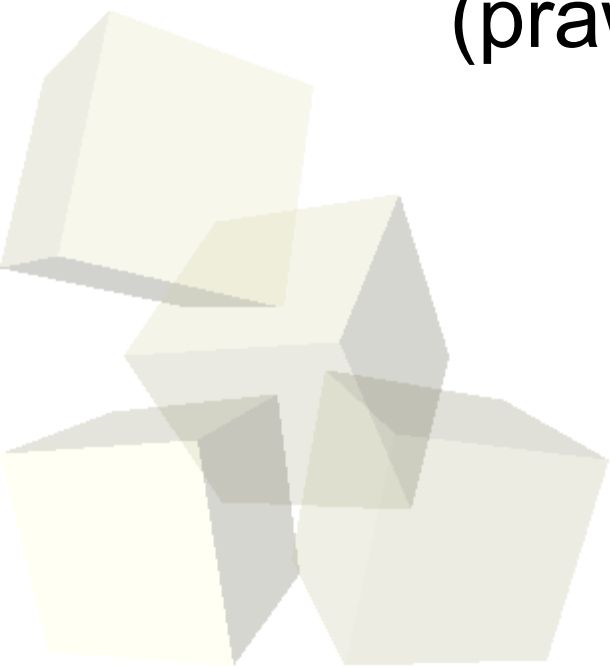




Początki nauki nowożytnej – część 1 (prawo powszechnego ciężenia)



■ Filozofia i metodologia

- ♦ wprowadzenie eksperymentu i analizy ilościowej
- ♦ z obserwacji – prawa uniwersalne, z praw uniwersalnych – przewidywania

■ Astronomia

- ♦ pierwsze propozycje heliocentryczności (Arabowie)
- ♦ jedna fizyka – „na dole” i „w górze”
- ♦ odejście od ruchów kołowych (Nicolaus Cusanus)

■ Mechanika

- ♦ rozdzielenie kinematyki i dynamiki (opis i przyczyny)
- ♦ ruch przyspieszony, prędkość niejednostajna, prędkość średnia, przyspieszenie
- ♦ *impetus* jako powód ruchu, problem bezwładności
- ♦ pierwsze wykresy (Oresme, si Casali)



■ Optyka

- ♦ rozważania nad budową oka, *camera obscura*
- ♦ zwierciadła sferyczne i paraboliczne, aberracja, prawa odbicia
- ♦ zjawisko tęczy (ale z niepoprawnym prawem załamania) – Grosseteste, Bacon, Teodoryk, al-Farisi
- ♦ prędkość światła (Bacon)
- ♦ cienie, rozproszenie światła jako odbicie (Oresme)

■ Magnetyzm

- ♦ opis eksperymentów – Petrus Peregrinus



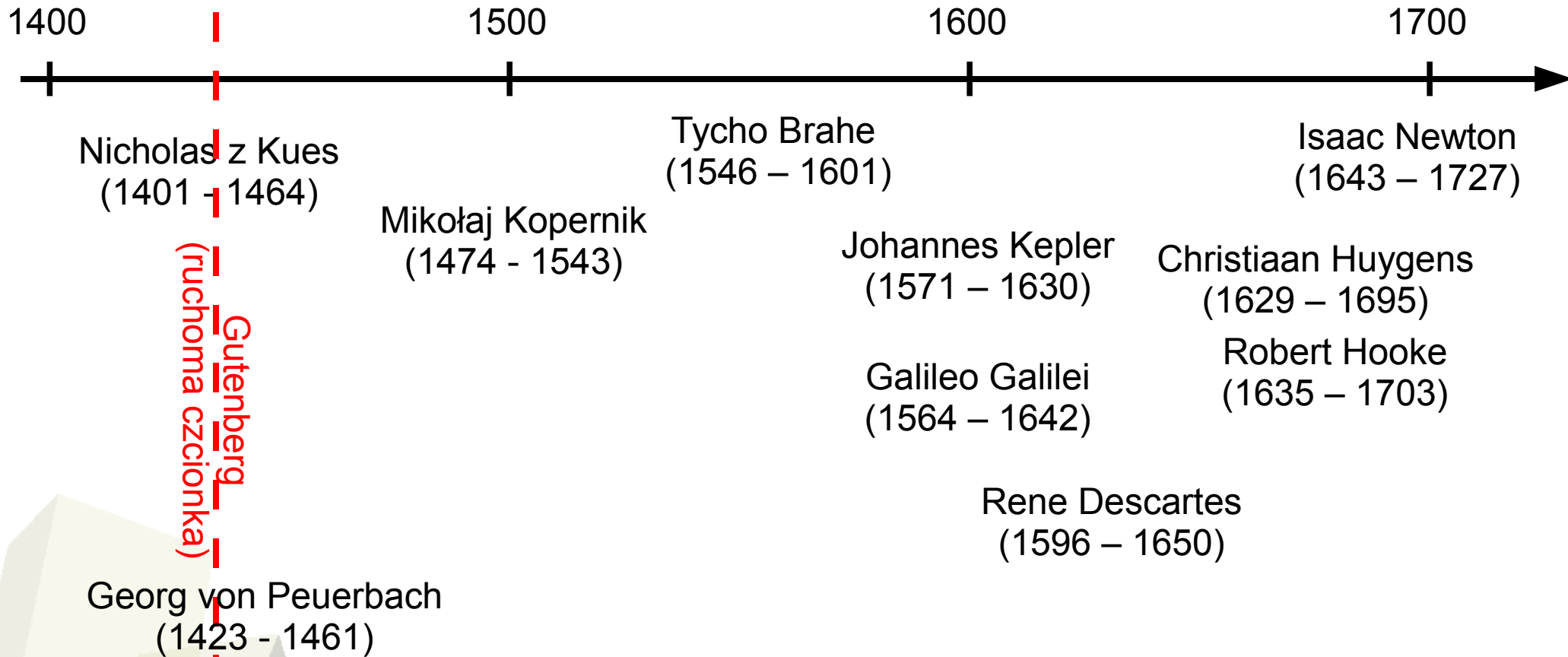


Początki nauki nowożytnej

- Odrodzenie w nauce to nie tyle powrót do starożytności, co jej pełne zaprzeczenie – powrót mieliśmy w drugiej połowie średniowiecza!
- Rozpowszechnienie się uniwersytetów w średniowieczu – zdecydowane zwiększenie skolaryzacji, kultura dyskursu, prawo do rozważań nad fizyką hipotetyczną
- Podstawowy powód rozkwitu nauki – pojawienie się drukowanych książek (Gutenberg, odlewana z ołowiu ruchoma czcionka) – połowa XV wieku – znaczne ułatwienie rozpowszechniania się idei naukowych



Chronologia teorii grawitacji



Ta minichronologia zawiera tak twórców wielkich teorii, jak obserwatorów dostarczających danych



Kopernik i jego teoria – 1543 r.

- Powody wprowadzenia systemu heliocentrycznego
 - ♦ problem ruchu sfery gwiazd stałych – jak się ma poruszać i względem czego? – obrót Ziemi
 - ♦ problemy wielkości Księżyca – zaćmienia
 - ♦ problemy ruchu planet
 - ♦ idea ekwantu, gwałcąca ideę ruchu jednostajnego po okręgu (czyli ruchu naturalnego wedle Arystotelesa)
- U Kopernika
 - ♦ sfera gwiazd stałych oraz Słońce – nieruchome
 - ♦ Ziemia obracająca się, okrążająca, wykazująca precesję
 - ♦ nadal epicykle i deferensy, ale **brak ekwantu**
- Fizyczna konkluzja – prawo powszechnego ciążenia (wypowiedziane, ale bez kontynuacji)



Dalszy rozwój astronomii

- Tycho Brahe (głównie obserwacje)
 - ♦ Obserwacja pierwszej w czasach nowożytnych supernowej
 - ♦ Geocentryzm – obserwowany brak paralaksy, w efekcie kombinowany układ geo i heliocentryczny (Ziemia nieruchoma, planety wokół Słońca)
 - ♦ Bardzo dokładne i długotrwałe obserwacje nieba, planet i gwiazd – źródłowe dla uczonych późniejszych
 - ♦ obserwacja i teoria ruchu komety (1577 r.)





Analiza numerologiczna

■ Johannes Kepler

- ♦ uwielbiał astronomię, ale słaby wzrok nie pozwalał mu na zbyt dobre obserwacje
- ♦ pasje numerologiczne i matematyczne wpływały ostro na teorie naukowe (system Kopernika lepszy od Ptolemeusza, bo tylko 6 planet, a brył platońskich jest 5...)
- ♦ teza że siły przyciągające między Słońcem a planetami to magnetyzm (badany przez Williama Gilberta) – skomplikowane wytłumaczenie jak taka teoria daje orbity eliptyczne
- ♦ pierwsze wytłumaczenie astronomii metodami fizycznymi!
- ♦ znacznie usprawnił teleskop





Galileusz 1, czyli astronomia

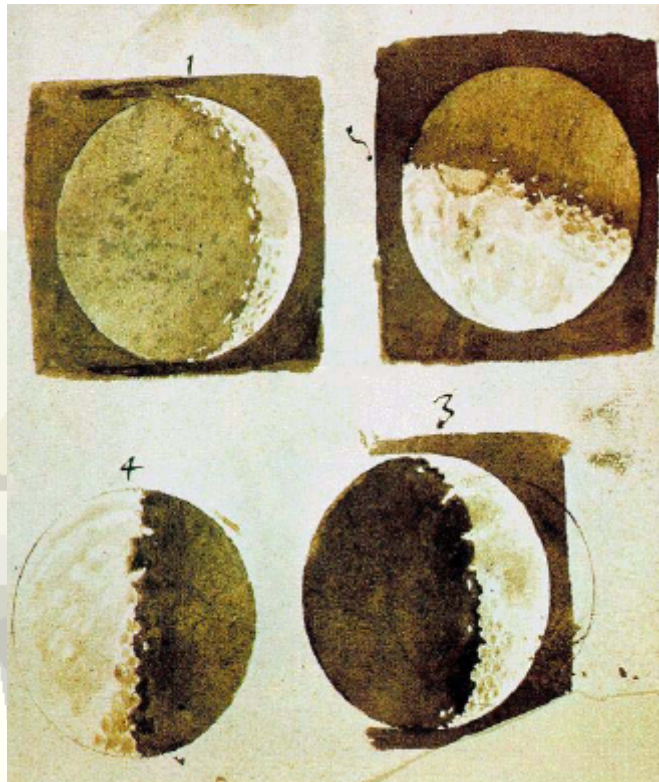
- *Sidereus Nuncius*, czyli efekty obserwacji za pomocą tzw. lunety Galileusza
 - ♦ góry na Księżycu, argumentacja że i morza, oświetlane światłem słonecznym
 - ♦ satelity Jowisza
 - ♦ mnóstwo nowych gwiazd, Droga Mleczna jako skupisko gwiazd
 - ♦ plamy na Słońcu
- *Istoria e Dimonstracioni...*
 - ♦ „potrójna planeta”, czyli Saturn
 - ♦ fazy Wenus (mocne poparcie układu kopernikańskiego)
- Większość tych obserwacji zostało także wykonanych niezależnie przez innych uczonych (np. nazwy satelitów Jowisza – Simon Mayr)



Rysunki Galileusza

■ „Gwiazdy Medycejskie”

■ Księżyc



OBSERVAT. SIDEREAE

Ori. * * ○ * Occ.

Stella occidentaliori maior, ambæ tamen valdè conspicuæ, ac splendida: vtra quæ distabat à Ioue scrupulis primis duobus; tertia quoque Stellula apparere cepit hora tertia prius minimè conspecta, quæ ex parte orientali Iouem ferè tangebatur, eratque admodum exigua. Omnes fuerunt in eadem recta, & secundum Eclipticæ longitudinem coordinatæ.

Die decimatertia primum à me quatuor conspectæ fuerunt Stellulæ in hac ad Iouem constitutione. Erant tres occidentales, & vna orientalis; lineam proximè

Ori. * ○ * * * Occ.

rectam constituebant; media enim occidentalium paululum à recta Septentrionem versus deflectebatur. Aberrat orientalis à Ioue minuta duo: reliquarum, & Iouis interapedines erant singulæ vnius tantum minuti. Stellæ omnes eandem præ se ferebant magnitudinem; ac licet exiguam, lucidissimæ tamen erant, ac fixis eiusdem magnitudinis longe splendidiores.

Die decimaquarta nubilosa fuit tempestas.

Die decimaquinta, hora noctis tertia in proximè depicta fuerunt habitudine quatuor Stellæ ad Iouem,

Ori. ○ * * * * Occ.

occidentales omnes: ac in eadem proximè recta linea dispositæ; quæ enim tertia à Ioue numerabatur paululum



Galileusz 2, czyli mechanika

- Niezależność przyspieszenia w spadku swobodnym od masy ciała – już Lukrecjusz, potem Filopon, wielu uczonych średniowiecznych, niedługo przed Galileuszem Simon Stevin
- Galileusz – doświadczenia z równią pochyłą (argument, że staczanie się po równi to spowolniony spadek) – pomiar zależności $s \sim t^2$
- Stałość okresu wahadła, zależność od długości a nie od amplitudy – możliwość wynalezienia zegara wahadłowego (opis)
- Zasada względności ruchu czyli jak odróżnić co się rusza
- Rzut poziomy jako parabola (złożenie ruchu jednostajnego i przyspieszonego)



Błędne tezy Galileusza

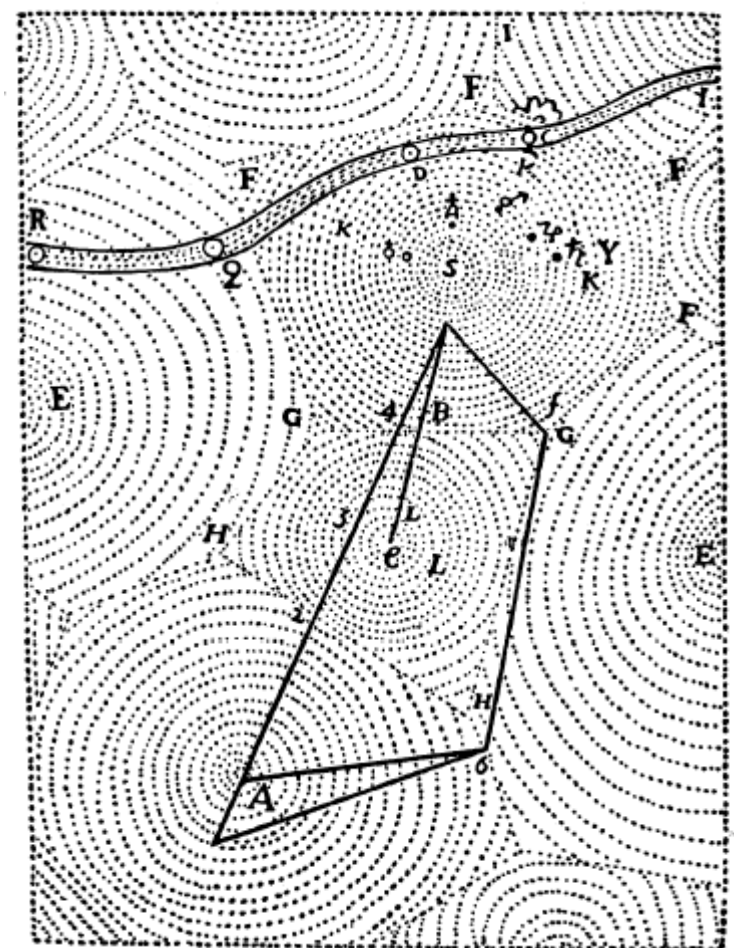
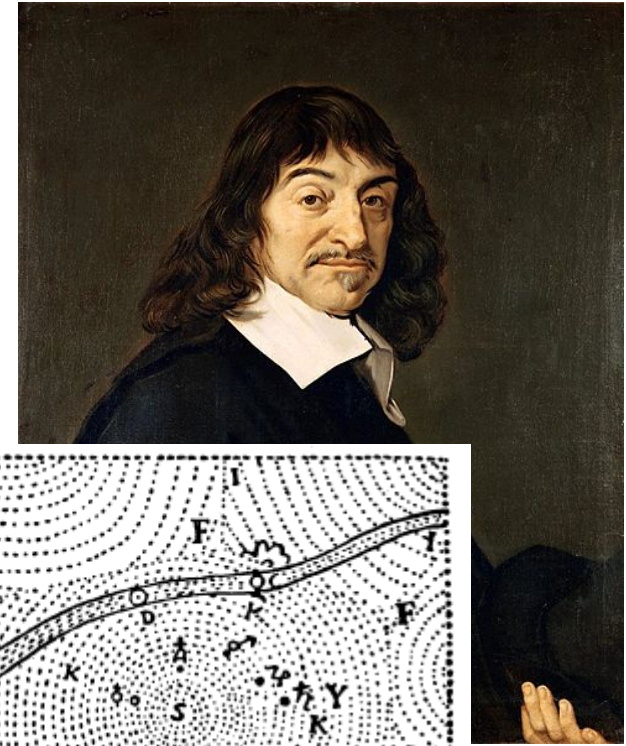
- Wiele jego tez było błędnych:
 - ♦ zasada bezwładności – ruchy naturalne jako ruchy kołowe, tak w dziedzinie planet jak i na Ziemi – ruch ciał po prostej jest niemożliwy, ponieważ „byłoby to równoznaczne z oddalaniem się ciał od ich naturalnego miejsca”
 - ♦ ciężkość jako przyrodzona własność ciał
 - ♦ orbity kołowe (zamiast eliptycznych)
 - ♦ „dowód poprawności idei kopernikańskiej” – przyływy jako przelewanie się wody związane z ruchem orbitalnym Ziemi
 - ♦ przyspieszenie spadku swobodnego miałyby być stałe
 - ♦ komety to złudzenie optyczne
- Źródłem sławy Galileusza było lekkie pióro, a upadkiem złośliwość w stosunku do oponentów

Kartezjusz czyli teoria grawitacji

■ Rene Descartes

- ♦ Teoria wirów – Słońce jedną z wielu gwiazd (wir zagarnia planety, każda gwiazda ma własny wir) – planety także mają własne, mniejsze
- ♦ pojęcie „skłonności do oddalania się od środka”
- ♦ brak „właściwości ukrytych” – mechanistyczny obraz poglądowy

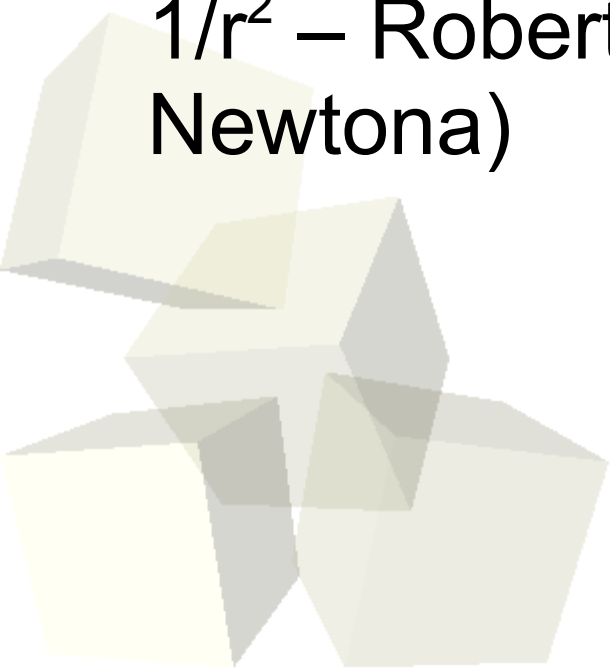
■ Wprowadzenie geometrii analitycznej





Prawo grawitacji – $1/r^2$

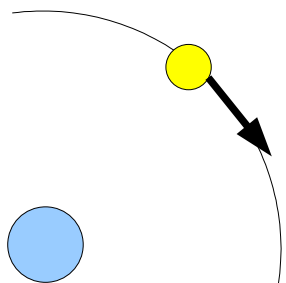
- Giovanni Borelli – siła styczna, skłonność do oddalania się, siła dośrodkowa („naturalna”)
- Wprowadzenie siły odśrodkowej w ruchu po okręgu – Christiaan Huygens (nadal jednak grawitacja jako wiry Kartezjusza)
- Wniosek z wielkości siły odśrodkowej i ruchu ciał po okręgu – siła grawitacji jako proporcjonalna do $1/r^2$ – Robert Hooke (m.in. w listach do Isaaca Newtona)





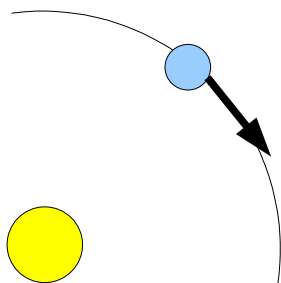
Ruch orbitalny – ewolucja opisu

Ruch naturalny



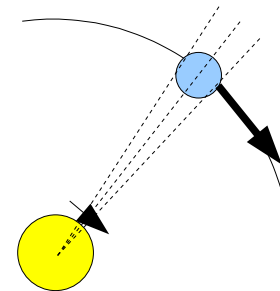
Arystoteles

Ruch naturalny



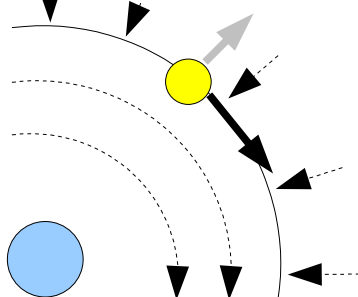
Kopernik

Magnetyzm



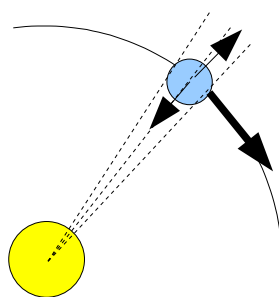
Kepler

Ciśnienie wirów



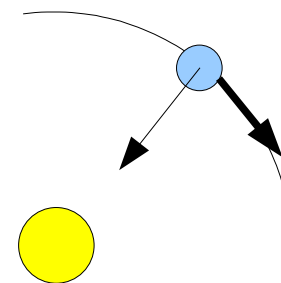
Descartes

Światło, siła odśrodkowa,
siła naturalna



Borelli

Bezwładność i
grawitacja



Hooke



Isaac Newton – dokonania

- Robert Hooke i Edmund Halley – obaj proponowali siłę grawitacji jako $1/r^2$
- Problem – wyprowadzenie z takiej siły grawitacji praw Keplera oraz orbit dla układu dwóch ciał
 - ♦ *Propositiones de motu* – dziewięciostronicowe obliczenie na prośbę Halleya – Słońce w jednym z ognisk elipsy
 - ♦ system wielu ciał – ciążenie powszechne: *Principia*
- *Principia* zaczynają się od definicji pojęć (masy, ilości ruchu, siły przyłożone, siły dośrodkowej itp.). Potem są twierdzenia o czasie i przestrzeni (absolutnych), dalej „Aksjomaty”, czyli prawa ruchu. Wyprowadzenie orbit znajduje się w księdze trzeciej.