

Filozofia przyrody

Wykład X: Rewolucja naukowa (2):

Kopernik, Kepler, Galileusz

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Karwasz
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Universita' degli Studi di Trento

karwasz@fizyka.umk.pl

www.dydaktyka.fizyka.umk.pl

“La verità si ritrova sempre nella semplicità, e non nella complessità e confusione delle cose.”

Is. Newton

Storica. National Geographic, N. 80, Ottobre 2015

Storica NG presenta SPECIALE SCIENZA

«Wszystko jest w harmonii ze wszystkim» (Johannes Kepler)

Badając orbitę Marsa, Kepler zauważył, że z jednej strony planety mają różne okresy obiegu i ich prędkości maleją z odległością. Z drugiej strony, uzmysłowił sobie, że orbity nie mogły być idealnymi kołami: nie było sposobu na uzgodnienie orbit tego typu. Jego idea wszechświata matematycznego rozpadała się na kawałki pod presją faktów. Ale później doszedł do wniosku, że powód ruchu planet nie mógł pochodzić z peryferii kosmosu, jak myślał Arystoteles, ale jego źródłem jest Słońce. Doszedł więc do wniosku, że prędkość ruchu planet była w jakiejś relacji do ich odległości od Słońca,

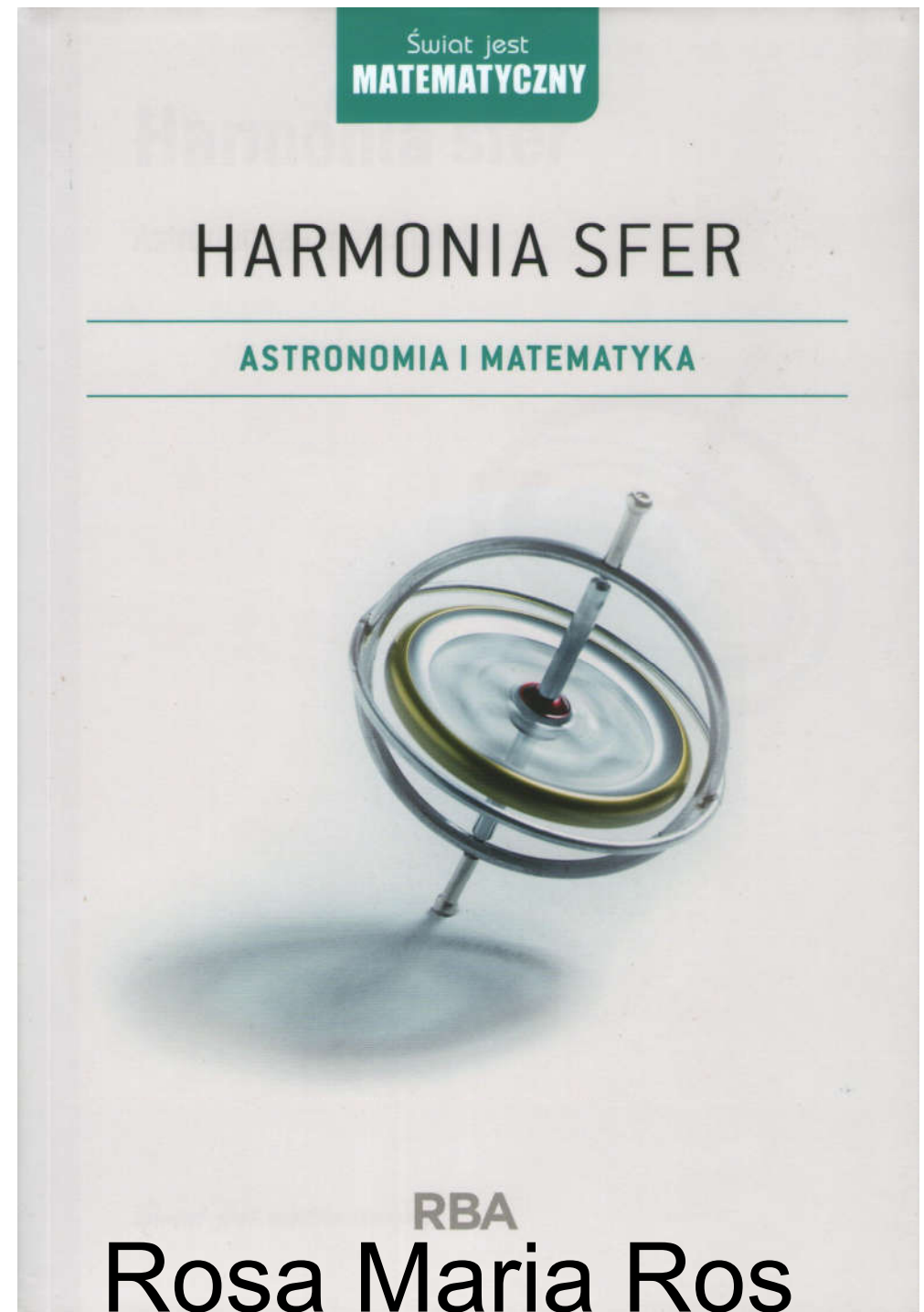
Robert Corchio Orrit, *Galileo, Il metodo scientifico. La natura si scrive in formule*, RBA Italia, 2013, str. 69.

Matematyka, Muzyka, Fizyka, Astronomia:

Harmonia Mundis

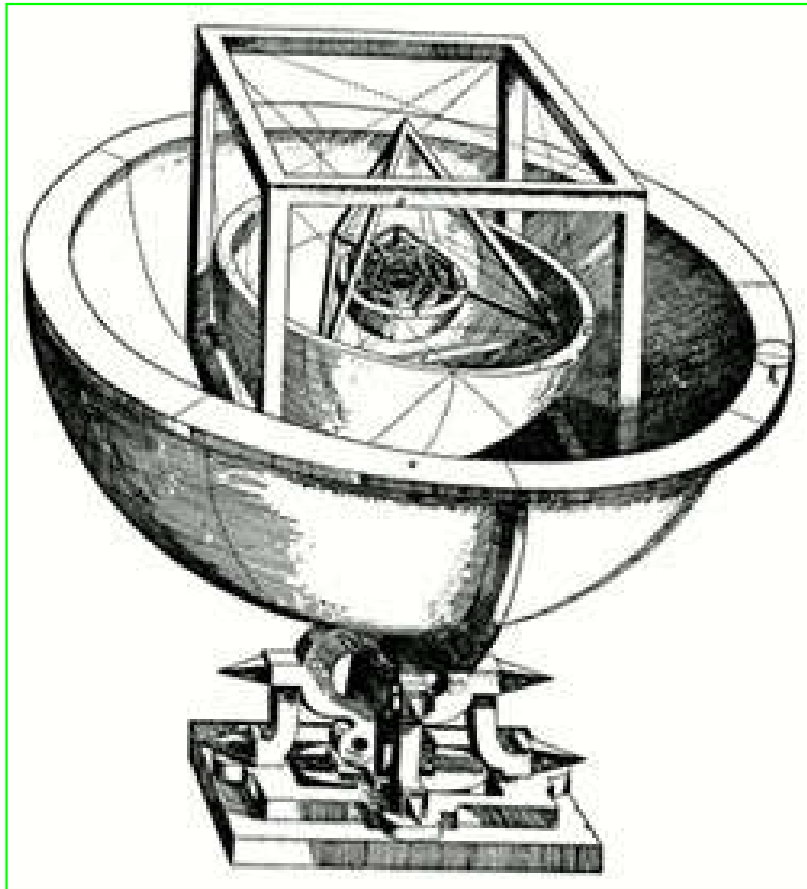
Grzegorz Karwasz

Toruń, 18.10. 2018



Johannes Kepler: Harmonia Sfer

W „Mysterium Cosmographicum” Kepler nie szukał praw *Keplera*, ale idealnych nieco zależności rozmiarów orbit od idealnych, Platońskich brył.



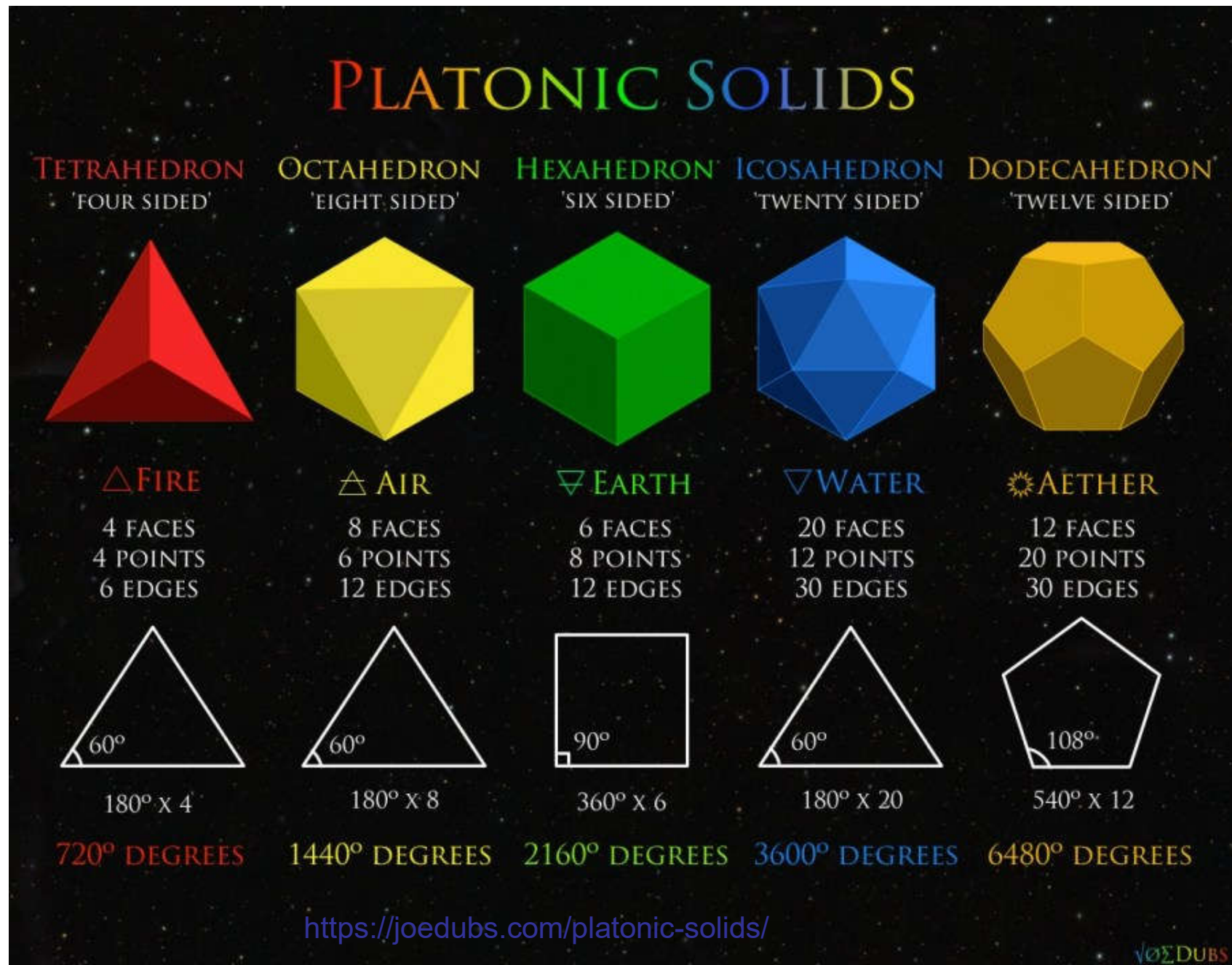
To jeden z najlepszych w historii nauki przykład, kiedy błędna idea prowadzi do nieoczekiwanych, genialnych wniosków i praw.

Kepler (1610):

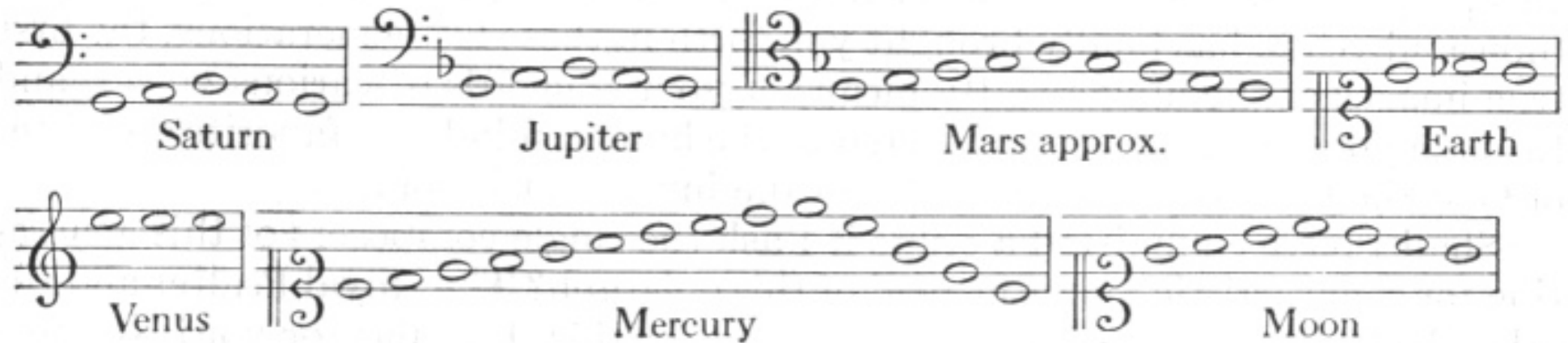
$$\mathbf{R^3/T^2 = const}$$

gdzie R jest odległością planety od Słońca
a T – okresem obiegu

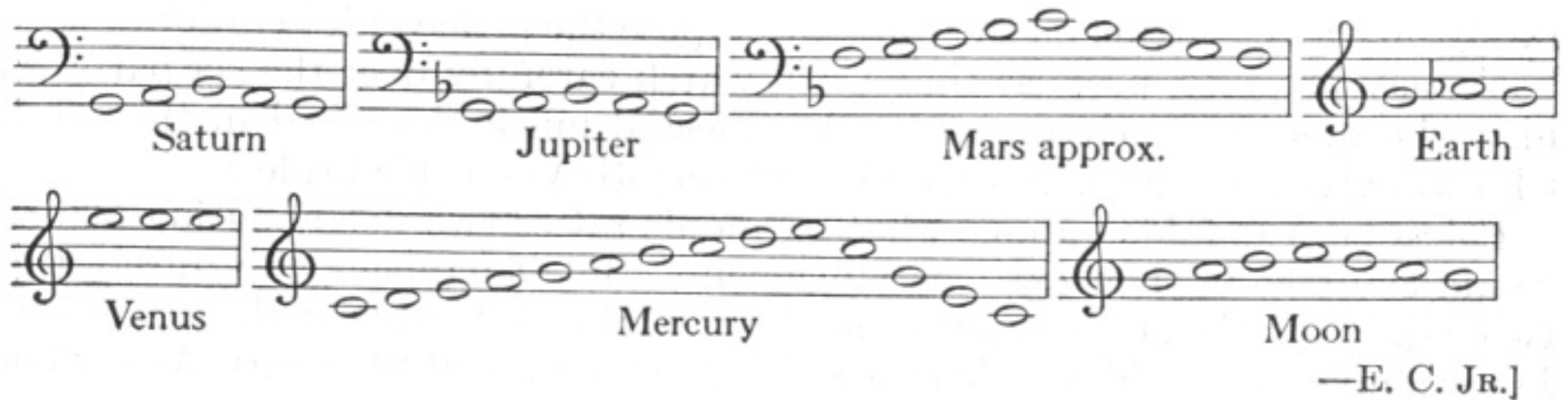
Bryły Platona (Pitagorasa, Keplera)



Johannes Kepler: Harmonia Mundi



[In Modern notation:

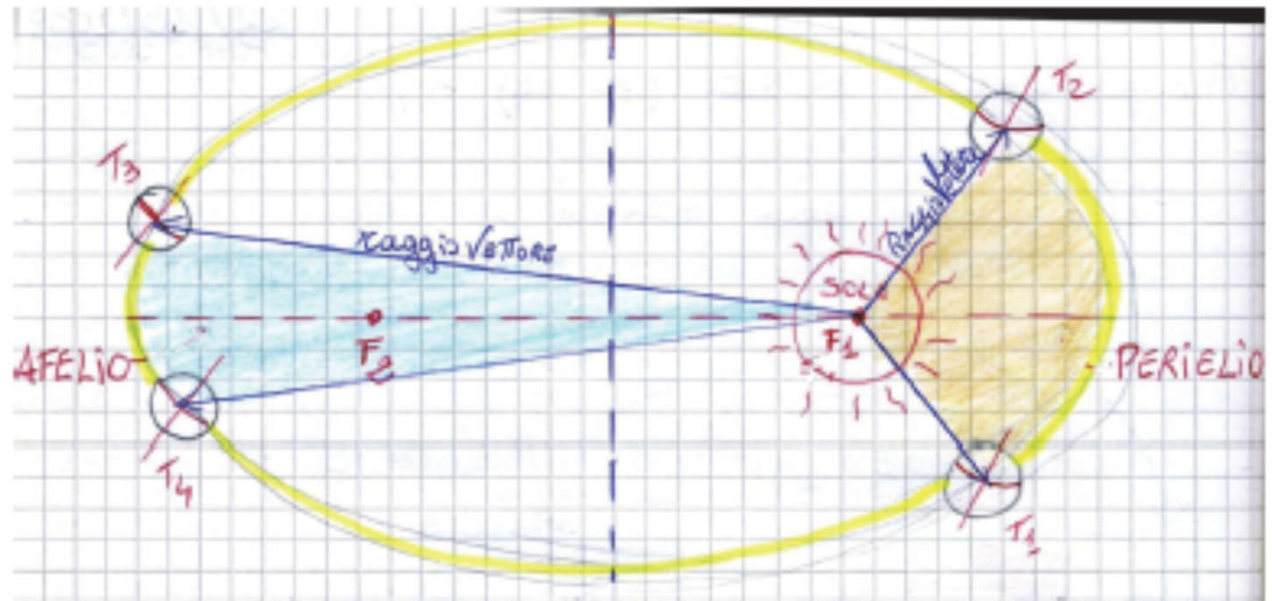
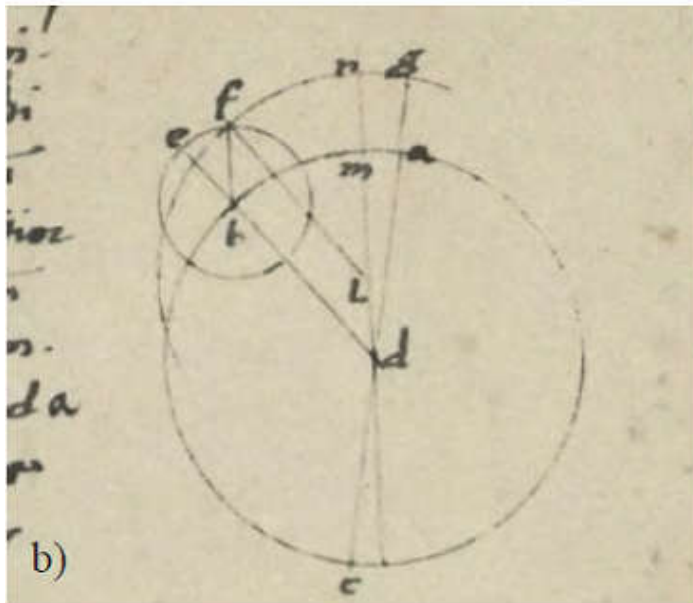


<https://www.youtube.com/watch?v=VUj4IKcE-0o>

<http://uebergreifen.blogspot.com/2012/10/coltrane-and-kepler.html>

Johannes Kepler (1571-1630)

- Kopernik wiedział, że orbity planet nie są idealnymi okręgami (w tym momencie jego system również się komplikował), ale wahał się, czy odrzucić Arystotelesowski idealny ruch kołowy
- Zrobił to tylko Kepler: orbity planet są elipsami



Martina, 12 anni, San Elpidio

Trzy prawa Keplera



1. Planety krążą po orbitach eliptycznych, a Słońce znajduje się w jednym (z dwóch) ognisk elipsy
2. Pola zakreślane przez promień wodzący planety w określonym czasie są stałe (im bliżej Słońca, tym planeta porusza się szybciej)
3. Stosunek trzeciej potęgi odległości R planet od Słońca do kwadratu okresów obiegu T pozostają - dla wszystkich planet – stałe $R^3 / T^2 = \text{const}$

Trzy prawa Keplera

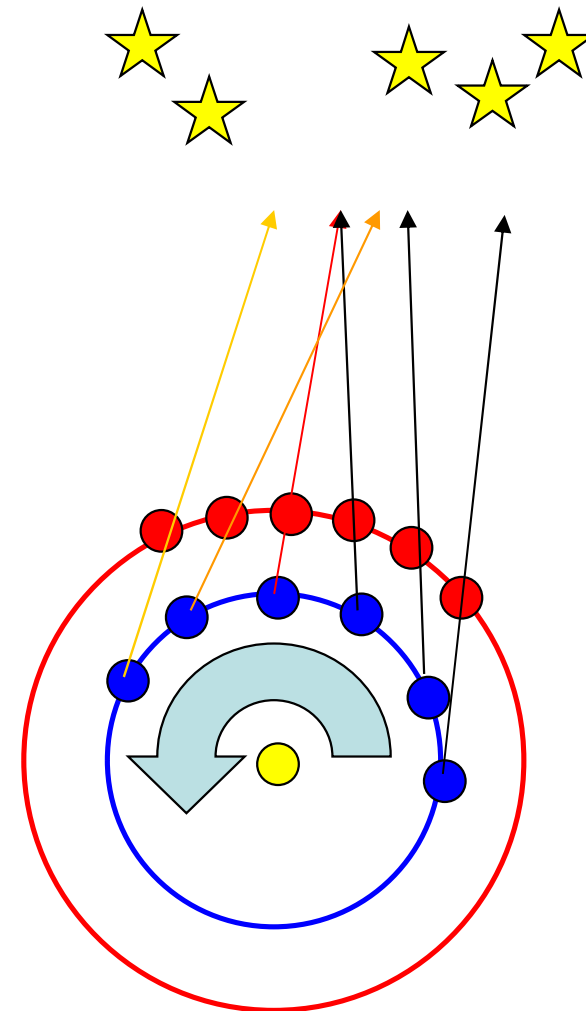
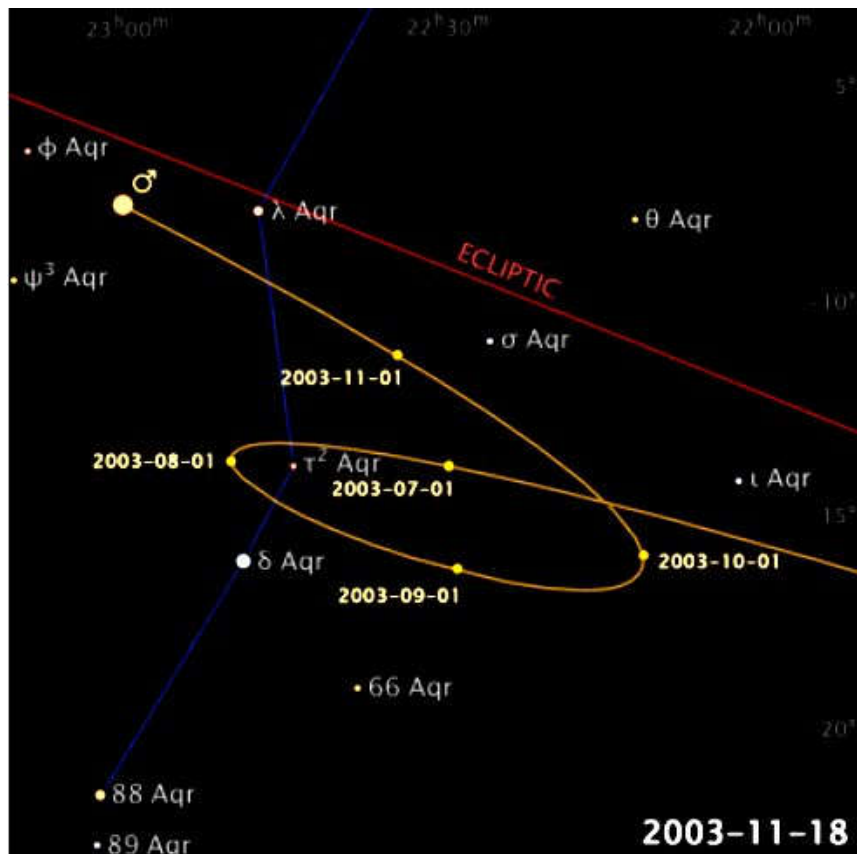


Dziś wiemy, że trzy prawa Keplera wynikają z prawa grawitacji Newtona: to siła grawitacji (zależna od masy Słońca M i od kwadratu odległości planety od Słońca) $F = GMm/R^2$ jest *przyczyną* ruchu orbitalnego planet.

Pokazujemy orbity „Keplera” za pomocą lejka, którego forma przypomina wzór na siły grawitacji. Jeśli zmienimy lejek, orbity nie są eliptyczne (czyli nie są zamknięte, niezmiennie w czasie).

Skąd Kepler wiedział, jak daleko są planety w porównaniu z odległością Ziemi od Słońca)?

Z wielkości „pętli” zataczanej przez planetę na niebie.
Oczywiście, ta pętla jest pozorna.  



Johannes Kepler: trzy prawa znacznie lepsze niż Harmonia Sfer

I Prawo:

Planety krążą dookoła Słońca po elipsach.
Słońce znajduje się w jednym z dwóch ognisk elipsy. (A nie w jej środku!)

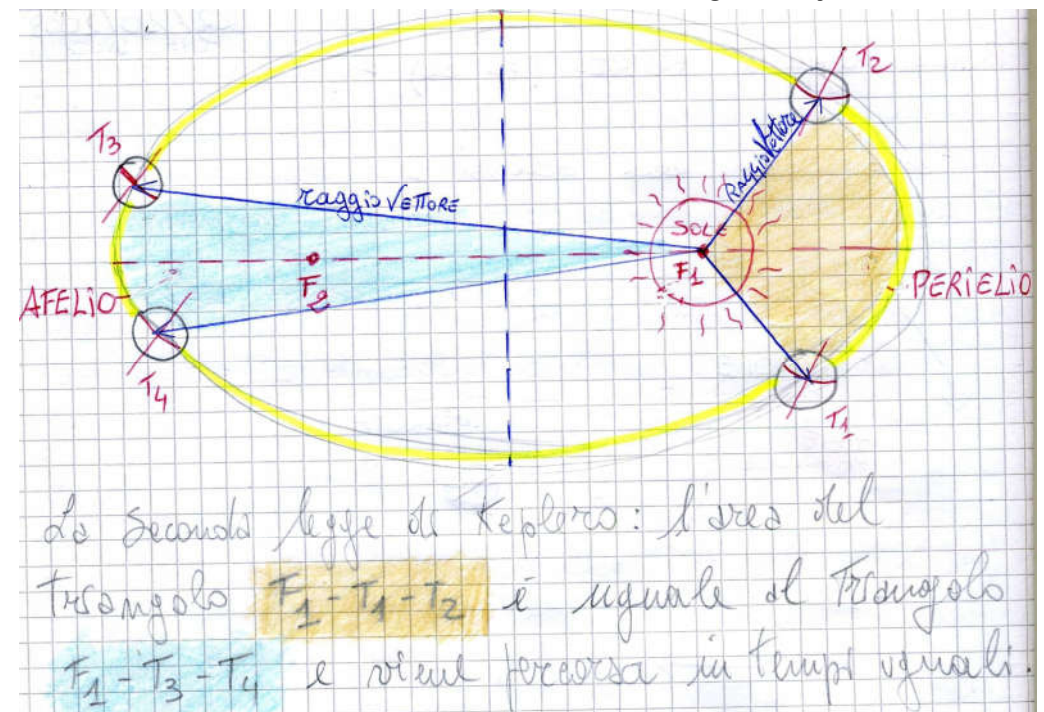
II Prawo:

Promień „wodzący” planety w równych czasach zakreśla równe powierzchnie
(czyli planeta przyspiesza, kiedy jest bliżej Słońca)

III Prawo:

Sześciany odległości planet od Słońca mają się do siebie jak kwadraty okresu obiegu.

włoska gimnazjalistka



Johannes Kepler i jego widzenie świata

- Cztery wieki temu, wbrew panującym wówczas obyczajom naukowym, Johannes Kepler zaimplementował fizykę do astronomii i wypracował nowy, bardzo skuteczny, sposób dochodzenia prawd o otaczającym świecie, zasadzający się przede wszystkim na empirii. Zaowocowało to wspaniałymi odkryciami, które odmieniły bieg czasów i pozwoliły ludzkości osiągnąć, w trybie niemalże galopującym, obecnie rejestrowany poziom rozwoju cywilizacyjnego. Prawa ruchu planet odkryte przez Keplera, i wyprowadzone z nich przez Newtona prawo powszechnego ciążenia, setki lat później pozwoliły ludzkości zrealizować, roztoczoną przez Keplera w jego dziele *Somnium*, wizję lądowania człowieka na Księżycu.
- Kepler jest wspaniałym przykładem badacza interdyscyplinarnego. Równolegle doskonalił się w zakresie astronomii, matematyki, fizyki i filozofii. Jego rozprawy, oprócz rozważań stricte naukowych, zawierają przemyślenia o charakterze filozoficznym, teologicznym i estetycznym. Zadziwiająca śmiałość myśli Keplera i towarzysząca jej uporczywa praca rachunkowa często skutkowały odkrywaniem nowych prawd o przyrodzie. Kepler wszystko poddawał obliczeniom i nie zostawił idei, dopóki nie wykazał jej słuszności albo fałszywości. W ten sposób doszedł do swoich nieśmiertelnych odkryć. Dociekał istoty rzeczy zadając śmiało pytania „dlaczego?”, a nie tylko „jak?”, jeśli chodzi o procesy zachodzące w przyrodzie

Bogdan Wszolek, *Johannes Kepler i jego widzenie świata*,
Urania – Postępy Astronomii, 4/2021 z podziękowaniami

Johannes Kepler i jego widzenie świata

Kepler był z wykształcenia przede wszystkim teologiem, dlatego jego sposób myślenia był głęboko religijny. Starał się dostrzec Boski zamysł odzwierciedlony w pięknie Wszechświata. Twierdził, że przyroda jest obrazem Stwórcy, lubi prostotę i jedność. Poznawanie przyrody przybliża człowieka do poznania Boga.

W przyrodzie wszystko jest aktywne i potrzebne. Według Keplera, Wszechświat funkcjonuje w sposób harmonijny. Jeśli gdzieś zostanie utracona harmonia, jest ona na powrót odzyskiwana. Chociaż przyroda podporządkowuje się ścisłym prawom fundamentalnym, to jednak pozostawia sobie zawsze pewien margines swobody, pozwalający jej na bieżąco się dostrajać i korygować odstępstwa od idealnej harmonii.

Procesy w przyrodzie realizują się minimalnym wysiłkiem. Cała przyroda jest przeniknięta siłą ożywiającą i zdolnością „odczuwania”. Siły kształtujące w przyrodzie działają nie tylko ze względu na cel, ale także „dla ozdoby”. Człowiek powinien traktować przyrodę z miłością. Zdaniem Keplera, osiągnięcia naukowe są wspólnym dziedzictwem całej ludzkości, nie tylko w zakresie zastosowań praktycznych i czerpania dochodów, ale również dla zachowania światowego pokoju i dla lepszego rozumienia przyrody.

*Bogdan Wszolek, Johannes Kepler i jego widzenie świata,
Urania – Postępy Astronomii, 4/2021 z podziękowaniami*

Johannes Kepler i jego widzenie świata

Powszechne przestrogi przed kalwinistycznymi herezjami pobudziły Keplera do szczegółowego przestudiowania nauczania wszystkich trzech wyznań: katolicyzm, luteranizm i kalwinizm. Studium to, przy jednoczesnej znajomości treści biblijnych oraz filozofii i fizyki Arystotelesa, spowodowało stopniowe odejście Keplera od luterkańskich ortodoksyjnych poglądów odnośnie istnienia rzeczywistego ciała i krwi Chrystusa podczas Wieczerzy Pańskiej na rzecz chrystologii kalwinistycznej. Zgodnie z nią świętowanie Wieczerzy znaczy więcej niż przypomnienie zdarzenia, chodzi o duchowe, a nie cielesne, zjednoczenie wiernego z Chrystusem. Kepler nawiązywał z tym do staro kościelnej i jezuickiej tradycji i próbował swoje stanowisko dogłębnie uzasadnić w oparciu o czysto teologiczne pisma. Zasadnicze nauczanie kalwinizmu i katolicyzmu były zdecydowanie przeciwne przemyśleniom Keplera.

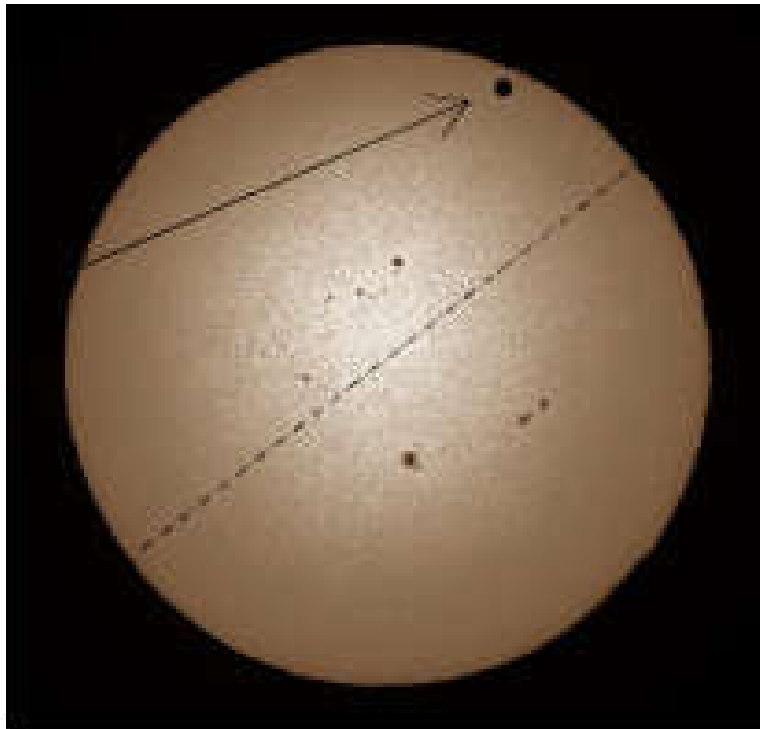
W kalwinizmie przede wszystkim nie podobało mu się nauczanie o predestynacji, które było zupełnym odwróceniem Bożego zamiaru stworzenia wolnego człowieka. W katolicyzmie święte uwielbienie dla papieża i hierarchii kościelnej stało według Keplera w jawnej sprzeczności z chrześcijańskim sposobem myślenia. W obliczu przekształceń ustawowych regulujących od 1577 roku sprawy wyznaniowe nie zachował się Kepler zgodnie z wolą ustawodawców, ale mając zastrzeżenia do formuł konkordatowych nie podpisał się pod nimi.

Bogdan Wszolek, *op. cit.*

Johannes Kepler i jego widzenie świata

- **Poznanie przyrody przybliża człowieka do poznania Boga .**
Uznanie Wszechświata jako Boskiego dzieła było wspólną prawdą wiary wielu wyznań – i stąd też możliwość poznawania Boga nie tylko w oparciu o *Księgi Objawienia*, ale również w oparciu o *Księgę Natury*. Człowiek, zgodnie ze starym sposobem myślenia, przez poznawanie natury, jako Dzieła Bożego, mógłby z powrotem odzyskać podobieństwo Boże, które utracił przez grzechy.
- Według Keplera udaje się to jednak tylko poprzez bardzo dokładne, naukowe, poznawanie natury; ponieważ jako dowód podobieństwa Bożego człowieka trzeba uznać zdolność uchwycenia przez ludzki intelekt geometryczno-harmonicznych zależności przyrodniczych (odbłask Bożego Ducha) oraz uczynienie tego w sposób bezsprzecznie dokładny. Dlatego Bóg chce być poznawany poprzez matematyczne treści *Księgi Natury*. Świat przyrody został powołany do istnienia przez Boga i lepiej niż jakiegokolwiek Pisma Świętego świadczy o Bogu.
- Treści biblijne domagają się usprawiedliwienia empirycznego. Treści przyrodnicze domagają się zrozumienia. To wymaga pracy umysłowej człowieka. Jeśli dzięki tej pracy człowiek lepiej zrozumie przyrodę, to będzie bliższy poznania jej Stwórcy. Bezmyślne życie w żadnym razie nie przybliży człowieka do Boga.
- **Praca naukowa formą oddawania czci Bogu.**

A jakie są „prawdziwe” odległości planet od Słońca?



Dziś znamy te odległości z dużą dokładnością
np. z „tranzytu” Wenus na tle Słońca

(Znana jest zależność zwana Titusa-Bodego)

Ale my mamy inną (tzw. wzór Karwasza)

Merkury: $3/8$

Wenus: $3/4$

Ziemia: $3/3$ (1 a. u. = 150 mln km)

Mars: $3/2$

... 3

Jowisz 5 (powinno być 6)

Saturn 10 (powinno być 12)

6/6/2012

Cristian Lavarian, Trento

Skąd to? Z kręcenia kosmicznym plackiem,
ale tak naprawdę, ciągle czekamy na model

Wiemy więc, jak wygląda Układ Słoneczny (choć nie w skali)



1600: Giordano Bruno

Roger Corchio Orrit

GALILEO

Metoda naukowa

Przyroda zapisana jest równaniami

Seria: Grandi idee della scienza. RCA Italia S.r.l. 2014

- Wielość Wszechświatów
 - Idea powroci u Leibniza
- dziś: Max Tegmark

GIORDANO BRUNO

Mimo, że nie był ani naukowcem ani astronomem, Bruno (1548-1600) był wizjonerem, który z pasją bronił rewolucji kopernikańskiej. Posunął się znacznie dalej niż jemu współcześni w zapewnieniach, że nie istnieje sfera gwiazd stałych, w której zawiera się wszechświat. Wierzył, że gwiazdy są jak Słońce, rozrzucone w nieskończonej przestrzeni – wizja, która w rzeczywistości przewidywała przewyciężenie również helio-centryzmu, jako że nie miało sensu zajmowanie się centrum wszechświata. Żył też przeświadczenie, że te Słońca mogą być zaludnione przez istoty inteligentne. Ksiądz i teolog, interesował się wszystkimi naukami swoich czasów. Podobnie jak Galileusz, Bruno wierzył, że Biblia powinna służyć celom moralnym a nie powinna być interpretowana jako podręcznik astronomii. Napisał wiele prac, jak *Kolacja popiołów* i *O nieskończoności, wszechświecie i światach*. Syn żołnierza, jego prawdziwe nazwisko było Filip Bruno. Studiował nauki humanistyczne i łacinę, a w 1565 wstąpił do zakonu dominikanów, gdzie przyjął imię Giordano i został wyświęcony na księdza.

1600: Giordano Bruno

Ucieczka i wyrok

Z powodu czytania autorów zakazanych i książek heretyckich został posądzony o herezję, tak że w 1576 rozpoczął się przeciw niemu proces. Uciekł do Rzymu, gdzie został fałszywie oskarżony o zabójstwo i z tego powodu był zmuszony uciekać ponownie. Wyruszył do Genewy, gdzie zrzucił habit i przeszedł na kalwinizm. Ponownie jednak krytyczny tekst przeciw tej religii spowodował ostre starcie z władzami. Wyjechał więc do Paryża a później do Londynu, gdzie został przyjęty na dworze. Był to moment najbardziej produktywny w jego życiu, kiedy to napisał swoje najważniejsze dzieła. Po czym wyruszył do Niemiec, prowadząc wykłady na różnych uniwersytetach. W 1591 roku został ponownie zaproszony do Wenecji, gdzie dowiedział się, że na Uniwersytecie w Padwie zwolniła się katedra matematyki. Mimo że liczył na tę posadę, wybór padł ostatecznie na Galileusza. Gdy wrócił do Wenecji, jego protektor, po różnych przygodach, wydał go Inkwizycji i oskarżył o herezję. Trybunał rzymski Inkwizycji zażądał ekstradycji Bruna, został więc przewieziony do Rzymu, gdzie pozostawał w więzieniu przez osiem lat, oskarżony, między innymi, o negowanie boskiego charakteru Jezusa Chrystusa. Został w końcu skazany na spalenie na stosie.

Physics is Fun: Why do objects fall?

Grzegorz Karwasz
Didactics of Physics Division
Nicolaus Copernicus University
Toruń, Poland

송미영

선임 연구원

플라즈마물성데이터 센터

플라즈마물성연구팀 / 원천기술연구부/

플라즈마기술연구센터 /국가핵융합연구소

Gunsan, 15.09.2016



Galileo Galilei (Parte I)

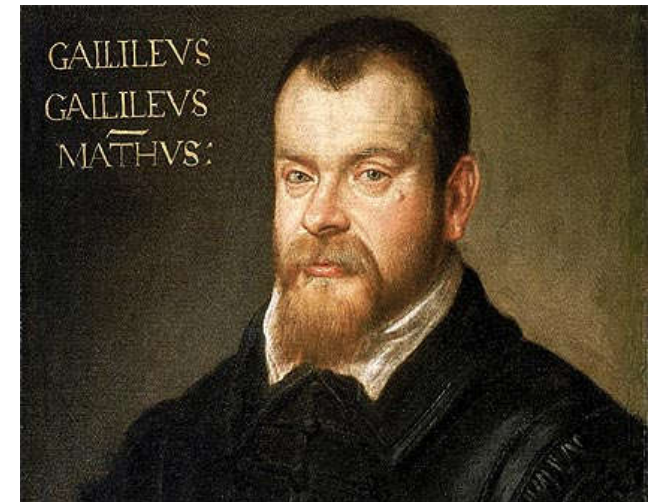
"Fizyka zstąpiła z nieba na ziemię po równi pochyłej Galileusza"*

Grzegorz Karwasz

Divisione della Didattica di Fisica

Università di Nicolao Copernico

Toruń, Polonia



E. M. Rogers, *Physics for Inquiring Minds*, Oxford, 1960

Padre della scienza moderna

Galileo Galilei



From Wikipedia, the free encyclopedia

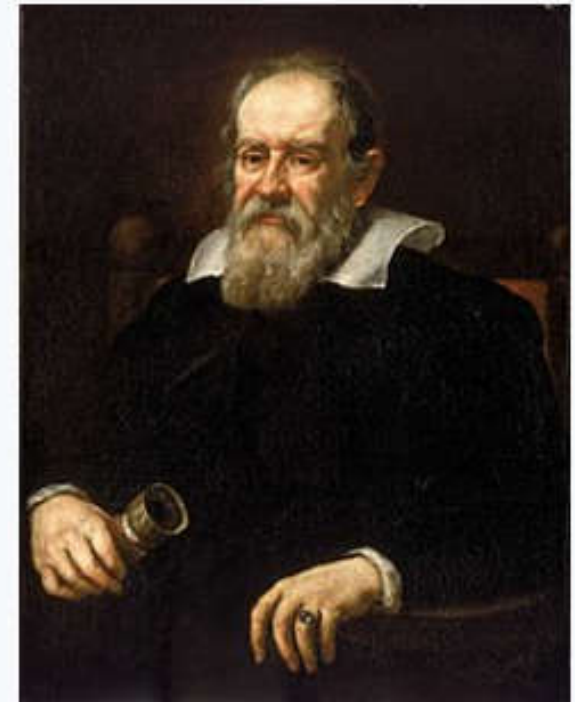
"Galileo" redirects here. For other uses, see [Galileo \(disambiguation\)](#) and [Galileo Galilei \(disambiguation\)](#).

Galileo di Vincenzo Bonaiuti de' Galilei (15 February 1564 – 8 January 1642) was an Italian astronomer, physicist and engineer, sometimes described as a polymath. Commonly referred to as **Galileo**, his name was pronounced /ˈɡælɪˈleɪ.oʊ ɡælɪˈleɪ/ (*GAL-ih-LAY-oh GAL-ih-LAY-ee*, Italian: [ɡaliˈlɛːo ɡaliˈlɛi]). He was born in the city of Pisa, then part of the Duchy of Florence.^[4] Galileo has been called the "father" of observational astronomy,^[5] modern physics,^{[6][7]} the scientific method,^[8] and modern science.^[9]

Galileo studied speed and velocity, gravity and free fall, the principle of relativity, inertia, projectile motion and also worked in applied science and technology, describing the properties of pendulums and "hydrostatic balances". He invented the thermoscope and various military compasses, and used the telescope for scientific observations of celestial objects. His contributions to observational astronomy include telescopic confirmation of the phases of Venus, observation of the four largest satellites of Jupiter, observation of Saturn's rings, and analysis of lunar craters and sunspots.

Galileo's championing of Copernican heliocentrism (Earth rotating daily and revolving

Galileo Galilei



1636 portrait by Justus Sustermans

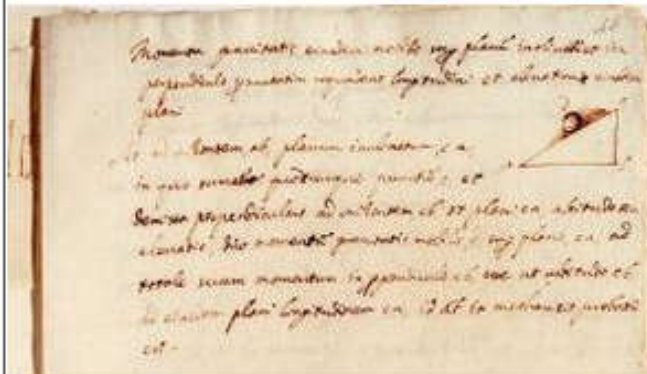
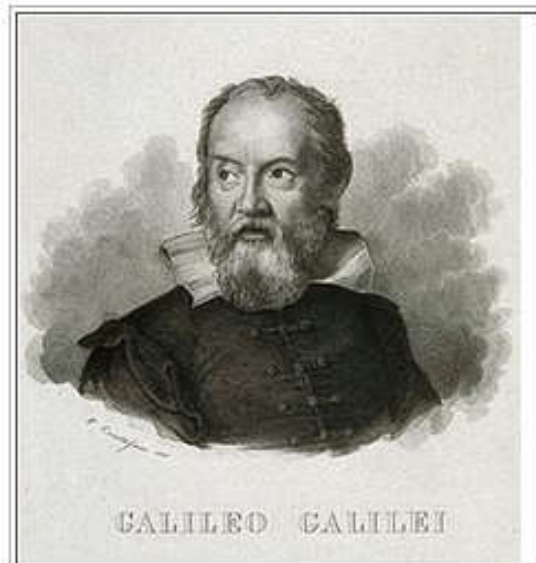
Born

Galileo di Vincenzo Bonaiuti

^[1]

Wystawa interaktywna: «Z góry na pazurki» (UMK, 2007)

„Dlaczego przedmioty zsuwają się, staczają się, przyspieszają, innymi słowy – wszystko po pochyłej płaszczyźnie Galileusza, albo – jak energia potencjalna zamienia się w energię kinetyczną i jak można się przy tym dobrze bawić”



<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html>

Galileo Galilei (1564-1642)

- syn lutnika i teoretyka muzyki [harmonia dźwięków to matematyka]
- nowicjat do lat 14-tu
- 1580 ojciec zapisuje go na Uniwersytet w Pizie, aby studiował medycynę
- 1583 ale Galileo studiuje matematykę i fizykę
- 1585 (nudząc się w katedrze), odkrywa izochronizm wahadła (kandelabrow)

$$T = \sqrt{2L/g}, \text{ niezależnie od wychylenia (!)}$$

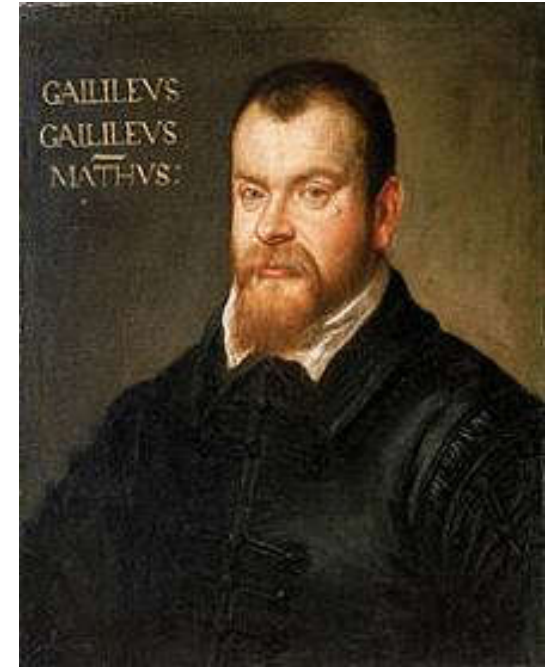


- porzuca medycynę i przenosi się do Florencji
- utrzymuje się z korepetycji z matematyki (jak Maria Skłodowska)

Galileo Galilei: fizyk, astronom)

- Wahadło matematyczne (=zegar)
- Ruch jednostajny i jednostajnie przyspieszony
- Prawo spadku swobodnego („wszystkie ciała spadają z takim samym przyspieszeniem”)
- Luneta astronomiczna
- Góry i doliny na Księżycu
- Plamy na Słońcu
- Fazy (nów, kwadra...) Wenus
- Satelity Jowisza
- „uszy” Saturna
- Droga Mleczna to wiele, wiele gwiazd

- „Fizyka zeszła z nieba na ziemię po równi pochyłej Galileusza”
[E. M. Rogers, *Fizyka dla dociekliwych*, PWN, 1972]



Profesor matematyki w Pizie (1589-1592)

- Galileusz zwrócił się więc do wpływowego przyjaciela, Guidobaldo, matematyka, który, przewyciężając wrogość Giovanniego de' Medici, syna księcia Cosima I, zarekomendował go bratu, kardynałowi, który z kolei porozmawiał z potężnym księciem Toskanii, Ferdynardem I de' Medici.
- Dzięki tej protekcji, Galileo w 1589 roku uzyskał 3-letni kontrakt na objęcie katedry matematyki na Uniwersytecie w Pizie, gdzie natychmiast przysporzył sobie wrogów w Arystotelesowym środowisku uniwersyteckim, swoim programem:
- „Metodę jaką zastosujemy, to wyciąganie wniosków z tego co stwierdzimy, bez zakładania, że jest prawdą, to co chcemy pokazać. Tak mnie nauczili moi koledzy matematycy, w odróżnieniu od niektórych filozofów-fizyków, którzy opierają się jedynie na wierze, że powiedział to Arystoteles. W ten sposób uważają się za mądrzejszych, bo mają w ręce więcej tekstów Arystotelesowych.”
- Galileo si rivolse allora all'influente amico [Guidobaldo Del Monte](#), matematico conosciuto tramite uno scambio epistolare su questioni matematiche. Guidobaldo fu fondamentale nell'aiutare Galilei a progredire nella carriera universitaria, quando, superando l'inimicizia di Giovanni de' Medici, un figlio naturale di [Cosimo de' Medici](#),^[22] lo raccomandò al fratello cardinale [Francesco Maria Del Monte](#), che a sua volta parlò con il potente Duca di Toscana, [Ferdinando I de' Medici](#). Sotto la sua protezione, Galileo ebbe nel [1589](#) un contratto triennale per una cattedra di matematica all'[Università di Pisa](#), dove espose chiaramente il suo programma pedagogico, procurandosi subito una certa ostilità nell'ambiente accademico di formazione aristotelica:
- « Il metodo che seguiremo sarà quello di far dipendere quel che si dice da quel che si è detto, senza mai supporre come vero quello che si deve spiegare. Questo metodo me l'hanno insegnato i miei matematici, mentre non è abbastanza osservato da certi filosofi quando insegnano elementi fisici... Per conseguenza quelli che imparano, non sanno mai le cose dalle loro cause, ma le credono solamente per fede, cioè perché le ha dette Aristotele. Se poi sarà vero quello che ha detto Aristotele, sono pochi quelli che indagano; basta loro essere ritenuti più dotti perché hanno per le mani maggior numero di testi aristotelici[...] che una tesi sia contraria all'opinione di molti, non m'importa affatto, purché corrisponda alla esperienza e alla ragione.^[23] »

Galileo i Krzywa Wieża

Wszystkie obiekty spadają z tą samą
"prędkością"

"Może zrzucił kamienie z Wieży



Wieża, którą zaczęto budować w 1172 r., była
pochylona już w czasach Galileusza.

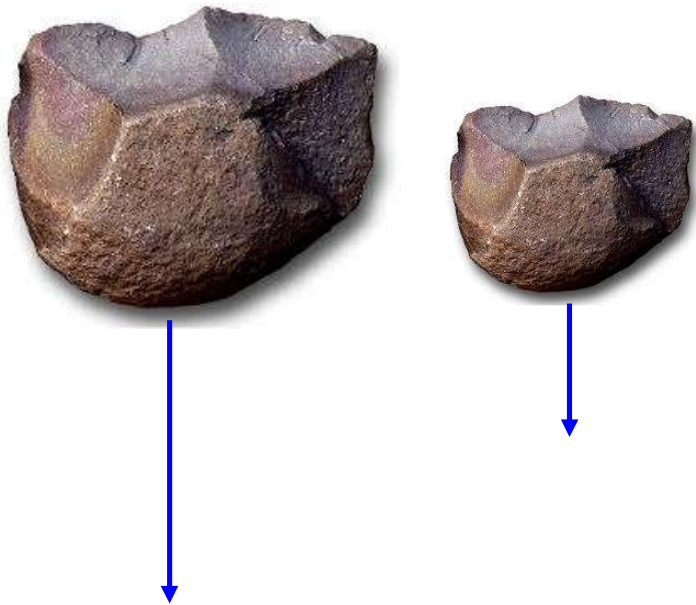
Ba! kiedy zauważono, w trakcie budowy, że wieża
chyli się, próbowano zaradzić, skrzywiając nieco
kolejne kondygnacje. Ale, na glinianym podłożu,
nie na wiele to się zdało. W XX wieku Wieża stała
cudem: jej środek ciężkości był już poza obrysem
podstawy. Nic dziwnego, bo cały plac nazywa się
Piazza di miracoli.



Dopiero w 2001 roku, polski inżynier, Michał Jamiołkowski, rektor
Politechniki w Turynie, zdołał ją wyprostować. Proces zajął kilkanaście lat
lat, był bardzo pomysłowy, a interwencja wystarczy na 300 lat.

Galileo Galilei:

„Co się stanie, jeśli spuścimy ciężki i
lekki kamień?
Który spadnie jako pierwszy?"

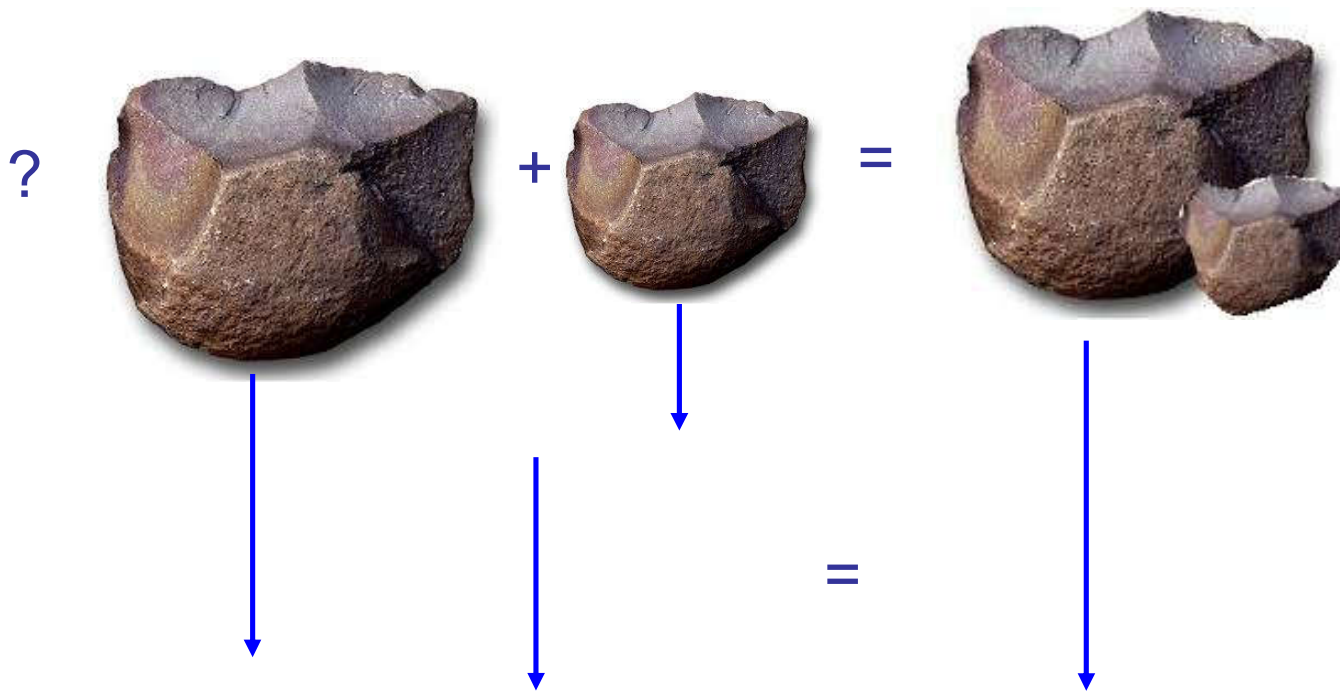


Cięższy czy lżejszy?

Galileo Galilei:

"Co się stanie, jeśli połączymy ciężki kamień i lekki kamień?
Lekki będzie spowalniał cięższy, a cięższy przyspieszał lżejszy?"

Ale mamy w ten sposób innym trzeci kamień, jeszcze cięższy



Ciężkie i lekkie spadają razem!
Einstein nazywał to *Gedankenexperiment*

Now we make experiment on Moon

Apollo 15 (1971)

„This is an old experiment by Galileo

He said that all objects fall
with the same velocity



This is a hammer and this is a feather

<https://www.youtube.com/watch?v=oYEgdZ3iEKA>

Let's try which falls first!

They fall together. Galileo was right!"

Galileo experiment on Moon

Apollo 15 (1971)

„then a demonstration
of a classical
experiment



In my left hand I have a feather, in my right hand I have a hammer.
One of the reasons that we got here today was because of a gentleman named Galileo,
a long time ago. He made a rather significant discovery about falling objects in gravity
field. And we thought what would be the best place to confirm his findings than the Moon.

So we will try it here for you. [...]

I will drop two of them, and hopely, they will come to the ground at the same time. Ù
And that it!

Profesor matematyki w Padwie (1592-1610)

- Latem 1591 umiera ojciec, Vincenzo, i Galileo musi zapewnić wyprawkę ślubną siostronom oraz pomaga bratu, który ma liczną rodzinę.
- Guidobaldo pomaga ponownie, rekomendując Galileusza senatowi Republiki Weneckiej, gdzie od 1588 roku wakowała katedra matematyki w Padwie.
- „To były najlepsze 18 lat mojego życia” - pensja wzrosła z 170 florenów do 1000 F
- Własnoręcznie szlifuje soczewki, buduje lunetę, i w styczniu 1610 kieruje ją na Jowisza: obserwuje 4 małe gwiazdki ułożone na linii prostej, które następnego dnia zmieniają swe położenie.

Są to 4 największe zatyty Jowisza:
pierwszy obserwował dowód na prawdziwość systemu Kopernika - ciała lżejsze okrążają cięższe
- Ziemia Słońce a Księżyc Ziemię (!)

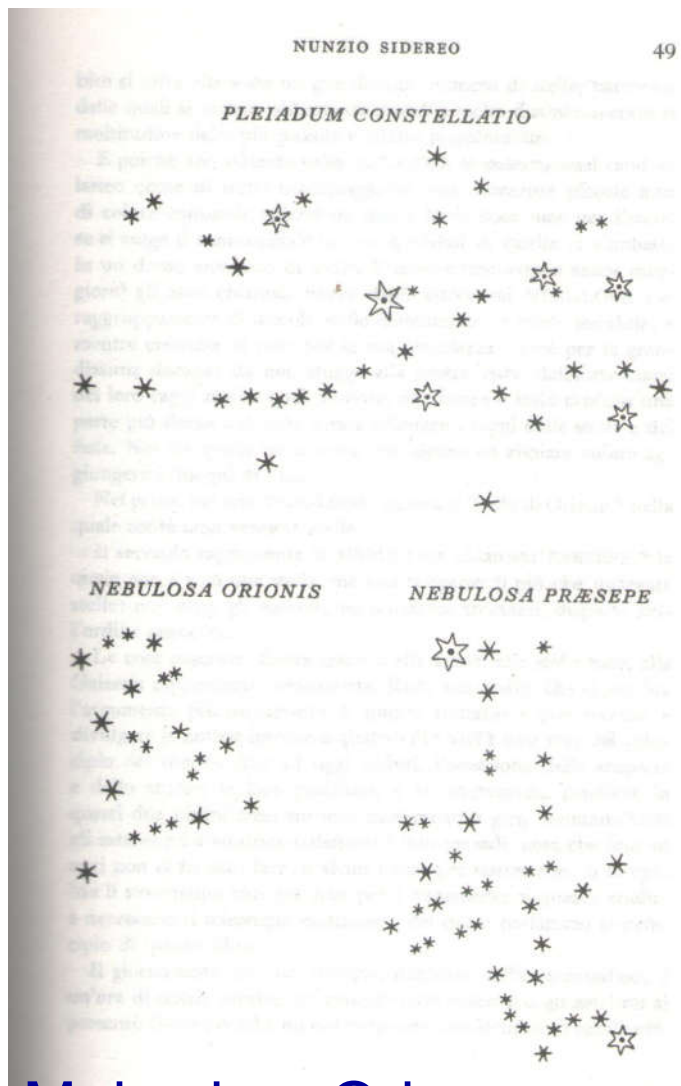
Odkrywa fazy Wenus, góry na Księżycu,
plamy na Słońcu



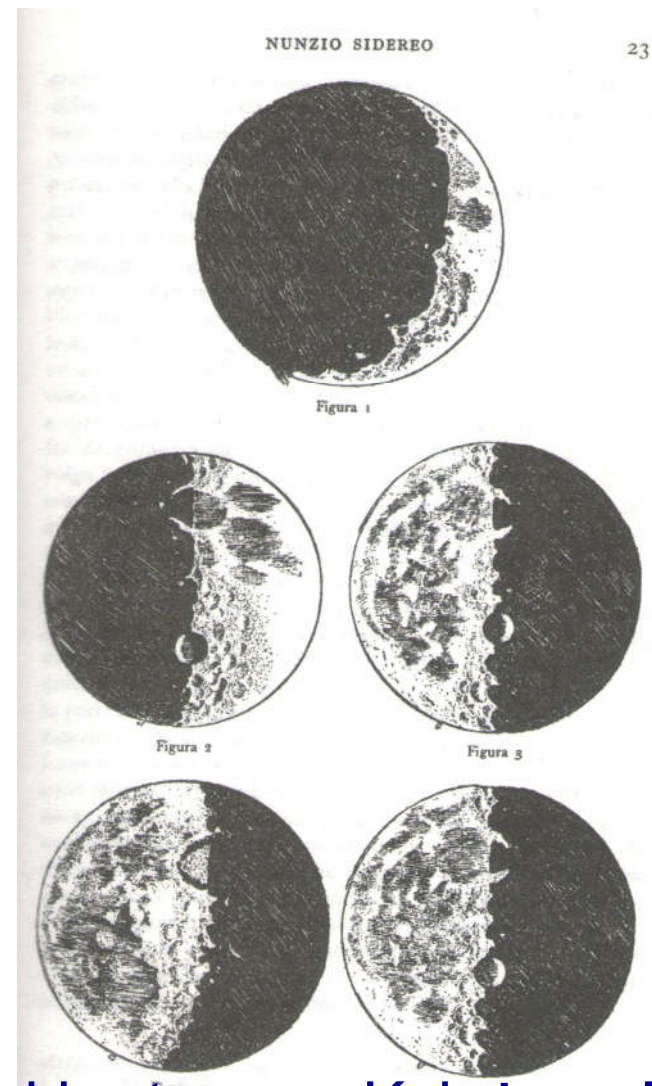
https://it.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jupiter_and_Galilean_moons.jpg

«Sidereus Nuntius»



Mgławica Oriona



Góry i kratery na Księżycu !

Z tego samego materiały co na Ziemi?
Dziś wiemy (od lotów Apollo), że tak!

Luna: cratere Copernico

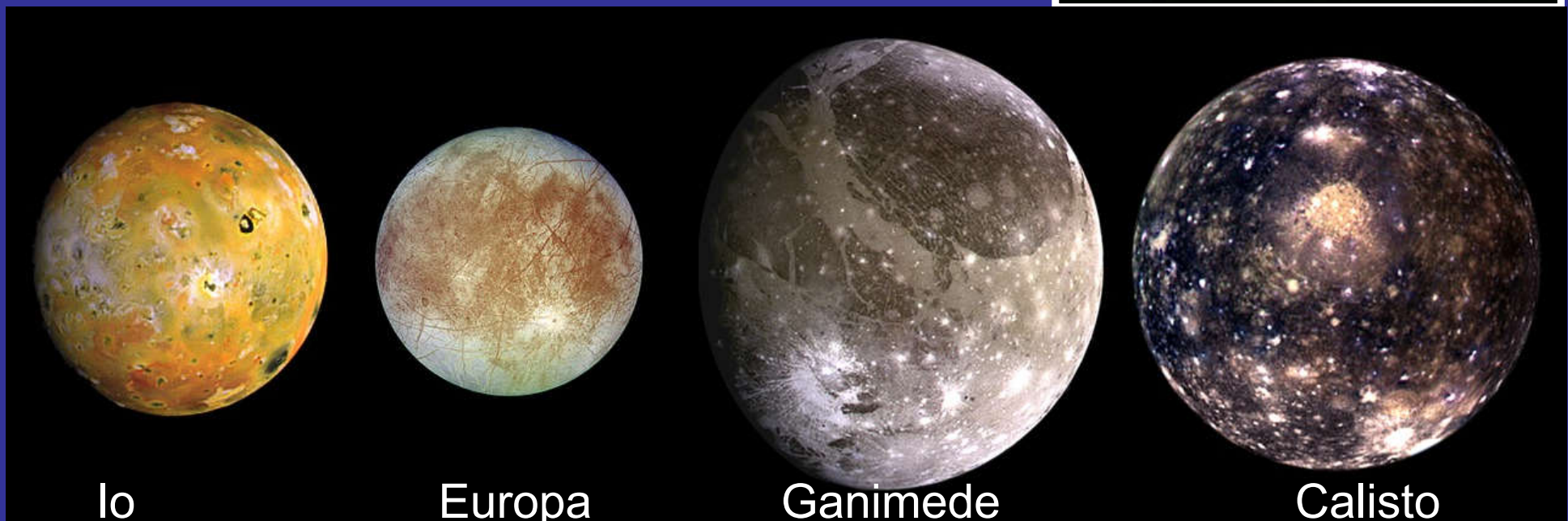


La Terra dista dalla Luna solo 380 mila km (364-404 mila km),
cioè appena 10 lunghezze della sua circonferenza.
Si può dire, che Terra-Luna sono un sistema doppio (binario)

Observations Jovianæ
1610

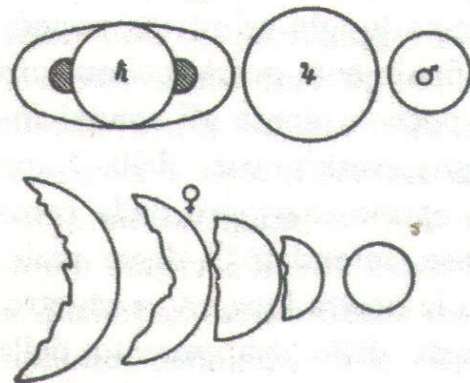
2. Jovis. mar. H. 12	○ **
30. mar.	** ○ *
2. Apr.	○ ** *
3. mar.	○ * *
3. Ho. 5.	* ○ *
7. mar.	* ○ **
6. mar.	** ○ *
8. mar. H. 13.	* * * ○
10. mar.	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. vesp.	* ○ *
13. mar.	* ** ○ *
14. Apr.	* * * ○ *

... Quin etiam impensius
amavit Ganymedem
puerum formosum, Trois
Regis filium, adeo etiam
assumptâ aquilæ figurâ,
illum humeris impositum, in
cœlum transportavit, prout
fabulantur poetæ... à me
vocatur... Tertius ob luminis
Majestatem Ganymedes...
[Io,] Europa, Ganimedes
puer, atque Calisto, lascivo
nimium perplacuer Jovi
[https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ganymede_(moon)).



Guardando i pianeti

per grandissimo. Quando noi abbiamo detto che il telescopio spoglia le stelle di quello irraggiamento, abbiamo voluto dire ch'egli opera intorno a loro in modo che ci fa vedere i lor corpi terminati e figurati come se fossero nudi e senza quello ostacolo che all'occhio semplice asconde la lor figura. È egli vero, signor Sarsi, che Saturno, Giove, Venere e Marte all'occhio libero non mostrano tra di loro una minima differenza di figura, e non molto di grandezza seco medesimi in diversi tempi? e che coll'occhiale si veggono, Saturno come appare nella presente figura, e Giove



e Marte in quel modo sempre, e Venere in tutte queste forme diverse? e, quel ch'è più meraviglioso, con simile diversità di grandezza? sì che cornicolata mostra il suo disco 40 volte maggiore che rotonda, e Marte 60 volte quando è perigeo che quando è apogeo, ancor che all'occhio libero non si mostri più che 4 o 5? Bisogna

che rispondiate di sì, perché queste son cose sensate ed eterne, sì che non si può sperare di poter per via di sillogismi dare ad intendere che la cosa passò altrimenti. Or, l'operare col tele-

Ori. * * ○ * * Occ.

erantque ambæ satis conspicuæ; reliquæ duæ Iovi erant vicinissimæ, et admodum exiguæ, præsertim orientalis, quæ a Iove distabat min. 0, sec. 40; occidentalis vero, min. 1. Hora vero quarta, Stellula, quæ Iovi erat proxima ex oriente, amplius non apparebat.

Die decimatertia, hora 0, min. 30, duæ Stellæ apparebant ab ortu,

Ori. * * ○ ** Occ.

duæ insuper ab occasu. Orientalis ac Iovi vicinior, satis perspicua, distabat ab eo min. 2; ab hac orientior, minus apparens, aberat min. 4. Ex occidentalibus, remotior a Iove, conspicua valde, ab eo dirimebatur min. 4; inter hanc et Iovem intercidebat Stellula exigua ac occidentaliori Stellæ vicinior, cum ab ea non magis abesset min. 0, sec. 30. Erant omnes in eadem recta secundum Eclipticæ longitudinem ad unguem.

Die decimaquinta (nam decimaquarta Cælum nubibus fuit obductum), hora prima, talis fuit astrorum positus:

Ori. * ** ○ Occ.

tres nempe erant orientales Stellæ, nulla vero cernebatur occidentalis: orientalis Iovi proxima distabat ab eo min. 0, sec. 50; sequens ab hac aberat min. 0, sec. 20, ab hac vero orientior min. 2; eratque reliquis maior; viciniores enim Iovi erant admodum exiguæ. Sed, hora proxime quinta, ex Stellis Iovi proximis una tantum cernebatur, a

Ori. * * ○ s Occ.

Iove distans min. 0, sec. 30; orientioris vero elongatio a Iove adaucta erat; fuit enim tunc min. 4. At, hora sexta, præter duas, ut modo dictum est, ab oriente constitutas, una versus occasum cernebatur Stellula, admodum exigua, a Iove remota min. 2.

Ori. * * ○ * Occ.

Giove e suoi quattro satelliti (pianeti Medicei, Galileo, 1610)



Io, Europa,
Ganimede,
Callisto.

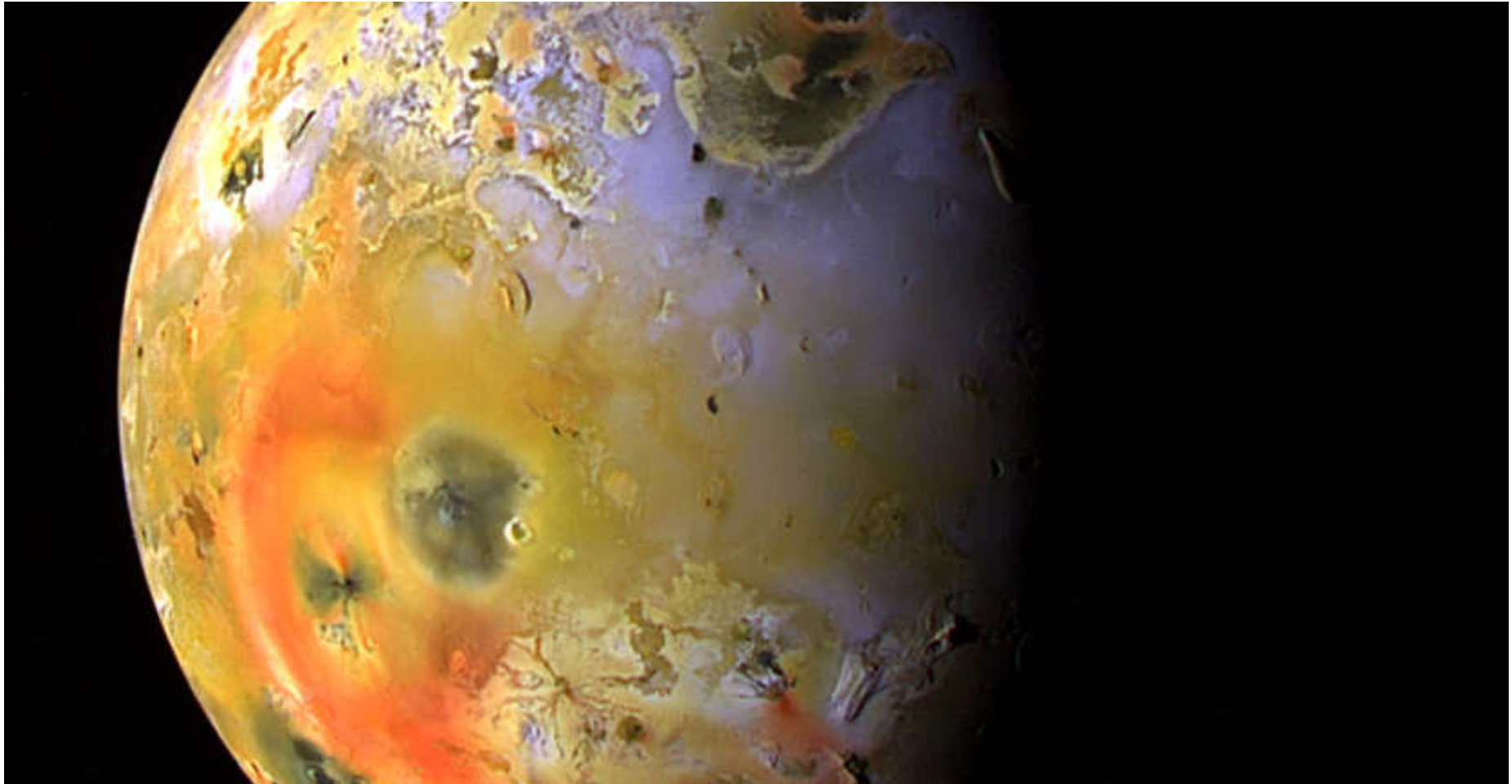
Perfettamente
allineati, sono
come un piccolo
sistema planetario,
che cambia ogni
notte

I periodi di rotazione sono in risonanza: 1:2:4: (10)

Il periodo di rotazione dell'Io è di 1,77 giorni.

Si possono vedere con un binocolo: a parte le righe spettrali
dell'elio (He) è il quadro più bello della Natura

Io: i geyser di km altezza di zolfo liquido



Il corpo (pianeta/ satellite) geologicamente più attivo nel Sistema Solare: 300 vulcani, geyser alti anche 500 km. Temperatura sulla superficie fino a 2000°C.

Profesor matematyki w Pizie (1610-)

- Cosimo II (1592-1621, Książę Toskanii) przejawiał zawsze duże zainteresowanie nauką i był przyjacielem i protektorem Galileusza: 5 czerwca 1610 r. ten pizański naukowiec został przywołany od ojczyzny, gdzie uzyskał katedrę na Uniwersytecie w Pizie, bez konieczności prowadzenia wykładów oraz został mianowany Filozofem i Matematykiem dworu. W tej okazji Galileusz pomyślał dobrze, by podziękować Wielkiemu Księciu dedykując mu (data publikacji 12.03.1610) mu „Gońca Gwiazdowego” i nazywając „gwiazdami medyceuszowymi” cztery satelity Jowisza, które to odkrył.
- W marcu 1616 roku, przy pierwszej próbie Inkwizycji potępienia naukowca, Cosimo II obronił swego znakomitego poddanego przed trybunałem rzymskim.
- (Młodszy brat Cosimo, Carlo Ferdinando 1595-1666, został w grudniu 1615 roku kardynałem)
- Cosimo II umiera w 1621 roku.
- Przenosząc się do Florencji, Galileo pozostawia swoją *convivente* Marinę Gamba (1570-1612), z którą miał trójkę dzieci. Córkę oddaje do klasztoru w Arcetri a syna zostawia z matką.
- Cosimo II mantenne sempre un grande interesse per la scienza e fu amico e protettore di Galileo Galilei: nel 1610 lo scienziato pisano fu richiamato in patria, dove ottenne una cattedra all'Università di Pisa, senza obbligo di lezioni e fu nominato Filosofo e Matematico di corte. In tale occasione, Galileo pensò bene di ringraziare il Granduca dedicandogli il "Sidereus Nuncius" e chiamando "*medicea sidera*" (astri medicei) i quattro satelliti di Giove da lui scoperti. Nel 1616, in occasione di un primo tentativo dell'Inquisizione di condannare lo scienziato, Cosimo II fu determinato nel sottrarre il celebre suddito alla giustizia romana.

Galileusz: izochronizm wahadła

Piękne średniowieczne zegary, nie były dokładne



<https://www.barcelo.com/guia-turismo/en/czech-republic/praga/things-to-do/astronomical-clock-prague/>

<https://www.gdansk.pl/download/2019-11/138309.jpg>

Musieliśmy czekać na wielkiego Galileusza

- On, prawdopodobnie znudzony lekcją na uniwersytecie (którego nigdy nie ukończył, ale kilka lat później powrócił do Pizy jako profesor matematyki na uniwersytecie) zauważył, że duże kandelabry zwisające z sufitu kołyszą się powoli.



Mierzając własnym biciem serca, zdał sobie sprawę, że okres tych oscylacji nie zależy od ich amplitudy. W ten sposób wynaleziono współczesny "zegar".

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Proviamo un piano inclinato un po' più grande...



Ascolta il filmato

A che distanza si trovano i campanelli? Uguali, vero?

Adesso *guardiamo* il filmato

Proviamo un piano inclinato un po' più grande...



Misuriamo le distanze



Distanze sono $1 : 3 : 5 : 7$ (scarpe), i.e. numeri dispari successivi

Questa è la legge scoperta da Galileo

«Il Saggiatore»

Galileo Galilei (1617)

Avanti di ogni altra cosa, bisogna considerare come il movimento de i gravi descendenti non è uniforme, ma partendosi dalla quiete vanno continuamente accelerandosi; effetto conosciuto ed osservato da tutti, fuor che dal prefato autore moderno, il quale, non parlando di accelerazione, lo fa equabile. Ma questa general cognizione è di niun profitto, quando non si sappia secondo quale proporzione sia fatto questo accrescimento di velocità, conclusione stata sino ai tempi nostri ignorata a tutti i filosofi, e primieramente ritrovata e dimostrata dall'Accademico, nostro comun amico:

«Il Saggiatore»

amico: il quale, in alcuni suoi scritti non ancora pubblicati, ma in confidenza mostrati a me e ad alcuni altri amici suoi, dimostra come l'accelerazione del moto retto de i gravi si fa secondo i numeri impari *ab unitate*, cioè che segnati quali e quanti si voglino tempi eguali, se nel primo tempo, partendosi il mobile dalla quiete averà passato un tale spazio, come per esempio, un canna, nel secondo tempo passerà tre canne, nel terzo cinque, nel quarto sette, e così conseguentemente secondo i succedenti numeri caffi, che in somma è l'istesso che il dire che gli spazii passati dal mobile, partendosi dalla quiete, hanno tra di loro proporzione duplicata di quella che hanno i tempi ne' quali i tali spazii son misurati, o vogliam dire che gli spazii passati son tra di loro come i quadrati de' tempi.

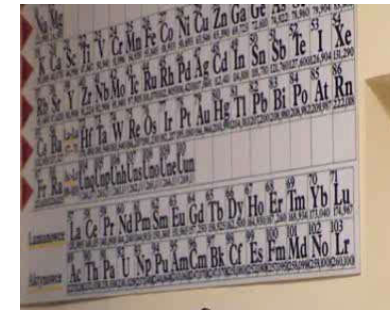
Numeri caffi successivi

$s = \frac{1}{2} at^2$ dove a è l'accelerazione

Science Center, Daejeon



Czy możemy rozpoznać ruch "absolutny"?



A standard periodic table of elements, showing chemical symbols and atomic numbers for elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og).



Principio di relatività

- «Rinserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti: siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vada versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca che sia posto a basso; e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animaletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza. [..]
- Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia mentre il vascello sta fermo non debbano succedere così: fate muovere la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur di moto uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti; né da alcuno di quelli potrete comprendere se la nave cammina, o pure sta ferma.»

Dialoghi sopra due massimi sistemi del mondo

«Ci allontaniamo dal porto, terre e città retrocedendo» (*Eneide*, III, 72)

Principio di relatività

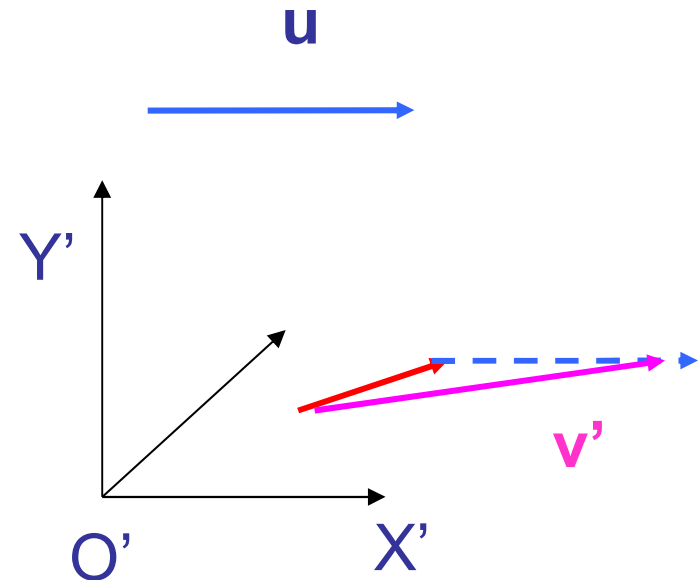
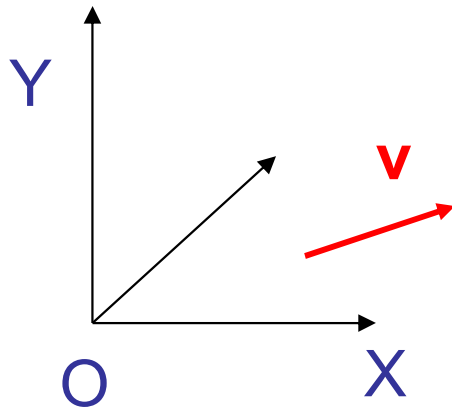
- "Zamknij się z przyjaciółmi w dużej kajucie pod pokładem jakiegoś dużego okrętu, i upewnij się, że są tam muchy, motyle i tym podobne latające owady: niech będzie tam też duże akwarium z wodą, a w nim kilka małych rybek; Na górze zawieś jakieś wiadro, za którego kropla po kropli będzie kapła woda do innego wazonu z wąskim otworem, pod tym wiadrem. A kiedy statek stoi, obserwuj pilnie, jak owady i rybki przemieszczają się we wszystkich kierunkach [..]
- Zauważ precyzyjnie, jak ta wszystkie zjawiska mają się, gdy statek jest nieruchomy; teraz, jeśli statek płynie po spokojnym morzu, nie rozpoznasz najmniejszej zmiany we wszystkich wymienionych skutkach; Nie będziesz też w stanie stwierdzić na podstawie żadnego z nich, czy statek się porusza, czy stoi w miejscu.

Dialoghi sopra due massimi sistemi del mondo, tłum. niedosłowne GK

«Ci allontaniamo dal porto, terre e città retrocedendo» (*Eneide*, III, 72)

Galileo's transformations

$$\mathbf{v}' = \mathbf{v} + \mathbf{u}$$



All (?) observers moving with constant velocity are equivalent

Maxwell's equations (~1865)



James Clerk Maxwell.

God said:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho / \epsilon_0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{I} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

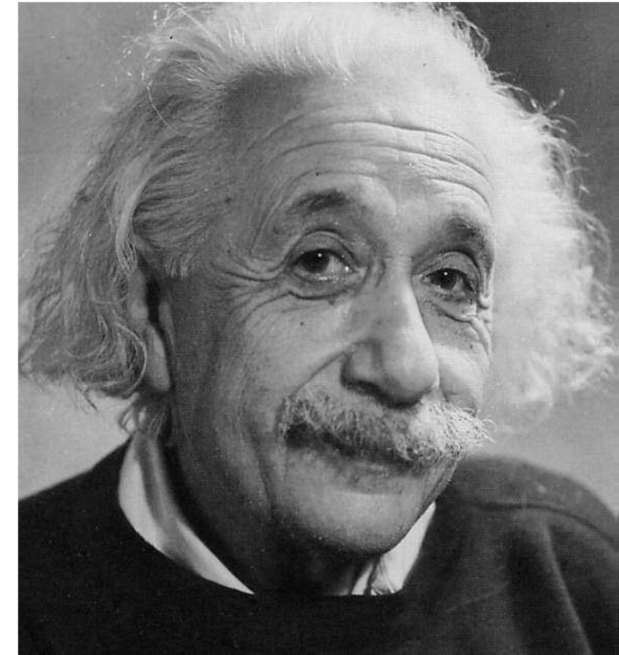
and there was light!

On electrodynamics of moving bodies (Albert Einstein, June 1905)

3. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper;* *von A. Einstein.*

Daß die Elektrodynamik Maxwells — wie dieselbe gegenwärtig aufgefaßt zu werden pflegt — in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z. B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Magneten und einem Leiter. Das beobachtbare Phänomen hängt hier nur ab von der Relativbewegung von Leiter und Magnet, während nach der üblichen Auffassung die beiden Fälle, daß der eine oder der andere dieser Körper der bewegte sei, streng voneinander zu trennen sind. Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches Feld von gewissem Energiewerte, welches an den Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dagegen im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber — Gleichheit der Relativbewegung bei den beiden ins Auge gefaßten Fällen vorausgesetzt — zu elektrischen Strömen von derselben Größe und demselben Verlaufe Veranlassung gibt, wie im ersten Falle die elektrischen Kräfte.

Beispiele ähnlicher Art, sowie die mißlungenen Versuche, eine Bewegung der Erde relativ zum Lichtmedium...



How Maxwell's law
transform in a moving
reference frame?

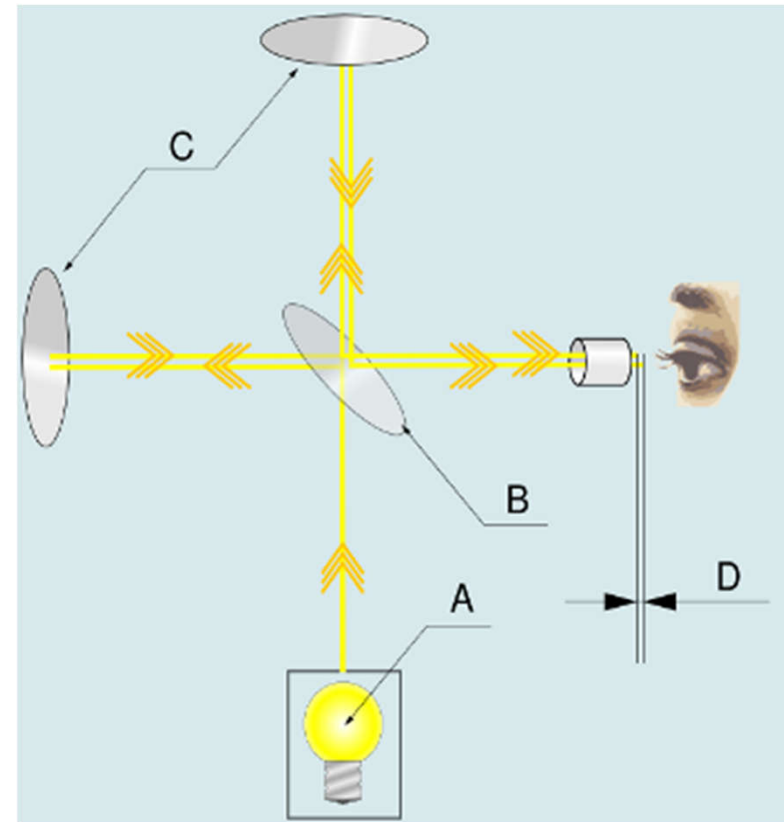
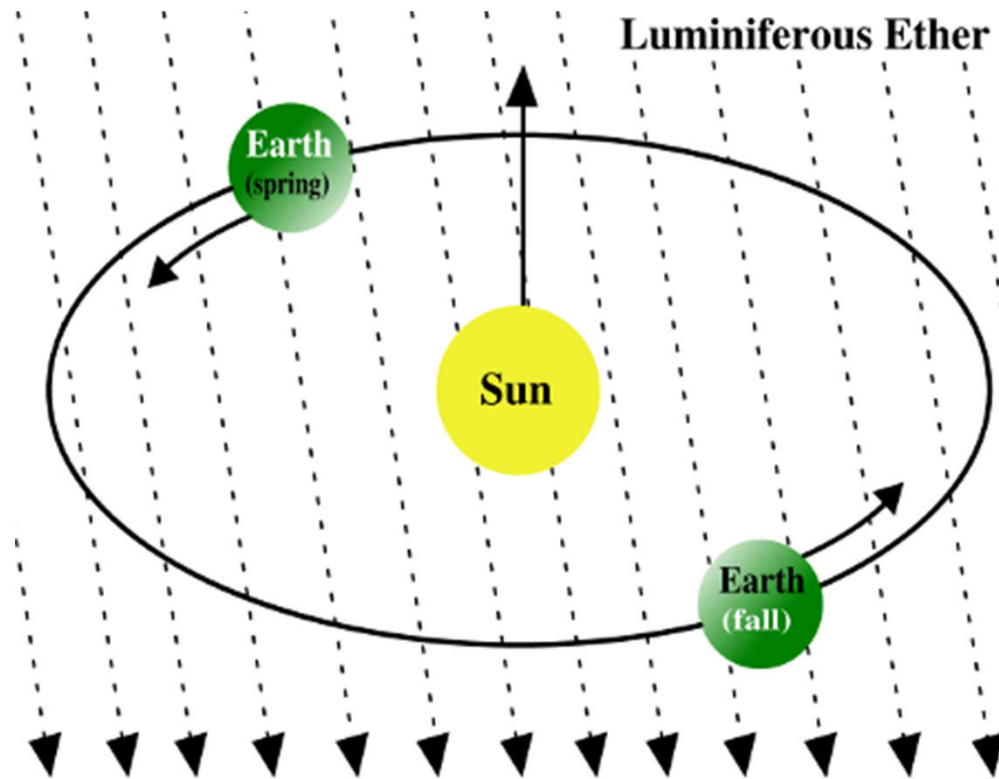
Abraham Michelson – experiment on motion of Earth (Potsdam, 1881)



Born in Strzelno (50 km from Toruń) in 1852,
moved with parents to USA when he was 3 yrs old.

First American Nobel Prize (1907)

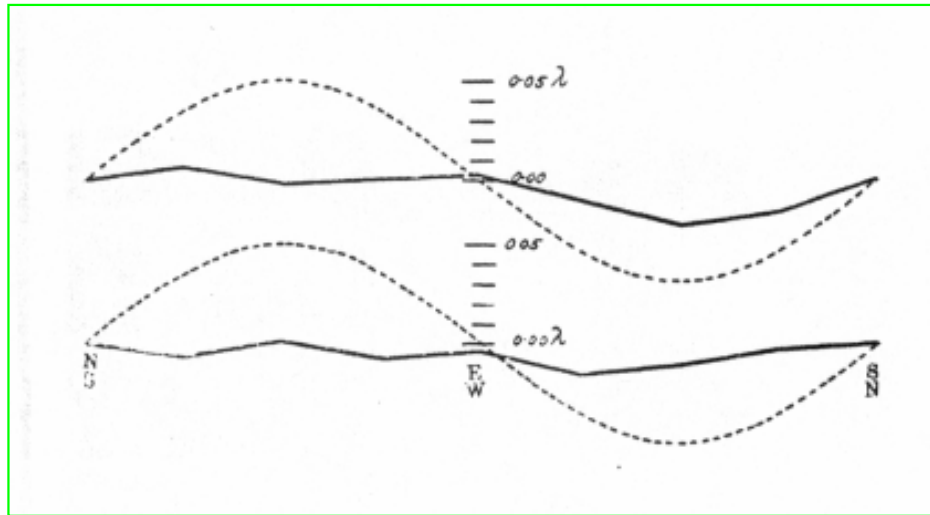
Abraham Michelson – how velocity of Earth changes in one year ?



Earth's velocity on orbit is 30 km/s. Velocity of light is 300 000 km/s.
We can measure this by *light interference*.

Abraham Michelson & Morley (1898 Cleveland):

Earth is not moving!



Result:

No orbit velocity, within 0.1 of expected values is measured

? Earth is not moving

? There is no ether

? There is something wrong with the velocity of light

Einstein, September 1905: „Does the mass of a body depend on its energy?”

- Velocity of light is constant, independently from rest or motion
- Velocity of light is the limit with which we can transport information

13. *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*
von A. Einstein.

Die Resultate einer jüngst in diesen Annalen von mir publizierten elektrodynamischen Untersuchung¹⁾ führen zu einer sehr interessanten Folgerung, die hier abgeleitet werden soll.

Unter Vernachlässigung von Größen vierter und höherer Ordnung können wir setzen:

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{V^2} \frac{v^2}{2}.$$

$$E=mc^2$$

Aus dieser Gleichung folgt unmittelbar:

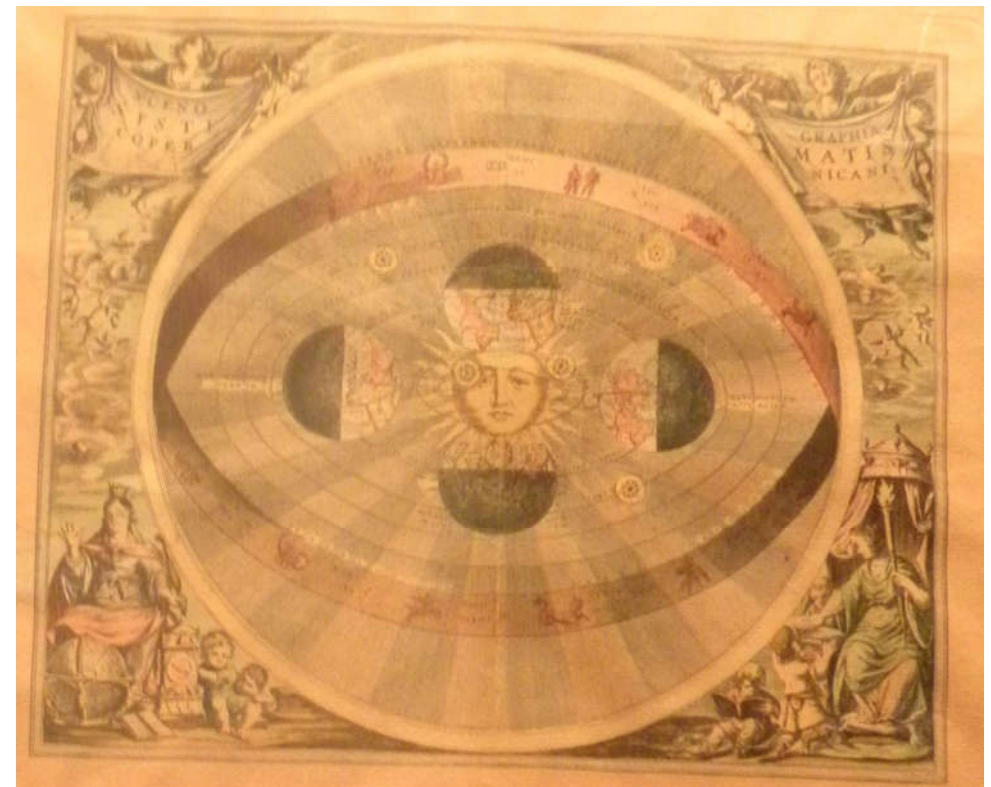
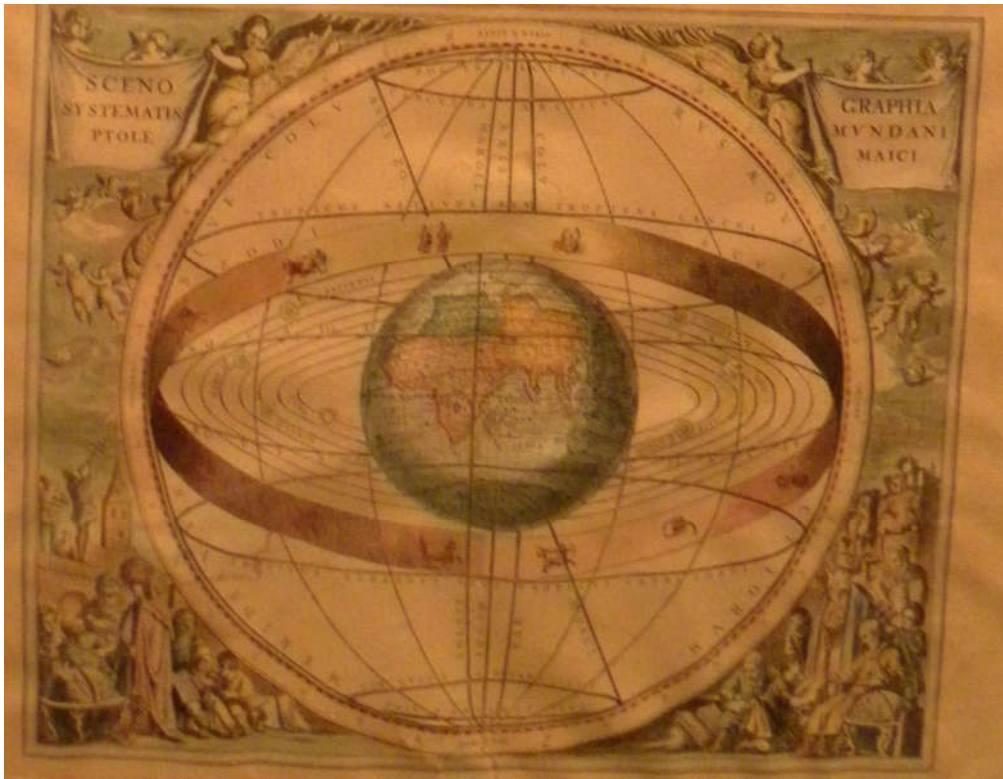
Gibt ein Körper die Energie L in Form von Strahlung ab, so verkleinert sich seine Masse um L/V^2 . Hierbei ist es

(Eingegangen 27. September 1905.)

Dialogo su due massimi sistemi del mondo, di Tolomeo e Copernico



<https://dribbble.com/shots/5780069-Doodle-for-Nicolaus-Copernicus>



Kopia ryciny z XVII w.: dwa systemy były nadal dyskutowane
Castello Brianza, 17.06.2011, photo Maria Karwasz

„Zbierają się chmury” (1614-1616)

- 29 marca 1611 Galileo udaje się do Jezuitów w Rzymie, aby potwierdzić odkrycie satelitów (w które to powątpiewał nawet Kepler).
- Ale już 19 kwietnia, w Rzymie, kardynał Bellarmino zleca zbadanie „w jaki sposób pojedyncze odkrycia naukowe mogą wpłynąć na ogólną koncepcję świata, a przez to na święte zasady tradycyjnej teologii”
- 1612-1615 Galileusz wysyła 4 listy broniące teorii kopernikańskiej.
- 21.12.1614 dominikanin Caccini atakuje w kazaniu Galileusza.
- 7.02.1615 jeden z prywatnych listów Galileusza, „przypadkowo” zostaje przesłany z zakonu we Florencji do prefekta Kongregacji Indeksu
- 20.02.1615 Caccini udaje się do Rzymu, „zeznawać” w sprawie Galileusza
- Karmelitanin Foscarini z Neapolu pisze rozprawę w obronie Galileusza. Rok później zostaje na krótko uwięziony a publikacja rozprawy zakazana.
- 25.11.1615 Inkwizycja zaczyna analizować „List o plamach na Słońcu”.
- Galileusz udaje się do Rzymu, za poparciem księcia Cosimo; ambasador Toskanii w Rzymie pisze, że „nie był to dobry pomysł”
- 25.02.1616 na polecenie Papieża Pawła V kardynał Bellarmino (sędzia w procesie Bruno) wzywa Galileusza i ostrzega, aby porzucił idee, że 1) Ziemia krąży dookoła Słońca, 2) że Ziemia nie jest środkiem świata.
- Jednocześnie, 5.03.1616 *De Revolutionibus* zostaje zakazane, „do poprawienia”
© tej części Piotr Roszak
- Tym bardziej, że najnowszy model, znakomitego astronoma, precyzyjnego obserwatora, Duńczyka Tycho Brahe (1605), był **geocentryczny (!)**

Reakcje świata na poglądy Galileusza

- W kontekście propagowania kopernikanizmu, w imieniu papieża Pawła V, Robert Belarmin upomina Galileusza, aby nie publikował na ten temat. **Galileusz się zgadza i rzeczywiście wiele lat nie publikuje. Dopiero, gdy złamie to zobowiązanie, zostanie przeprowadzony proces w 1633 roku.**
- Dokument z rozmowy między Belarminem a Galileuszem nie jest podpisany....
- Dla porównania:
- Najżywiej protestujące i domagające się kary wobec naukowca za jego sprzeciw wobec Arystotelesa i Ptolomeusza było środowisko akademickie, uniwersyteckie. W 1624 roku parlament paryski **podarł** tezy zwolenników Galileusza, a ich autorów wygnał ze stolicy Francji. Zabronił też nauczania takich treści **pod karą śmierci**. Sam Kartezjusz głośno sprzeciwiał się temu systemowi.

Proces z 1633 roku

- Papieżem zostaje Urban VIII, przychylny Galileuszowi (poświęcił mu poemat)
- 1624 Galileusz udaje się do Papieża, aby uzyskać zgodę na tezy kopernikańskie, ale na sześciu prywatnych audiencjach nie uzyskuje jednoznacznej deklaracji
- W tym samym roku zaczyna pisać „Dialog o dwóch największych systemach”
- Z powodów rodzinnych praca posuwa się powoli; syn kończy prawo i żeni się, Galileo na prośbę córki wynajmuje willę w Arcetri, w pobliżu jej zakonu
- „Dialog” zostaje wydrukowany w 1632 roku, po Imprimatur, we Florencji; natychmiast wzbudza wielkie zainteresowanie
- Ale latem, w Rzymie zaczynają się „podszepty”; Papież stwierdza, że Galileusz wprowadził go w błąd: jego argumenty, że system heliocentryczny to tylko hipoteza, Galileusz umieścił na końcu, w ustach Simpliciusa.
- 1633 to kulminacja wojny trzydziestoletniej (1618-1648)
- 12.04.1633 zaczyna się proces, w siedzibie Inkwizycji. Dominikanin, Vincenzo Maculano pokazuje dokument z 1616 roku, na którym jednak nie ma żadnego podpisu. Galileo twierdzi, że go nigdy nie otrzymał, później że nie zrozumiał zakazu
- Zagrożony torturami, odwołuje tezy kopernikańskie (22.6.1633)
- Dekret nie jest podpisany przez Papieża, ale jedynie przez 7 z 10 obecnych kardynałów

„Proces Galileusza”

In the 1633 trial of Galileo Galilei, two worlds come into cosmic conflict. Galileo's world of science and humanism collides with the world of Scholasticism and absolutism that held power in the Catholic Church. The result is a tragedy that marks both the end of Galileo's liberty and the end of the Italian Renaissance. [...]

„As a salutary penance we impose on you to recite the seven penitential psalms once a week for the next three years.”

In late 1633, Galileo received permission to move into his own small farmhouse in Arcetri, where he would grow blind and, in 1642, die.

W procesie Galileusza z 1633 dwa światy weszły w kosmiczny konflikt. Świat Galileusza – nauki i humanizmu zderza się ze światem Scholastyki i absolutyzmu, który dzierżył władzę w Kościele Katolickim. Wynikiem jest tragedia, która oznacza tak koniec wolności Galileusza jak i koniec Włoskiego Renesansu.

„Jako uzdrawiającą pokutę nakazujemy odmawianie siedmiu psalmów pokutnych raz w tygodniu przez trzy lata”.

Pod koniec 1633 roku Galileusz otrzymał zezwolenie na przeniesienie się do swej małej posiadłości w Arcetri, gdzie stopniowo oślepił [wskutek patrzenia na Słońce przez lunetę], i w 1642 roku zmarł.

Doug Linder, University of Missouri, Kansas City

<http://law2.umkc.edu/Faculty/projects/ftrials/galileo/galileoaccount.html>

„Wyrok”

- Galileusz zostaje skazany na więzienie, w warunkach „do decyzji naszej”
- Pierwsze pięć miesięcy spędza w rezydencji ambasadora Toskanii, Villa Medici
- Później przenosi się do Sieny, do domu arcybiskupa. Po anonimowym donosie, zostaje przeniesiony do swej willi w Arcetri (dziś Obserwatorium Astronomiczne)
- Uzgodniono, że psalmy pokutne będzie odmawiać, w zastępstwie, córka Galileusza w klasztorze.
- W 1638 GG publikuje w Niderlandach dialog, w którym stwarza podwaliny nowoczesnej fizyki – statyki, dynamiki, teorii atomowej, ruchu wahadła, spadku swobodnego: „w próżni wszystkie ciała spadają z tą samą prędkością”.
- Zweryfikowała to dopiero załoga Apollo 15, w 1970 roku, na Księżycu
- Galileo umiera w Arcetri, niewidomy z powodu wieloletnich obserwacji Słońca
- Mimo legendy o słowach *E pur si muove*, wyrok z 1633 powstrzymał rozpowszechnienie się metody Galileusza: sprawdzania hipotez i uczenia myślenia

Św. Jan Paweł II, w 1998 przeprasza za „sprawę Galileusza”

Galileusz i Kościół

- - Galileusz nie umiera na stosie, lecz śmiercią naturalną we własnym domu, **8 stycznia 1642**, do końca prowadząc badania naukowe. Nie został nigdy skazany na śmierć.
- - Według ogólnych ówczesnych norm, w czasie procesu powinien był przebywać w więzieniu – Galileusz mieszkał w Rzymie, w Palazzo Firenze niedaleko Piazza Navona, u ambasadora Toskanii. W trakcie procesu przeniósł się na kilka dni do budynku Inkwizycji, ale zajął cele duchownych.
- Po zakończeniu procesu przeniósł się do Villa Medici, jednej z najlepszych w Rzymie, z pięknymi ogrodami, potem do Sieny i do swojego domu, w okolicach Florencji.

Pismo Święte a odkrycia naukowe

- „Twierdzę, że jeśli znalazłby się prawdziwy dowód, iż Słońce jest w centrum świata [...] i nie obraca się wokół Ziemi, ale Ziemia wokół słońca, wówczas będzie konieczne zająć się, z wielką roztropnością, wyjaśnianiem tych fragmentów Pisma Świętego, które wydawałyby się z tym sprzeczne. I musielibyśmy raczej stwierdzić, że nie zrozumieliśmy tych fragmentów niż za fałsz uważać to, co zostało dowiedzione”
- /Robert Bellarmino, *List do Foscariniego*/
- *Scientia est nobilissima perfectio*
 - /Tomasz z Akwinu/



Nauka a religia

GG: „jak uważa osoba niezwykle wysokiego prestiżu [kardynał Cesare Baronio], zamierzeniem Ducha Świętego jest nauczanie nas, jak się kierować do nieba [come si vada al cielo] a nie jak krąży niebo [e non come vada il cielo]”.

- Z tego twierdzenia wynika Galileuszaowa wizja, według której istnieją dwa źródła wiedzy („księgi”), które są w stanie pokazać tę samą prawdę, pochodzącą od Boga. Pierwszym jest *Biblia*, zapisana w języku zrozumiałym dla *ludu*, dla której wartością zasadniczą jest zbawienie i odkupienie duszy i z tego też powodu wymaga ona bardzo ostrożnej interpretacji w odniesieniu do opisu zjawisk naturalnych, które w niej się znalazły.

- Drugim jest „ta wielka księga, która bez przerwy pozostaje otwarta przed naszymi oczyma (ja mówię Wszechświat), [...] zapisana językiem matematyki”, którą należy odczytywać za pomocą racjonalności naukowej i która nie następuje po tej pierwszej, ale dla właściwej interpretacji, musi być studiowana za pomocą narzędzi, w które ten sam Bóg z Biblii nas wyposażył: zmysły, dyskusja i intelekt.

- „W dyskusji problemów przyrodniczych nie powinno się zaczynać od tematów Pisma, ale od sensownych eksperymentów i niezbędnych dowodów - wychodząc w równej mierze ze Słowa Bożego w Piśmie Świętym i z przyrody, pierwszego zapisanego pod dyktando Ducha Świętego, drugiej zaś będącej ważną wykonawczynią rozkazów Boga

[\[Lettera a Madama Cristina di Lorena granduchessa di Toscana\]](#)

Nauka a religia (GG)

Mając więc na uwadze, że Pismo w wielu miejscach jest nie tylko pojemne ale również że koniecznie potrzebuje wyjaśnień różniących się od pozornego znaczenia słów, wydaje mi się, że w dyskusjach na temat przyrody powinno ono zostać odłożone na sam koniec: ponieważ pochodząc w równej mierze ze Słowa bożego i Święte Pismo i przyroda – pierwsze dyktowane przez Ducha Świętego a druga jako najposłuszniesza wykonawczyni zarządzeń Boga; i zawarte też w Piśmie, dla zapewnienia powszechnego jego zrozumienia, różne i wielorakie kwestie, tak w układzie i dodatkowo w znaczeniu słów, odmienne od prawdy absolutnej; ale przy ich spotkaniu, przyroda jako niezmienna, bezlitosna i za nic mająca czy jej ukryte prawa i sposoby działania są czy nie są zrozumiałe dla ludzkich umiejętności, i z tego powodu nie wychodzi ona nigdy poza prawa, które jej zostały nadane; wydaje się że zjawiska naturalne, które stawia przed naszymi oczyma albo doświadczenie zmysłowe albo przeprowadzone dowody, nie mogą w żadnej mierze i w żaden sposób zostać podane w wątpliwość z powodów, że Pismo używa pozornie innych słów, gdyż nie każde stwierdzenie Pisma jest przypisane do praw tak surowych w każdym swym efekcie jak przyroda. Co więcej, jeśli jedynie z tego powodu by dostosować się do umiejętności ludów nieokrzesanych i niezdyscyplinowanych, Pismo nie unika wyjawienia swych zasadniczych dogmatów, przypisując nawet samemu Bogu warunki odległe i przeciwne jego istnieniu, któż zechce twierdząc utrzymywać, że ono pozostawione z takim poważaniem mówiąc o Ziemi lub Słońcu lub jakimkolwiek innym stworzeniu, wybrałoby ograniczenie się z całą surowością do granic i ścisłych znaczeń słów? i mądrości wygłaszanych przez te stworzenia tak dalekie od zasadniczego znaczenia owych Świętych Pism, co więcej takich, że powiedziane i podjęte jako prawda naga i odkryta, szybko zaszkodziłyby pierwotnej intencji, czyniąc ją podatną na argumentacje szkodliwe dla zdrowia.

Galileo, *Opere*, tłum. GK

Nauka a religia (jeszcze raz)

Mając to na uwadze, i będąc co więcej głosicielem, że dwie prawdy nie mogą nigdy sobie przeczyć, jest zadaniem mądrych interpretatorów trud znalezienia prawdziwych znaczeń świętych słów, zgodnych z tymi wnioskami przyrodniczymi, o których świadczą zmysły lub niezbędne rozumowania, i które pozostają pewne i jasne. [...]

List do Ks. Benedykta Castelli z Pizy (21.12.1613); w: I classici del pensiero italiano, Biblioteca Treccani, 2006, str. 594-5, tłumaczenie GK

Galileusz używa narracji bardzo skomplikowanej. Próbując rozbić jego długie zdania na krótsze punkty, znajdujemy bardzo ważne stwierdzenia:

- i Pismo Święte zostało podyktowane przez Ducha Świętego i cała przyroda jest wierną wykonawczynią Słowa Boga
- słowa zawarte w Piśmie Świętym mają być powszechnie zrozumiałe, a przez to każdorazowo podlegają interpretacji, a prawa przyrody są bezwzględne i nieprzekraczalne: niezależnie jak to interpretujemy, rzucony kamień spadnie a nie uniesie się w kosmos [GK]
- poznajemy przyrodę [Galileusz nie personifikuje przyrody, pisze ją przez małe „p”] albo przez naoczne doświadczenie albo przez rozumowanie
- interpretacja Pisma Świętego inna niż niezmiennie prawa przyrody świadczy nie na niekorzyść praw przyrody ani Pisma Świętego, ale na niekorzyść *interpretującego*.

Reasumując, Galileusz pisze to, co czterysta lat później w jednym zdaniu zawarł Św. Jan Paweł II: wiara i rozum to dwa skrzydła, na których dusza ludzka wznosi się ku poznaniu Boga. (GK)

Thomas More (1478-1535)

- **Tomasz Morus** był uznanym w całej Europie wybitnym humanistą.
- **Tomasz More** (*Thomas More*, lub **Morus** (ur. 7 lutego 1478 w Londynie, zm. 6 lipca 1535 tamże) – angielski myśliciel, pisarz i polityk, członek Izby Lordów i kanclerz królewski, tercjarz franciszkański (OFS), męczennik chrześcijański czczony przez anglikanów, święty Kościoła katolickiego.
- Od 1517, już po śmierci Henryka VII (zm. 1509), Tomasz powrócił do działalności publicznej - był dyplomatą i doradcą królewskim Henryka VIII. Otrzymał tytuł szlachecki i został członkiem Izby Lordów. W 1520 był jej skarbnikiem a w 1523 przewodniczącym. W latach 1529–1532 był **kanclerzem Anglii**.
- Podobnie jak przysięga supremacji, obowiązywała ona nie wszystkich obywateli, tylko tych, których specjalnie zawezwano, to znaczy piastujących urzędy państwowe oraz podejrzanych o zdradę. W kwietniu 1535 roku More został poproszony o złożenie tej przysięgi, a kiedy odmówił, uwięziono go w Tower of London, gdzie nadal pisał. Konsekwentnie milczał, co zgodnie z prawem uważane było za zgodę bez krzywoprzysięstwa.
- Został osądzony, skazany i **ścięty** na Tower Hill w dniu 6 lipca. Ostatnie jego słowa to „Umieram jako dobry sługa króla, ale przede wszystkim sługa Boga”. Jego głowa była zatknięta na Moście Londyńskim przez miesiąc, potem odzyskała ją jego córka.

Reasumując,

- Praca Kopernika, pierwszy traktat doświadczalno-teoretyczny nowoczesnej nauki, wydrukowana w 200 egzemplarzach, przeszła niezauważona. Tycho Brahe sformułował wręcz inny, hybrydowy model, z Ziemią nieruchomą.
- Dopiero Dialog Galileusza, pisany w *volgare*, jak nazywano wówczas włoski, wzbudził protesty. Nawet wśród naukowców (jak Kartezjusz)
- Głównym powodem niechęci do Galileusza (ze strony środowisk w Pizie i Florencji) były jego niestandardowe zachowania, głównie akademickie. Jak napisał angielski autor (zob. Literaturę): „A troublesome genius”
- W Padwie również Galileusz działał „niestandardowo”: dożowie weneccy płacili licencję za każdorazowe użycie lunety (którą wynaleziono również w Holandii...)
- Kiedy więc wydajemy sąd o zdarzeniach, warto poznać cały kon-tekst.
- Warto też zajrzeć do tekstów oryginalnych, a nie cudzych opinii o tych tekstach
- Te oryginalne teksty trzeba odczytać w całej zaszłości tego, co z nich wynikło i/lub co mimo nich wynikło
- **I Kopernik i Galileusz uważali Pismo Święte i Naturę za dwa komplementarne sposoby na naszą wiedzę o świecie**
- Galileusz, wręcz, nazywa „naturę najposłusznieszą wykonawczynią rozkazów Pana Boga”: prawa fizyki są, rzeczywiście, wszechobowiązujące i niezmiennie
- Określone „opcje” polityczne potrzebują argumentów na własne poparcie: nie ma lepszego sposobu niż oczernianie przeciwników

E. M. Rogers: najistotniejszy wkład Galileusza

„Najistotniejszy wkład Galileusza do nowej fizyki to przede wszystkim zmiana metody badań. Odnowił on postawę naukową reprezentowaną przez Pitagorasa i Archimedesesa: *wiedza płynąca z doświadczenia powinna być uporządkowana za pomocą abstrakcyjnych pojęć matematyki.*” [...]

Galileusz zapoczątkował również zmianę poglądów w astronomii, dowodząc bezpodstawności rozdzielania nauki ziemskiej od spraw niebieskich.

Rozważania matematyczne mógł Galileusz zastosować tylko do wielkości, które podlegają określonym pomiarom. Nadał więc szczególne znaczenie „jakościom pierwotnym” materii, takim jak długość, objętość, prędkość, siła, a usunął z zakresu zainteresowań nauki własności subiektywne, jak barwa, smak, zapach i tony muzyczne, które jak utrzymywał, znikają w nieobecności obserwatora. Szekspir tak pisał w Kupcu Weneckim:

Dla obojętnych, roztargnionych uszu
wrona tak słodko jak skowronek śpiewa....

W ten sposób Galileusz spowodował zwrot badań naukowych ku analizie matematycznej (i tą drogą poszedł Newton); w filozofii przyczynił się do całkowitego oddzielenia materii od spraw umysłu (co rozwijał dalej Descartes).”

E.M. Rogers, t. II, str. 164-166.

G. Parisi: Na ramionach gigantów

„To Galileusz wymyślił najlepszy sposób badania natury: upraszczanie zjawisk. Stworzył teorię, w której tarcie zostało wyeliminowane. Warto zauważyć, że w świecie pozbawionym tarcia nie moglibyśmy ani chodzić (ślizgalibyśmy się), ani jeść (jedzenie zsuwałoby się ze sztućców). Świat Galileusz – od którego zaczęła się współczesna fizyka – jest zupełnie inny niż rzeczywisty; z upływem wieków dodawano nowe elementy, aby wreszcie stał się w miarę zadowalającym odbiciem dzisiejszego prawdziwego świata. Ten punkt widzenia dobrze oddaje piękny fragment listu Evangelisty Torricellego o ruchu ciał:

Nadzwyczaj mało obchodzi mnie, czy zasady doktryny *de motu* prawdziwe są, czy fałszywe. Albowiem jeśli nie są prawdziwe, będziemy udawać, że są prawdziwe, tak jak przypuszczaliśmy [...]

Wychodząc od umiejętności *redukowania* zjawisk fizycznych do spraw najważniejszych, naukowcy w ostatnich wiekach dokonali postępu w fizyce. Dzięki temu fizyka stała się tak potężna i bogata, że może ponownie wprowadzić do swoich modeli złożoność i nieporządek, które Galileusz musiał wykluczyć.

Taniec szpaków, str. 88.

Galileo Galilei

- Wprowadził metodę naukową: nie "metafizykę", ale uważną, skrupulatną, systematyczną i zaplanowaną obserwację przyrody.
- Obserwacja dokonana za pomocą prostych i powtarzalnych eksperymentów
- Uzupełnione rozumowaniem, które dąży do wyeliminowania czynników drugorzędnych (tj. staje się rozumowaniem abstrakcyjnym).
- W ten sposób Galileusz stworzył metodę, którą dziś chciały-by stosować wszystkie nauki, od biologii po psychologię.
- Wkrótce, wkrótce, opis słowny Galileusza został uzupełniony wzorami matematycznymi: "Przyrodę opisuje się matematyką„
- Ale najważniejsze jego stwierdzenie, to o dwóch sposobach, na jakie przemawia do nas Pan Bóg: przez Pismo Święte, zapisane pod dyktando Ducha Świętego, i poprzez Naturę, jako *najposłusznieszą wykonawczynię* rozkazów Boga.
- Tę ostatnią myśl znajdujemy, w różnych formach, i u Kanta, i u Einsteina - o Newtonie, Koperniku i Keplerze nie mówiąc...

Literatura

- Letteratura e vita civile. I Classi del pensiero italiano. 2. G. Galilei *Opere*, Biblioteca Treccani, 2006
- G. Galilei, *Dialogo dei Massimi Sistemi*, Oscar Mondadori, 2004
- Robert Corchio Orrit, *Galileo. Il metodo scientifico. La natura si scrive in formule*, RBA, Milano, 2012
- Flavia Marcacci, *Galileo. Una storia da osservare*. Lateran University Press, Città del Vaticano, 2015.
- Willam R. Shea, M. Artigas, *Galileo in Rome. The Rise and Fall of s Troublesome Genius*, Oxford University Press, 2003
- B. Pascal, *Dio o il mondo?*, Oscar Mondadori, 2008
- Peter Atkins, *Il dito di Galileo. Le dieci grandi idee della scienza*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2004