

1473-1543



Od Kopernika do Einsteina

dr Krzysztof Rochowicz

Katedra Dydaktyki Fizyki, UMK Toruń



Z Kopernikiem za pan brat ;)



Fizyka dla każdego

Czy Kopernik widział Merkurego?
Dr Krzysztof Rochowicz (UMK Toruń)

22.03.2016 00:00



Mikołaj Kopernik (Profimedia)

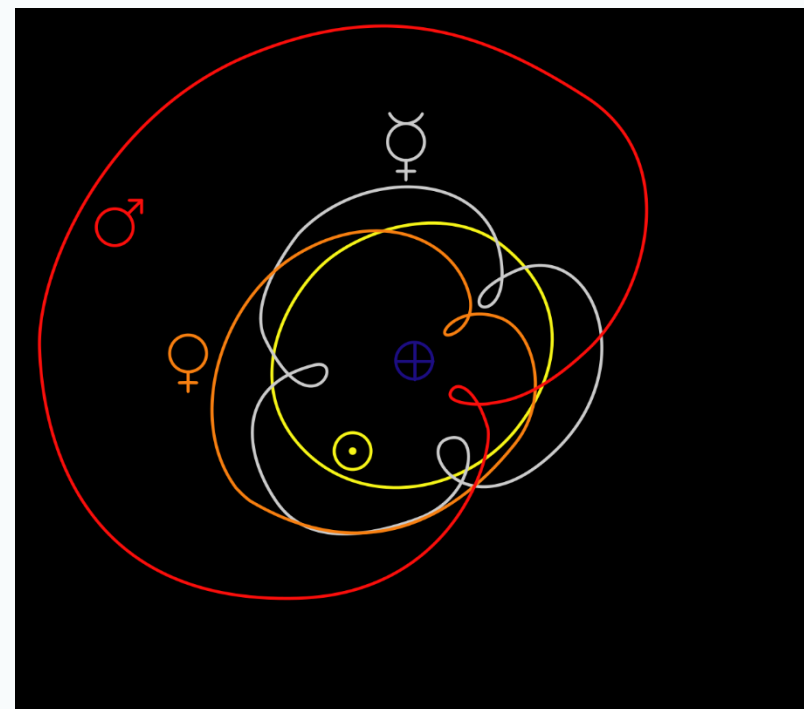
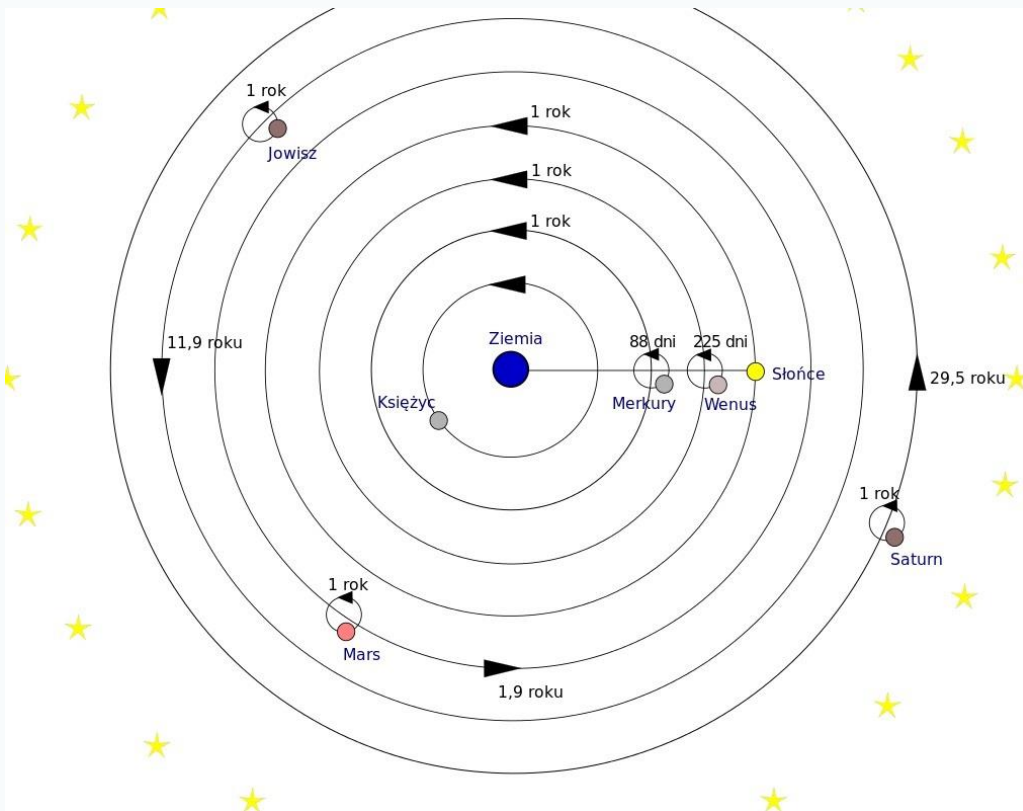
Cóż piękniejszego nad niebo...?



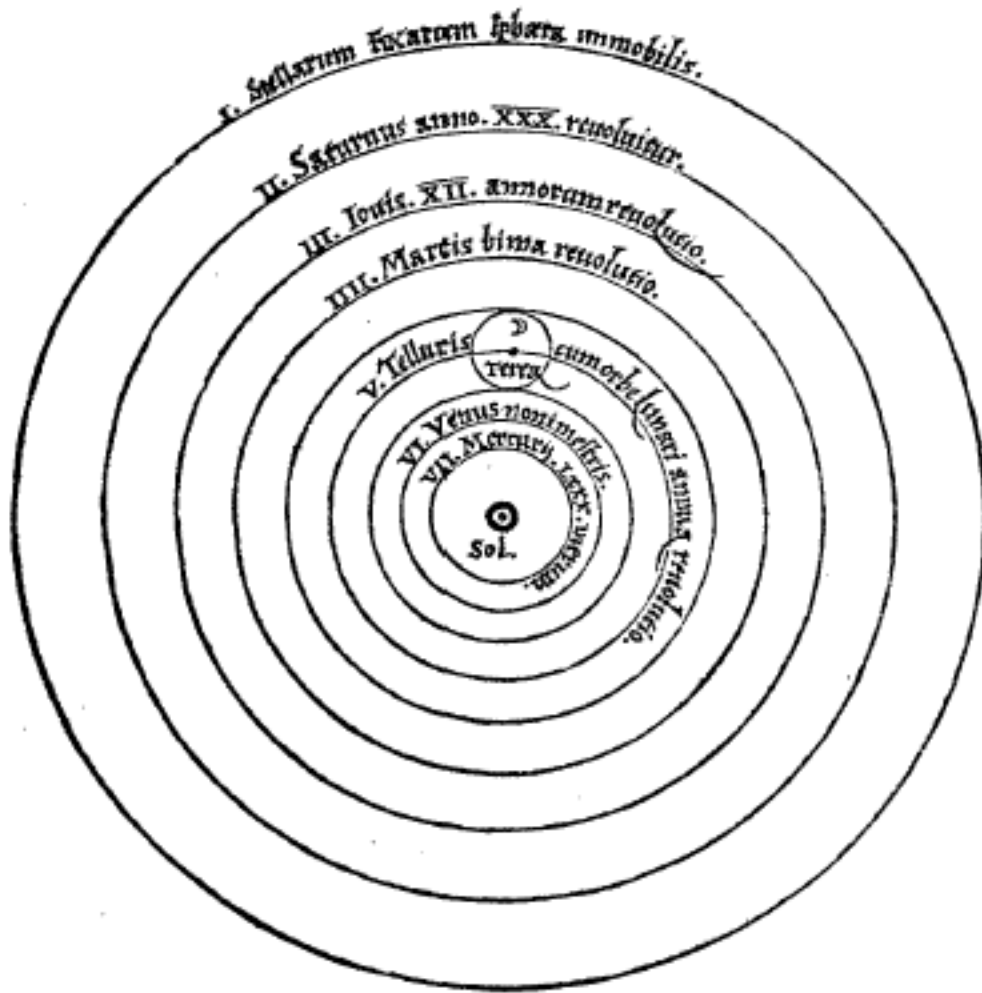
*Nicolaus Copernicus Thorunensis.
Terrae motor, Solis Caelique stator.
Rudolf Brohm*

Spośród licznych i różnorodnych sztuk i nauk, budzących w nas zamiętowanie, tym – według mego zdania – przede wszystkim poświęcać się należy, które obracają się w kręgu rzeczy najpiękniejszych i najbardziej godnych poznania. Takimi zaś są nauki, które zajmują się cudownymi obrotami we wszechświecie i biegami gwiazd, ich rozmiarami i odległościami, ich wschodem i zachodem oraz przyczynami wszystkich innych zjawisk na niebie, a w końcu wyjaśniają cały układ świata.

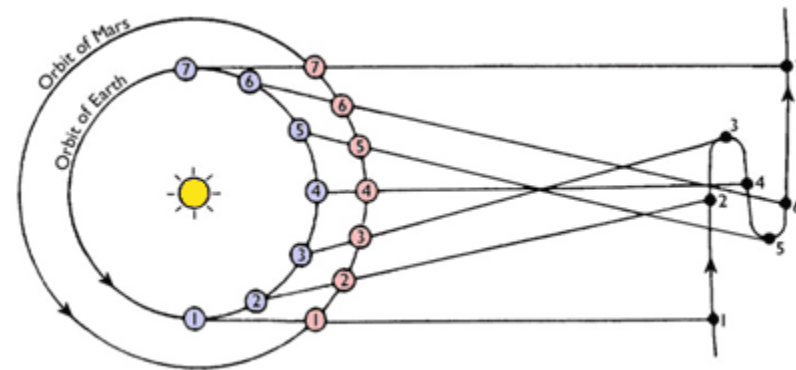
Układ geocentryczny



Układ heliocentryczny



- Słońce, 6 planet, sfera gwiazd (które się przesuwają??)
- Orbity są okręgami (ale konieczne były poprawki!)



Rewolucyjne znaczenie



- Ziemia nie zajmuje w kosmosie miejsca centralnego, jest jedną z planet
- A może jest ich więcej? (Giordano Bruno)
- Kopernik – prekursor nauki współczesnej (opartej na obserwacji)

Pierwsze obserwacje



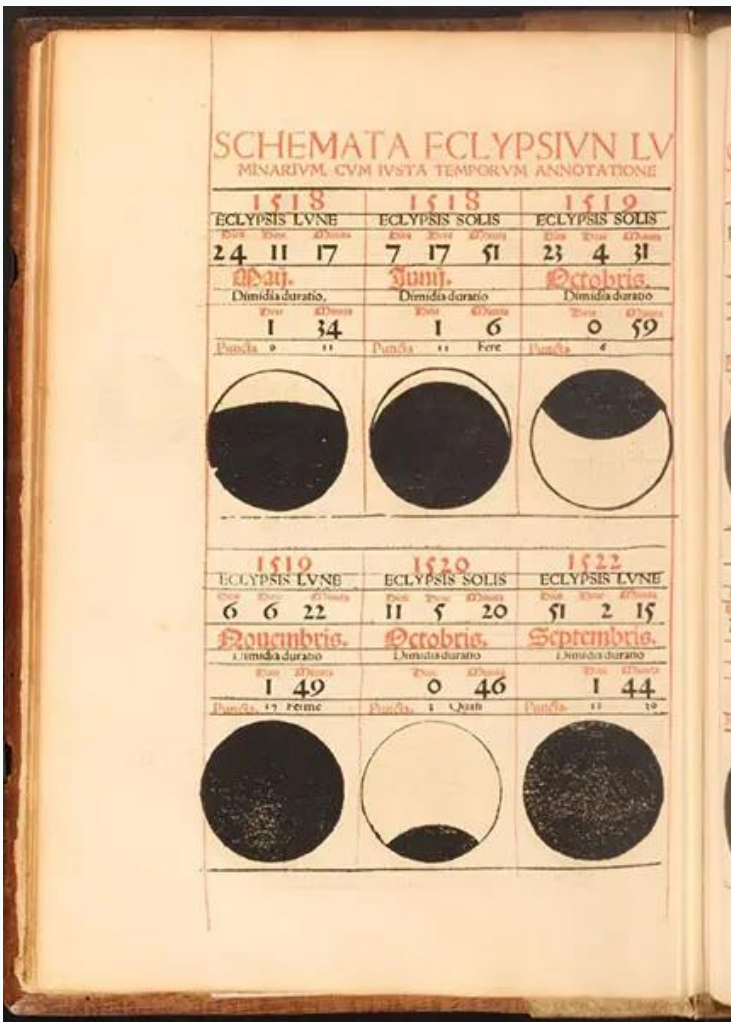
Zakrycie Aldebarana
9.03.1497

Kopernik jako obserwator

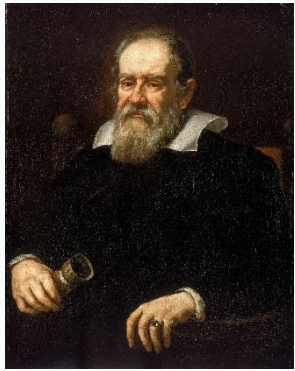


Wg Birkenmajera (1900) zachowały się 63 zapiski (15 Słońce, 12 Księżyc, 29 planety, 3 Kłos Panny, 3 wyznaczanie szerokości, 1 kometa 1533) – 51 z Warmii, 9 z Italii, 3 z Krakowa. Pozycja 5 to np. obserwacje nachylenia ekliptyki do równika w latach 1497-1500

Kopernik obserwator – c.d.



Stoffler (1518) – *Calendarium Romanum magnum* (Uppsala) –
odręczne notatki Kopernika;
15 zaćmień Słońca i Księżycy;
W Księdze III: ...przez częste,
od 30 lat prowadzone
obserwacje ustaliłem 23 stopnie
i 28 i dwie piąte prawie minuty
(nachylenie ekliptyki do równika)

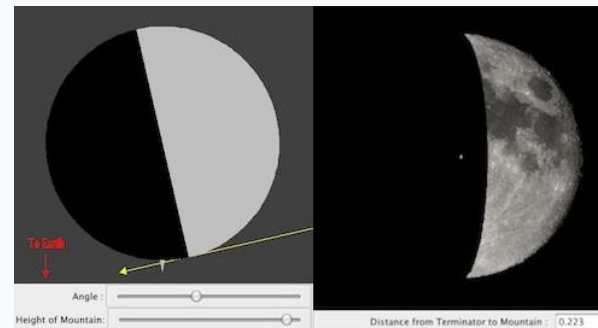


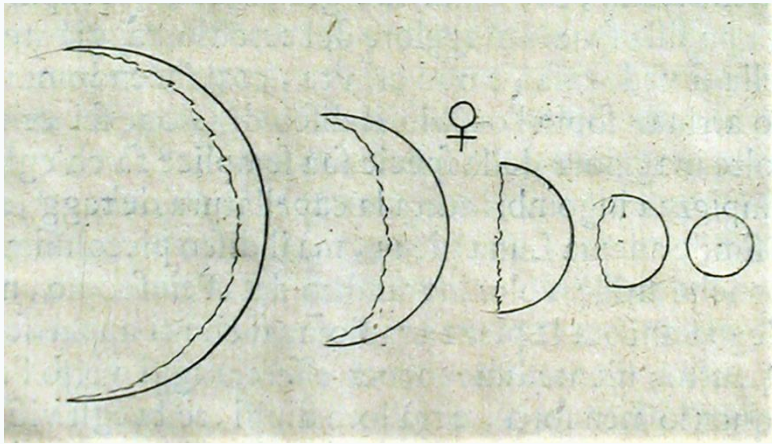
Galileusz i jego odkrycia

- Księżycyce okraczajace Jowisza
- Góry na Księżycu
- Plamy na Słońcu
- „Uszy” Saturna
- Dużo, dużo gwiazd...

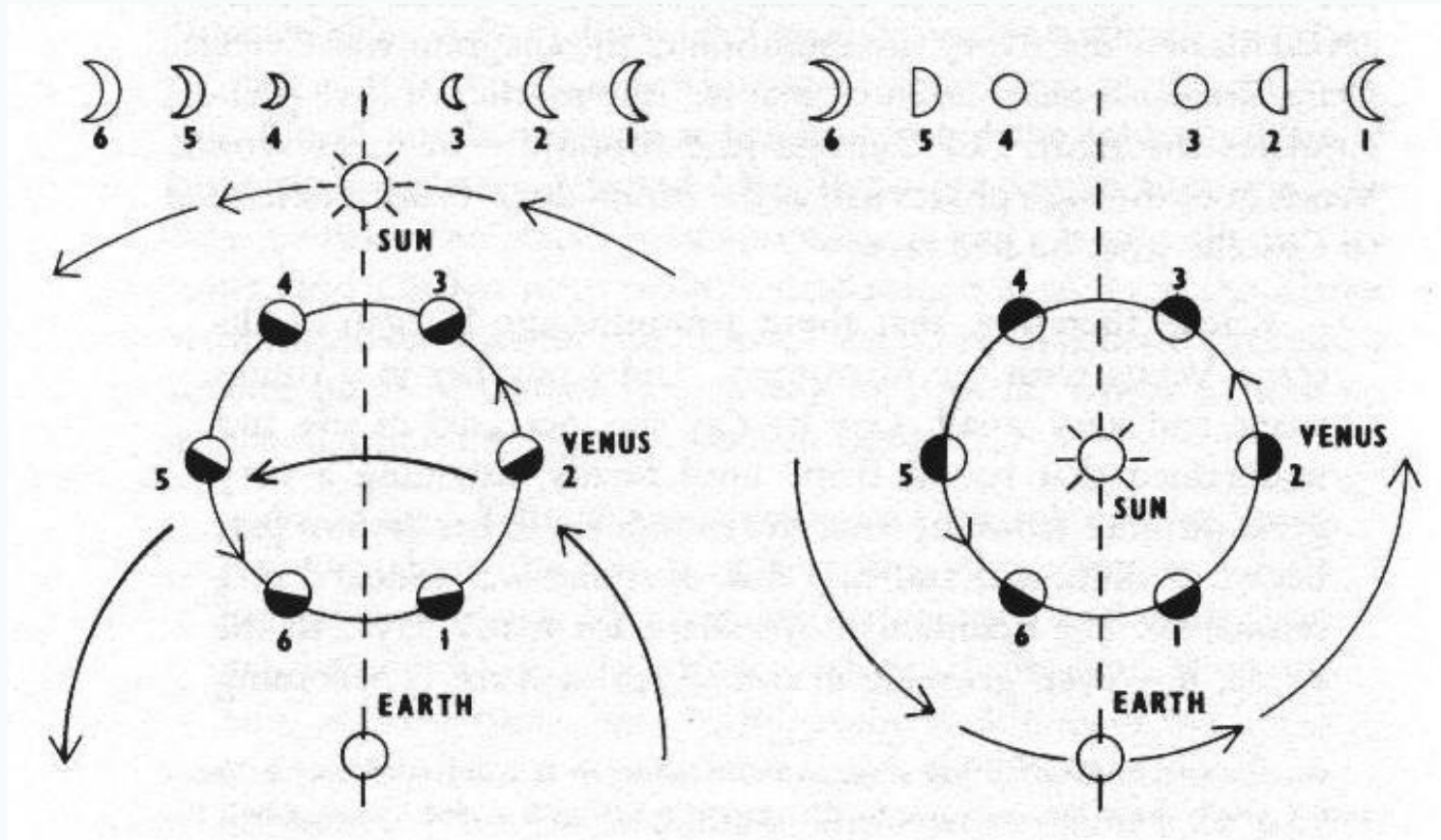
Observationes Jovianae
1610

2. d. Febr. marci H. 12	○ **
30. marc.	** ○ *
2. Apr.	○ ** *
3. marc.	○ * *
3. Ho. 5.	* ○ *
4. marc.	* ○ **
6. marc.	** ○ *
8. marc. H. 13.	* * * ○
10. marc.	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. uel.	* ○ *
13. marc.	* ** ○ *
14. Apr.	* * * ○ *

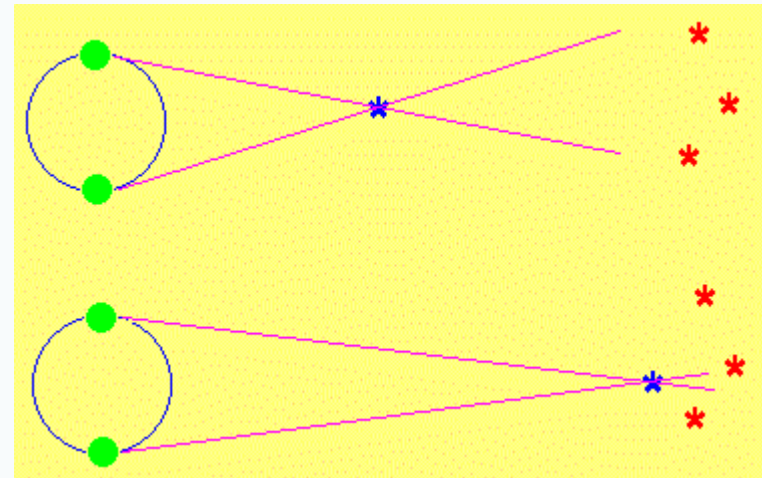




Galileusz: fazy Wenus

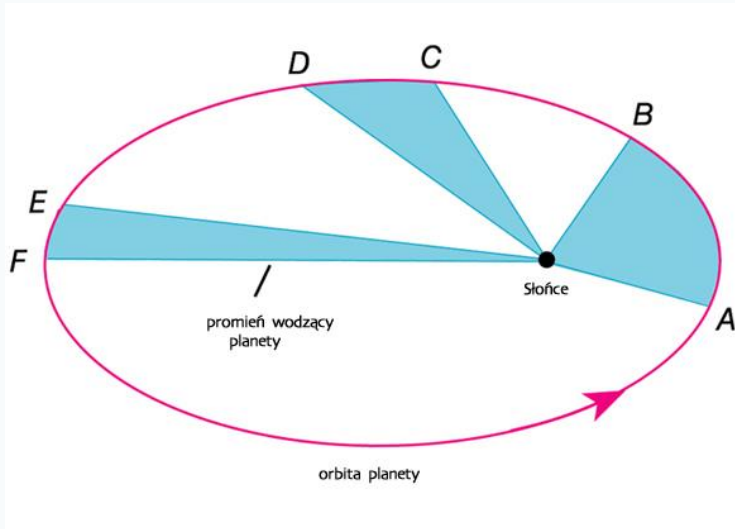


Sprawdzanie Kopernika



Paralaksę heliocentryczną
odkryto dopiero w r. 1839!

Kepler: prawa ruchu planet

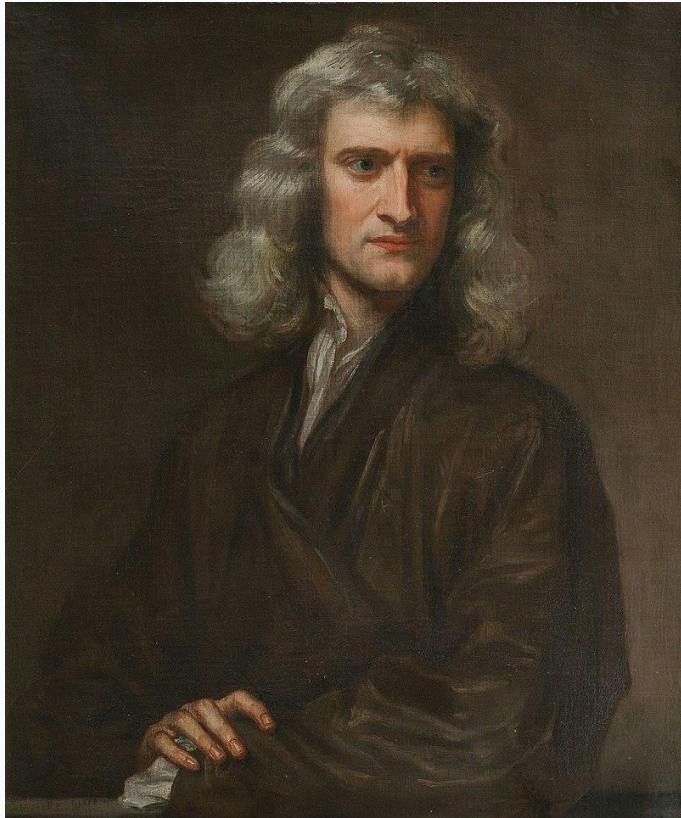


- Odległość Marsa od Słońca: 207-249 mln km

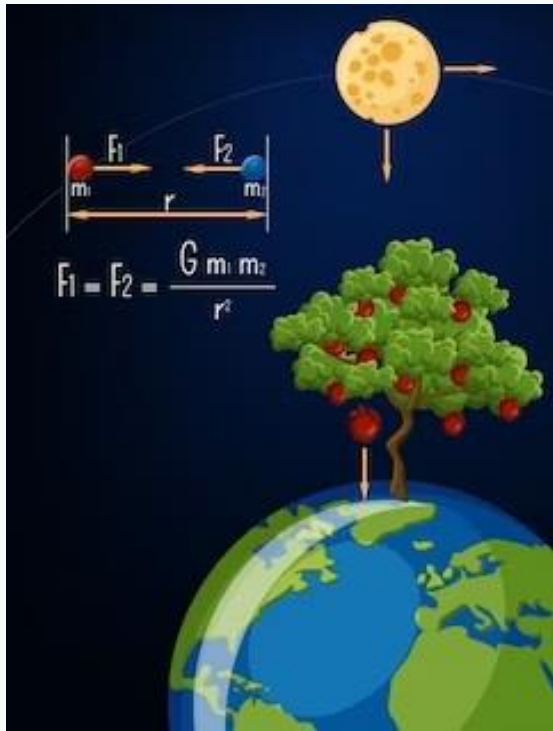
Planet	T(yrs)	R(au)
Venus	0.62	0.72
Earth	1.00	1.00
Mars	1.88	1.52
Jupiter	11.86	5.20

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

Dlaczego tak jest?

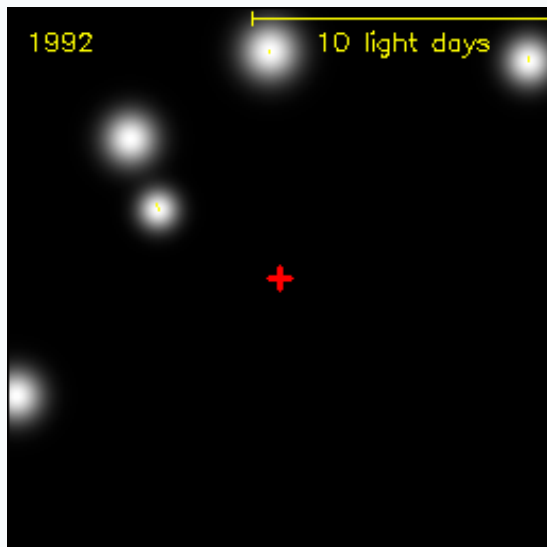


- Czym różni się opis ruchu w kosmosie od ruchu wokół nas? (brak tarcia)
- Ciało wprowadzone w ruch może się poruszać bez końca (po linii prostej) – zasada BEZWŁADNOŚCI



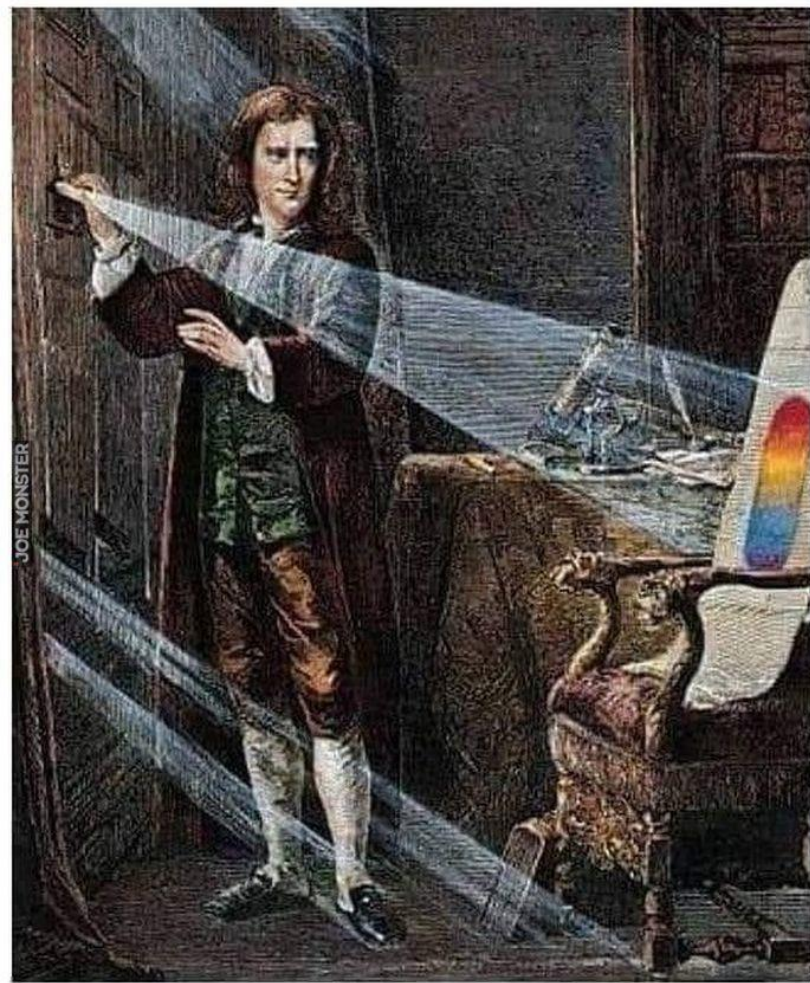
Odpowiedź

- Spadające jabłko i Księżyc na orbicie wprawia w ruch ta sama siła;
- Badając ruch ciała obiegającego coś w kosmosie, wyznaczymy masę tego „czegoś”
- Czarna dziura w centrum DM – ponad 4 mln mas Słońca

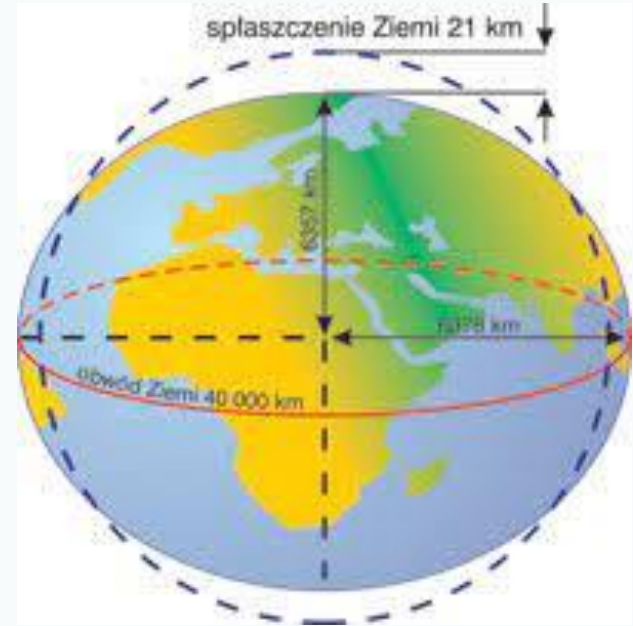


Co jeszcze odkrył Newton?

- **Rozszczepienie światła** pozwala badać widma, określać cechy gwiazd
- Katalog widm gwiazd HD

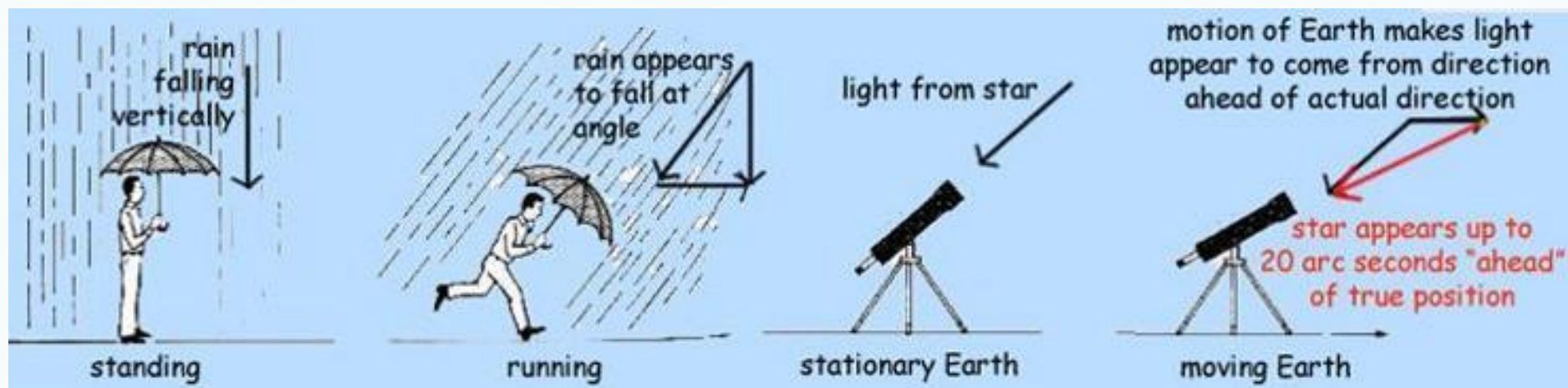


A jednak się kręci!



- Wahadło Foucaulta (1851)
- Spłaszczenie planet

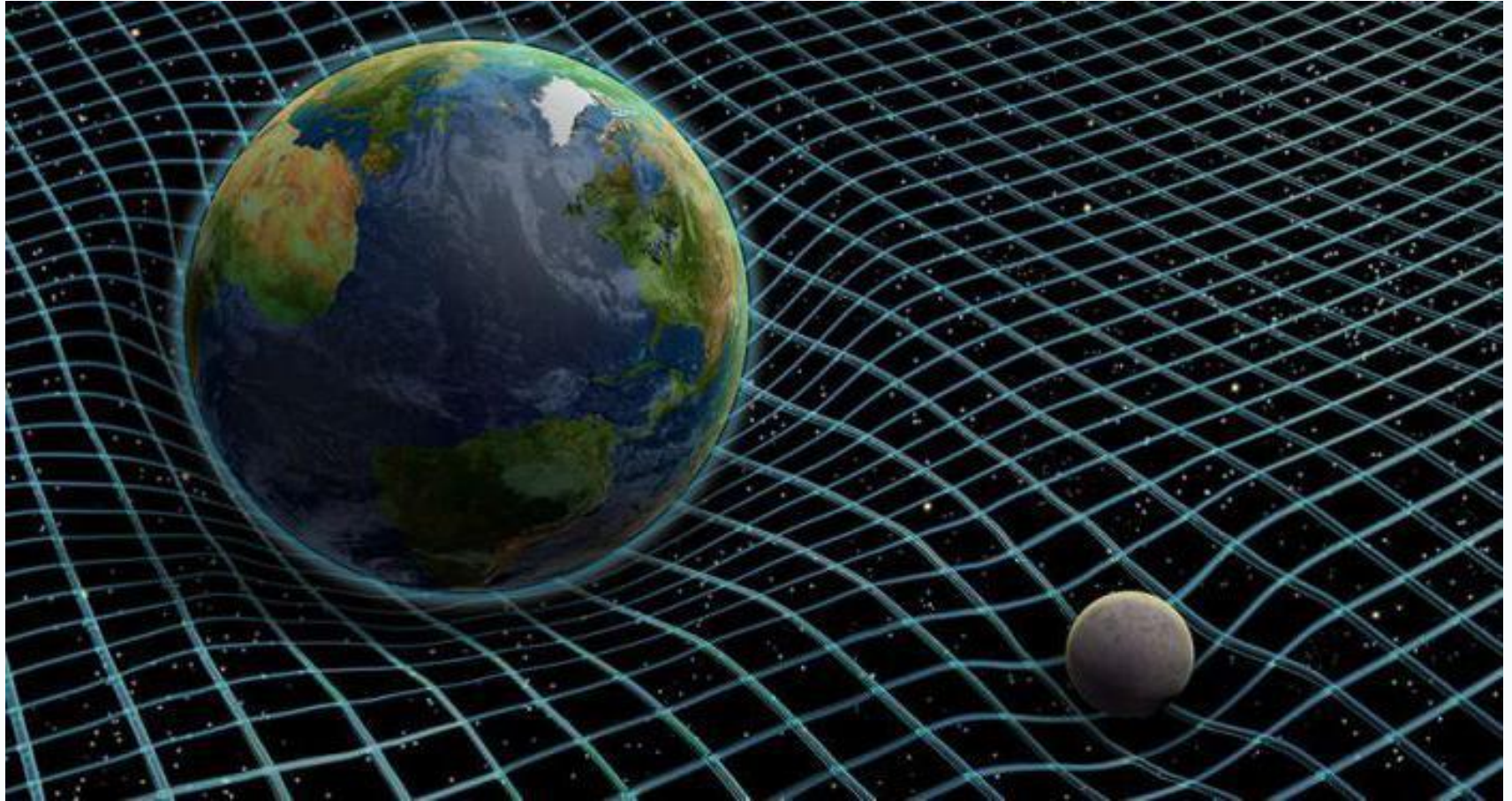
A jednak obiega Słońce!



Zjawisko aberracji światła – Bradley 1725-28

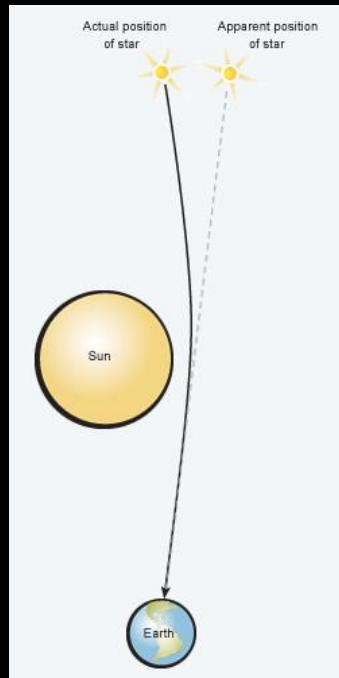
Paralaksa heliocentryczna - 1839

Einstein – inny opis grawitacji





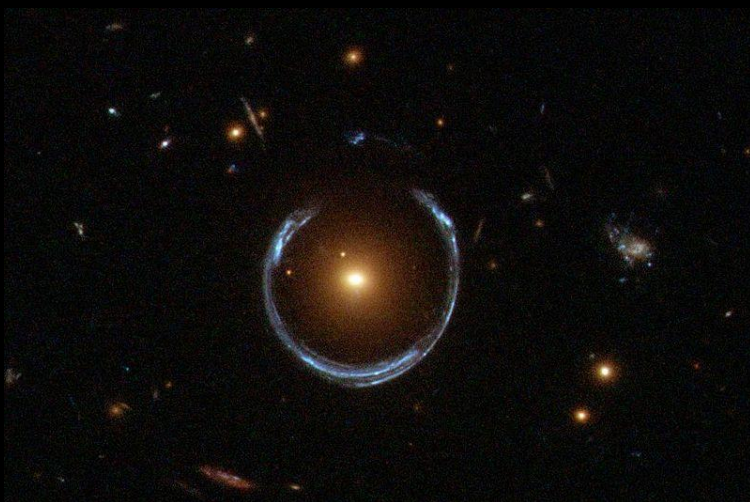
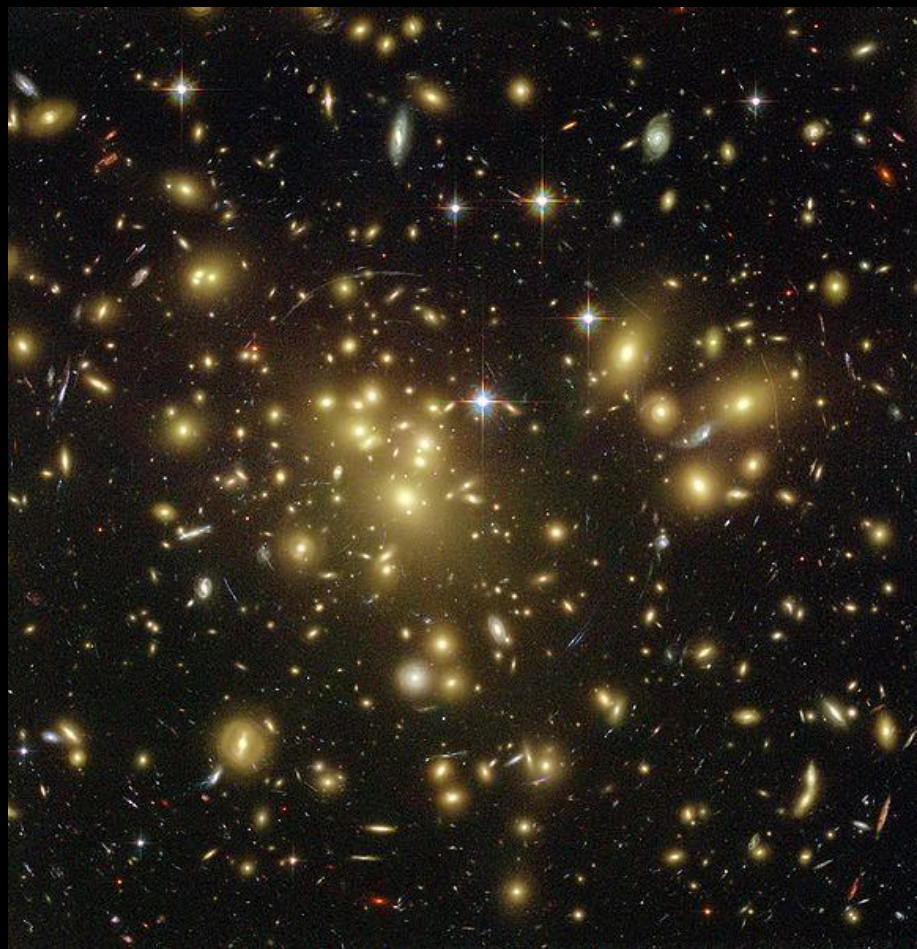
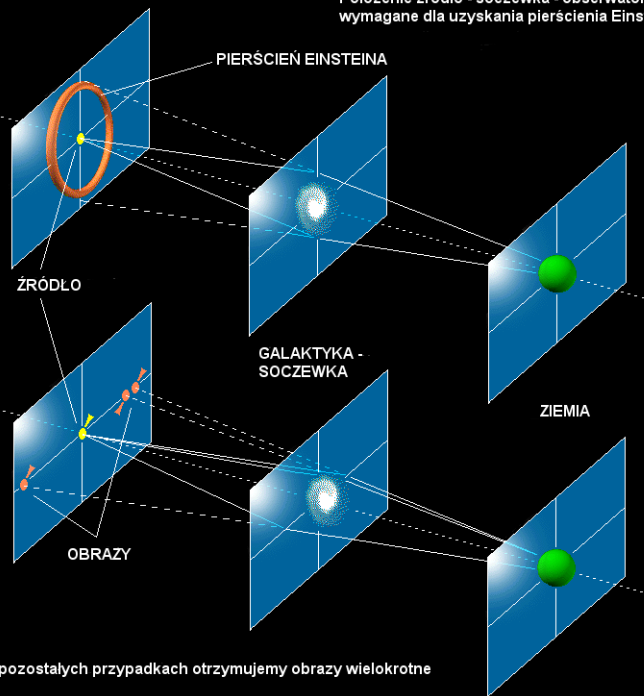
Potwierdzenie OTW



- Wyprawa Eddingtona na Wyspę Księżęcą w celu obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca
- Publiczne ogłoszenie: 6.11.1919 na posiedzeniu *Royal Society*
- *The Times: Rewolucja w nauce*

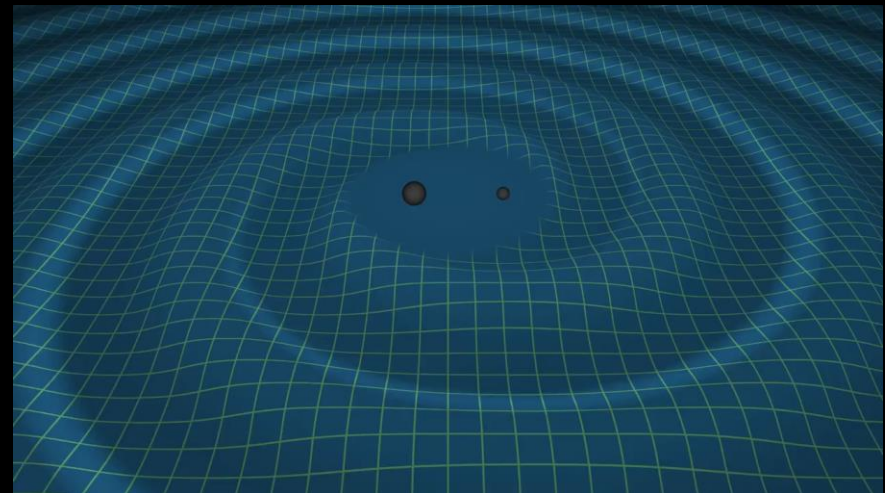
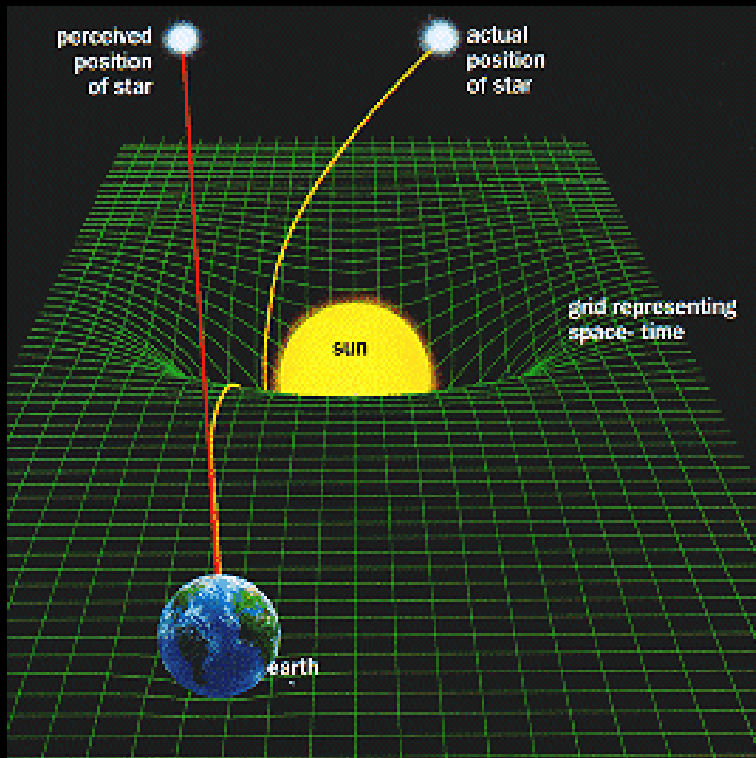
Soczewki grawitacyjne

Położenie źródło - soczewka - obserwator wymagane dla uzyskania pierścienia Einsteina



*„Materia mówi przestrzeni jak się wygiąć;
przestrzeń mówi materii, jak się poruszać.”*

John Archibald Wheeler



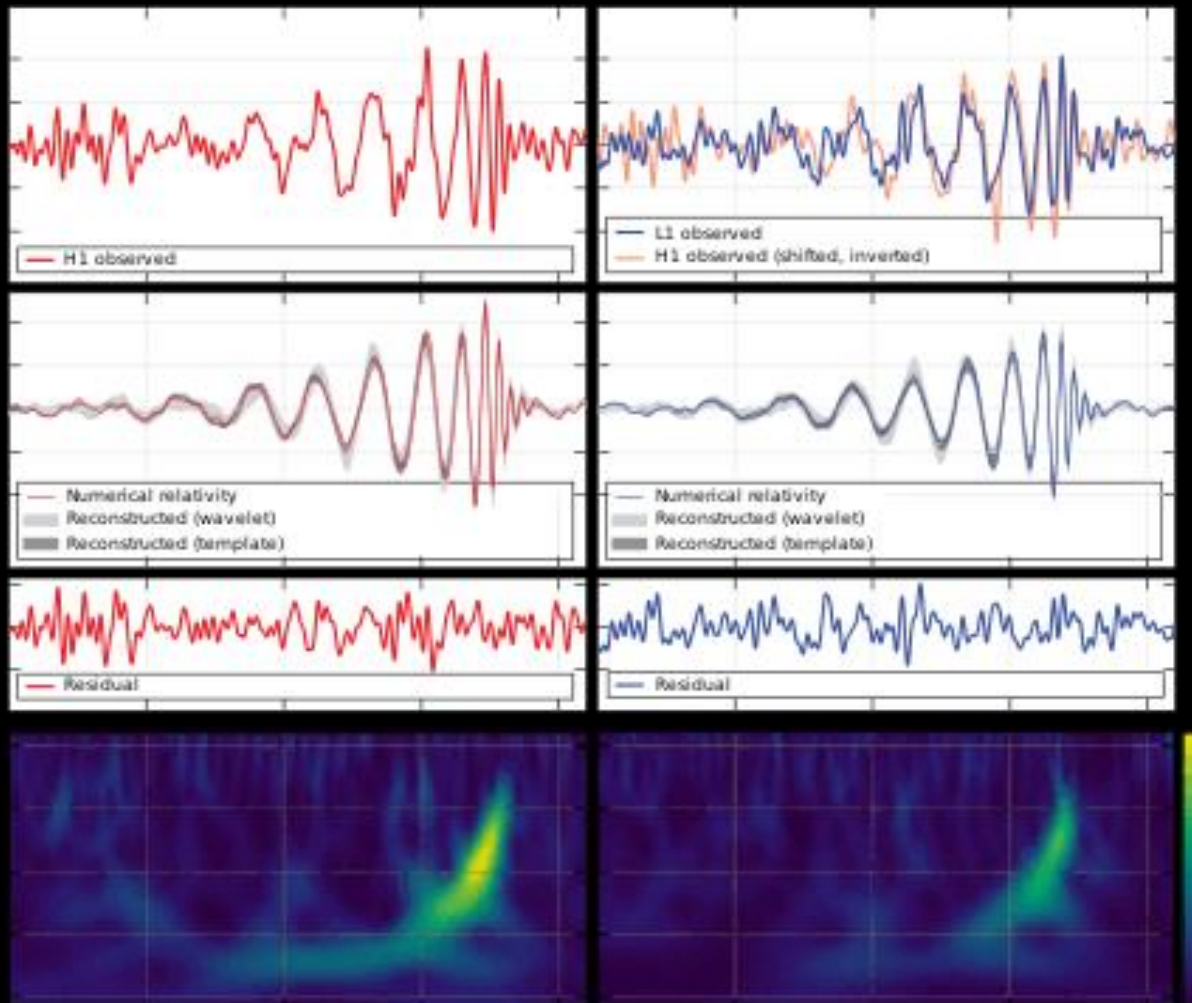
A long time ago in a galaxy far,
far away....



LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory



Sygnal zarejestrowany 14.09.2015



Obiekty wyjściowe i końcowy – dopasowanie modelu

GRAVITATIONAL WAVES FROM
COLLIDING BLACK HOLES

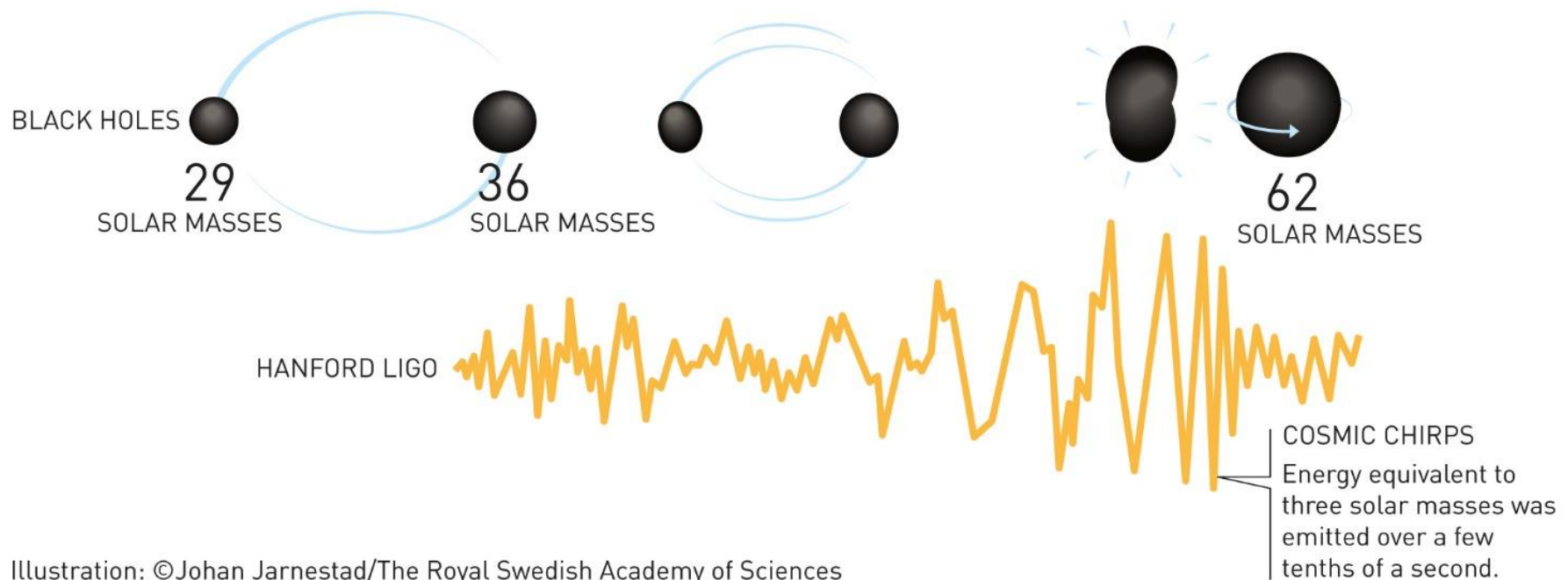
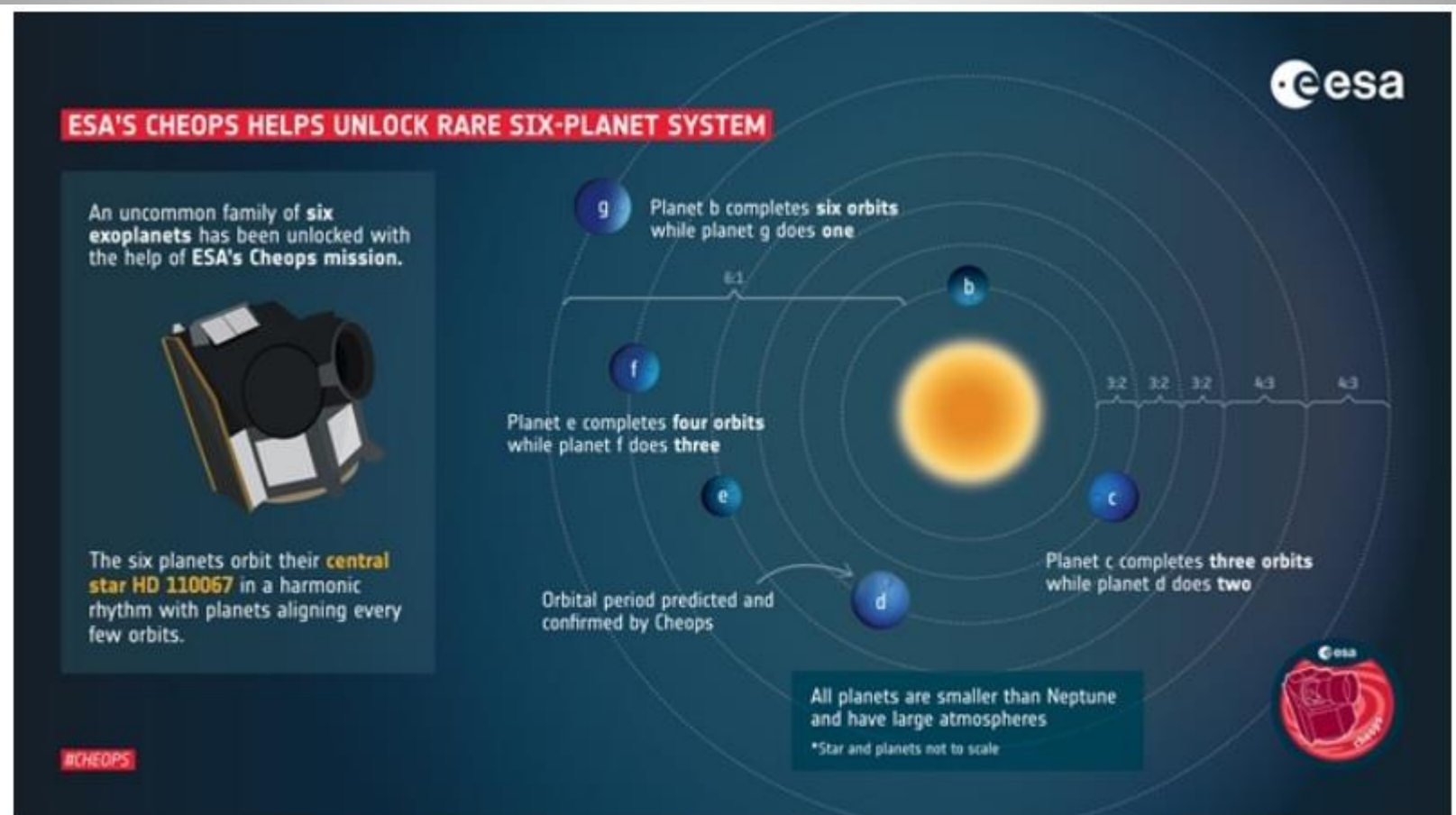


Illustration: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

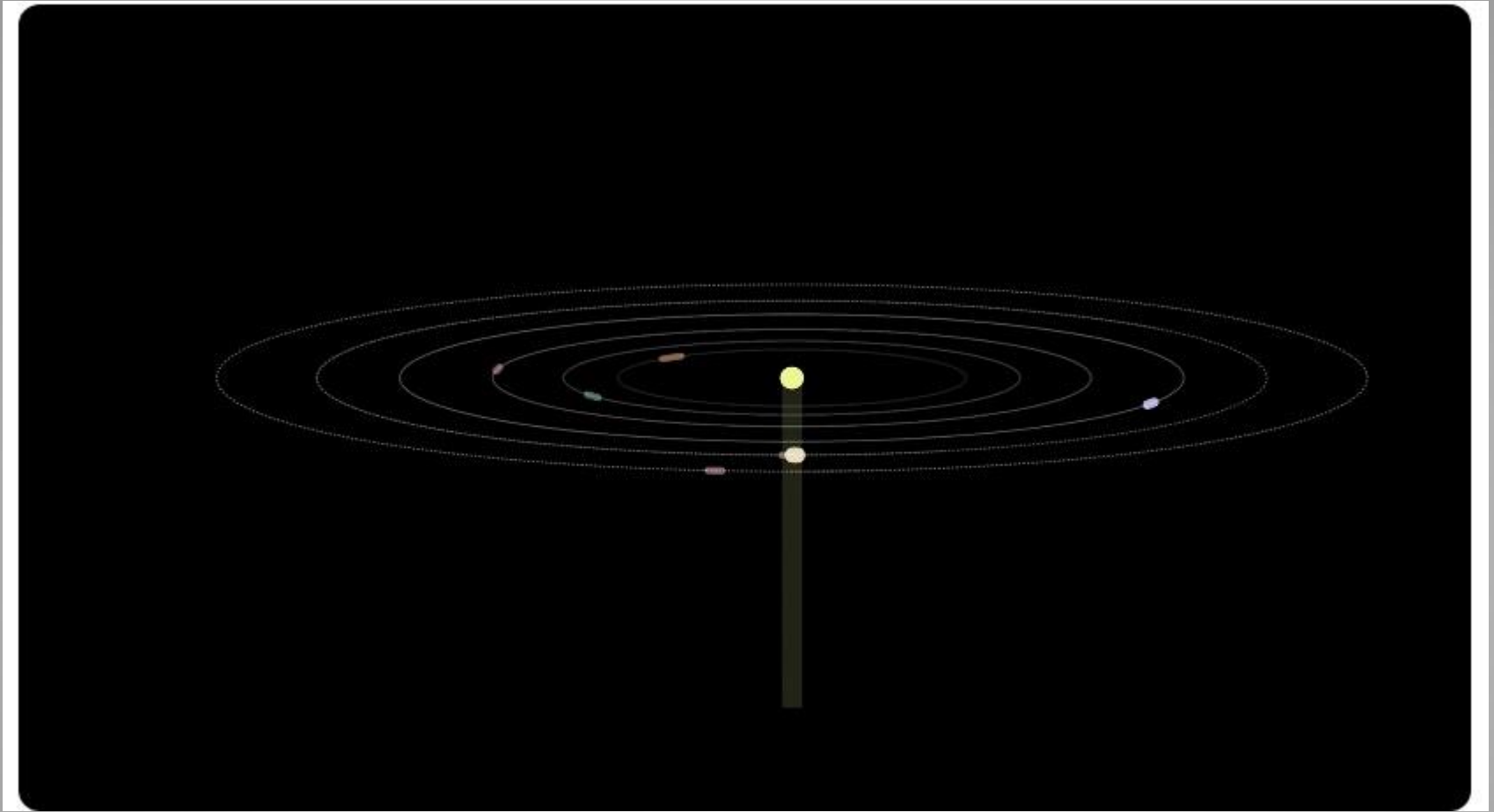
Observatorium EGO - Virgo



O nieskończoności Wszechświata i światów... (Bruno, 1584)



W czasie gdy planeta najbliższa gwiazdy robi trzy pełne obroty - druga robi dwa. Taki ruch nazywa się rezonansem 3:2. Sześć planet tworzy łańcuch rezonansowy o wartościach wynoszących w poszczególnych parach 3:2, 3:2, 3:2, 4:3 i 4:3. Cheops potwierdził czas potrzebny trzeciej planecie na wykonanie jednego obrotu, co było kluczem do ustalenia rytmu całego układu.



Youtube: [An astronomical waltz reveals a sextuplet of planets](#)

Kepler-11: A six planet sonata



Kepler 11: A Six-Planet Sonata



Alex Harrison Parker

134 subskrybentów

Subskrybuj

👍 129



🔗 Udostępnij

☰ Zapisz

TRAPPIST-1 Planetary System Translated Directly Into Music



Podsumowanie Roku Kopernika



POLSKIE
FORUM
KOSMICZNE

Toruń, 9-10 grudnia 2023: <https://www.pta.edu.pl/forum2023/>

Kopernik w nowej odśłonie



Teatr Muzyczny w Toruniu
KULIWIED POMORSKI
TEATR MUZYCZNY
W TORUNIU
DIREKTOR
ANNA WOLK

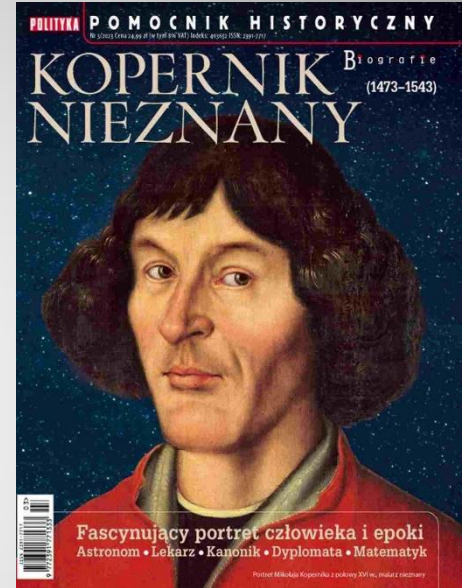
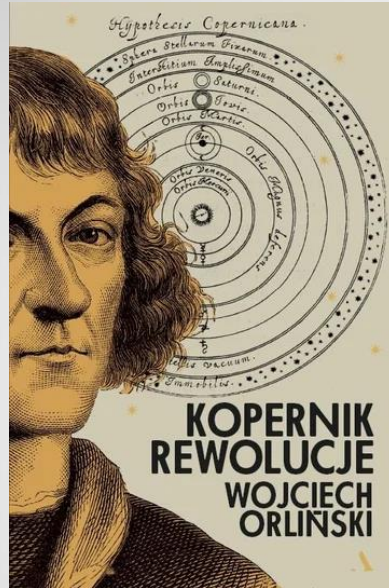
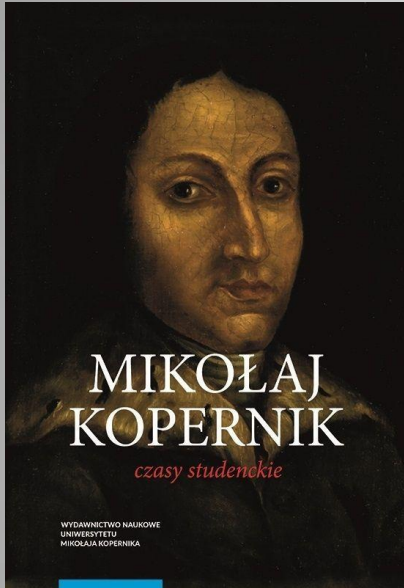
Musical
Kreci się?!
Emil Płoszajski

Premiera:
19.02.2023

Reżyseria: Agnieszka Płoszajska
Muzyka: Bartek Staszewicz
Scenografia: Wojciech Stufaniak
Kostiumy: Monika Ostrowska
Choreografia: Michał Cyran
Obsada: Dariusz Czarniecki
Damian Drożdż
Renia Gosławska
Małgorzata Regent
Radosław Smużny
Katarzyna Wojosińska
Michał Zacharek



Co zostanie po Roku Kopernika?



Co jeszcze zostanie po Roku Kopernika?



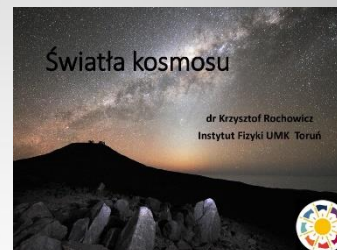
- NCT – [portal](#) w nowej wersji
- [astroturystyka.pl](#) + przewodnik
- Youtube.com: [UMK TV](#) – relacje z Kongresu, shorts (prof. Mikulski)
- Astronarium – [De Revolutionibus](#) (odc. 163); 158 – [Rewolucja kopernikańska](#)
- TVP Nauka – [Ten, co wstrzymał Słońce](#) (sezon 1 - 12 odc.)

Krótkie podsumowanie

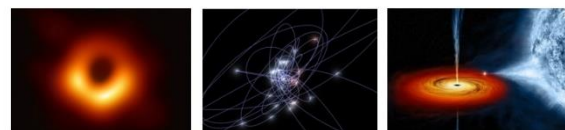
- Choć opisany na kartach *De Revolutionibus* model U.S. został zastąpiony przez prace pokoleń kolejnych badaczy, idea opisana przez Kopernika jest nadal żywa.
- Prof. W. Zonn: *To, co kopernikańskie, przetrwało.
To, co kopernikowskie, zniknęło.*
- To, co **kopernikowskie**, to model matematyczny Kopernika, który został zastąpiony przez model matematyczny Keplera, Newtona i Einsteina.
- To, co **kopernikańskie**, czyli zrównanie naszej planety z wszystkimi innymi planetami, zostało z nami do dziś i zostanie na wieki.

U nas imieniny Mikołaja za rok! 😊

**Konferencja
Laboratoria fizyczne
Sterowane Komputerowo
Toru 3 - 7 grudnia 2008 r.**




Czarne dziury – najciemniejsza z tajemnic Wszechświata



dr Krzysztof Rochowicz, KDF UMK Toruń 2020



 XVI Seminarium Komputer w Szkolnym Laboratorium Przyrodniczym

XVII
~~XVI~~ Ogólnopolskie Seminarium
„Komputer w szkolnym laboratorium przyrodniczym”,
odbędzie się
od 5 do 6 grudnia 2024 r. w Toruniu

od 5 do 6.12.2024

- Program
- Organizatorzy
- Rejestracja
- Uczestnicy
- Materiały
- Miejsce
- Oplata konferencyjna
- FORUM
- W ubiegłym roku...

https://dydaktyka.fizyka.umk.pl/komputery_2023/



Dziękuję za uwagę!