

ASTRONOMIA WSPÓŁCZESNA

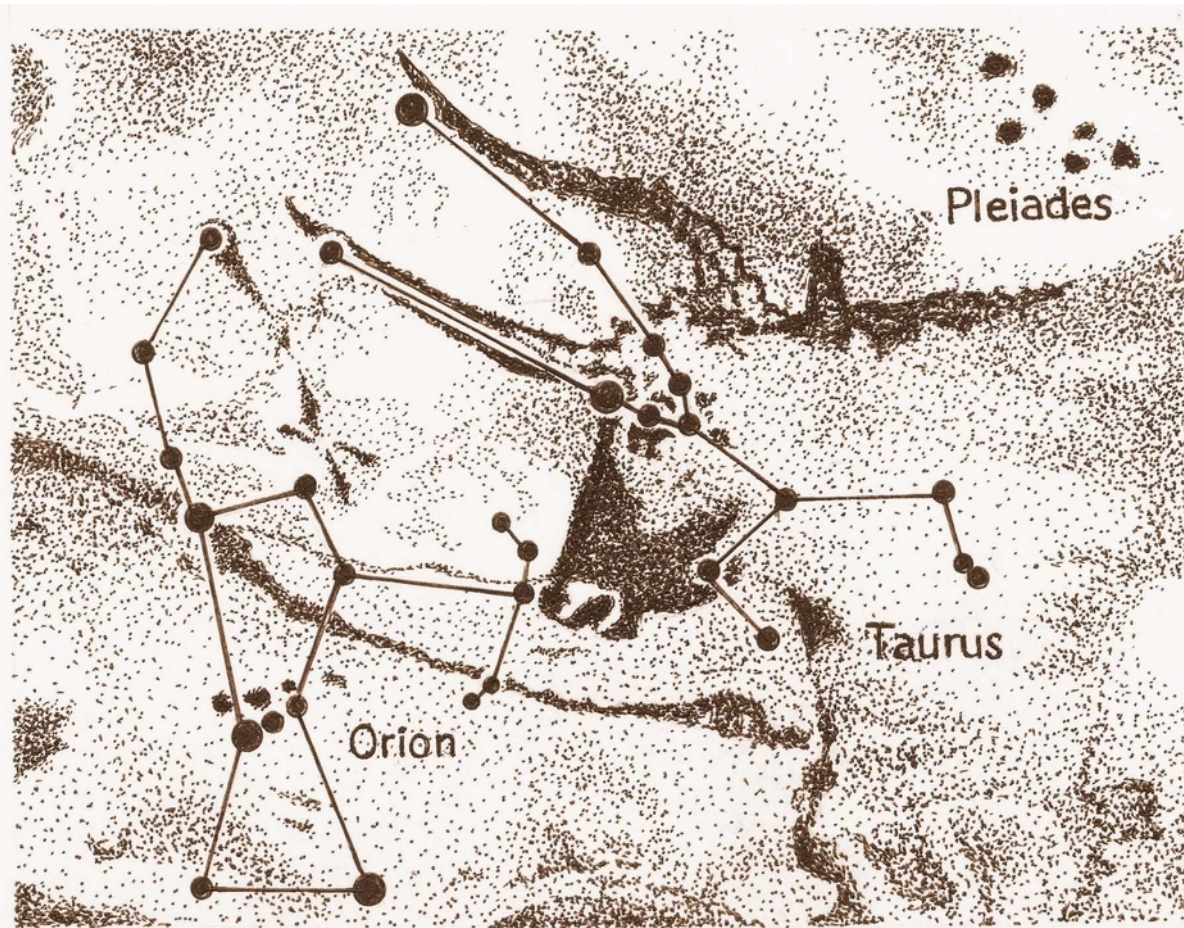
Krzysztof Kamiński
Instytut Obserwatorium Astronomiczne UAM

www.astro.amu.edu.pl

chrisk@amu.edu.pl

Plan zajęć

1. Wprowadzenie
2. Astronomia na sferze niebieskiej
3. Grawitacja
4. Układ Słoneczny
5. Gwiazdy
6. Galaktyki i Wszechświat



Malowidła jaskiniowe w Lascaux (ok. 14 tyś. lat temu)



Kość z Lebomo
(ok. 35 tys. Lat temu)



Stonehenge
(ok. 3-5 tys. lat temu)

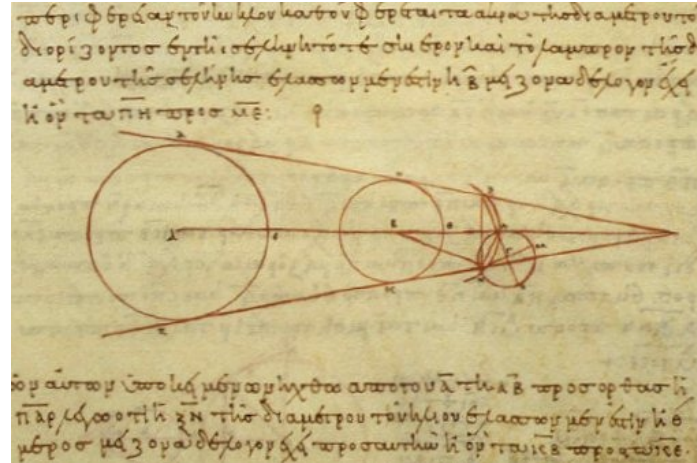


Kręgi kamienne w Odrach
(ok. 2-3 tys. lat temu)

Arystarch – odległość do Księżyca i Słońca



Arystarch z Samos
(310-230 p.n.e.)



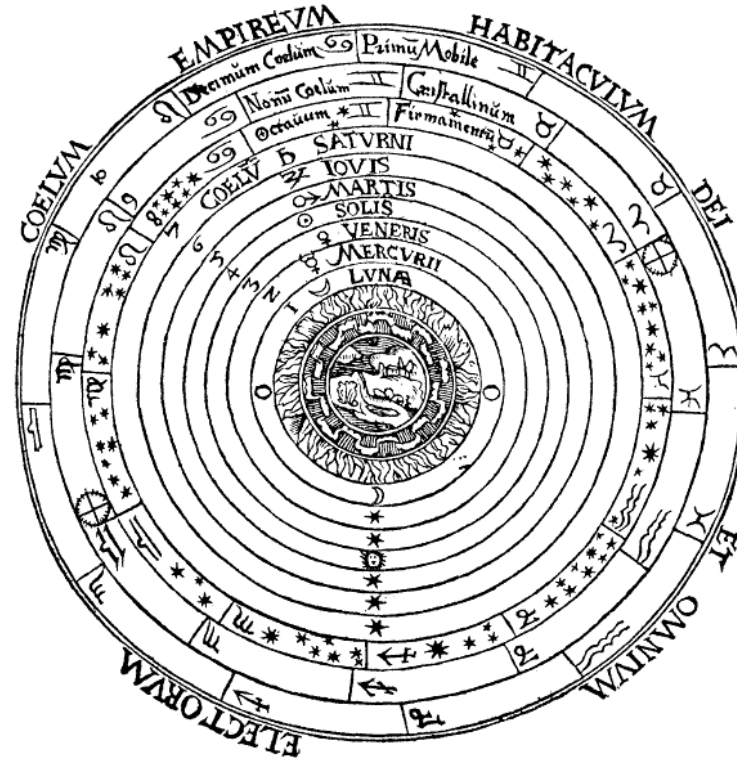
Pierwsze szacunki odległości
do Księżyca i Słońca.

Ptolemeusz – model geocentryczny

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .

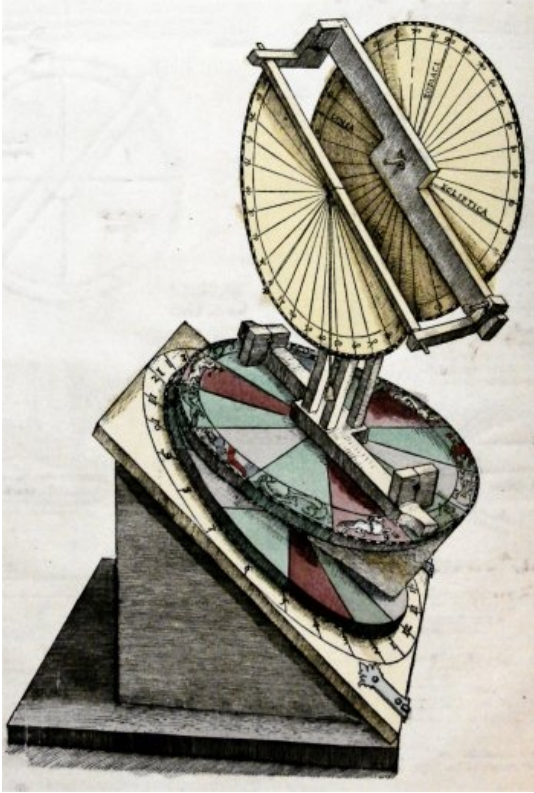


Klaudiusz Ptolemeusz
(100-170 n.e.)



Fragment Almagestu
(model geocentryczny, katalog 1000 gwiazd)

Astronomia średniowieczna



Torquetum
„analogowy komputer”
Franco z Polski
XIIIw.

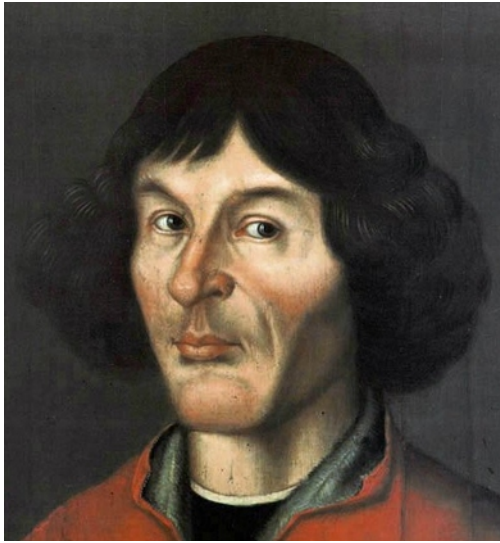


Arabskie astrolabium
z XVw.



Jan ze Świętego Lasu
(1195-1256)
„O sferach”
(kulista Ziemia,
odległe gwiazdy)

Kopernik – model heliocentryczny



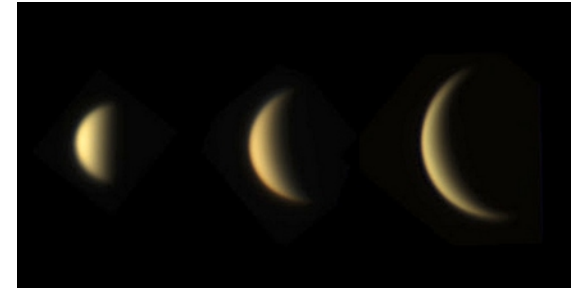
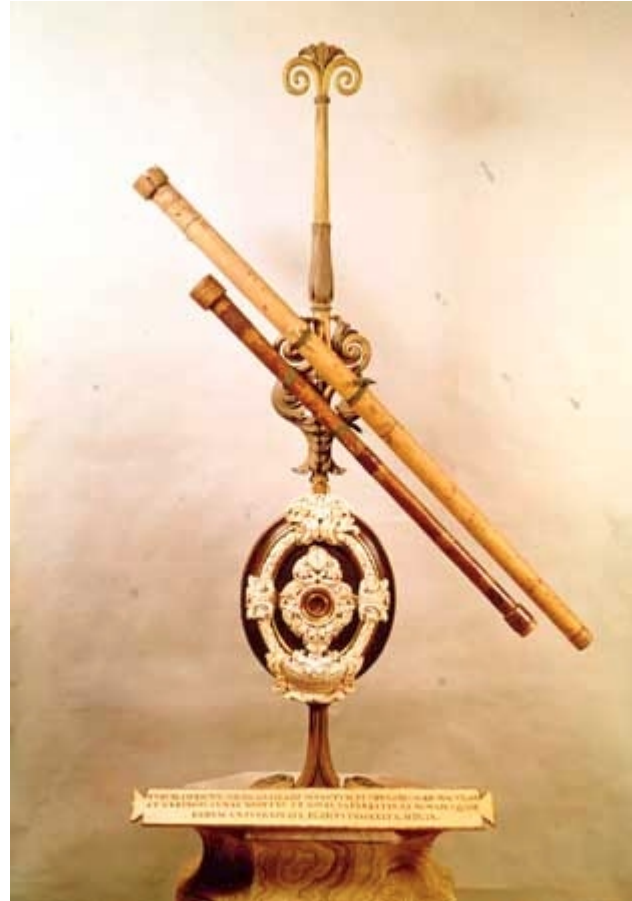
Nicolaus Copernicus
(1473-1543)

„De revolutionibus orbium coelestium”

Galileusz – teleskop astronomiczny



Galileo Galilei
(1564-1642)



Brahe – obserwacje Marsa



Tycho Brahe
(1546-1601)



Kwadrant

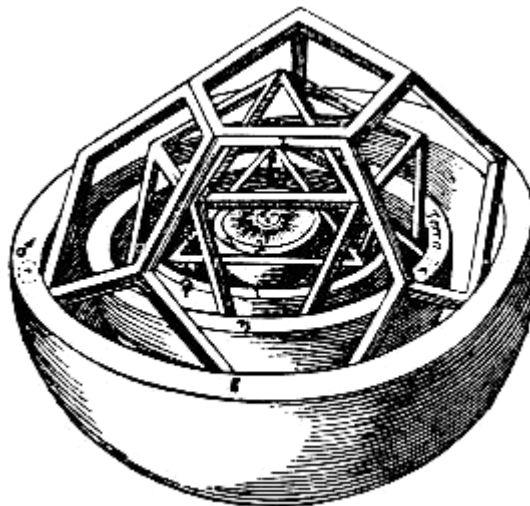


proteza nosa

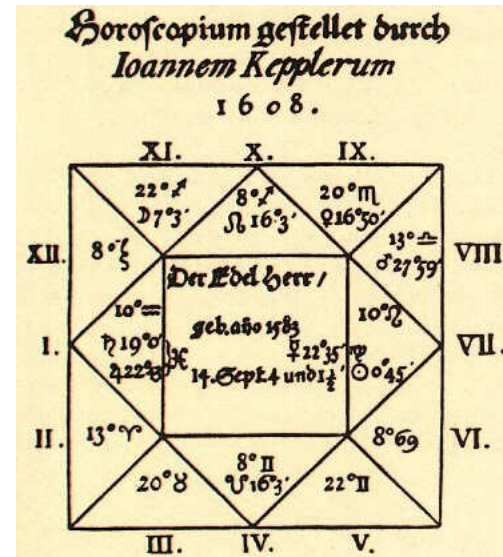
Kepler – prawa ruchu planet



Jan Kepler
(1571-1630)



Model Układu Słonecznego
Mysterium Cosmographicum

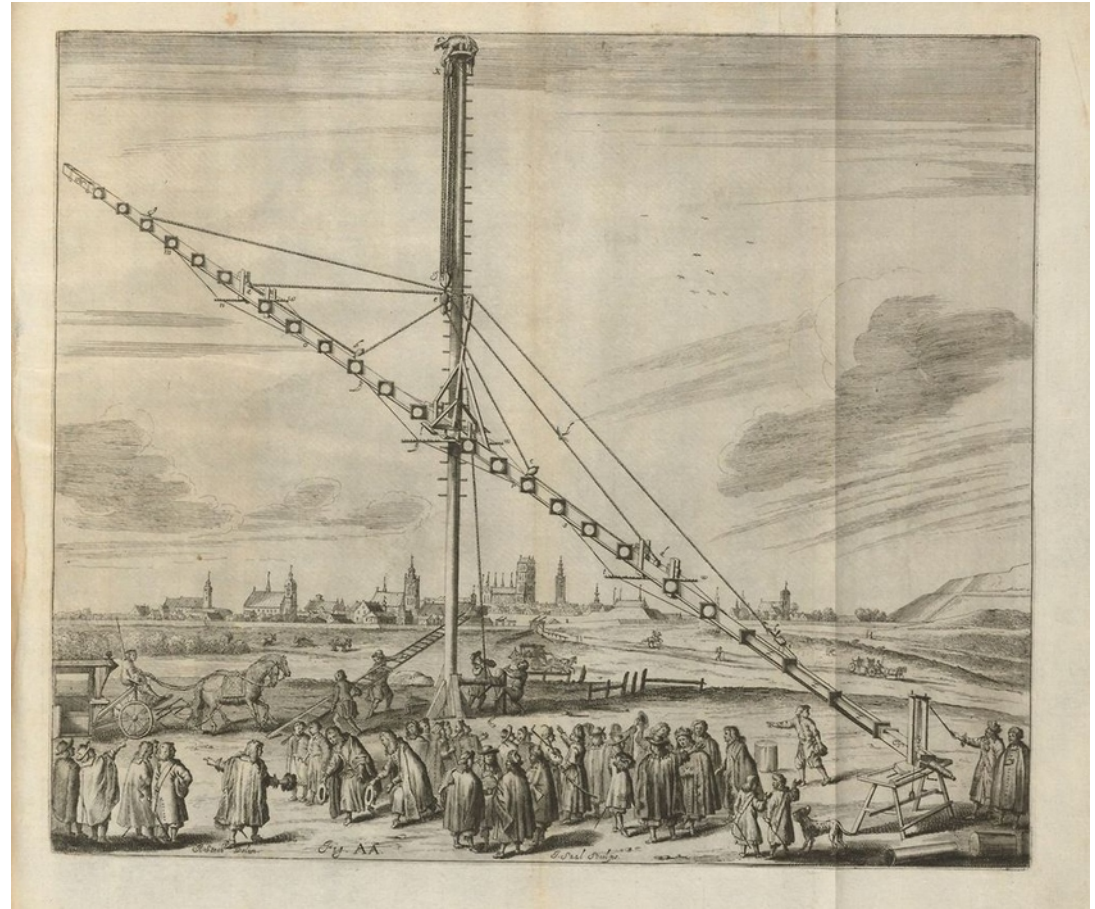


horoskop

Heweliusz – teleskopy i obserwacje

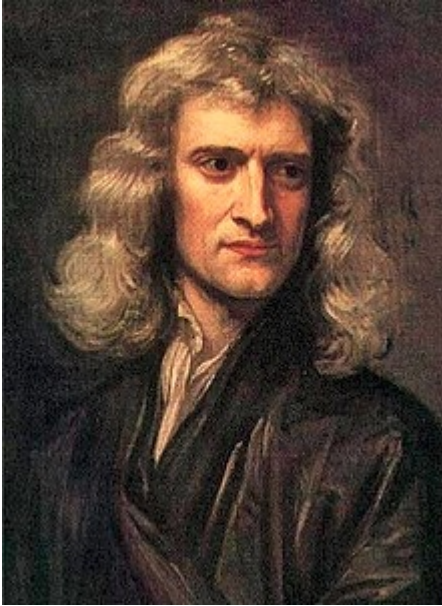


Jan Heweliusz
(1611-1687)



Teleskop o długości 46m

Newton – teorija gravitaciji



Izaak Newton
(1643-1727)



Teleskop Newtona

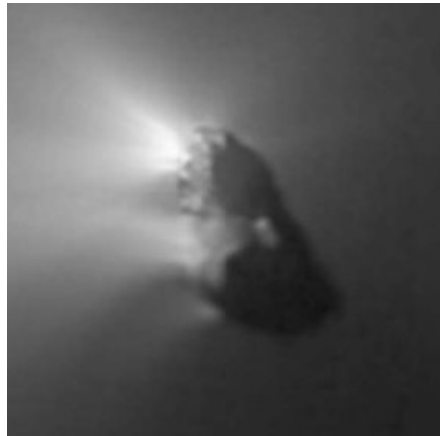
Halley – komety okresowe



Edmund Halley
(1656-1741)



1910



1986



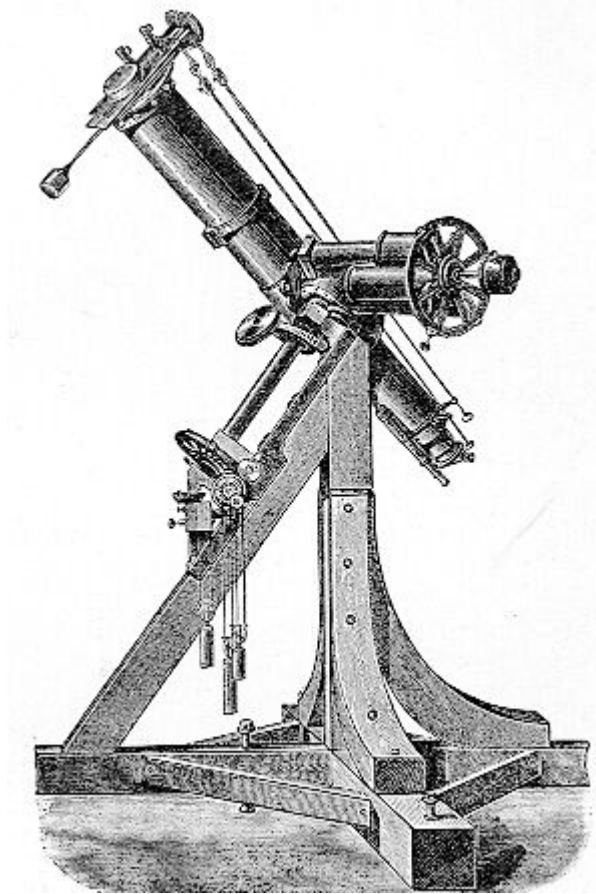
Babylonian observation of
Halley's comet
164 BC
Babylonian astronomical diaries
recorded daily observations of the
moon and planets from the 7th
century onwards. The diaries for
164-163 BC contain observations of
Halley's comet at its first and last
visibility. This observation can be
dated to about 22-28 September 164.
WA 1881.6.25,73/4162

164 p.n.e.

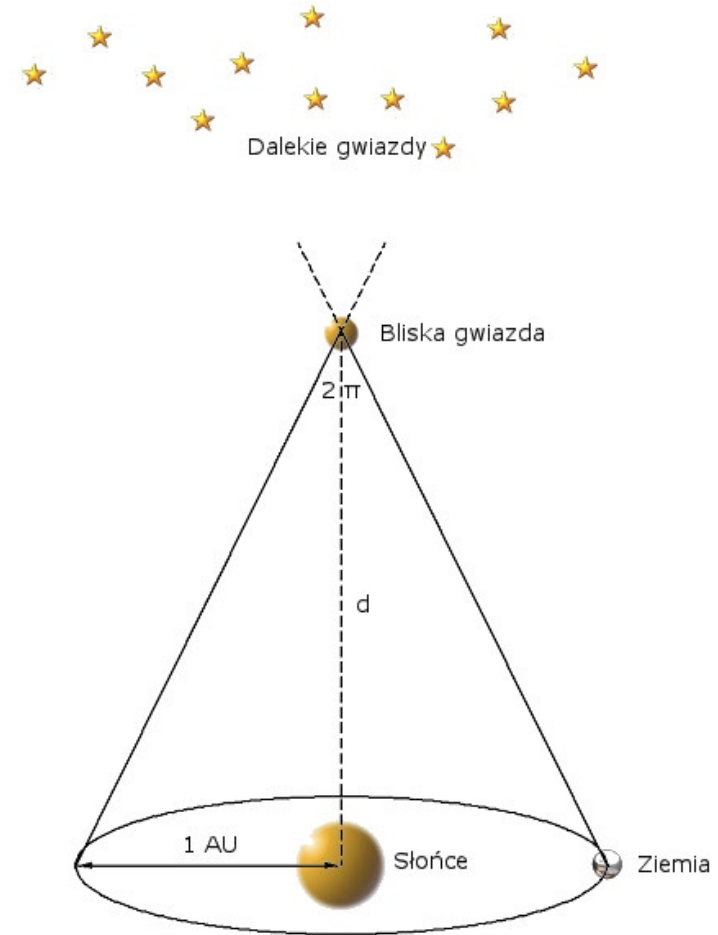
Bessel – odległości do gwiazd



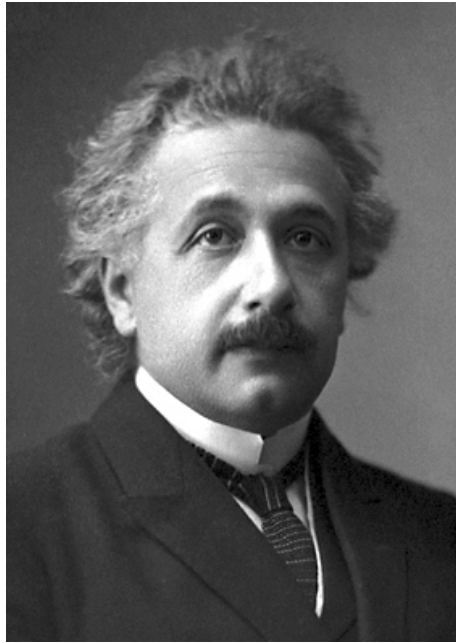
Fryderyk Bessel
(1784-1846)



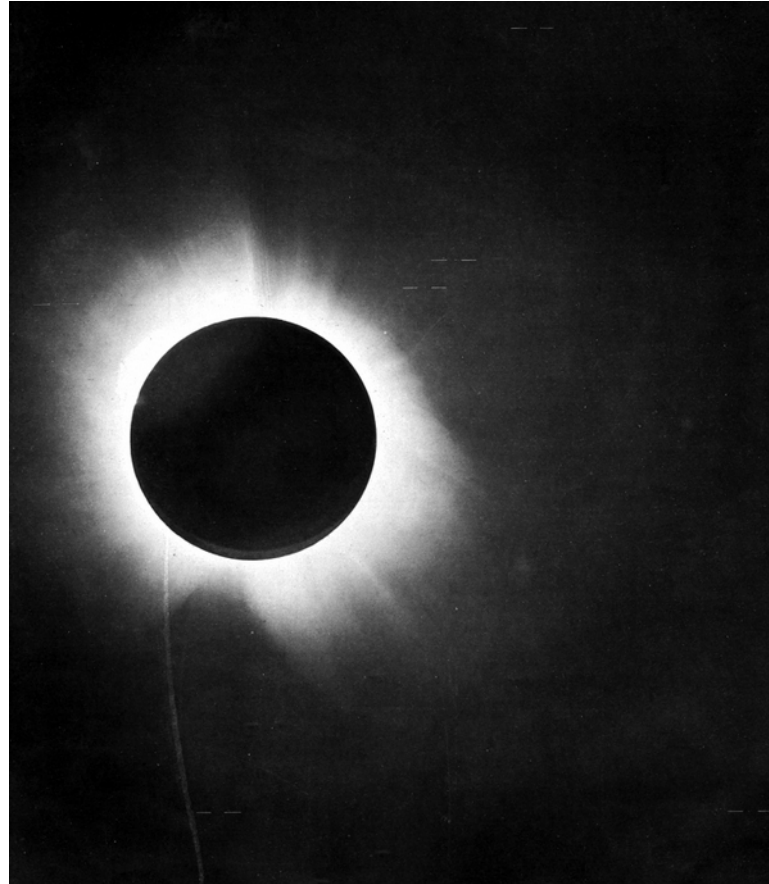
Heliometr



Einstein – Ogólna Teoria Względności



Albert Einstein
(1879-1955)

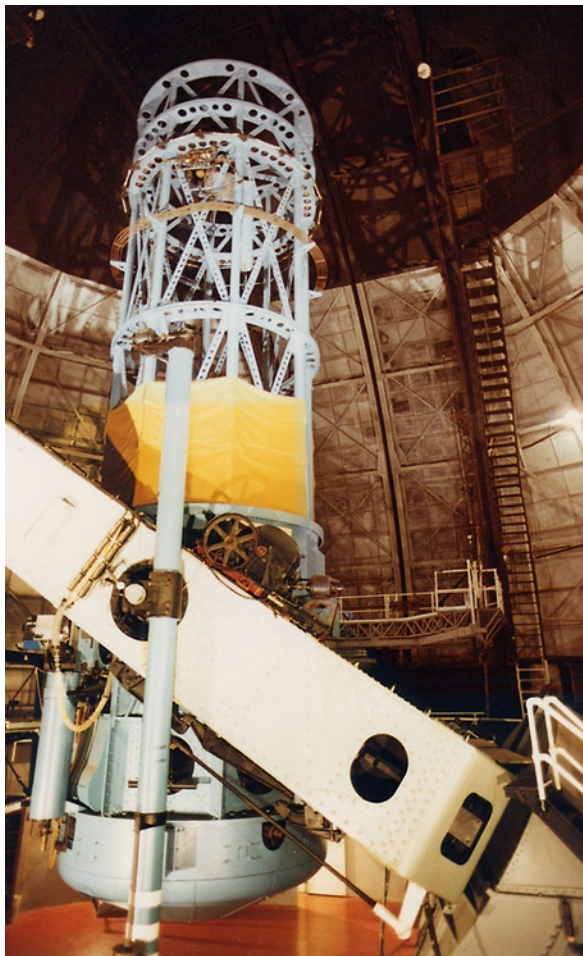


Wyprawa Artura Eddingtona na zaćmienie
(1919)

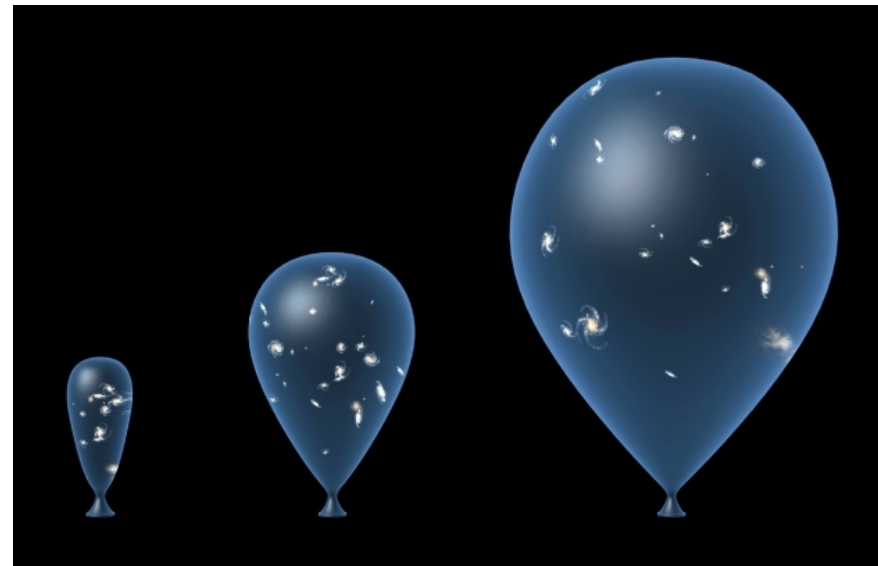
Hubble – rozszerzanie Wszechświata



Edwin Hubble
(1889-1953)



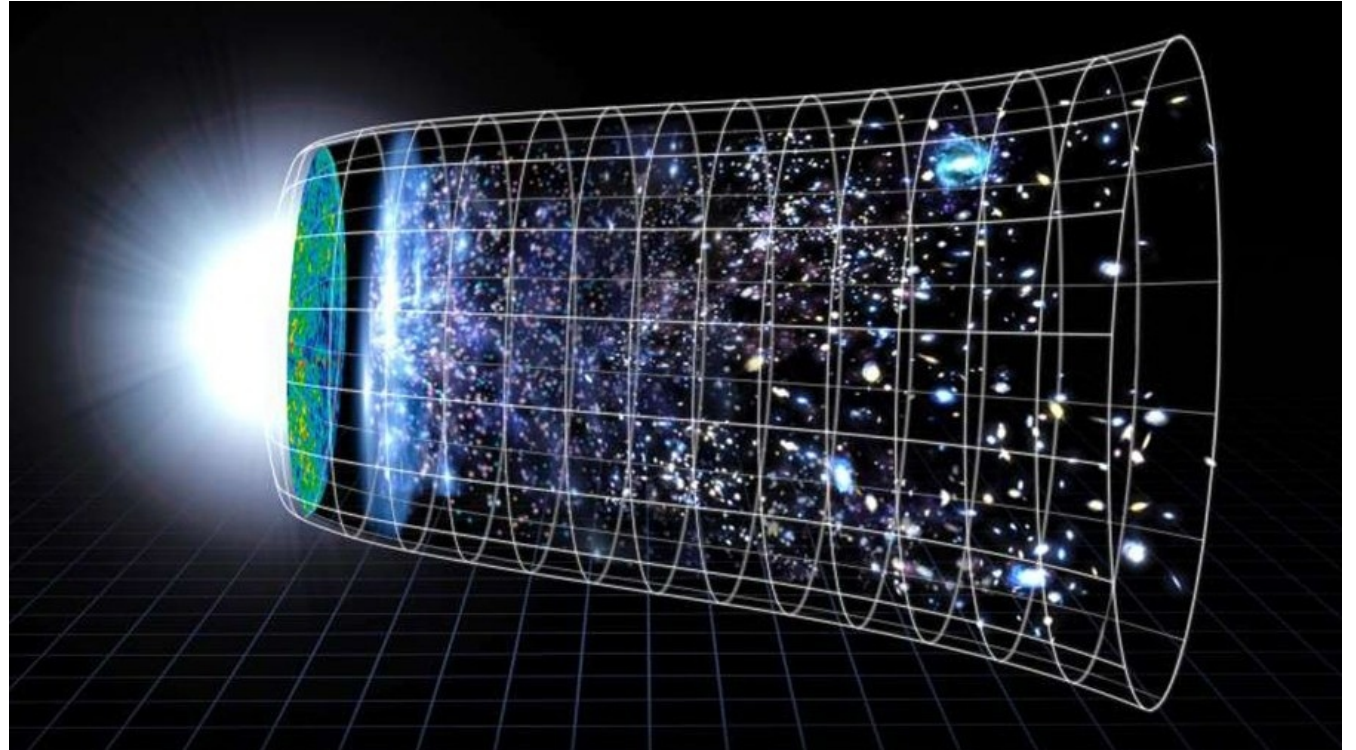
100" teleskop „Hooker”



Lemetre – Wielki Wybuch



Georges Lemetre
(1894-1966)



Teoria Wielkiego Wybuchu

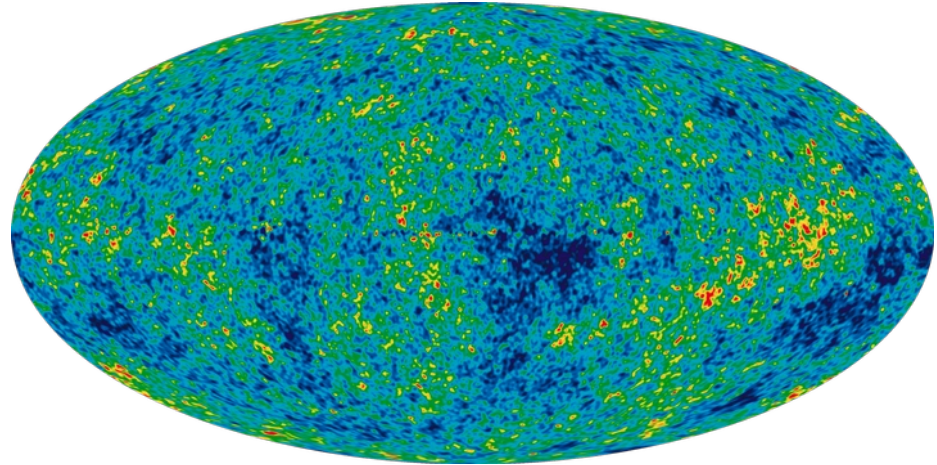
Penzias i Wilson – mikofalowe promieniowanie tła



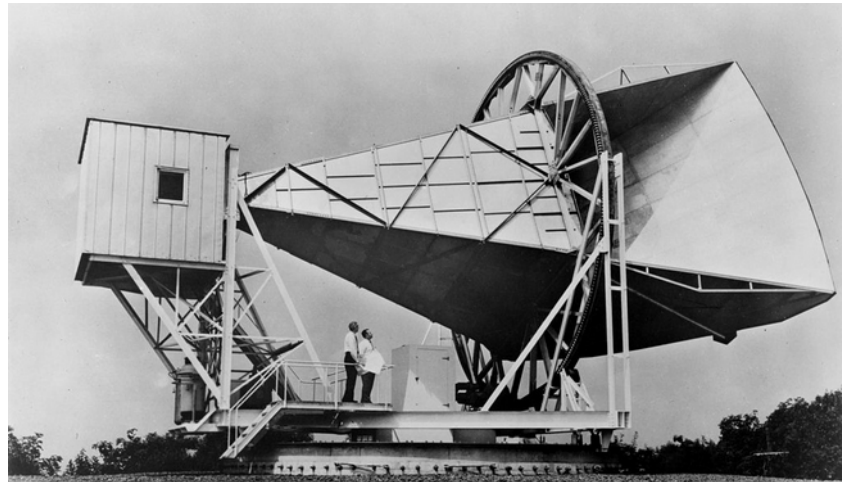
Arno Penzias
(1933-)



Robert Wilson
(1936-)



Współczesna mapa CMB

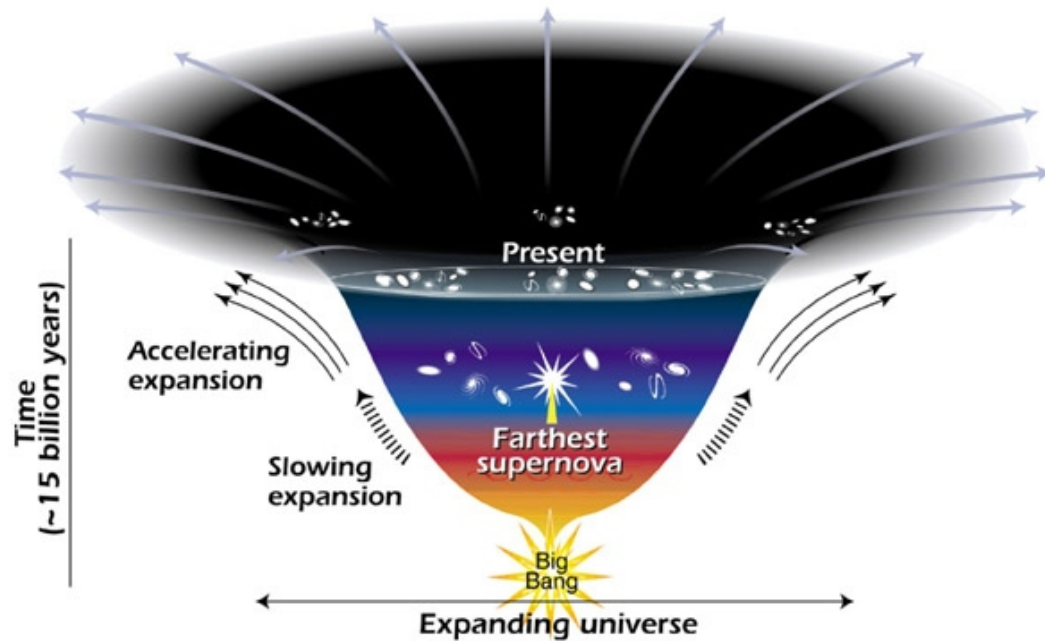


Antena tubowa (1964)

Przyspieszanie ekspansji Wszechświata



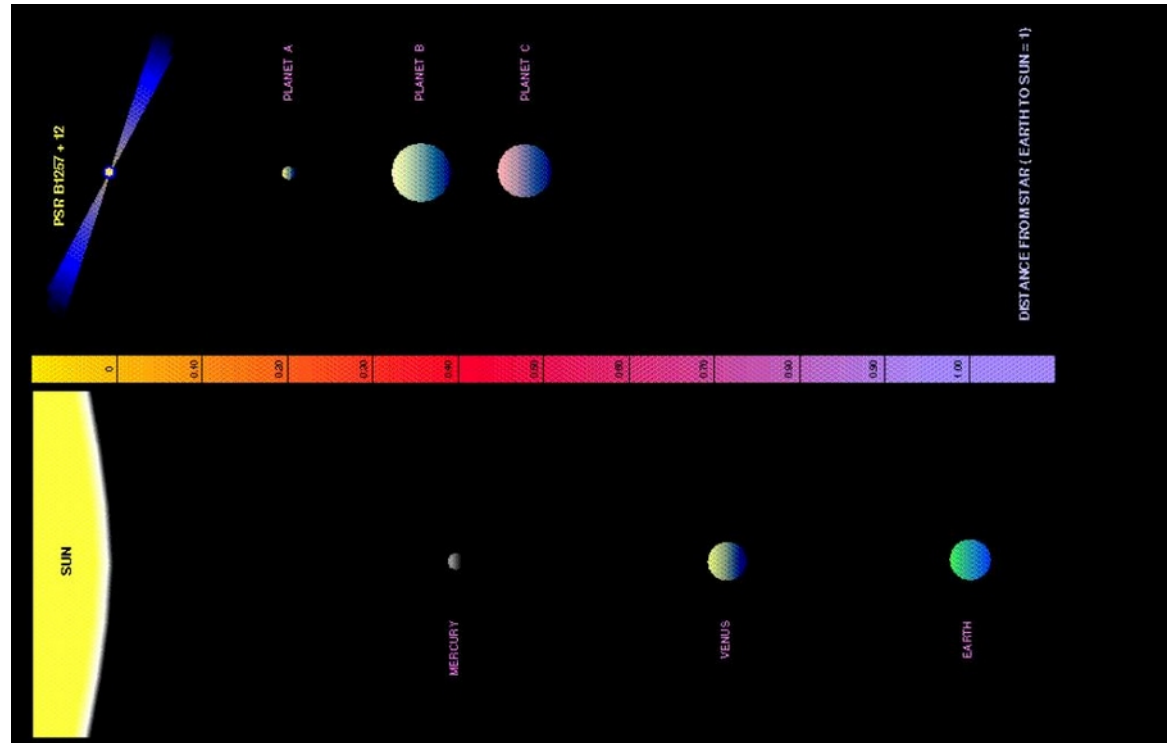
Saul Perlmutter, Brian Schmidt,
Adam Riess (Nobel 2011)



Planety pozasłoneczne



Aleksander Wolszczan
Dale Frail
(1992)



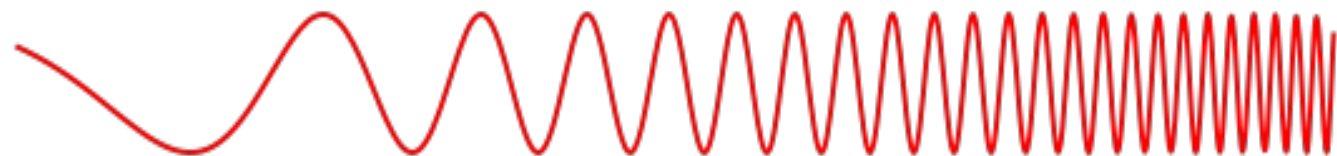
Układ planetarny pulsara PSR 1257+12
w porównaniu do Układu Słonecznego

Źródła wiedzy o Wszechświecie

1. Fale elektromagnetyczne (lub fotony)
(światło widzialne od zawsze, inne zakresy od połowy XXw)
2. Materia kosmiczna makroskopowa
(od początku XXw)
3. Cząstki kosmiczne
(od połowy XXw)
4. Fale grawitacyjne
(od 2015r)
5. Badania bezpośrednie (eksperymenty) w Układzie Słonecznym
(od połowy XXw)

Przenika atmosferę ziemską?

tak nie tak nie



Typ promieniowania
Długość fali (m)

radiowe

10^3



budynki

mikrofale

10^{-2}



człowiek

podczerwień

10^{-5}



motyl

światło
widzialne

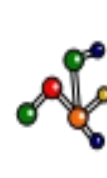
0.5×10^{-6}



pierwotniaki

ultrafiolet

10^{-8}



molekuły

rentgenowskie

10^{-10}



atomy

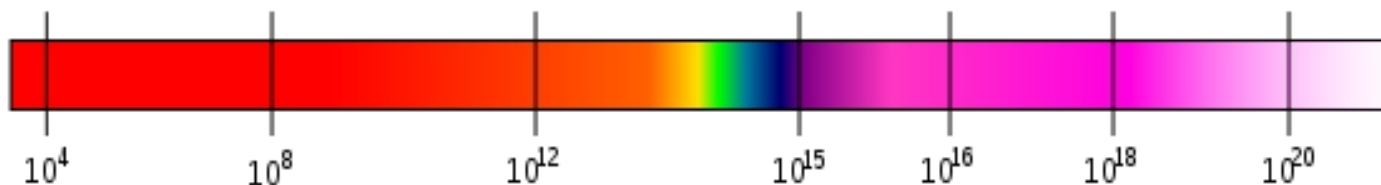
gamma

10^{-12}

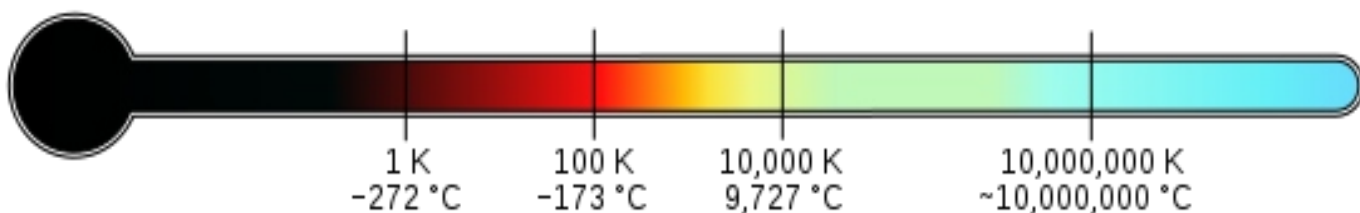


jądra atomowe

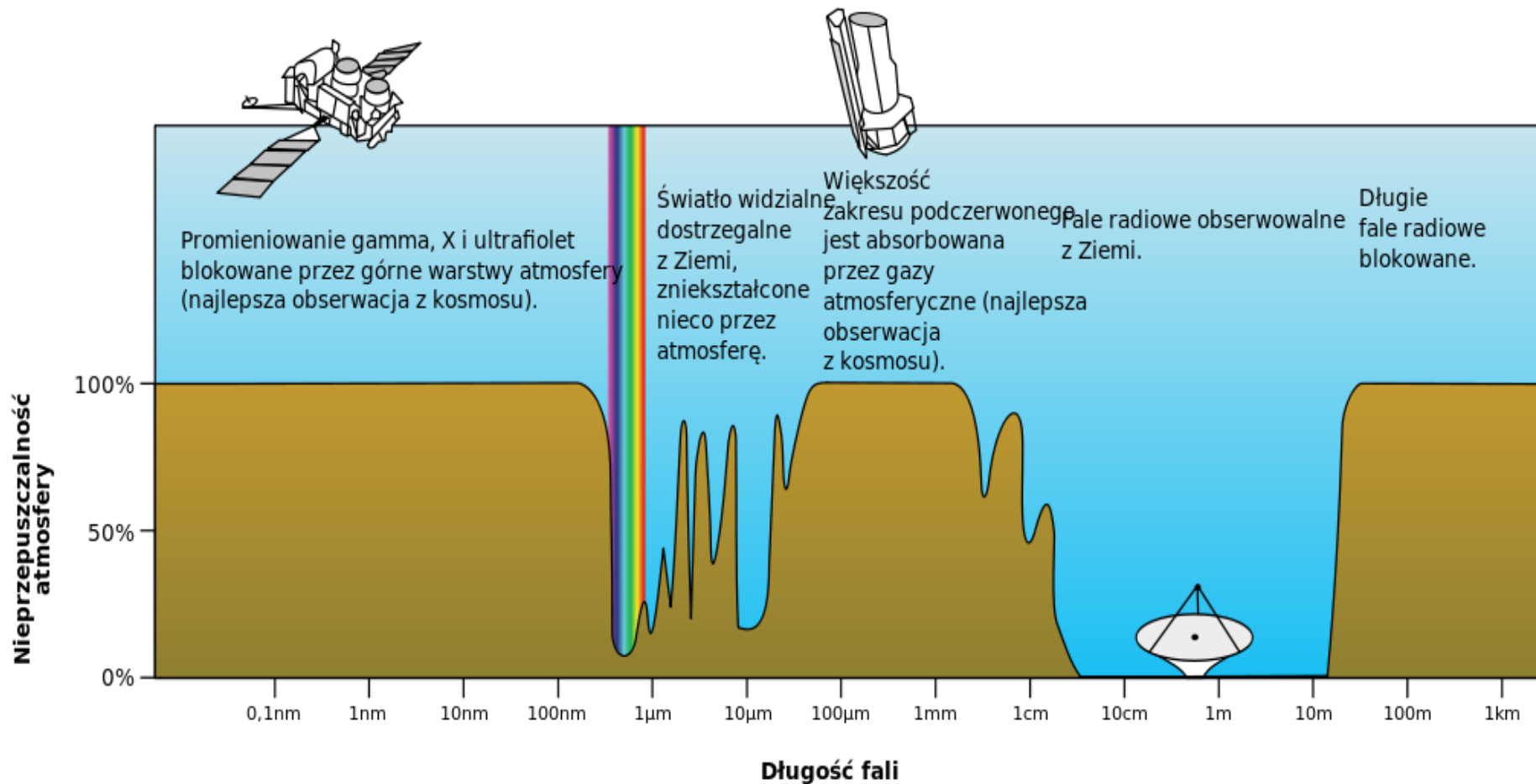
Częstotliwość (Hz)



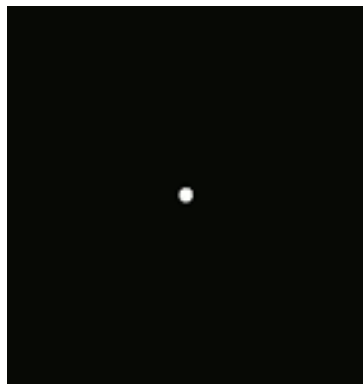
Temperatura ciała, którego maksimum promieniowania jest w danej długości fali



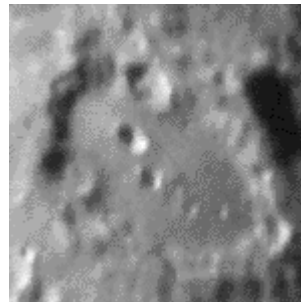
Atmosfera ziemska a obserwacje astronomiczne



Zniekształcenie obrazu w teleskopie ze względu na atmosferę ziemską.



Scyntyllacja,
szybkie zmiany
natężenia światła.
Odpowiada za
„mruwanie gwiazd”.



Seeing,
szybkie zmiany
kierunku światła.
Odpowiada za
”drwanie obrazu”
w teleskopie.

Zniekształcenie obrazu w teleskopie ze względu na atmosferę ziemską.

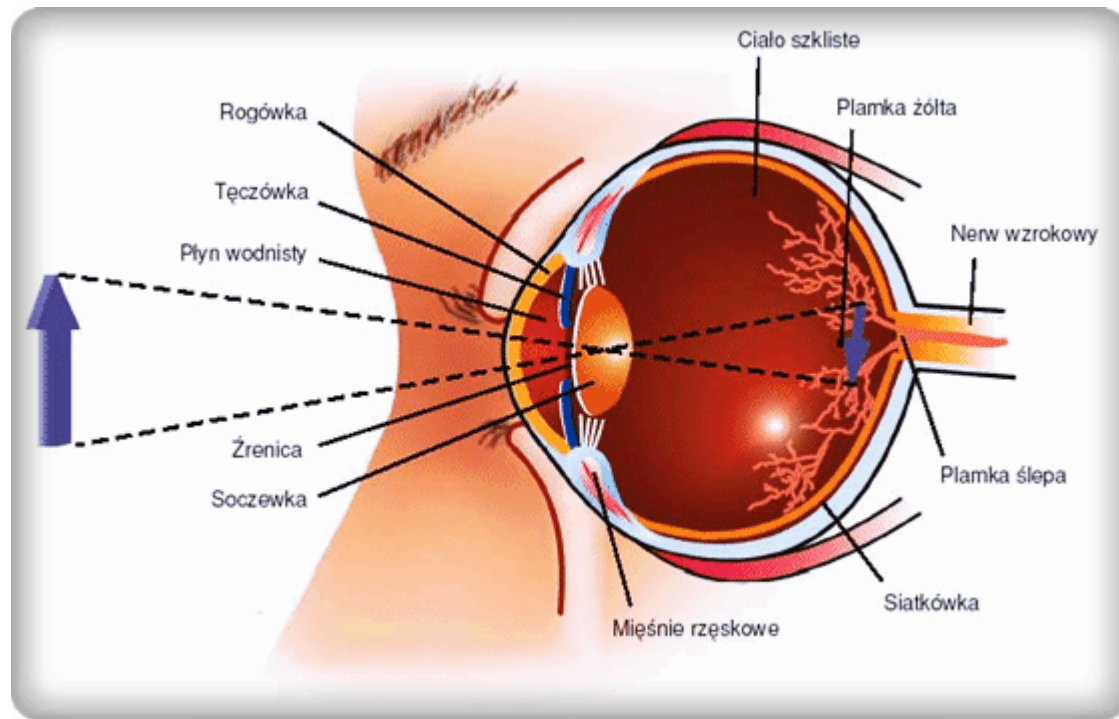
Sposób 1: Teleskop kosmiczny poza atmosferą Ziemi.

Sposób 2: Teleskop naziemny wyposażony w tzw. optykę adaptacyjną.



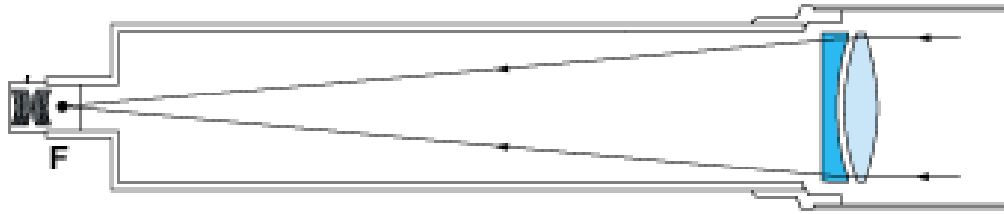
Porównanie zdjęć galaktyki wykonanych przez atmosferę ziemską (z lewej) oraz z kosmosu (z prawej).

Rodzaje obserwatoriów astronomicznych

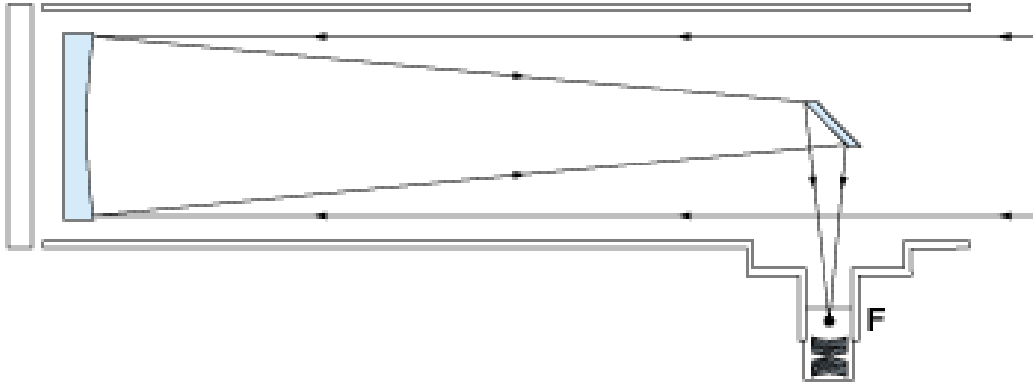


Ludzkie oko – do XVII wieku. Średnica źrenicy ok. 6mm.

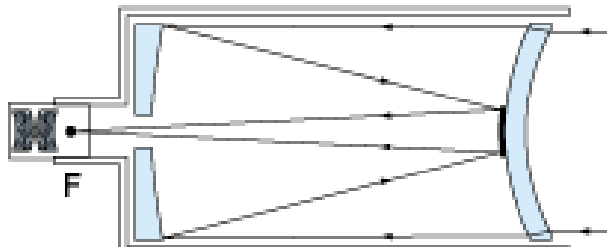
Teleskopy optyczne



refraktor,
teleskop soczewkowy,
luneta



reflektor,
teleskop zwierciadlany



katadioptryk,
teleskop soczewkowo-zwierciadlany

Teleskopy optyczne

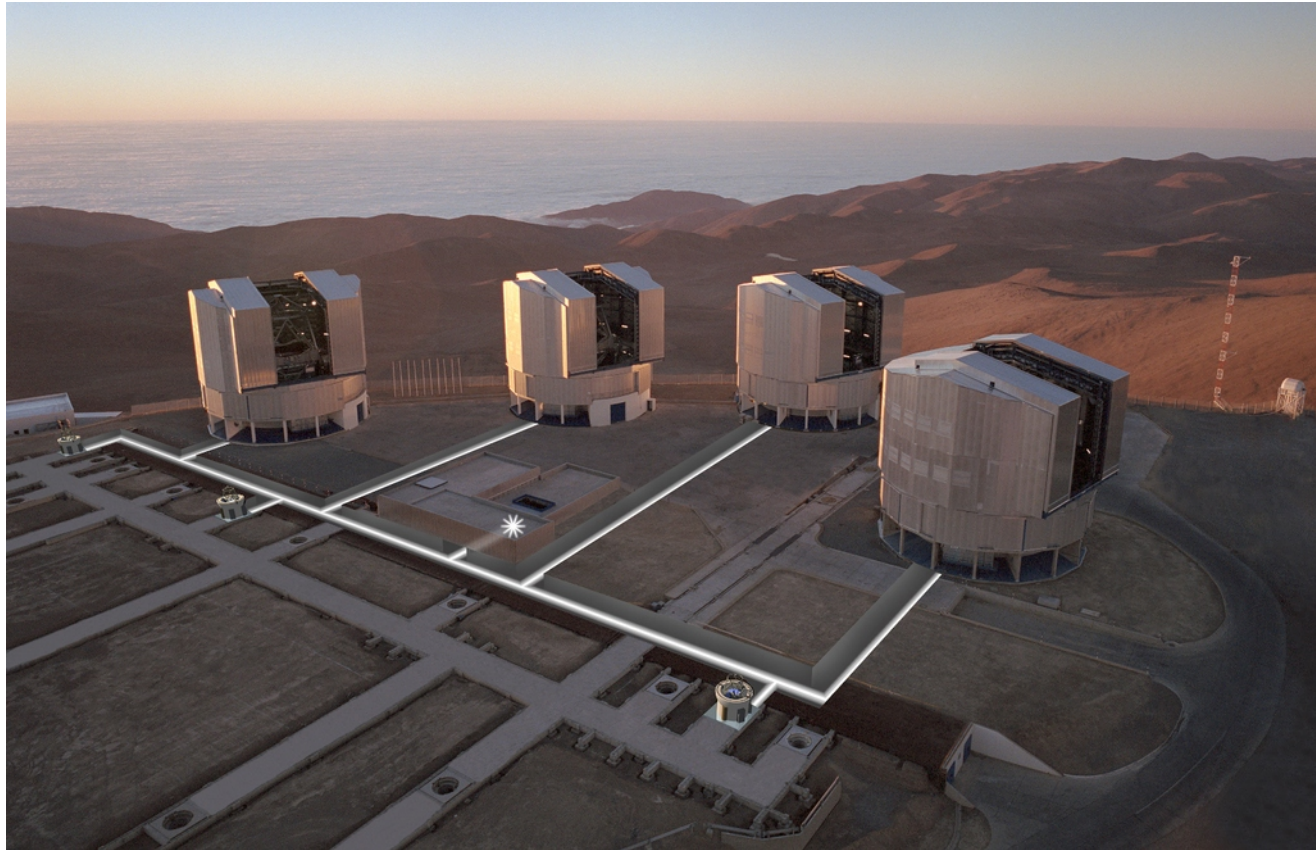


Teleskop optyczny naziemny

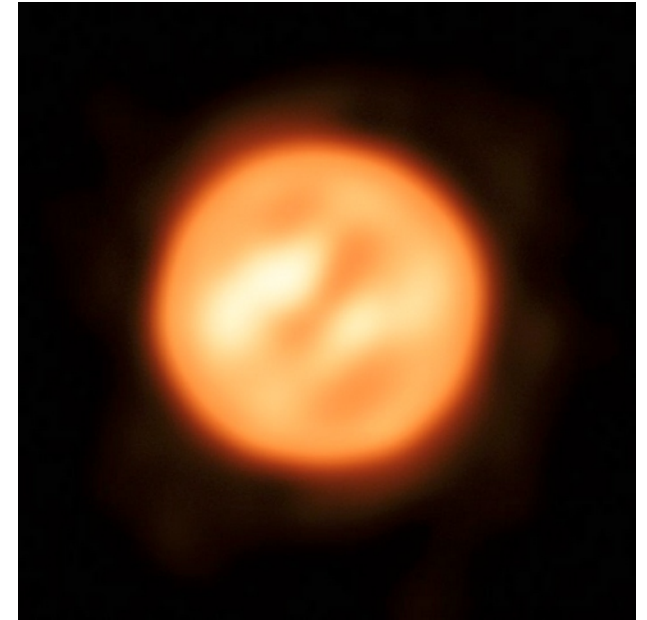


Teleskop optyczny kosmiczny

Interferometry optyczne



Interferometr optyczny VLTI



Antares, VLTI

Radioteleskopy

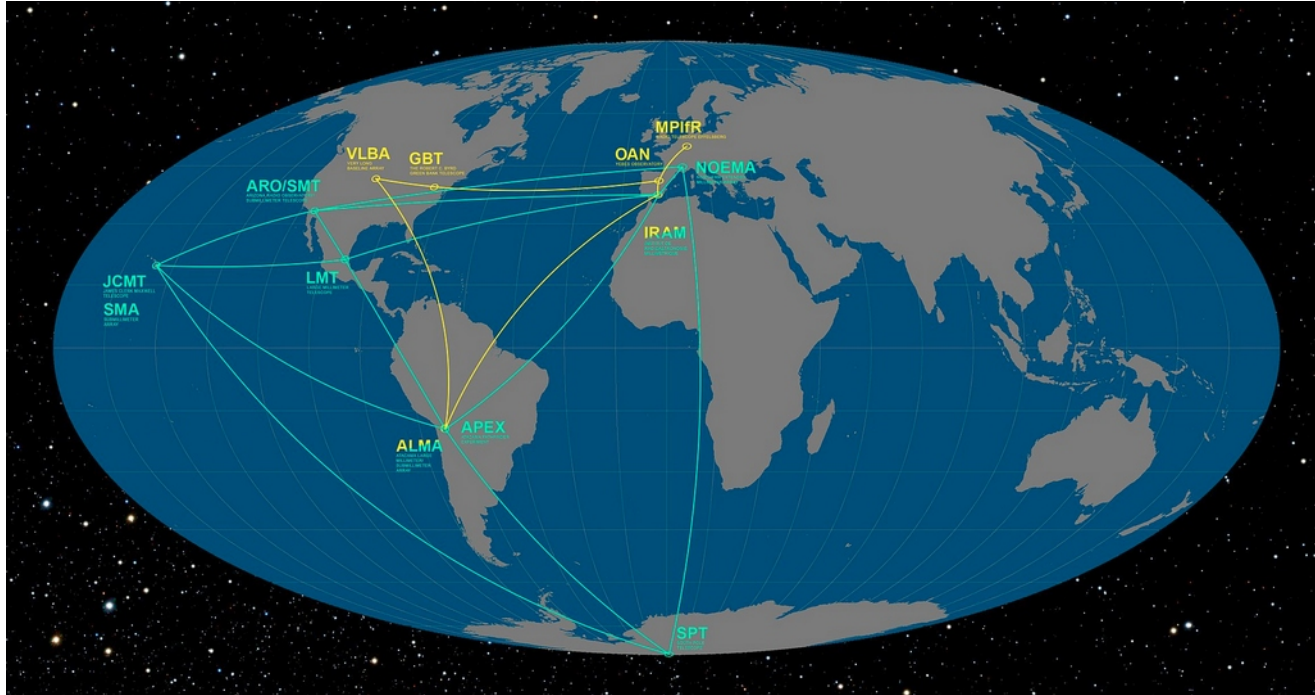


Radioteleskop 32m w Toruniu

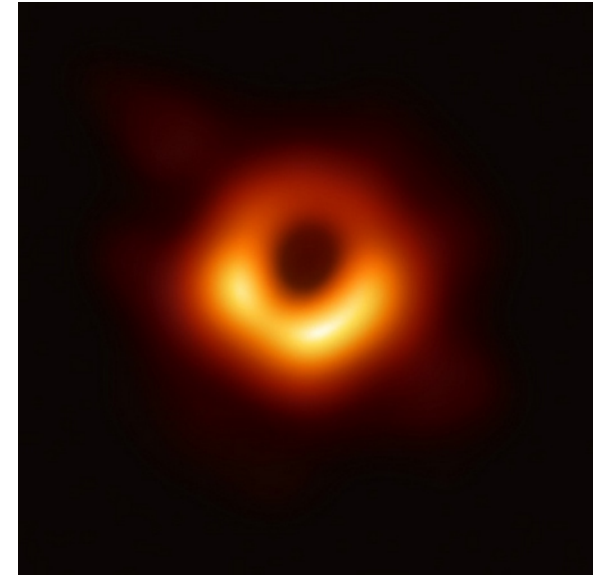


27 radioteleskopów 25m VLA w USA

Very Long Baseline Interferometry

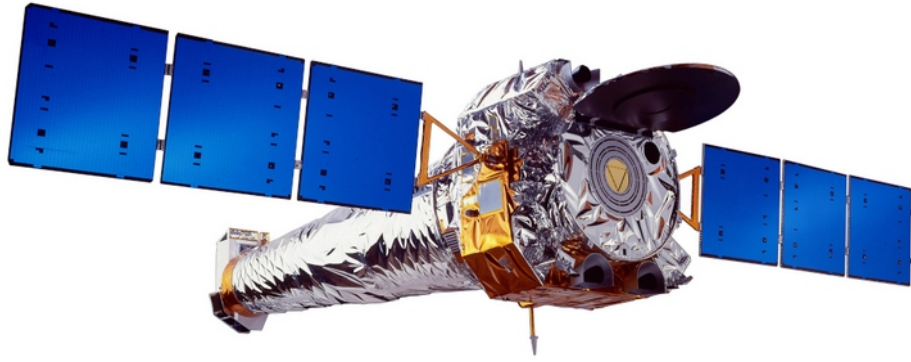


Event Horizon Telescope

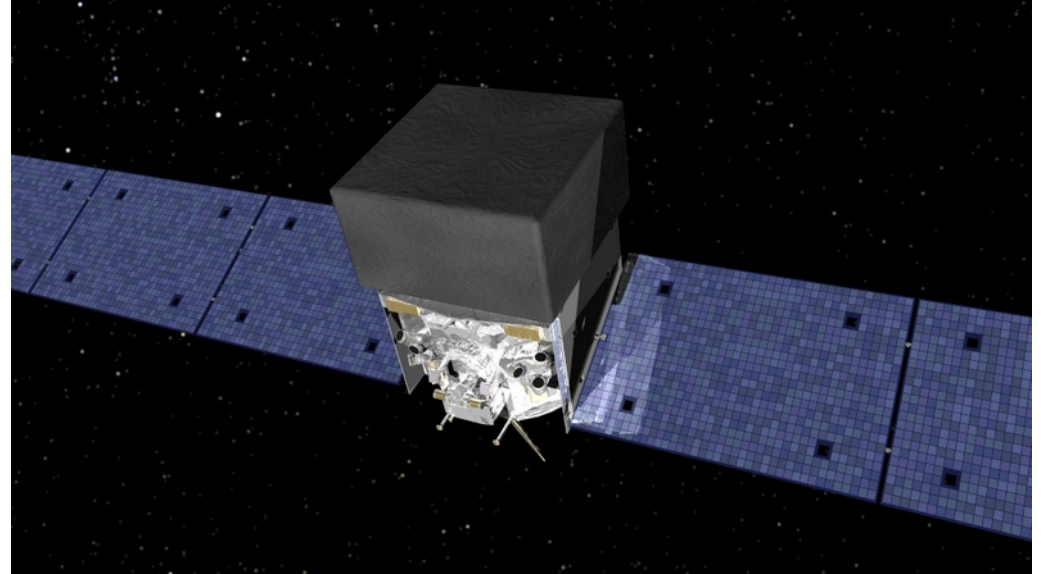


Centrum galaktyki
eliptycznej M87
(2019)

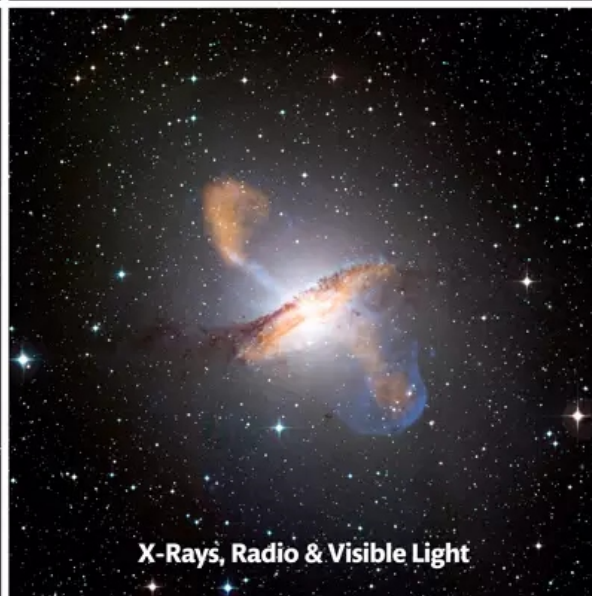
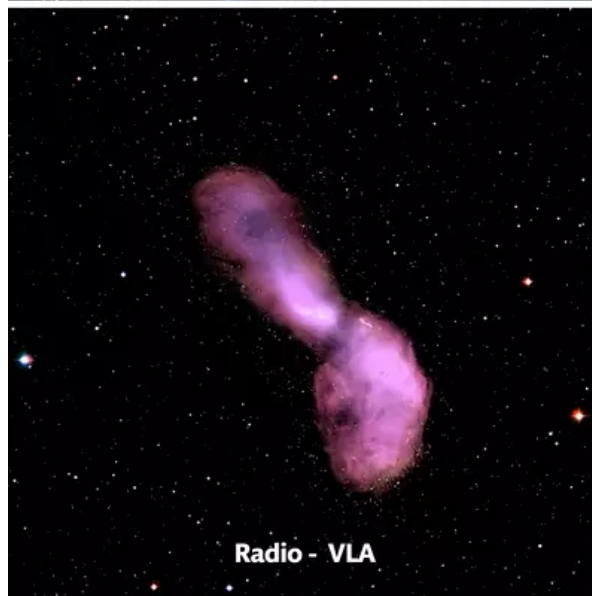
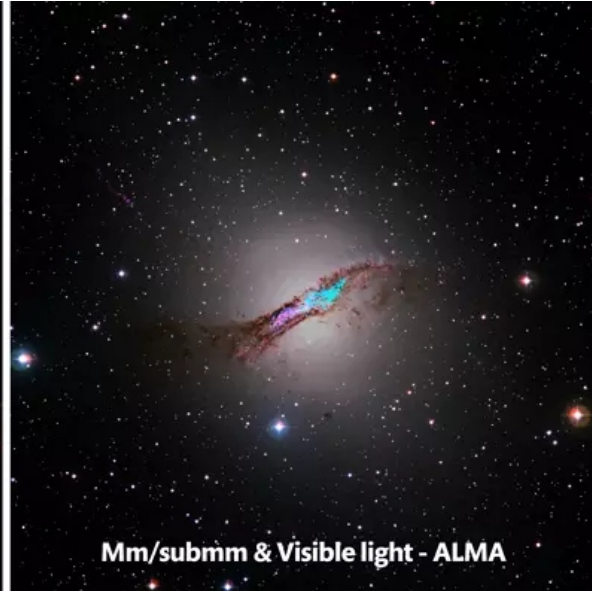
Teleskopy X i gamma



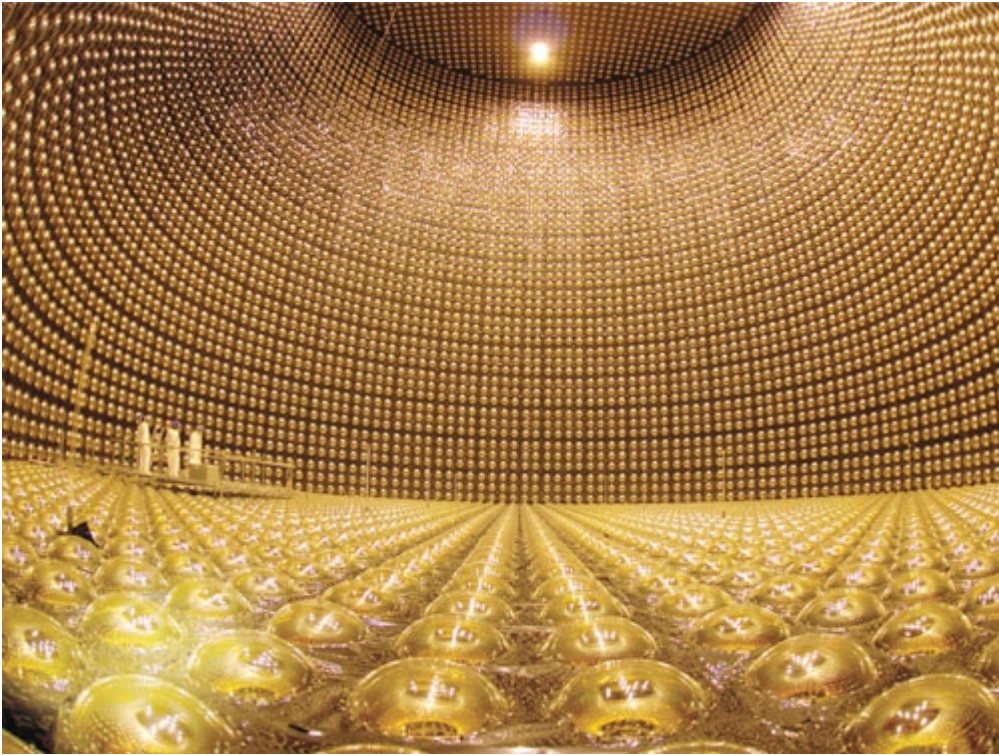
Teleskop rentgenowski
Chandra



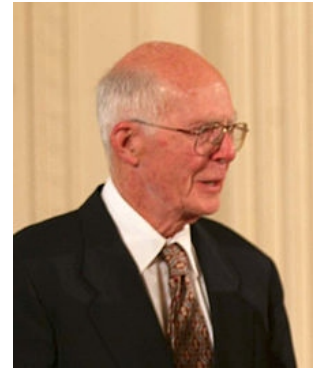
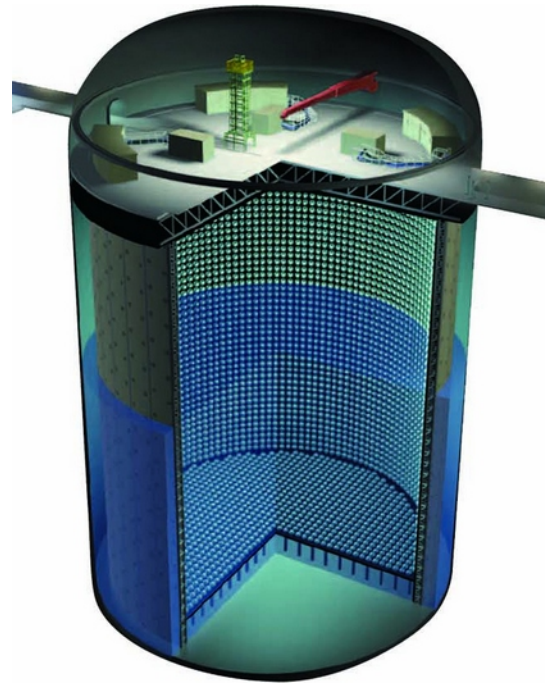
„Teleskop” gamma
Fermi



Detektory neutrin

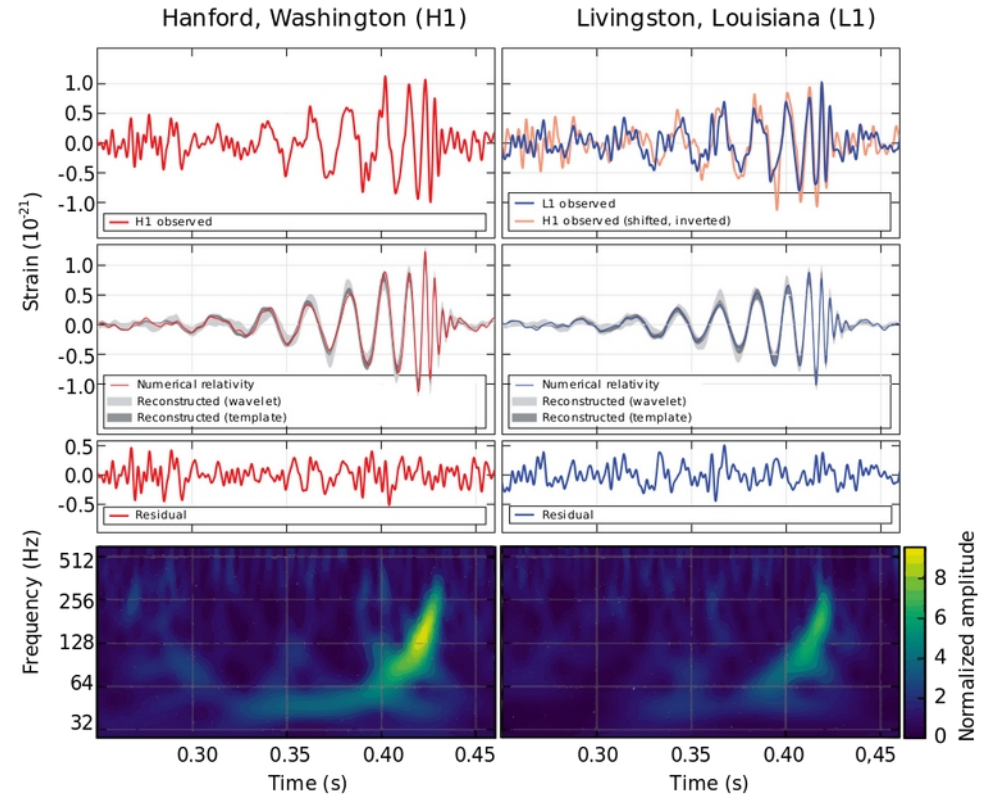


Japoński detektor Super-Kamiokande.



Raymond Davis
(1914-2006)
1960r

Detektory fal grawitacyjnych



Pierwsza detekcja fal grawitacyjnych
(14-09-2015)

Podział astronomii

Ze względu na badane obiekty:

- Słońce – heliofizyka
- Planety – planetologia
- Gwiazdy – gwiazdowa (astrofizyka)
- Droga Mleczna – galaktyczna
- Inne galaktyki – pozagalaktyczna
- Wszechświat – kosmologia

Ze względu na sposób badań:

- astronomia teoretyczna
- astronomia obserwacyjna
- badania kosmiczne

Ze względu na technikę obserwacji:

- astrometria
- fotometria
- spektroskopia
- interferometria
- polarymetria
- astronomia neutrinowa
- astronomia fal grawitacyjnych

Mechanika nieba

badanie ruchu ciał w kosmosie