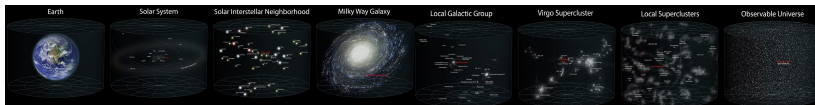


Podstawy astrofizyki i astronomii

Andrzej Odrzywołek

Zakład Teorii Względności i Astrofizyki, Instytut Fizyki Teoretycznej UJ

7 marca 2023



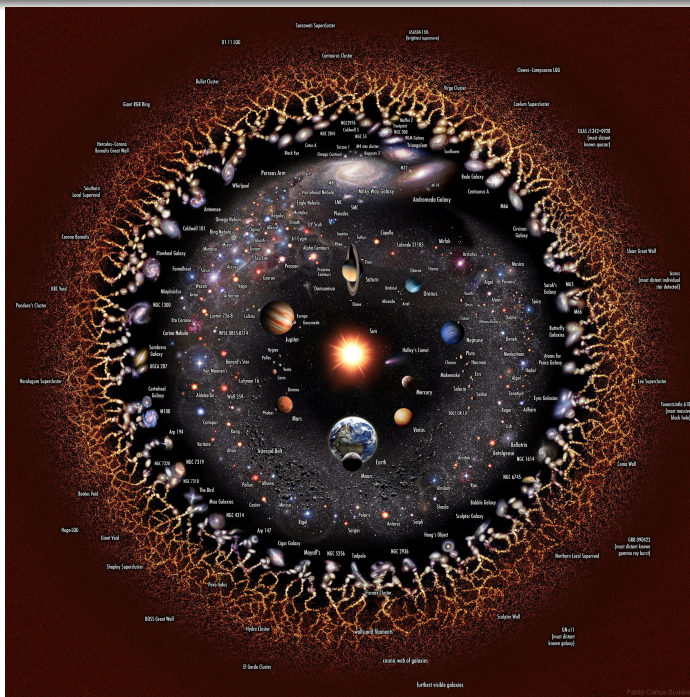


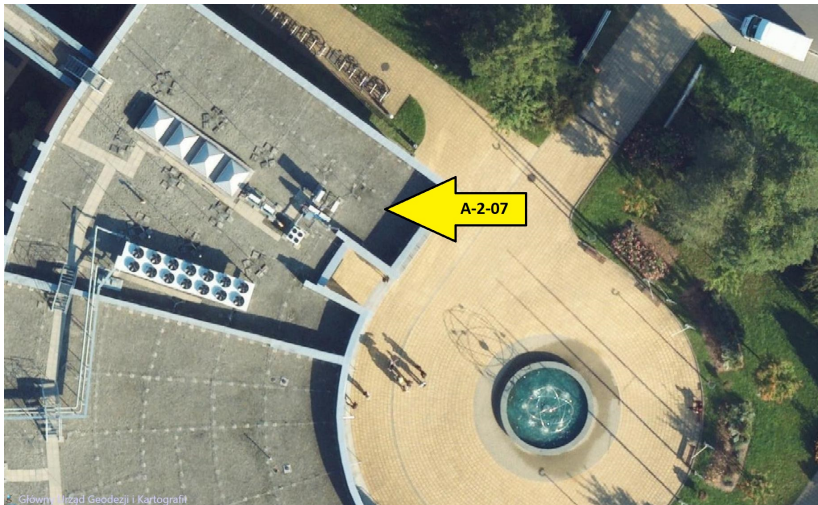
Photo: Galaxy Bursters



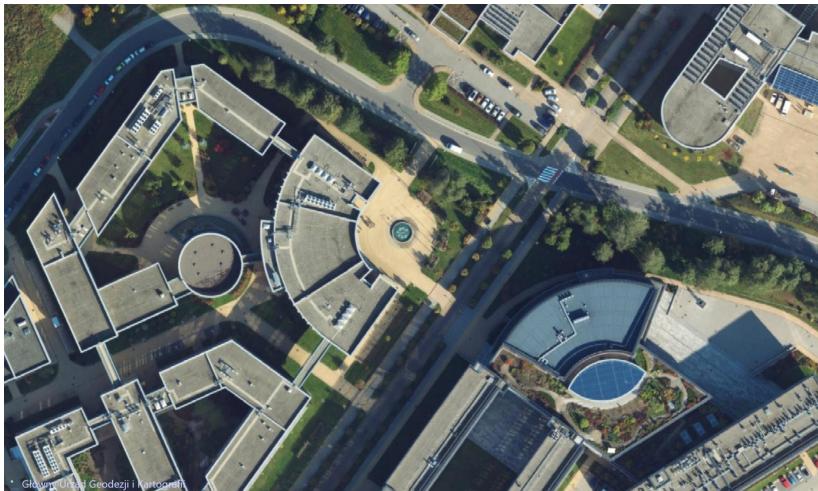
- 1 planety z księżycami
- 2 gwiazdy z układami planetarnymi
- 3 gromady gwiazd
- 4 galaktyki
- 5 grupy galaktyk
- 6 gromady galaktyk
- 7 supergromady, pustki
- 8 ?
- 9 jednorodny Wszechświat

Kto nie zna swojego adresu, nie powinien wychodzić z domu!

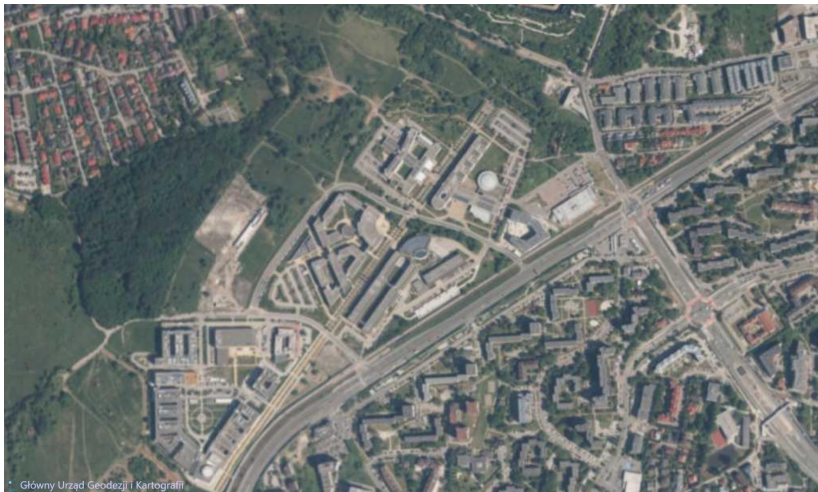
- trzecia licząc od pojedynczej gwiazdy macierzystej, Słońca
- charakterystyczna błękitna planeta Ziemia, w **układzie podwójnym** (!) z Księżycem
- gwiazda centralna: karzeł typu G2V, kolor żółty, bardzo wolno rotujący (1 miesiąc !), cykl aktywności 22 lata
- rozległy układ planetarny składa się z 8 planet, 4 wewnętrzne, skaliste, 4 zewnętrzne (2 gazowe + 2 lodowe giganty)
- liczne komety, planety karłowate, planetoidy
- pas planetoid pomiędzy planetą 4 a 5
- pas planet karłowatych (Kuipera) na zewnątrz planet
- układ otacza obłok komentarny (Oorta)
- w okolicy brak (znanych) charakterystycznych obiektów astrofizycznych
- najbliższa gwiazda α Cen, układ potrójny
- odległość od centrum Galaktyki ok 8.5 kpc
- Galaktyka jest dużą galaktyką spiralną, tworzy parę z drugą, nieco większą
- w Grupie Lokalnej galaktyki karłowate oraz jedna mała galaktyka spiralna.
- Grupa Lokalna położona jest na skraju gromady galaktyk Virgo, która z kolei jest częścią supergromady o takiej samej nazwie
- najbliższa pustka: *Northern Local Supervoid* oddziela od nas supergromady *Coma* oraz *Hercules*



Główny Urząd Geodezji i Kartografii

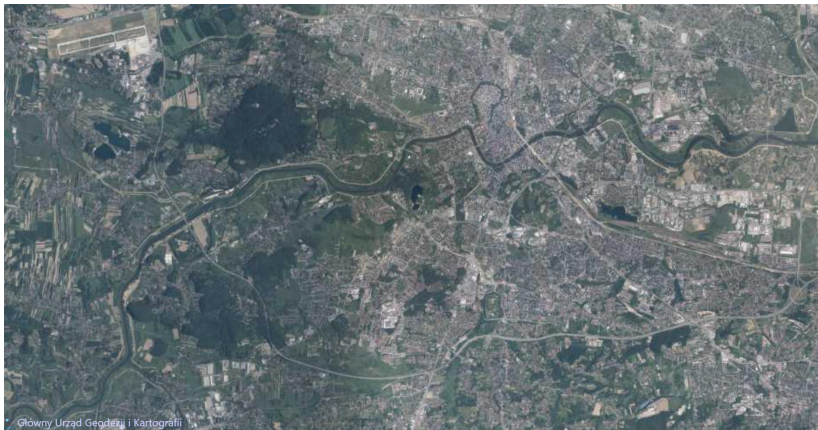


• Główny Urząd Geodezji i Kartografii



• Główny Urząd Geodezji i Kartografii

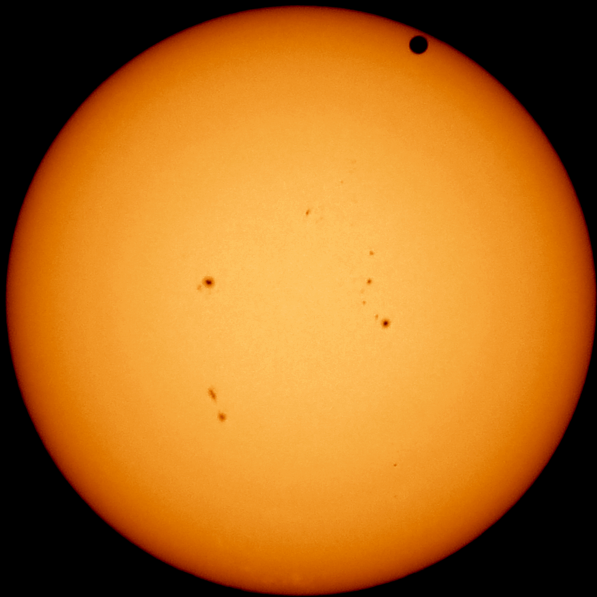


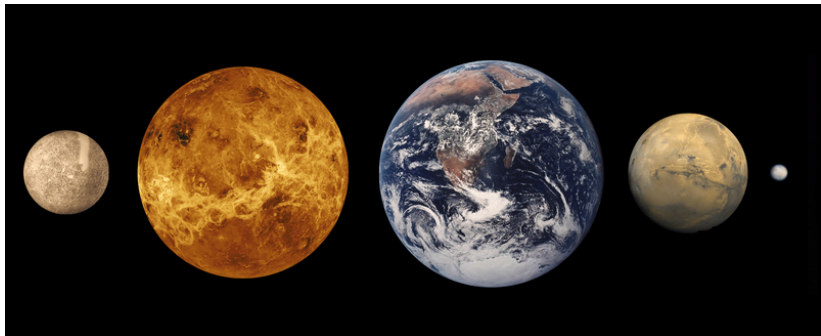












Skaliste planety, planety karłowate i księżycy w Google Maps

<https://www.google.com/maps/space/mercury/>

<https://www.google.com/maps/space/venus/>

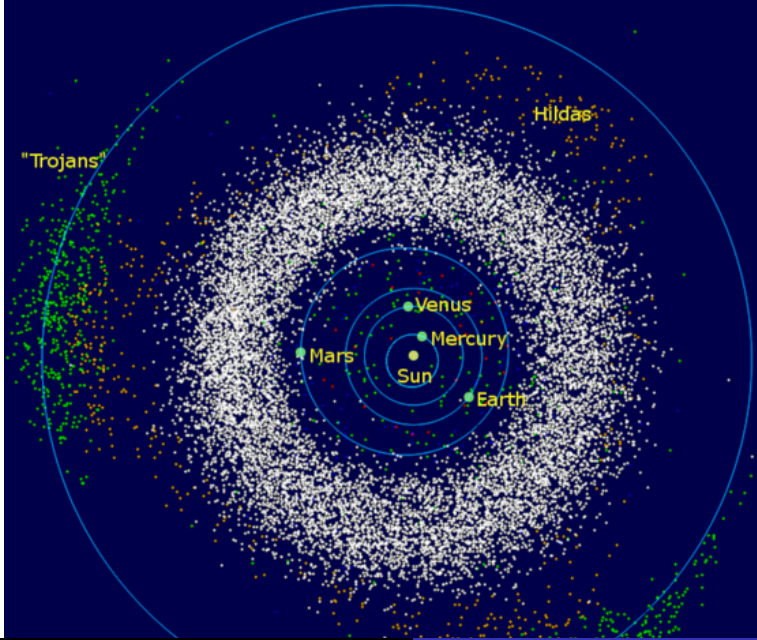
<https://www.google.com/maps/space/moon/>

<https://www.google.com/maps/space/mars/>

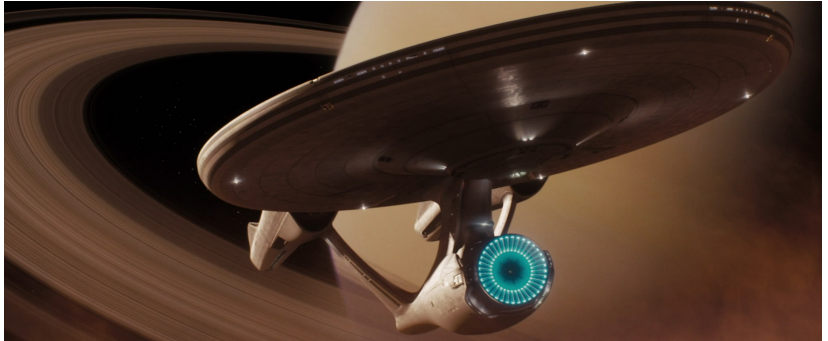
<https://www.google.com/maps/space/ceres/>

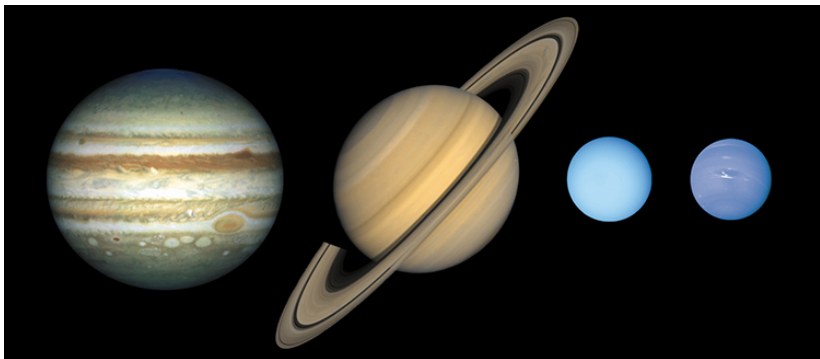
<https://www.google.com/maps/space/titan/>

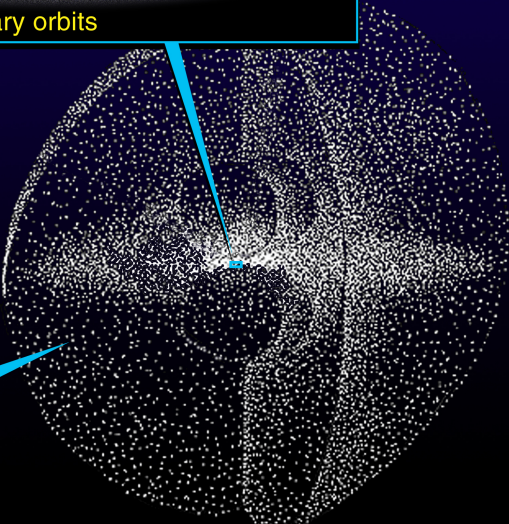
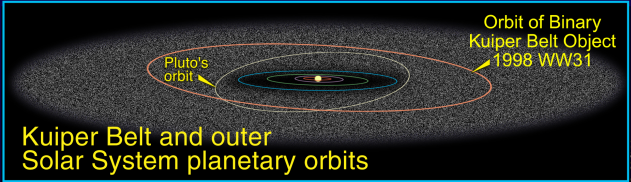
<https://www.google.com/maps/space/pluto/>







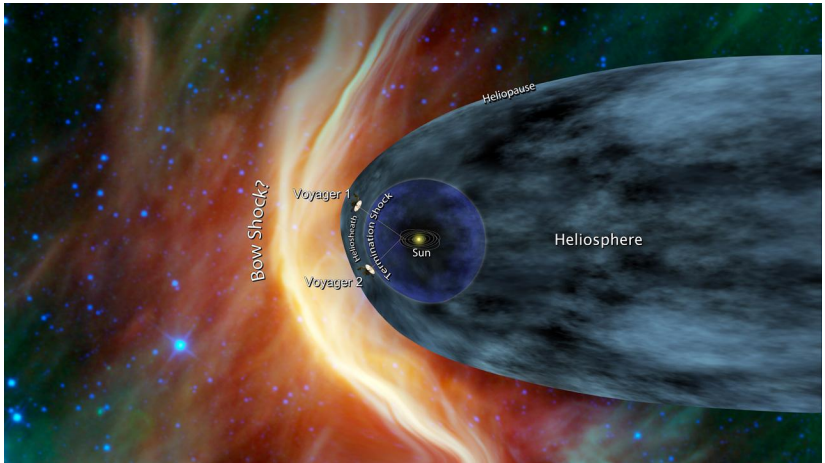


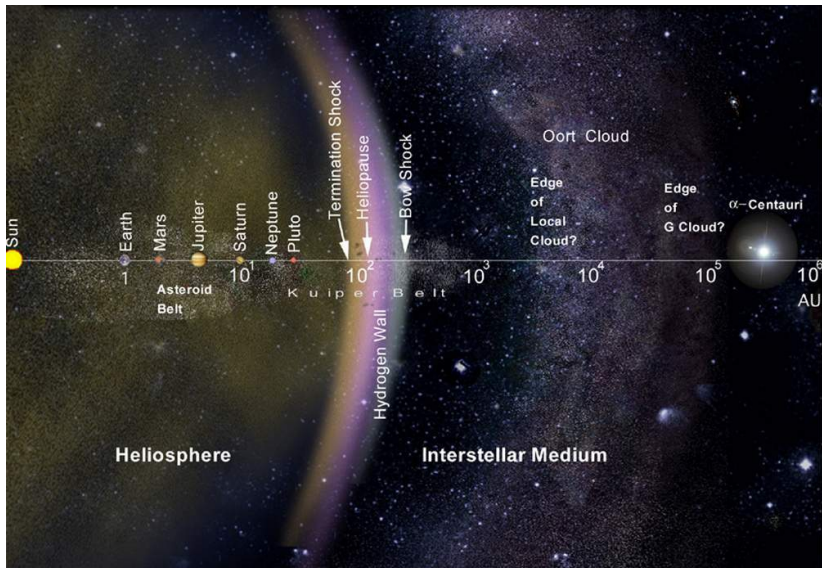


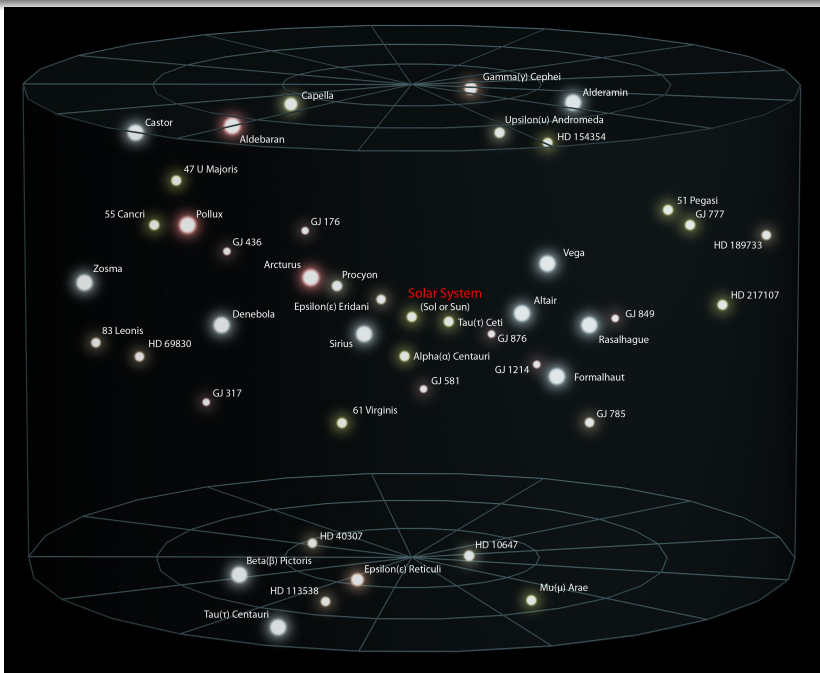
**The Oort Cloud
(comprising many
billions of comets)**

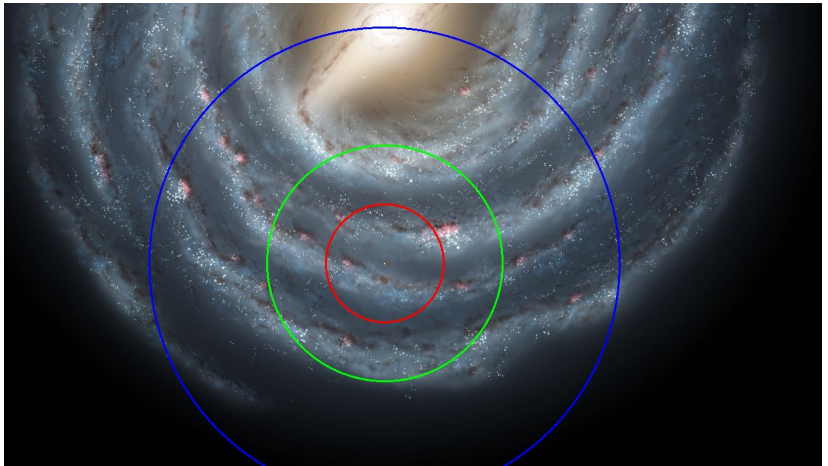
*Oort Cloud cutaway
drawing adapted from
Donald K. Yeoman's
illustration (NASA, JPL)*

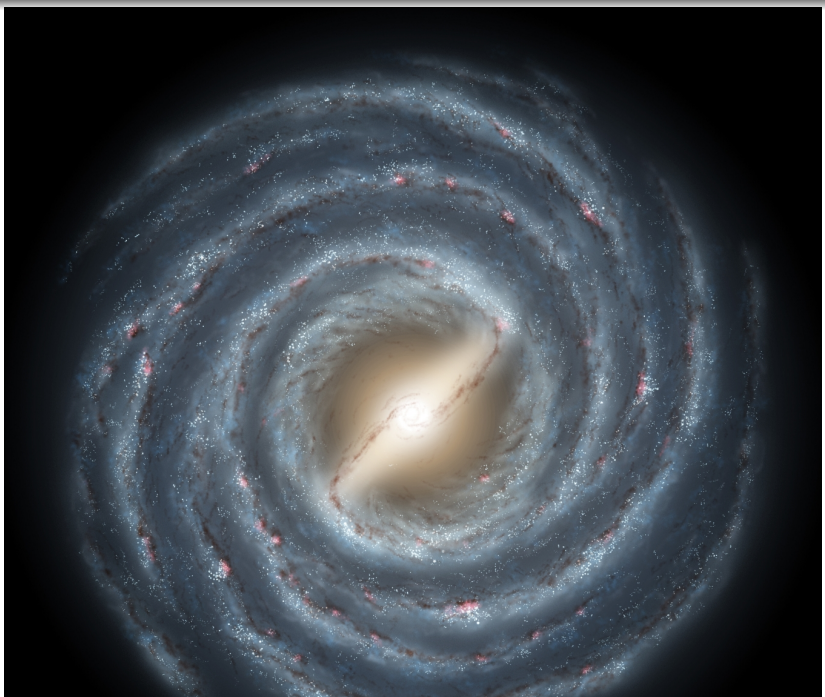


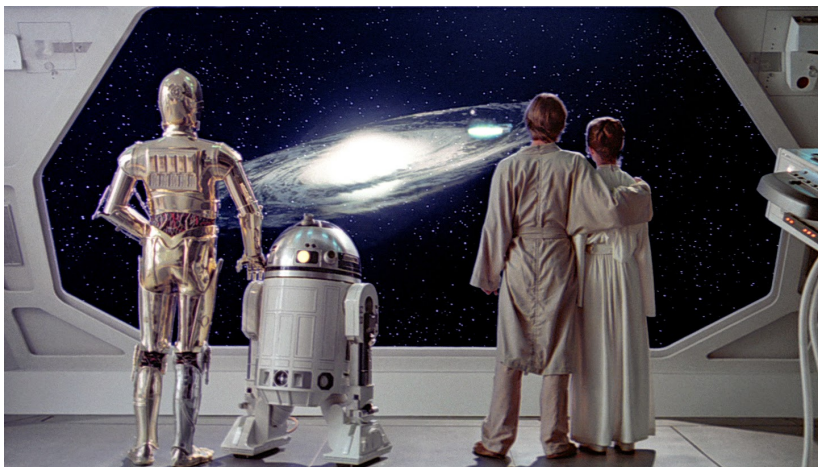


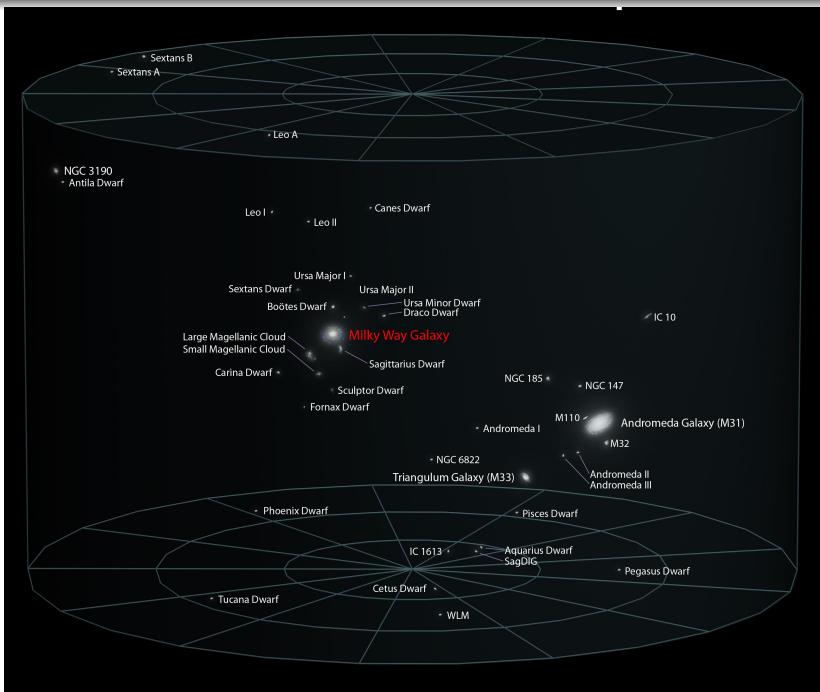


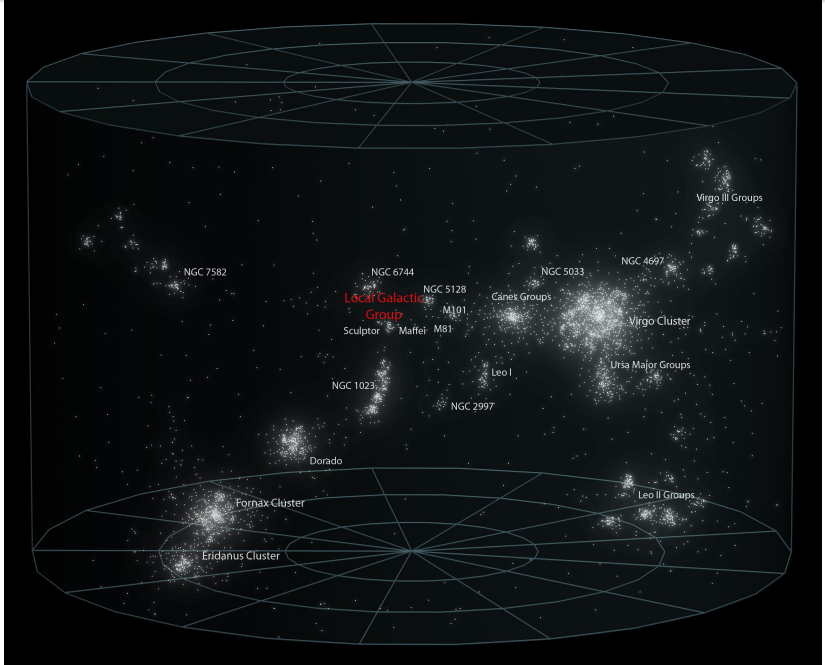


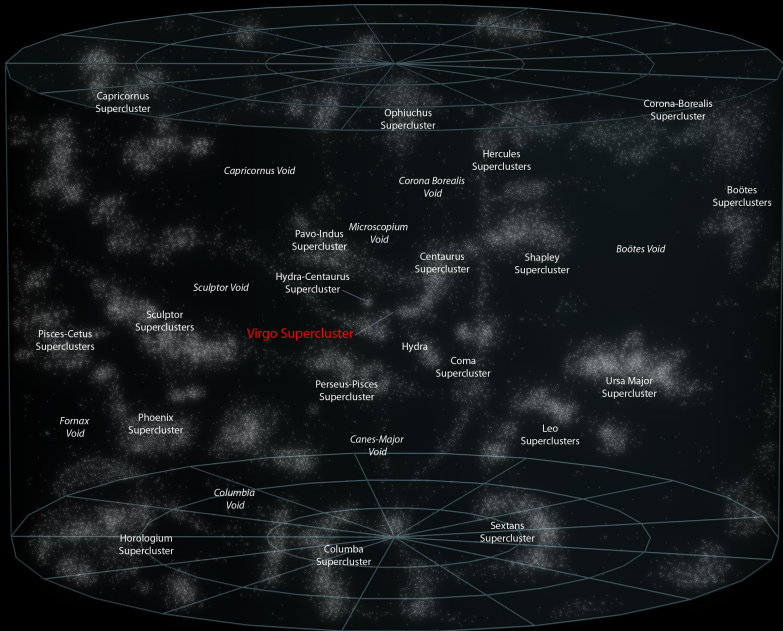


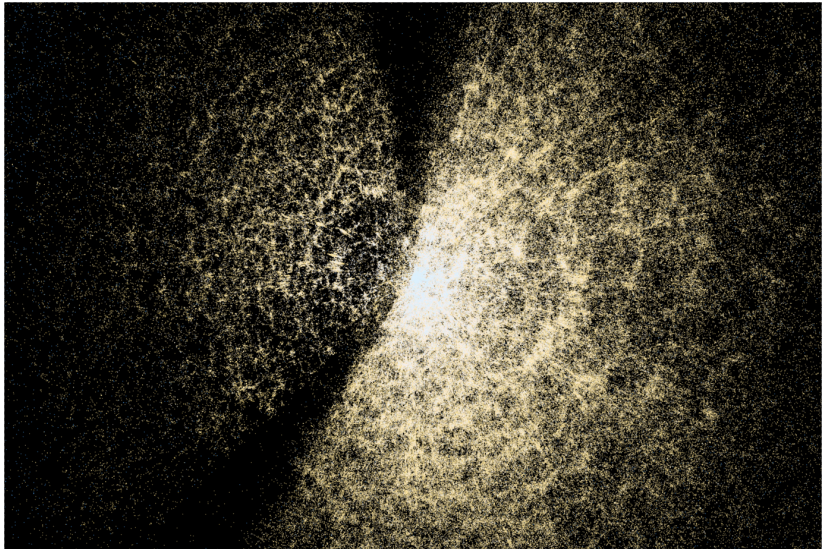


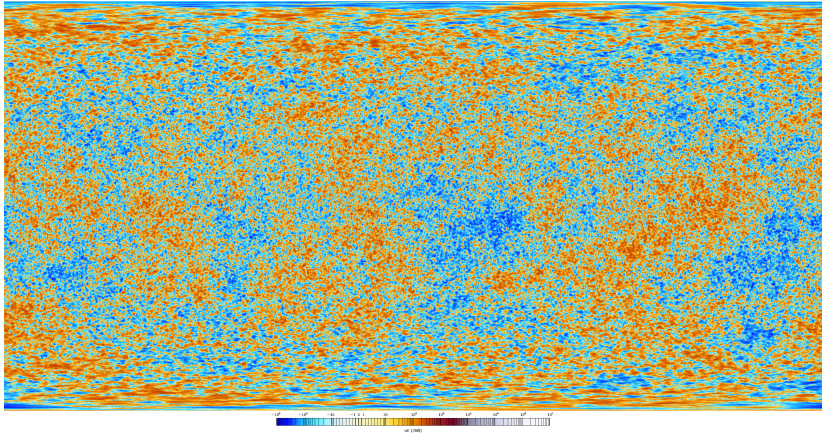












Znany i poznawalny Wszechświat

- długość Plancka $\sim 10^{-35}$ m
- horyzont kosmologiczny $\sim 10^{27}$ m
- różnica skali 10^{62}

Zoom przez znany Wszechświat (American Museum of Natural History)

<http://htwins.net/scale2/>

Zbiór Mandelbrota

- osiągalna dziś różnica skali ponad 10^{1500}

Mandelbrot zoom 3×10^{1511}

Mandelbrot zoom 10^{1149}

- niemal czarne, kilka tysięcy świecących punktów
- najjaśniejsze to 5 planet (7 wliczając Słońce i Księżyc)
- planety wykonują na niebie skomplikowane ruchy okresowe, koncentrujące się w rejonie ekliptyki
 - Merkury: 88 dni, elongacja $< 29^\circ$
 - Wenus: 225 dni, elongacja $< 48^\circ$
 - Mars: 1.88 lat
 - Jowisz: 11.9 lat
 - Saturn: 29.5 lat
- w idealnych warunkach można dostrzec najbliższe galaktyki (Andromeda, LMC, SMC), drogę mleczną, i kilka gromad gwiazd (Ω Centauri)
- jeszcze Kopernik, Tycho de Brache i Kepler prowadzili obserwacje gołym okiem (!)
- miejskie oświetlenie koszmarem astronomów-amatorów, konstelacje satelitów Starlink – profesjonalistów

Stellarium Web: mapa nieba online



<https://stellarium-web.org/>

Oczekiwania: (Photoshop)



Rzeczywistość: (Astrofotografia)

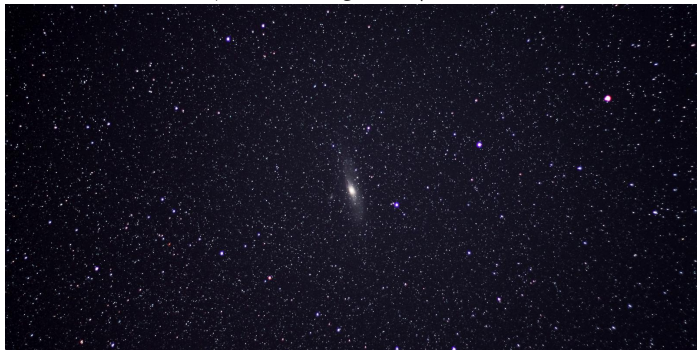


Photo Credit: Anthony Urbano

To co naprawdę widać: (Takahashi)



- 1 tradycyjnie w astronomii, jasność „gwiazd” podajemy w skali logarytmicznej, *wielkościach gwiazdowych*, inaczej *magnitudo*, np: 5^m , -4.1^m
- 2 skala wybrana jest w taki sposób, że różnica 5^m to różnica $100\times$ w jasności
- 3 gwiazda 10 razy dalej wydaje się słabsza o 5^m
- 4 przykłady (od najjaśniejszych):
 - Słońce: -26.74^m ; Księżyc: w pełni -12.71^m , minimum: -2.5^m
 - supernowa SN 1006: -7.5^m
 - Wenus (maks.) -4.8^m , Mars, Jowisz (maks.) ok. -2.5^m
 - Vega, Saturn ok. 0^m
 - gwiazdy pierwszej wielkości (np: α Cen, β Ori)
 - granica ludzkiego oka: 6^m
 - granica możliwości, jak uczono mnie jako studenta: 24^m
 - teleskop 8 m z Ziemi: 27^m ; teleskop Hubble’a 31.5^m ; Webb 34^m

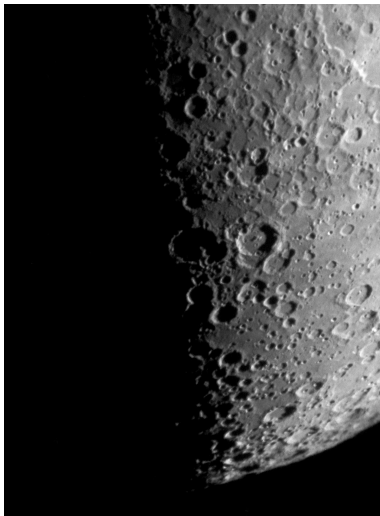
Wielkości gwiazdowe (2)

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10} \frac{L_1}{L_2}$$

- m_1, m_2 - wielkości gwiazdowe obiektów 1 i 2
- L_1, L_2 - strumień „energii” (mierzony np: w W/m^2) promieniowania obiektów, mierzony w identyczny sposób
- wielkości L_1, L_2 w praktyce oznaczają raczej nadwyżkę liczby elektronów wybitych przez fotony w detektorze np: CCD, przepuszczone przez jeden z filtrów UBVRJHKLMN
- $m = 0$ - tradycyjnie definiowane dla obiektu wzorcowego, np: gwiazdy Vega
- wielkość gwiazdowa może silnie zależeć od sposobu mierzenia, np: dla gwiazd świecących w podczerwieni lub ultrafiolecie
- bolometryczna wielkość gwiazdowa oznacza całkowity strumień energii, na wszystkich długościach fal
- **absolutna** wielkość gwiazdowa - z odległości 10 parseków (32.6 lat świetlnych)

Natychmiast rzucają się w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne



Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericetse.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne

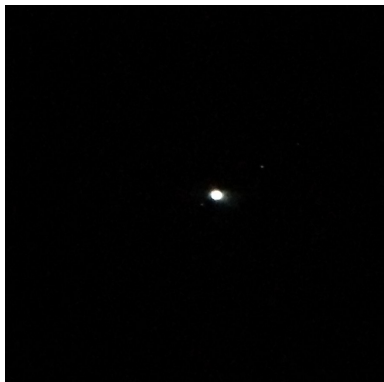


Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericetse.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza**
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne



Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericetse.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd**
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne



Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericsteske.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”**
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne

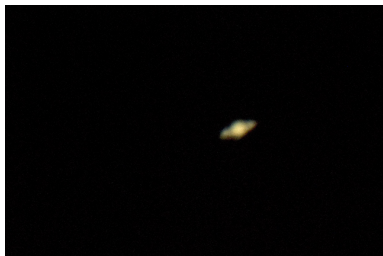


Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.erictheske.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna**
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne



Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericetse.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7** jeszcze więcej gwiazd
(nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne

Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.erictheske.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżyce Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu**
- 9 gwiazdy podwójne



Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericetse.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Natychmiast rzucają się
w oczy:

- 1 kratery na Księżycu
- 2 fazy Wenus i Merkurego
- 3 księżycy Jowisza
- 4 gromady kuliste i otwarte gwiazd
- 5 „mgławice”
- 6 pierścień Saturna
- 7 jeszcze więcej gwiazd (nadal punktowych)
- 8 plamy na Słońcu
- 9 gwiazdy podwójne

Fot. M13: Łukasz Tarkowski, M31: <http://scopeviews.co.uk/TakFS60C.htm>,

<http://www.ericsteske.com/2014/10/dslr-solar-observing-test-and-sunspots.html>

Chcesz wiedzieć więcej?



Seminarium Astrofizyczne, każda środa 12:30, A-1-08 +
streaming przez Microsoft Teams

