

Principia Newtona

Isaac Newton



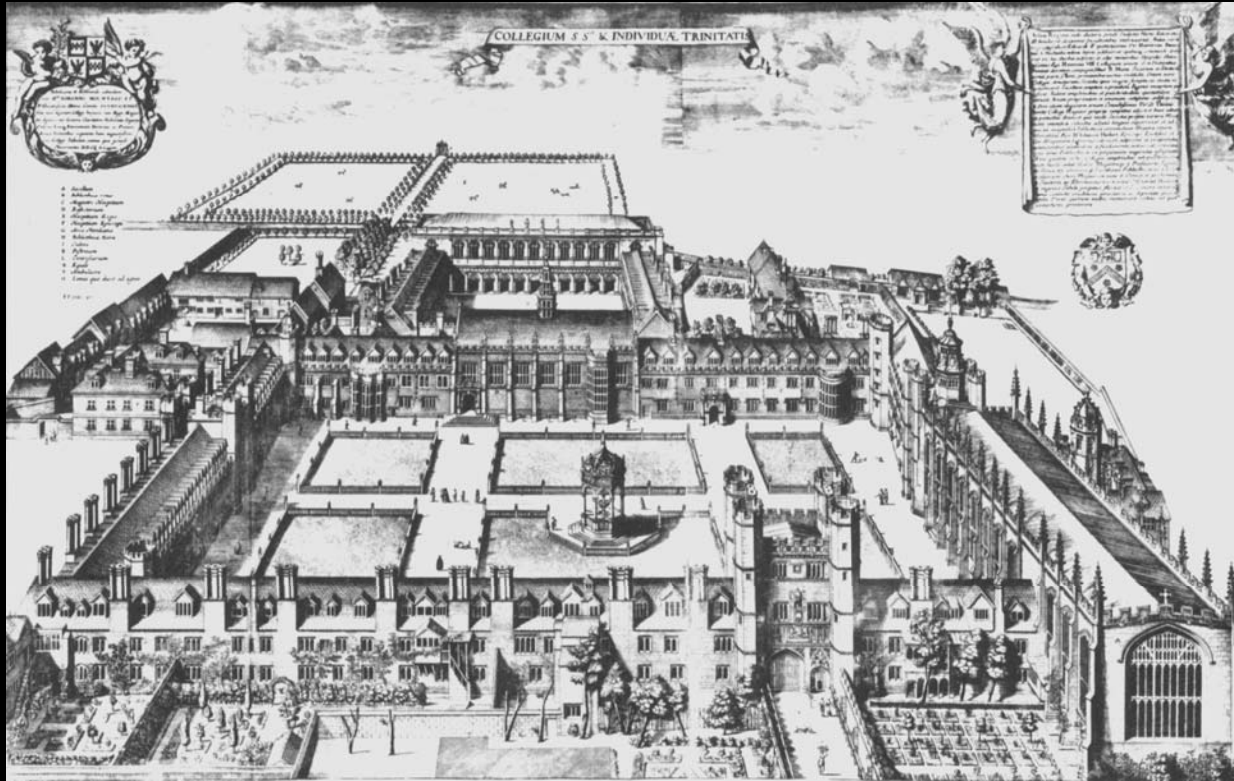
- 4 I 1643
(25 XII 1642)
- 1661
- 1665-1667
- 1669
- 1672
- 1687
- 1696
- 1703
- 1704
- 31 III 1727
(20 III 1727)
- Urodził się w Woolsthorpe
- Początek studiów w Cambridge
Woolsthorpe
- Profesor w Cambridge
- New Theory About Light and Colors***
- Członek Royal Society
- Philosophiae Naturalis
Principia Mathematica***
- Początek pracy w mennicy w Londynie
- Prezes Royal Society
- Opticks***
- Zmarł w Kensington

„W początku 1665 r. znalazłem metodę przybliżania szeregów,... w listopadzie - metodę fluksji [rachunku różniczkowego], w styczniu następnego roku miałem teorię barw, a w maju zdobyłem dostęp do odwrotnej metody fluksji. W tym samym roku zacząłem myśleć o grawitacji sięgającej do orbity Księżyca i udało mi się odkryć, jak obliczyć siłę, którą glob obiegający wewnątrz sfery ciśnie na jej powierzchnię, a z prawa Keplera mówiącego o proporcjonalności kwadratów okresów obiegu planet do sześciąt odległości od środków ich orbit wywnioskowałem, że siły utrzymujące planety na ich torach muszą być odwrotnie proporcjonalne do kwadratów odległości od środków, wokół których obiegają; na tej podstawie porównałem siłę potrzebną do utrzymania Księżyca na jego orbicie z siłą ciężkości na powierzchni Ziemi i znalazłem, że zupełnie nieźle sobie odpowiadają. Wszystko to działo się w latach zarazy 1665- 1666, ponieważ byłem wtedy w szczytowym okresie życia dla wynalazków i rozmyślałem wówczas o matematyce i filozofii więcej, niż kiedykolwiek potem...”

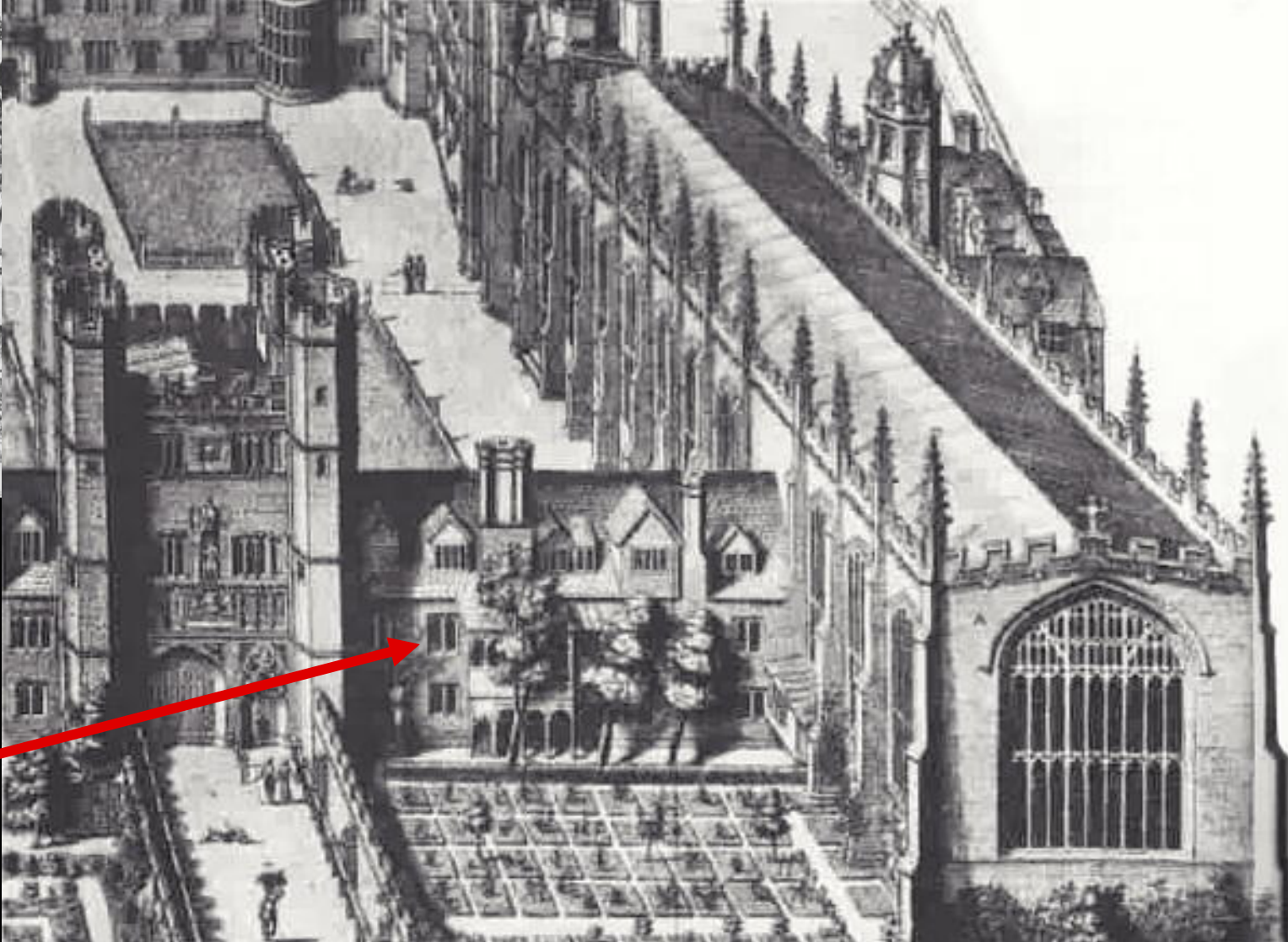


Isaac Newton, tekst z 1717 lub 1718 r.

Trinity College, Cambridge, w czasach Newtona



Trinity College, Cambridge, w czasach Newtona



PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS.

February 19. 1671.

The CONTENTS.

A Letter of Mr. Isaac Newton, Mathematick Professor in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors: Where Light is declared to be not Similar or Homogeneous, but consisting of disform rays, some of which are more refrangible than others: And Colors are affirm'd to be not Qualifications of Light, deriv'd from Refractions of natural Bodies, (as 'tis generally believed;) but Original and Connate properties, which in divers rays are divers: Where several Observations and Experiments are alledged to prove the said Theory. An Account of some Books: I. A Description of the EAST-INDIAN COASTS, MALABAR, COROMANDEL, CEYLON, &c. in Dutch, by Phil. Baldæus. II. Antonii le Grand INSTITUTIO PHILOSOPHIÆ, secundum principia Renati Des-Cartes; novâ methodo adornata & explicata. III. An Essay to the Advancement of MUSICK; by Thomas Salmon M. A. Advertisement about Thæon Smyrnæus. An Index for the Trails of the Year 1671.

A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors: sent by the Author to the Publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671; in order to be communicated to the R. Society.

S I R,

TO perform my late promise to you, I shall without further ceremony acquaint you, that in the beginning of the Year 1666 (at which time I applyed my self to the grinding of Optick glasses of other figures than Spherical,) I procured me a Triangular glass-Prisme, to try therewith the celebrated *Phænomena* of

G g g g

Colours.



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

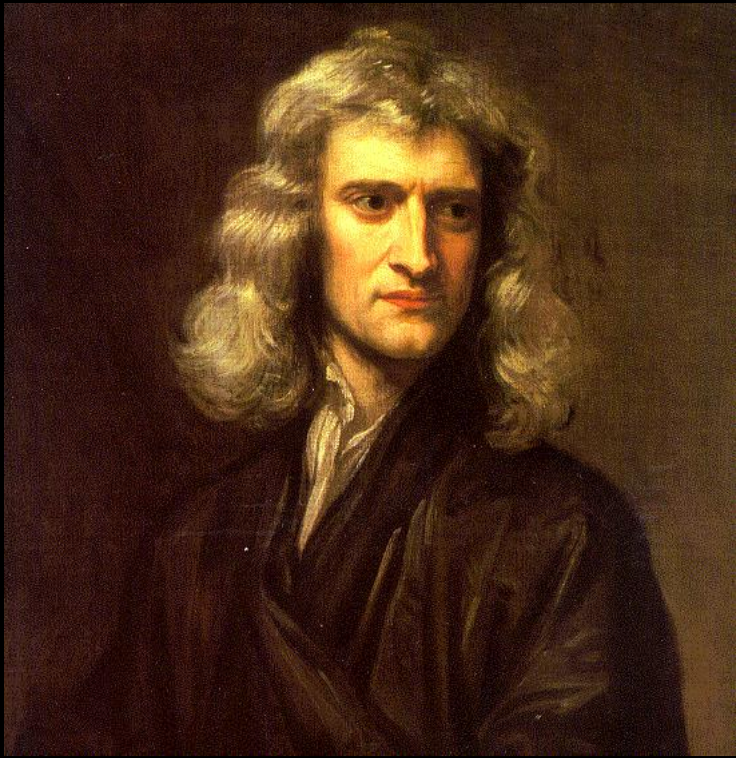
Autore ꝑ S. NEWTON, *Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.*

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc. PRÆSES.*

Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostant Venales apud Sam. Smith ad insignia Principis Walliæ in Cœmiterio D. Pauli, aliosq; nonnullos Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.



Przedmowa Newtona do pierwszego wydania *Zasad*

„...w pracy tej uprawiam matematykę o tyle, o ile ma ona związek z filozofią... Rozważam tu głównie te zagadnienia, które mają związek z ciężkością, lekkością, siłą sprężystości, oporem płynów i podobnymi siłami, zarówno przyciągającymi, jak odpychającymi: przeto przedstawiam tę pracę jako zasady matematyczne filozofii, ponieważ cała trudność filozofii naturalnej polega na tym, żeby na podstawie zjawisk ruchu poznać siły przyrody, a następnie - na podstawie tych sił - objaśnić pozostałe zjawiska. W tym celu podane są w pierwszej i drugiej księdze ogólne zasady. W księdze trzeciej dajemy przykład wspomnianego wyżej postępowania objaśniając system świata; tam mianowicie, na podstawie zasad udowodnionych w poprzednich księgach, że zjawisk niebieskich wywodzi się matematycznie siły ciężenia ciał do Słońca i poszczególnych planet. Potem, według tychże sił, matematycznie wyprowadza się ruchy planet, komet, Księżyca i morza.”

Przedmowa Newtona do pierwszego wydania *Zasad* (cd.)

„Byłoby pożądanym wyprowadzić z zasad mechaniki także pozostałe zjawiska w przyrodzie, postępując w podobny sposób, ponieważ wiele powodów zdaje się wskazywać, że wszystkie te zjawiska są wywołane pewnymi siłami, którymi cząstki ciał, z przyczyn na razie nieznanych, albo dążą do siebie i łączą się w regularne kształty, albo odpychają od siebie. Ponieważ siły te są nieznanne, więc do tej pory próby objaśnienia zjawisk przyrody podejmowane przez filozofów pozostawały bezpłodne...”

Zasady Matematyczne Filozofii Naturalnej

DEFINICJE

Scholium (Objaśnienie)

AKSJOMATY, czyli Prawa Ruchu

KSIĘGA I (*DE MOTU CORPORUM*)

14 rozdziałów, 11 lematów, 50 twierdzeń, 48 problemów

KSIĘGA II (*DE MOTU CORPORUM*)

9 rozdziałów, 7 lematów, 41 twierdzeń, 12 problemów

KSIĘGA III (*DE MUNDI SYSTEMATE*)

Regulae philosophandi (Prawidła badania natury)

11 lematów, 20 twierdzeń, 22 problemów

Scholium generale (Objaśnienie ogólne)

Definicje

„**Definicja I.** Ilość materii jest jej miarą, daną łącznie przez gęstość i objętość...

Definicja II. Ilość ruchu jest jego miarą, daną łącznie przez prędkość i ilość materii...

Definicja III. Wrodzoną siłą (*vis insita*) materii jest jej zdolność stawiania oporu, dzięki której każde ciało, zależnie od jej zawartości, pozostaje samo przez się w stanie dotychczasowym, czy to spoczynku, czy też ruchu jednostajnego prostoliniowego...

Definicja IV. Siła przyłożona jest to działanie wywierane na ciało w celu zmiany jego stanu, czy to spoczynku czy ruchu jednostajnego prostoliniowego...

Definicja V. Siła dośrodkowa jest to siła, wskutek której ciała są pociągane czy skłaniane, a w każdym razie dążą do pewnego punktu jako do środka...

Definicja VI. Wielkość absolutna siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do efektywności przyczyny, która się rozchodzi ze środka w otaczającą go przestrzeń...

Definicja VII. Wielkość przyspieszająca siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do prędkości, którą wywołuje w danym czasie...

Definicja VIII. Wielkość poruszająca siły dośrodkowej to jej miara proporcjonalna do ilości ruchu, którą wywołuje w danym czasie...”



PHILOSOPHIÆ
 NATURALIS •
 PRINCIPIA
 MATHEMATICA.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I. (*)

*Quantitas Materiae est mensura ejusdem orta ex illius Densitate
 & Magnitudine conjunctim.*

AER, densitate duplicata, in spatio etiam duplicato fit quadruplus; in triplicato sextuplus. Idem intellige de Nive & Pulveribus per compressionem vel liquefactionem

Tom. I.

A

tionem

Licet primæ definitiones NEWTONIANÆ vix aliquam postulare videantur explicationem; in ipso tamen operis nostri limine, nonnulla levioris momenti præmittenda judicamus, quæ ad majora viam sternunt. Prima quæ in posterum sæpius recurrent Mechanicæ principia interferere non abs re erit, tum ut Lectorum labori parcamus, tum ut magis continua servetur nostrarum demonstrationum series.

(*) I. Materia est substantia tria dimensione prædita, solida seu impenetrabilis, mobilis, divisibilis. Spatium punctum est illa impenetrabilis, penetrabilis, sui ubique

Objaśnienie (Scholium)

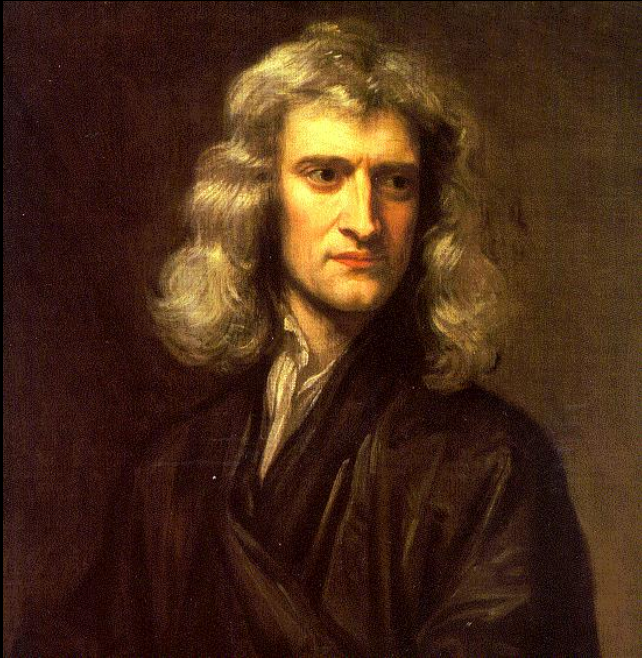
„I. Czas absolutny, prawdziwy i matematyczny, sam z siebie i przez swą naturę upływa równomiernie bez związku z czymkolwiek zewnętrznym i inaczej nazywa się trwaniem...

II. Przestrzeń absolutna, przez swą naturę, bez związku z czymkolwiek zewnętrznym, pozostaje zawsze taka sama i nieruchoma...

III. Miejsce jest częścią przestrzeni, którą zajmuje ciało; zależnie od przestrzeni jest absolutne, albo względne. Mówię tu: część przestrzeni, a nie położenie, ani też zewnętrzna powierzchnia ciała. Miejsca równych brył są bowiem równe, natomiast ich powierzchnie, ze względu na niepodobne kształty, są często niejednakowe...

IV. Ruch absolutny jest przemieszczeniem ciała z jednego miejsca absolutnego w drugie; ruch względny jest przemieszczeniem z jednego miejsca względnego w drugie...”

Aksjomaty czyli prawa ruchu:



„**I Prawo**: Każde ciało pozostaje w swym stanie spoczynku lub ruchu jednostajnego po linii prostej, dopóki siły przyłożone nie zmuszą go do zmiany tego stanu.

II Prawo: Zmiana ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i następuje wzdłuż prostej, wzdłuż której siła ta jest przyłożona.

III Prawo: Każdemu działaniu towarzyszy zawsze przeciwne i równe przeciwdziałanie, to jest wzajemne działania dwóch ciał na siebie są zawsze równe i skierowane przeciwnie.”

A X I O M A T A S I V E L E G E S M O T U S

Lex. I.

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus, cujus partes cohærendo perpetuo retrahunt sese a motibus rectilineis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus suos & progressivos & circulares in spatiis minus resistentibus factos conservant diutius.

Lex. II.

Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

Si vis aliqua motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit, sive simul & semel, sive gradatim & successive impressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem semper plagam cum vi generatrice determinatur, si corpus antea movebatur, motui ejus vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur, & cum eo secundum utriusq; determinationem componitur.

Lex. III.

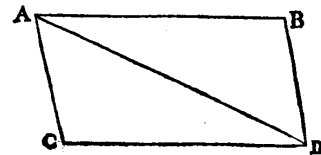
Actiioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi.

Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Siquis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi allegatum trahit, retrahetur etiam & equus æqualiter in lapidem: nam funis utrinq; distentus eodem relaxandi se conatu urgebit Equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumq; impedit progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum ejus vi sua quomocunq; mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eandem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob æqualitatem pressionis mutux) subibit. His actionibus æquales fiunt mutationes non velocitatum sed motuum, (scilicet in corporibus non aliunde impeditis:) Mutationes enim velocitatum, in contrarias itidem partes factæ, quia motus æqualiter mutantur, sunt corporibus reciproce proportionales.

Corol. I.

Corpus viribus conjunctis diagonalem parallelogrammi eodem tempore describere, quo latera separatis.

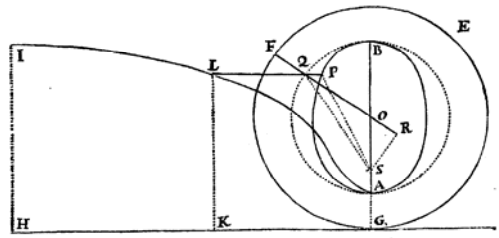
Si corpus dato tempore, vi sola M , ferretur ab A ad B , & vi sola N , ab A ad C , compleatur parallelogrammum $ABDC$, & vi utraq; feretur id eodem tempore ab A ad D . Nam quoniam vis N agit secundum lineam AC ipsi BD parallelam, hæc vis nihil mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam BD a vi altera genitam. Accedet igitur corpus eodem tempore ad lineam BD sive vis N imprimatur, sive non, atq; adeo in fine illius temporis reperietur alicubi in linea illa BD . Eodem argumento in fine temporis ejusdem reperietur alicubi in linea CD , & idcirco in utriusq; lineæ concursu D reperiri necesse est.



Argumentacja w *Principiach* jest czysto geometryczna

[108]

ad OA ut OA ad OS . Erige perpendicularum GH , centroq; O & intervallo OG describe circumulum EHG , & super regula GH , ceu fundo, progrediatur rota GEF revolvendo circa axcm suum, & interea puncto suo A describendo Trochoidem ALI . Quo facto, cape GK in ratione ad rotæ perimetrum $GEFG$, ut est tempus quo corpus progrediendo ab A descripsit arcum AP , ad tempus



revolutionis unius in Ellipfi. Erigatur perpendicularum KL occurrens Trochoidi in L , & acta LP ipsi KG parallela occurret Ellipfi in corporis loco quaesito P .

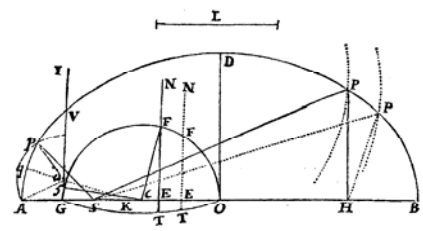
Nam centro O , intervallo OA describatur semicirculus AQB , & arcui AQ occurrat LP producta in Q , junganturq; SQ , OQ . Arcui EHG occurrat OQ in F , & in eandem OQ demittatur perpendicularum SR . Area APS est ut area AQS , id est, ut differentia inter sectorem OQA & triangulum OQS , sive ut differentia rectangulorum $+OQ \times AQ$ & $+OQ \times SR$, hoc est, ob datam $+OQ$, ut differentia inter arcum AQ & rectam SR , adeoq; (ob aequalitatem rationum SR ad sinum arcus AQ , OS ad OA , OA ad OG , AQ ad GF , & divisiim $AQ-SR$ ad GF - sin. arc. AQ) ut GK differentia inter arcum GF & sinum arcus AQ . *Q.E.D.*

Scho-

[109]

Scholium.

Cæterum ob difficultatem describendi hanc curvam præfatæ construtiones vero proximas in praxi Mechanica adhibere. Ellipseos cujusvis APB sit AB axis major, O centrum, S umbilicus, OD semiaxis minor, & AK dimidium lateris recti. Secetur AS in G , ut sit AG ad AS ut BO ad BS ; & quaeratur longitudo L , quæ sit ad $\frac{1}{2} GK$ ut est AO quad. ad rectangulum $AS \times OD$. Bifecetur OG in C , centroq; C & intervallo CG describatur semicirculus GFO . Deniq; capiatur angulus GCF in ea ratione ad angulos quatuor rectos, quam habet tempus datum, quo corpus descripsit arcum quaesitum AP , ad tempus periodicum seu revolutionis unius in Ellipfi.



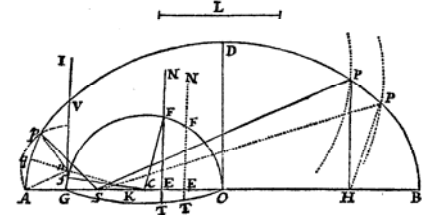
Ad AO demittatur normalis FE , & producatür eadem versus F ad usq; N , ut sit EN ad longitudinem L , ut anguli illius sinus EF ad radium CF ; centroq; N & intervallo AN descriptus circulus secabit Ellipfin in corporis loco quaesito P quam proxime.

Nam completo dimidio temporis periodici, corpus P semper reperietur in Apside summa B , & completo altero temporis dimidio, redibit ad Apfidem imam, ut oportet. Ubi vero proxime abest ab Apfidibus, ratio prima nascentium sectorum ASP , GCF , & ratio ultima evanescentium BSP & OCF , eadem est rationi Ellipseos totius ad circumulum totum. Nam punctis P ,

[110]

P , F & N incidentibus in loca p , f & n axi AB quam proximis; ob æquales An , pn , recta nq , quæ ad arcum Ap perpendicularis est, adeoq; concurrat cum axe in puncto K , bifecat arcum Ap . Proinde est: Ap ad Gn ut AK ad GK , & Ap ad Gn ut $\frac{1}{2} AK$ ad GK . Est & Gn ad Gf ut EN ad EF , seu L ad CF ; id est, ut $\frac{GK \times AO q.}{2 AS \times OD}$ ad CF , seu $GK \times AO q.$ ad $2 AS \times OD \times CF$,

& ex æquo Ap ad Gf ut $\frac{1}{2} AK$ ad $GK + GK \times AO q.$ ad $2 AS \times OD \times CF$, id est, ut $AK \times AO q.$ ad $AS \times OD \times CF$, hoc est, ob æqualia $AK \times AO$ & $OD q.$ ut $AO \times OD$ ad $AS \times CF$. Proinde $Ap \times \frac{1}{2} AS$ est ad $Gf \times \frac{1}{2} GC$ ut $AO \times OD \times AS$ ad $AS \times CF \times GC$, seu $AO \times OD$ ad $CG q.$ id est, sector nascent ASp ad sectorem nascentem Gcf ut $AO \times OD$ ad $CG q.$ & propterea ut area Ellipseos totius ad aream circuli totius. *Q.E.D.* Argumento prolixiore probari potest analogia ultima in Sectoribus evanescentibus BSP , OCF : ideoq; locus puncti P prope Apfides accurate inventus est. In quadraturis error quasi quingentesimæ partis areæ Ellipseos totius vel paulo major obvenire so-



let: qui tamen propenodum evanescet per ulteriorem Construtionem sequentem.

Per puncta G , O , duc arcum circumularem GTO justæ magnitudinis; dein produc EF hinc inde ad T & N ut sit EN ad FT ut $\frac{1}{2} L$ ad CF ; centroq; N & intervallo AN describe circumulum qui secet Ellipfin in P , ut supra. Arcus autem GTO determinabitur quæ-

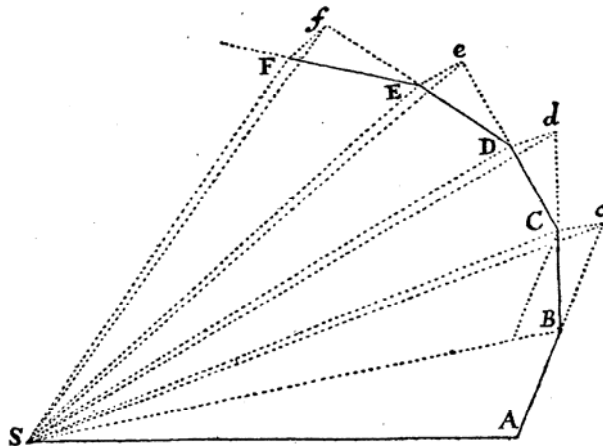
S E C T. II.

De Inventione Virium Centripetarum.

Prop. I. Theorema. I.

Areas quas corpora in gyros acta radiis ad immobile centrum virium ductis describunt, & in planis immobilibus consistere, & esse temporibus proportionales.

Dividatur tempus in partes æquales, & prima temporis parte describat corpus vi insita rectam AB . Idem secunda temporis parte, si nil impediret, recta pergeret ad c , (per Leg. I) describens lineam Bc æqualem ipsi AB , adeo ut radii AS , BS , cS ad centrum actis, confectæ forent æquales areæ ASB , BSc . Verum ubi corpus venit ad B , agat vis centripeta impulsu unico sed magno, faciatq; corpus a recta Bc deflectere & pergere in recta BC . Ipsi BS parallela agatur cC occurrens BC in



C , & completa secunda temporis parte, corpus (per Legum Corol. I) reperietur in C , in eodem plano cum triangulo ASB . Junge SC , & triangulum SBC , ob parallelas SB , Cc , æquale erit triangulo SBc , atq; adeo etiam triangulo SAB . Simili argumento si

vis

Przykład geometrycznego rozumowania w *Principiach*

Dowód prawa Keplera o stałości prędkości polowej planet w Księdze I

Wybrane zagadnienia dyskutowane w *Zasadach*

Księga I: ruch ciał pod działaniem sił centralnych i innych, ruch linii apsydów, przyciąganie ciał sferycznych i niesferycznych, zagadnienie trzech ciał, optyka korpuskularna

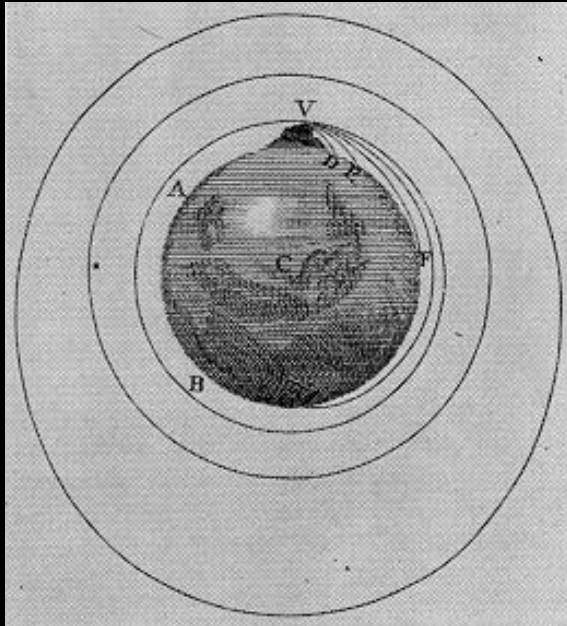
Księga II: ruch ciał w ośrodkach stawiających opór, aerodynamika, hydrodynamika, ruch wahadła, odrzucenie teorii wirów kartezjańskich

Księga III: prawo powszechnej grawitacji, orbity planet i komet, spłaszczenie Ziemi i planet, ruch zaburzony Księżyca, zjawiska pływów, masa grawitacyjna i masa bezwładna, precesja

Czego nie ma w *Zasadach*?

Podejście w *Zasadach* jest całkowicie geometryczne.

Nie ma tam równań Newtona, ani żadnych innych równań mechaniki, hydrodynamiki czy aerodynamiki. Nie ma także rozważań energetycznych (zasada zachowania energii nie była jeszcze znana), nie ma wektorów, nie ma definicji prędkości i przyspieszenia w dzisiejszym sensie.



Eksperyment myślowy
Newtona, w którym
zarysowana jest idea
sztucznych satelitów
Ziemi
(System of the world)

Fragment *Scholium Generale*:

„Dotychczas wyjaśniałem zjawiska dotyczące ciał niebieskich i ruchów morza za pomocą siły ciężkości, lecz nie podałem jeszcze przyczyny tej siły. Pewne jest, że siła ta musi pochodzić od przyczyny, która przenika aż do środka Słońca i planet nie zmniejszając w najmniejszym stopniu swego działania. Nie działa ona proporcjonalnie do wielkości powierzchni cząstek, na które oddziałuje (jak to jest dla przyczyn mechanicznych), lecz proporcjonalnie do ilości materii w nich zawartej i działanie jej sięga we wszystkie strony, do niezmiernych odległości, przy czym maleje zawsze odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości. Ciężenie do Słońca składa się z ciężenia ku poszczególnym cząstkom, z których złożona jest bryła słoneczna; przy oddalaniu się od Słońca maleje dokładnie jak odwrotność kwadratu odległości aż do orbity Saturna, jak to dowodnie wynika z nieruchomości apheliów planet, a nawet do najdalszych apheliów komet, jeśli aphelia te są także nieruchome. ”

Fragment *Scholium Generale* (cd.):

„Jednak dotychczas nie potrafiłem odkryć, na podstawie zjawisk, przyczyny tych właściwości ciężenia, hipotez zaś nie wymyślam; wszystko bowiem nie wyprowadzone ze zjawisk trzeba nazywać hipotezą. A hipotezy, metafizyczne czy fizyczne, mechaniczne lub dotyczące właściwości ukrytych, nie mają miejsca w filozofii eksperymentalnej. W niej wyprowadza się twierdzenia ze zjawisk, a potem uogólnia przez indukcję. Tak właśnie zostały odkryte: nieprzenikliwość, zdolność do ruchu, siły zderzeniowe ciał, prawa ruchu i grawitacji. Wystarczy nam, że grawitacja rzeczywiście istnieje, że działa zgodnie z wyłożonymi tu prawami i że można z jej pomocą wyjaśnić wszystkie ruchy ciał niebieskich i ruchy morza.”

**Anonimowa recenzja *Principiów*
w *Journal des Sçavans*, 2 VIII 1688**

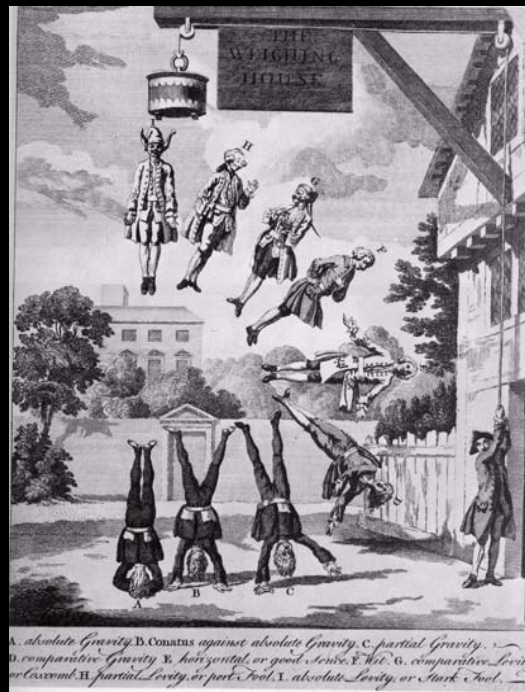
„Praca pana Newtona to mechanika, najbardziej doskonała, jaką można sobie wyobrazić, gdyż nie jest możliwe przeprowadzenie dowodów bardziej dokładnych i ścisłych niż te, które podaje on w pierwszych dwóch księgach na temat lekkości, sprężystości, oporu ciał płynnych oraz sił przyciągających i odpychających, które stanowią główną podstawę fizyki. Trzeba jednak przyznać, że dowodów tych nie można traktować inaczej jak tylko dowody mechaniczne; rzeczywiście, sam autor, na końcu strony czwartej i początku piątej, przyznaje, że rozważał ich zasady nie jako fizyk, lecz jako geometra.”

**Anonimowa recenzja *Principiów*
w *Journal des Sçavans*, 2 VIII 1688 (cd.)**

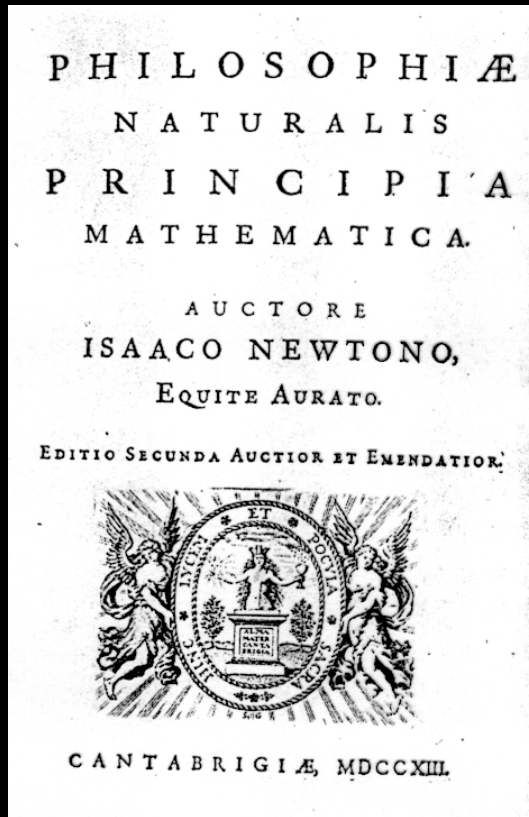
„Przyznaje on to samo na początku księgi trzeciej, gdzie mimo to usiłuje wyjaśnić system świata. Ale jest to uczynione tylko z pomocą hipotez, których większość jest arbitralna, może więc z tego powodu służyć jako podstawa tylko dla traktatu z czystej mechaniki. Opiera on swe wyjaśnienie nierówności pływów na zasadzie, że wszystkie planety wzajemnie grawitują ku sobie... Przypuszczenie to jednak jest arbitralne, ponieważ nie zostało udowodnione; dowód na nim oparty może więc tylko dotyczyć mechaniki. Aby swe dzieło uczynić tak doskonałym, jak to możliwe, pan Newton musi tylko podać nam fizykę tak ścisłą jak jego mechanika. Uczyni to, gdy ruchami rzeczywistymi zastąpi te, które przypuścił...”

„...Nie jestem przekonany przez jego teorie
budowane na zasadzie przyciągania, która wydaje
mi się absurdem, jak to już wspomniałem w dodatku
do *Rozprawy o naturze ciężkości*. Dziwię się często,
jak mógł on zadać sobie taki trud wykonania licznych
badań i trudnych rachunków, nie mających innej
podstawy niż ta zasada...”

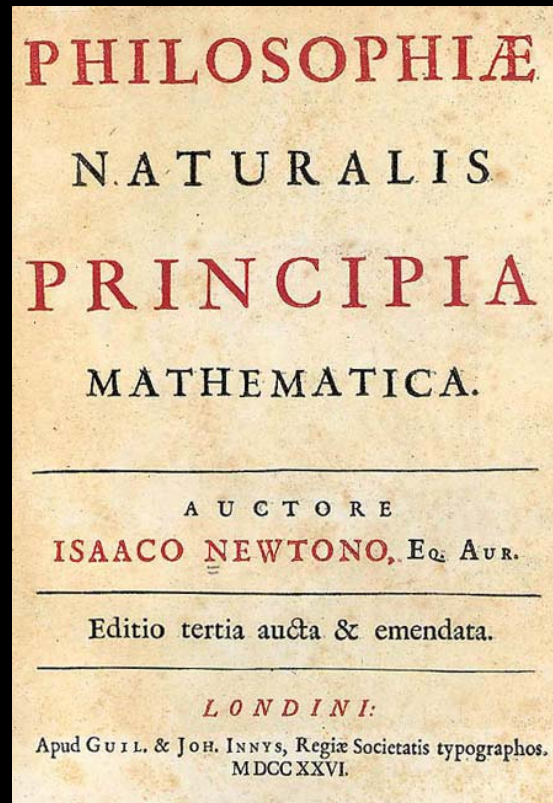
Huygens w liście do Gottfrieda Wilhelma Leibniza (18 XI 1690)



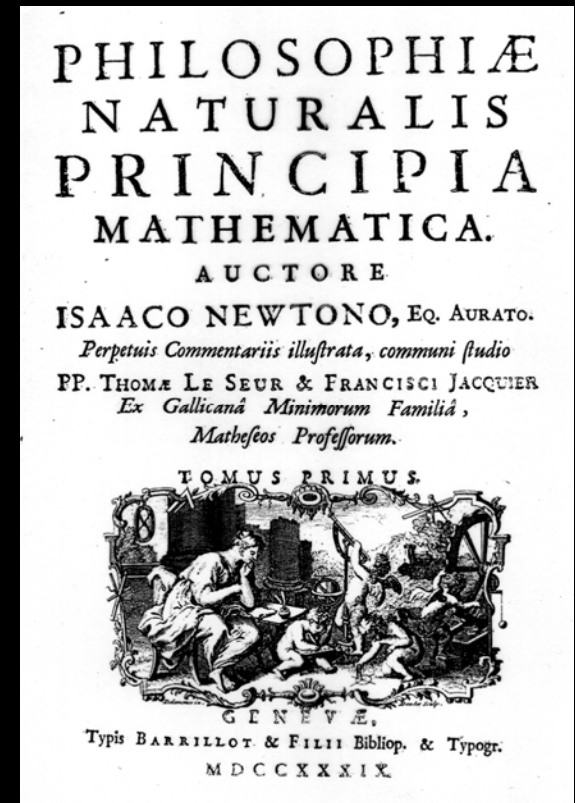
Kolejne wydania *Zasad* Newtona



Cambridge 1713



Londyn 1726



Genewa 1739

Principia Newtona

[104]

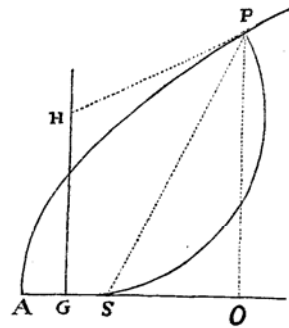
SECT. VI.

De inventione motuum in Orbibus datis.

Prop. XXX. Prob. XXII.

Corporis in data Trajectoria Parabolica moventis, invenire locum ad tempus assignatum.

Sit S umbilicus & A vertex principalis Parabolæ, sitq; $4AS \times M$ area Parabolica APS , quæ radio SP , vel post excessum corporis de vertice descripta fuit, vel ante appulsum ejus ad verticem describenda est. Innotescit area illa ex tempore ipsi proportionali. Bisecca AS in G , erigeq; perpendicularum GH æquale $3M$, & circulus centro H , intervallo HS descriptus secabit Parabolam in loco qua sito P . Nam demissa ad axem perpendiculari PO , est $\frac{HGq. + GSq.}{2} (= HSq. = G$



$Oq. + HG - POq.) = GOq. + HGq. - 2HG \times PO + POq.$ Et deleto utrinq; $HGq.$ fiet $GSq. = GOq. - 2HG \times PO + POq.$ seu $2HG \times PO (= GOq. + POq. - GSq. = AOq. - 2GAO + POq.) = AOq. + \frac{1}{2}POq.$ Pro $AOq.$ scribe $AO \times \frac{POq.}{4AS}$, & applicatis terminis omnibus ad $3PO$, ductisq; in $2AS$, fiet $\frac{1}{2}GH \times AS (= \frac{1}{2}AO \times PO + \frac{1}{2}AS \times PO = \frac{AO + 3AS}{6} \times PO = \frac{4AO - 3SO}{6} \times PO =$ areæ $APO - SPO) =$ areæ APS . Sed GH erat $3M$, & inde $\frac{1}{2}HG$

Strona z I wydania (1687)

PRINCIPIA MATHEMATICA.

259

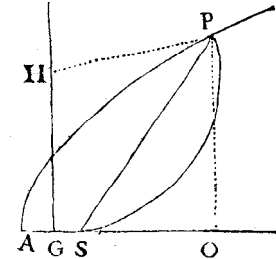
SECTIO VI.

De inventione motuum in orbibus datis.

PROPOSITIO XXX. PROBLEMA XXII.

Corporis in datâ trajectoriâ parabolicâ moti invenire locum ad tempus assignatum. (1)

(1) Sit S umbilicus & A vertex principalis parabolæ, sitque $4AS \times M$ æquale areæ parabolice abscindendæ APS , quæ radio SP , vel post excessum corporis de vertice descripta fuit, vel ante appulsum ejus ad verticem def-



rectæ Bh , parallela, ob similia triangula $fg h$, fAP erit... $fg : hg = Af : PA$ ob sim. tri. fgi , fAQ ... $gi : fg = QA : Af$ ob sim. tri. $gh i$, AKM ... $hg : gi = AK : AM$ ob sim. tri. AKL , PAR ... $AK : AL = PA : PR$ ob sim. tri. fQi , fPh ,... $fh : fi = Ph : Qi$, sed ob sim. tri. fhi , ALN , $fh : fi = AL : AN$. ergo $AL : AN = Ph : Qi$ & $AL : AN = Ph - AL : Qi - AN$ & quia $AL = Rh$ est $AL : AN = PR : Qi - AN$ undè per compositionem rationum & ex æquo, $AK : AN = QA \times AK : AM \times (Qi - AN)$ quare $AK \times AM : AN \times AM = QA \times AK : AM \times Qi - AN$, ac proinde $AM : AN = QA : Qi - AN$, adeoque $AM : AN = QM$ seu $QA + AM : Qi$ seu $Qi - AN + AN$. Quoniam igitur rectæ AN , Qi , sunt parallele (per constr.) patet puncta M , N , i , esse in unâ rectâ, atque hæc est prima pars constructionis Newtonianæ quæ erat demonstranda.

2. illius pars facile ostenditur. Nam (vid. fig. Newt.) junctâ Pi , erit (per constr.) triangulum PiE , super rectâ Ei constructum simile triangulo fig , ad eundem angulos i & g , ductæ sunt ex puncto E , rectæ Ei , Eg ; quare (356), si per

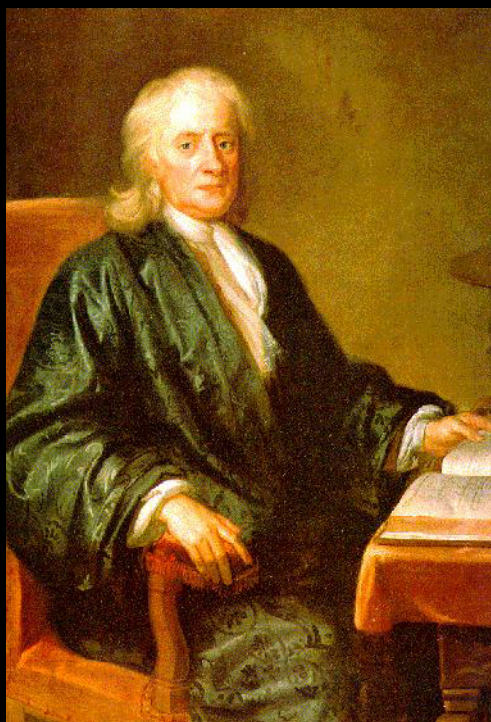
punctum P agatur recta PQ , quæ cum rectâ Eg , contineat angulum PQE æqualem angulo fig , recta illa PQ , producta tanget angulum fg trianguli fig , seu trapezii $fg h i$. Q. e. D.

(1) 338. Newtonus in hac totâ sectione supponit corpus in trajectoriâ conicâ datâ ita moveri, ut radii ad trajectoriæ umbilicum ductis areas seu sectores describat temporibus proportionales; eâ enim lege planetas omnes in orbibus conicis revolvit ex phenomenis lib. 3^o ostendit. Præterea supponit notum esse tempus quo corpus ex puncto trajectoriæ dato v. g. ex vertice illius principali ad aliud ejusdem trajectoriæ punctum datum pervenit, datamque esse aream seu trajectoriæ sectorem huic tempori correspondentem, atque ex his datis querit locum mobilis in trajectoriâ ad aliud quodvis tempus datum, quæ contrâ querit tempus quo mobile datum in quodvis trajectoriæ punctum attingit; nam cum sint areæ temporibus proportionales, dato tempore quovis, datur area hoc tempore descripta, & vicissim, datâ areâ descriptâ datur tempus quo describitur.

(1) Hic S umbilicus, & A , vertex principalis parabolæ, datumque sit tempus quo

L'YBEE PRIMUS.

Strona z IV wydania (1739)



„Nie wiem kim wydaję się być dla świata, ale mnie samemu zdaje się, że byłem tylko chłopcem baraszkującym na brzegu morza i zabawiającym się znajdowaniem czasem gładszego kamyka lub ładniejszej muszli, gdy tymczasem przede mną rozciągał się wielki, niezbadany ocean prawdy.”

„Francuz, który przybywa do Londynu, zastaje tam mnóstwo zmian nie tylko w filozofii, lecz w ogóle wszędzie. Zostawił w Paryżu świat pełen, a tutaj znajduje go pustym. W Paryżu każdy widzi wszechświat złożony z wirów subtelnej materii, w Londynie nikt czegoś podobnego nie spostrzega. U nas ciśnienie Księżyca wywołuje przyływ morza, u Anglików zaś morze ciąży w kierunku Księżyca, toteż kiedy waszym zdaniem Księżyc winien spowodować przyływ, według tych panów spodziewać się trzeba właśnie odpływu... U waszych kartezjanów wszystko dzieje się na skutek bodźca, którego nikt nie rozumie; u pana Newtona zawdzięczamy wszystko przyciąganiu, którego przyczyny także nikt nie zna. W Paryżu wyobrażacie sobie Ziemię okrągłą jak melon; w Londynie Ziemia jest na biegunach spłaszczona. Dla kartezjanów światło istnieje w powietrzu, a dla newtończyka przybywa ono ze Słońca w sześć i pół minuty.”



Voltaire,
Listy o Anglikach
(1733)



„Filozofia zapisana jest w tej ogromnej księdze, którą mamy stale otwartą przed naszymi oczami; myślę o wszechświecie; jednakże nie można jej zrozumieć, jeśli się wpieryw nie nauczymy rozumieć języka i pojmować znaki, jakimi została zapisana. Zapisana zaś została w języku matematyki, a jej literami są trójkąty, koła i inne figury geometryczne, bez których nie podobna pojąć z niej ludzkim umysłem ani słowa; bez nich jest to błądzenie po mrocznym labiryncie.”

Hypotheses non fingo...

