



Tajemniczy WSZECHŚWIAT

prof. dr hab. Andrzej Kus – (CA) IA UMK

Toruń, 7 października 2019



Dlaczego badamy Wszechświat ?

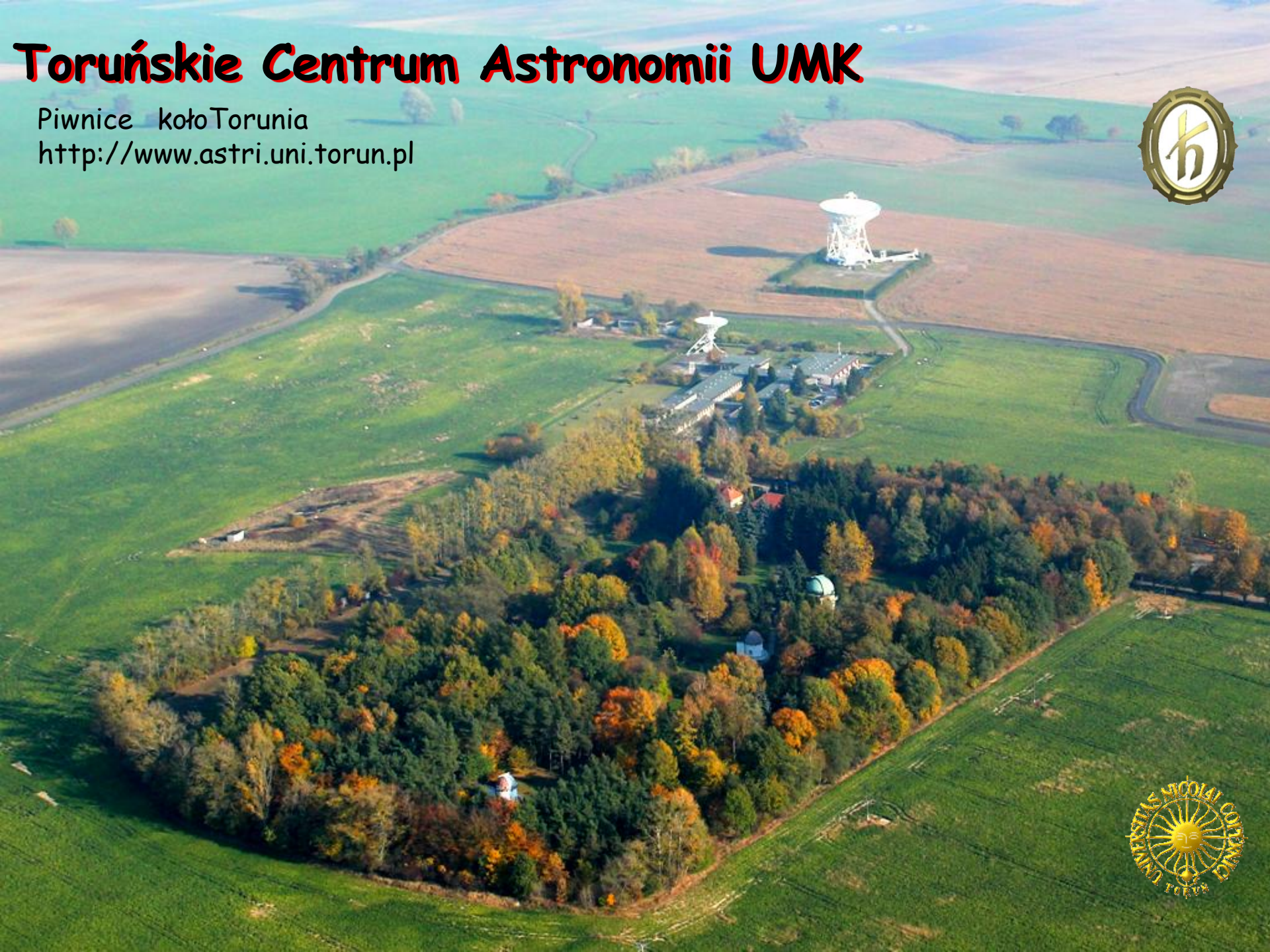
*M.Kopernik - ... Cóż piękniejszego nad niebo, które
przecież ogarnia wszystko co piękne...*

- Poznanie świata, zaspokojenie ciekawości także **przetrwanie**
- Astronomia próbuje rozwiązać problemy fundamentalne fizyki
- Budowa Wszechświata (we wszystkich skalach)
- Prawa przyrody ich uniwersalność
- Stany materii, źródła i formy energii
- Ewolucja Wszechświata, miejsce Słońca i Ziemi
- Powstanie i ewolucja form żywych
- Poszukiwanie pozastłonecznych układów planetarnych
i rozwiniętych cywilizacji

Toruńskie Centrum Astronomii UMK

Piwnice koło Torunia

<http://www.astr.uni.torun.pl>



KRa CA
UMK

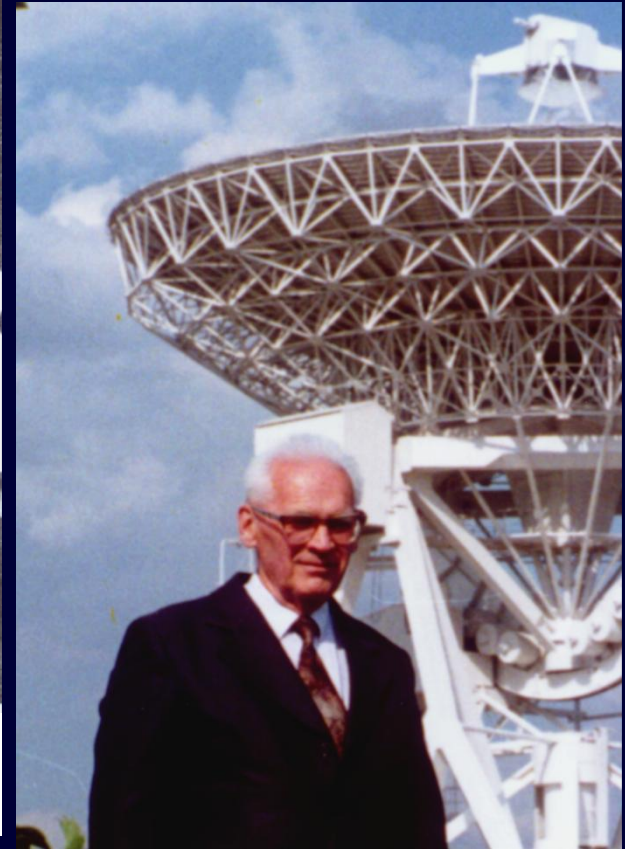




Prof. Wilhelmina Iwanowska
(1905 - 1999)

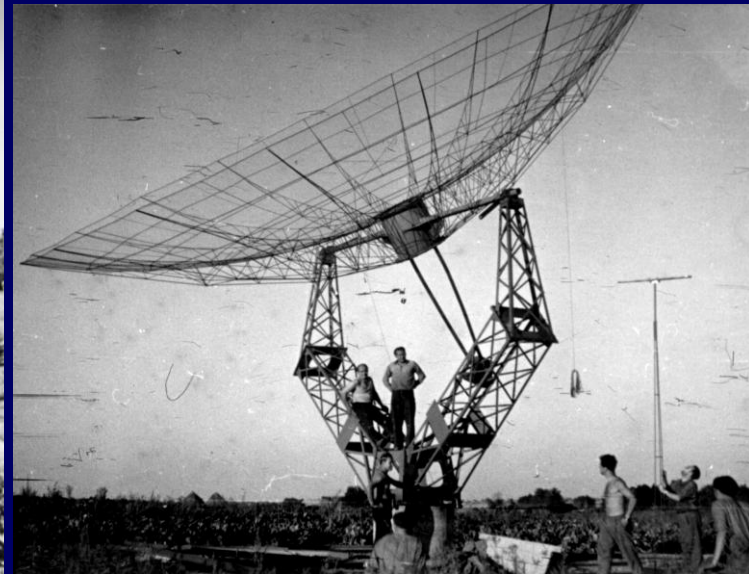
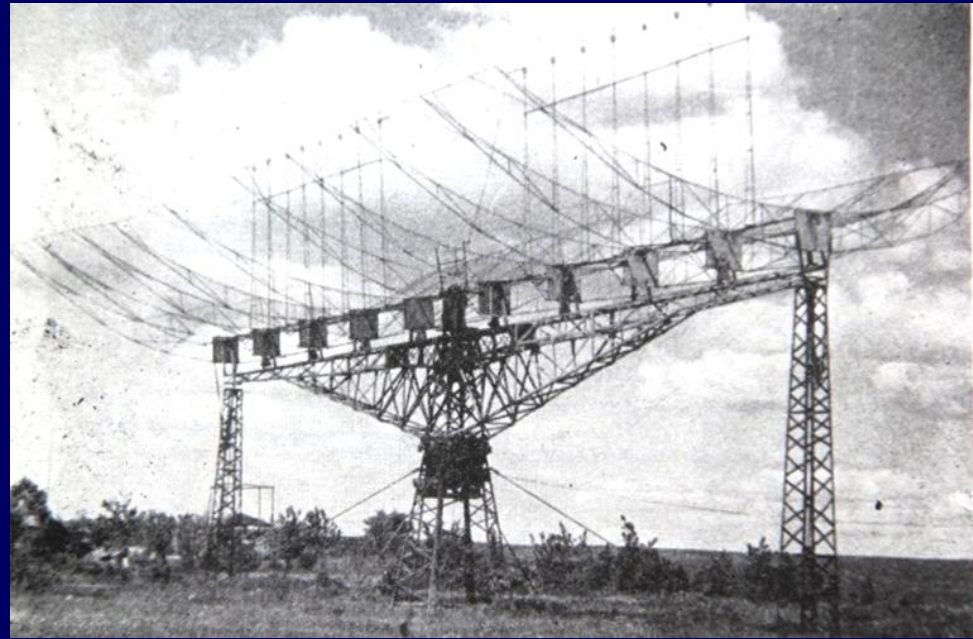


Prof. Władysław Dziewulski
(1878 - 1962)



Prof. Stanisław Gorgolewski
(1926 - 2011)

Pionierzy współczesnych badań astronomicznych w Toruniu





RT4



Podstawowe informacje

- Zaprojektowany i zbudowany w Polsce*
- Konstrukcja homologiczna*
- Zbudowany w '94, funkcjonuje od '96*

-Średnica 32m

-Cassegrain z 3.2 m subreflektorem

-Dokładność powierzchni 0.4 mm RMS

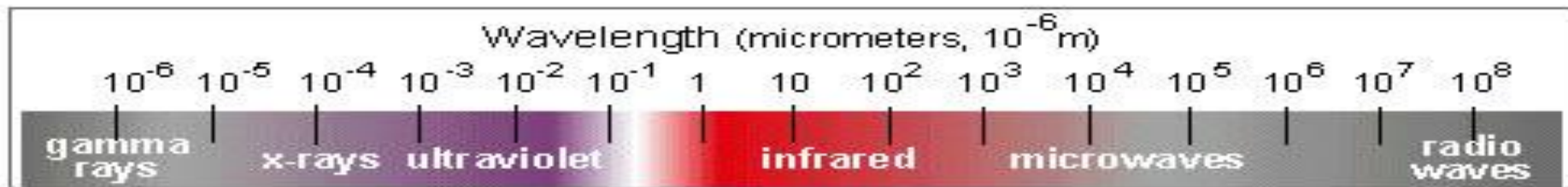
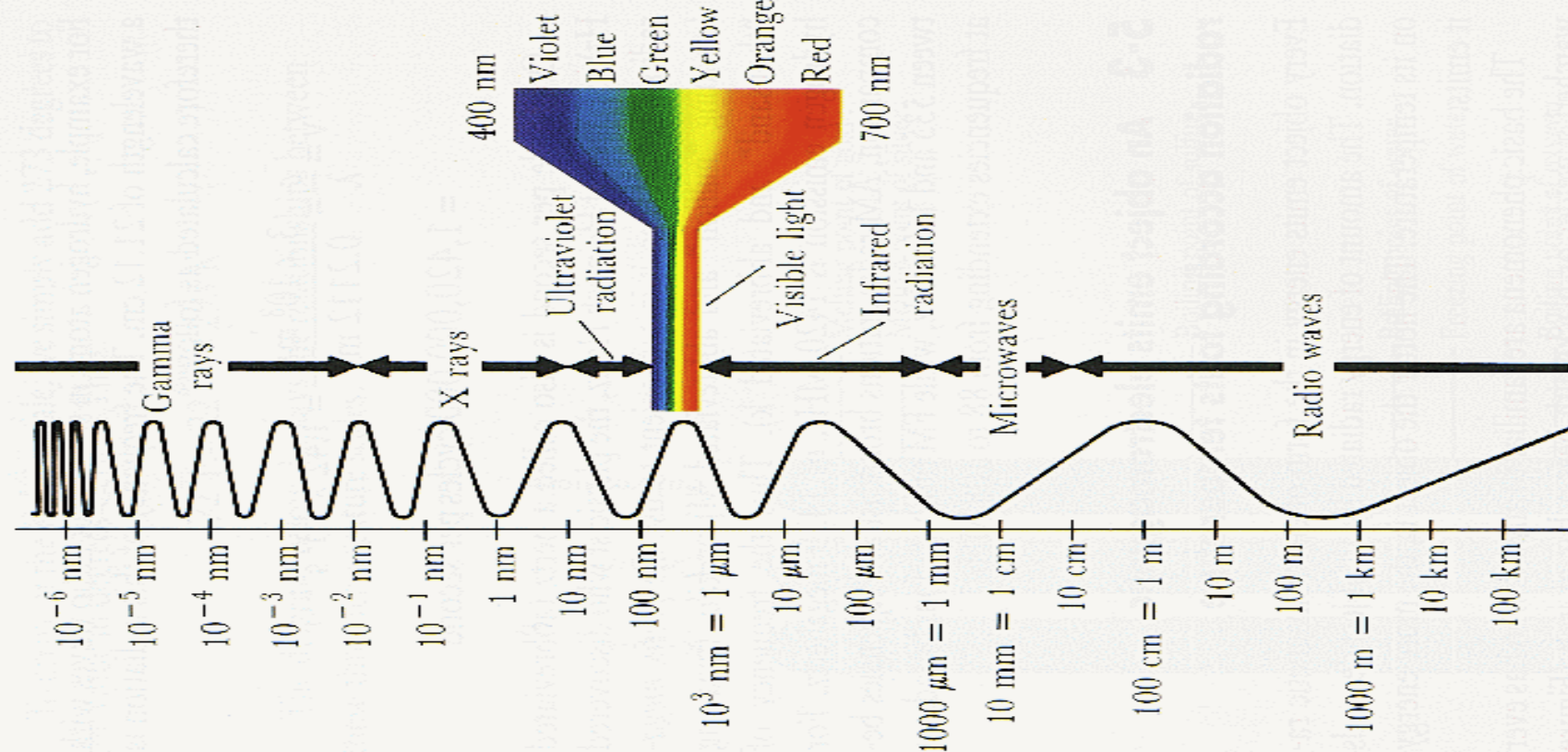
-Pozycjonowanie, śledzenie ~5 arcsec

-Całkowita waga 600 ton

-Ruch w Az i El do 30 deg/min

-Pełna kontrola komputerowa

*-Odbiera fale radiowe w zakresie
1400-30000 MHz (20cm-1 cm)*

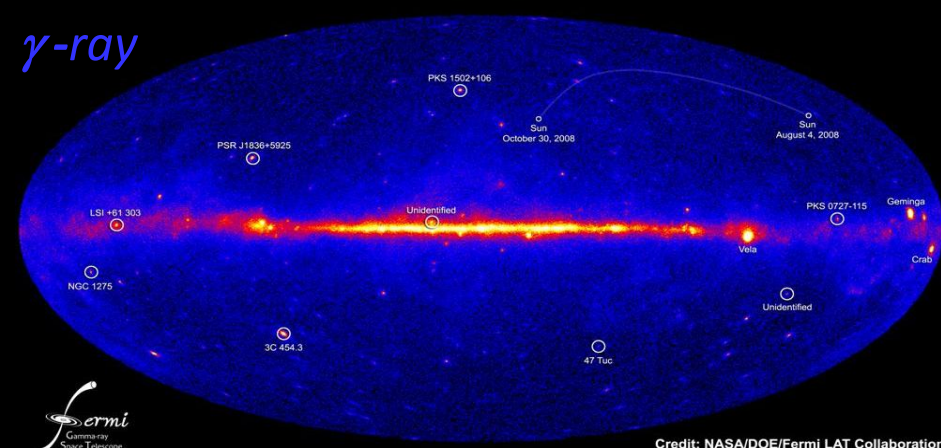


Short wavelength
High frequency
High energy



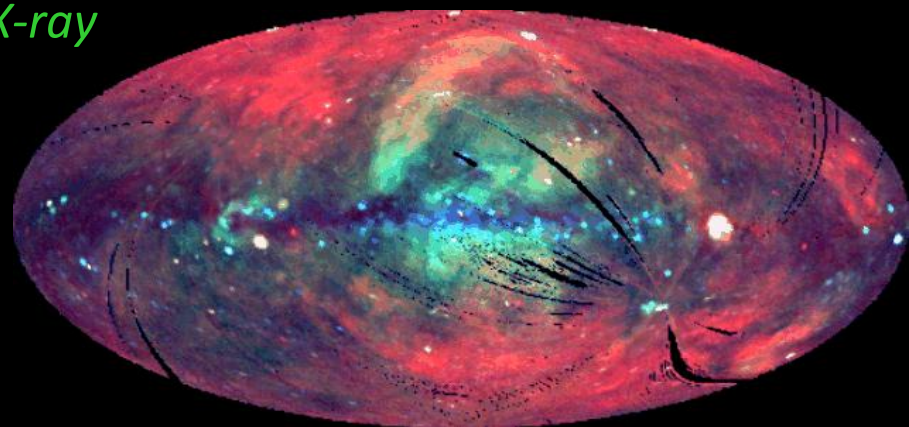
Long wavelength
Low frequency
Low energy

γ -ray

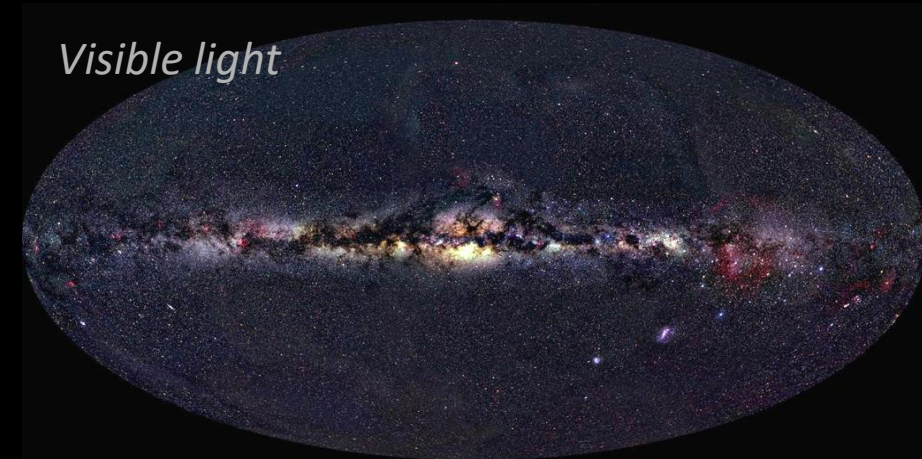


Credit: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration

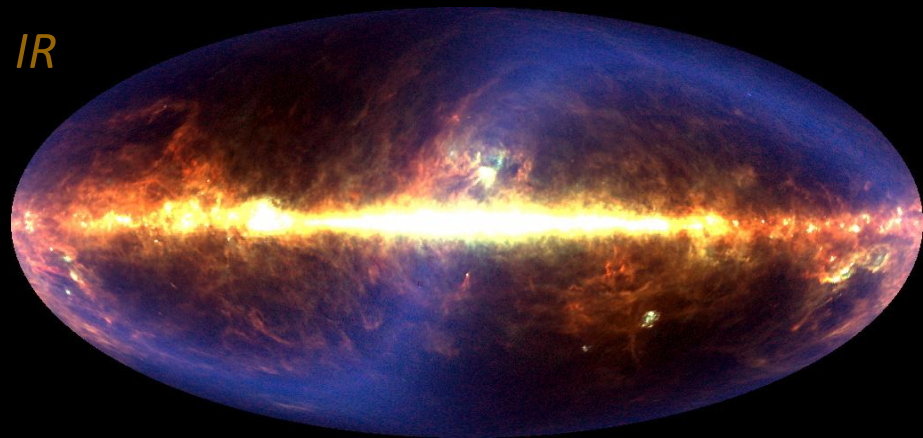
X-ray



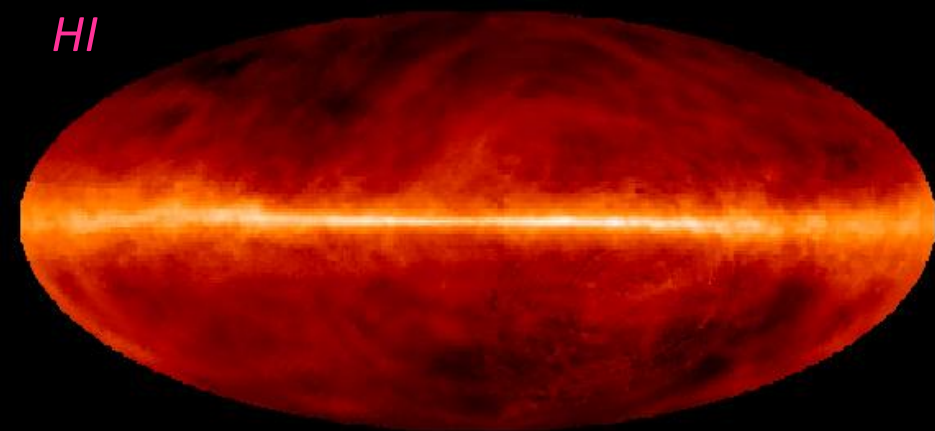
Visible light



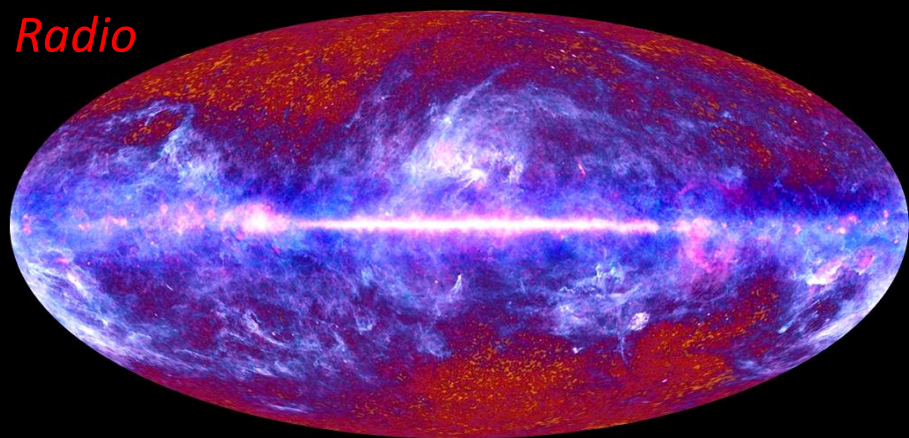
IR

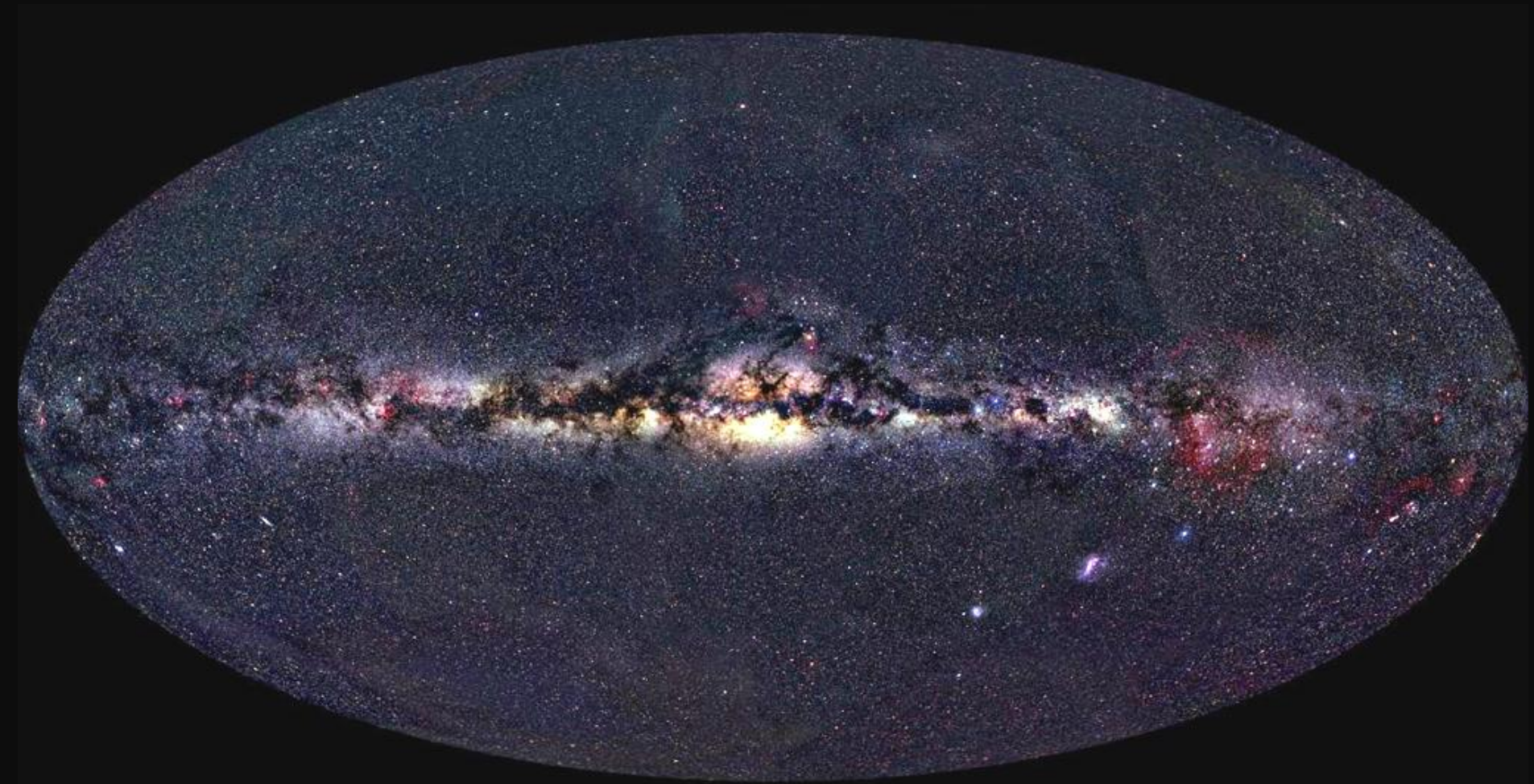


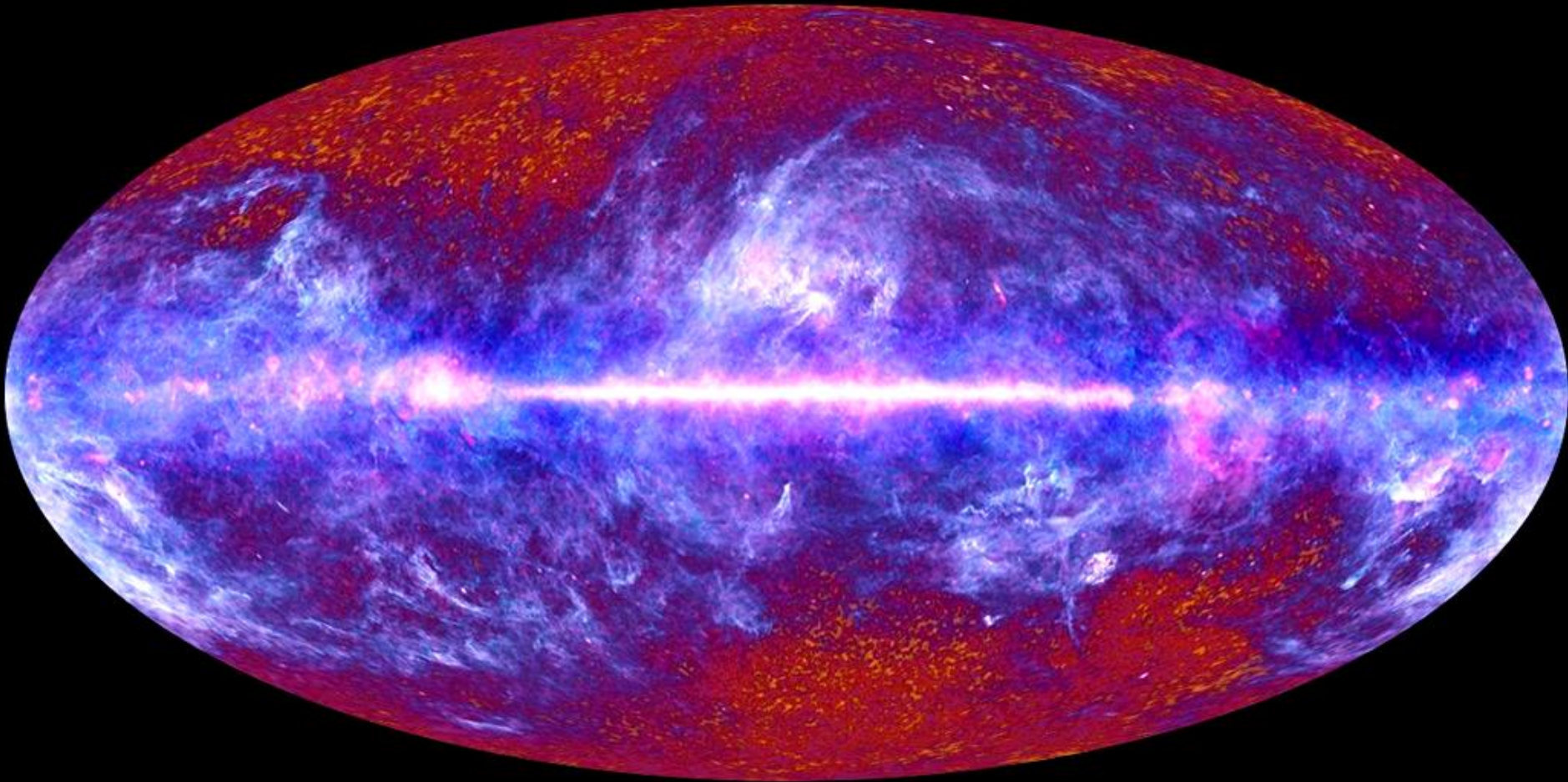
HI



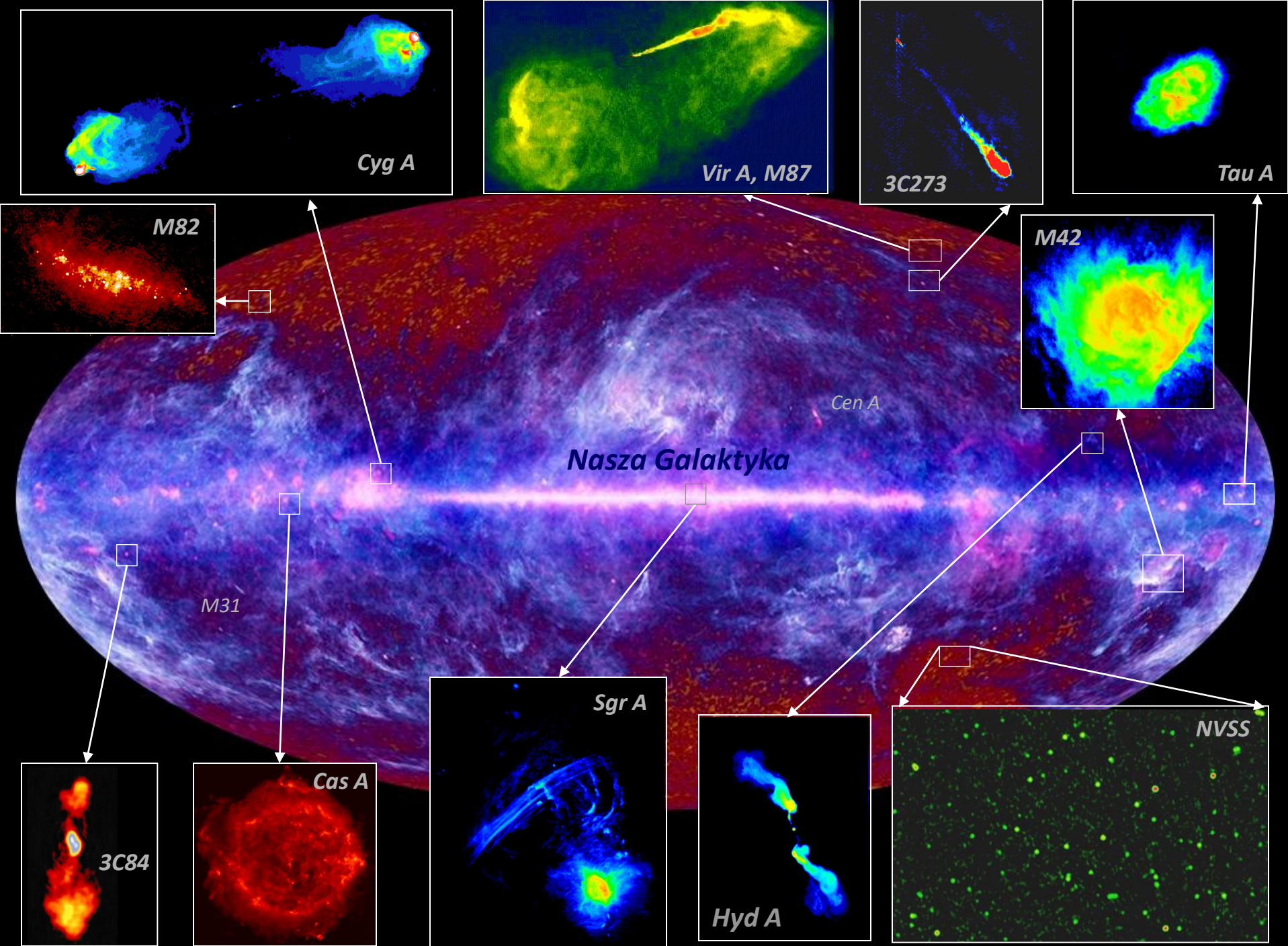
Radio

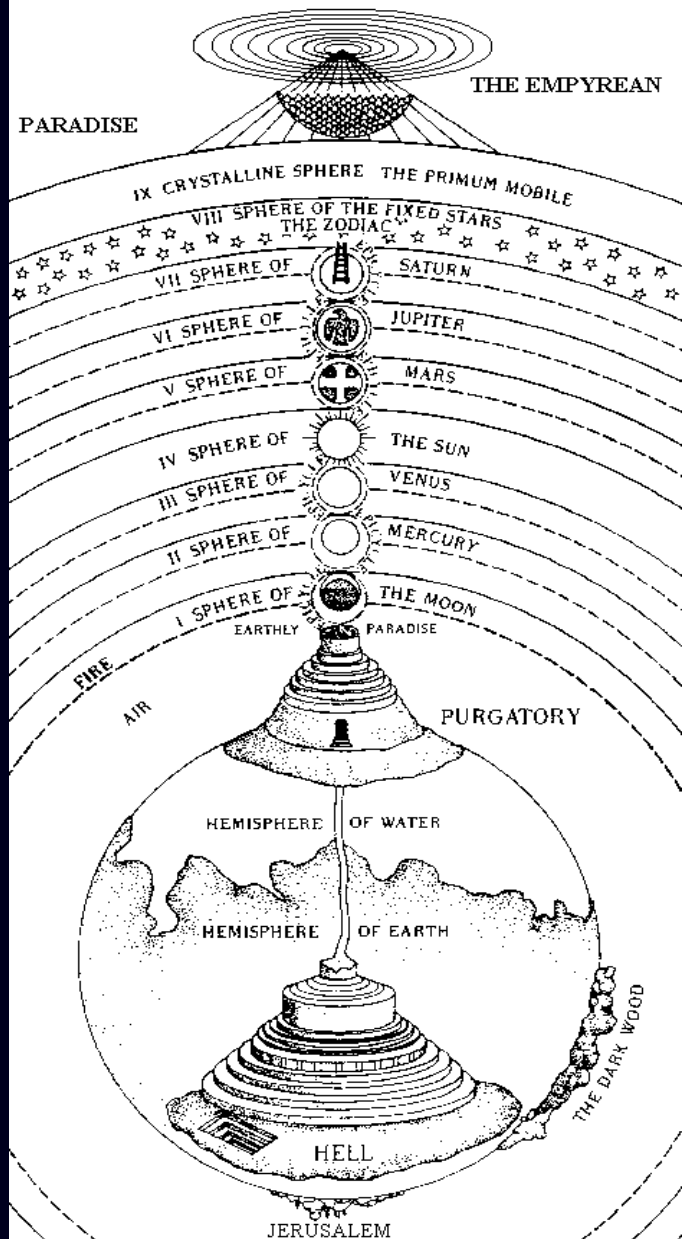






Planck Mission Satellite - mapa nieba 2010, Nasza Galaktyka i tło CMB

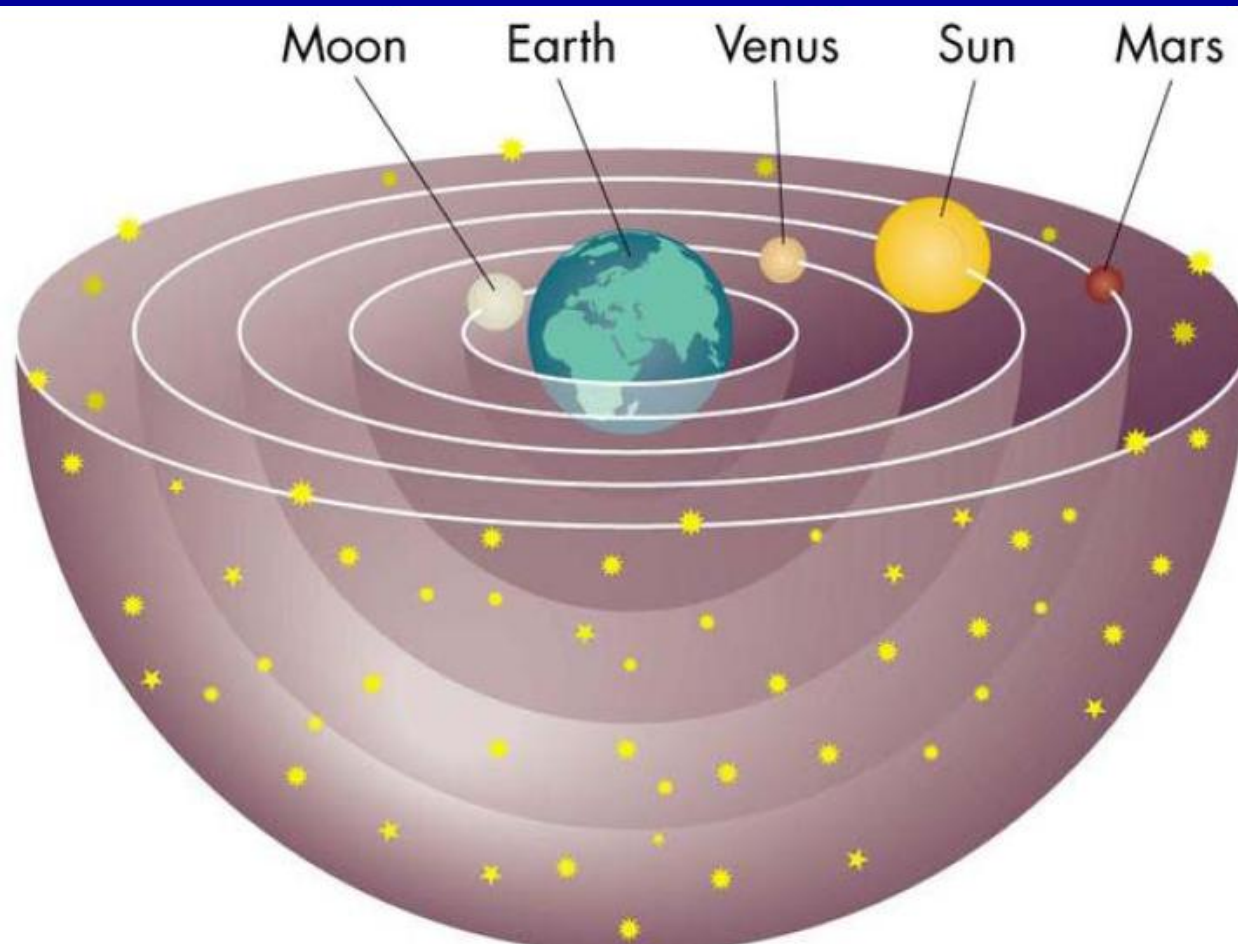




Tales z Miletu (625-547) - materia jest jednością
 Pitagoras i jego uczniowie (IV w p.n.e.) liczby podstawą wszystkich rzeczy
 Platon (427-348) - *cosmos* i *microcosmos* (świat ożywiony) to jedność

Matematyczny model Wszechświata Eudoxus (400 b.c.)

27 sfer każda z własnym okresem i
własnym biegunem rotacji



Okresy rotacji
m.in.:

24 godziny

27,2 dnia

18,6 lat

+ inne wynikające z
pozornego ruchu planet

Razem 27 !

perfekcja matematyczna

Philolaus (V b.c.)

Ziemia krąży wokół Słońca podobnie jak inne planety

Jego uczeń **Hicetas** z Syrakuz

Ziemia wiruje raz na 24 godziny !

Heraklides z Pontus (III b.c.)

podobne stanowisko – heliocentryzm

Aristarch (III b.c.) – mierzy odległość do Słońca, to $1/20$ tej znanej nam obecnie, wyznacza także średnicę Słońca

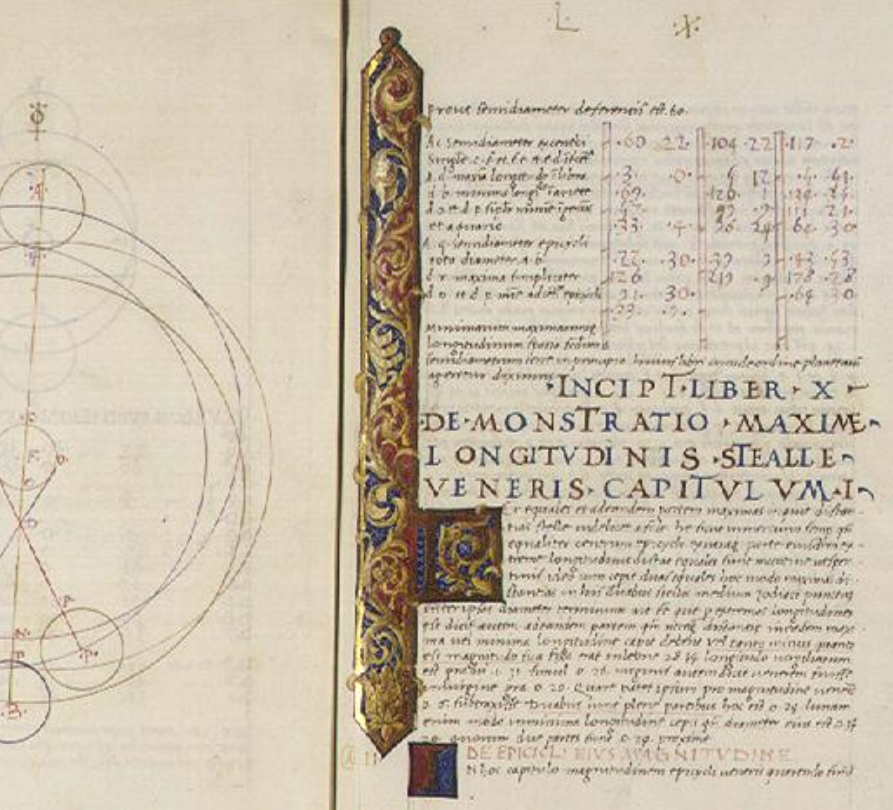
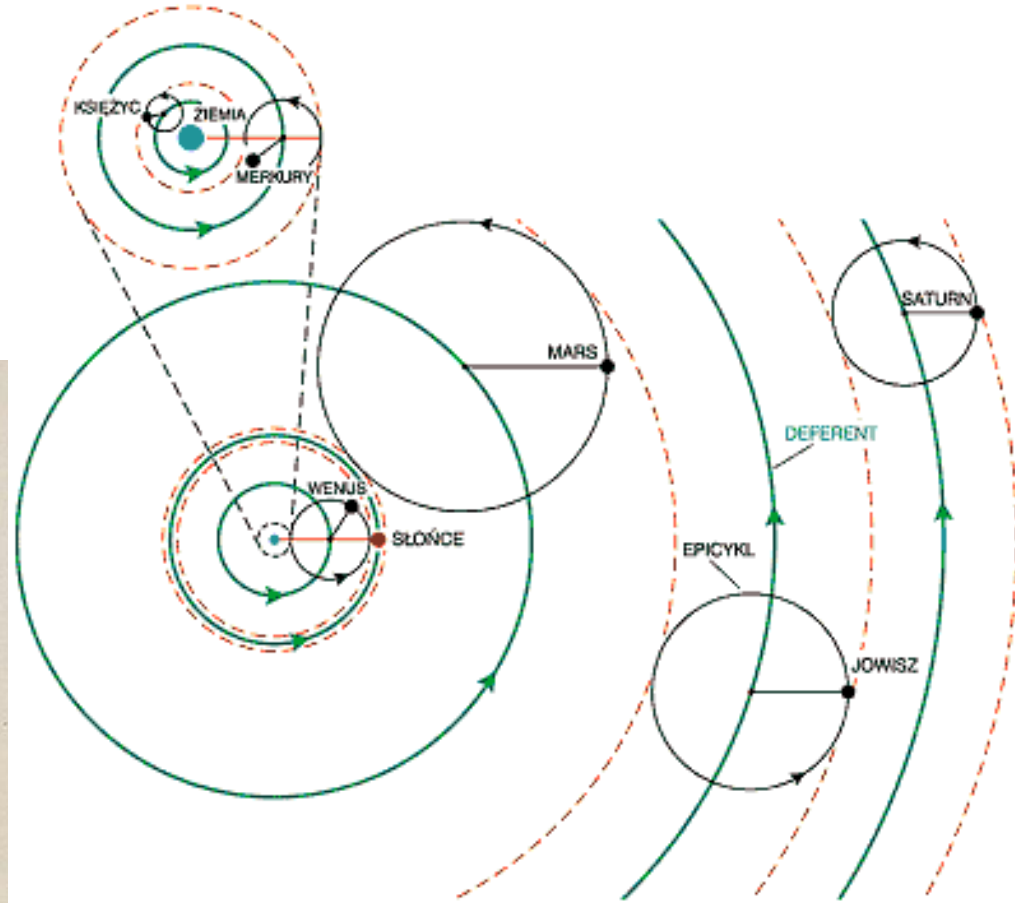
Eratosthens (III b.c.) – mierzy obwód Ziemi tylko 16% błąd

Hipparchus (II b.c.) - katalog gwiazd

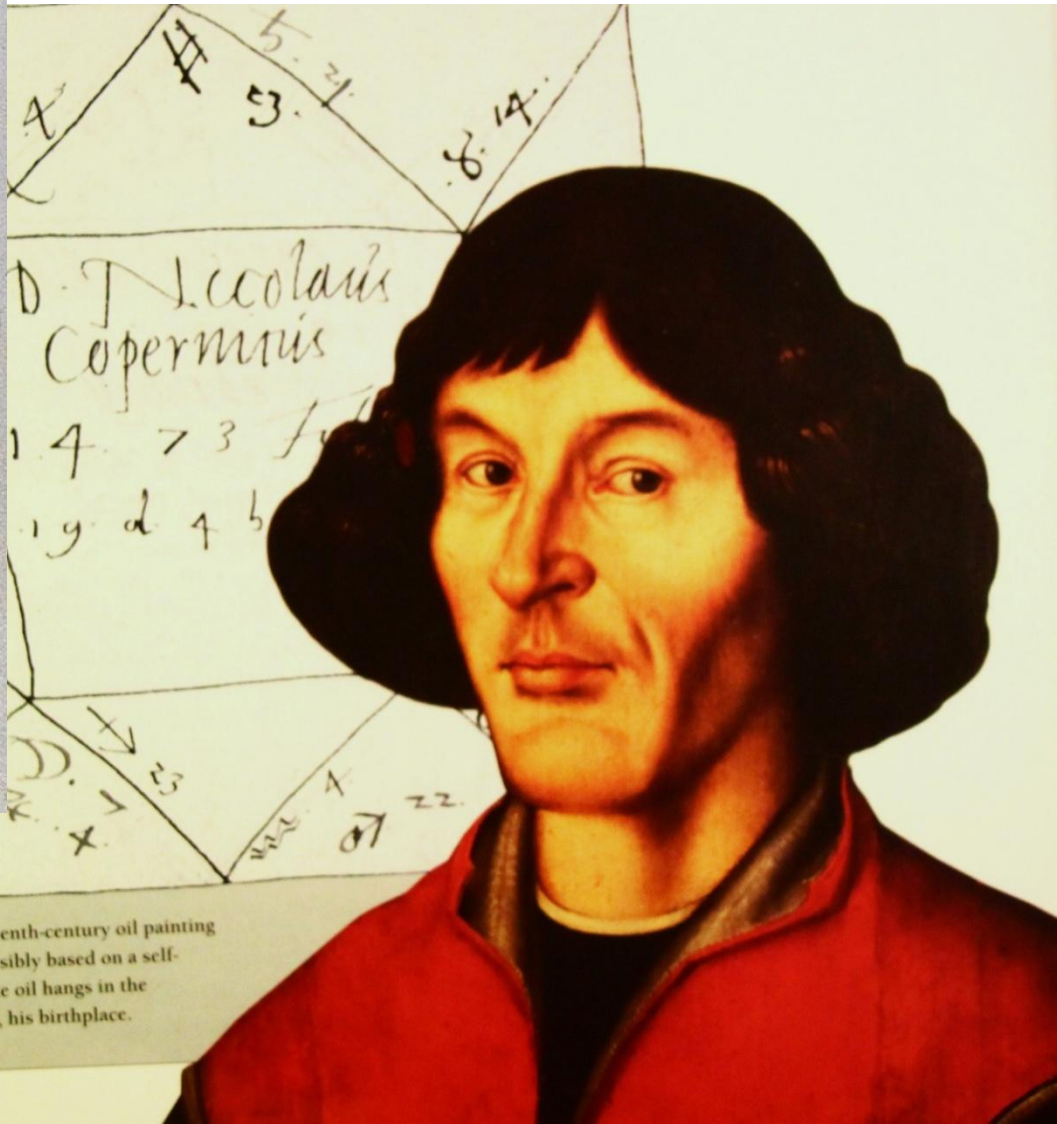
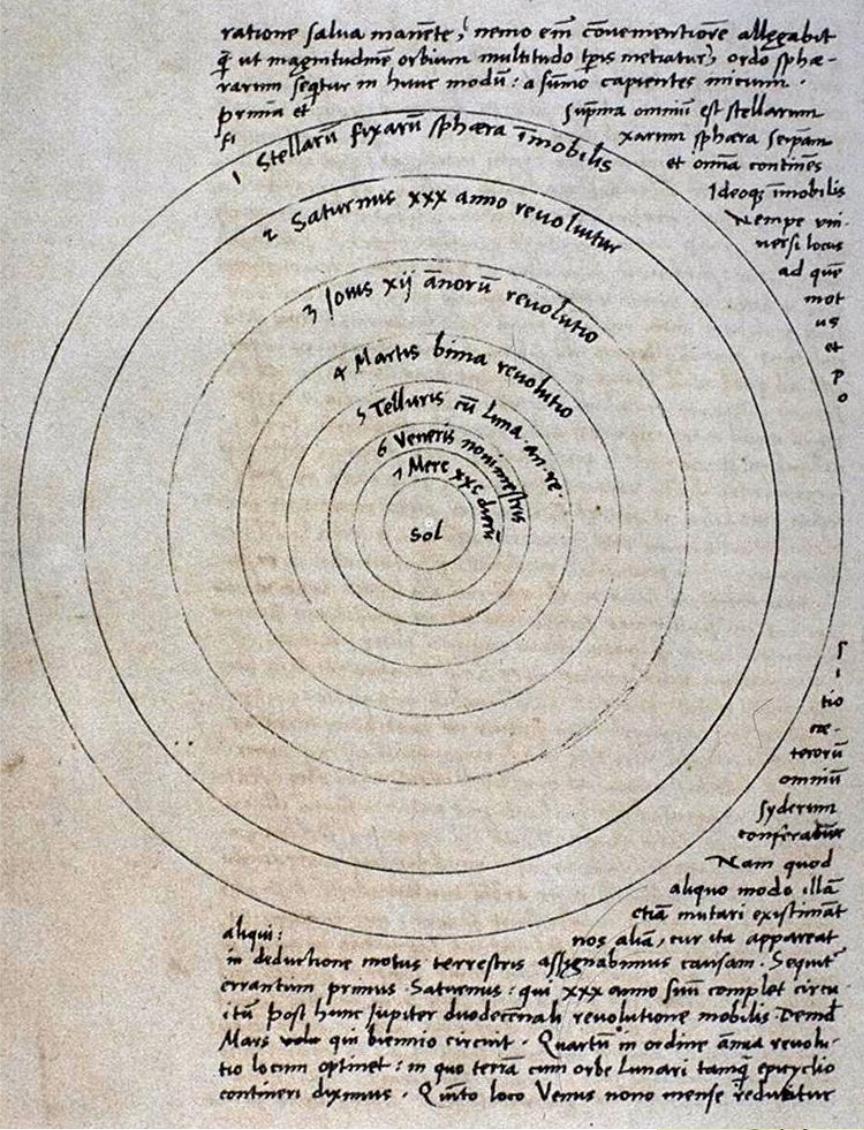
Ptolemeusz (II a.c.) – Almagest - dzieło i obraz świata obowiązujące przez 14 wieków



Klaudiusz Ptolemeusz (100-170 ? a.c.)



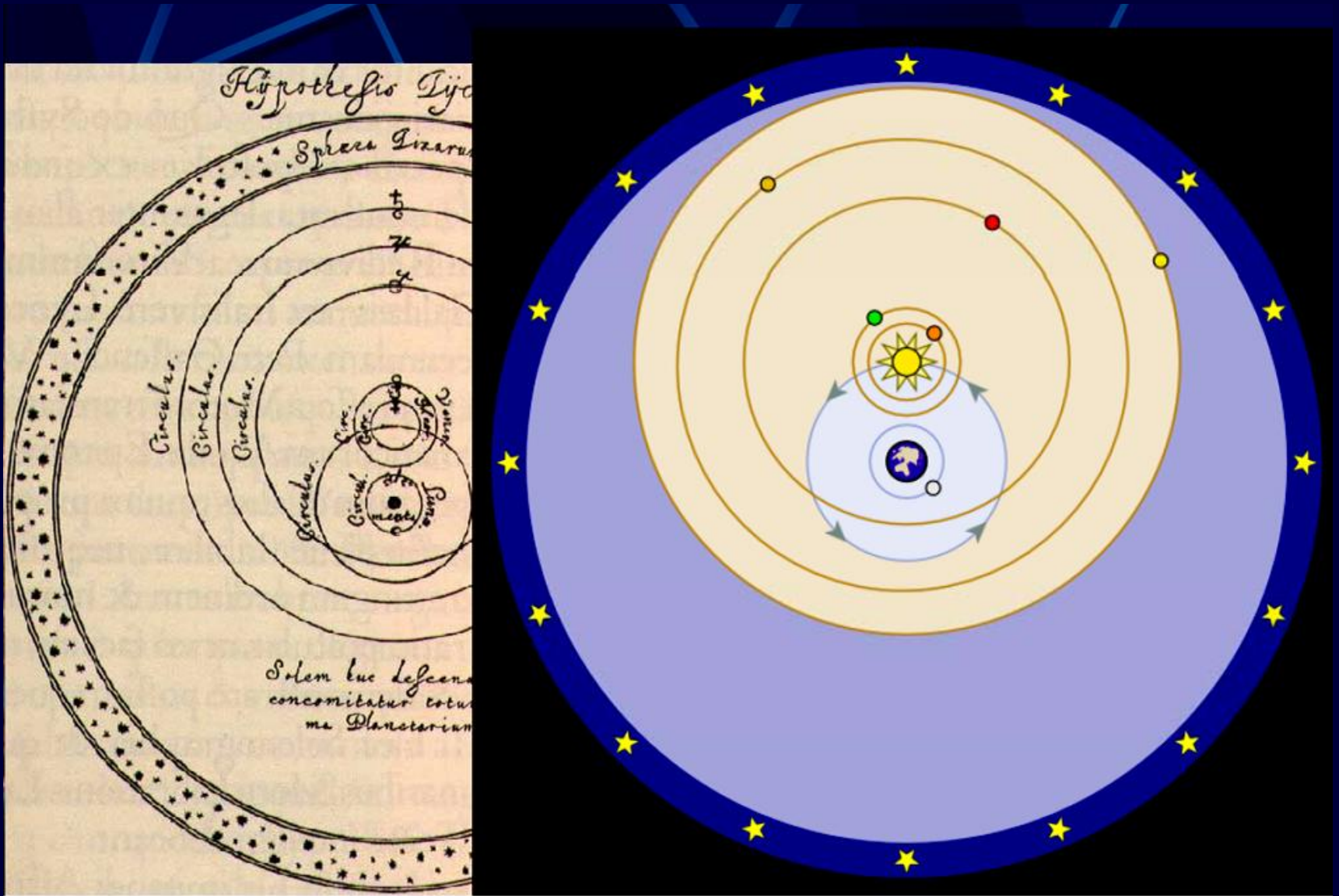
Nicolaus Copernicus (1473 -1543)



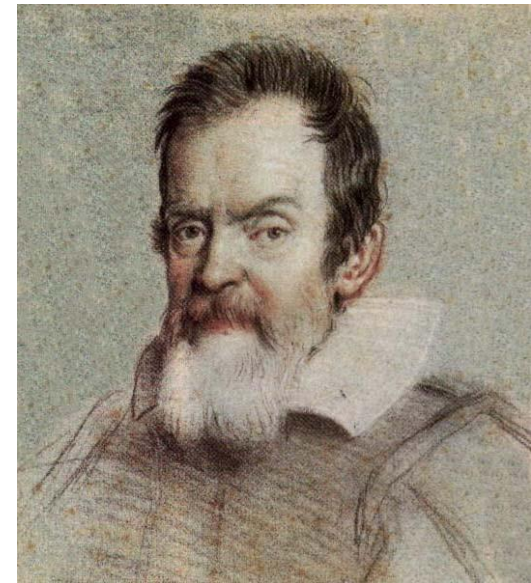
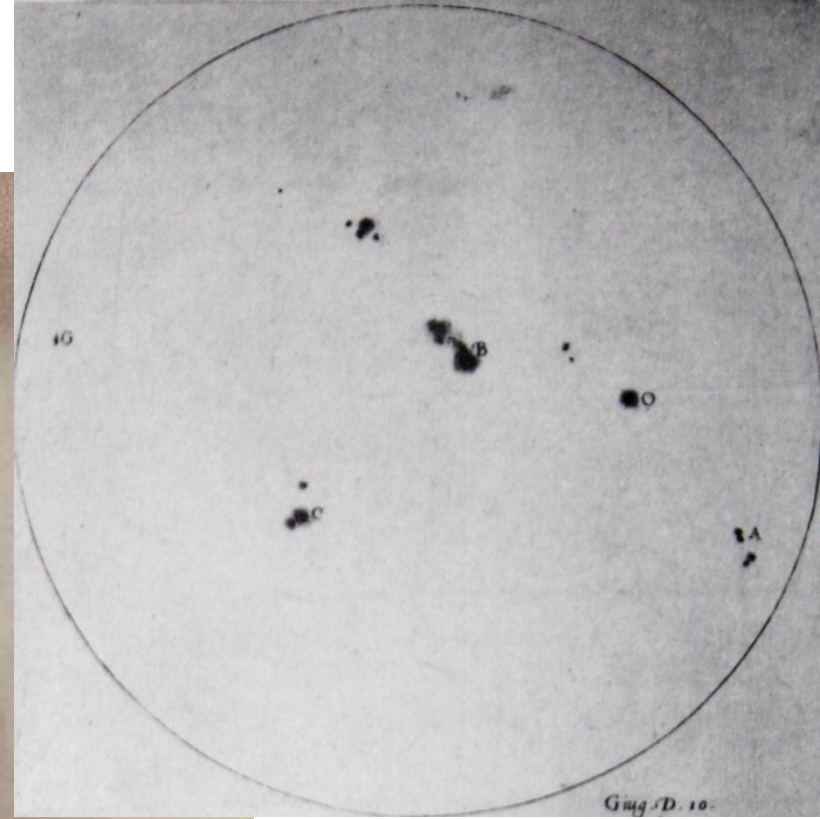
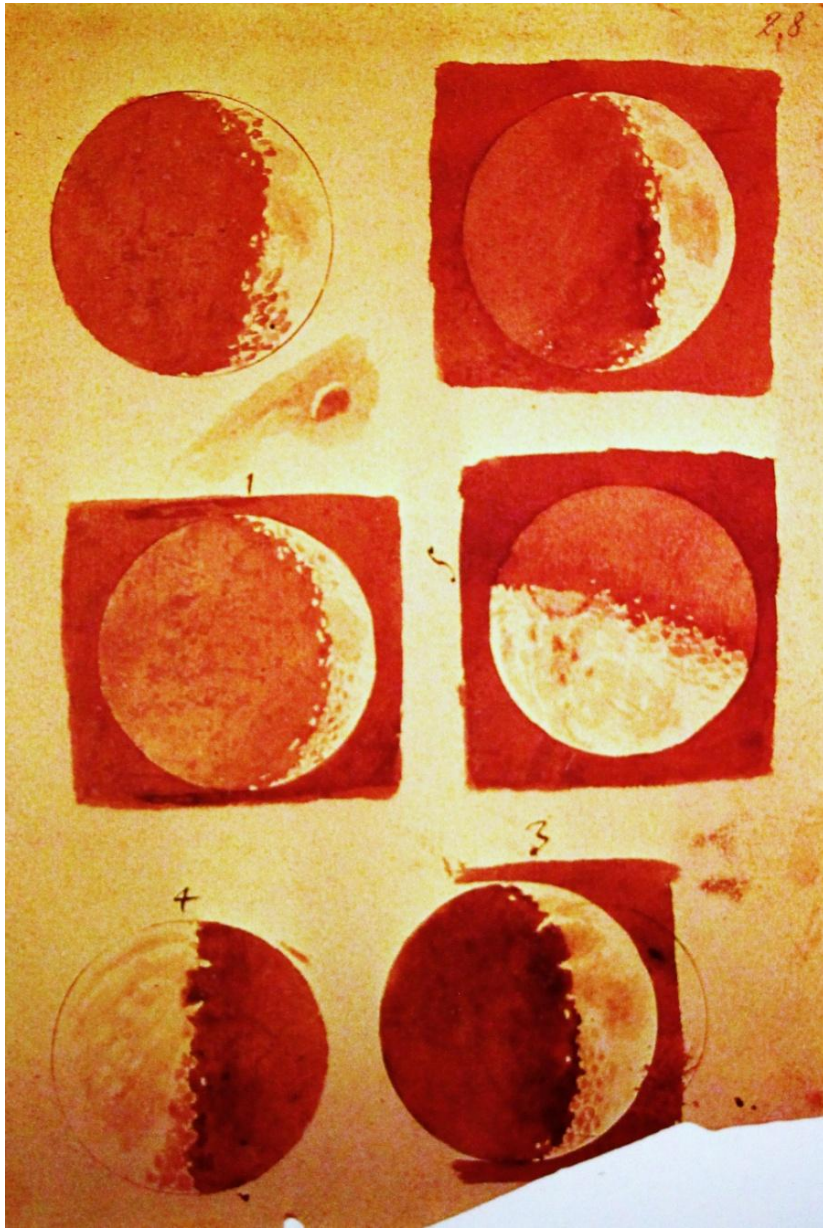
Cały Wszechświat
 wg. Kopernika
 niewyobrażalnie wielki

Right: From a sixteenth-century oil painting of Copernicus, possibly based on a self-portrait sketch. The oil hangs in the City Hall in Toruń, his birthplace.

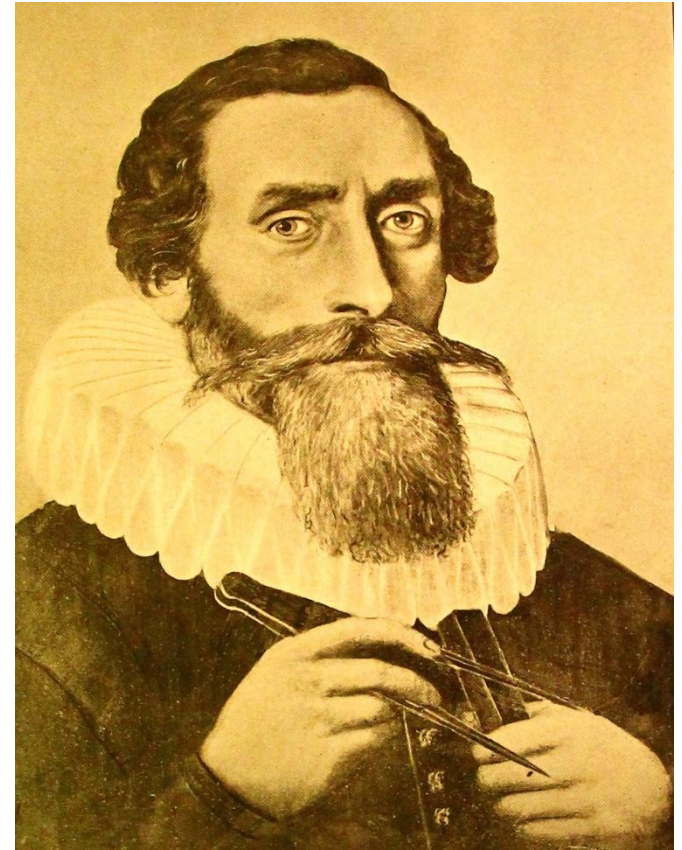
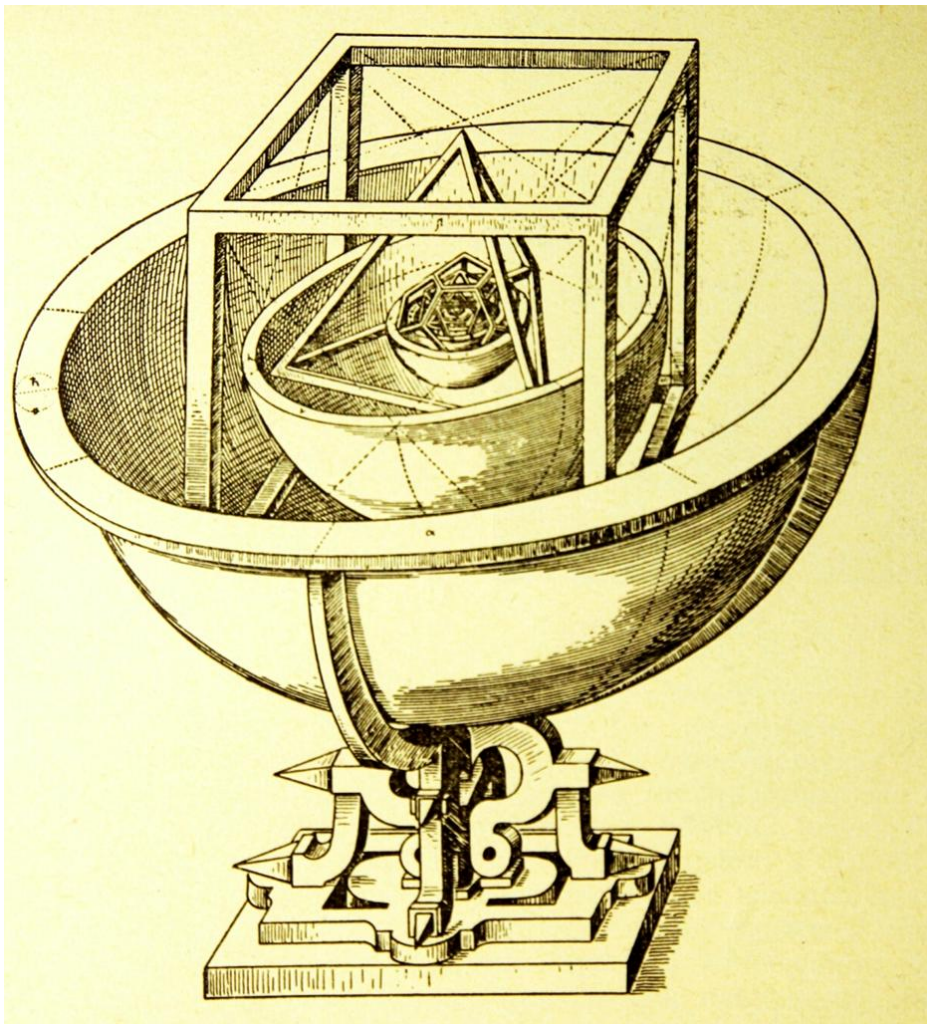
Wszechświat według Tycho de Brahe (1546-1601)



Galileo Galilei - Galileusz (1564-1642)



IN OMNIBUS REBUS SEQUITUR INVENTOR ET PROMOTOR VARIARUM ARTIUM
ET FABRICARUM CANALISQUE ET SOCIUS SATELLITUM, ET SOCIUS QUAM
ALIBI UNIVERSITATE PRIMUM PROFESSOR & MEDICUS.

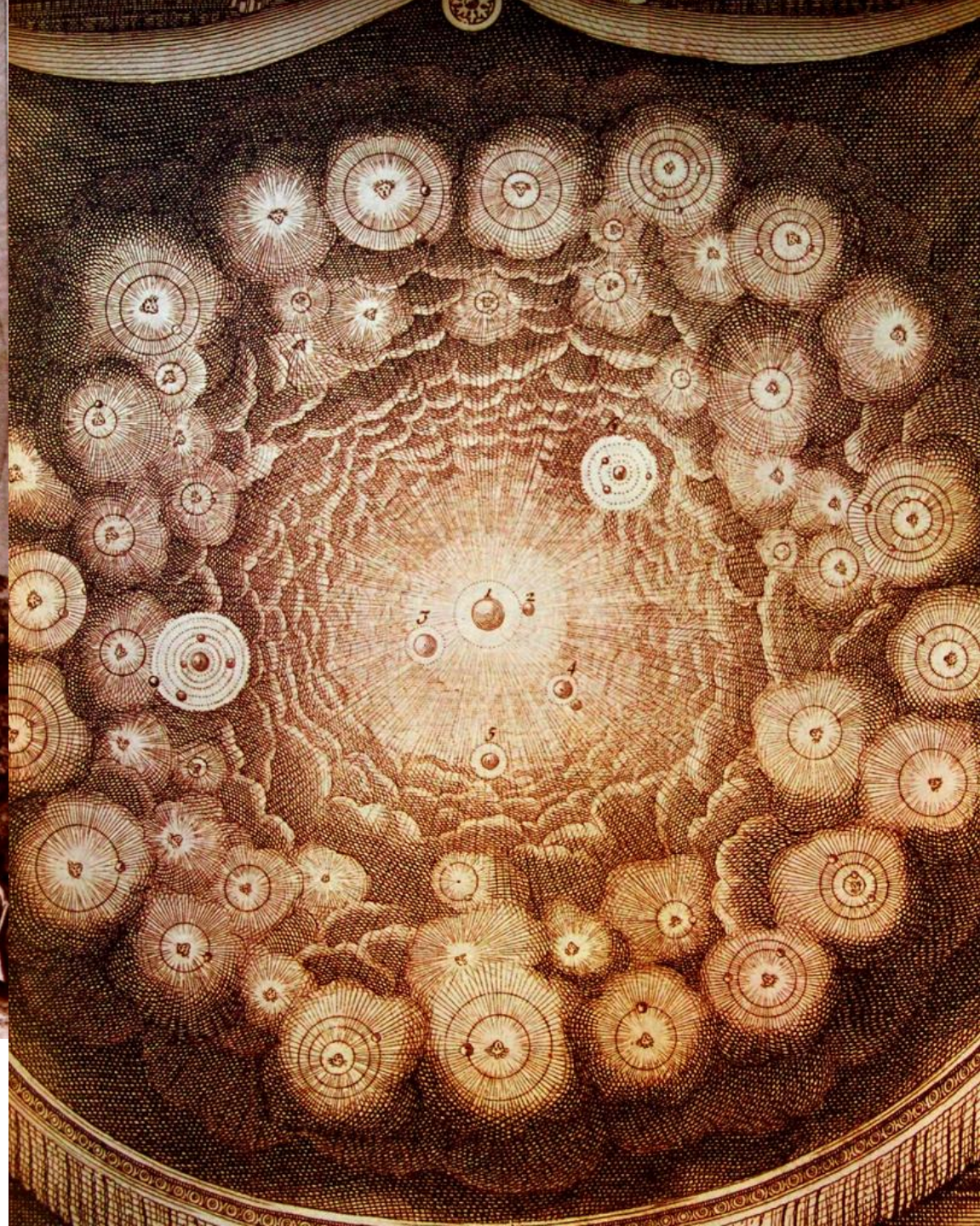


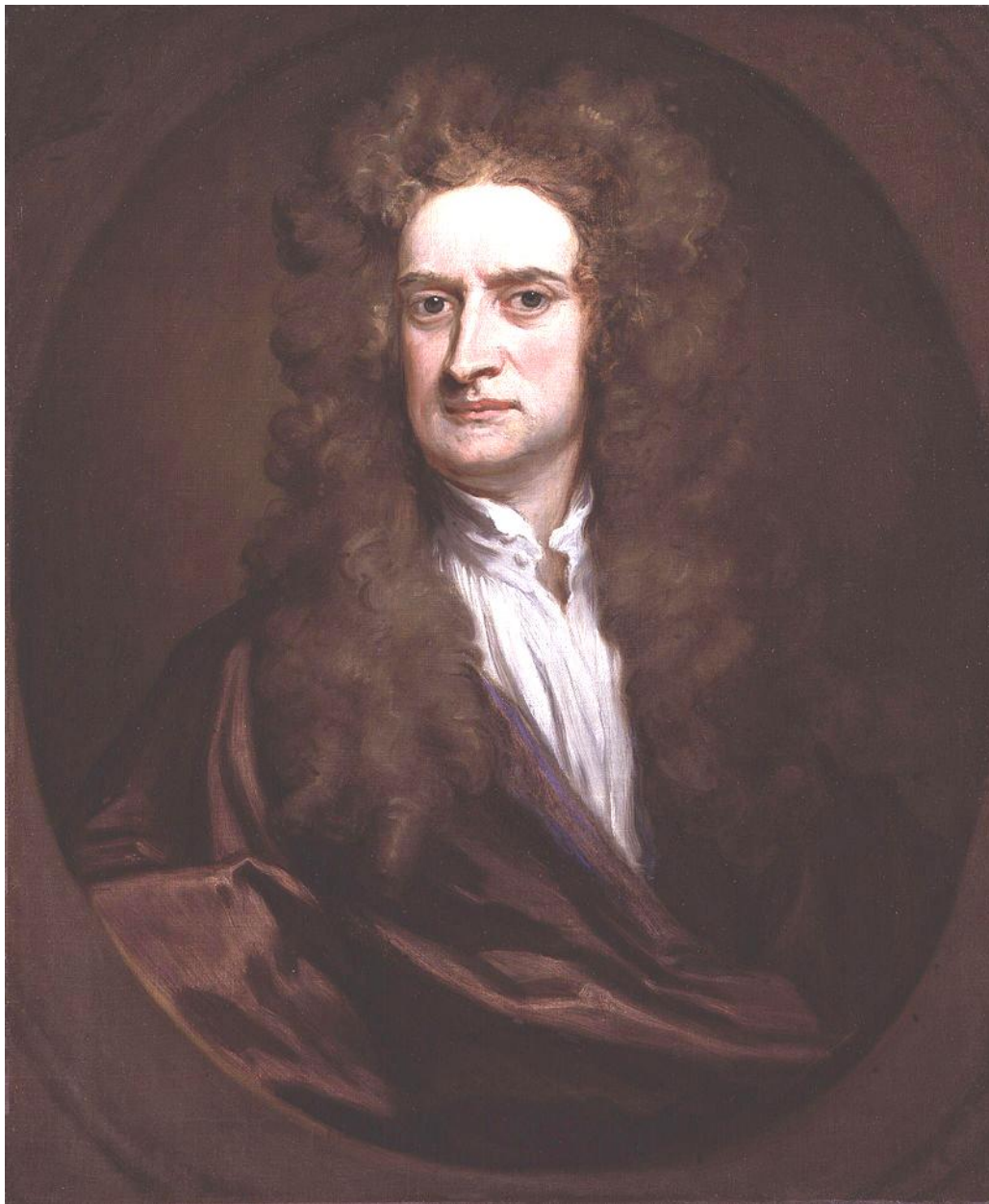
Johannes Kepler (1571-1630)
„*Mysterium Cosmographicum*”
prawa ruchu planet

Niejednostajny ruch po elipsach a nie kolach



Kartezjusz
Rene Descartes
(1596-1650)





Isaac Newton

1642-1727

- Fizyk, astronom, filozof
- Principia 1687
- Prawo powszechnej grawitacji
- Równania ruchu
mechanika teoretyczna
- Rachunek różniczkowy i całkowy
- rozczepienie światła

**Cały fizyczny świat daje się
matematycznie opisać
jest deterministyczny**

Badania gwiazd w Galaktyce, nowe modele świata, Thomas Wright z Durham 1734

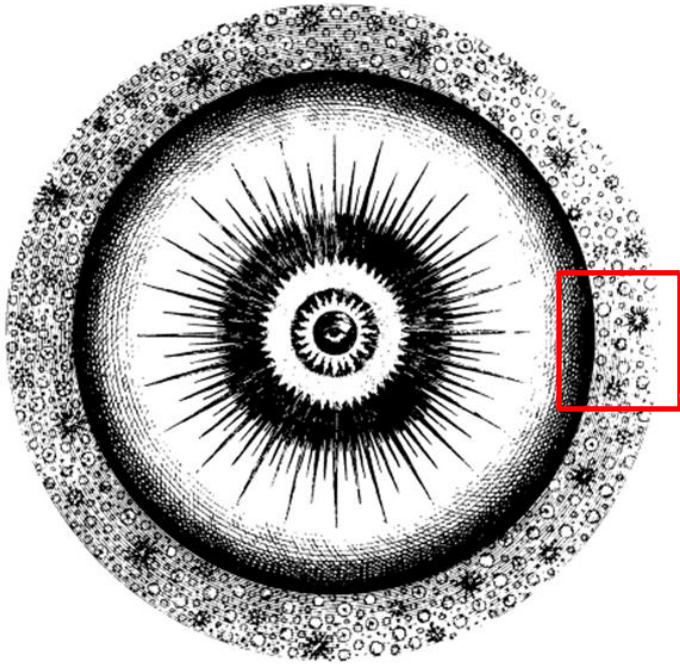
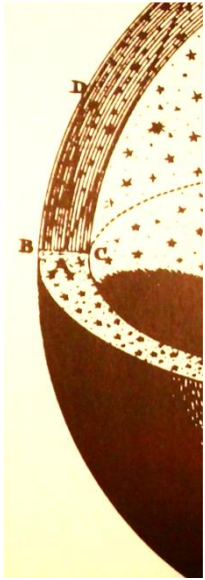


Fig. 1. Thomas Wright's basic conception of the universe. At the centre is heaven, denoted by the Eye of Providence. All the stars, including the



Fig. 3. William Herschel's cross-section of the Galaxy (from Phil. Trans. for 1785).

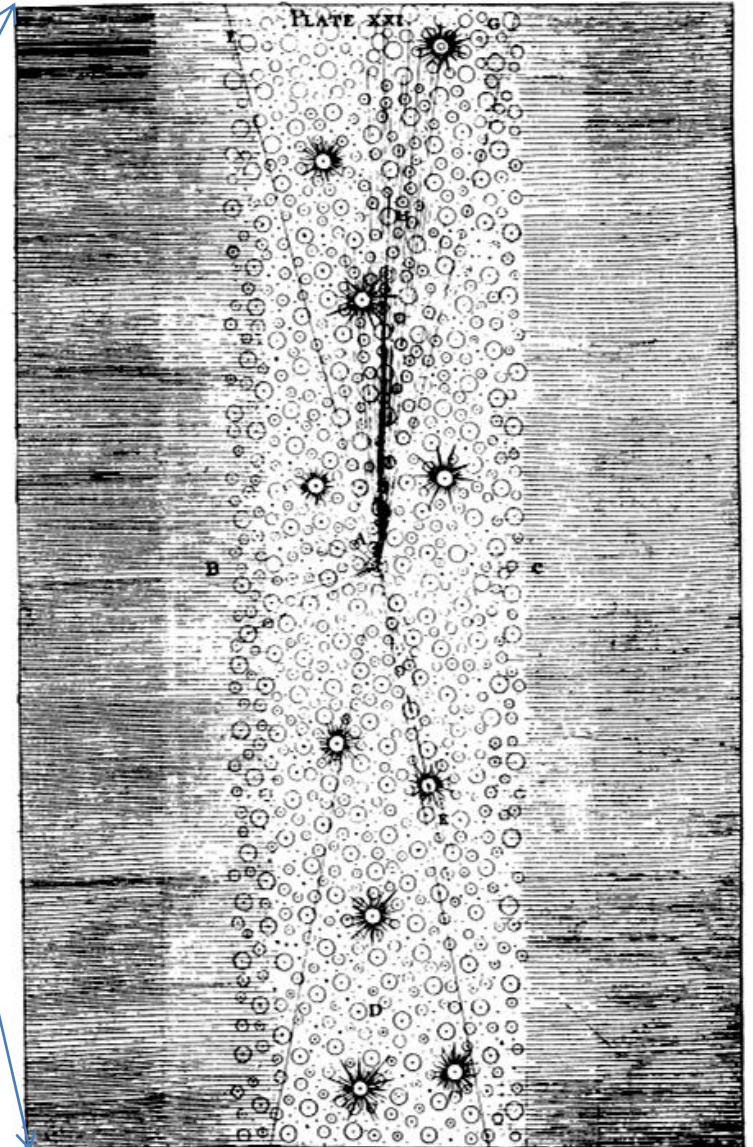
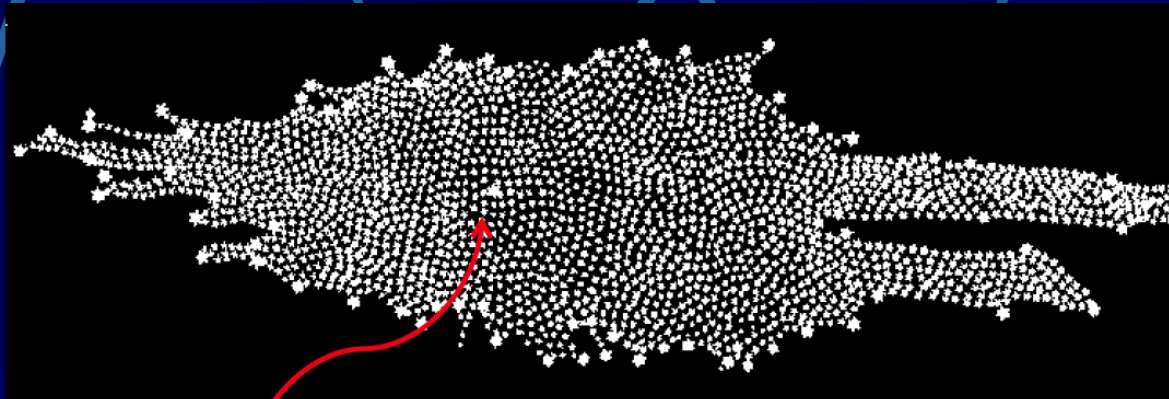
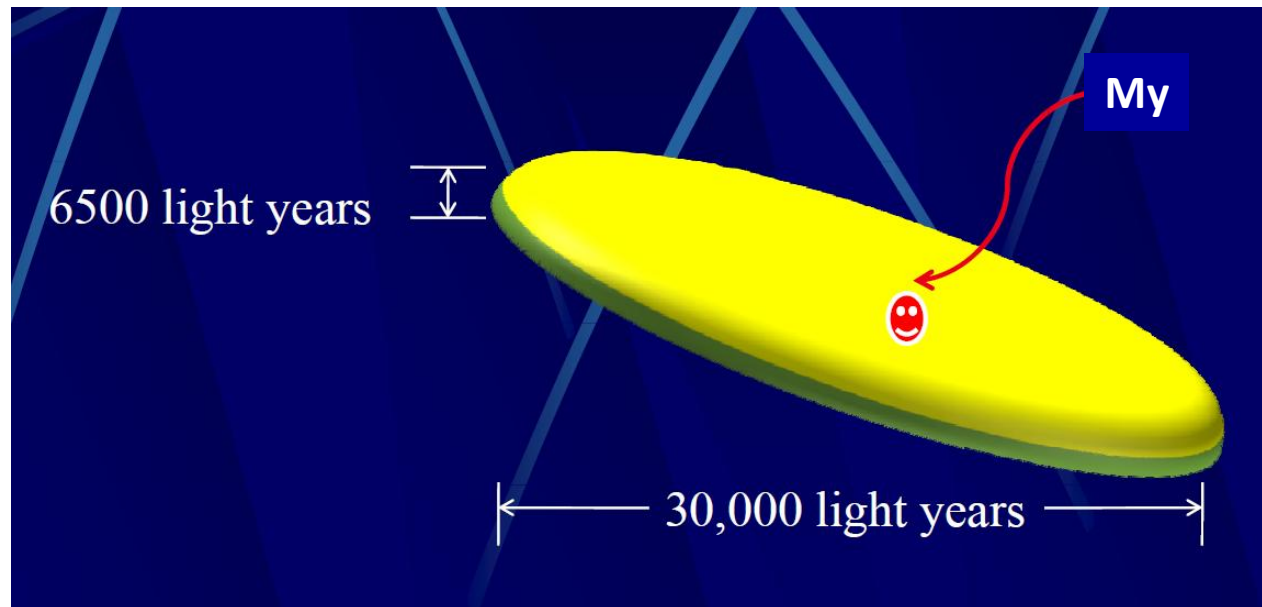


Fig. 2. Plate XXIII (misnumbered XXI) of Wright's An Original Theory, explaining the appearance of the sky as seen by an observer within a (hypothetical) star system bounded by parallel planes.

Droga Mleczna - Nasza Galaktyka Wszechświat - Herschel 1785



My



6500 light years

My

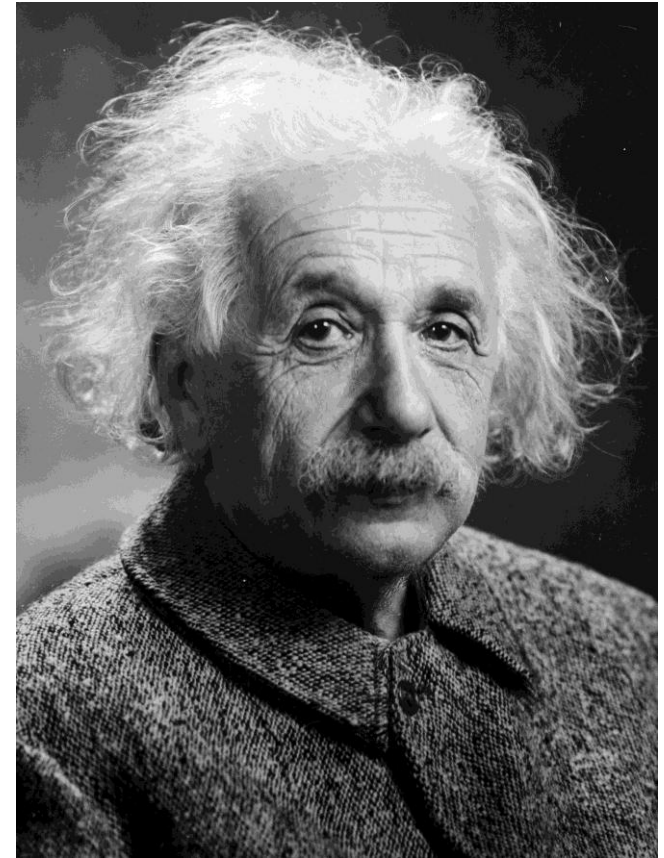
30,000 light years

Wszechświat Kepteyn'a
1901

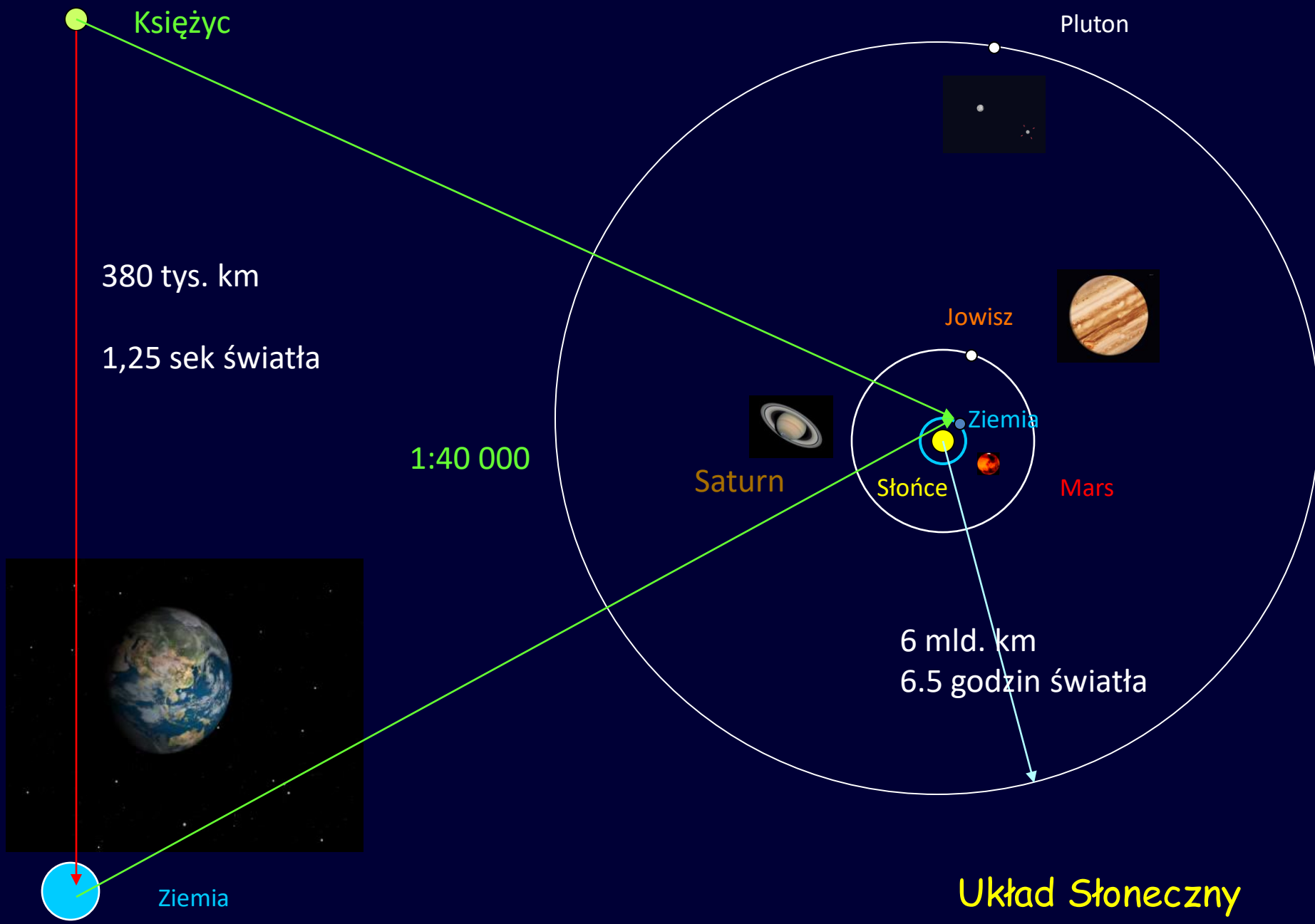
Albert Einstein (1879–1955)

jeden z największych
fizyków-teoretyków w historii.

- $E=mc^2$
- Teoria względności
- Równanie pola ogólnej teorii względności



**Cała nasza nauka, w porównaniu z rzeczywistością,
jest prymitywna i dziecinna – ale nadal jest to
najcenniejsza rzecz, jaką posiadamy.**



Księżyc

Pluton

380 tys. km

1,25 sek światła

1:40 000

Jowisz

Saturn

Słońce

Ziemia

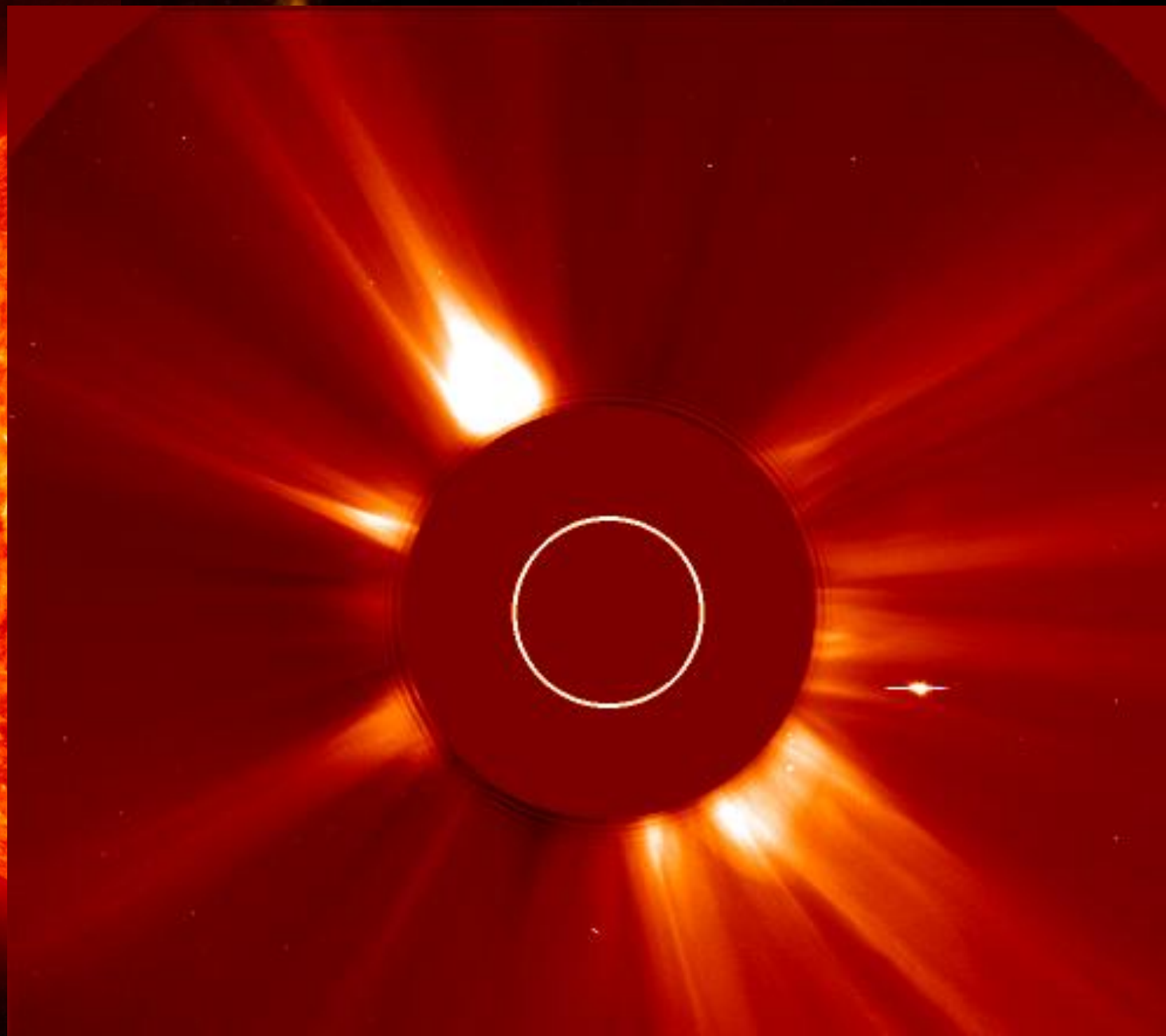
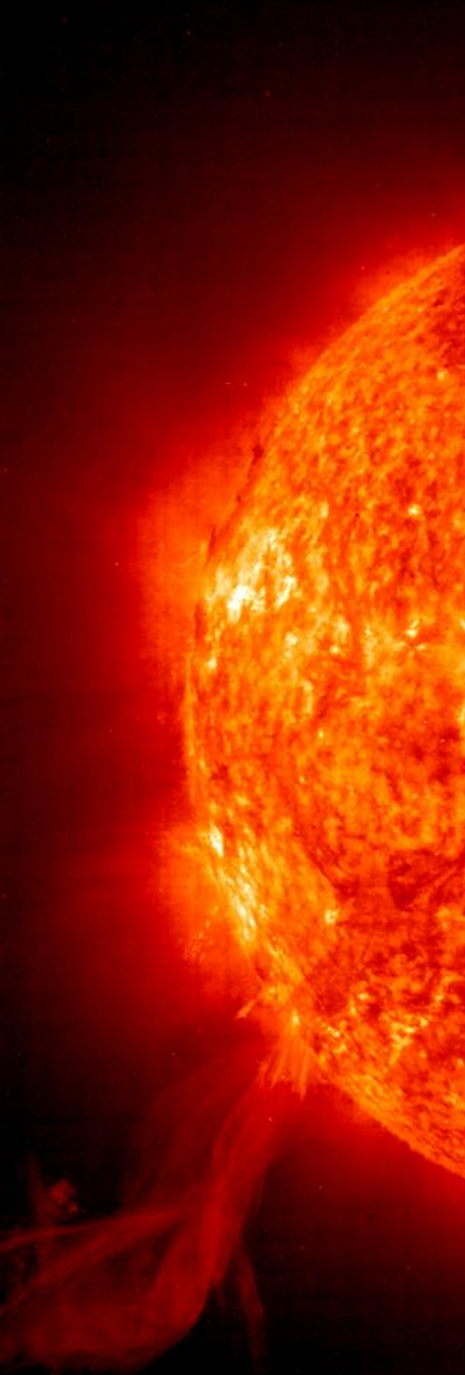
Mars

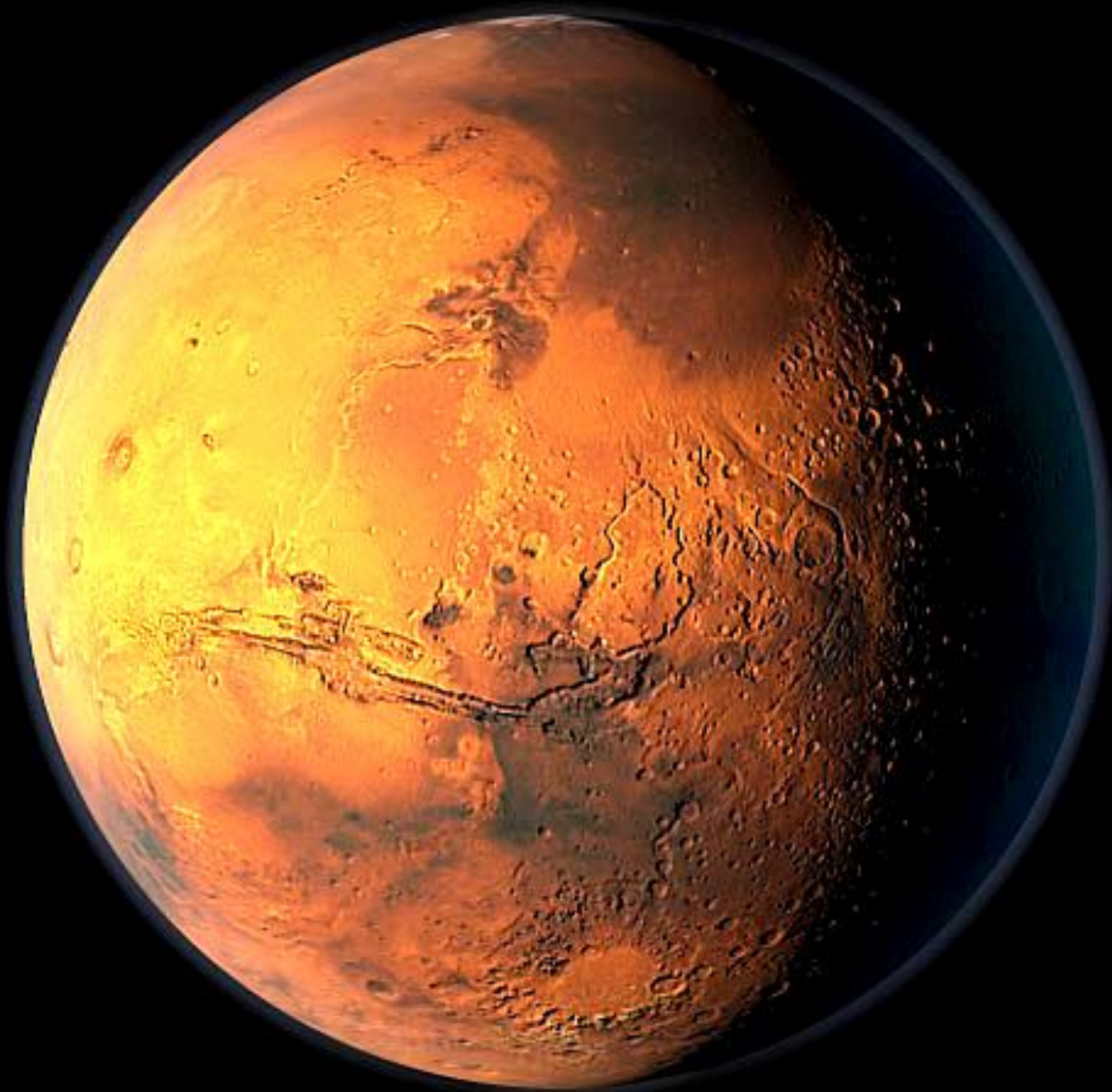
6 mld. km

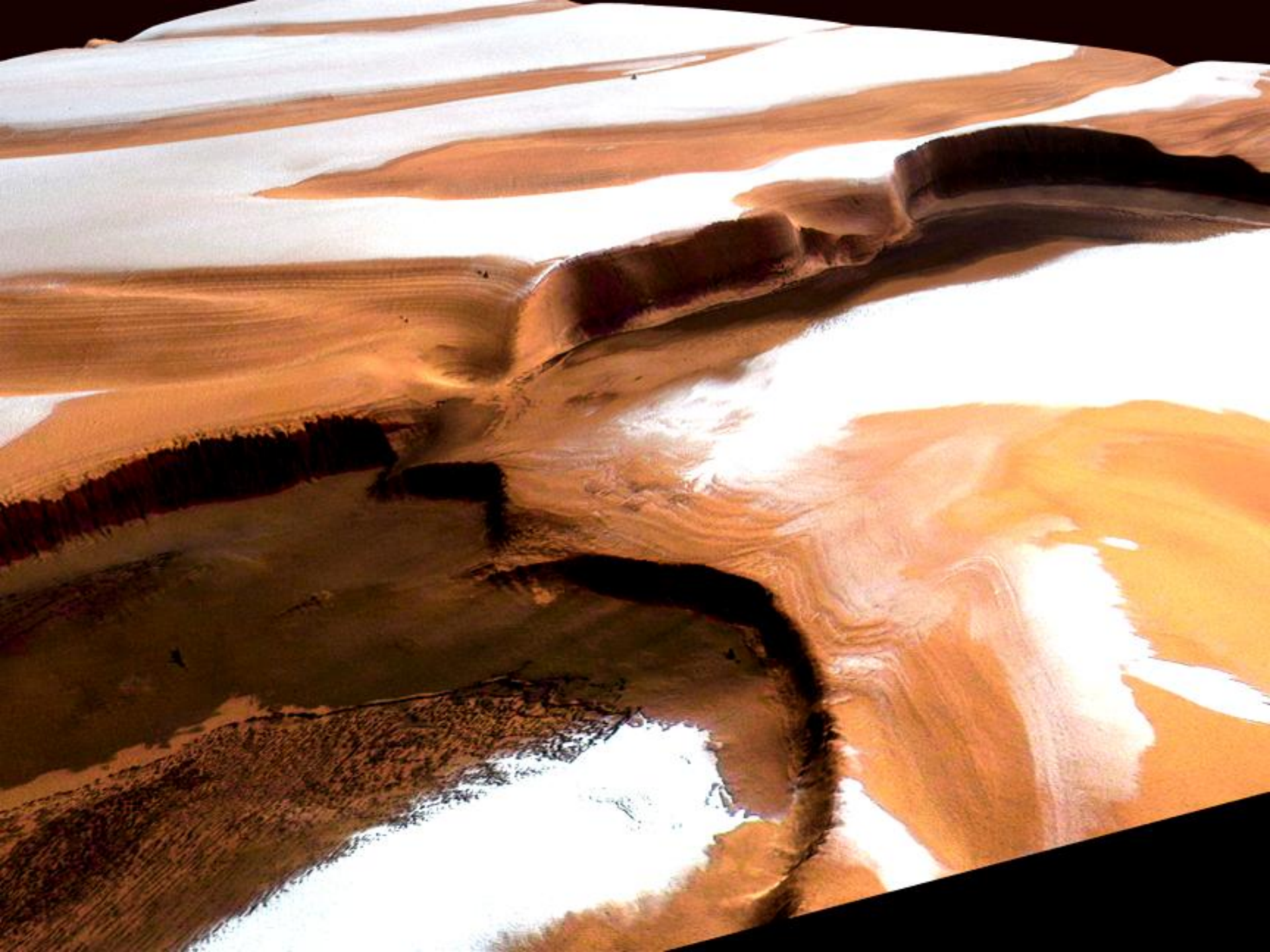
6.5 godzin światła

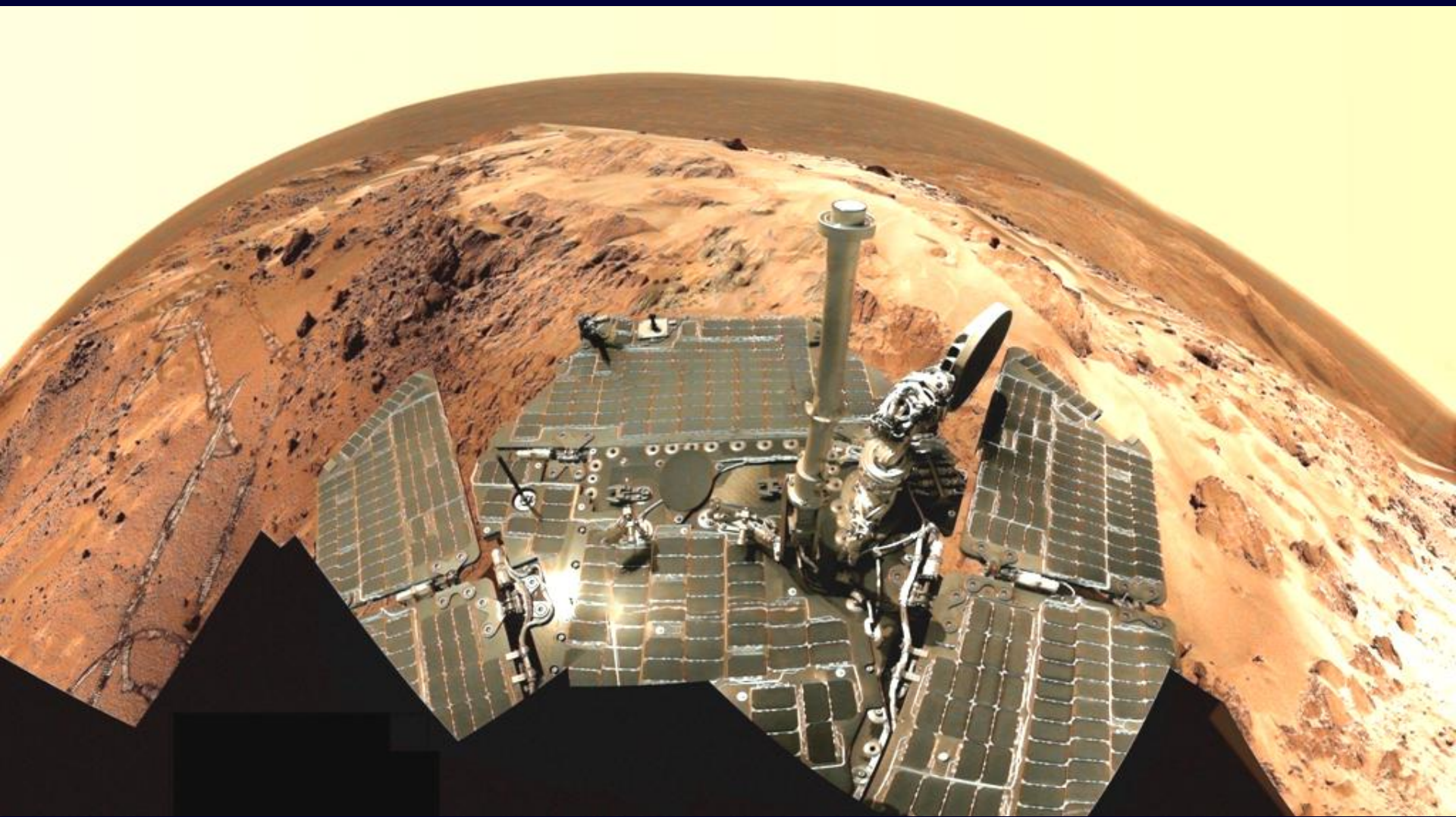
Układ Słoneczny

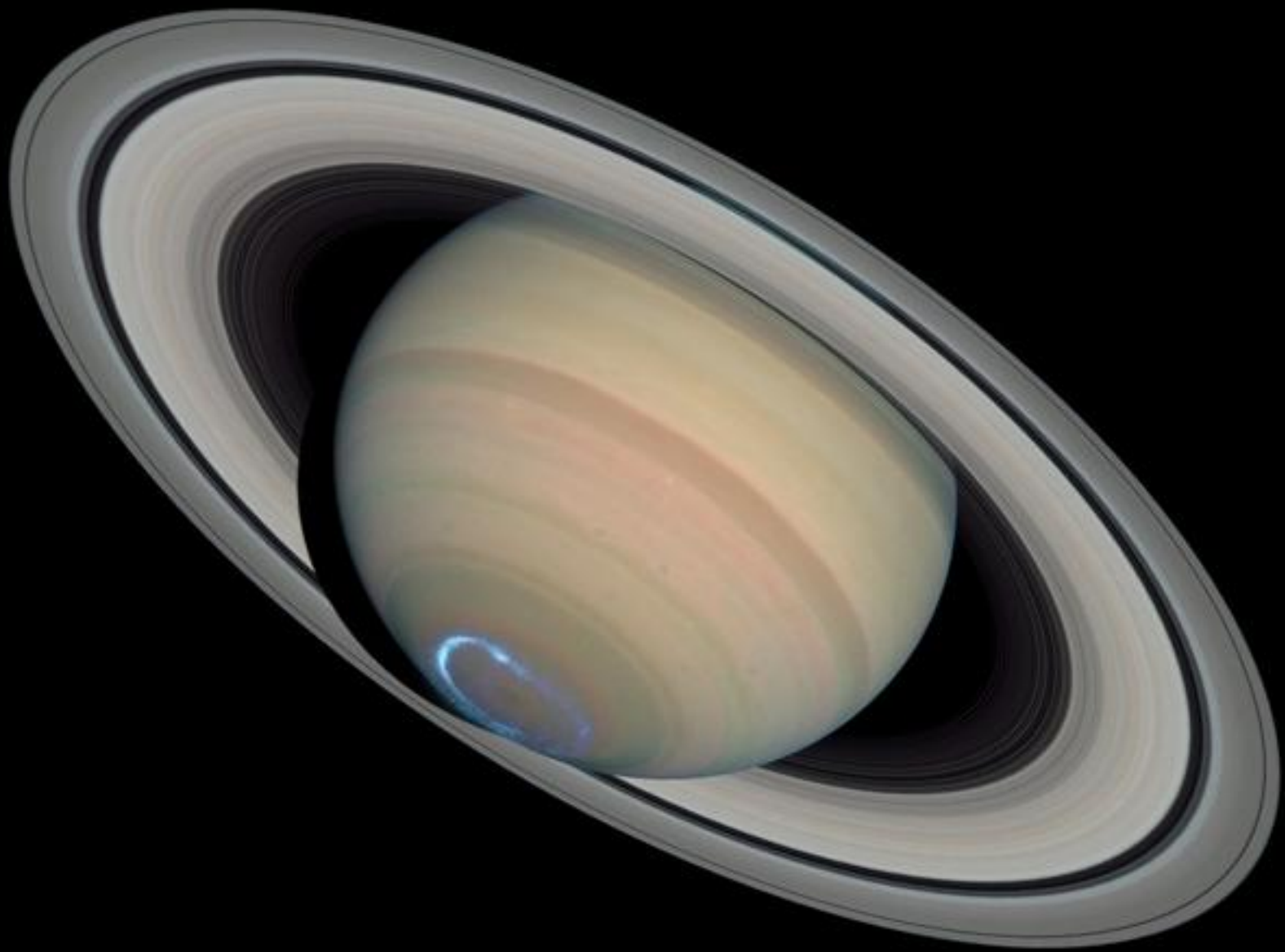
Ziemia













Średn

R

Gw



5 l.ś.

κε









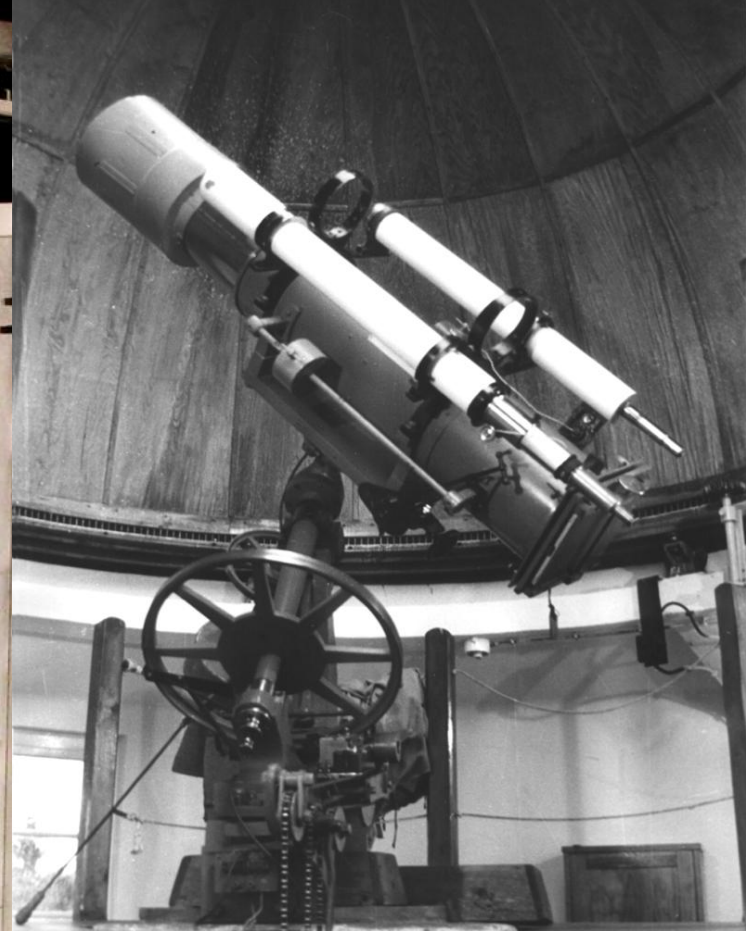
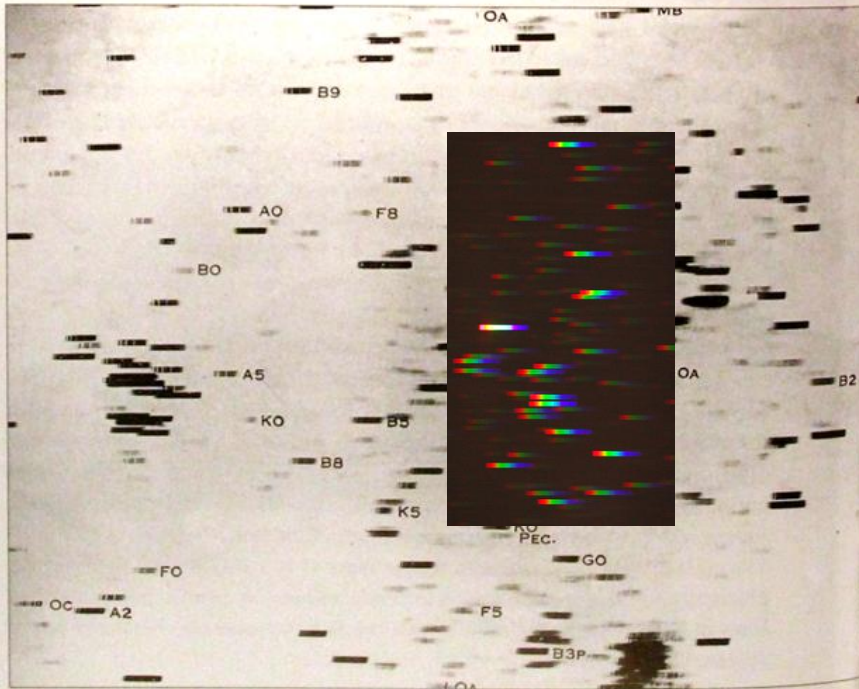


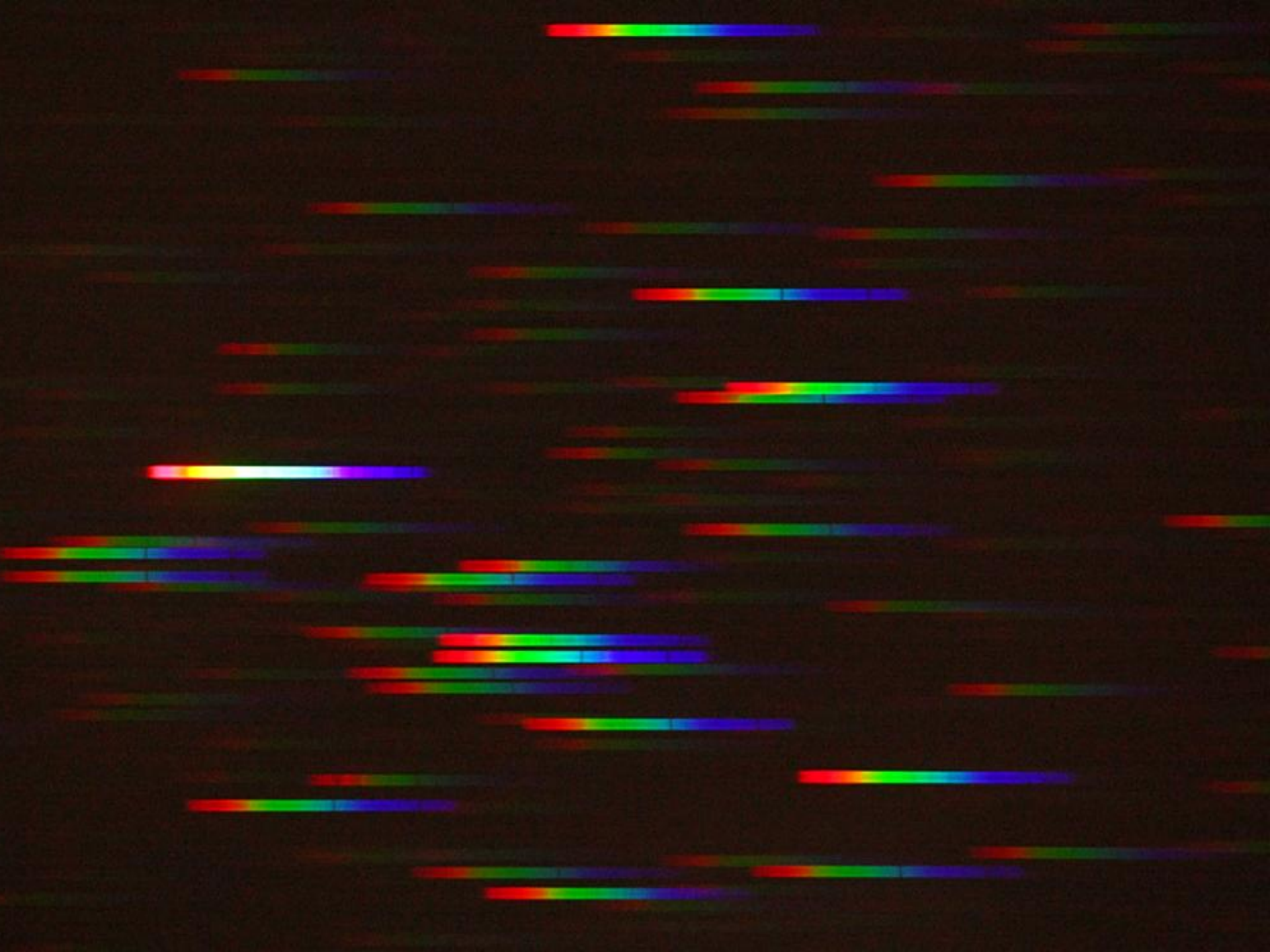


A team of women at the Harvard College Observatory engaged in the classification of stars. In the late 1880s, E.C. Pickering, the director (left), employed upwards of fifteen women at a time, under the leadership of Williamina Fleming (seen standing), remembered as a strict disciplinarian. The resulting first Draper catalogue, published in 1890, listed the spectral types and magnitudes of over 10,000 stars.



A typical photograph used in the preparation of the monumental Henry Draper Catalogue. The photographs were mostly taken with cameras of 8 inches aperture, through prisms of either 5° or 13° angle. This one was taken at the southern outstation in Arequipa, Peru, and is of a region of sky around the variable star Eta Carinae. Some of the spectral types have been labelled for this to appear as the frontispiece to the last volume of the main Catalogue, published in 1924.

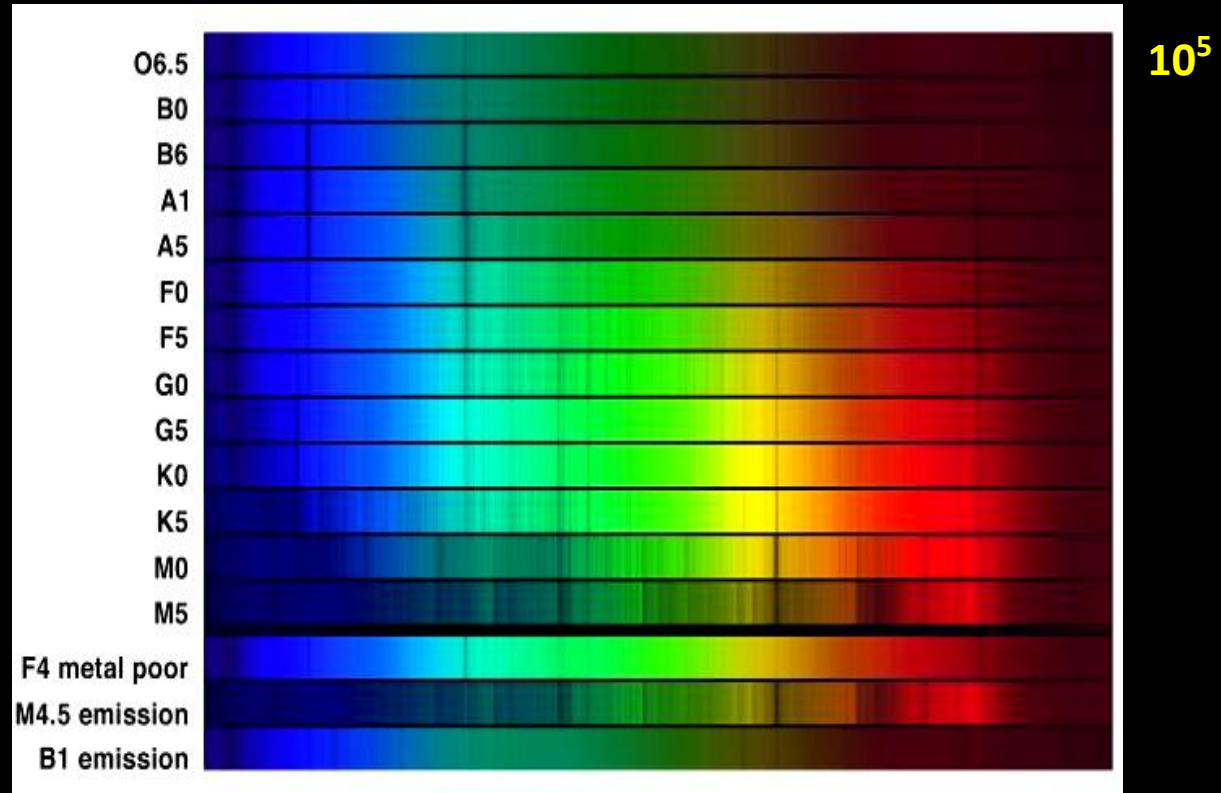
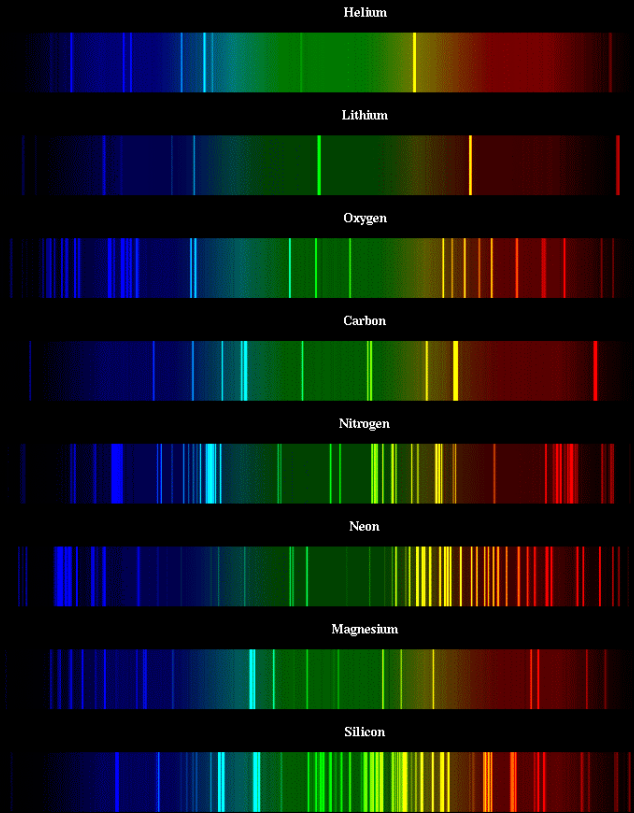




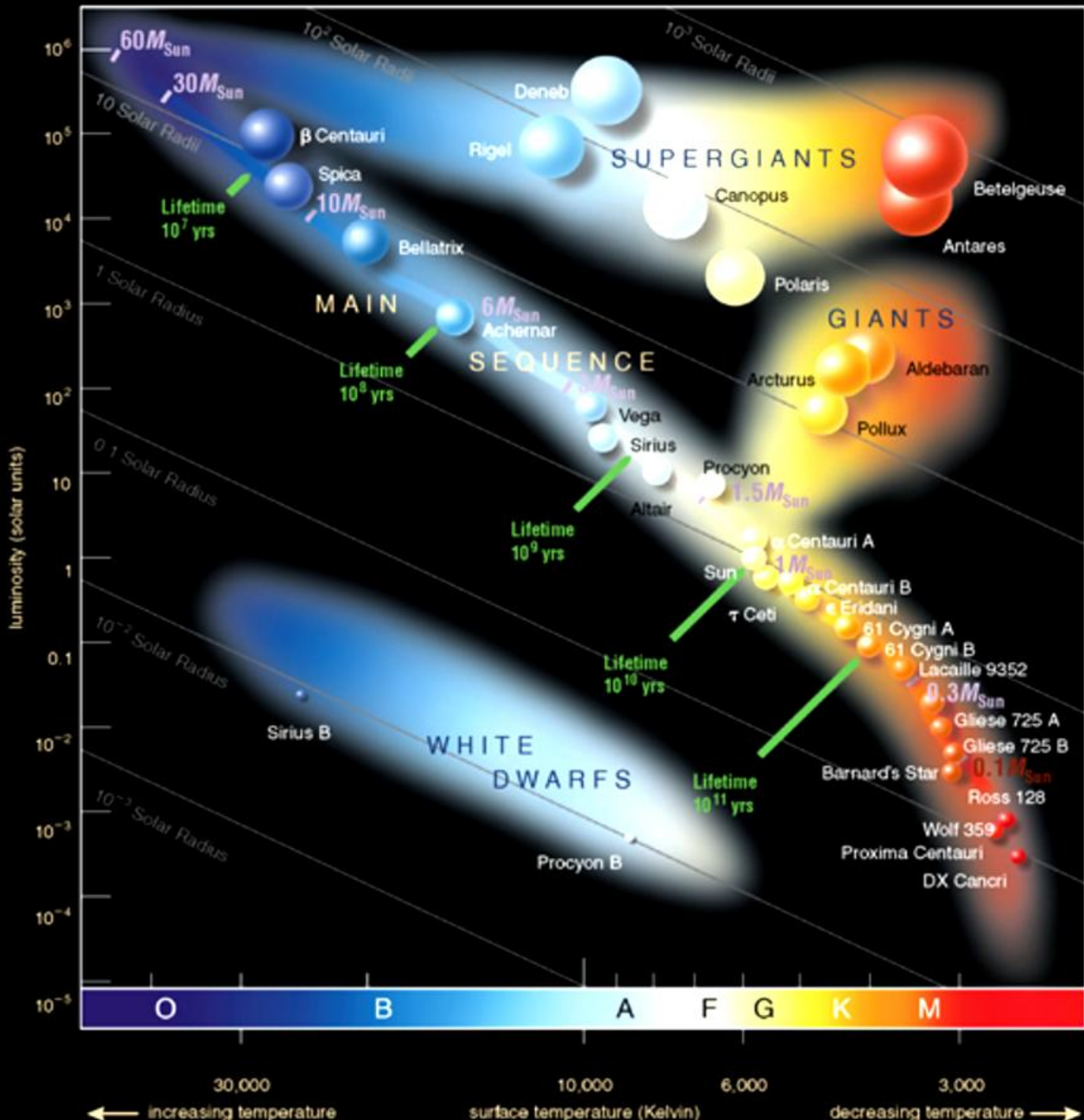
Linie widmowe atomów

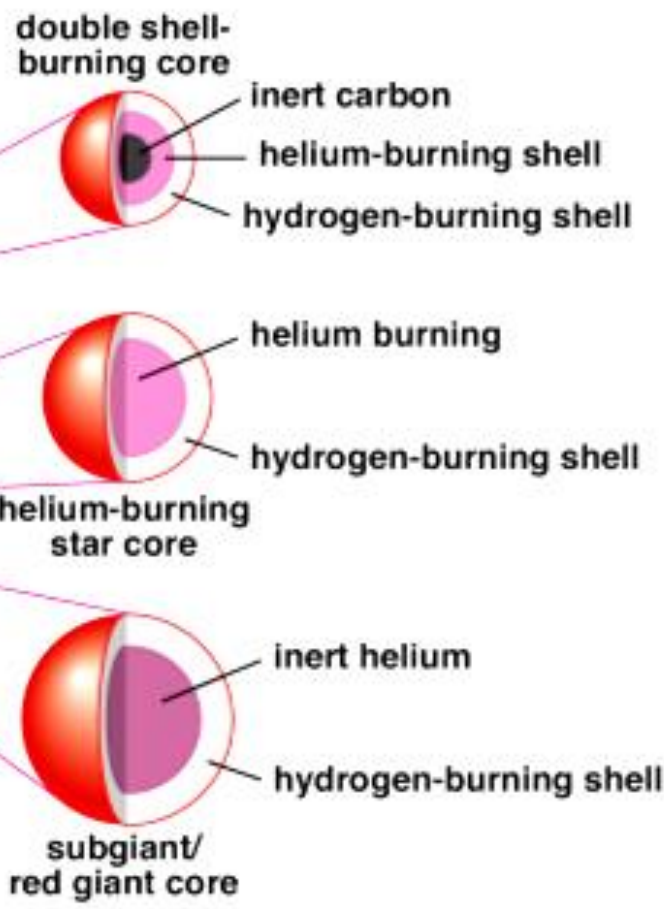
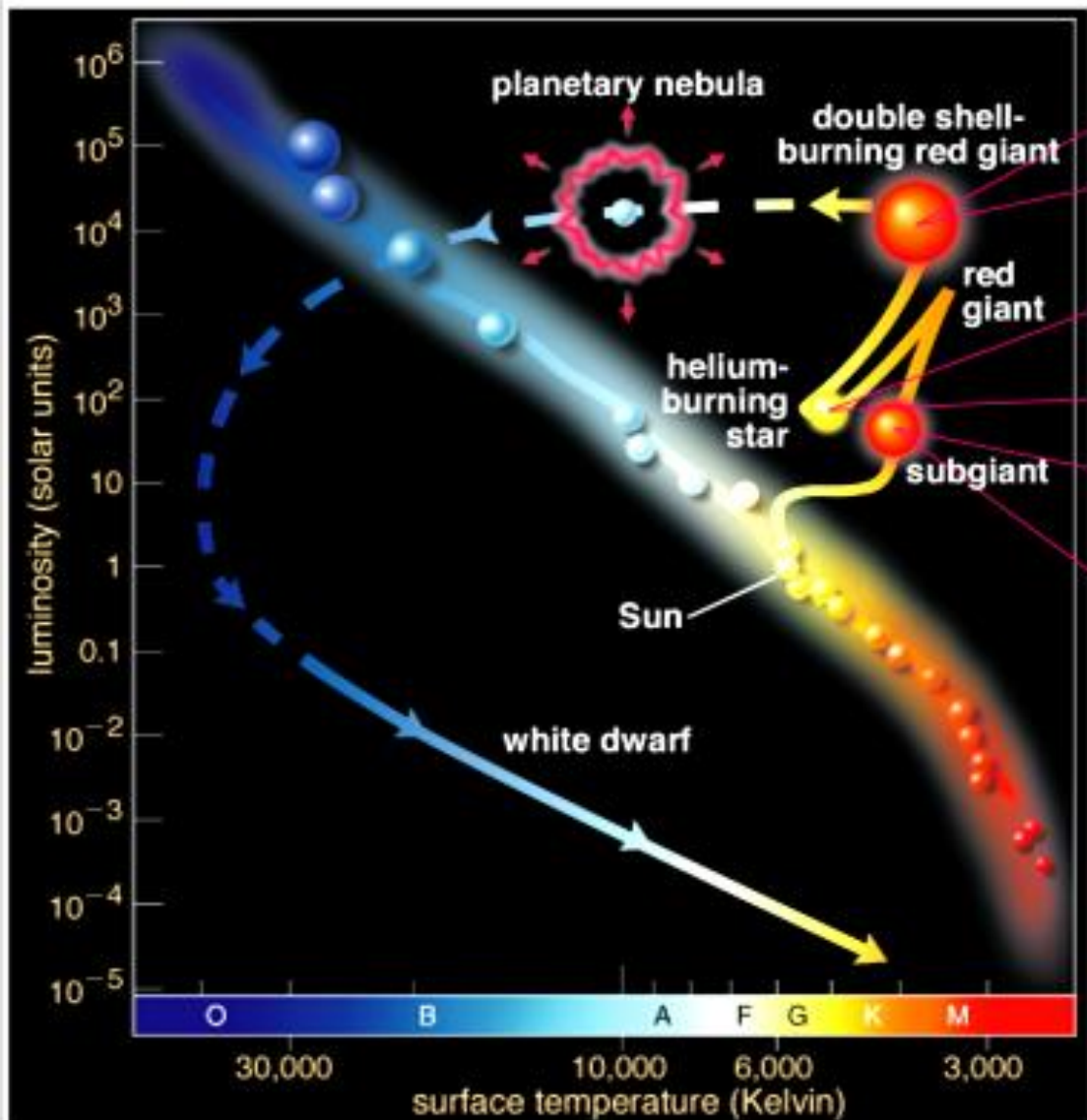
Widma gwiazd

T [K]

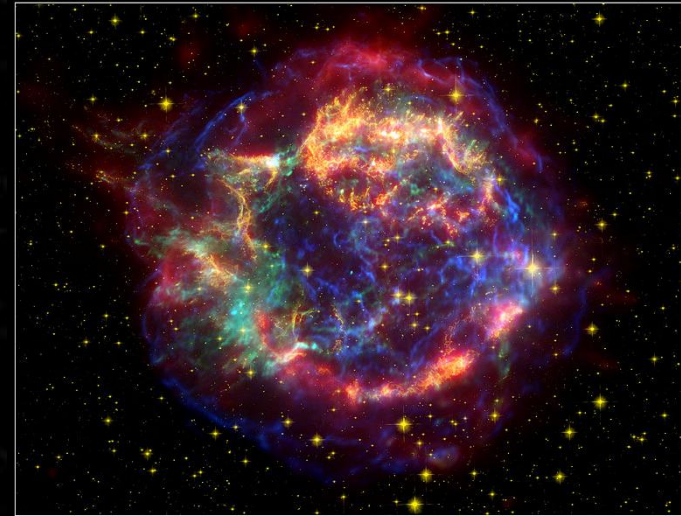


temp, Masa, średnica, skład chem., wiek *



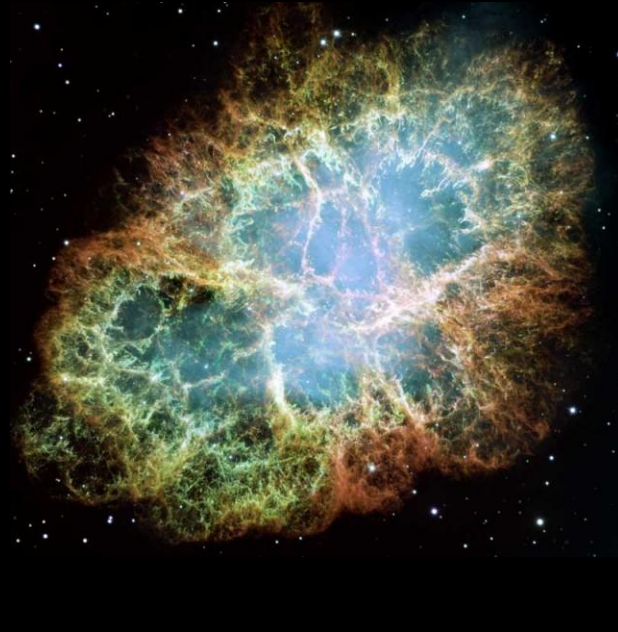


Eksplozja gwiazdy supernowej



Cassiopeia A Supernova Remnant
NASA / JPL-Caltech / O. Krause (Steward Observatory)
ssc2005-14c

Spitzer Space Telescope • MIPS
Hubble Space Telescope • ACS
Chandra X-Ray Observatory



Kosmiczne fabryki pierwiastków

- Nucleosynteza BB : pierwsze 3 minuty

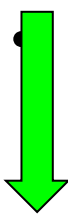


- Przemiany jądrowe w *** jesteśmy dziećmi gwiazd !



- Eksplozje supernowych ($M_* > 8 M_{\text{sun}}$)

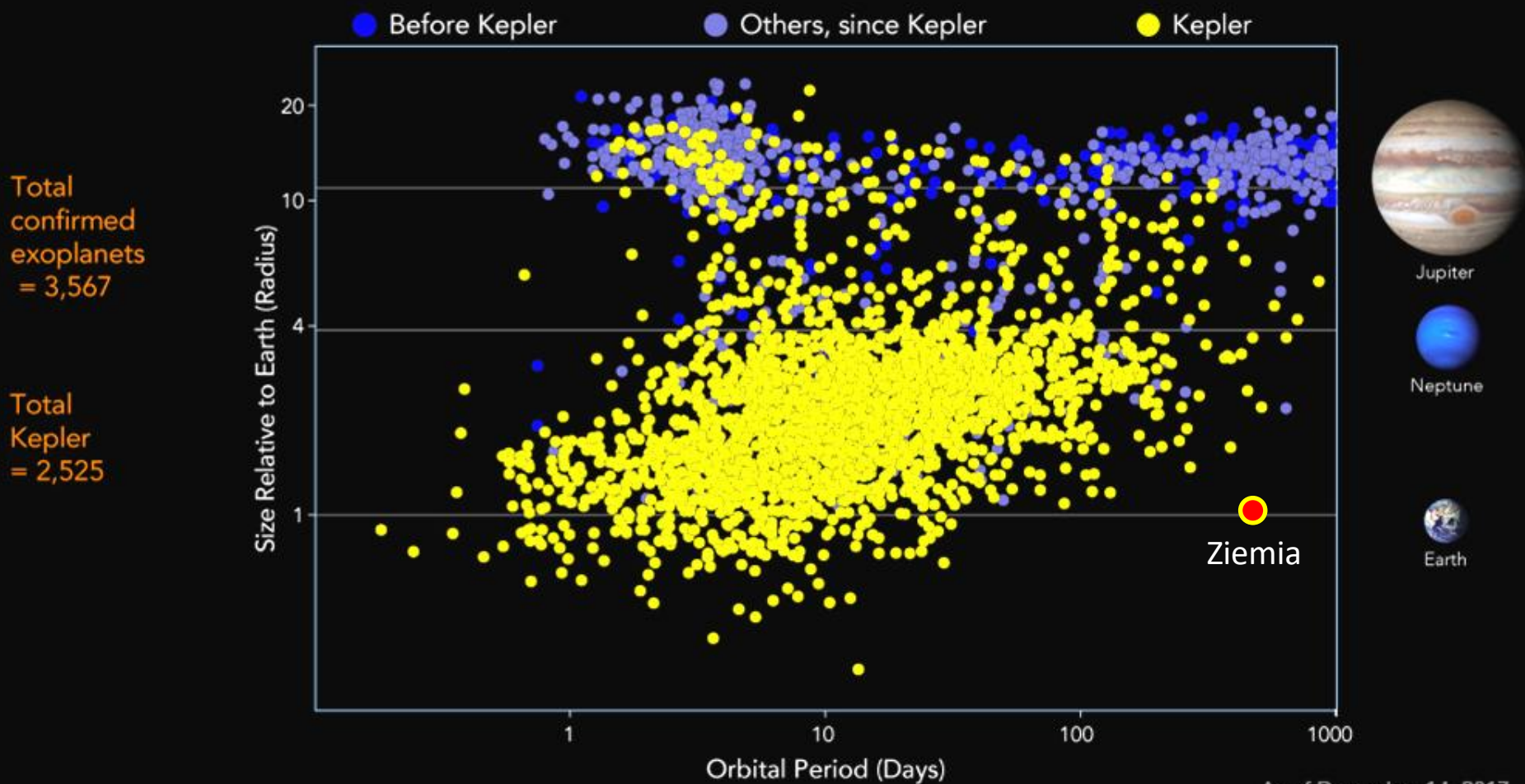


 Obfitości ciężkich pierwiastków wznoszą się za każdym razem gdy nowa populacja gwiazd wzbogaca ośrodek międzygwiazdowy.

- Materia międzygwiazdowa jest wymieszana - wiatry gwiazdowe, wyrzuty materii, eksplozje => pogoda kosmiczna

Na koniec września 2019 jest już łącznie ponad 4 tysiące odkrytych planet pozasłonecznych

Exoplanet Discoveries



Galaktyka spiralna

Gwiazdy
Gromady gwiazd
Materia ciemna

10^{11} gwiazd

Masa = $10^{12} M_{\odot}$

Odległość do M31 (Andromeda)

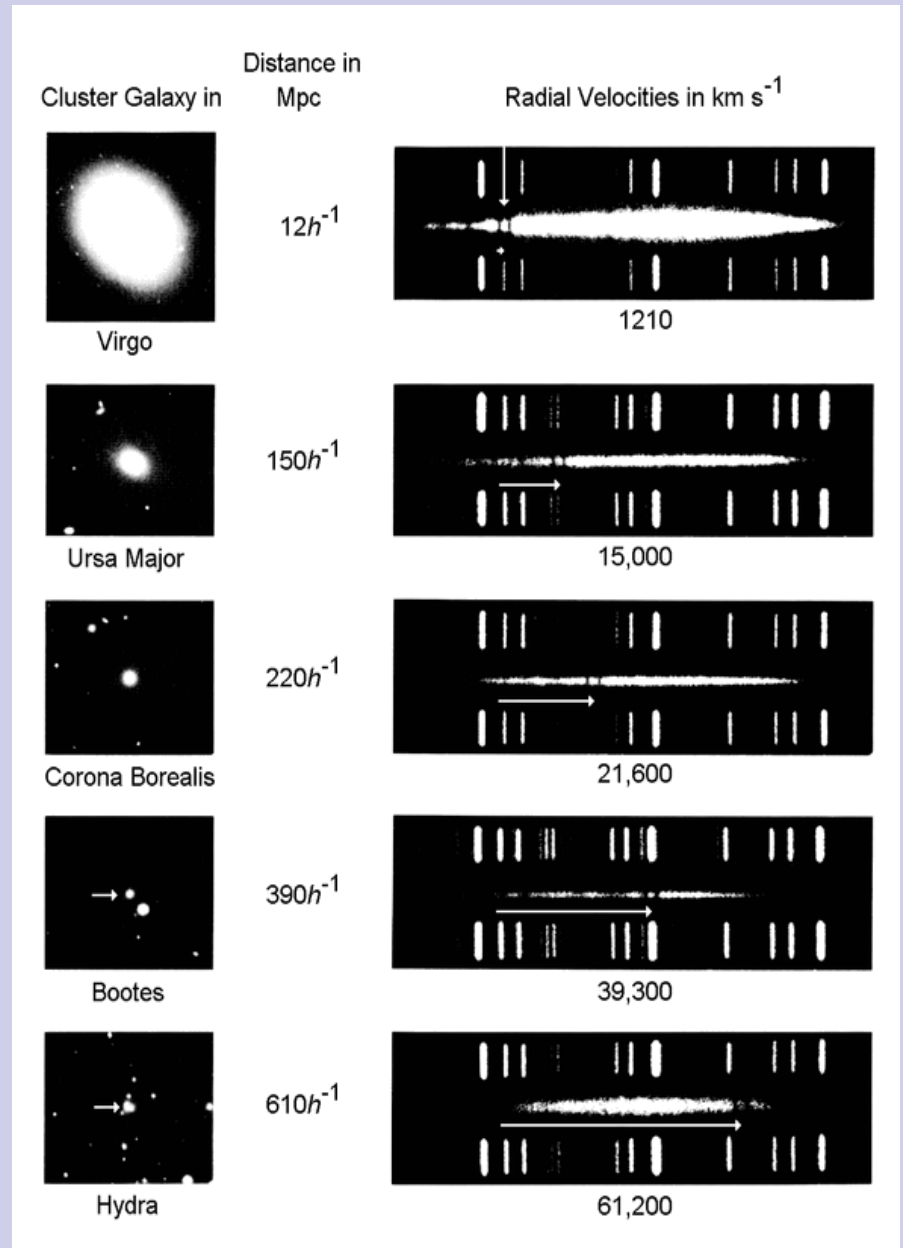
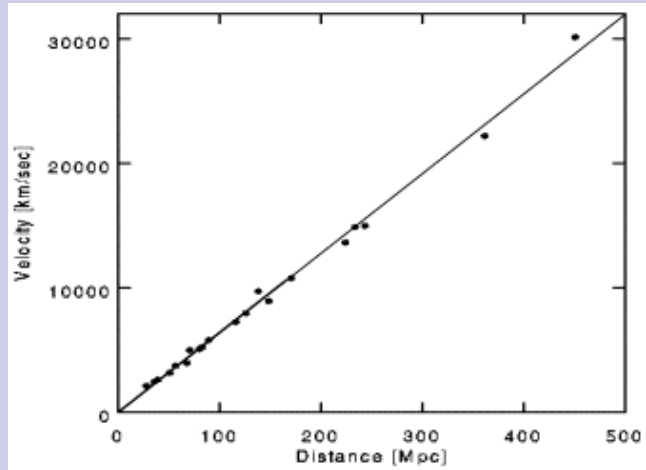
2 mln l.ś.

Słońce

30 kpc = 100 000 l.ś.



Edwin Hubble 1936

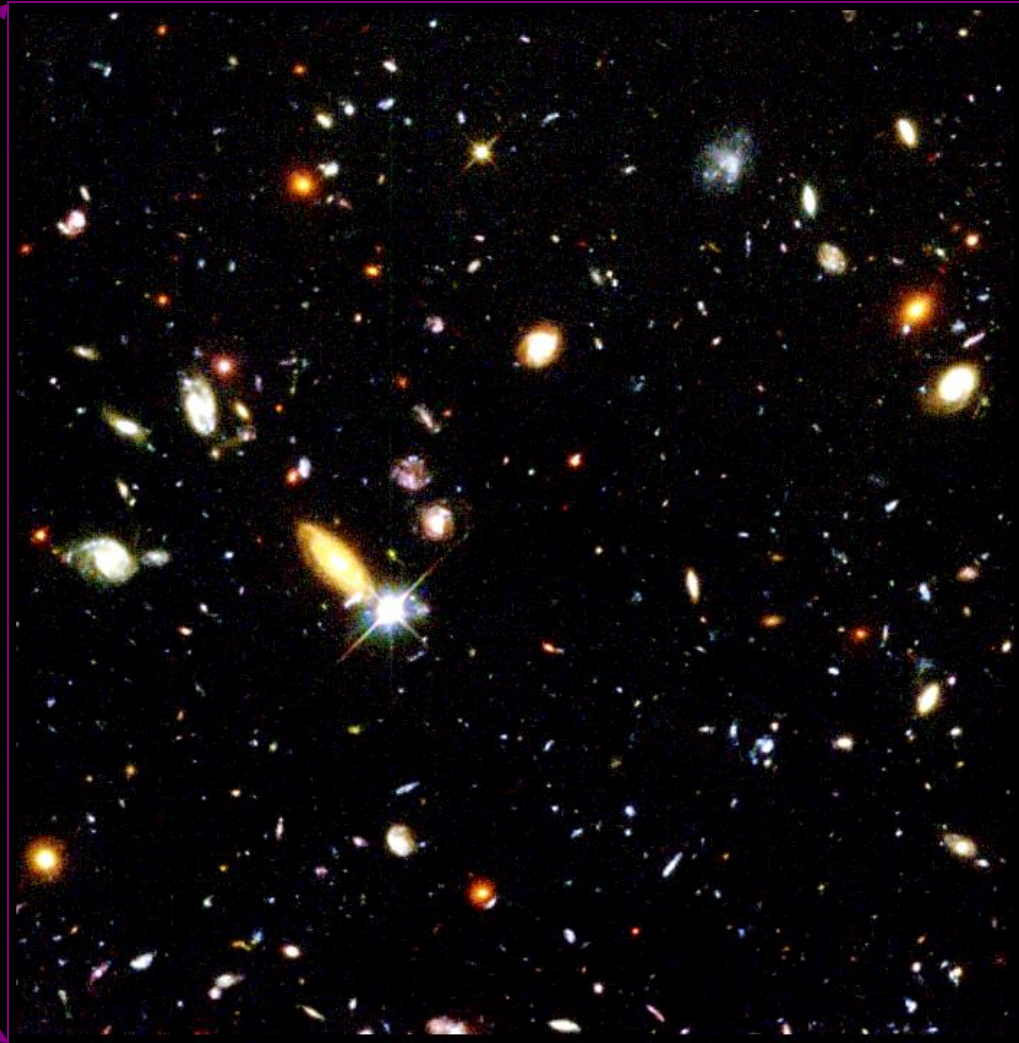
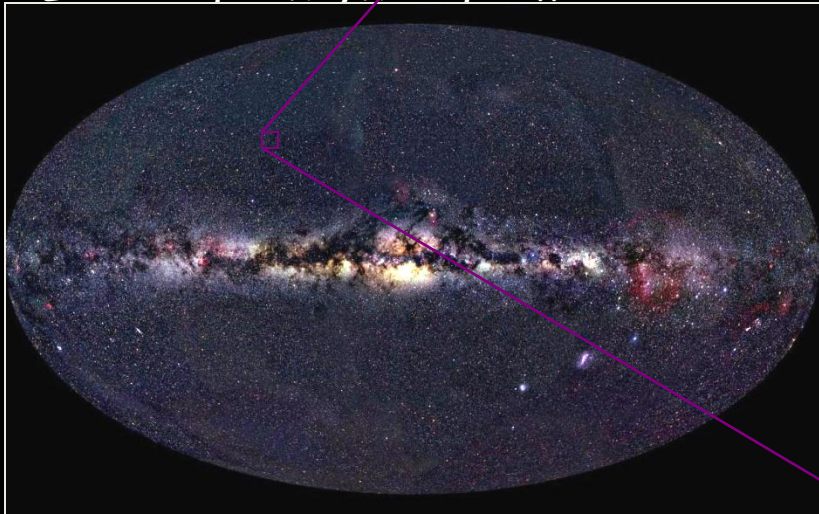


Gromady i super-gromady galaktyk

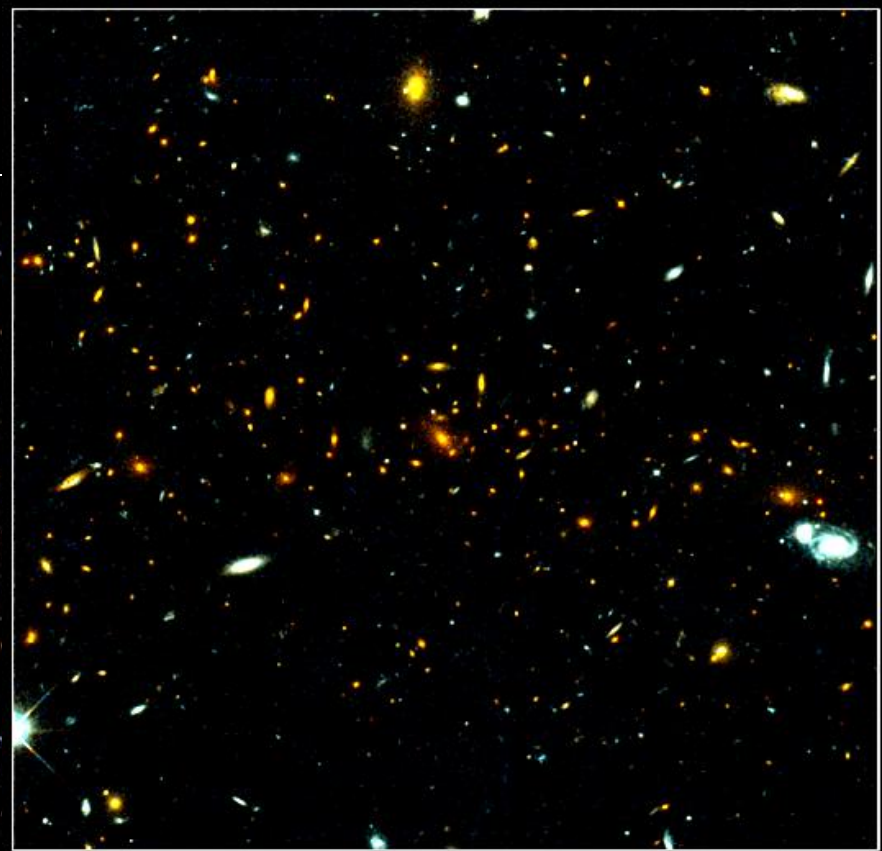
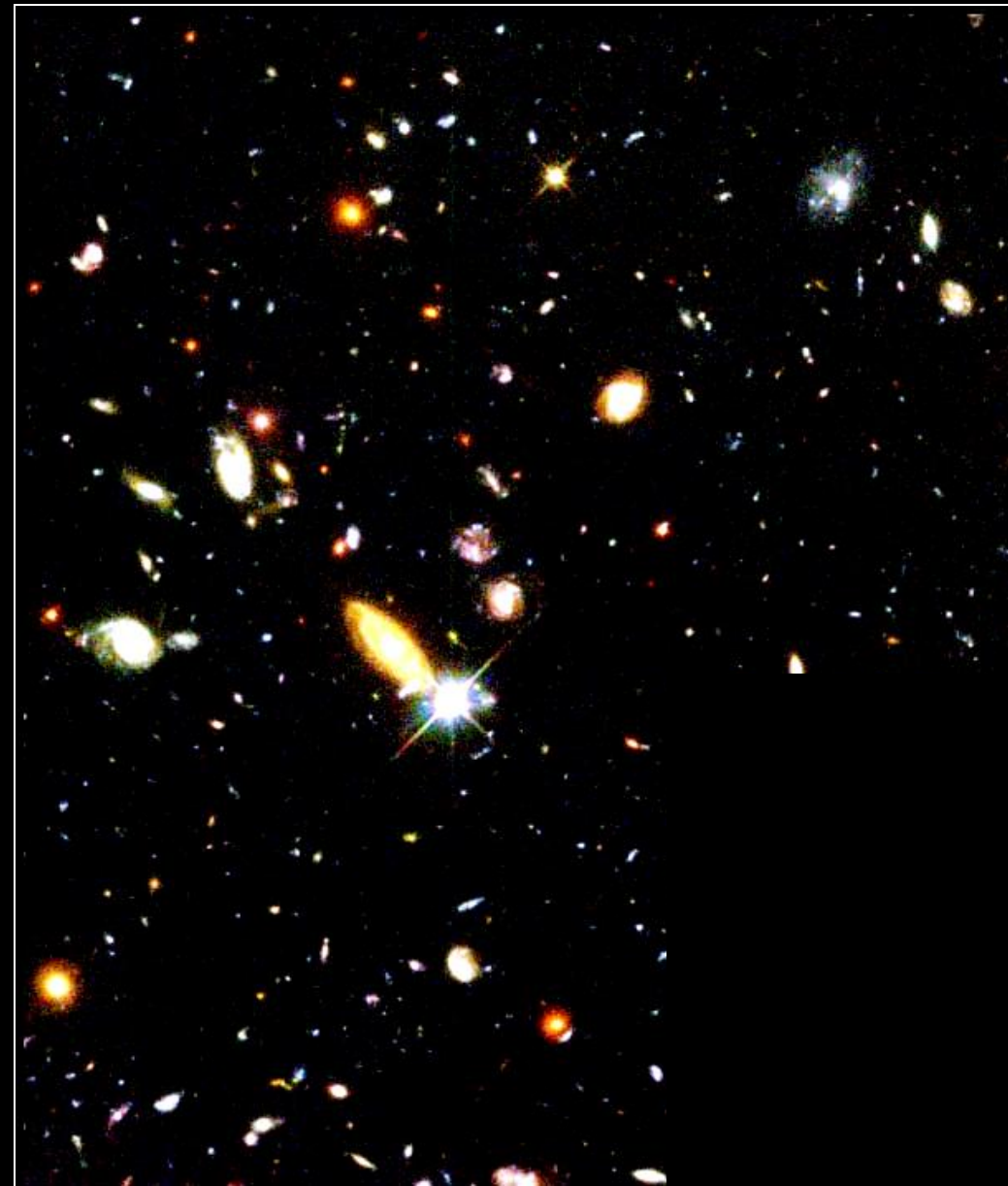


Rozmiary gromady $\sim 2-30$ Mpc

Liczba galaktyk w gromadzie 10^4

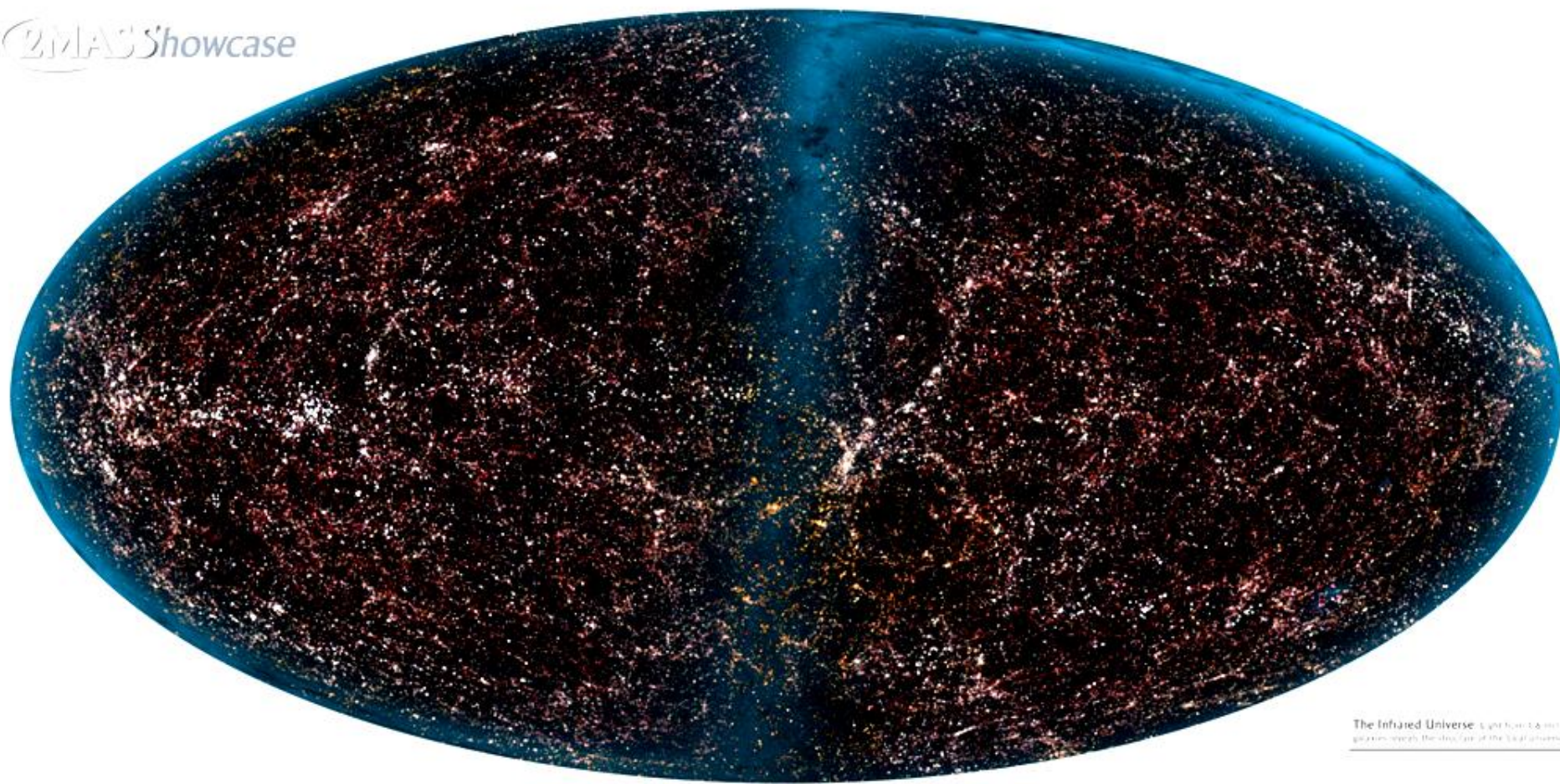


Setki miliardów galaktyk



Dwa miliony najbliższych galaktyk na całym niebie do ok. 1 mld. l.ś.

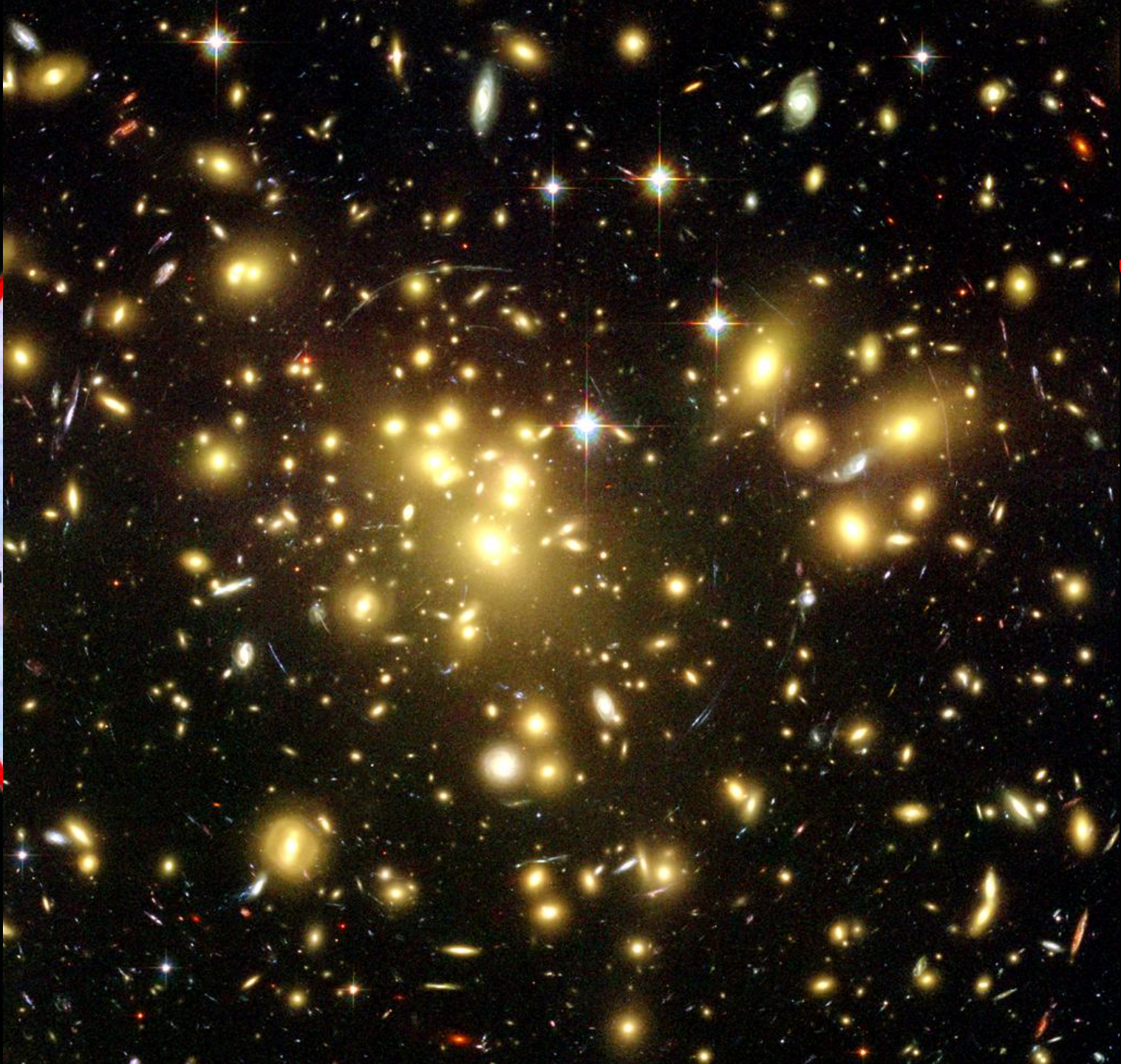
2MAS Showcase



The Infrared Universe: Light from a million galaxies reveals the structure of the night sky.

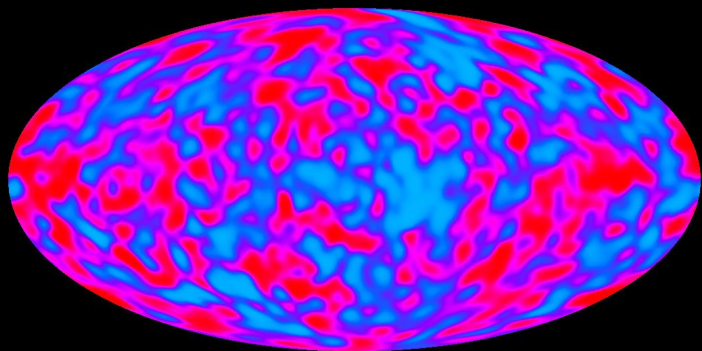
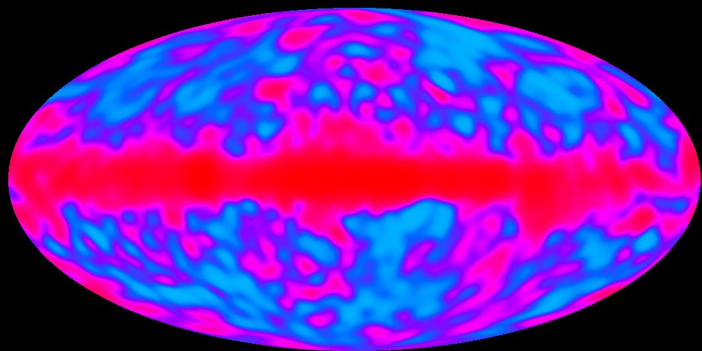
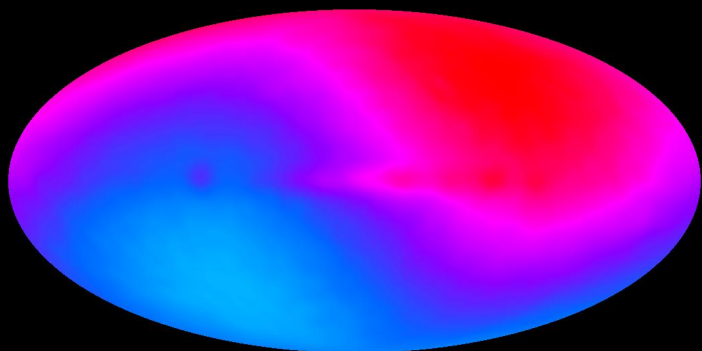
Two Micron All Sky Survey Image Mosaic: Infrared Processing and Analysis Center/Caltech & University of Massachusetts

Problem z modelami matematycznymi opisującymi powstawaniem galaktyk i gromad galaktyk => konieczność wprowadzenia dodatkowej grawitacji - Ciemnej Materii

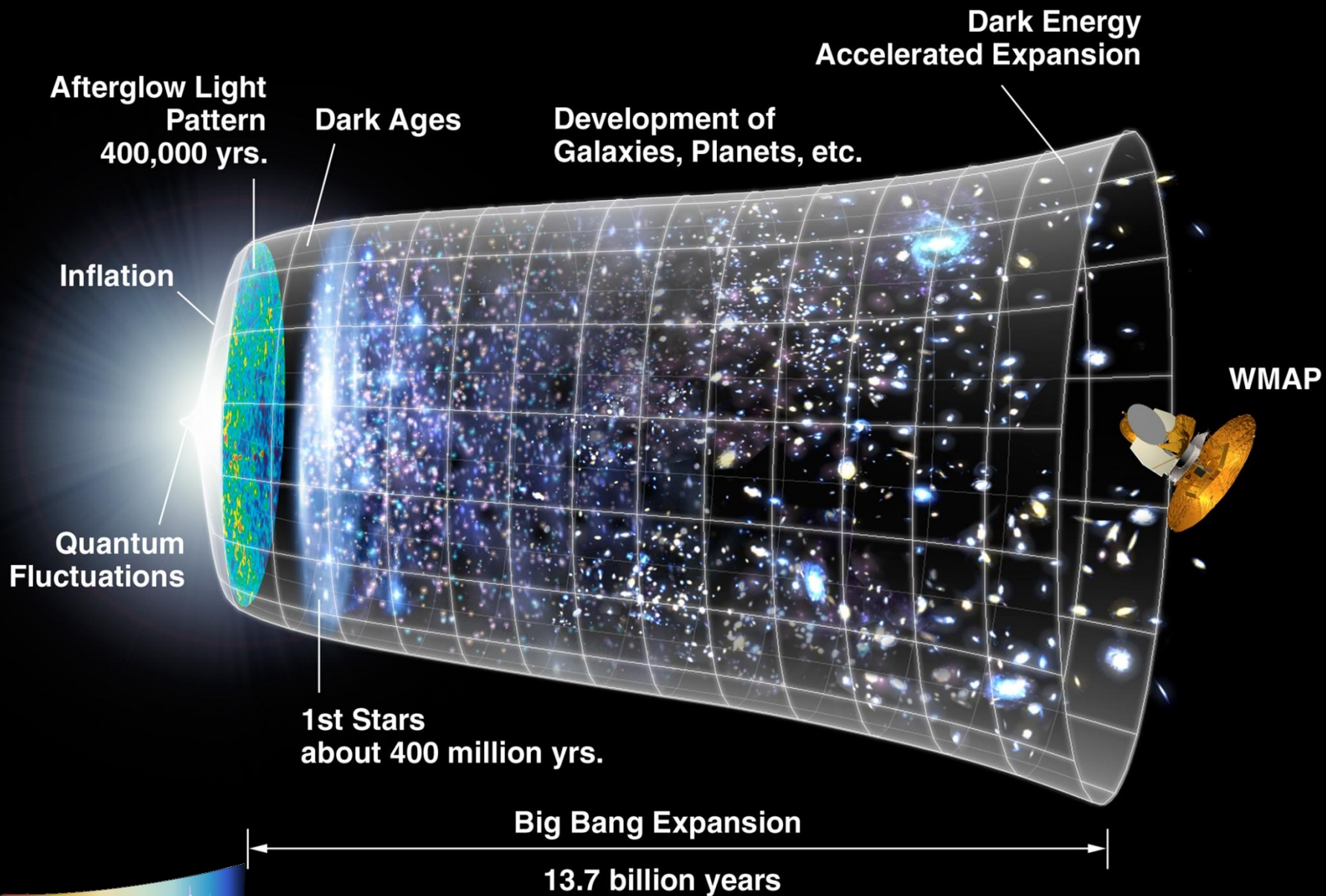


viata

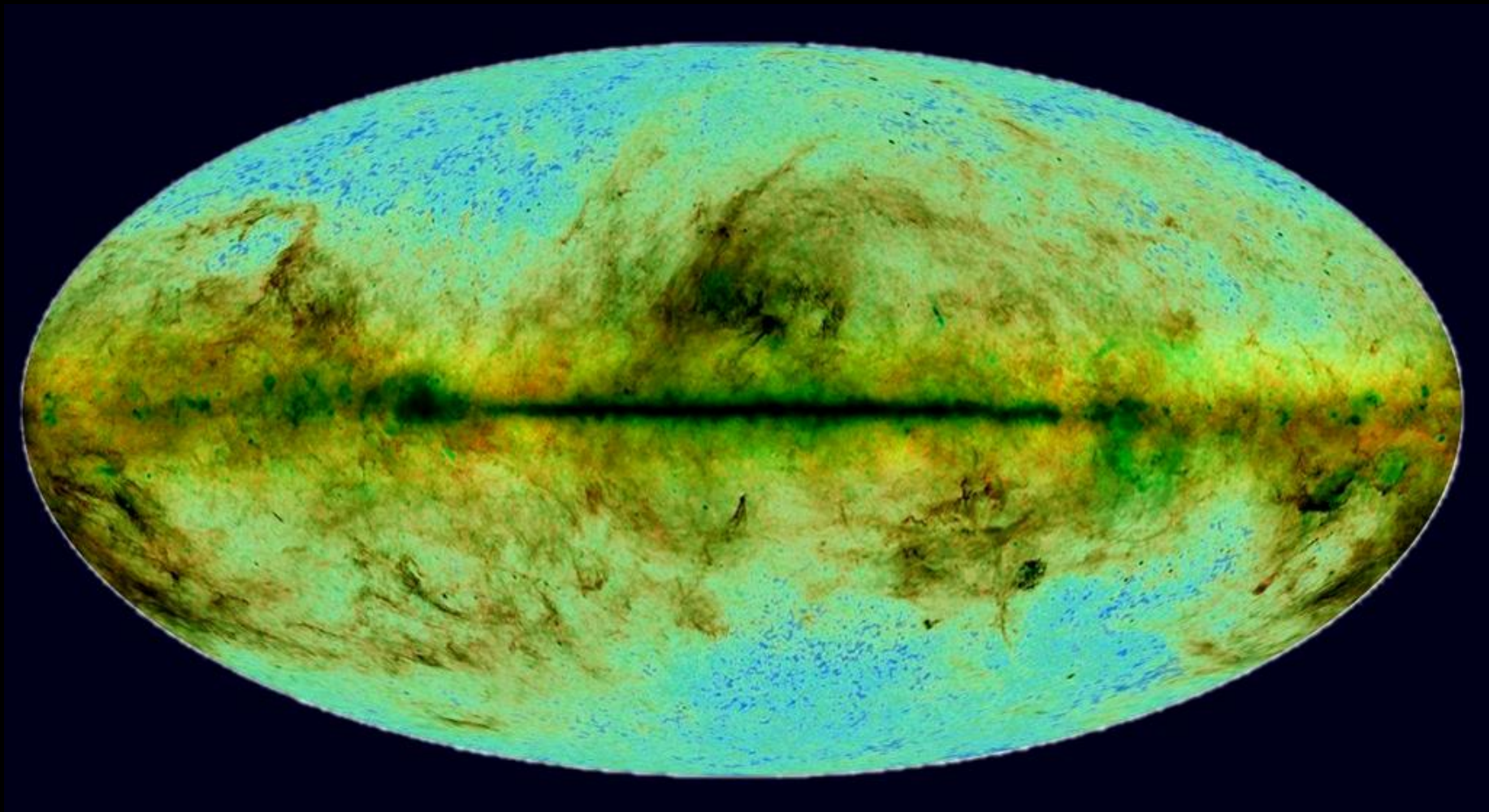
2.73 K CMB



Big Bang !!!
i formowanie się galaktyk

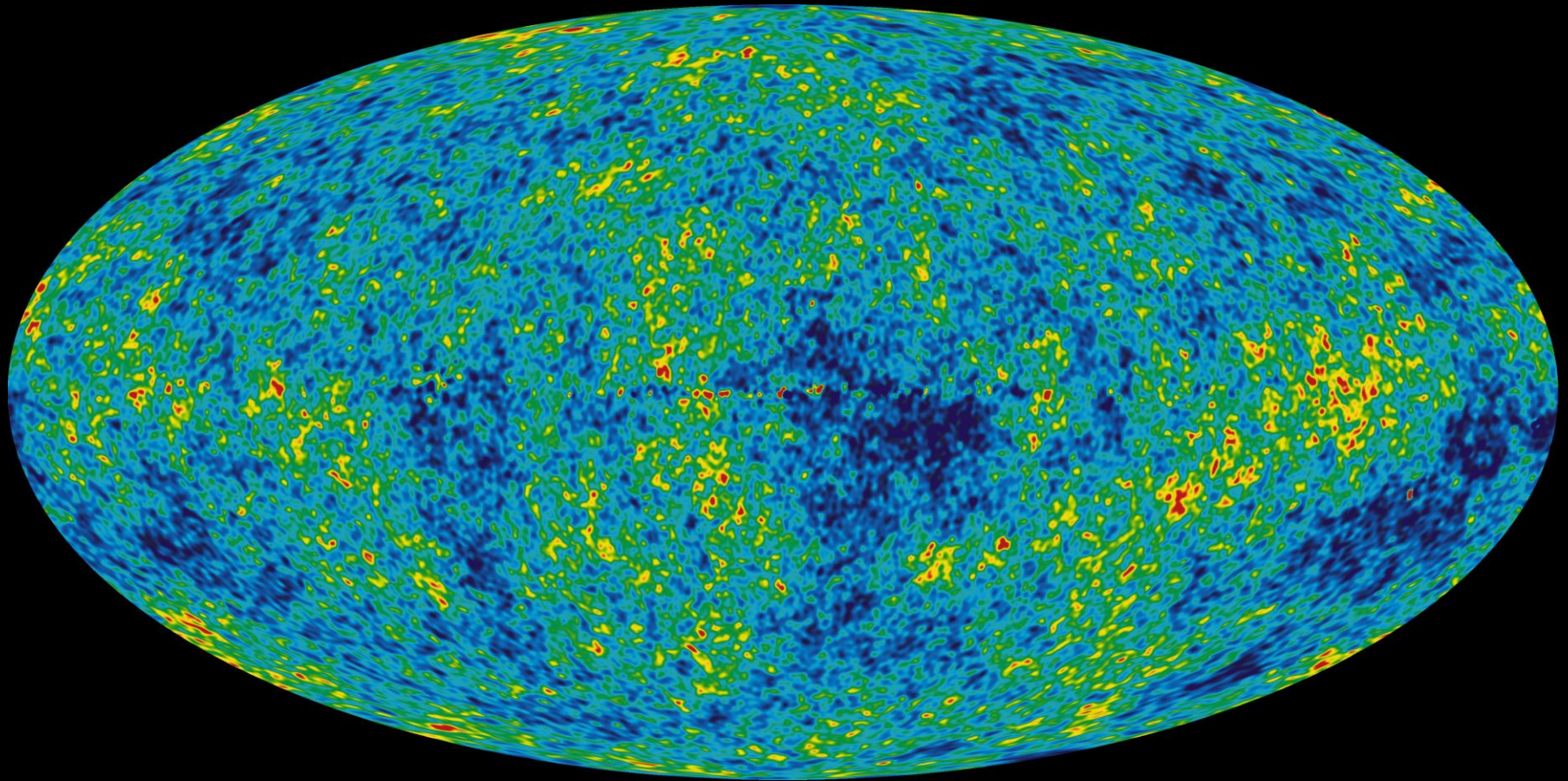


„Inflacja kosmologiczna” Allan Guth 1981



Planck Mission Satellite - mapa nieba 2010 , Nasza Galaktyka i tło CMB

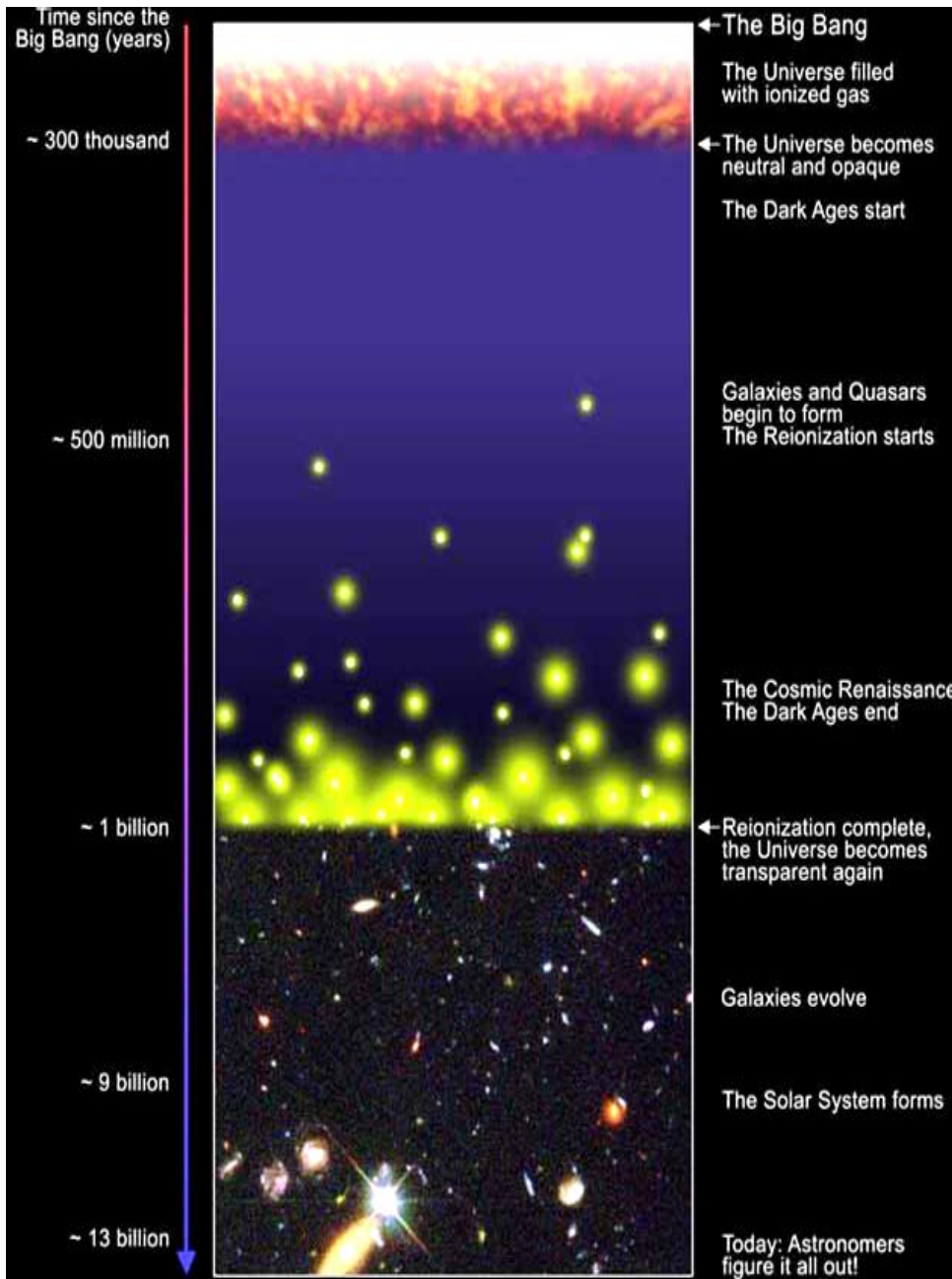
Reliktowe promieniowanie tła mikrofalowego 2,7 K



WMAP

$\pm 10^{-5}$ K

Krótką historia Wszechświata



↓ Era rekombinacji

↓ Epoka ciemności:
nie ma **, IGM: HI

↓ Pierwsze światło: powstają
Gwiazdy, SN, czarne dziury

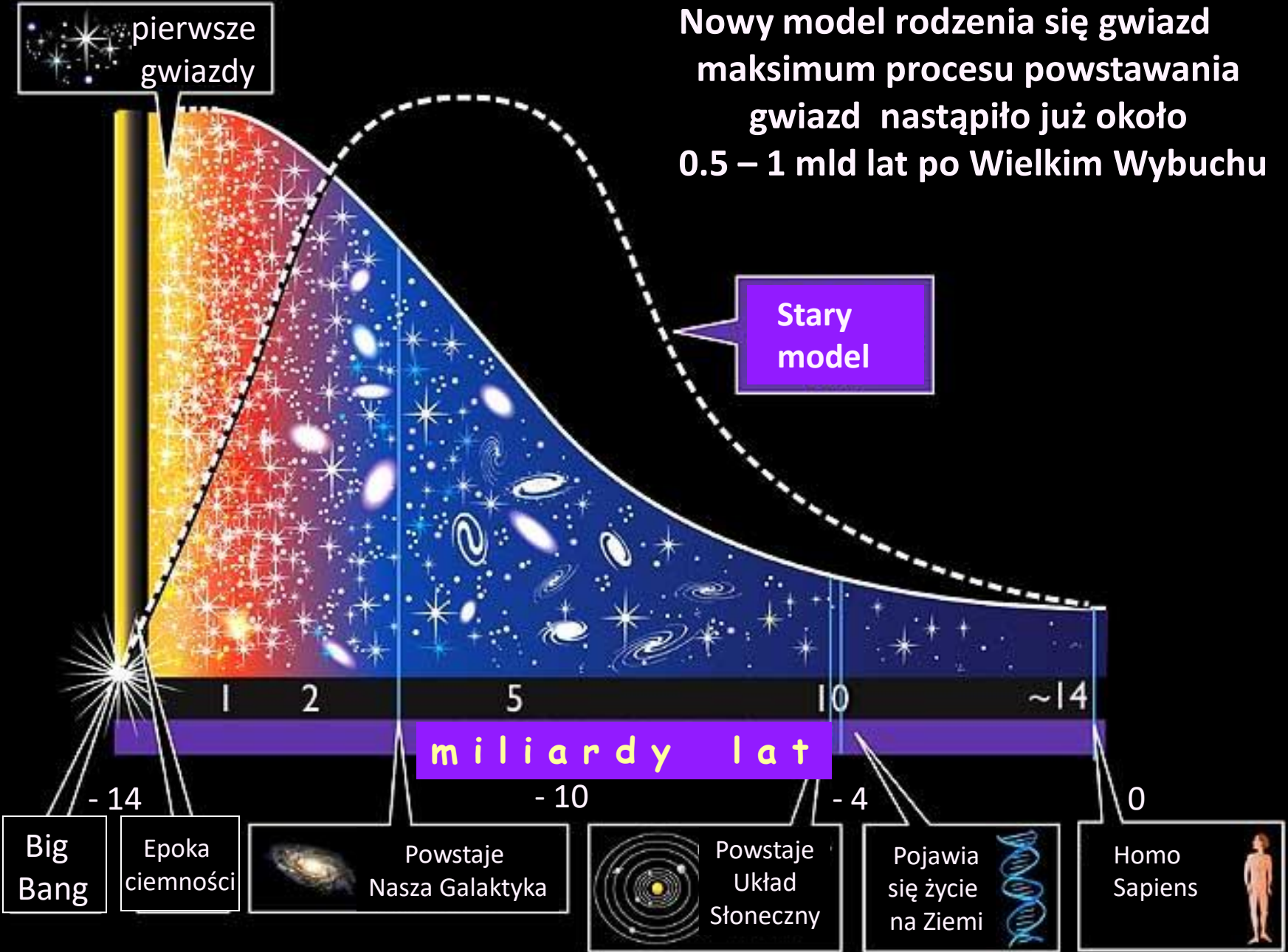
↓ Epoka ponownej jonizacji:
promieniowanie jonizuje ośrodek
IGM : HI \diamond HII

↓ HII rejony łączą się, wszechświat
ponownie staje się przezroczysty

↓ Powstaje układ słoneczny

↓ Teraz

**Nowy model rodzenia się gwiazd
maksimum procesu powstawania
gwiazd nastąpiło już około
0.5 – 1 mld lat po Wielkim Wybuchu**

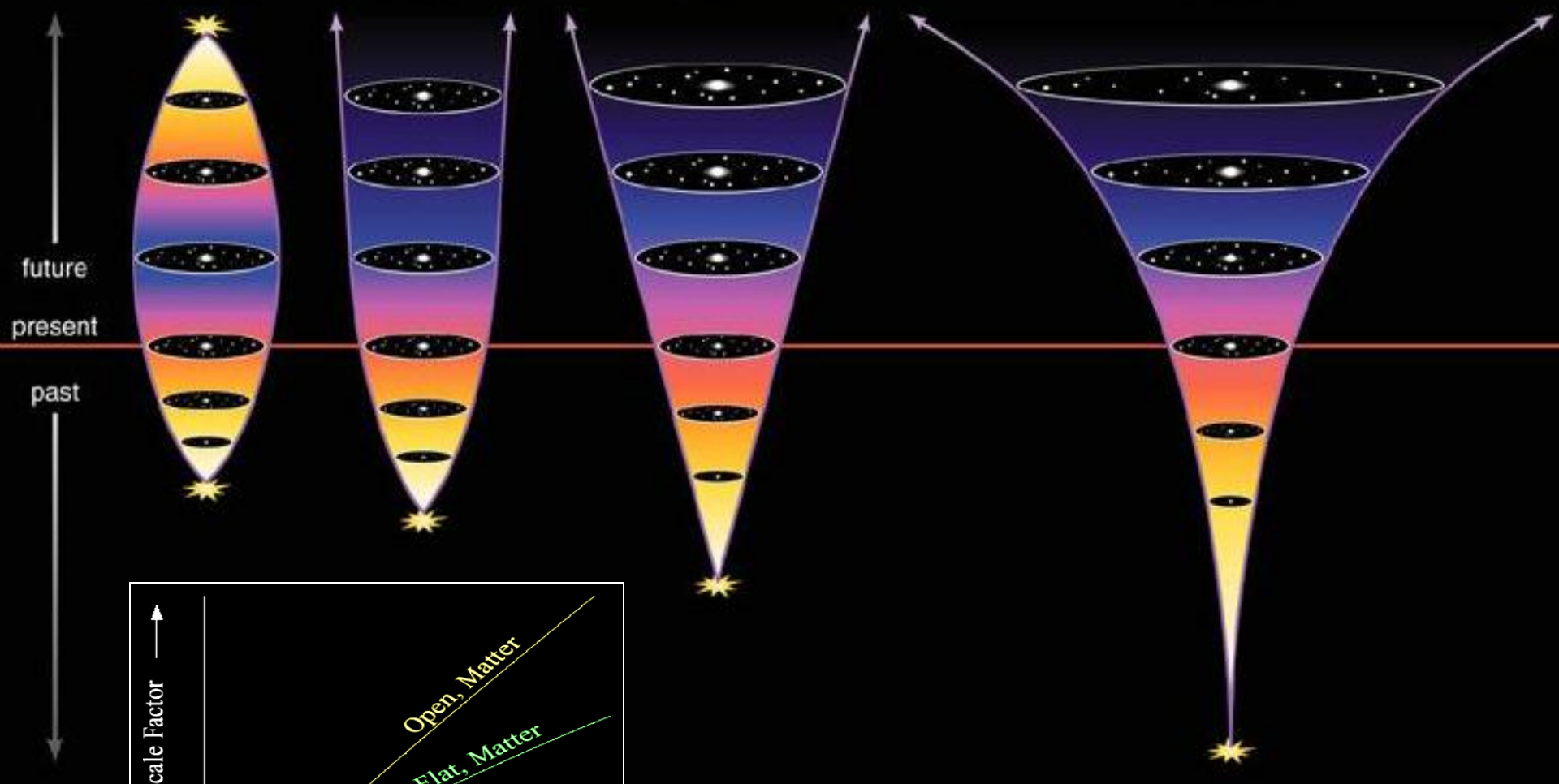


recollapsing universe

critical universe

coasting universe

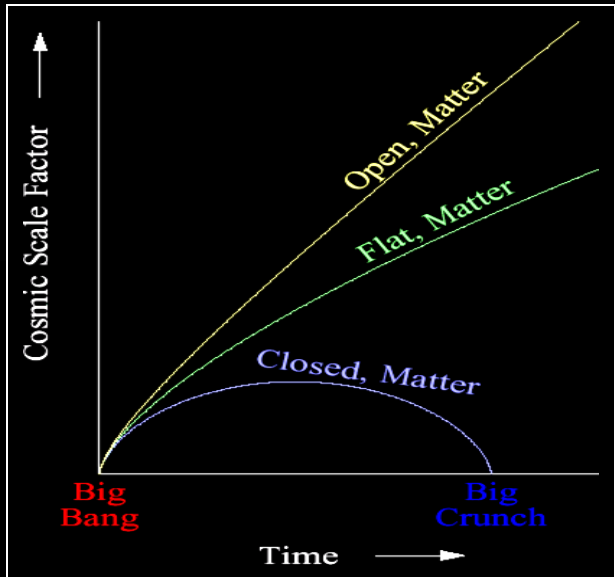
accelerating universe



future

present

past

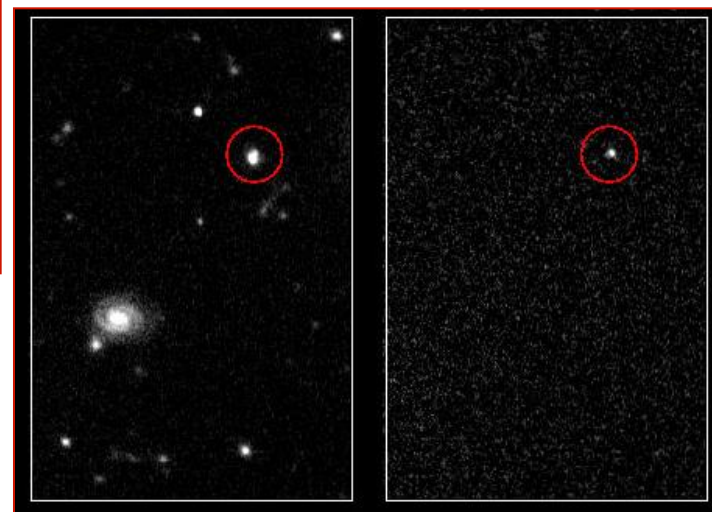


Ekspansja Wszechświata



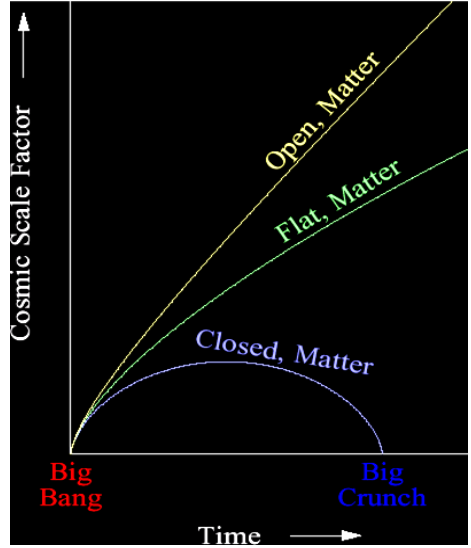
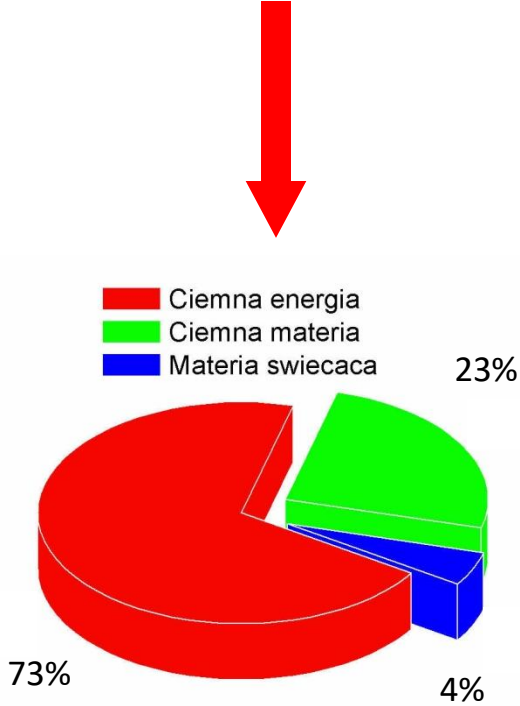
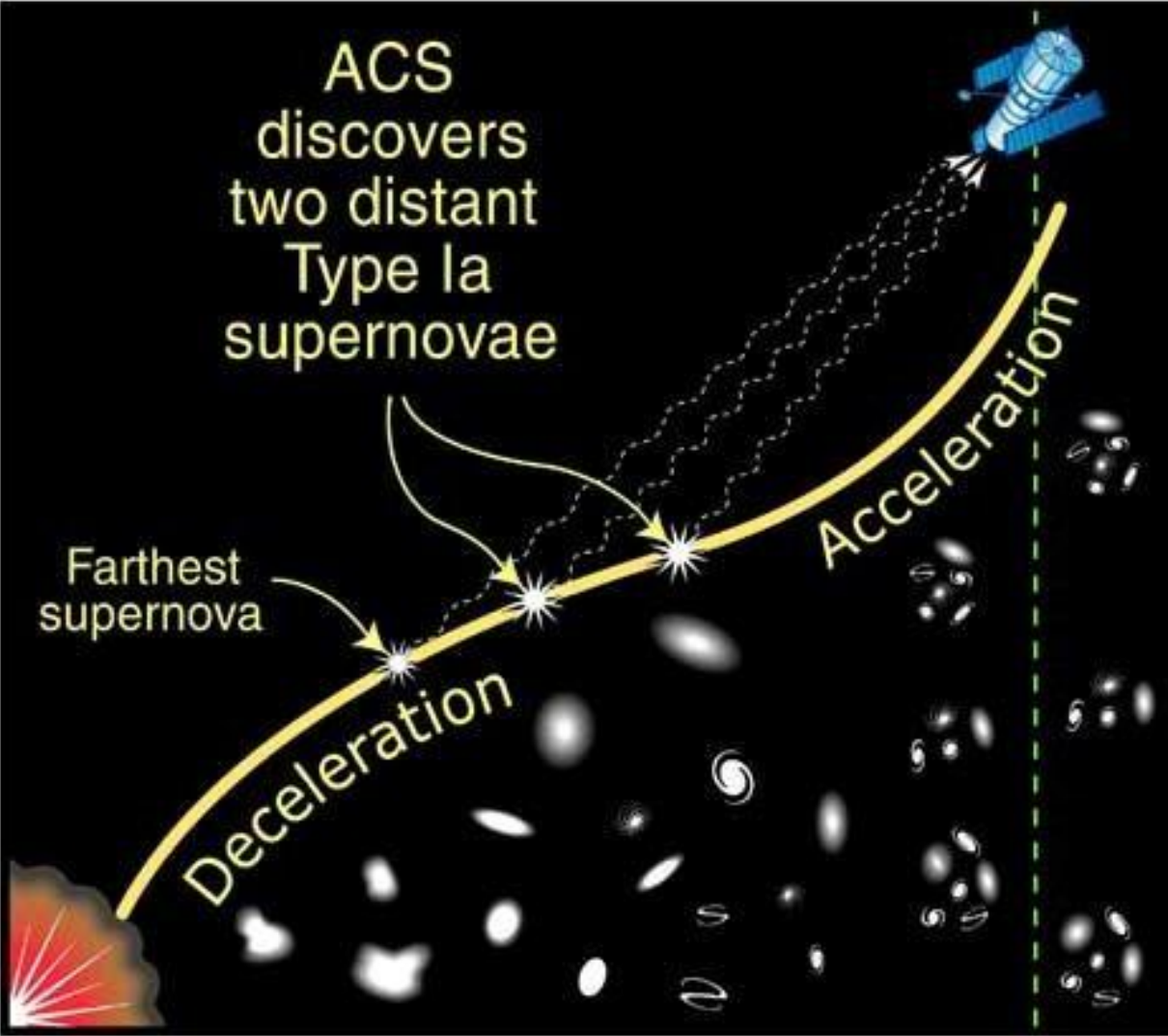
Eksplzja SN jest tak jasna jak wszystkie gwiazdy galaktyki razem.

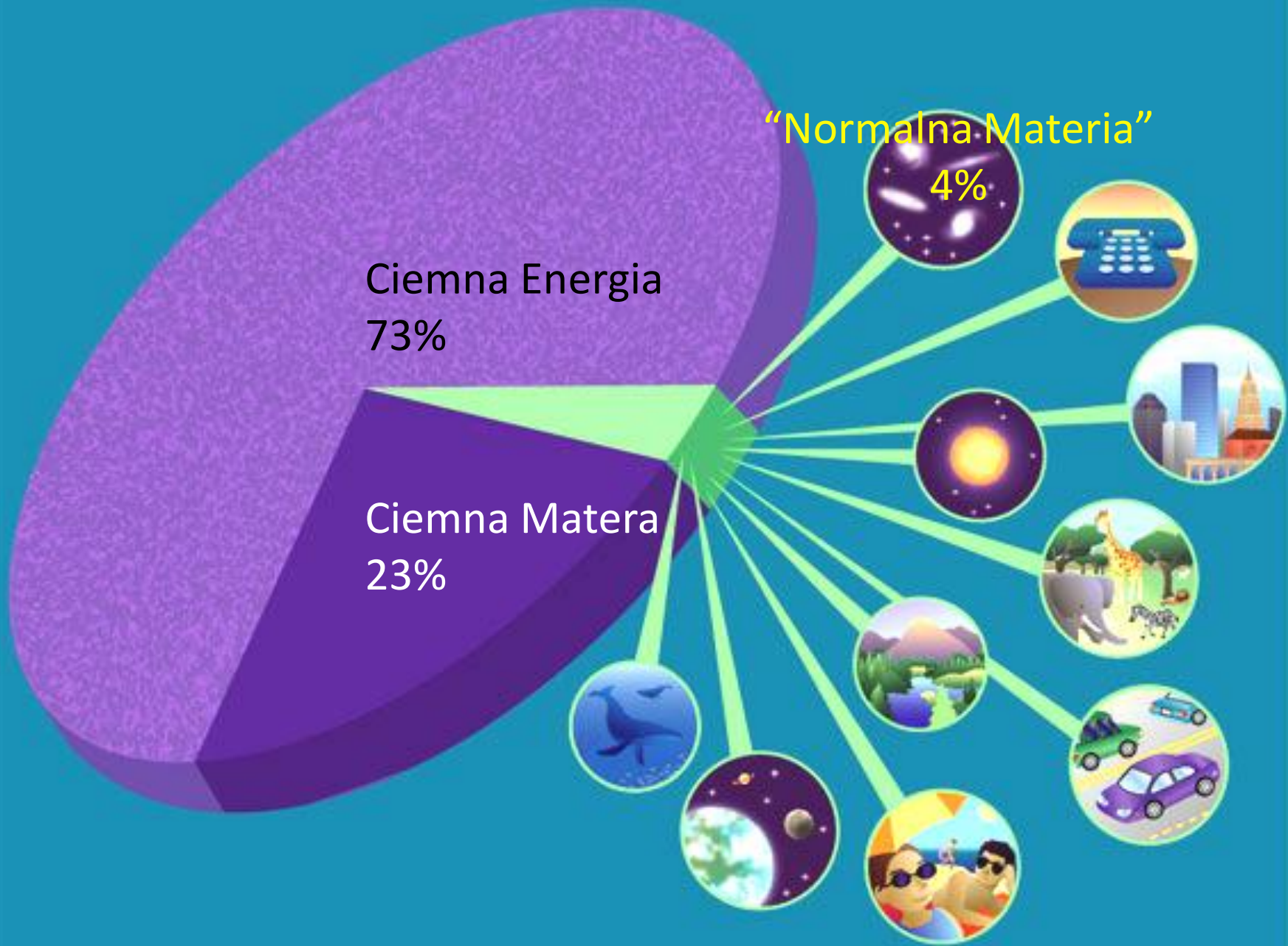
Wiec takie eksplozje są łatwe do zaobserwowania przez teleskopy.



Dalekie obiekty

Expansion of universe



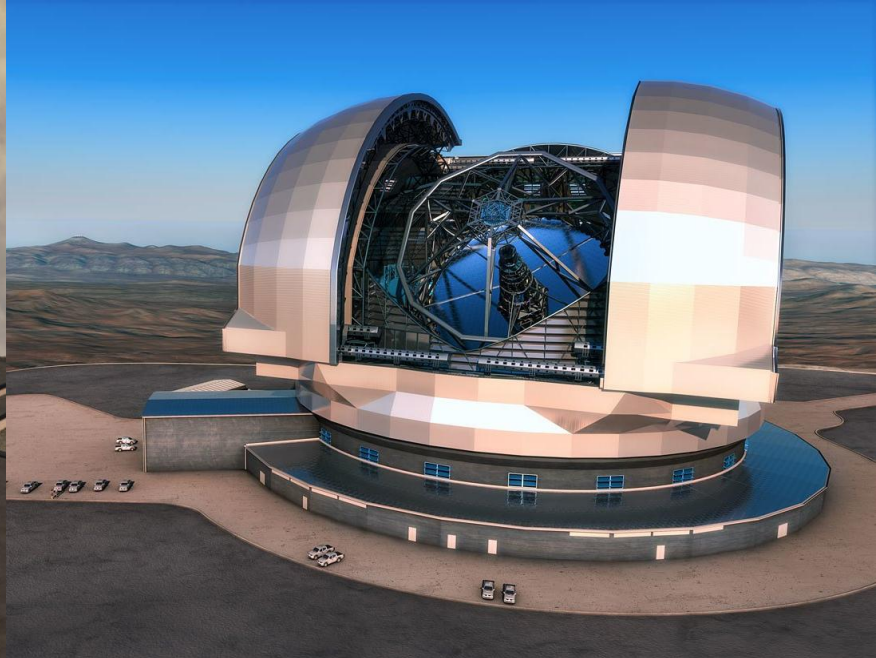


Najważniejsze pytania stawiane dziś astronomii

- Jak powstał Wszechświat, jak przebiegnie jego ewolucja?
- Czym są energia, materia, przestrzeń, czas - unifikacja?
- Jak zbudowany jest cały Wszechświat - skale mikro i makro?
- Badanie najwcześniejszych etapów ewolucji Wszechświata
- Badanie ekstremalnych stanów materii (g , T , p , B , ρ ...)
- Dostarczanie obserwacyjnych dowodów dla teorii fizycznych
- Chemiczna ewolucja materii (powstanie form żywych)
- Poszukiwanie planet (cywilizacji) podobnych do Ziemi

Aby badania były skuteczne konieczna jest budowa nowych instrumentów badawczych dla astronomii

teleskopy pracujące w całym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego



ELT Extremely Large Telescope, 39m, ESO



Cerro Armazones

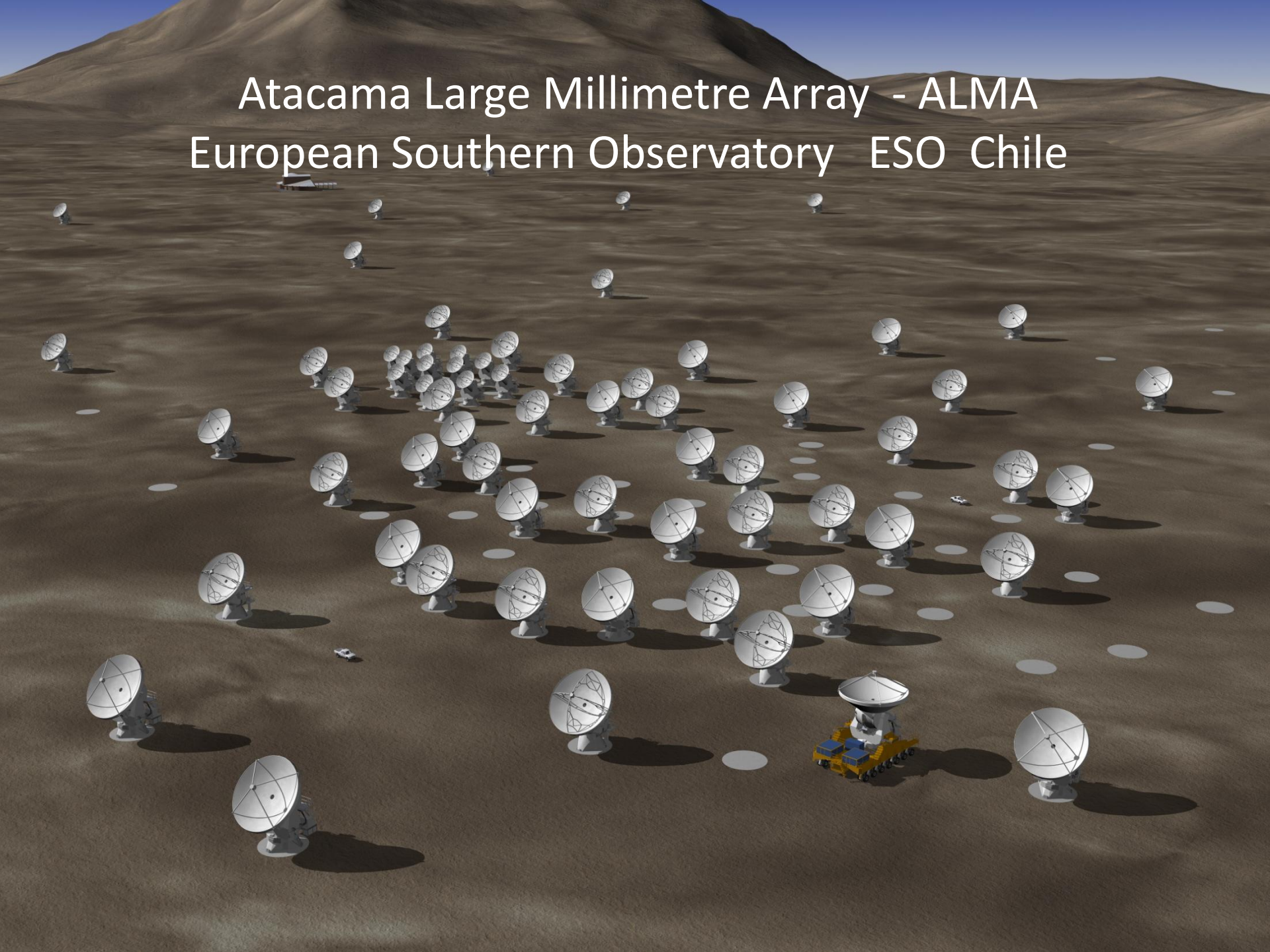


FAST



Atacama Large Millimetre Array - ALMA

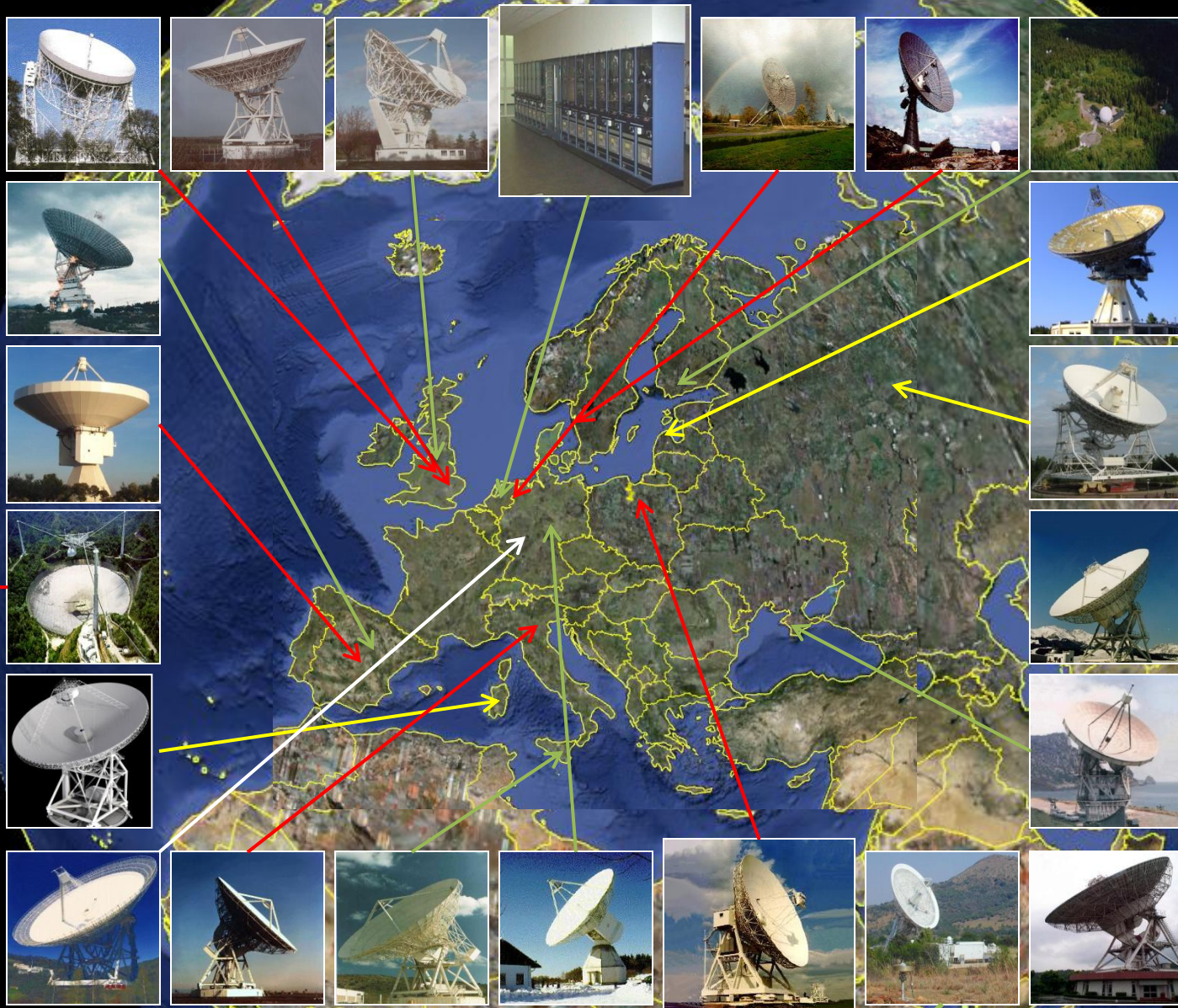
European Southern Observatory ESO Chile



Square Kilometre Array



5-10 tys. anten 15m średnicy w Republice Południowej Afryki



USA

China

South Africa

Podsumowanie (1)

- Model kosmologiczny lambda - ciemna nierelatywistyczna materia (Λ -CDM)
- Masa Wszechświata = $\sim 10^{56}$ kg (materia barionowa 4%)
- Rozmiar (teraz) = 13.8 mld lat św. = 10^{24} m ($8,8 \times 10^{26}$)
- Cząstki elementarne (elektron) 10^{-20} m (?)
(najmniejsze) 10^{-24} m (?)
- Materia skupiona w gwiazdach, planetach + ISM, IGM, BH
- Obecność ciemnej materii (DM), ciemnej energii (DE) ?
- Jednorodność praw fizyki i jednorodność materii
- **Struktura materii niesie w sobie kod genetyczny ewolucji Wszechświata i w konsekwencji także ewolucji życia !**

Podsumowanie wiedzy o naszym Wszechświecie (2)

- Powstał 13,8 mld lat temu w procesie „Wielkiego Wybuchu”
- Stale się rozszerza (coraz więcej przestrzeni)
 $H_0 = 72 \text{ km/s/Mpc}$
- Ewolucja struktur (gwiazdy, galaktyki, BH, gromady, supergromady) - ciągła zmiana
- **Ciemna materia (DM), ciemna energia (DE = eter ?)**
- Taka sama materia (nie ma antymaterii), asymetria materii !
- Te same prawa przyrody (fizyka, chemia), trwałe stałe fizyczne ? Takie same oddziaływania/siły (silne, słabe, elektromagnet., grawitacyjne)
- Ewolucja materii (przybywa cięższych elementów, powstają złożone związki)
- Jednorodność przyrody całego Wszechświata
- Czas, przestrzeń i materia istnieją tylko wewnątrz naszego Wszechświata

Życie we Wszechświecie

Życie jest cechą materii, prawa rządzące światem cząstek elementarnych => budowa materii oraz także kod genetyczny życia

Złożone molekuly tzw. „organiczne” są obecne w obłokach materii międzygwiazdowej, molekula wody powszechna w kosmosie

Mnóstwo planet ! (prawie każda gwiazda posiada planety !)

Powinno powstać w dogodnych warunkach w procesie ewolucyjnym podobnym do ziemskiego

ale

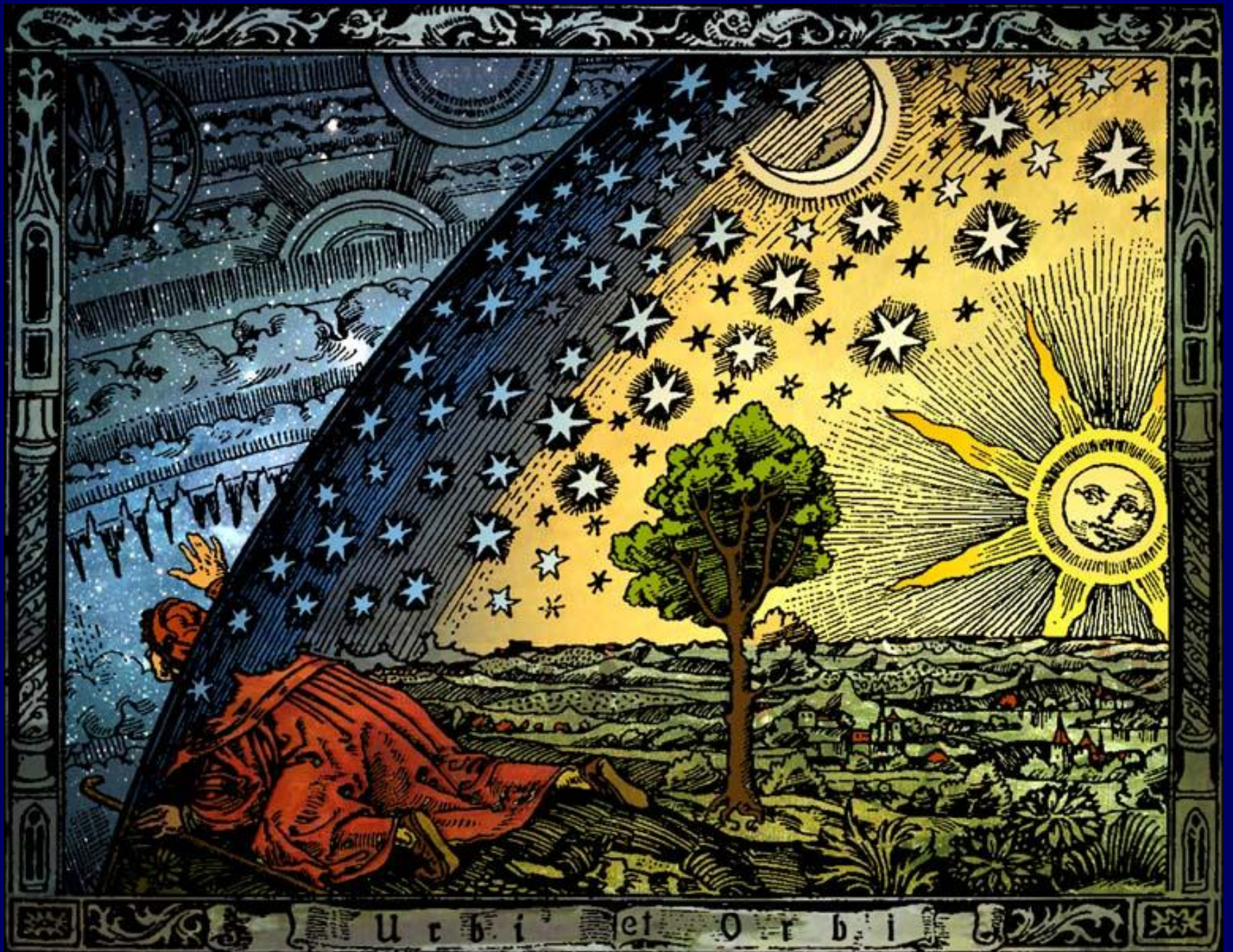
- **Ziemia** pozostaje szczególnym miejscem (dla nas, centralnym w całym Wszechświecie)
- Gwiazda centralna - Słońce, odpowiednia odległość Z-S,
- Układ podwójny z Księżycem (stabilizacja osi wirowania Z, przyływy, biologiczny zegar miesięczny)
- Ciepło wnętrza Ziemi
- Ziemskie pole elektryczne i magnetyczne
- Ogromna ilość wody na naszej planecie
- Ochronny ekran grawitacyjny stworzony przez wielkie planety, głównie Jowisza
- Naturalne kataklizmy w historii Ziemi
- Wszystko to miało wpływ na powstanie i ewolucyjny rozwój życia na naszej planecie w tym na rozwój człowieka
- Cały wielki Wszechświat i 14 mld lat jego ewolucji były niezbędne by powstał człowiek

- Jednoznaczne i konsekwentne prawa przyrody, własności materii ,
- inteligentna świadomość i duchowa twórczość człowieka to dla wielu zwyczajna „normalność”,
- a przecież my i nasza świadomość oraz miejsce w którym zamieszkaliśmy są największym cudem stworzenia !

Ziemia to biblijny Raj !

(Tylko człowiek czasem czyni z niego piekło !)

Chrońmy nasz DOM - to jest wspólna odpowiedzialność i powinność względem potężnych sił które go stworzyły



Urbis et Orbis





DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ