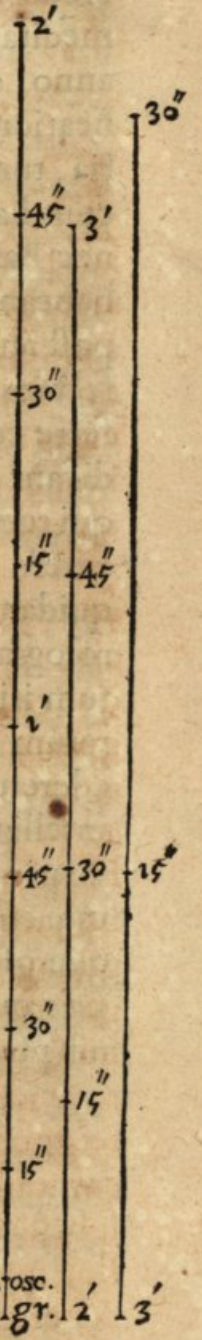


FIG. III.





HOROLOGII OSCILLATORII.

PARS PRIMA,

Descriptionem ejus continens.

FIGVRA adscripta horologium à latere inspiciendum præbet, ubi primum laminæ binæ sunt *AA*, *BB*, semipedali aut paulo ultra longitudine, latæ pollices duo & semis, quarum anguli quatuor columellis coaptantur, ut sesquipollice inter se distent. His laminis rotarum præcipuarum axes utrinque inferuntur. Prima atque infima est quæ notatur *C*, dentibus 80 incisa, cujus axi orbiculus quoque *D* affixus est, aculeis ferreis asper, ut funem cum appensis ponderibus contineat, quæ qua ratione ordinentur postea dicetur. Ponderis itaque vi rota *C* vertitur; hæc movet proximum tympanum *E* dentium octo, unaque rotam *F* eodem axe hærentem, cui dentes 48. Hanc excipit tympanum aliud *G*, & in eodem axe rota *H*, quibus dentium numerus idem qui tympano rotæque præcedenti. Sed hæc rota ejus est generis quas à forma coronarias vocant artifices nostri. Hujus dentibus agitatur tympanum *I* simulque rota *K*, quæ eodem axe tenetur, ad perpendicularum erecto. Tympano dentes 24; rotæ 15, atque hi ad instar ferræ dentium incisi. Supra mediam rotam *K* transversus jacet axis pinnatus *LM*, cujus extrema sustinent hinc inde gnomones *NQ* & *P*, seorsim affixi laminæ *BB*. Notanda vero in gnomone *NQ* pars deorsum prominens *Q*, quæ oblongo foramine patens transmittit axem *LM*, simulque retinet eum quem rotæ *K* tympanoque *I* communem esse diximus, inferiori sui parte gnomoni *N* innitentem. In lamina *BB* foramen amplum excavatum est, quo ultra ipsam extendatur axis pinnatus *LM*, qui subtili cuspidè insertus gnomoni *P*, liberius ita movetur quam si ab ipsa lamina *BB* sustineretur simulque ultra eam prominere debet enim prominere necessario ut affigi possit clavula *S*, quæ simul cum eo versationes faciat. Est autem hic motus reciprocus, nunc in hanc nunc in illam partem, quum dentes rotæ *K* alternatim occurrant pinnulis *LL*, notâ vulgo ratione, quæque proinde diligentiori explicatione non indiget.

Porro clavula s , ima sui parte reflexa ac foramine oblongo tebrata, penduli virgam ferream, cui plumbum x affixum est, amplectitur. Hæc vero virga supernè duplici filo suspensa est inter geminas lamellas, quarum una t hic tantum cernitur; itaque alteram figuram juxta descripsimus, quæ utriusque formam flexumque & totam hanc suspendendi penduli rationem exprimeret. Quanquam de vera laminarum istarum curvatura pluribus postea agendum erit.

Nunc autem ut de motu horologij dicamus, nam reliquas figuræ partes postea exequemur, facile equidem apparet & vi rotarum, à pondere tractarum, perpendiculi v x motum sustentari, postquam semel manu incitatum fuerit; & simul perpendiculi istos recursus rotis universis, totique adeo horologio movendi legem normamque præscribere. Clavula enim, quantumvis levi rotarum impulsu acta, non tantum obsequitur trahenti perpendiculo, sed & singulis recursibus paulisper ejus motum adjuvat, atque ita perennem reddit, qui alioqui sua sponte, vel verius occurfu aëris, deficeret paulatim, vergeretque ad quietem. Rursus vero, quum ejusmodi sit natura penduli ut eodem semper tenore feratur, neque ab eo ulla ratione præterquam mutata longitudine dimoveri possit; utique postquam flexu lamellarum, inter quas suspensum est, æqualitatem illam consequuti fuimus; nequaquam permittitur rotæ κ , ut nunc citius nunc tardius incedat, etsi sæpe, ut in vulgaribus horologiis, id facere conetur; sed necessario singuli dentes ejus coguntur æqualibus transire temporibus. Hinc vero manifestum est, & reliquarum quæ præcedunt rotarum, & denique etiam indicum æquabiles conversiones effici, cum omnia proportionaliter moveantur. Quamobrem siquid in fabrica vitij fuerit, vel, ob aëris mutatam temperiem, difficilius rotarum axes volvantur; dummodo non eo usque ut omnis horologij motus interrumpatur; nulla propter hæc inæqualitas aut motus retardatio timenda erit, semperque aut rectè tempus metietur aut omnino non metietur.

Indices porro hoc pacto circumaguntur atque ordinantur. Tertia lamina prioribus parallela est yy , pollicis quarta parte distans ab ea quæ notatur aa . In ea circuli horarij descripti sunt centro eodem x quo protenditur axis rotæ c . Quorum circulorum interior duodecim horarum divisionem habet, alter scrupulorum 60. Axi vero rotæ c aptatur, ultra laminam aa , rota β , tubulo coherens qui usque ad e continuatur trans laminam yy ; atque ita

HOROLOG. OSCILLATOR. 7

insidet axi illi, ut una cum illo circumferatur; sine illo tamen, ubi DESCRIPTIO
HOROLOGII. opus fuerit, converti possit. Ad E index imponitur, horæ spatio circuiturus atque ita scrupula prima, seu sexagesimas horarum, demonstraturus. Rota vero quam diximus β , aliam rotam, totidem quot ipsa habet dentium, impellit, atque una affixum ei tympanum cui dentes sex, axiculo eorum communi hinc laminâ A , inde gnomone δ suffulto. Hoc tandem tympano rota ζ movetur, dentes habens 72, tubulumque affixum qui & ipse ultra laminam γ ad θ porrigitur, paulo citra quam definit tubulus rotæ β , quem intra se complectitur. Parte extrema θ apponitur horarius index, brevior aliquanto illo quem scrupula prima signare diximus, cum interiore gyro ferri debeat. Secunda vero scrupula ut absque errore demonstrantur, imponitur axi rotæ H , usque ad laminam γ producto, orbis λ , cui circulus in sexaginta partes divisus inscribitur, incisoque in laminâ γ foramine ad z , eæ divisiones, cuspide in summo foramine defixâ, prætereuntes notantur. Hæc vero tota indicum circuloꝝque horariorum dispositio ex figura minori clarius perspicitur, exteriorem horologij formam referente.

Cæterum penduli longitudinem, rotis quemadmodum diximus ordinatis, eam esse oportet ut scrupula secunda singulis recursibus metiatur, quæ longitudo tripedalis est, cumque commodè in schemate exhiberi nequiret, ejus quintam partem à suspensione summa, ubi incipit flexus laminæ τ , ad usque centrum ponderis x expressimus. Tripedalem dico, non alicujus respectu pedis qui apud Europæ gentem hanc illamve in usu sit, sed certo æternoque pedis modulo ab ipsa hujus penduli longitudine desumpto, quem P E D E M H O R A R I U M in posterum appellare licet, ad illam enim omnium aliorum pedum mensuræ referri debent quas incorruptas posteris tradere voluerimus. Neque enim, verbi gratiâ, ignorabitur unquam venturis sæculis Parisini pedis modus, dum constabit eum ad P e d e m H o r a r i u m esse ut 864 ad 881. Sed de hujus mensuræ exactissima constitutione pluribus agemus in iis quæ de Centro Oscillationis. nunc tempora conversionum in singulis rotis indicibusque obiter designabimus, ut rectè omnia ad dentium supra descriptorum numerum quadrare intelligantur.

Ergo una quidem conversione rotæ C , decies circumire apparet rotam F , sexagesies vero rotam H , & centies vicies supremam $M K$: cui quum dentes sint quindecim, iisque alternatim pulsantur pin-

nulæ $L L$, una conversione rotæ K numerabuntur ictus 30, quibus respondent totidem itus reditusque penduli $v x$. ideoque conversionibus 120, respondebunt oscillationes simplices 3600, qui numerus est scrupulorum secundorum unam horam efficiendum. Itaque horæ tempore semel circumit rota c , cumque ea simul index ad E impositus, qui scrupula prima demonstrat. Et quoniam eodem temporis spatio etiam rota β , & per eam γ , convertitur, cum tympanidio suo dentium sex, ad quem numerum duodecuplus est numerus dentium rotæ ζ , apparet duodecim demum horis hanc circumduci, totidemque indicem illi conjunctum in θ . Denique cum rotæ H sexaginta conversiones respondere ostenderimus singulis conversionibus rotæ c , hinc illa, una cum affixo orbe λ , sexagies in singulas horas circumferetur, hoc est, semel unius scrupuli primi tempore, ideoque partes sexagesimæ orbiculi λ secunda scrupula transitu suo ostendent: atque ita omnia rectè se habere manifestum erit. Ponderus x in imo perpendiculari trilibre est, plumbeum totum, vel ænea superficie plumbum continente. Nec tantum metalli gravitate sed & figurâ insuper prospiciendum (plurimi enim refert) ut quam minimum occurru aëris impedimentum sentiat. Eoque in cylindri jacentis oblongi & utrinque præacuti formam fingitur, qualis cernitur ad a schemate horologij minore. Quanquam in his quæ ad navigationem parantur, forma lentis erectæ aptior visa est.

Porro eodem schemate & ponderis alterius b , quo motus horologij continuatur, suspendendi ratio expressa est, quam, incognitam prius, investigare nobis necesse fuit, ne interim dum sursum retrahitur ponderus istud, cessaret vel impediretur aliquatenus horologij curus, quod hic omnino cavendum erat. Paratur itaque funis continuus atque in se rediens, extremitatibus aptè inter se connexis. Is primum orbiculum rotæ infimæ conjunctum, qui in schemate majori notatus est D , amplectitur; inde descendens, altera sui parte trochleam c , cui ponderus b appensum est, subit. Hinc super orbiculum d ascendit, extrinsecus horologio affixum, qui ferreos per circumferentiam aculeos habet, atque insuper ferratis dentibus ita est aptatus ut volvatur tracto fune e ; nequaquam vero in partem contrariam revolvi possit. Ab hoc orbiculo descendit funis ad alteram trochleam f , cui ponderus exiguum g appenditur, quantum sufficit continendo majori b , ne aliter quam revoluto orbiculo descendat. Namque à trochlea f rursus ad ipsum orbiculum d , unde descenderat, funis revertitur. Quibus ita

se habentibus, manifestum est semper pondus *b* dimidia sui gravitate conari ut rotas horologii circumagat, nec tunc quidem cessare cum manu funem *e* trahente ascendere cogitur; adeoque horologii motum nusquam interrumpi, nec momentum temporis deperdi.

DESCRIPTIO
HOROLOGII.

Gravitatis modus in pondere *b* definiri certo non potest, sed quo minor conservando motui suffecerit, eo melius accuratiusque fabrefactum automaton arguet. In nostris, quæ optima hactenus habemus, ad sex libras redactum est, posita nimirum orbiculi *D* diametro pollicari fere, uti exhibita fuit; item perpendiculi pondere trilibri, ac totidem pedum longitudine. Quæ longitudo, ut hoc etiam admoneamus, trans capsam horologii dependet, oblongo foramine perviam, quantum oscillationibus peragendis necesse est. Ipsum vero horologium, ad hominis altitudinem suspensum, horis 30 moveri perseverat.

Supereft nunc forma lamellarum describenda inter quas perpendiculum affigi diximus, quarumque ad æquabilem horologio motum præstandum vel præcipua est opera. Absque his enim Penduli simplicis oscillationes (etsi nonnullis aliter visum est) non erunt æque diuturnæ, sed brevioris temporis eæ quæ per minores arcus incedent; idque primùm experimento hujusmodi facile deprehenditur. Si enim fila accipiantur ejusdem longitudinis duo, paribusque in parte ima ponderibus religatis, utrumque seorsim suspendatur, tumque alterum eorum procul à linea perpendiculari, alterum parumper duntaxat extrahatur, simulque è manu dimittantur; non diu utrumque simul in partes easdem ferri videbitur, sed prævertet illud cujus exiliores erunt recursus. Sed & temporum per quoslibet arcus rationes numeris definiri possunt, certâ scientiâ nixis, & vero quam libuerit propinquis, veluti quod tempus descensus per totum circuli quadrantem est ad tempus per arcum minimum fere ut 34 ad 29. Adeo ut nequaquam resistentiæ aëris ea diversitas imputanda sit, ut quidam voluere, sed ex ipsa motus natura circuli que proprietate nascatur. Quod alio quoque argumento concludi possit ex ipsa Penduli isochroni constructione, ubi à circulari linea haud parum receditur, uti mox patebit.

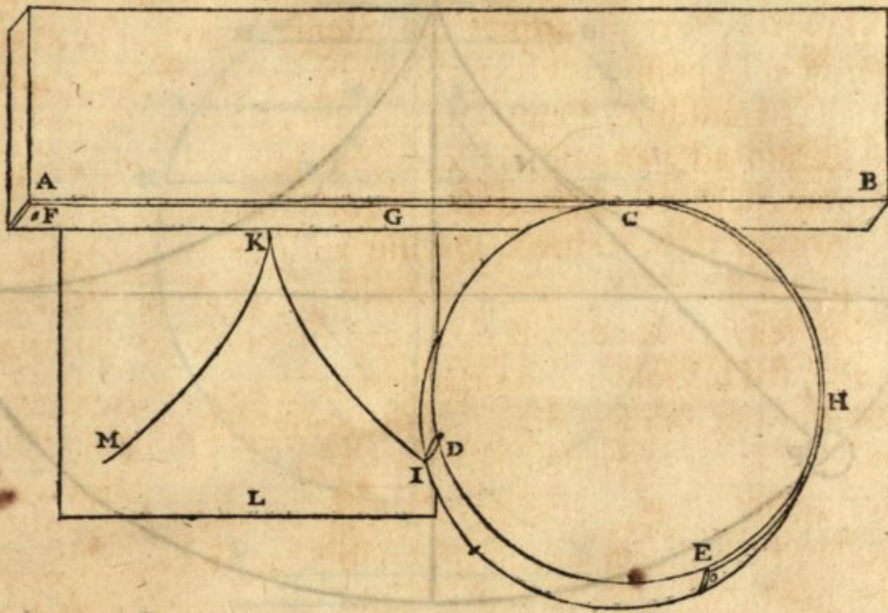
Sed videatur forsan in nostris horologiis hisce, ubi eadem semper est oscillationum latitudo, nullius momenti futura quam diximus inæqualitas, adeoque nec correctione ulla perpendiculi opus fore. Quod sane ita esset si latitudo omnium planè eadem

conſtanter maneret. Sed cum pauxillum quandoque excedat vel deficiat, ex multis minimis differentiis tandem magna ſatis conſtat, idque ita eſſe reiſa atque experimentis evincitur. Eſſi enim eadem ſemper ſit ponderis vis, rotæ ſibi proximæ reſpectu, tamen per tot alias tranſdita, quantâcunque curâ limatæ fuerint, non ſemper eadem ad perpendicularum uſque pervenit. Præterquam quod frigore quoque difficilior motus rotarum efficitur; itemque evaneſcente aut ſordelcente quod illis additur oleo. Sed præcipue inæquales fiunt oſcillationes horologiis quæ mari vehuntur, ob jaçtationem navis continuam, adeo ut omnibus quidem in univerſum, ſed his maxime omnium remedio opus ſit, quo reciprocaſionum Penduli latiorum anguſtiorumque tempora æqualia evadant.

Ad definiendam ergo lamellarum formam in quibus poſitum eſt remedium iſtud, in primis Penduli longitudinem ſtatuiſſe oportet, quæ facile ex eo habetur, quod ſint inter ſe longitudines perpendicularorum, ſicut temporum quæ in ſingulos reſcurſus impenduntur quadrata. Adeo ut cum tribus pedibus definiſſerimus longitudinem perpendiculari quod ſcrupula ſecunda metitur, ejus quarta pars, ſive uncia novem debeantur ei quod ſemiſecunda notaturum ſit. Item ſi Penduli longitudo quæſatur, cujus reſcurſus ſimplices 10000 horæ ſpatio peragantur, hoc modo ratio inibitur. Penduli nempe tripedalis ſcimus 3600 reſcurſus in horas ſingulas numerari: ergo hujus reſcurſuum tempora ſingula, majora ſunt temporibus Penduli quæſiti, proportione 10000 ad 3600, ſive 25 ad 9. Quare ut quadratum numeri 25 ad quadratum 9, hoc eſt, ut 625 ad 81, ita erit longitudo pedum 3 ad eam quæ quærebatur, nempe unciarum 4 cum $\frac{66}{100}$.

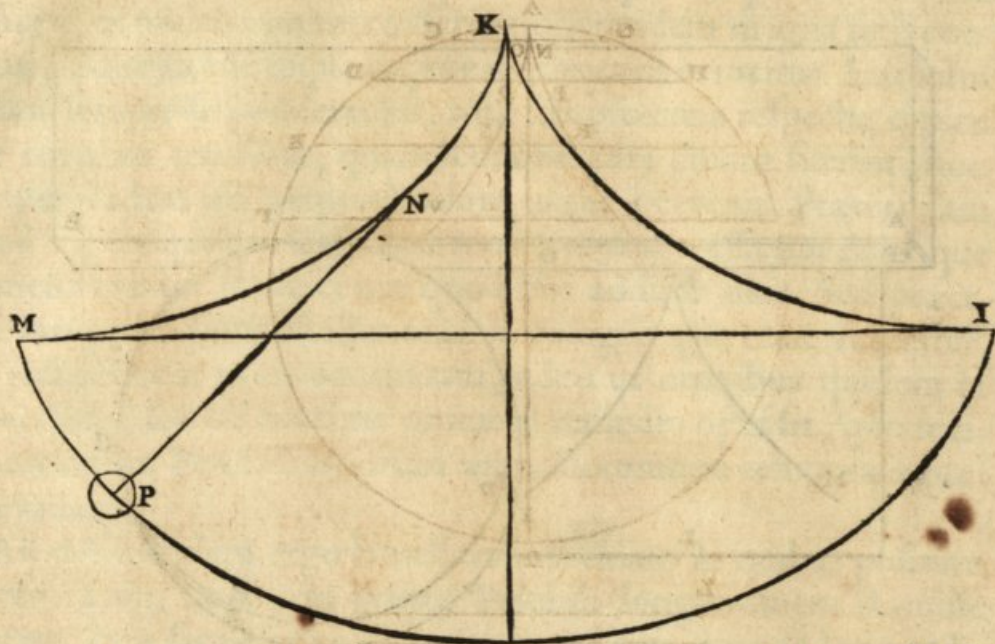
Poſita ergo longitudine perpendiculari, puta pedum trium in horologio à nobis propoſito, inde Cyclois linea, quæ curvaturam laminarum T datura eſt, hoc modo deſcribetur.

Super tabula plana affigatur regula AB, ſemidigiti craſſitudine. Deinde fiat cylindrus CDE eadem illa altitudine, diametrum vero baſeos, dimidiæ perpendiculari longitudini, æqualem habens; ſitque FGH E faſciola, ſeu potius bractea tenuis, affixa regulæ in F, cylindro verò in circumferentiæ puncto aliquo E, ita ut partim huic circumvoluta ſit, partim extendatur juxta latus regulæ AB. Cylindro autem infixæ ſit ferrea cuſpis DI, pauxillum ultra baſim inferiorem prominens, atque ita ut circumferentiæ ejus exacte reſpondeat.



His ita se habentibus, si cylindrus secundum regulam AB volvatur, bracteolæ tantum FG crassitudine intercedente, eaque semper quantum potest extensâ, describet cuspis I in subjecto tabulæ plano lineam curvam KI , quæ Cyclois vocatur. Circulus vero genitor erit CDE , cylindri adhibiti basis. Quod si jam laminam KL ad regulam AB applicuerimus; exaratâ primum in ea cycloidis portione KI , invertemus deinde ipsam, & in superficie adversa similem lineam KM , ab eodem puncto K egredientem, incidemus. Tum figuram MKI , accurate secundum lineas istas, efformabimus, cui figuræ lamellarum interstitium aptari oportet, inter quas perpendicularum suspenditur. Sufficiunt autem ad horologiorum usum portiones exiguæ arcuum KM , KI ; reliquo flexu inutili futuro, ad quem perpendiculari filum accedere non potest.

Verum, ut mirabilis lineæ natura atque effectus plenius intelligantur, integras semicycloides KM , KI , alio schemate hic exprimere visum fuit, inter quas suspensum agitatumque Pendulum KNP , diametri circuli genitoris duplum, cujuscunque amplitudinis oscillationes, usque ad maximam omnium per arcum MPI , iisdem temporibus confecturum sit: atque ita, ut appensæ spheræ P centrum, in linea MPI , quæ & ipsa cyclois integra est, semper versetur. Quæ proprietas insignis, nescio an alii præter hanc lineam data sit, ut nempe se ipsam sui evolutione describat. Hæc autem quæ dicta sunt, in sequentibus, ubi de descensu gravium, deque evolutione curvarum agemus, singula demonstrabuntur.



Licebit autem aliter quoque, per inventa puncta, cycloidem designare. Describatur circulus diametro AB , quæ dimidiæ longitudini perpendiculari æqualis sit. In cujus circumferentia sumptis partibus æqualibus quotlibet, $AC, CD, DE, EF, AG, GH, HI, IK$, jungantur GC, HD, IE, KF , quæ erunt inter se parallelæ. Deinde arcui AF sumatur æqualis linea recta LM , eaque in partes æquales totidem dividatur quot sunt in arcu AF , earumque partium uni æquales ponantur singulæ CN, GO in recta CG , duabus vero partibus rectæ LM , æquales fiant singulæ DP, HQ in recta DH . Tribus vero, singulæ ER, IS in recta EI ; atque ita porro si partes plures fuerint acceptæ; ac tandem toti LM æquales fiant singulæ FT, KV in linea extrema FK . Iam si curvæ describantur per puncta $AOSV, ANPRT$, hæc rursus quæsitæ cycloidis partes erunt, inter quas perpendicularum affigi oportet.

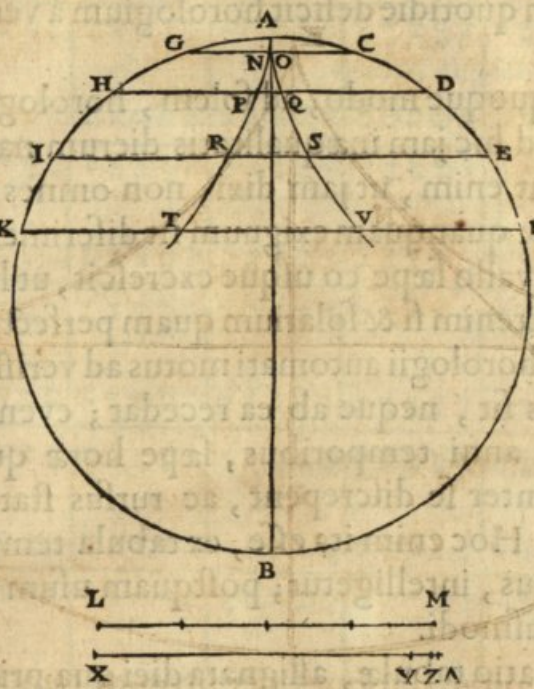
Recta autem LM æqualis arcui AF invenitur, si primum duabus rectis, quæ semilibus arcus AF subtenduntur, æqualis ponatur xy , totius vero arcus subtensæ AF æqualis ab eodem termino accipiat xz , differentiæque yz triens $z\Delta$ ad totam xz adponatur. Nam tota $x\Delta$ toti arcui AF tam prope æqualis erit, ut licet sextans fuerit circumferentiæ, (neque major hic unquam requiritur) non una sexies millesima parte suæ longitudinis deficiat, uti in his, quæ de Circuli Magnitudine antehac scripsimus, demonstratum est.

Explicitis quæ ad horologii fabricam attinent, nunc quoque illud declarandum est, quo pacto ad veram horarum mensuram componi debeat. Ergo primum, an recte se habeat motus ejus, hoc modo examinabitur.

HOROLOG. OSCILLATOR.

15

DESCRPTIO
HOROLOGII
OSCILLATORII



Oculo observatoris certus eligatur locus, unde sidera despici possint, simulque recta parietesve vicinarum ædium, sic posita, ut, cum eò appulerint stellæ quædam è fixarum numero, simul videri desinant. Eo loco foramen, ad pupillæ magnitudinem, constitua- tur, ut sequentibus diebus, absque errore, oculus ad idem punctum reponi possit. Iam ad momentum ipsum, cum stellarum aliqua è conspectu abit, notetur tempus horologio indicatum. Atque idem postero die, vel potius aliquot diebus intermissis, fiat. Quod si tantum unius diei spatium duabus observationibus intercesserit, oportet in postrema observatione tempus horologii deficere ab illo, quod prima observatione annotatum fuerat, scrupulis primis 3, secundis 56. Ita enim rectè se habere perpendiculi longitudi- nem constabit; quum tanto superetur quælibet siderum fixorum revolutio à die solari mediocri. Mediocri dico, quoniam dies sola- res, de medie ad meridiem, non omnes inter se æquales sunt, ut mox amplius exponetur. Si vero post plures demum dies observa- tio repetatur, in singulos tantundem differentiæ causa computan- dum erit. Sit, exempli gratiâ, in prima observatione, ad momen- tum evanescentis stellæ, adnotata horologii hora 9, cum scrupu- lis primis 30, secundis 18; deinde, septimo post die, eâdem dispa- rente stellâ, indicet horam 8, cum scrupulis pr. 50, sec. 24. Hæc hora deficit à priore scrupulis pr. 39, secundis 54. Quæ, in septem divisa, dant retardationem diurnam scrupulorum 5, 42". Debebat autem esse scrupulorum 3, 56". quæ illâ minor est scrupulis 1, 46".

modo examinatum

Itaque tantundem quotidie deficit horologium à vera, seu media, dierum mensura.

Cæterum alio quoque modo, ad solem, horologii motum examinare licebit. Sed hic jam inæqualitatis dierum naturalium ratio habenda erit. Sunt enim, ut jam dixi, non omnes ejusmodi dies inter se æquales; & quanquam exiguum sit discrimen, tamen plurimum dierum intervallo sæpe eo usque excrescit, ut haudquaquam contemni possit. Etenim si & solarium quam perfectissime descriptum habeatur, & horologii automati motus ad verissimam dierum mensuram exactus sit, neque ab ea recedat; eveniet tamen necessario ut, certis anni temporibus, sæpe horæ quadrante, aut etiam semihora, inter se discrepent, ac rursus statis temporibus ultro concordent. Hoc enim ita esse, ex tabula temporis æquatoria quam subjicimus, intelligetur; postquam usum ejus ostenderimus, qui est hujusmodi.

Accipiatur æquatio tabulæ, assignata diei qua primum cum sole, sive cum sciotherico, horologium ut conveniret fecimus. Itemque æquatio diei, qua quæritur quam bene ad dierum mensuram temperatum sit. Quod si jam prior æquatio major fuerit sequente, superare debet hora automati horam gnomonis eo, quo inter se æquationes istæ differunt. At si posterioris diei æquatio major inveniat, erit excessus penes horam gnomonis, sive eam quæ ex sole observatur. Vt si, exempli gratia, die 5 Martii in eandem horam conveniant sciothericum horologium atque automaton, cujus diei æquatio invenitur, in tabula, scrupulorum primorum 3, secundorum 11. lubeatque scire ejusdem mensis die 20, an automaton horas æquales rectè metiatur necne: invenietur die posteriori adscripta æquatio scrupulorum primorum 7, secundorum 27. quæ quia superat præcedentem scrupulis primis 4, secundis 16, debet tanto serior esse hora sciotherici, quam quæ automato indicatur. Vnde, si diversum reperiatur, facile inde colligetur, quantum in dies singulos exuperet automaton, aut retardet.

In computanda tabula hac duplicem causam adhibui, utramque Astronomis notam, Eclipticæ nimirum obliquitatem, & solaris motus anomaliam. Quod cum ratio postulat, tum experientia quoque, his ipsis horologiis superstructa, quæque sine his nequaquam haberi poterat, evincit; quandoquidem, cum æquatione hic proposita, observationes solis, quas sæpe per complures menses, quotidie ad momentum quo meridianum circulum sol occuparet, instituimus, planissime consentire inventæ sunt.

TABULA ÆQUATIONIS DIERUM.

| Dies. | Januay. | | Febr. | | Mart. | | Apr. | | Maj. | | Junij. | | Jul. | | Aug. | | Sept. | | Octob. | | Nov. | | Dec. | |
|-------|---------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|
| | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. | Min. | Sec. |
| 1 | 10 | 40 | 0 | 32 | 2 | 35 | 11 | 18 | 18 | 32 | 18 | 10 | 12 | 19 | 10 | 4 | 16 | 23 | 26 | 31 | 55 | 25 | 34 | |
| 2 | 10 | 10 | 0 | 24 | 2 | 18 | 11 | 37 | 18 | 39 | 18 | 1 | 12 | 8 | 10 | 8 | 16 | 42 | 26 | 31 | 55 | 25 | 10 | |
| 3 | 9 | 41 | 0 | 18 | 2 | 42 | 11 | 56 | 18 | 46 | 17 | 51 | 11 | 58 | 10 | 13 | 17 | 17 | 27 | 31 | 54 | 24 | 45 | |
| 4 | 9 | 13 | 0 | 13 | 2 | 56 | 12 | 15 | 18 | 53 | 17 | 41 | 11 | 48 | 10 | 18 | 17 | 21 | 26 | 31 | 52 | 24 | 20 | |
| 5 | 8 | 45 | 0 | 9 | 3 | 11 | 12 | 34 | 18 | 59 | 17 | 30 | 11 | 38 | 10 | 23 | 17 | 41 | 27 | 31 | 50 | 23 | 55 | |
| 6 | 8 | 17 | 0 | 6 | 3 | 26 | 12 | 53 | 19 | 4 | 17 | 19 | 11 | 28 | 10 | 28 | 18 | 1 | 28 | 31 | 47 | 23 | 30 | |
| 7 | 7 | 50 | 0 | 3 | 3 | 41 | 13 | 32 | 19 | 9 | 17 | 8 | 11 | 18 | 10 | 34 | 18 | 21 | 28 | 31 | 43 | 23 | 4 | |
| 8 | 7 | 23 | 0 | 1 | 3 | 56 | 13 | 31 | 19 | 14 | 16 | 57 | 11 | 9 | 10 | 41 | 18 | 41 | 28 | 31 | 37 | 22 | 38 | |
| 9 | 6 | 58 | 0 | 0 | 4 | 12 | 13 | 49 | 19 | 18 | 16 | 46 | 11 | 0 | 10 | 49 | 19 | 1 | 28 | 31 | 30 | 22 | 11 | |
| 10 | 6 | 34 | 0 | 0 | 4 | 29 | 14 | 6 | 19 | 22 | 16 | 35 | 10 | 10 | 10 | 58 | 19 | 21 | 29 | 31 | 22 | 21 | 45 | |
| 11 | 6 | 10 | 0 | 0 | 4 | 46 | 14 | 23 | 19 | 25 | 16 | 24 | 11 | 10 | 11 | 7 | 19 | 41 | 29 | 31 | 13 | 21 | 14 | |
| 12 | 5 | 47 | 0 | 2 | 5 | 4 | 14 | 39 | 19 | 28 | 16 | 13 | 11 | 10 | 16 | 16 | 20 | 1 | 29 | 31 | 10 | 20 | 44 | |
| 13 | 5 | 24 | 0 | 4 | 5 | 22 | 14 | 55 | 19 | 29 | 16 | 1 | 11 | 10 | 25 | 25 | 20 | 22 | 29 | 31 | 3 | 20 | 44 | |
| 14 | 5 | 2 | 0 | 4 | 5 | 40 | 15 | 10 | 19 | 29 | 15 | 49 | 11 | 10 | 11 | 36 | 20 | 43 | 29 | 31 | 43 | 19 | 44 | |
| 15 | 4 | 41 | 0 | 12 | 5 | 58 | 15 | 25 | 19 | 29 | 15 | 37 | 11 | 10 | 11 | 48 | 11 | 4 | 30 | 31 | 32 | 19 | 14 | |
| 16 | 4 | 21 | 0 | 16 | 6 | 16 | 15 | 39 | 19 | 28 | 15 | 24 | 16 | 10 | 12 | 1 | 21 | 25 | 30 | 31 | 20 | 18 | 44 | |
| 17 | 4 | 2 | 0 | 21 | 6 | 33 | 15 | 53 | 19 | 26 | 15 | 11 | 17 | 10 | 14 | 14 | 21 | 47 | 30 | 31 | 8 | 18 | 14 | |
| 18 | 3 | 44 | 0 | 26 | 6 | 51 | 16 | 7 | 19 | 24 | 14 | 58 | 18 | 10 | 12 | 28 | 22 | 1 | 30 | 31 | 55 | 17 | 44 | |
| 19 | 3 | 27 | 0 | 32 | 7 | 9 | 16 | 21 | 19 | 23 | 14 | 45 | 19 | 9 | 12 | 42 | 22 | 31 | 30 | 31 | 40 | 17 | 14 | |
| 20 | 3 | 11 | 0 | 40 | 7 | 27 | 16 | 34 | 19 | 18 | 14 | 32 | 20 | 9 | 12 | 57 | 22 | 2 | 31 | 31 | 23 | 16 | 44 | |
| 21 | 2 | 55 | 0 | 48 | 7 | 45 | 16 | 47 | 19 | 15 | 14 | 19 | 21 | 9 | 13 | 12 | 23 | 13 | 31 | 31 | 6 | 16 | 14 | |
| 22 | 2 | 39 | 0 | 57 | 8 | 3 | 16 | 59 | 19 | 11 | 14 | 6 | 22 | 9 | 13 | 27 | 23 | 13 | 31 | 31 | 48 | 15 | 44 | |
| 23 | 2 | 23 | 1 | 6 | 8 | 22 | 17 | 11 | 19 | 7 | 13 | 53 | 23 | 9 | 13 | 43 | 23 | 13 | 31 | 31 | 28 | 15 | 14 | |
| 24 | 2 | 7 | 1 | 16 | 8 | 41 | 17 | 22 | 19 | 2 | 13 | 40 | 24 | 9 | 13 | 59 | 24 | 13 | 31 | 31 | 11 | 14 | 43 | |
| 25 | 1 | 52 | 1 | 26 | 9 | 1 | 17 | 33 | 18 | 57 | 13 | 17 | 25 | 9 | 14 | 16 | 24 | 13 | 31 | 31 | 11 | 14 | 12 | |
| 26 | 1 | 38 | 1 | 37 | 9 | 21 | 17 | 43 | 18 | 51 | 13 | 15 | 26 | 9 | 14 | 33 | 24 | 13 | 31 | 31 | 30 | 13 | 41 | |
| 27 | 1 | 25 | 1 | 49 | 9 | 41 | 17 | 53 | 18 | 45 | 13 | 3 | 27 | 9 | 14 | 50 | 25 | 13 | 31 | 31 | 8 | 13 | 10 | |
| 28 | 1 | 13 | 1 | 2 | 10 | 1 | 18 | 3 | 18 | 39 | 12 | 52 | 28 | 9 | 15 | 8 | 25 | 13 | 31 | 31 | 45 | 12 | 40 | |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 21 | 10 | 21 | 18 | 33 | 18 | 33 | 12 | 41 | 29 | 9 | 15 | 26 | 25 | 13 | 31 | 31 | 26 | 12 | 10 | |
| 30 | 0 | 31 | 1 | 40 | 10 | 40 | 18 | 23 | 18 | 26 | 12 | 30 | 30 | 9 | 15 | 45 | 26 | 11 | 31 | 31 | 55 | 11 | 40 | |
| 31 | 0 | 41 | 10 | 59 | 10 | 59 | 18 | 18 | 18 | 18 | 11 | 4 | 31 | 10 | 16 | 4 | 31 | 11 | 31 | 31 | 55 | 11 | 10 | |

HERSCHEL DISCRIBITIO

Iam postquam utrovis modo eorum quos diximus, sed priore potius, examen institutum fuerit, si multum aberrare à media dierum longitudine horologium reperitur, adeo ut differentia ultra tria quatuorve prima scrupula ascendat, remedium adhibebitur aucta aut diminuta ipsius penduli longitudine. Vbi hæc tenenda est regula, tot scrupulis primis, in singulos dies, motum horologij acceleratum aut retardatum iri, quot $\frac{7}{10}$ unius lineæ auferentur pendulo aut addentur. Cumque ad veram mensuram hoc pacto jam prope reductum erit, reliqua correctio transpositione exigui ponderis Δ , virgæ $v v$ adhærentis, commode peragetur. Id pondus lentis formam habet, cujus sectionem secundum axem in figura I expressimus. Et quia tantum vicefimam tricesimamve partem æquat ponderis x , hinc fit ut sat magnis spatiis è priore loco discedens, haud multum tamen perpendiculari motum afficiat, accelerando nempe quoties versus mediam virgæ longitudinem attrahitur, retardando cum inde sursum aut deorsum movetur. Ne vero diu punctum illud quærendum sit quo verissimam daturum sit dierum mensuram, divisimus certa ratione, ex motus legibus petita, inferiorem virgæ medieta-tem, posito nimirum pondere Δ parte quinquagesima ponderis x , parique gravitate ipsius virgæ $v v$. Quæ quidem divisiones figura IV exhibentur, ubi penduli portio inferior in tres partes secta cernitur, quarum, quæ infimo loco ponenda, est AB . Punctum A est centrum gravitatis ponderis x , à puncto autem C , partes singulæ, quindecim scrupulorum primorum differentiam diurnam efficiunt, ubi tali intervallo mota fuerit lens Δ . Demonstratio autem divisionumque inventio, dabitur in iis quæ de Centro Oscillationis.

Cæterum illorum quoque quæ mari vehuntur, longitudinum investigandarum gratiâ, formam hic describeremus, si quænam maxime ad hunc usum accommodata sit, æque ac in præcedentibus, exploratum determinatumque haberemus; etsi quidem jam nunc eo res deducta sit, ut parum deesse videatur ad perficiendum tantæ utilitatis inventum. Quid autem & qua fortuna hic tentatum fuerit, quidve deinceps tentandum restet, exponere non pigebit.

Prima duo hujusmodi horologia Britannica navi vecta fuere anno 1664, quæ vir nobilis è Scotia nobisque amicus ad nostrorum exemplum fabricari curaverat. Hæc ponderis loco laminam chalybeam habebant in spiram convolutam, cujus vi rotæ circumagerentur,

cumagerentur, quemadmodum in exiguis illis quæ circumferri solent automatis adhiberi solent. Ut autem jactationem navis perferre possent, è chalybea pila, cylindro æneo inclusa, horologia suspenderit, clavulamque quæ penduli motum continuat (erat autem semipedali longitudine pendulum) deorsum productam geminaverat, ut literæ F inversæ formam referret; ne videlicet in gyrum evagari posset penduli motus, unde cessationis periculum. Navis hæc, cum tribus aliis quas itineris socias habuerat, postquam in Britanniam reversa est, Præfectus classis hæc retulit. Se nempe, cum à Guineæ littore solvisset, atque ad insulam, sancti Thomæ dictam, pervenisset, quæ æquinoctiali circulo subjacet, compositis hic ad solem horologiis, occidentem versus cûrsûm instituisse, atque ad septingenta circiter miliaria continuo tramite progressum, tum rursus vento favente Libonoto ad Africæ littora declinavisse. Cum autem ad ducenta trecentave miliaria eò cûrsûm tenuisset, magistros aliarum navium, veritos ne priusquam Africam attigissent aquâ ad potum deficerentur, suavisse ut ad insulas Americanas, Barbatorum dictas, aquandi gratiâ deflecteret. Tum sese concilio nauclerorum habito, jussisque ut Ephemeridas ac supputationes singuli suas proferrent, reperisse cæterorum calculos à suis diversos abire, unius quidem 80 miliaribus, alterius centenis, tertii amplius etiam. Ipsum vero, cum ex horologiorum indicio collegisset non amplius quam triginta circiter miliaribus abesse insulam *del Fuego* dictam, quæ una est earum, non procul ab Africa distantium, quæ à Viridi promontorio nomen habent, eamque postero die teneri posse; confisum pendulis suis eò cûrsûm dirigi imperasse, ac die insequenti sub meridiem eam ipsam in conspectum venisse insulam, paucisque post horis navibus stationem præbuisse. Et hæc quidem ex Præfecti illius relatu.

Ab eo vero tempore aliquoties tum Batavorum tum Gallorum opera, idque Regis Serenissimi jussu, repetita fuere experimenta, vario eventu, sed ita ut sæpius negligentia eorum quibus horologia commissa erant quam ipsamet automata culpari possent. Optimus vero successus fuit in Mediterraneo mari, expeditione in Cretam insulam, quò illustrissimus Dux Belfortius, Candia à Turcis obsessæ auxilium laturus, cum Gallorum copiis missus erat, ubi & in prælio occubuit. Is in ea qua vehebatur navi, horologia hujusce experimenti gratiâ habebat, virumque Astronomiæ peritum iis præfecerat, è cujus observationibus, in singulos dies habitis, longitudes locorum ad quæ in ea profectio aut appulerunt na-

ves, aut quæ prætervecti dignoscere oculis potuerant, horologio-
rum operâ exacte dimensas fuisse comperimus, atque ita ut Geo-
graphicis descriptionibus quæ melioris notæ habentur eademmet
longitudinum differentiæ designatæ reperiantur. Namque inter
Toloni portum Candiamque oppidum differentia hor. 1. scrup.
22' reperta fuit, hoc est graduum longitudinis 20. scrup. 30'. ac
rursus à Candia Tolonum revertentibus differentia proxime ea-
dem. qui consensus certissimum veritatis est indicium.

Inter eundem Toloni portum & insulam quandam cui *Mare-
timo* nomen est, prope promontorium Siciliæ quod Occidentem
spectat, Lilybæum olim vocatum, differentia horaria observata est
scrup. prim. 25, sec. 20, quibus respondent gradus longitudinis 6,
scrup. 20'. Item à Tolono ad insulam *Sapienza* dictam, quæ juxta
Peloponnesum est Occidentem versus, hora 1, scrup. prima 5',
sec. 45'', quibus respondent longitudinis gradus 16, scrup. 26.

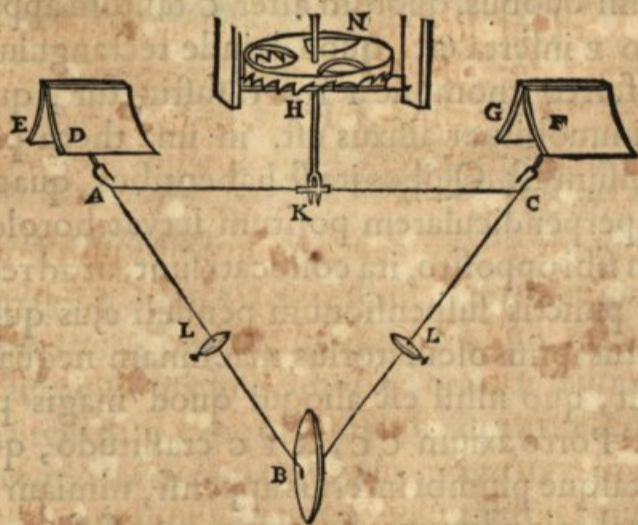
Horologia ad solem examinata fuerant, mane ad Orientem, ves-
pere ad Occidentem, supputato ex data poli altitudine utroque
temporis momento. Atque hæc ratio cum naves in anchoris stant
omnium optima videtur, quod, absque instrumentorum ope, so-
lis oculis eæ observationes peragantur.

Pendulum vero unciarum novem longitudine inerat horolo-
giis hisce, pondere semissis. Rotæ ponderum attractu circumage-
bantur, eademque cum illis theca inclusæ erant quaternum pe-
dum longitudine. In ima theca plumbum insuper centum atque
amplius librarum additum erat, quo melius perpendicularem
situm suspensa in navi machina servaret.

Quanquam autem æquabilis admodum sibi que constans auto-
mati motus per hæc experimenta comperiebatur, tamen alia quo-
que ratione ulterius illud perficere aggressi sumus, quæ erat hujus-
modi. Rotæ illi quæ ferratos dentes habet, penduloque proxima
est, pondus exiguum ex catenula affabre constructa appendimus,
quo sola ipsa moveretur, reliqua omni machina nihil aliud agente
quam ut singulis semisrupulis horariis plumbum illud exiguum
ad priorem altitudinem restitueret; eadem fere ratione atque in
constructione horologii superius exposita videre est, ubi pondus
altero fune attollitur, dum altero gravitatem suam horologii mo-
tui impertit. Quibus ita constructis, cum veluti ad unicam rotam
omnia essent redacta, major adhuc quam antea apparuit horolo-
giorum æqualitas, illudque accidit memoratu dignum, quod
cum duo ad hanc formam constructa ex eodem tigno suspendisse-
mus, tignum vero fulcris duobus impositum esset; motus penduli

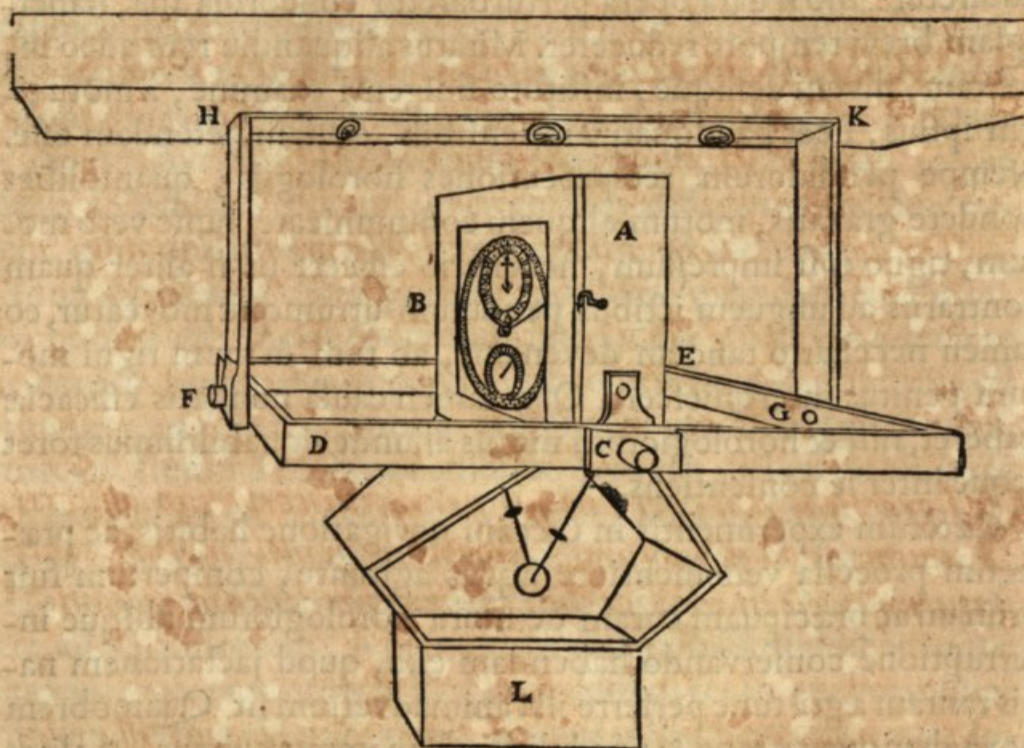
utriusque ita ictibus adversis inter se consensere, ut nunquam inde vel minimum recederent, sed utriusque sonus una semper exaudiretur: imo si data opera perturbaretur concordia illa, semetipsam brevi tempore reduceret. Miratus aliquandiu rem adeo insolitam, inveni denique, instituto diligenti examine, à motu tigni ipsius, licet haudquaquam sensibili, causam petendam esse. Nempe pendulorum reciprocationes horologiis, quantolibet pondere gravatis, motum aliquem communicare; hunc vero motum, tigno ipsi impressum, necessario efficere ut si aliter quam contrariis ad unguem ictibus pendulum utrumque moveatur, eo tamen necessario tandem deveniant, ac tum demum tigni motum penitus interquiescere. Quæ tamen causa non satis efficaciam haberet, nisi & horologiorum motus aliunde æquabilissimus foret atque inter se consentiens.

Cæterum experimentis in Oceani navigatione habitis, ac præfertim procella vehementiore aquas agitante, compertum fuit primam ac præcipuam curam de motu horologiorum absque interruptione conservando habendam esse, quod jactationem navis tantam ægrè tunc perferre illa animadversum sit. Quamobrem nova denique ratione & penduli formam immutavimus, & aliter horologia ipsa suspendimus. Pendulum trianguli formam habet, in



cujus vertice deorsum spectante plumbea lens affixa est. Anguli utriusque reliqui filis inter laminae cycloidales suspensi sunt. Basis clavulam bifurcatam puncto sui medio recipit ab eaque movetur, illa vero ab rota ferrata horizonti parallela motum accipit. Motus rotarum omnium non à pondere sed à chalybea lamina, tympano inclusa, principium habet. In figura adjecta pendulum triangulare est *A B C*; lens plumbea *B*; laminae cycloidales *E D, F G*. Clavula

bifurcata HK; rota ferratis dentibus N, quæ cæteris horologii ro-
 tis inferior est. Lenticulæ ad temperandum penduli motum LL.



Suspensionis modum altera hæc figura exhibet; ubi theca A B
 axibus primum duobus, quorum alter C tantum apparet, rectan-
 gulo ferreo D E inserta est; quod deinde rectangulum rursus axi-
 bus suis F G ferreo gnomone F H K G sustinetur, qui contigna-
 tioni navis immobiliter affixus est. in ima theca pondus 50 li-
 brarum appensum est. Quibus ita se habentibus, quacunque navis
 inclinatione perpendiculararem positum servat horologium. Axis
 autem C, cum sibi opposito, ita collocati sunt, ut ad rectam lineam
 respondeant punctis suspensionum penduli ejus quod diximus:
 quo fit ut motus ipsius oscillatorius machinam nequaquam com-
 movere possit, quo nihil est alioqui quod magis penduli mo-
 tum destruat. Porro axium C C, & F G crassitudo, quæ pollicem
 æquat, gravitasque plumbi inferius appensi, nimiam movendi li-
 bertatem horologio adimunt, faciuntque ut si forte succussu na-
 vis graviore commotum fuerit, continuo ad quietem perpendicu-
 lumque suum revertatur.

Et hæc quidem ita adaptata machina ut in mare deducatur ex-
 perientiaque committatur superest, quæ & certam pene succes-
 sus spem præbet, quod iis quæ hæcenus instituere licuit experi-
 mentis, multo melius quam priores illæ omnem motus diversita-
 tem perferre reperta sit.



HOROLOGII OSCILLATORII

PARS SECVNDA.

De descensu Gravium & motu eorum in Cycloide.

HYPOTHESES.

I.

S*I gravitas non esset, neque aër motui corporum officeret, unum quodque eorum, acceptum semel motum continuaturum velocitate æquabili, secundum lineam rectam.*

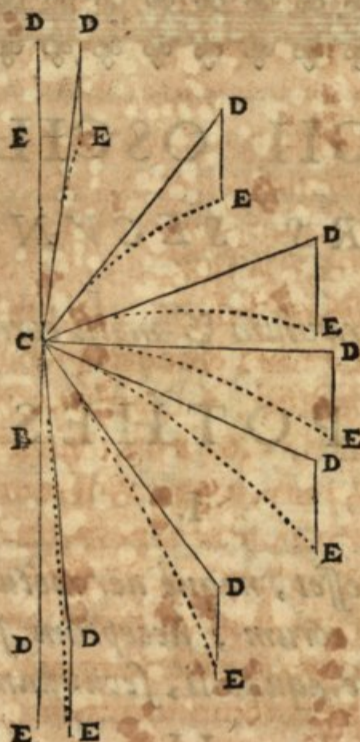
II.

Nunc vero fieri gravitatis actione, undecunque illa oriatur, ut moveantur motu composito, ex æquabili quem habent in hanc vel illam partem, & ex motu deorsum à gravitate profecto.

III.

Et horum utrumque seorsim considerari posse, neque alterum ab altero impediri.

Ponatur grave c è quiete dimissum, certo tempore, quod dicatur F, vi gravitatis transire spatium c b. Ac rursus intelligatur idem grave accepisse alicunde motum quo, si nulla esset gravitas, transiret pari tempore F motu æquabili lineam rectam c d. Accedente ergo vi gravitatis non perveniet grave ex c in d, dicto tempore F, sed ad punctum aliquod e, recta sub d situm, ita ut spatium d e semper æquetur spatio c b, ita enim, & motus æquabilis, & is qui à gravitate oritur suas partes peragent, altero alterum non impediante. Quamnam vero lineam, composito illo motu, grave percurrat, cum motus æquabilis non recta sursum aut deorsum sed in obliquum tendit, è sequentibus definiri poterit. Cum vero deorsum in perpendiculari contingit motus æquabilis c d,



apparet lineam CD , accedente motu ex gravitate, augeri recta DE . Item, cum sursum tendit motus æquabilis CD , ipsam CD diminui recta DE , ut nempe, peracto tempore F , grave invenitur semper in puncto E . Quod si, utroque hoc casu, seorsim, uti diximus, duos motus consideremus, alterumque ab altero nullo modo impediri cogitemus, hinc jam accelerationis gravium cadentium causam legesque reperire licebit. Et primum quidem duo ista simul ostendemus,

PROPOSITIO I.

A Qualibus temporibus æquales celeritatis partes gravi cadenti accrescere, & spatia æqualibus temporibus ab initio descensus emensa, augeri continue æquali excessu.

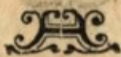
Ponatur grave aliquod, ex quiete in A , primo tempore lapsum esse per spatium AB , atque ubi pervenit in B , acquisivisse celeritatem qua deinceps, tempore secundo, motu æquabili, percurrere posset spatium quoddam BD . Scimus ergo spatium secundo tempore peragendum majus fore spatio BD , quia vel cessante in B omni gravitatis actione spatium BD percurreretur. Feretur vero motu composito ex æquabili quo percursurum esset spatium BD , & ex motu gravium cadentium, quo deprimi necesse est per spa-

tium ipsi AB æquale. Quare ad BD addita DE , æquali AB , scimus tempore secundo grave perventurum ad E .

Quod si vero inquiramus quam velocitatem habeat in E , in fine secundi temporis, eam inveniemus duplam esse debere velocitatis quam habebat in B fine temporis primi. Diximus enim moveri composito motu ex æquabili cum celeritate acquisita in B , & ex motu à gravitate producto, qui cum tempore secundo idem plane sit ac primo, ideo decursu temporis secundi æqualem celeritatem gravi contulisse debet atque in fine primi. Quare cum acquisitam in fine primi temporis celeritatem conservaverit integram, apparet in fine secundi temporis bis eam celeritatem inesse quam acquisiverat in fine temporis primi, sive duplam.

Quod si jam, postquam pervenit in E , pergeret deinceps tantum moveri celeritate æquabili, quantam illic acquisivit, apparet tempore tertio, prioribus æquali, percursum spatium EF , quod duplum futurum sit spatii BD ; quia hoc percurri diximus dimidia hujus celeritatis, motu æquabili, & temporis parte æquali. Accedente autem rursus gravitatis actione, percurreret tempore tertio, præter spatium EF , etiam spatium FG , ipsi AB vel DE æquale. Itaque in fine tertii temporis grave invenietur in G . Velocitatem vero hic habebit triplam jam ejus quam habebat in B , in fine primi temporis: quia præter celeritatem acquisitam in E , quam diximus duplam esse acquisitæ in B , vis gravitatis, temporis tertii decursu, æqualem rursus atque in fine primi celeritatem contulit. Quamobrem utraque celeritas, in fine temporis tertii, triplam celeritatem constituet ejus quæ fuerat in fine temporis primi.

Eodem modo ostendetur tempore quarto peragi debere & spatium GH triplum spatii BD , & spatium HK ipsi AB æquale: velocitatemque in K , in fine quarti temporis, fore quadruplam ejus quæ fuerat in B , in fine temporis primi. Atque ita spatia quotlibet deinceps considerata, quæ æqualibus temporibus peracta fuerint, æquali excessu, qui ipsi BD æqualis sit, crescere manifestum est, simulque etiam velocitates per æqualia tempora æqualiter augeri.



PROPOSITIO II.

Spatium peractum certo tempore à gravi, è quiete casum inchoante, dimidium est ejus spatii quod pari tempore transiret motu æquabili, cum velocitate quam acquisivit ultimo casus momento.

Ponantur quæ in propositione præcedenti, ubi quidem AB erat spatium certo tempore, à gravi cadente ex A , peractum. BD vero spatium quod pari tempore transiri intelligebatur celeritate æquabili, quanta acquisita erat in fine primi temporis, seu in fine spatii AB . Dico itaque spatium BD duplum esse ad AB .

Quum enim spatia primis quatuor æqualibus temporibus à cadente transmissa sint AB, BE, EG, GH , quorum inter se certa quædam est proportio: si eorum temporum dupla tempora sumamus, ut nempe pro primo tempore jam accipiantur duo illa quibus spatia AB, BE , peracta fuere; pro secundo vero tempore duo reliqua quibus peracta fuere spatia EG, GK , oportet jam spatia AE, EK , quæ sunt æqualibus temporibus à quiete peracta, inter se esse sicut spatia AB, BE , quæ æqualibus item temporibus à quiete percurrerentur.

Quum igitur sit ut AB ad BE , ita AE ad EK ; & convertendo, ut EB five DA ad AB ita KE ad EA : erit quoque, dividendo, DB ad BA ut excessus KE supra EA ad EA . Quum sit autem, ex ostensis propositione præcedenti, KE æqualis tum duplæ AB , tum quintuplæ BD : EA vero æqualis tum duplæ AB , tum simplici BD ; apparet dictum excessum KE supra EA æquari quadruplæ BD . Sicut igitur DB ad BA ita erit quadrupla DB ad EA : unde E A quadrupla erit ipsius BA : eadem vero EA æquatur, uti diximus, & duplæ AB & simplici BD . ergo BD duplæ AB æqualis erit; quod erat demonstrandum.



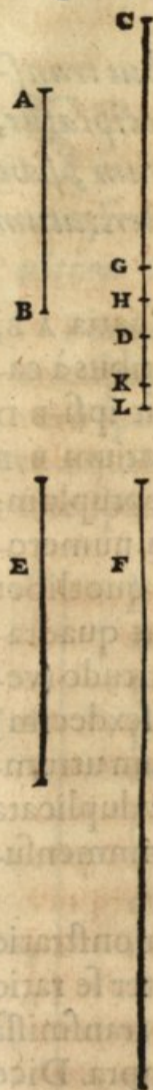
PROPOSITIO III.

Spatia duo, à gravi cadente quibuslibet temporibus transmissa, quorum utrumque ab initio descensus accipiat, sunt inter se in ratione duplicata eorundem temporum, sive ut temporum quadrata, sive etiam ut quadrata celeritatum in fine cuiusque temporis acquisitarum.

Quum enim ostensum sit propositione antecedenti spatia AB , BE , EG , GK , quotcunque fuerint, æqualibus temporibus à cadente peracta, crescere æquali excessu, qui excessus sit ipsi BD æqualis: Patet nunc, quoniam BD est dupla AB , spatium BE fore triplum AB ; EG quintuplum ejusdem AB ; GK septuplum; aliaque deinceps auctum iri secundum progressionem numerorum imparium ab unitate, 1, 3, 5, 7, 9, &c. cumque quotlibet horum numerorum, sese consequentium, summa faciat quadratum, cujus latus est ipsa adsumptorum numerorum multitudo (velut si tres primi addantur, facient novem, si quatuor sexdecim) sequitur hinc spatia, à gravi cadente transmissa, quorum utrumque à principio casus inchoetur, esse inter se in ratione duplicata temporum quibus casus duravit, si nempe tempora commensurabilia sumantur.

Facile autem & ad tempora incommensurabilia demonstratio extendetur. Sint enim tempora hujusmodi, quorum inter se ratio ea quæ linearum AB , CD . spatiaque temporibus his transmissa sint E , & F , utraque nimirum ab initio descensus adsumpta. Dico esse, ut quadratum AB ad quadratum CD , ita spatium E ad F .

Si enim negetur; habeat primo, si potest, spatium E ad F majorem rationem quam quadratum AB ad quadratum CD , nempe eam quam quadratum AB ad quadratum CG , sumpta CG minore quam CD & à CD auferatur pars DH , minor quam DG excessus CD supra CG , atque ita ut reliqua HC commensurabilis sit ipsi AB ; hoc enim fieri posse constat. Erit ergo CH major quam CG . Atqui ut quadratum temporis AB ad quadratum temporis CH , ita spatium E , quod tempore AB peractum est ad spatium peractum tempore CH , per superius ostensa. Hoc vero spatium majus est illud quod tempore CD percurritur, nempe spatium F . ergo spatii E ad spatium F minor est ratio quam quadrati AB ad quadratum CH . Sicut autem spatium E ad F , ita ponebatur esse quadratum AB ad quadratum CG ; ergo minor quoque erit ra-

DE DESCENSU
GRAVIUM.

tio quadrati AB ad quadratum CG , quam quadrati AB ad quadratum CH , ac proinde quadratum CG majus quadratum CH ; quod est absurdum, quum CH major dicta sit quam CG . Non habet igitur spatium E ad F majorem rationem quam quadratum AB ad quadratum CD .

Habeat jam, si potest, minorem; sitque ratio spatii E ad F eadem quæ quadrati AB ad quadratum CL , sumptâ CL majore quam CD , & à CL auferatur LK minor excessu LD , quo CD superatur à CL ; atque ita ut reliqua KC sit commensurabilis AB . Quia ergo ut quadratum temporis AB ad quadratum temporis CK , ita est spatium E , peractum tempore AB , ad spatium peractum tempore CK . Hoc vero spatium minus est spatium peractum tempore CD , nempe spatium F . erit proinde spatii E ad F major ratio quam quadrati AB ad quadratum CK . Sicut autem spatium E ad F , ita ponebatur esse quadratum AB ad quadratum CL . Ergo major erit ratio quadrati AB ad quadratum CL quam ejusdem quadrati AB ad quadratum CK , ideoque quadratum CL minus erit quam qu. CK . quod est absurdum, quum CL major sit quam CK . Ergo neque minorem rationem habet spatium E ad F quam quadratum AB ad quadratum CD . quare necesse est ut eandem habeat. Porro cum celeritates in fine temporum AB , CD acquisitæ sint inter se sicut ipsamet tempora; apparet rationem spatiorum E ad F eandem quoque esse quæ quadratorum temporum AB , CD , quibus transmissa sunt. Itaque constat propositum.

PROPOSITIO IV.

SI grave celeritate ea quam in fine descensus acquisiuit sursum tendere cœperit, fiet ut paribus temporis partibus, spatia quæ prius sursum, eadem deorsum transeat, adeoque ad eandem unde descenderat altitudinem ascendat. Item ut aequalibus temporis partibus equalia amittat celeritatis momenta.

Sunto enim ut in propositione 2, spatia quotlibet, æqualibus

temporis partibus cadendo è quiete peracta, quorum primum $A B$; secundum compositum ex $B D$, quod celeritate æquabili acquisita per $A B$ transeundum erat, & ex $D E$ ipsi $A B$ æquali; tertium compositum, ex $E F$, duplo ipsius $B D$, & ex $F G$, eidem $A B$ æquali; quartum compositum ex $G H$, triplo ipsius $B D$, & ex $H K$ ipsi itidem $A B$ æquali, atque eadem ratione porro crescentia, si plura fuerint. Dico totidem æqualibus temporibus eadem spatia $K C$, $G E$, $E B$, $B A$, singula singulis peragenda esse à gravi sursum tendente, atque incipiente cum celeritate in fine descensus K acquisita.

Brevitatis autem gratia celeritas quæque designetur deinceps longitudine spatii quod grave motu æquabili, cum celeritate illa, atque temporis parte una, quales in descensu consideravimus, transmissurum esset.

Itaque ex ostensis dicta propositione, cum in K grave pervenerit, habet celeritatem $G H$ auctam celeritate $B D$, hoc est celeritatem $K F$, quia $K F$ æquatur ipsis $H G$, $B D$, sunt enim partes singulæ $H K$, $F G$, æquales ipsi $A B$, ac proinde utraque simul ipsi $B D$, quam esse duplam $A B$ ostendimus propositione 2. Itaque celeritatem in fine descensus K acquisitam sursum convertendo, si grave æquabili motu ferretur, conficeret una temporis parte spatium $K F$. Atqui, gravitatis actione accedente, diminuetur ascensus $K F$ spatio $F G$ ipsi $A B$ æquali, ut patet ex dictis ad hypothesein initio sumptam. Ergo parte prima temporis ascendet grave tantum per $K G$, quo eodem spatio parte temporis novissima descenderat. Simul vero & celeritati tantum decessisse necesse est, quantum acquiritur temporis parte una deorsum cadendo, hoc est celeritatem $B D$. Itaque grave, ubi ad G ascenderit, habet celeritatem reliquam $H G$, cum initio ascensus habuerit celeritatem $H G$ una cum celeritate $B D$. Est autem ipsi $H G$ æqualis $G D$; quum æquetur ipsi $F E$ una cum $D B$, hoc est una cum dupla $A B$, hoc est una cum duabus $F G$ & $E D$; Ergo si ex G , cum celeritate æquabili, quantam illic habet, sursum pergeret, conficeret una parte temporis spatium $G D$. Accedente autem gravitatis actione, diminuetur ascensus iste spatio $D E$, ipsi $A B$ æquali. Ergo, hac secunda parte temporis, ascendet per spatium $G E$, quod simili temporis parte etiam cadendo transierat. Simul autem celeritati tantum decessisse denuo debet quantum temporis parte una ex casu acquiritur, nempe celeritas $B D$. Itaque ubi usque ad

E ascenderit, habet duntaxat celeritatem FE , quæ nimirum relinquitur quum à celeritate GD aufertur celeritas BD . Nam BD , ut jam diximus, æqualis est duabus DE, FG .

Est autem ipsi FE æqualis EA , quum FE æquetur ipsi BD bis sumptæ, hoc est ipsi BD una cum dupla AB , hoc est una cum duabus AB, DE . Ergo si ex E cum celeritate æquabili, quantam illic habet, sursum pergeret, confecturum esset una temporis parte spatium EA . Sed accedente actione gravitatis, diminuetur ascensus iste ipso spatio AB . Proinde hac parte temporis per spatium E B tantum ascendet, quod simili parte temporis descendendo quoque transierat. Hic vero rursus celeritati tantum decessisse necesse est quantum una temporis parte cadendo deorsum acquiritur, hoc est celeritatem BD . Itaque grave, ubi usque ad B ascenderit, habet celeritatem ipsam BD reliquam, cum in E habuerit celeritatem FE ipsius BD duplam. Si ergo ex B cum celeritate æquabili, quantam illic habet, sursum pergeret, confecturum esset parte una temporis spatium æquale ipsi DB , hoc est duplum AB . Sed accedente gravitatis actione, diminuitur ascensus iste spatio quod ipsi AB æquale sit. Igitur hac parte temporis ascendet tantummodo per spatium BA , quod etiam primo descensus tempore transierat. Atque in fine quidem extremi temporis hujus necessario grave in A puncto reperietur. Sed dicetur forsan altius ascendisse quam ad A , atque inde eo relapsum esse. At hoc absurdum esset, cum non possit, motu à gravitate profecto, altius quam unde decidit ascendere. Porro quum celeritati quam in B habebat rursus decesserit celeritas BD , patet jam gravi in A constituto nullam celeritatem superesse, ac proinde non altius excursurum. Itaque ostensum est ad eandem unde decidit altitudinem pervenisse, & singula spatia, quæ æqualibus descensus temporibus transierat, eadem totidem ascensus temporibus remensum esse: sed & æqualibus temporibus æqualia ipsi decessisse celeritatis momenta apparuit. Ergo constat propositum.

Quia vero in demonstratione propositionis secundæ, ex qua pendet præcedens, adsumptum fuit certam quandam esse proportionem spatiorum quæ continuis æqualibus temporibus à gravi cadente transeuntur, quæque eadem sit, quæcunque æqualia tempora accipiantur; quod quidem & ex rei natura ita se habere necesse est, & si negetur, fatendum frustra proportionem istorum spatiorum investigari. Tamen, quia propositum etiam absque hoc demonstrari potest, Galilei methodum sequendo,

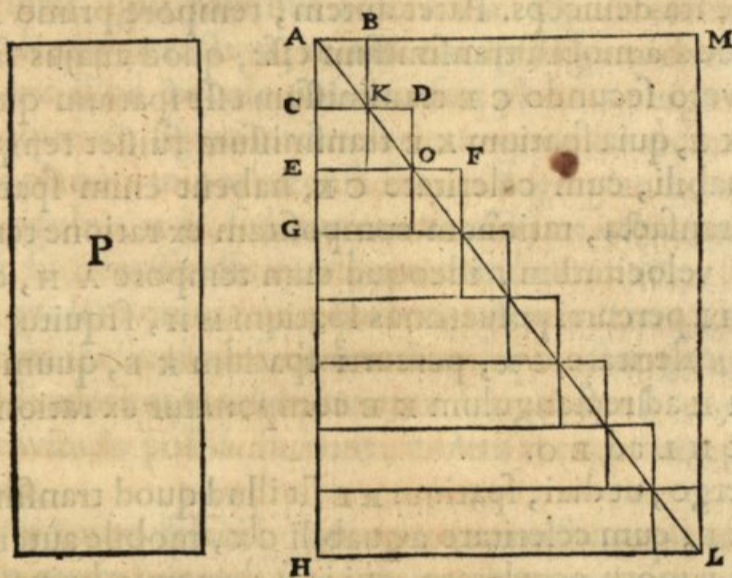
operæ pretium erit demonstrationem, ab illo minus perfecte traditam, hic accuratius conscribere. itaque rursus hic demonstrabimus,

DE DESCENSU
GRAVIUM.

PROPOSITIO V.

Spatium peractum certo tempore, à gravi è quiete casum inchoante, dimidium esse ejus spatii quod pari tempore transiret motu aquabili, cum celeritate quam acquisiuit ultimo casus momento.

Sit tempus descensus totius AH , quo tempore mobile peregerit spatium quoddam cujus quantitas designetur plano P . ducta-



que HL perpendiculari ad AH , longitudinis cujuslibet, referat illa celeritatem in fine casus acquisitam. Deinde completo rectangulo $AHLM$, intelligatur eo notari quantitas spatii quod percurreretur tempore AH , cum celeritate HL . Ostendendum est igitur planum P dimidium esse rectanguli MH , hoc est, ducta diagonali AL , æquale triangulo AHL .

Si planum P non est æquale triangulo AHL , ergo aut minus eo erit, aut majus. Sit primo, si fieri potest, planum P minus triangulo AHL . dividatur autem AH in tot partes æquales AC , CE , EG &c. ut, circumscriptâ triangulo AHL figurâ è rectangulis quorum altitudo singulis divisionum ipsius AH partibus æquetur, ut sunt rectangula BC , DE , FG , alterâque eidem triangulo inscriptâ, exrectangulis ejusdem altitudinis, ut sunt KE , OG &c. ut, inquam, excessus illius figuræ supra hanc, minor sit excessu

trianguli AHL supra planum P . hoc enim fieri posse perspicuum est, cum totus excessus figuræ circumscriptæ super inscriptam æquetur rectangulo infimo, basin habenti HL . erit itaque omnino excessus ipsius trianguli AHL supra figuram inscriptam minor quam supra planum P , ac proinde figura triangulo inscripta major plano P . Porro autem, quum recta AH tempus totius descensus referat, ejus partes æquales AC , CE , EG , æquales temporis illius partes referent. Cumque celeritates mobilis cadentis crescant eadem proportionem qua tempora descensus*; sitque celeritas in fine totius temporis acquisita HL ; erit ea, quæ in fine primæ partis temporis AC acquireretur, CK ; quia ut AH ad AC , ita HL ad CK . Similiter quæ in fine partis temporis secundæ CE acquiritur, erit EO , atque ita deinceps. Patet autem, tempore primo AC , spatium aliquod à mobili transmissum esse, quod majus sit nihilo; tempore vero secundo CE transmissum esse spatium quod majus sit quam KE , quia spatium KE transmissum fuisset tempore CE , motu æquabili, cum celeritate CK . habent enim spatia, motu æquabili transacta, rationem compositam ex ratione temporum, & ratione velocitatum, ideoque cum tempore AH , celeritate æquabili HL percurri posuerimus spatium MH , sequitur tempore CE , cum celeritate CK , percurri spatium KE , quum ratio rectanguli MH ad rectangulum KE componatur ex rationibus AH ad CE , & HL ad EO .

* Prop. 1. huj.

Quum ergo, ut dixi, spatium KE sit illud quod transmitteretur tempore CE , cum celeritate æquabili CK , mobile autem feratur tempore CE motu accelerato, qui jam principio hujus temporis habet celeritatem CK ; manifestum est isto accelerato motu, tempore CE , majus spatium quam KE confecturum. Eadem ratione, tempore tertio EG , majus spatium conficiet quam OG , quia nempe hoc confecturum esset tempore eodem EG , cum celeritate æquabili EO . Atque ita deinceps, singulis temporis AH partibus, à mobili majora spatia quam sunt rectangula figuræ inscriptæ, ipsis partibus adjacentia, peragentur. Quare totum spatium motu accelerato peractum majus erit ipsa figura inscripta. Spatium vero illud æquale positum fuit plano P . Itaque figura inscripta minor erit spatio P . quod est absurdum; eodem enim spatio major ostensa fuit. Non est igitur planum P minus triangulo AHL . At neque majus esse ostendetur.

Sit enim, si potest; & dividatur AH in partes æquales, atque ad earum altitudinem, inscripta circumscriptaque rursus,

HOROLOG. OSCILLATOR. 31

ut ante, sit triangulo AHL figura ex rectangulis, ita ut altera alteram excedat minori excessu quam quo planum P superat triangulum AHL , erit igitur necessario figura circumscripta minor plano P . Constat jam, prima temporis parte AC , minus spatium à mobili transmitti quam sit BC , quia hoc percurreretur eodem tempore AC cum celeritate æquabili CK , quam demum in fine temporis AC mobile adeptum est. Similiter secunda parte temporis CB , minus spatium motu accelerato transmittetur quam sit DE , quia hoc percurreretur eodem tempore CE , cum celeritate æquabili EO , quam demum in fine temporis CE mobile assequitur. Atque ita deinceps, singulis partibus temporis AH , minora spatia à mobili trajicientur quam sunt rectangula figuræ circumscriptæ, ipsis partibus adjacentia. Quare totum spatium motu accelerato peractum, minus erit ipsa figura circumscripta. Spatium vero illud æquale positum fuit plano P ; ergo planum P minus quoque erit figura circumscripta. quod est absurdum, cum figura hæc plano P minor ostensa fuerit. Ergo planum P non majus est triangulo AHL , sed nec minus esse jam ostensum fuit. Ergo æquale sit necesse est; quod erat demonstrandum.

DE DESCENSU
GRAVIUM.

Et hæc quidem omnia quæ hæctenus demonstrata sunt, gravibus per plana inclinata descendentibus atque ascendentibus æque ac perpendiculariter motis convenire sciendum est: cum, quæ de effectu gravitatis posita fuerunt, eadem ratione utrobique sint admittenda.

Hinc vero non difficile jam erit demonstrare propositionem sequentem quam concedi sibi, ut quodammodo per se manifestam, Galileus postulavit. nam demonstratio illa quam postea adferre conatus est, quæque in posteriori operum ejus editione extat, parum firma meo quidem judicio videtur. Est autem propositio hujusmodi.

PROPOSITIO VI.

Celeritates gravium, super diversis planorum inclinationibus descendendo acquisitæ, æquales sunt, si planorum elevationes fuerint æquales.

Elevationem plani vocamus altitudinem ejus secundum perpendicularum.

Sunto itaque plana inclinata, quorum sectiones factæ plano ad horizontem erecto, AB , CB ; quorumque elevationes AE , CE

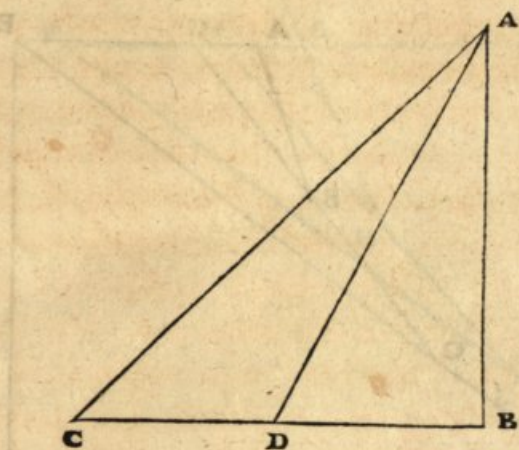
HOROLOG. OSCILLATOR.

33

tempus descensus per planum AC ad tempus descensus per AD esse ut longitudo AC ad AD . Est enim tempus per AC æquale tempori motus æquabilis per eandem AC , cum celeritate dimidia ejus quæ acquiritur casu per AC *. Similiter tempus per AD est æquale tempori motus æquabilis per ipsam AD , cum dimidia ce-

DE DESCENSU
GRAVIUM.

* Prop. 2. huj.



leritate ejus quæ acquiritur casu per AD . Est autem hæc dimidia celeritas illi dimidiæ celeritati æqualis*, ideoque dictum tempus motus æquabilis per AC , ad tempus motus æquabilis per AD , erit ut AC ad AD . Ergo & tempora singulis istis æqualia, nimirum tempus descensus per AC , ad tempus descensus per AD , eandem rationem habebunt, nempe quam AC ad AD . quod erat demonstrandum.

* Prop. præced.

Eodem modo ostendetur & tempus descensus per AC , ad tempus casus per AB perpendicularem, esse ut AC ad AB longitudine.

PROPOSITIO VIII.

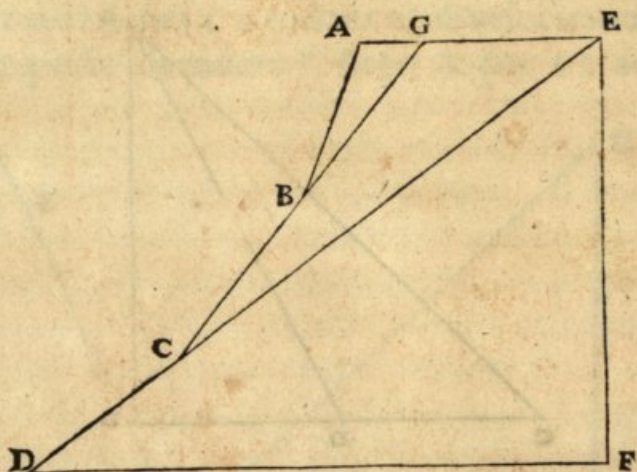
S*I ex altitudine eadem descendat mobile continuato motu per quotlibet ac quælibet plana contigua, utcunque inclinata; semper eandem in fine velocitatem acquireret, quæ nimirum æqualis erit ei quam acquireret cadendo perpendiculariter ex pari altitudine.*

Sint plana contigua AB , BC , CD , quorum terminus A , supra horizontalem lineam DF per infimum terminum D ductam, altitudinem habeat quanta est perpendicularis EF . descendatque mobile per plana illa ab A usque in D . Dico in D eam velocitatem habiturum quam, ex E cadens, haberet in F .

Producta enim CB occurrat rectæ AE in G . Itemque DC producta

E

occurrat eidem $A E$ in E . Quoniam itaque per $A B$ descendens eandem acquirit velocitatem in termino B , atque descendens per $G B$ *; manifestum est, cum flexus ad B nihil obstare motui ponatur, tantam velocitatem habiturum ubi in C pervenerit, quantam si per $G C$ planum descendisset; hoc est, quantam ha-



beret ex descensu per $B C$. Quare & reliquum planum $C D$ eodem modo transibit ac si per $B C$ advenisset, ac proinde in D denique parem velocitatem habebit, ac si descendisset per planum $E D$, hoc est, eandem quam ex casu perpendiculari per $E F$. quod erat demonstrandum.

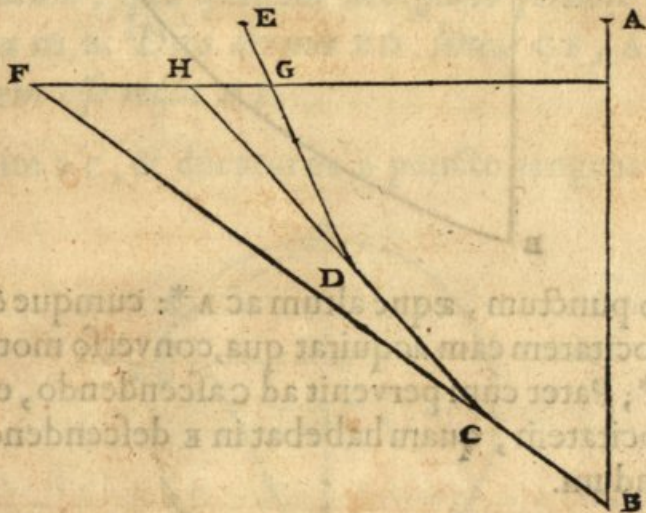
Hinc liquet etiam per circuli circumferentiam, vel per curvam quamlibet lineam descendente mobili (nam curvas tanquam ex infinitis rectis compositæ essent hic considerare licet) semper eandem illi velocitatem acquiri si ab æquali altitudine descenderit: tantamque eam esse velocitatem, quantam casu perpendiculari ex eadem altitudine adipisceretur.

PROPOSITIO IX.

Si grave, à descensu, sursum convertat motum suum, ascendet ad eandem unde venit altitudinem, per quas-cunque planas superficies contiguas, & quomodocunque inclinatas, inceserit.

Cadat grave ex altitudine $A B$, & ex puncto B inclinata sint sursum plana $B C$, $C D$, $D E$, quorum extremitas E sit eadem altitudine cum puncto A . Dico si mobile, post casum per $A B$, convertat motum ut pergat moveri per dicta plana inclinata, perventum usque in E .

Dicatur enim, si fieri potest, tantum ad G perventurum. PRO- DE DESCENSU GRAYIUM.
 ducantur B C & C D, donec occurrant horizontali G F in F & H.
 Cum igitur mobile, superatis planis B C, C D, habeat tantum eam
 velocitatem quâ possit ascendere per D G, vel per D H; nam ad
 hæc utraque eadem velocitate opus esse constat ex propositione



6; Ergo, superato plano B C, eam duntaxat habebat qua potuisset ascendere per C H, vel per C F. Ergo in B duntaxat eam qua potuisset ascendere per B F, hoc est, eandem quam acquireret descendendo per F B. Atqui in B habet velocitatem qua potest ascendere usque in A. Ergo illa velocitate quam acquirit grave descendendo per F B, posset ascendere per B A, hoc est, altius quam unde discesserat, quod fieri non potest.

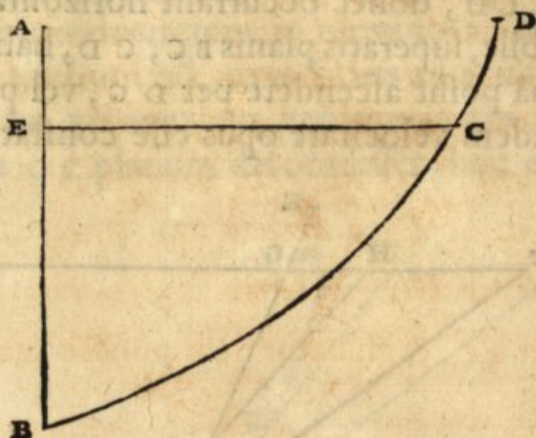
Est autem eadem prorsus demonstratio quotcunque plana fuerint per quæ mobile ascendat. Vnde & si infinita fuerit planorum multitudo, hoc est, si superficies aliqua curva ponatur, per hanc quoque ad eam ex qua venit altitudinem mobile assurgat.

PROPOSITIO X.

SI mobile cadat perpendiculariter, vel per quamlibet superficiem descendat, ac rursus impetu concepto per quamlibet aliam feratur sursum, habebit ascendendo ac descendendo in punctis æque altis eandem semper velocitatem.

Vt si mobile ex altitudine A B decidens, motum deinde continuet per superficiem B C D, in qua punctum C sit pari altitudine atque in A B est punctum E. Dico in C eandem velocitatem inesse mobili atque in E fuerat.

Quum enim in c ea velocitas superfit mobili qua porro ascendat

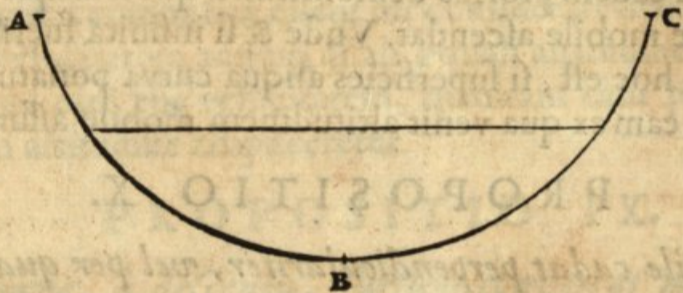


Prop. præced. usque ad D punctum, æque altum ac A: cumque & ex descensu per A E velocitatem eam acquirat qua, converso motu, ascensurum fit per C D*; Patet cum pervenit ad c ascendendo, eandem ipsum habere velocitatem, quam habebat in E descendendo; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XI.

SI mobile per superficiem aliquam deorsum tendat, ac deinde converso motu sursum per eandem superficiem vel aliam similem similiterque positam feratur, aequalibus temporibus per idem spatium descendet atque ascendet.

Velut si per superficiem A B descendat mobile, atque, ubi ad B



pervenerit, converso motu sursum per eandem A B, vel ei similem & respectu plani horizontalis similiter positam B C, ascendat, constat ex ante demonstratis, perventurum ad eandem ex qua venit altitudinem. Cum autem perpetuo, in punctis quorum eadem altitudo, eandem velocitatem habeat ascendendo ac descendendo*; apparet eandem lineam bis eadem velocitate singulis sui partibus percurri: unde & tempora utriusque motus æqualia esse necesse est; quod erat demonstrandum.

* Prop. præced.