

# Слънчевата система

**Magda Stavinschi, Beatriz García, Andrea Sosa**

*International Astronomical Union*

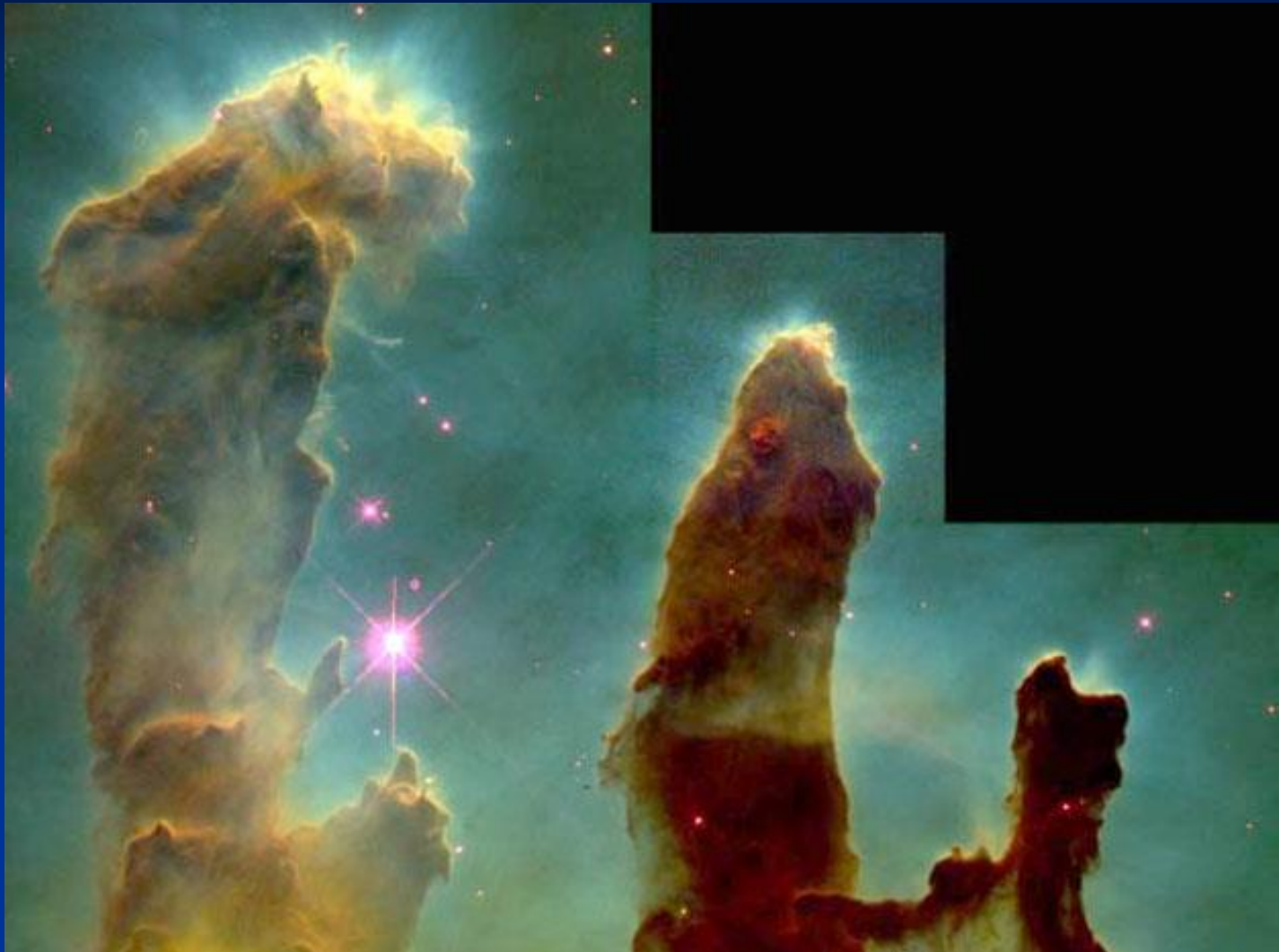
*Astronomical Institute of the Romanian Academy, Romania*

*ITeDA and National Technological University, Argentina*

*University of the Republic, Uruguay*



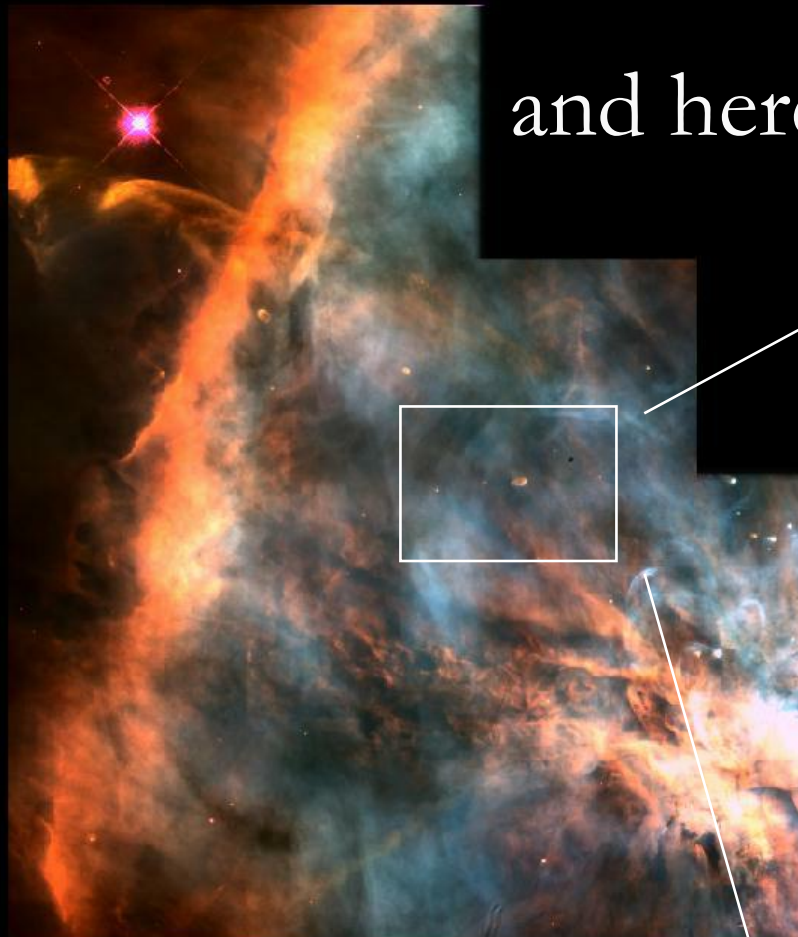
# Тук се раждат звездите



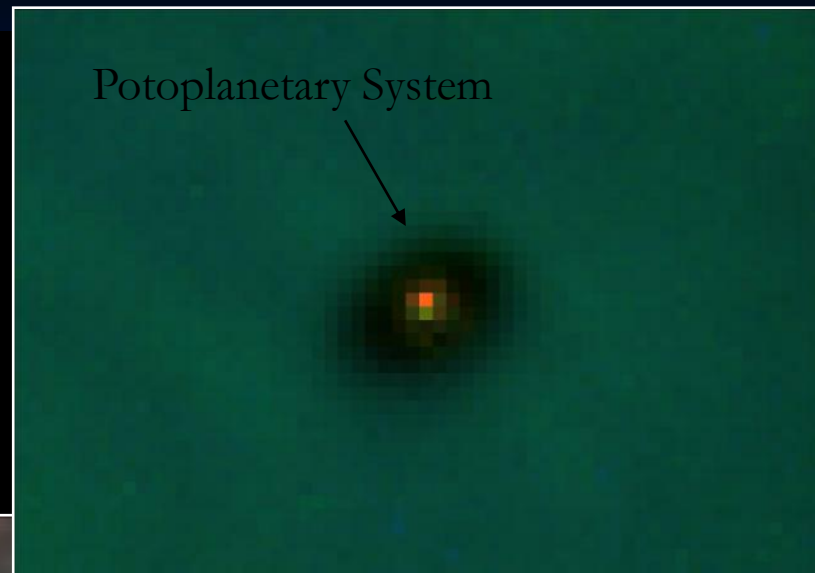
Messier 16, Pillars of creation.  
Credit: Hubble Space Telescope

# The Orion Nebula

and here



Hubble Space Telescope  
Wide Field Planetary Camera 2



# Планетите в миналото: видими с просто око

Меркурий  
Венера



Виждат се при залез или изгрев

Марс  
Юпитер  
Сатурн

Планетарно подравняване, май 2002 г



# Слънчевата система днес

Състои се от Слънцето и всички тела, които се въртят около него под действието на гравитацията:

- 8 планети
- Стотици естествени спътници на планети
- Десетки от планетите джуджета (между тях Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке и Ерида)
- Неизвестен брой малки тела: астероиди, комети и транснептунови обекти (отломки от процесите на формиране на планетата).



# Къде се намира Слънчевата система?

Намира се в **ръкава на Орион**, един от **ръкавите на Млечният път**.

“Спирална галактика, подобна на Млечният път”



Млечният път има около 200  
милиарда звезди и  
диаметърът му е около 100 000  
св.г.

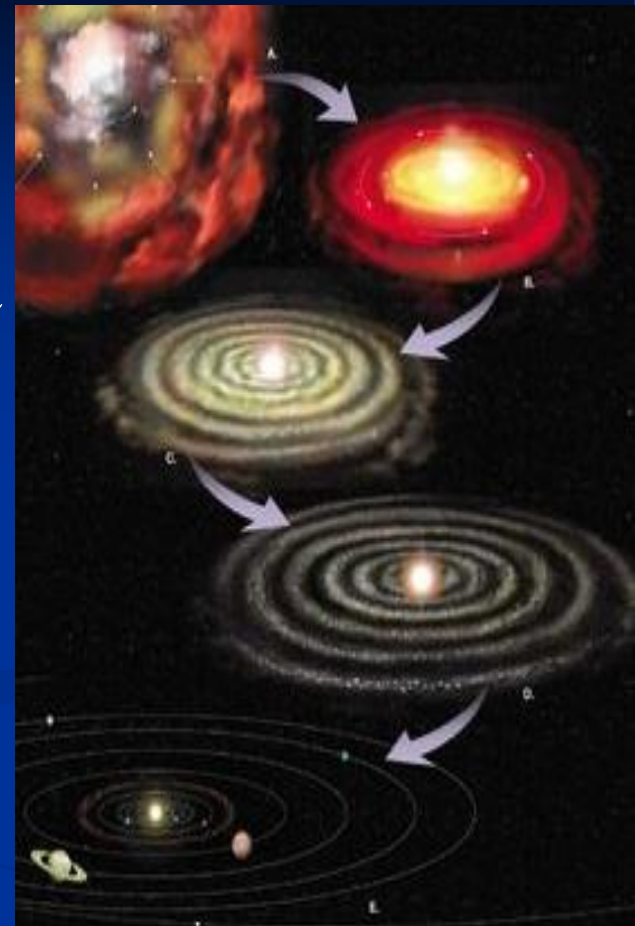
Слънчевата система се намира на разстояние  $\sim 25\,000$  светлинни години от центъра на Галактиката ( $\sim$  половината от радиуса) и отнема 250 милиона години, за да завърши едно завъртане около центъра. Скоростта е  $220\text{ km/s}$  ( $800\,000\text{ km/h}$ )



Модел на Млечният път,  
от инфрачервените  
наблюдения на Spitzer  
(2005); нашата Галактика  
е спирала с ръкави.

## Образуване на Слънчевата система

- Според стандартната теория преди около 4,6 милиарда години Слънчевата система се е образувала от гравитационното свиване на междузвезден облак газ и прах. Колапсът на облака започнал от силно смущение (вероятно избухване на свръхнова), което е накарало гравитационната сила да преодолее налягането на газовете.

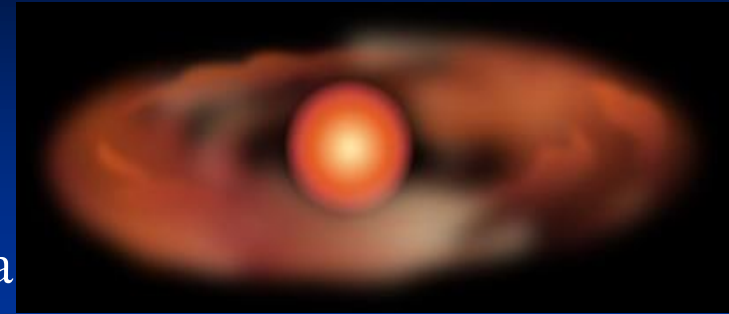


- Запазването на ъгловия импулс е накарало мъглявината да се върти все по-бързо и по-бързо, да се сплеска и да създаде протозол в центъра си и протопланетарен диск от газ и прах около него.



# Образуване на Слънчевата система

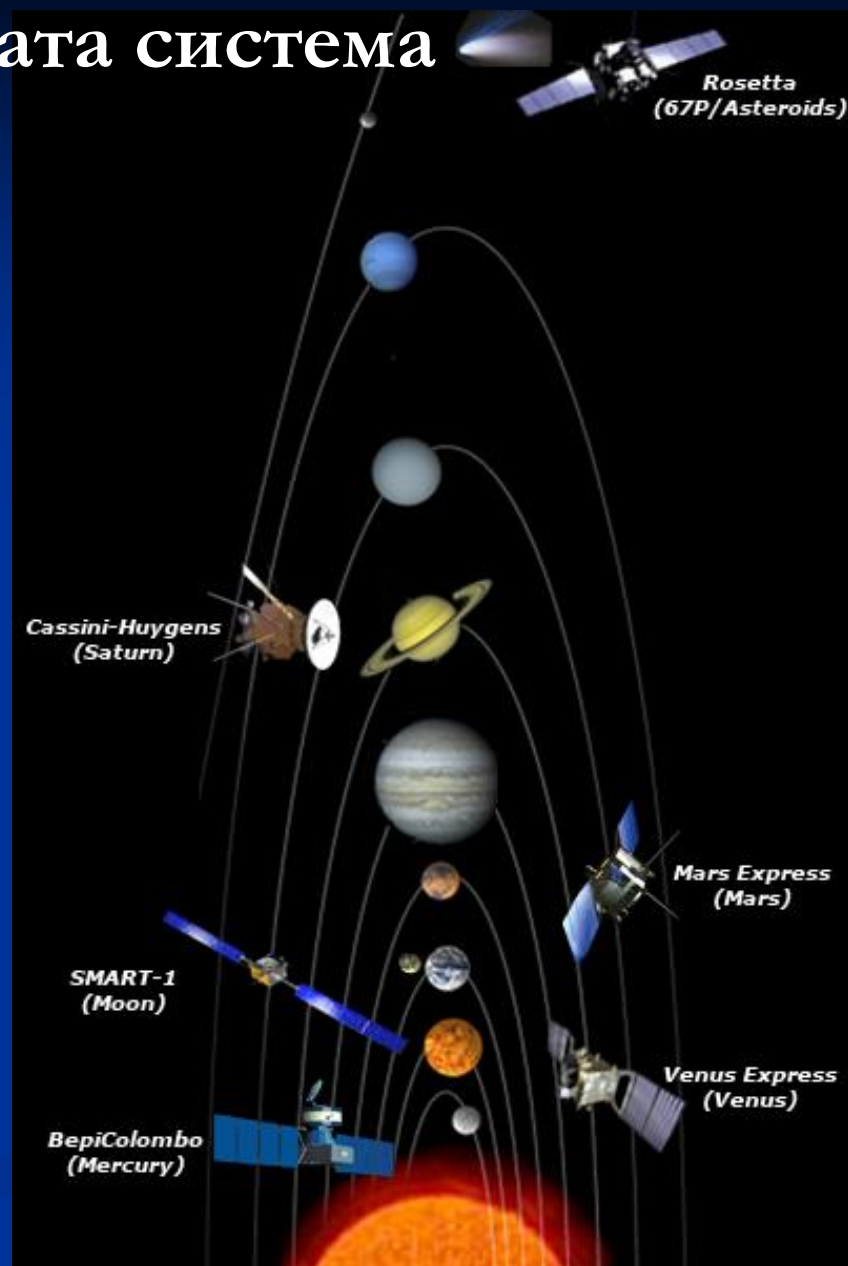
- В протопланетарния диск се кондензират малки твърди ядра (планетезимали), които след това се натрупват чрез процес на акреция, за да образуват планетите.
- Стандартната теория, описана по-горе, се приема, че е откривана, чрез радиоизображения с висока разделителна способност, протопланетни системи около много млади звезди и поради възможността да се обясни образуването на планети в тези системи.



# Изследвания на Слънчевата система

Слънцето концентрира повече от 99,8% от масата на Слънчевата система, докато 98% от ъгловият момент се намира в орбиталните движения на планетите.

Понастоящем изследването на телата от Слънчевата система се извършва от Земята, но също и чрез космически телескопи, изпращащи мисии до Космоса и дори спускане на повърхността на някои от телата.



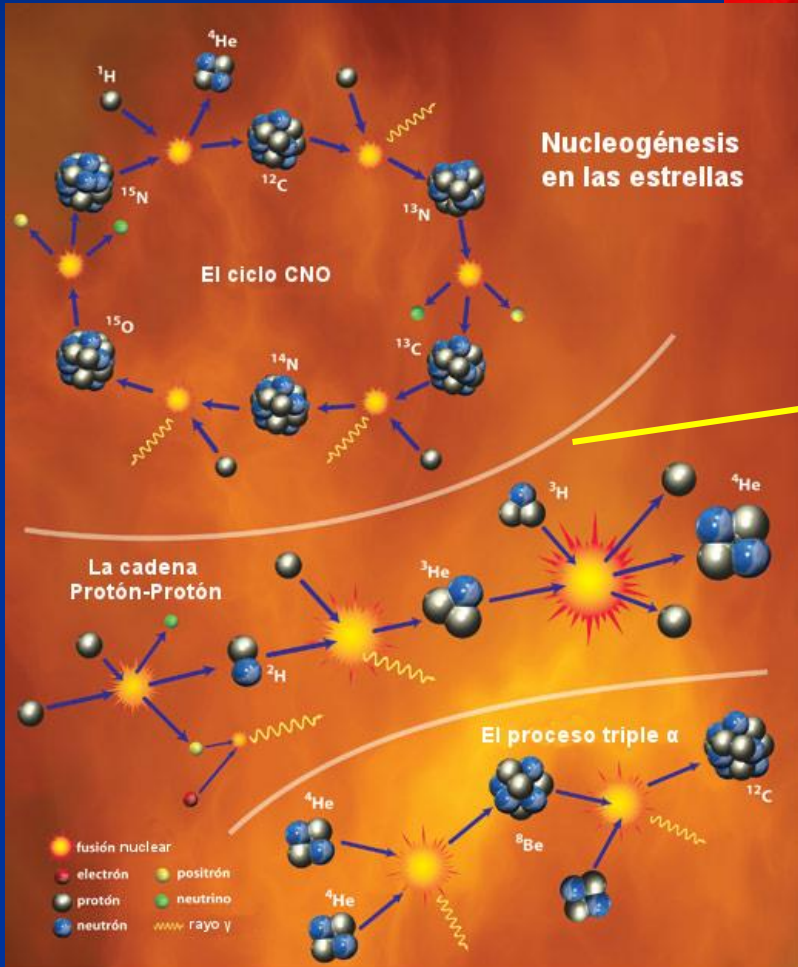
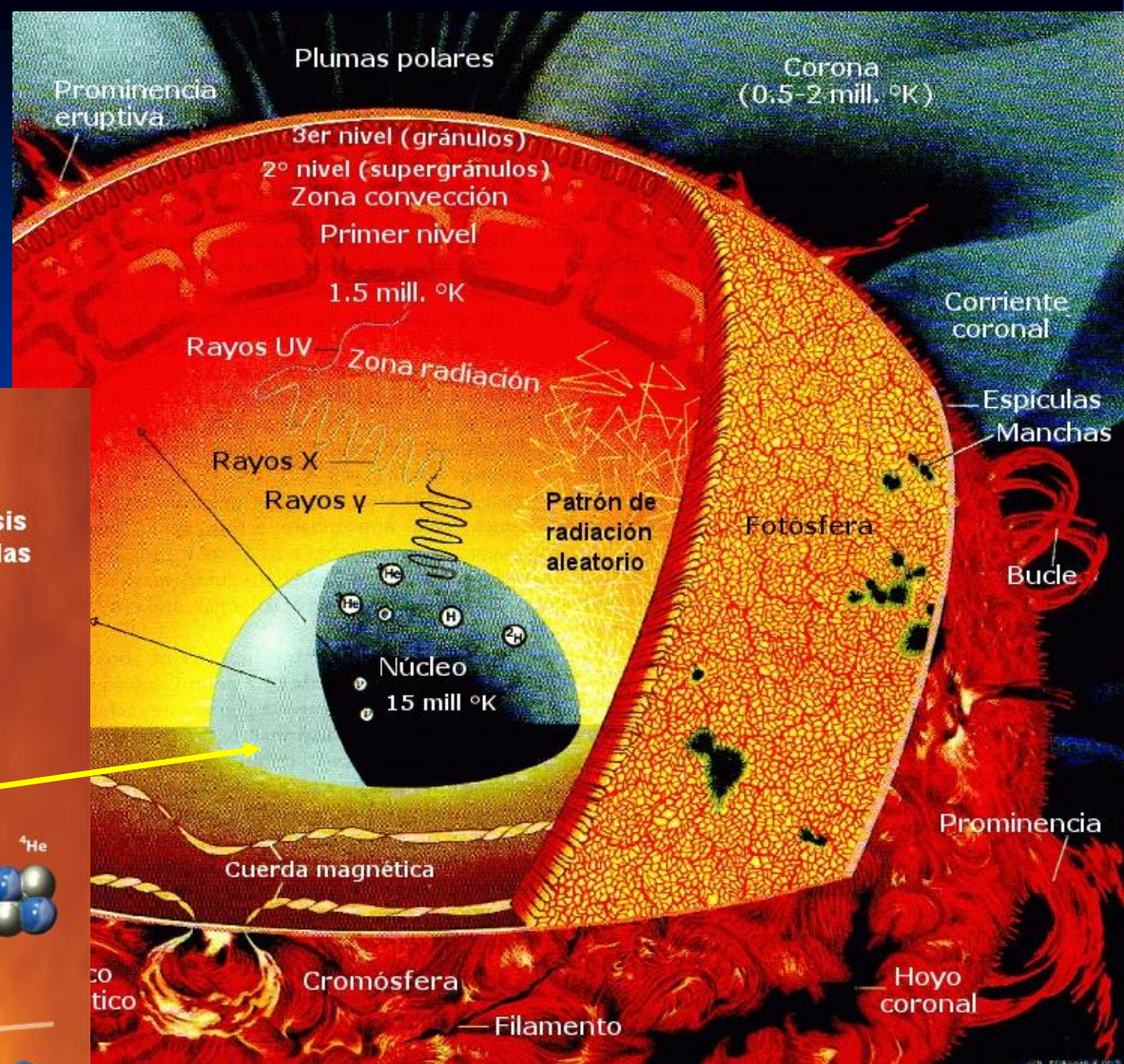
# Нашата звезда: Слънцето

- С възраст от 4600 милиарда години, Слънцето е приблизително в средата на жизнения си цикъл.
- Всяка секунда в ядрото на Слънцето 4 милиона тона материя се превръщат в енергия, генерирайки голям брой неутрино, позитрони и радиация.



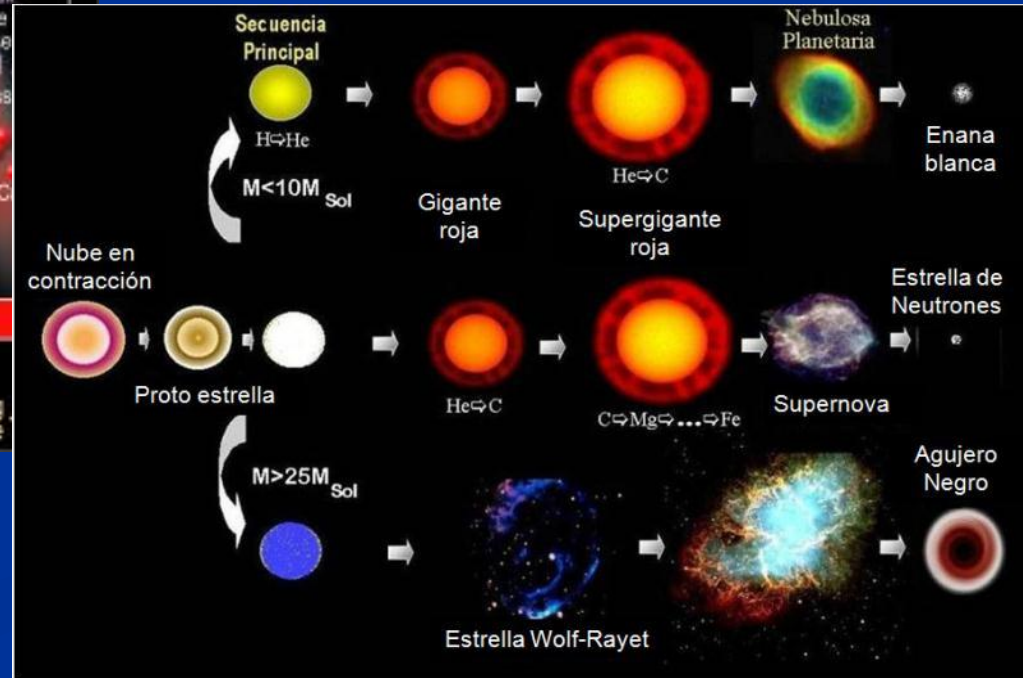
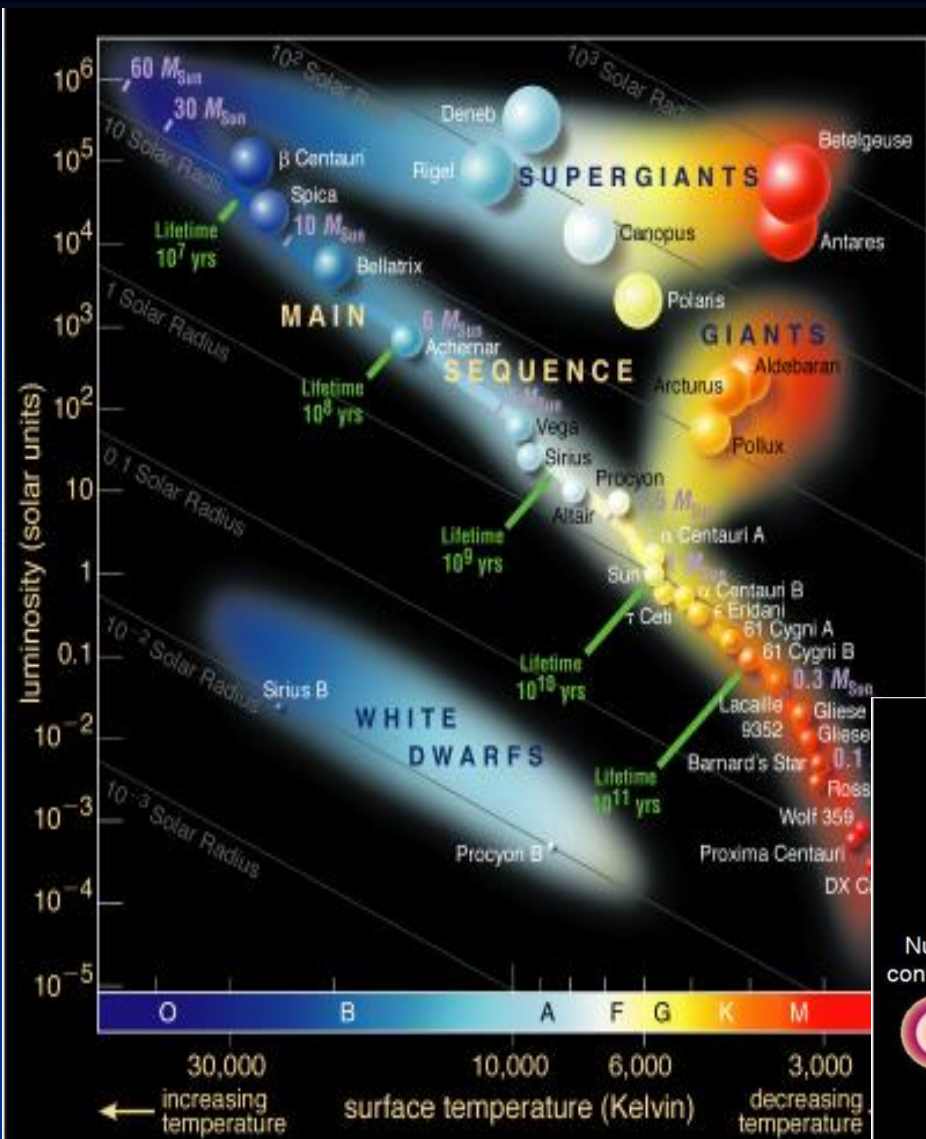
74% от Слънцето е H, 25% е He, останалите са най-тежките елементи.

# Структура на Слънцето



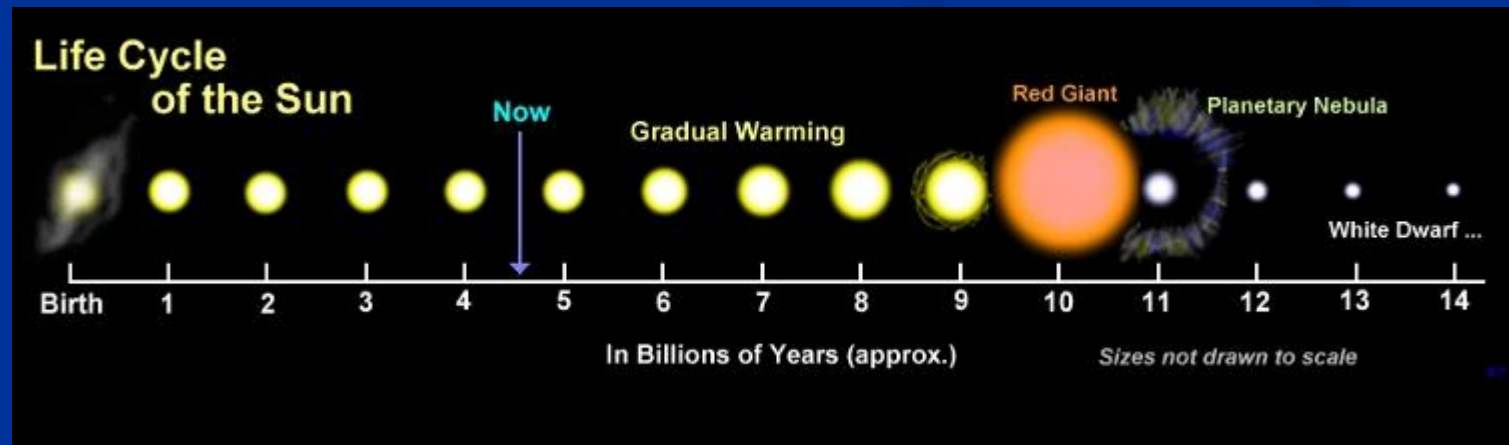
Производство на енергия: синтез в ядрото.

Животът на звездите зависи от техните маси

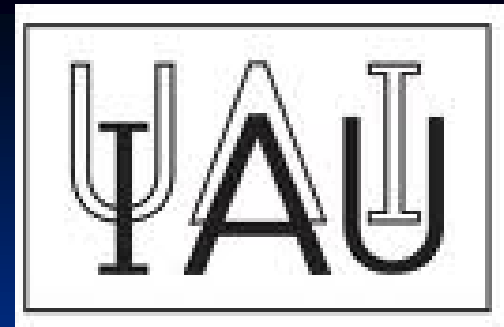


# Жизнен цикъл на Слънцето

В рамките на 5 милиарда години, Слънцето ще се раздуе и ще се превърне в червен гигант. След това ще изхвърли външните слоеве, създавайки планетарна мъглявина, а в центъра ще има малка звезда, наречена бяло джудже, която бавно ще се охлажда.



# Планетите



**XXVI IAU-AG Resolution, Praha, 2006:**

В Слънчевата система, „**планета**“ - това е небесно тяло, което:

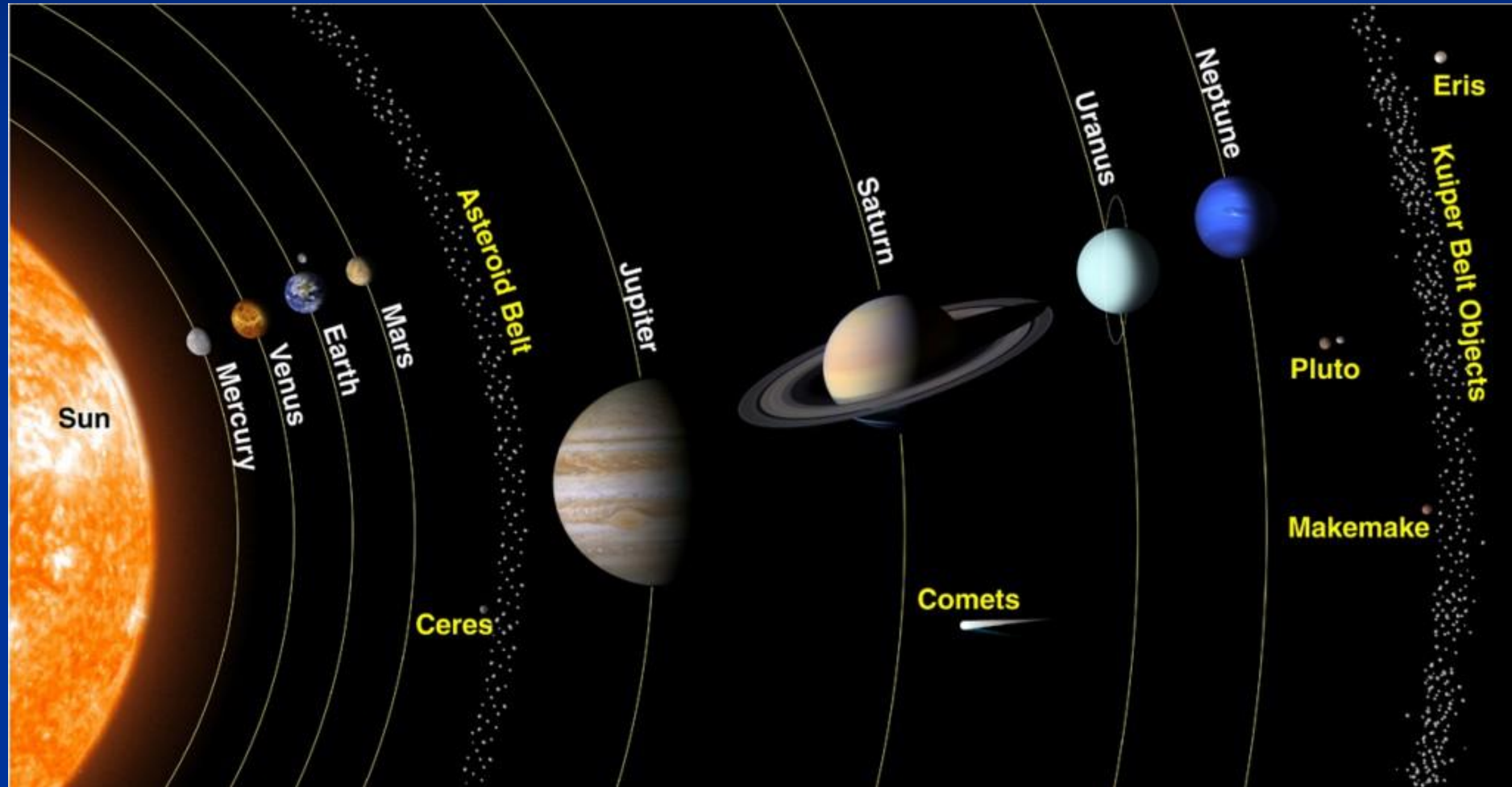
- Е в орбита около Слънцето.
- Има достатъчно маса за своята собствена гравитация (която е централна сила), за да се наложи върху кохезионните сили на твърд тяло, така че да приеме форма в хидростатичен режим (квазисферично) равновесие.
- Е изчистил другите обекти в съседство по орбитата си.

Тяло, което отговаря само на първите два критерия и то е спътник, е класифициран като "**планета джудже**".

Тяло, което отговаря само на първият критерий и не е сателит, се нарича "**малко тяло**» (или второстепенно тяло) на Слънчевата система.

# Слънчевата система днес

(тела в мащаб)

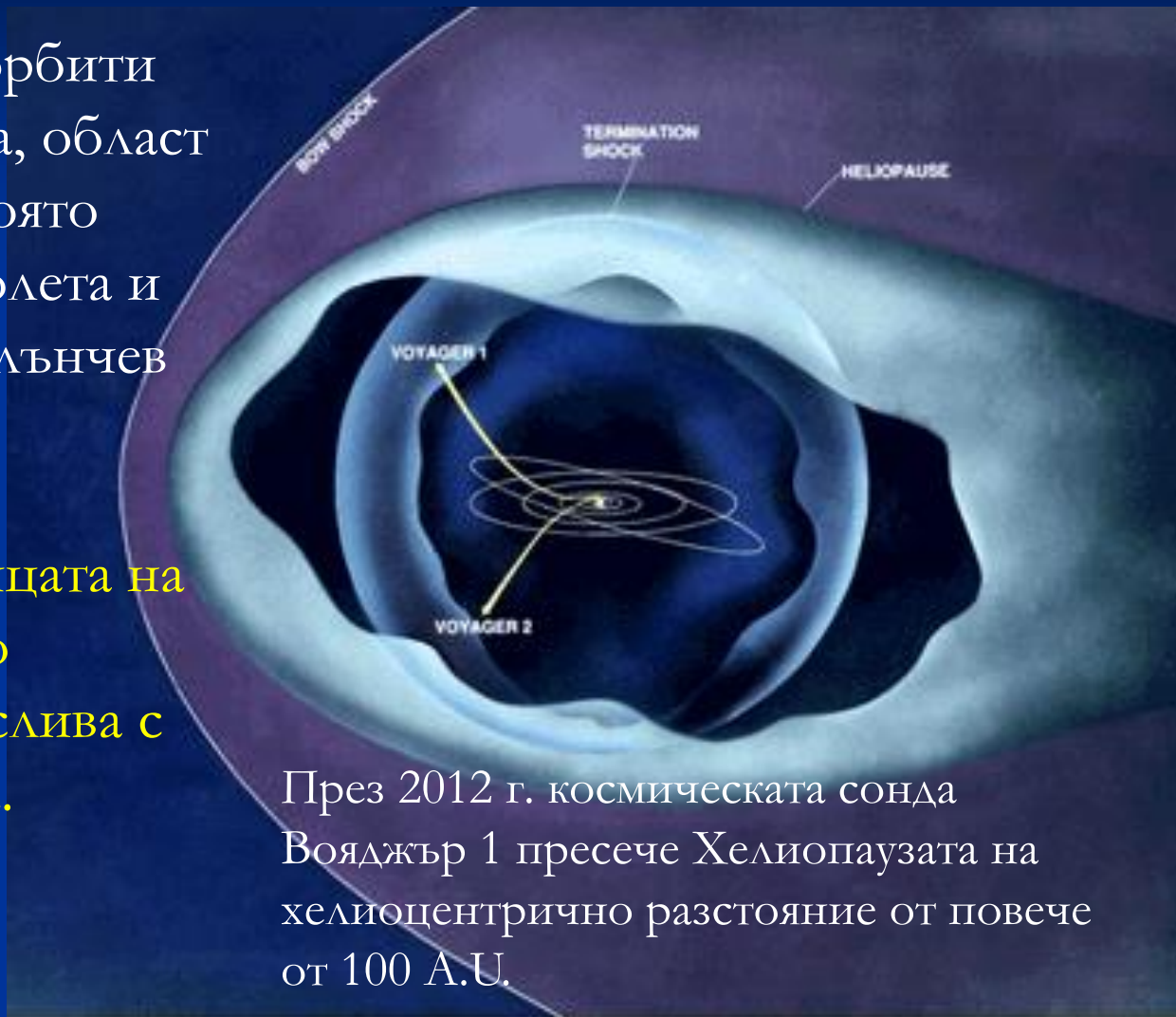




# Границата на Слънчевата система

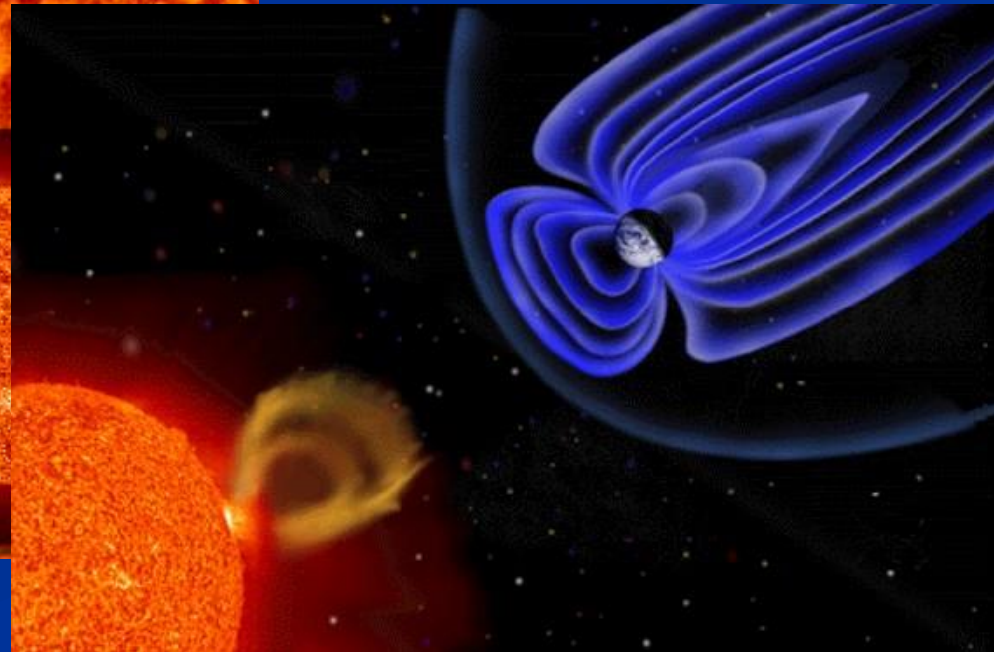
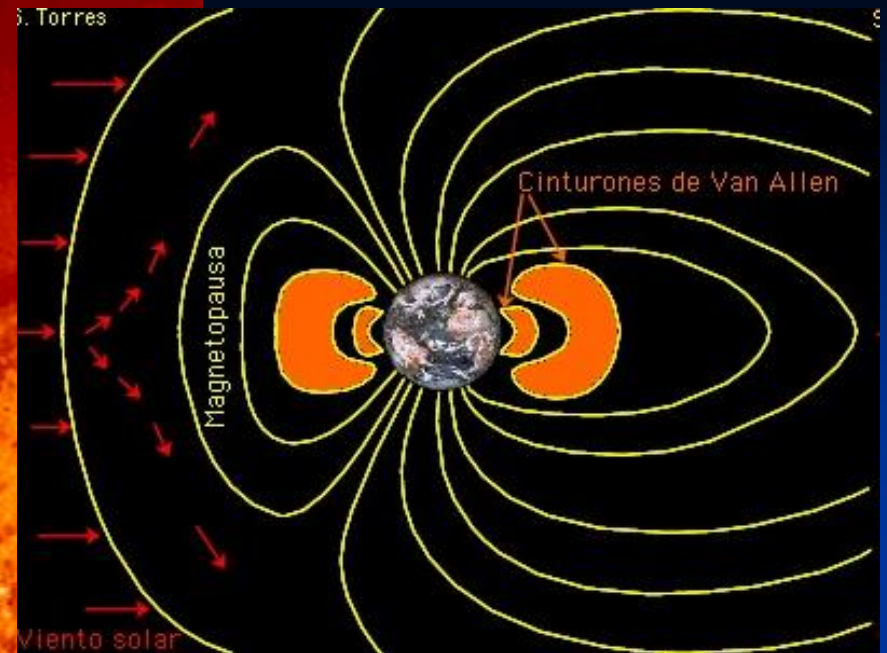
Всички планетарни орбити лежат в хелиосферата, област от пространството, която съдържа магнитни полета и плазма („вятър“) от слънчев произход.

Хелиопаузата е границата на хелиосферата, където слънчевият вятър се слива с междузвездната среда.



През 2012 г. космическата сонда Вояджър 1 пресече Хелиопаузата на хелиоцентрично разстояние от повече от 100 А.У.

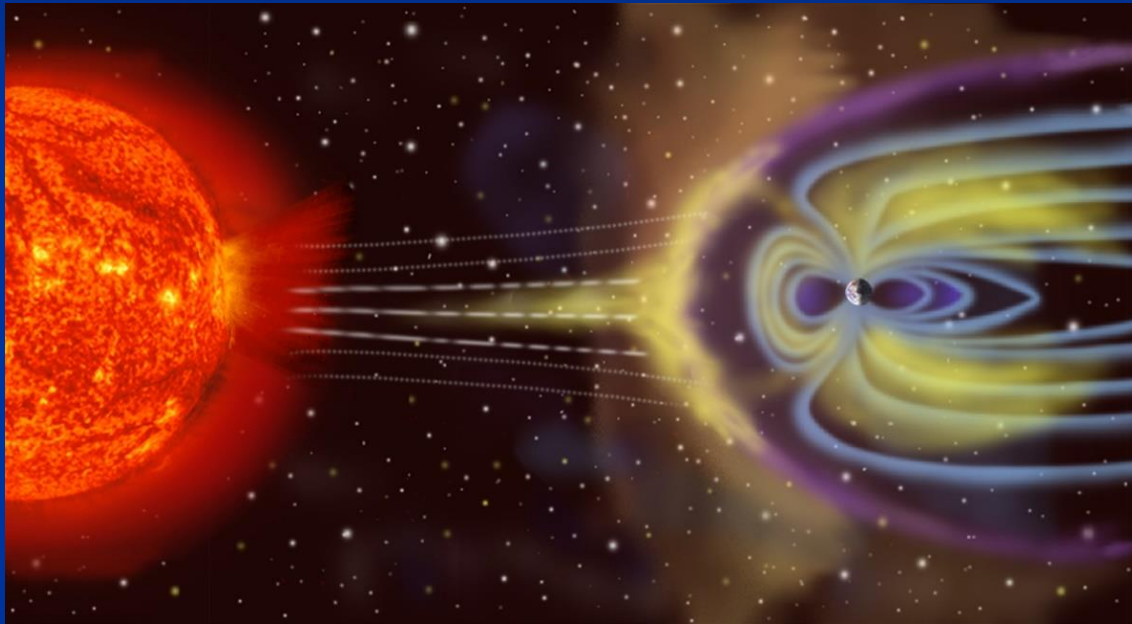
Earth shown  
for size comparison



Sun-Earth environment

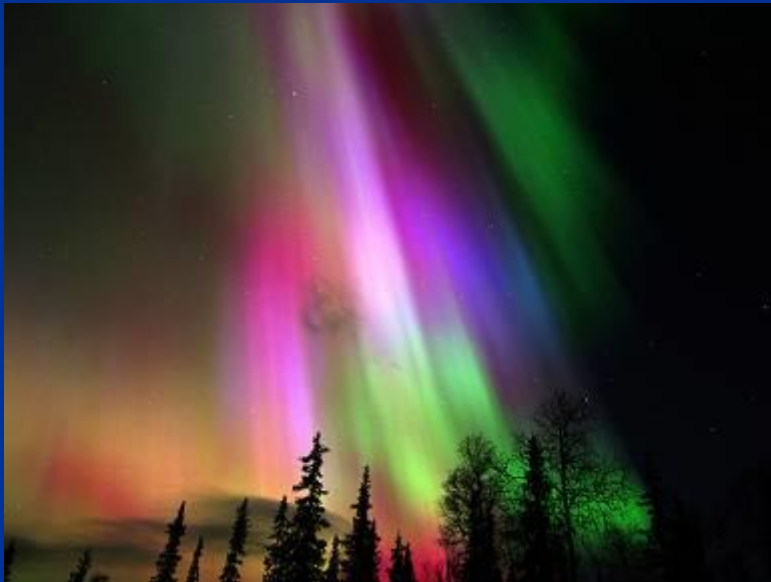
# Междупланетната среда

Слънцето излъчва електромагнитно лъчение и слънчев вятър (непрекъснат поток от заредени частици, плазма).



То се разсейва със скорост от 1,5 милиона km / h, създавайки хелиосферата, фина атмосфера, която «облива» цялата Слънчева система до прибл. 100 A.U., маркирайки хелиопаузата.

Магнитното поле на Земята предпазва атмосферата от слънчевият вятър и поражда полярните сияния (северно и южно)



Хелиосферата осигурява частична защита на Слънчевата система от космическите лъчи, защита, която е по-силна при планетите с магнитно поле.

# „Космическото време“ се следи 24 часа

SpaceWeather.com -- News and information about meteor showers, solar flares, auroras, and near-Earth asteroids - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://www.spaceweather.com/

Google cinturones de van allen Search Share Bookmarks Check Translate AutoFill cinturones

SpaceWeather.com -- News and info...

Subscribe to SpaceweatherNews  go!

 **spaceweather.com**  
News and information about the Sun-Earth environment

**AURORA ALERTS** | **SUBMIT YOUR PHOTOS!** | **3D SUN** | **CONTACT US** | **SUBSCRIBE** | **FLYBYS** | **SCIENCE@NASA**

## Current Conditions

**Solar wind**  
speed: **347.4** km/sec  
density: **1.1** protons/cm<sup>3</sup>  
[explanation](#) | [more data](#)  
Updated: Today at 0546 UT

**X-ray Solar Flares**  
6-hr max: **B8** 0032 UT Mar29  
24-hr: **B8** 0032 UT Mar29  
[explanation](#) | [more data](#)  
Updated: Today at: 0500 UT

**Daily Sun: 28 Mar 11**



## What's up in space

Tuesday, Mar. 29, 2011

Metallic photos of the sun by renowned photographer Greg Piepol bring together the best of art and science. Buy one or a whole set. They make a stellar gift.



**SOLAR RADIO STORM:** Did you know sunspots can make noise? Consider the following: "Over the past few days, I have been recording a sustained solar radio storm at 180 MHz," reports amateur radio astronomer [Thomas Ashcraft](#) of New Mexico. "It consists of Type I radio bursts and sounds like ocean surf. [Here is an audio sample](#) from March 27th at 1930 UT. The sun seems to be entering a new phase of dynamism."

Radio emissions like these are caused by plasma instabilities in the sun's atmosphere above sunspots. With the sun becoming 'radio-active,' it's no coincidence that sunspots are emerging in abundance. Leading the way is behemoth active region AR1176, shown here in a photo taken yesterday by Larry Alvarez of Flower Mound, Texas:



archives

March

29

2011

space toys.com

  
**Averted Imagination**  
ASTROPHOTOGRAPHY

# Планетите

8-те планети на нашата Слънчева система могат да бъдат разделени на:

**4 земни планети**, в най-вътрешния регион (Меркурий, Венера, Земя и Марс). Скалист, с приблизителна плътност между 4 и 5 g/cm<sup>3</sup>.

**4 гигантски планети**, в най-външния регион, които от своя страна са разделени на:

- **Газови гиганти**: Юпитер и Сатурн. По-богат на H и He, с химичен състав, подобен на слънчевия.
- **Ледени гиганти**: Уран и Нептун. Ледът преобладава по отношение на газовете. Техният химичен състав се различава много от слънчевия.

Планетите гиганти са по-леки от земните, с плътност между 0,7 g/cm<sup>3</sup> (Сатурн) и 2 g/cm<sup>3</sup>.

Гигантските планети са се образували във времеви мащаби от порядъка на 10 милиона години (планетите от земен тип са се образували за около 100 милиона години).

Те не са били формирани “на място”, имало е миграция, причинена от обмяна на ъглов импулс между гигантските планети в процес на формиране и планетезималите, които са били пометени в други региони на Слънчевата система или изхвърлени от нея.

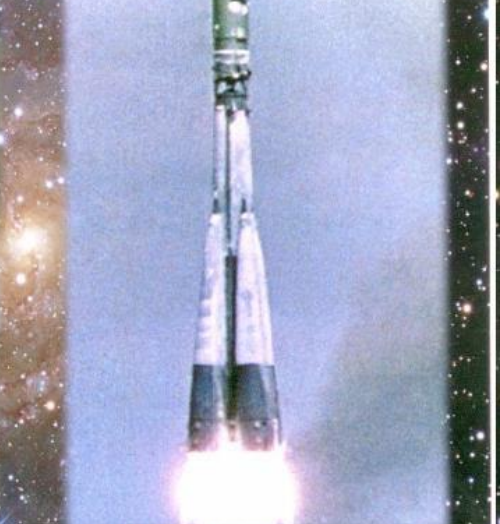
# Земята

Системата Земя-Луна,  
заснета от космическия  
кораб "Галилео", на път  
към Юпитер (1998 г.)



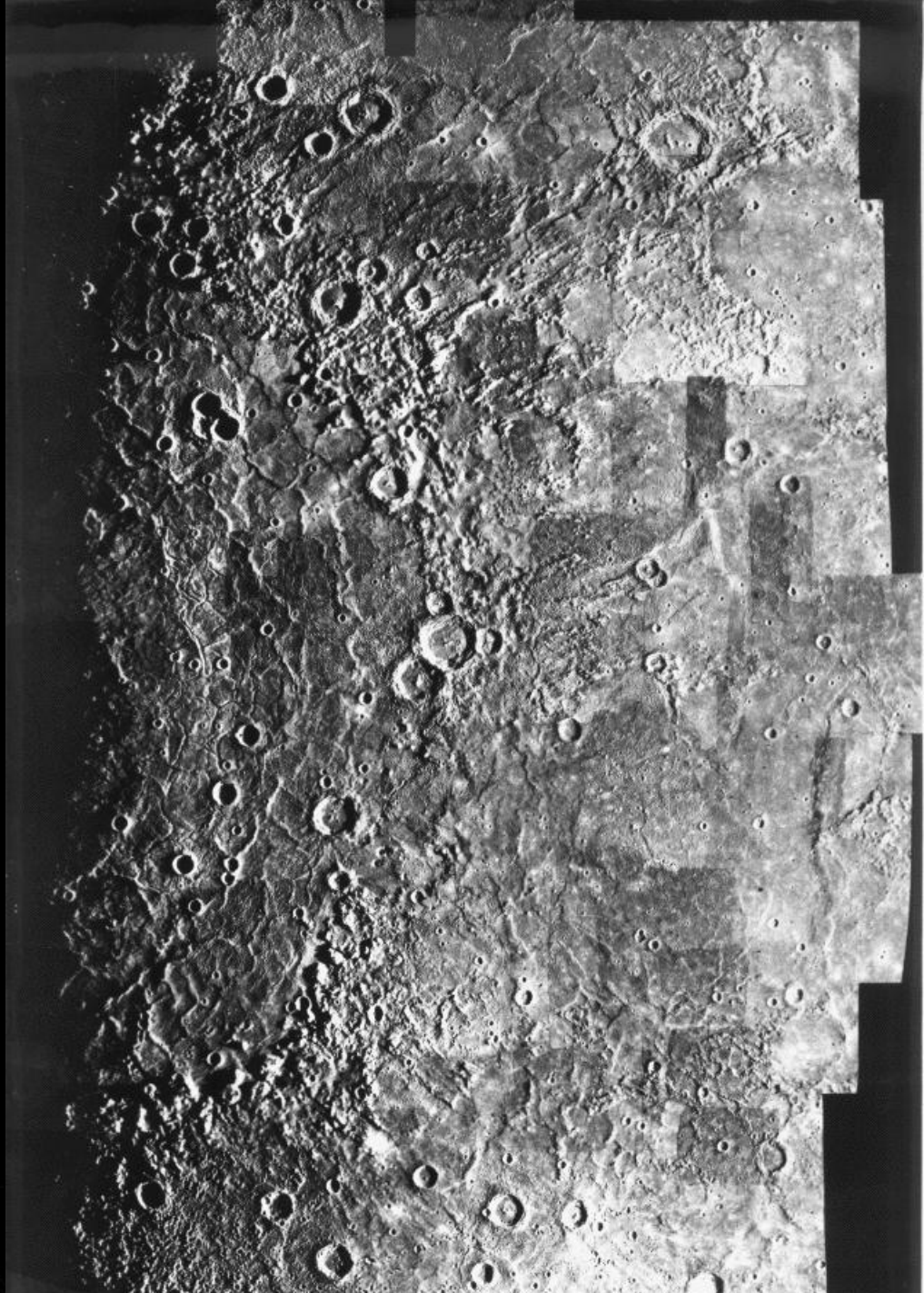


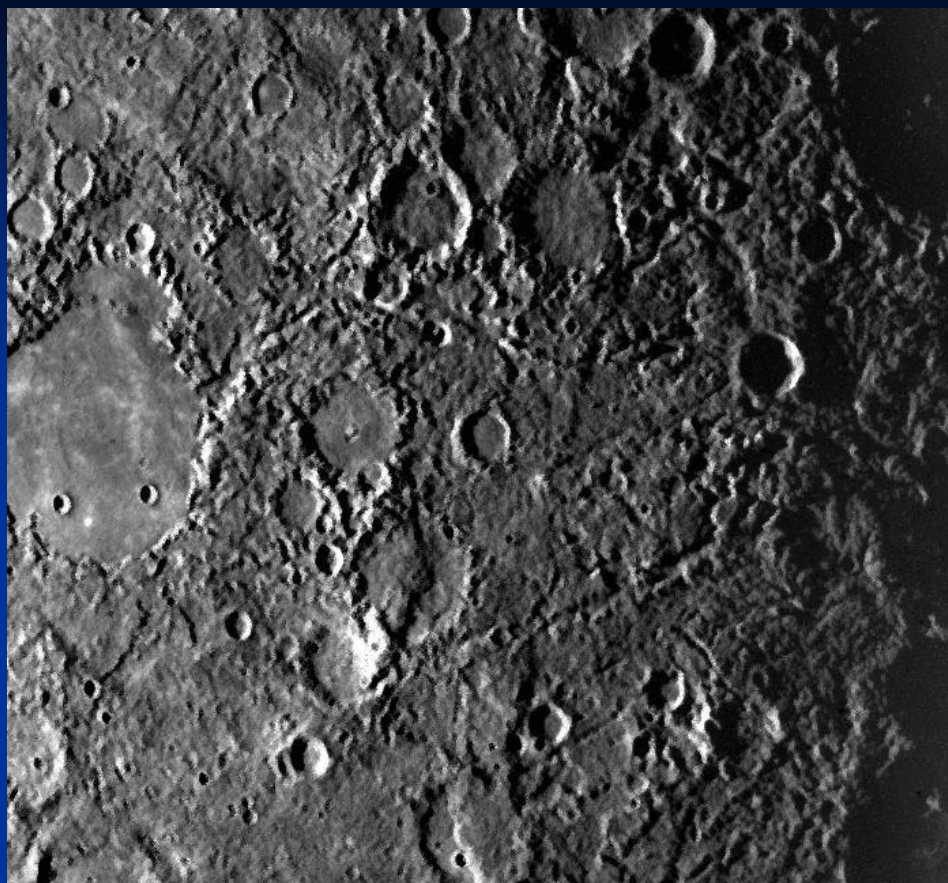
12 април 1961 г.  
Първият околоземен полет на  
Юрий Гагарин



# Меркурий

Най-близо до  
Слънцето,  
представлява ударна  
повърхност

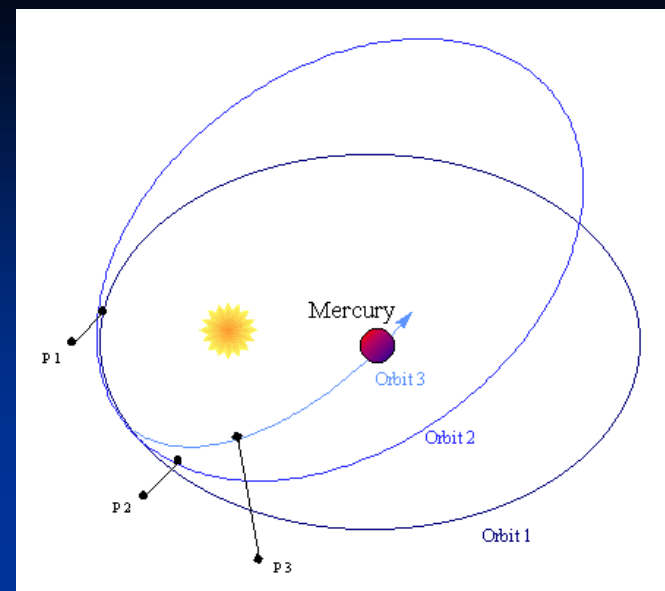




Най-важния кратер е "Caloris Basin" (диаметър 1500 км): ударът, който го е породил, е довел до вълни, които са пробили повърхността на антиподите (снимка).

# Прецесията на перихелия на Меркурий

Прецесията на перихелия на Меркурий е по-бърза от прогнозите на класическата небесна механика на Нютон.



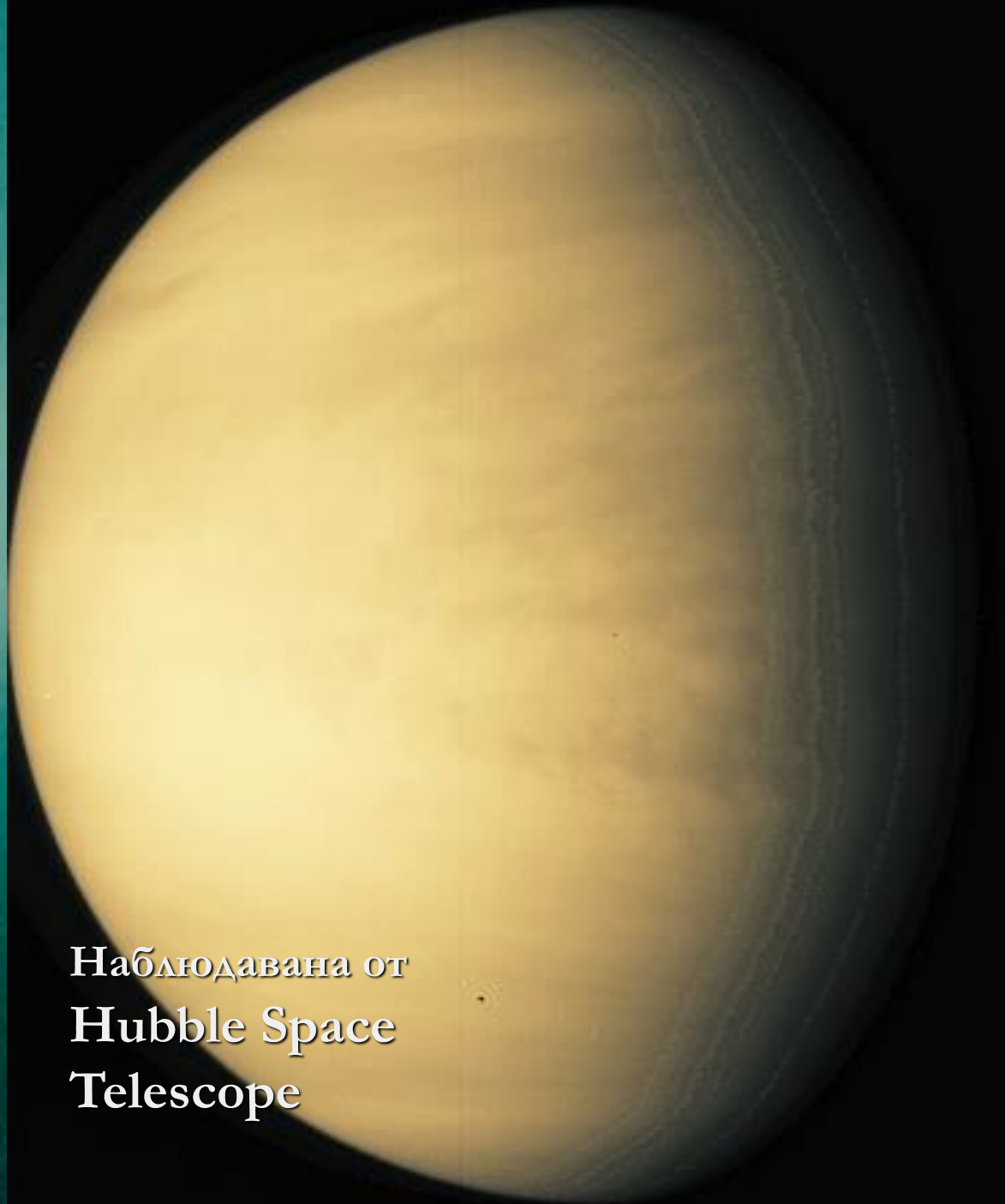
Това напредване на перихелия е предсказано от Общата теория на относителността на Айнщайн. Дължи се на кривината на пространството, причинена от Слънцето.

Това беше окончателно доказателство за тази теория.

# Венера



Наблюдавана от  
Земята с малък  
телескоп



Наблюдавана от  
Hubble Space  
Telescope



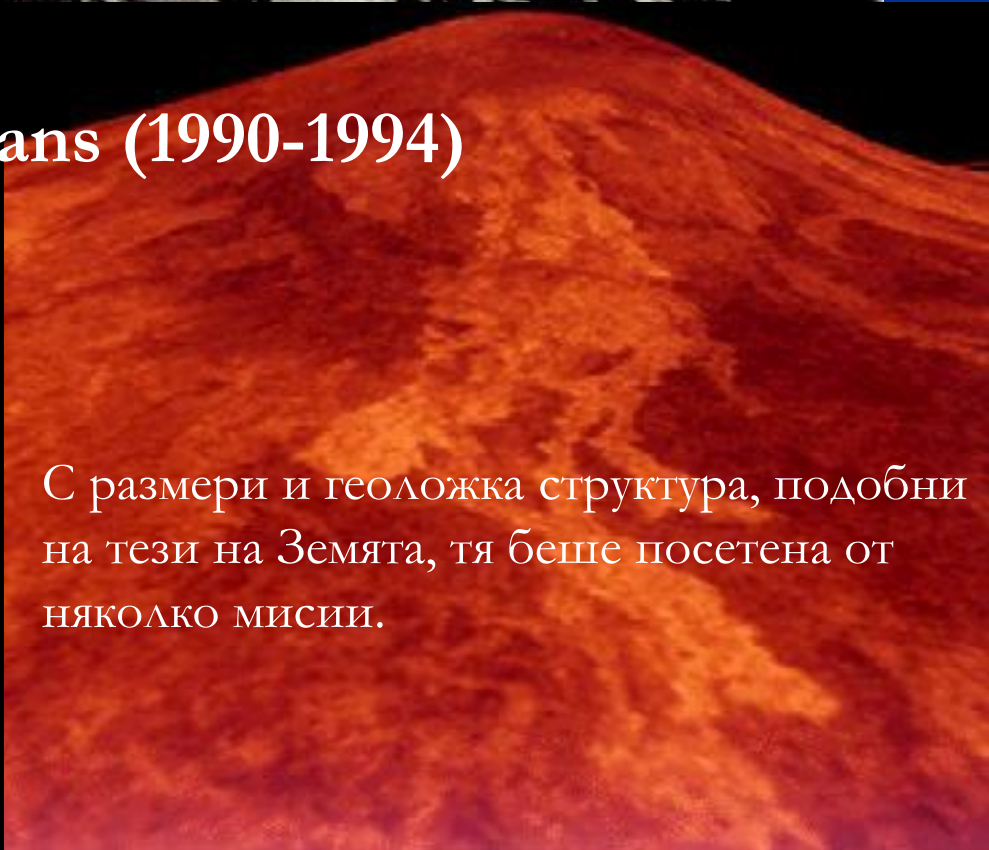
VENERA (1976)

ВЕНЕРА-9 22.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976

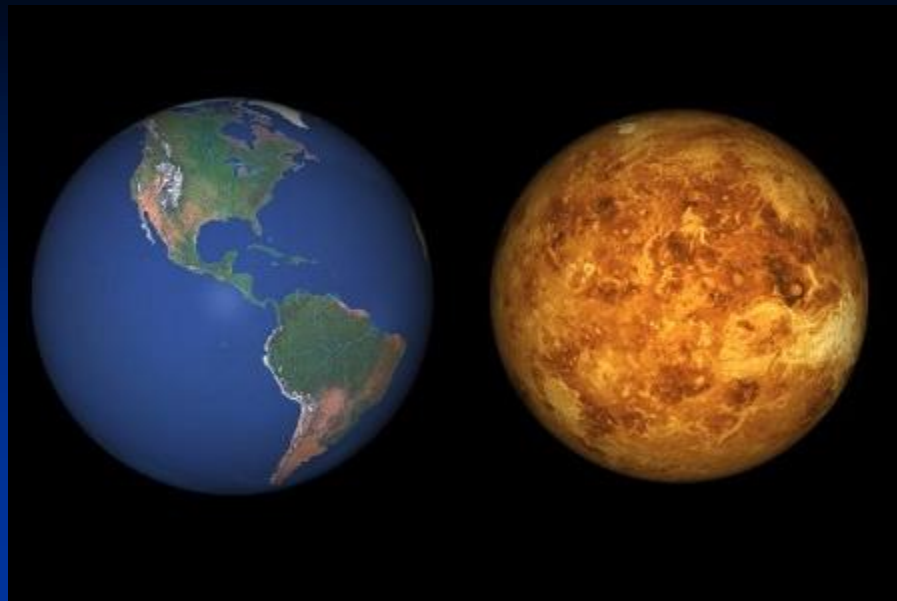


Magellans (1990-1994)



С размери и геоложка структура, подобни на тези на Земята, тя беше посетена от няколко мисии.

Венера и Уран са единствените планети с ретроградно движение (те се въртят в посока, обратна на въртенето около Слънцето).



- **Венерианска година = 224 земни дни**
- **Венериански ден = 243 земни дни.**

Сместа от CO<sub>2</sub> и плътни облаци от серен диоксид създават най-големия парников ефект от цялата Слънчева система с температури, достигащи 460° C, по-високи от тези на Меркурий.

Атмосферното налягане е 100 пъти земното налягане, има облаци и може би дъжд от сярна киселина.

# Транзит на Венера

Когато Венера преминава между Земята и Слънцето, нейната сянка пресича слънчевия диск.

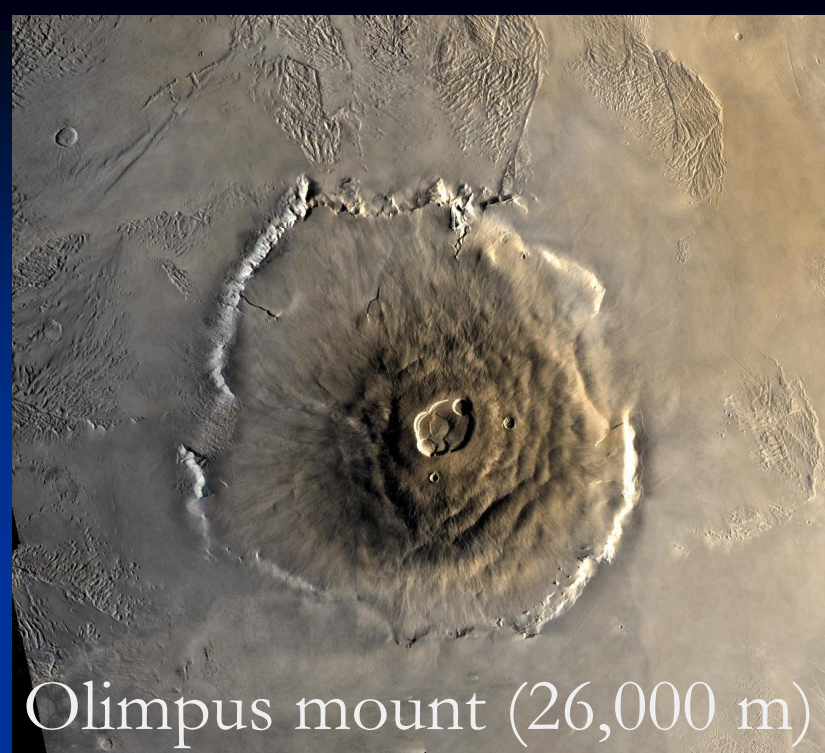
Защото наклонът на орбитата на Венера се случва два пъти за 8 години, а следващият отнема повече от век (105,5 или 121,5 години).

През юни 2004 г. и юни 2012 г. се проведеха последните. Няма да има друг до 11 декември 2117 г.



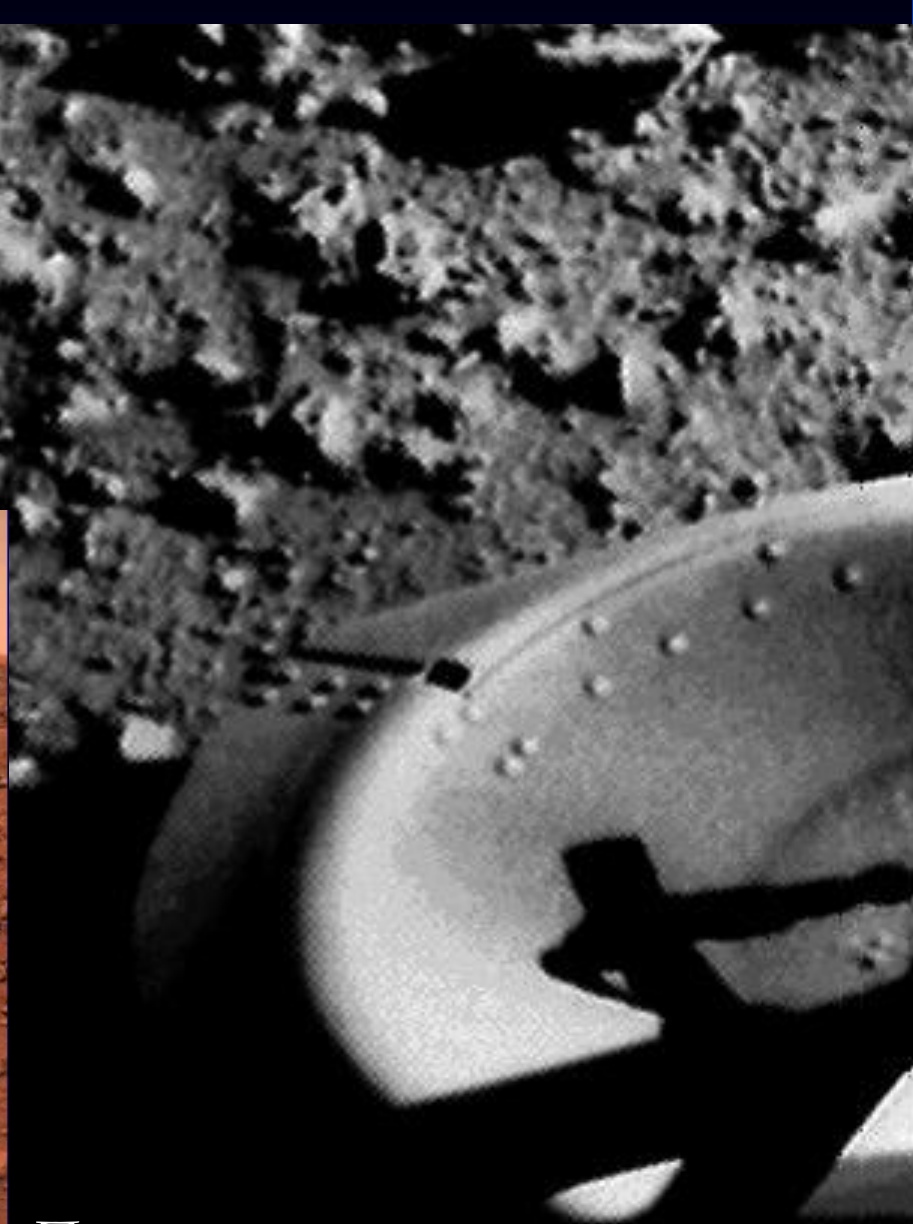


# Марс



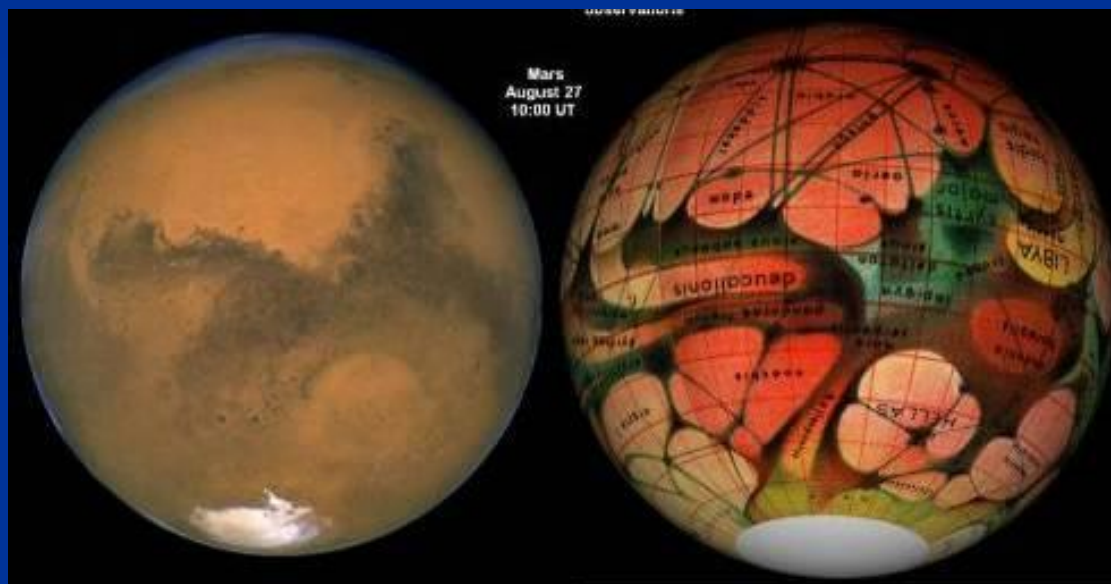
Има фина атмосфера, съставена главно от  $\text{CO}_2$ . Атмосферното налягане е една стотна от земното.





Първа снимка на  
повърхността на Марс  
Viking I, 1976 г

Източник на вдъхновение за много автори на научна фантастика („извънземен“ = „марсианец“), поради известните „канални“, наблюдавани от Джовани Скиапарели в края на 19 век: терминът е преведен на английски като „канални“, сякаш те са били човешки конструкции.



Червеният му цвят се дължи на оксида на Fe (хематит), който се намира в повърхностните минерали

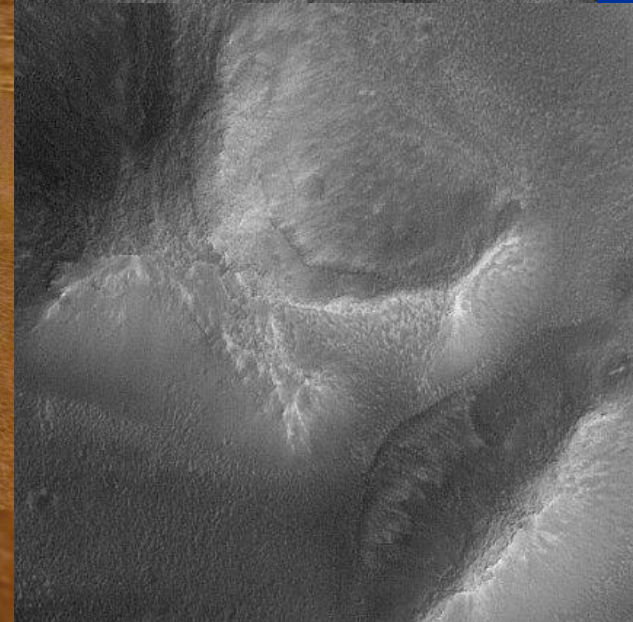
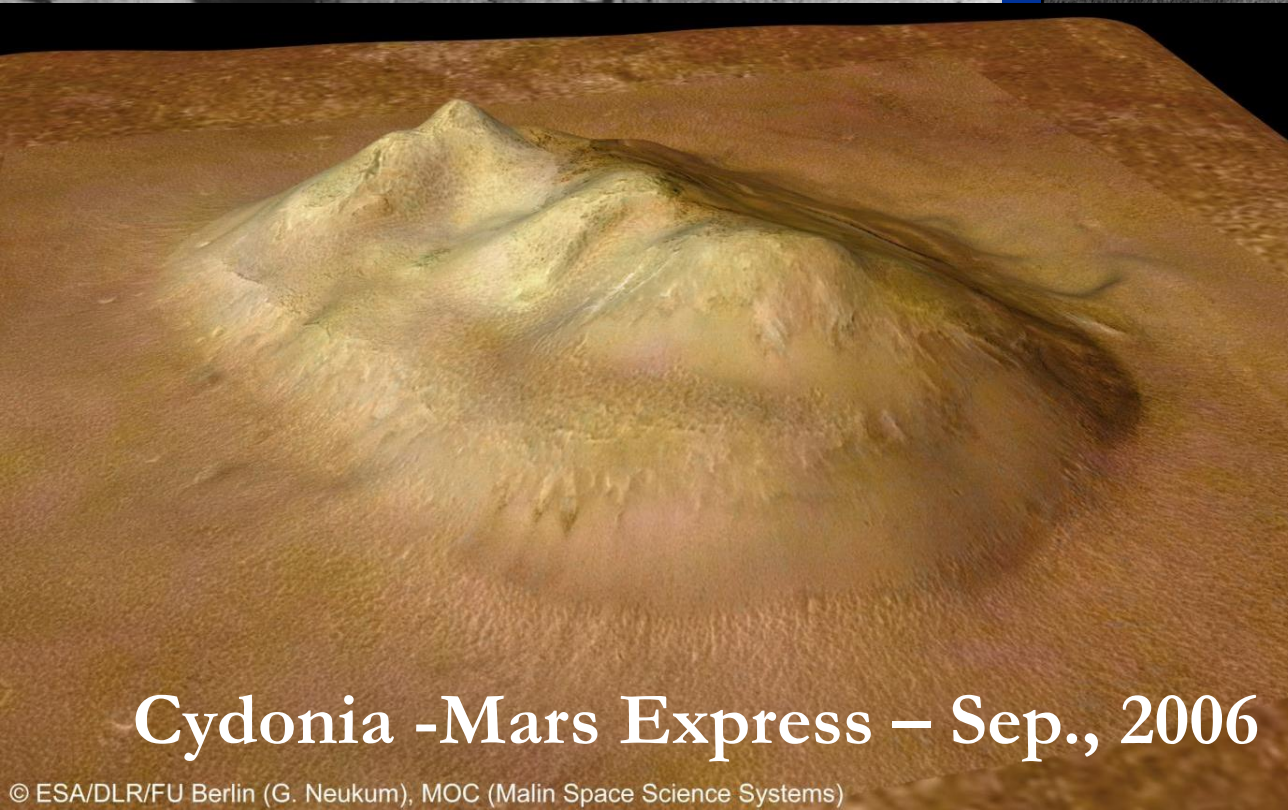


Cydonia – Viking I, 1976



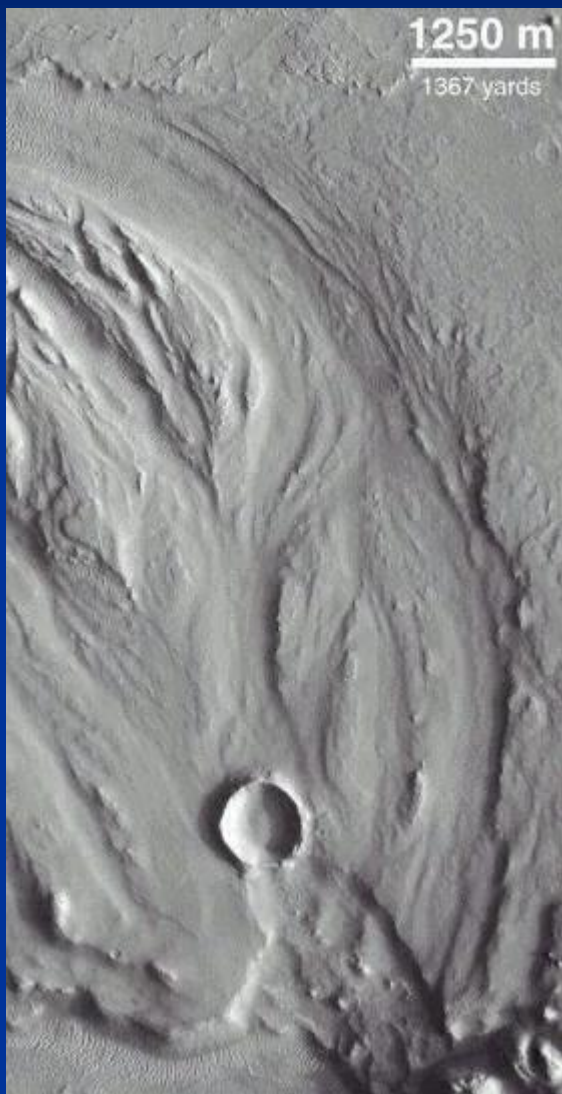
Cydonia

Mars Global Surveyor 1998



Cydonia -Mars Express – Sep., 2006

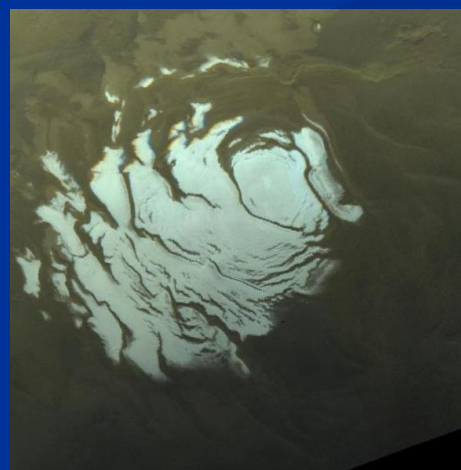
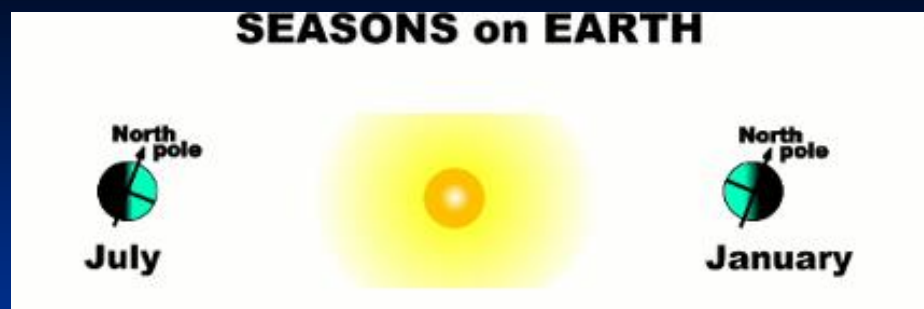
Има следи, които показват, че на Марс е имало вода.



Сега водата може да е замръзнала в  
подпочвата.



Както и на Земята, на Марс има сезони, защото оста на въртене е наклонена спрямо орбиталната равнина и тъй като планетите се движат около Слънцето, наклона на оста остава постоянна.

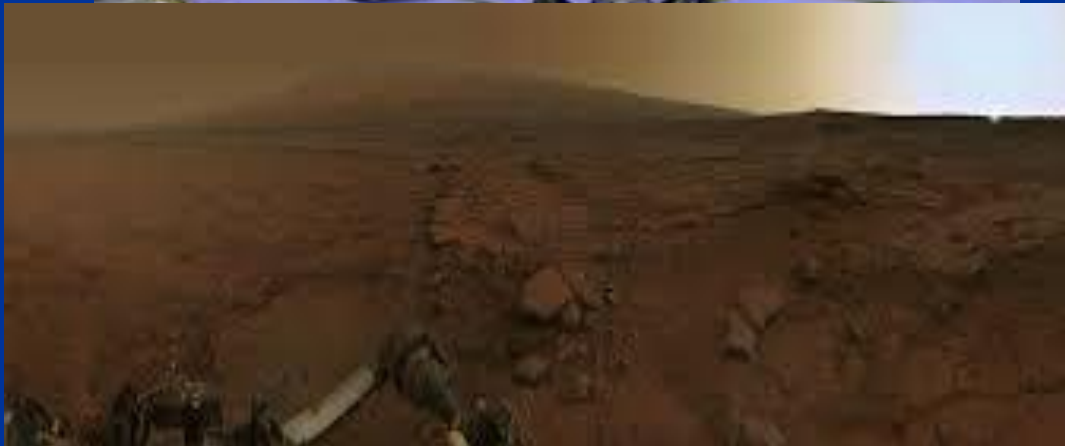


Южен полюс на Марс

Има две ледени шапки, лед и CO<sub>2</sub>, чието разширение варира според сезоните.



# Curiosity на Марс (2004-настояще): успешна история на науката и технологиите: микробиологична лаборатория



# **InSight:** пристига на Марс на 28 ноември 2018 г

InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport)



ЦЕЛ: да се постави геофизичен робот, оборудван с високотехнологични инструменти за изследване на вътрешността, подпочвата, преноса на топлина и движенията на марсианската почва и анализ на ранната геоложка еволюция на планетата.

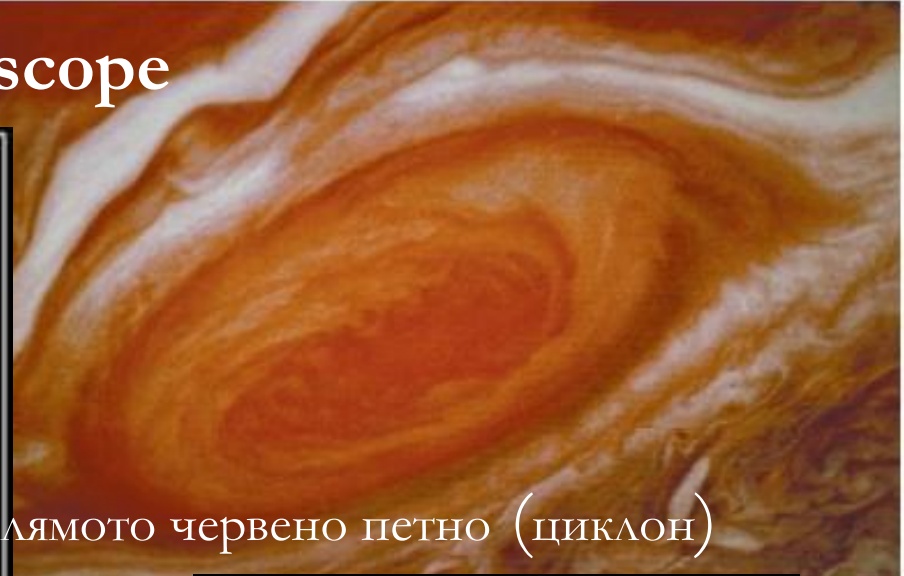


# Юпитер



Най-масивната планета на Слънчевата система, има повече от 60 луни. През 1610 г. Галилей наблюдава за първи път 4 от тях, които нарича "Mediceas". Същата година Симон Марий ги кръщава като Йо, Европа, Ганимед и Калисто.

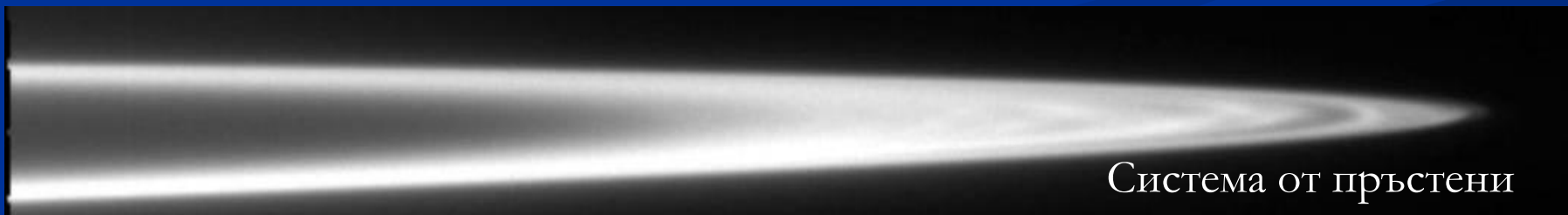
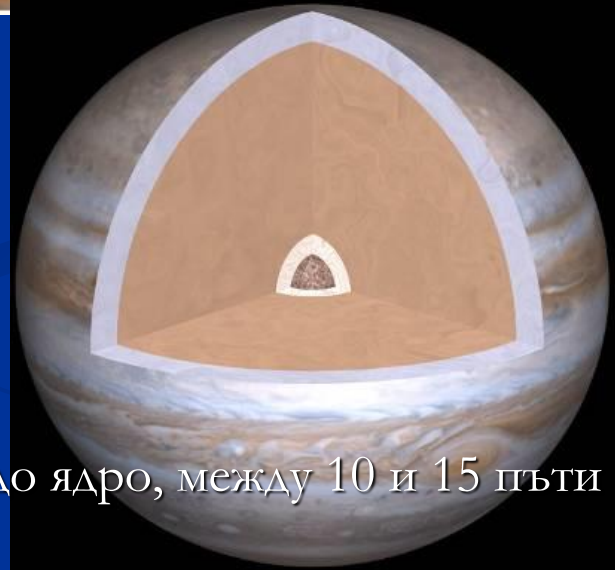
# Auroras, Photo by Hubble Telescope



Голямото червено петно (циклон)



Вероятно има малко твърдо ядро, между 10 и 15 пъти масата на Земята.



Система от пръстени

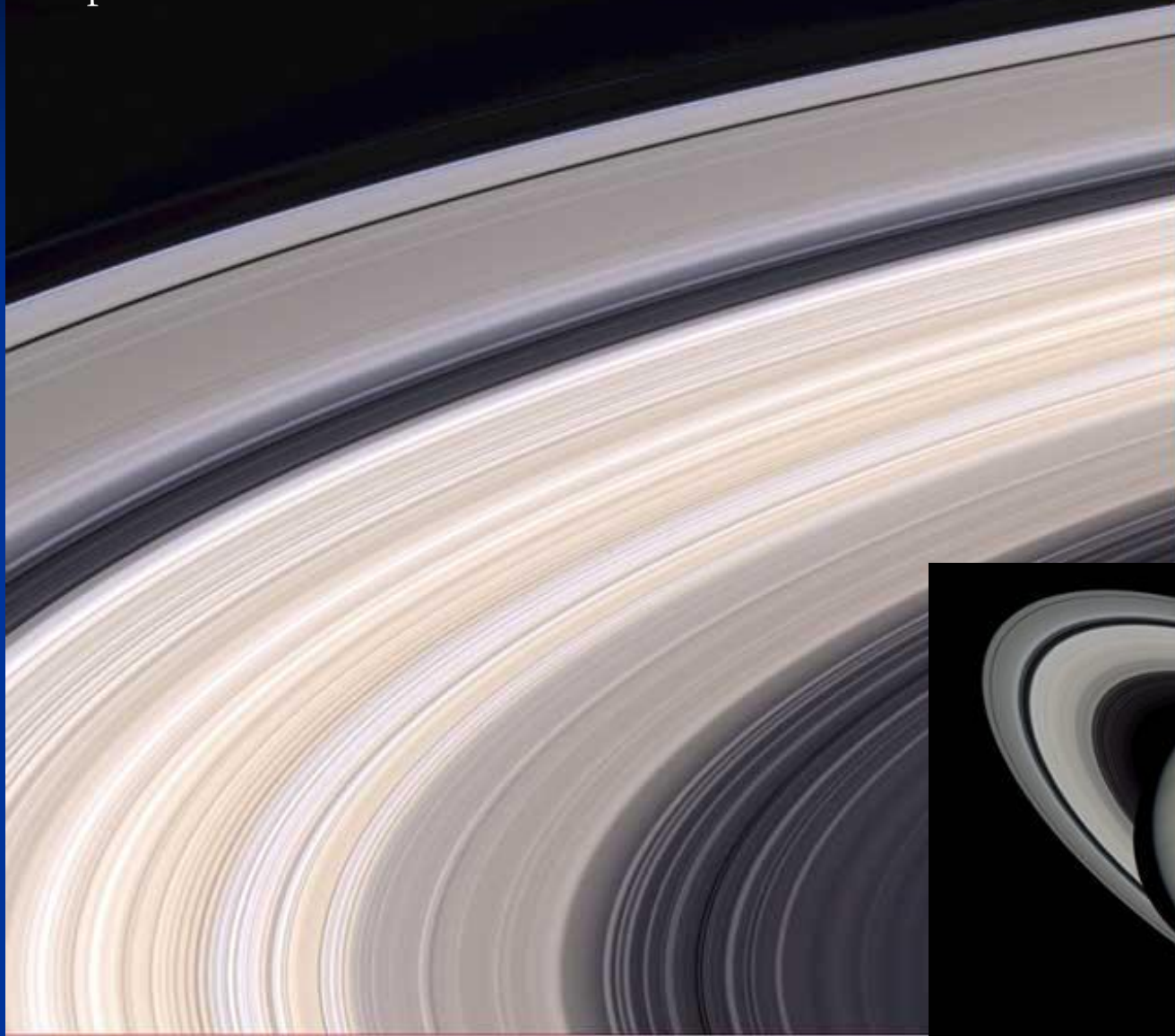
# Сатурн

По-малко плътната планета на  
Слънчевата система.

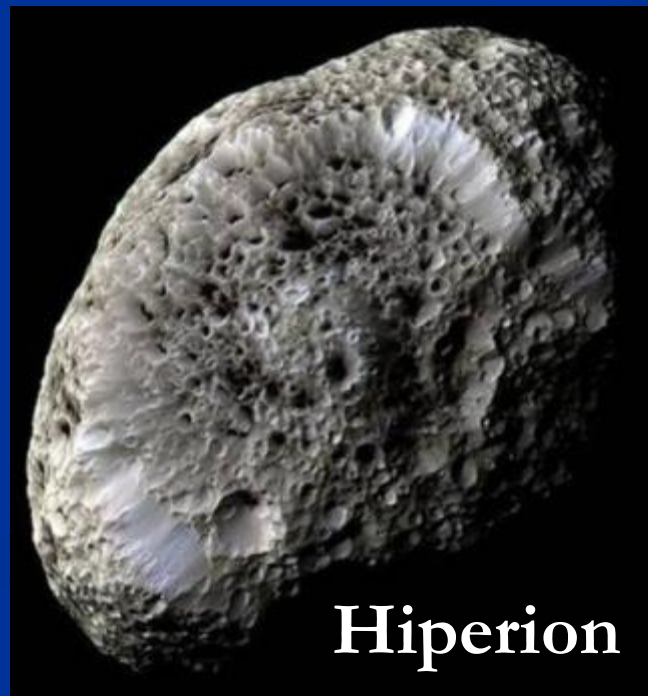
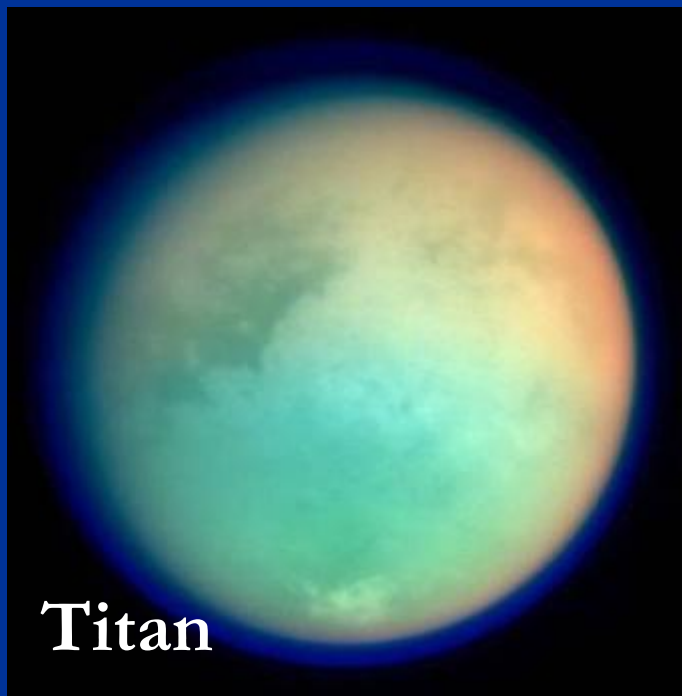
Той има повече от 60 луни и някои от тях са между пръстените, динамично организиращи системата, те се наричат "shepherd satellites"

Система от пръстени, образувана от прах и много малки парчета лед.

**Aurora in  
Saturn, photo  
by the Hubble  
Space  
Telescope**



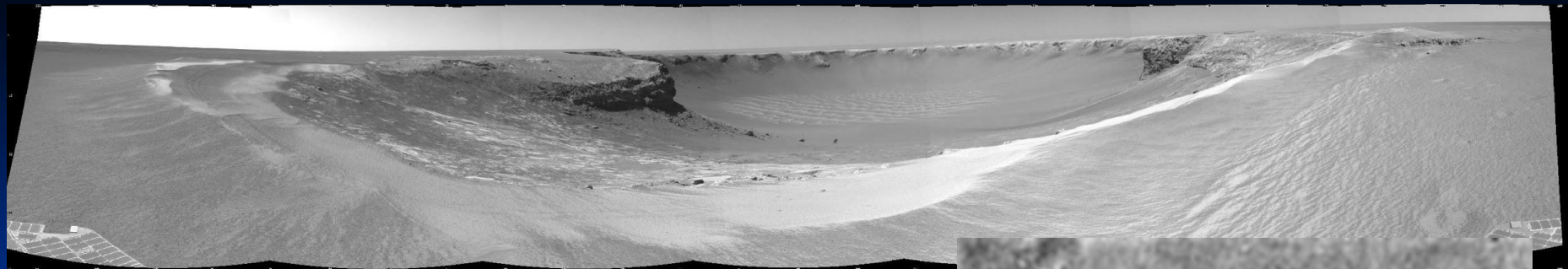
- Сатурн има повече от 60 спътника, но 7 са достатъчно големи, за да имат сферична форма.
- Титан е най-големият (по-голям от Меркурий и Плутон) и единственият в Слънчевата система с плътна атмосфера.



# Cassini-Huygens Mission

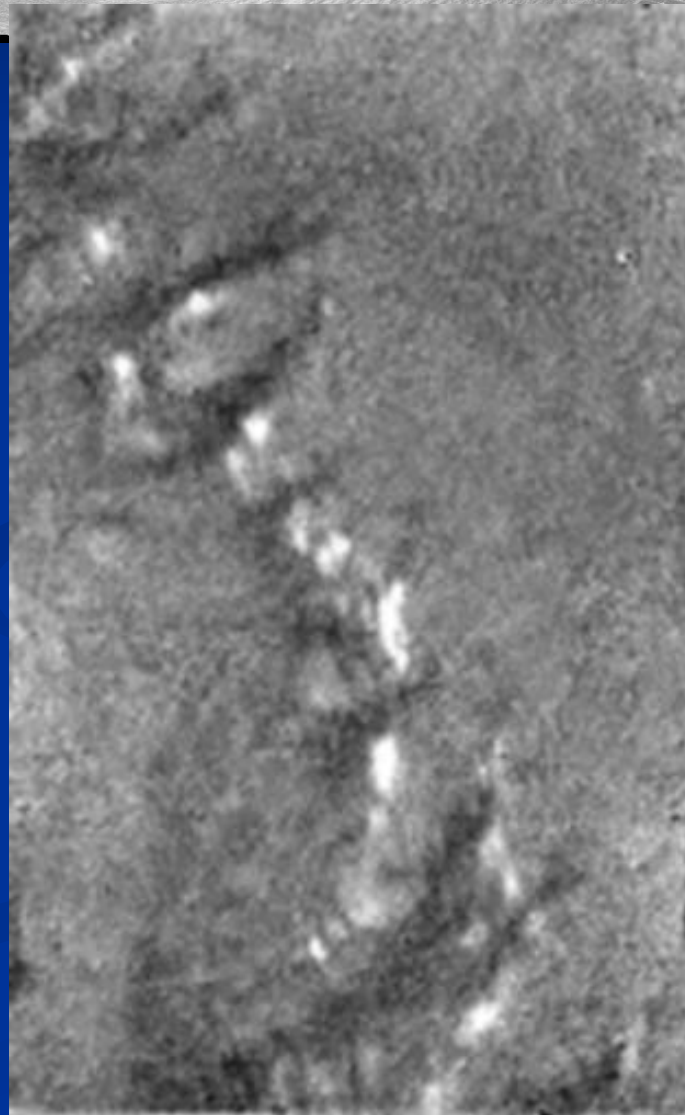
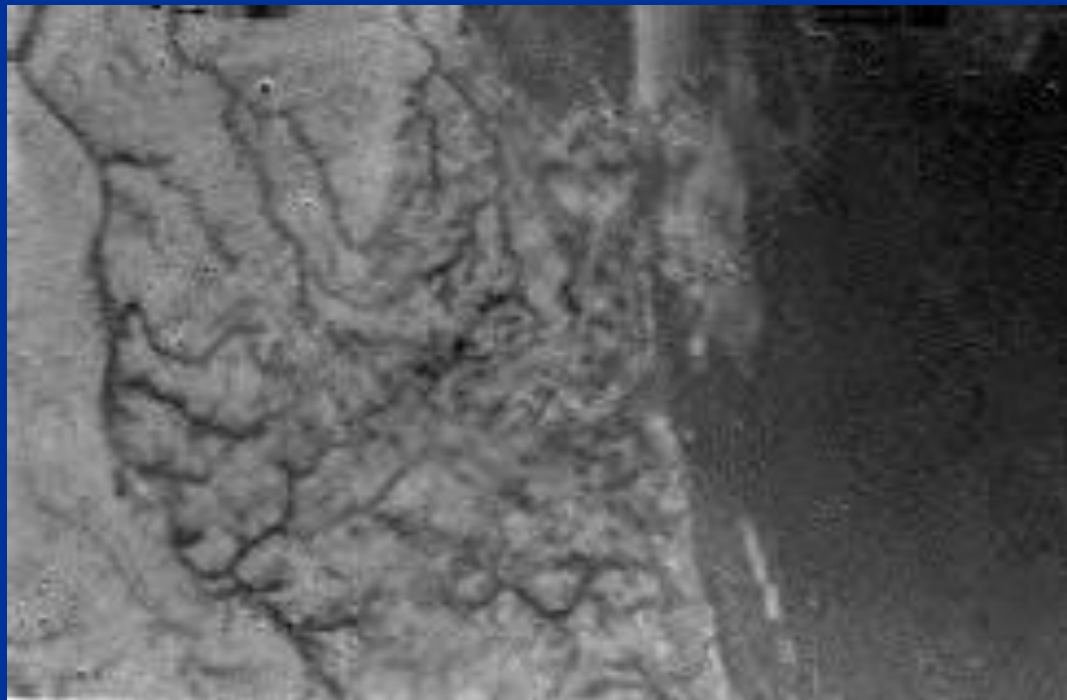
Сонда Хюйгенс  
спускане на Титан (артистична визия)



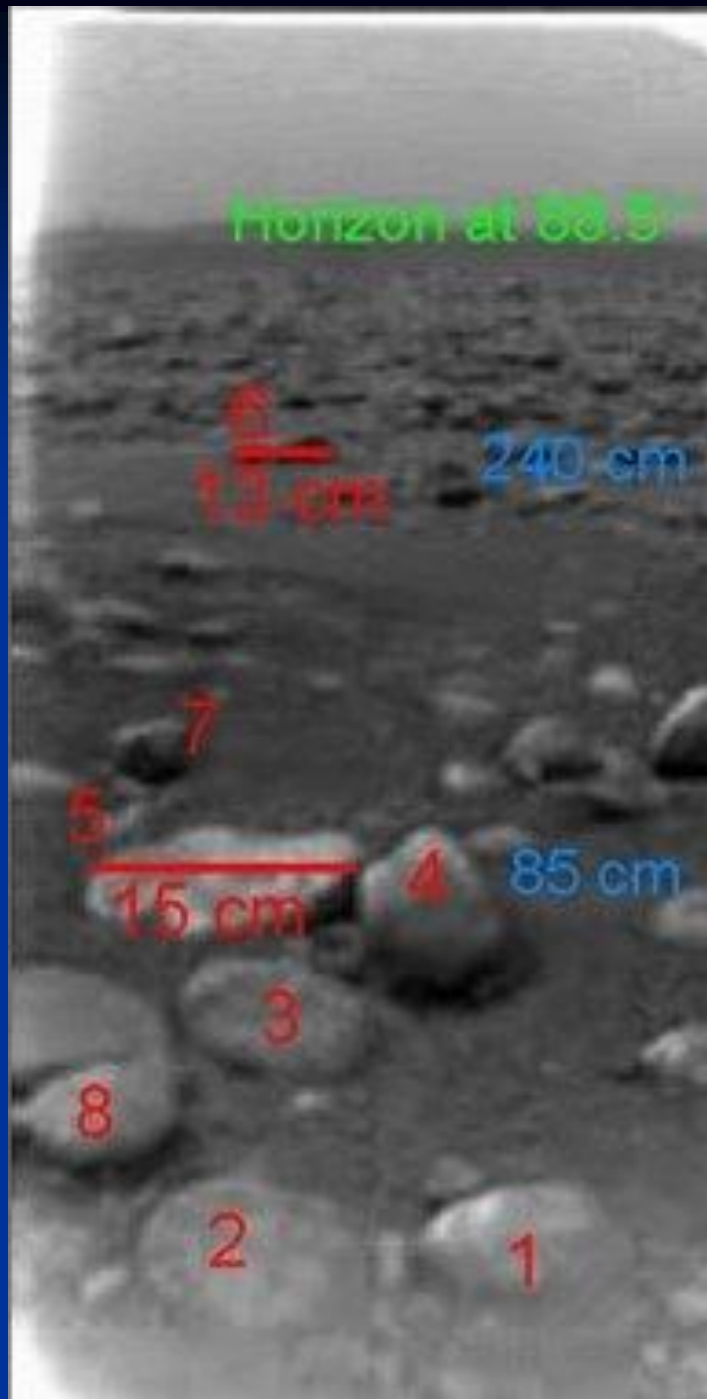


Сондата Хюйгенс на Титан (първа панорамна снимка, 2004 г.)

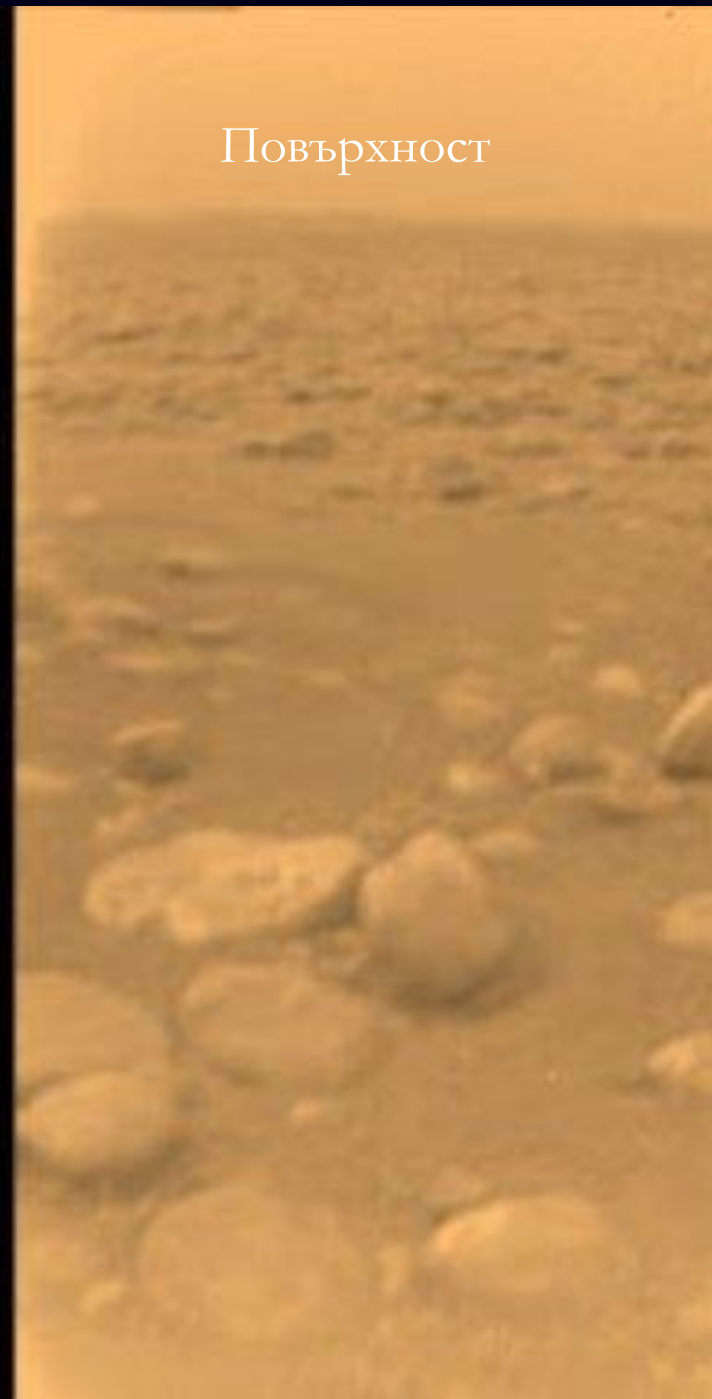
Титан: морета, реки и езера от метан



Последна  
снимка на  
повърхността  
на Титан, сонда  
Хюйгенс



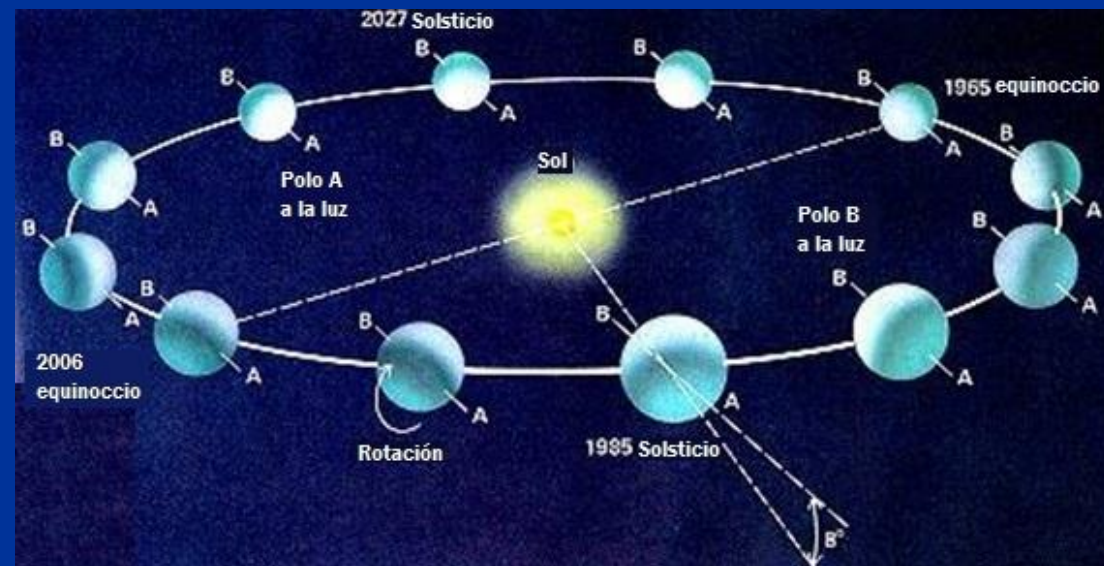
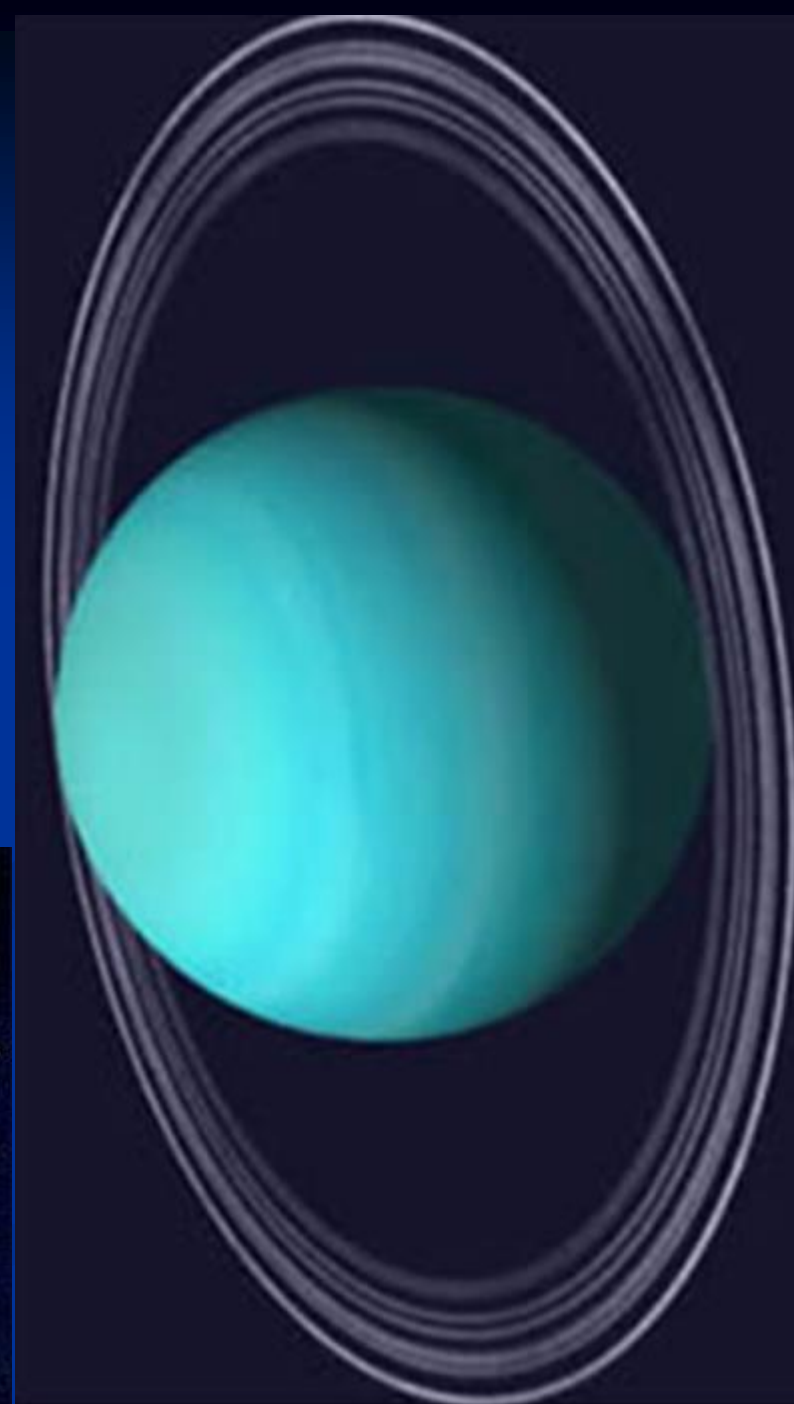
Повърхност





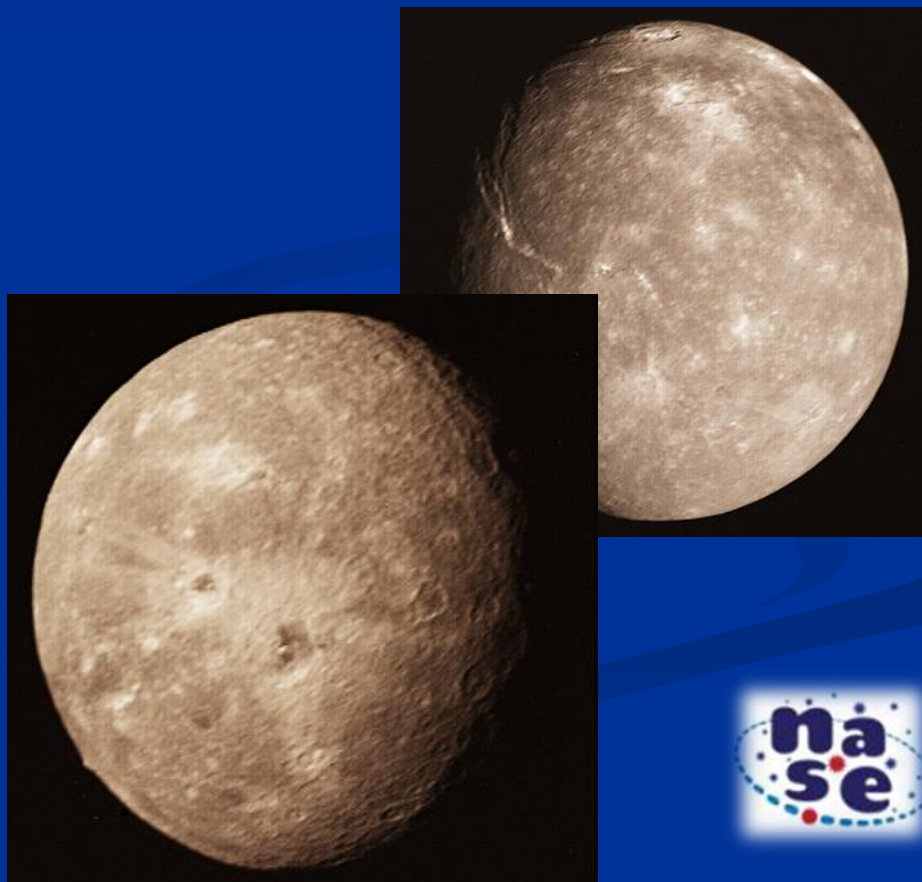
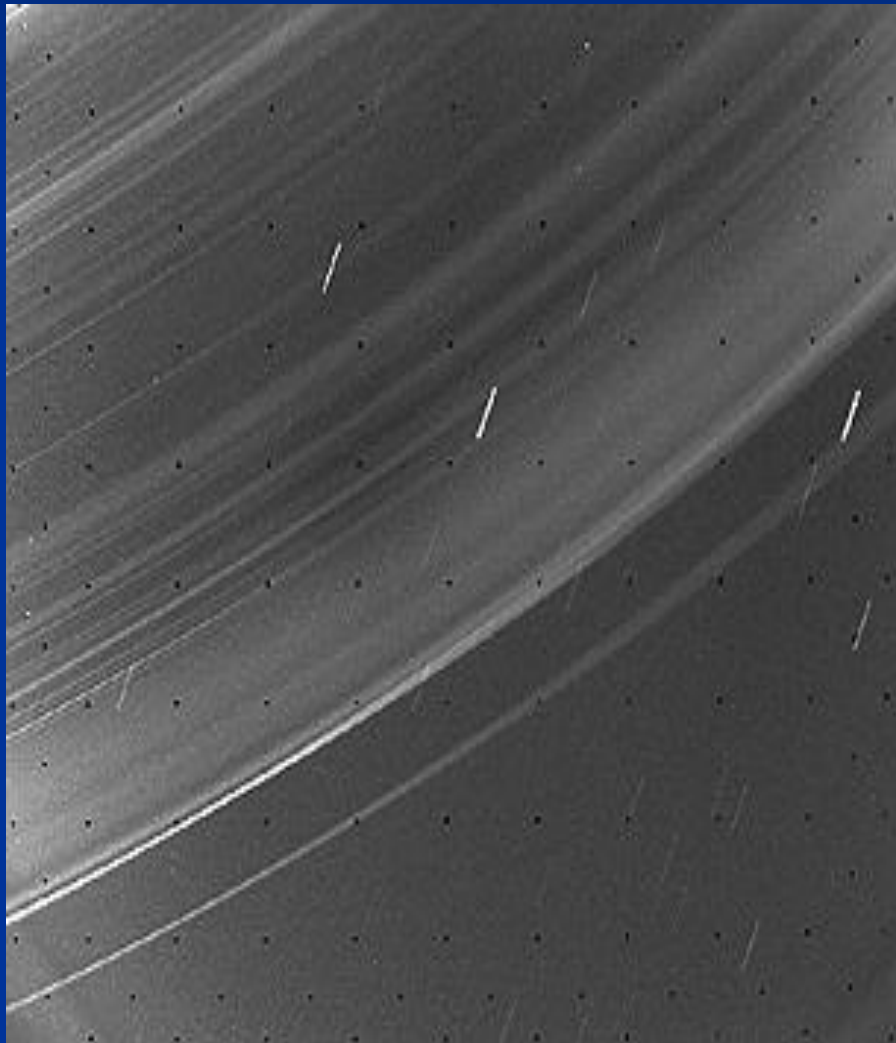
# Уран

Неговата ос на въртене е  
практически в равнината му  
на транслация

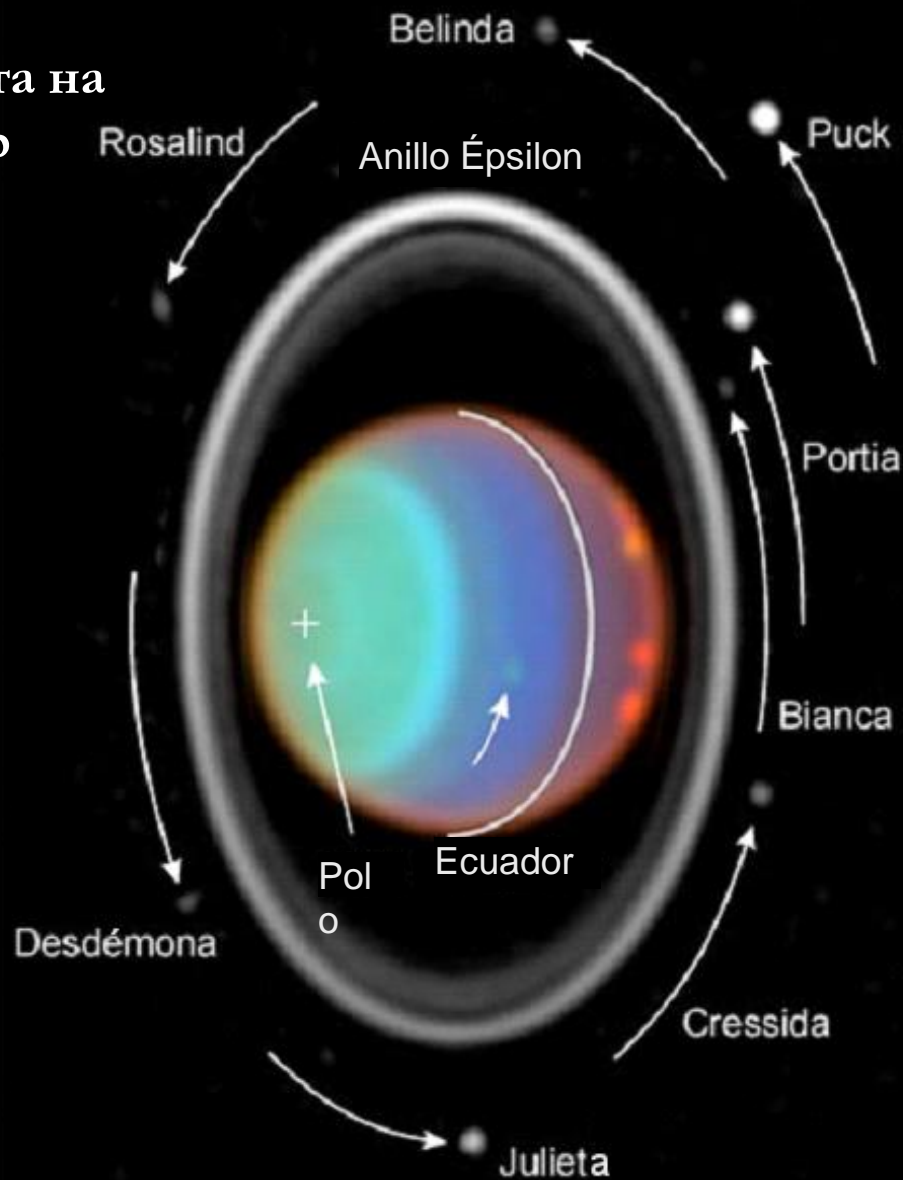
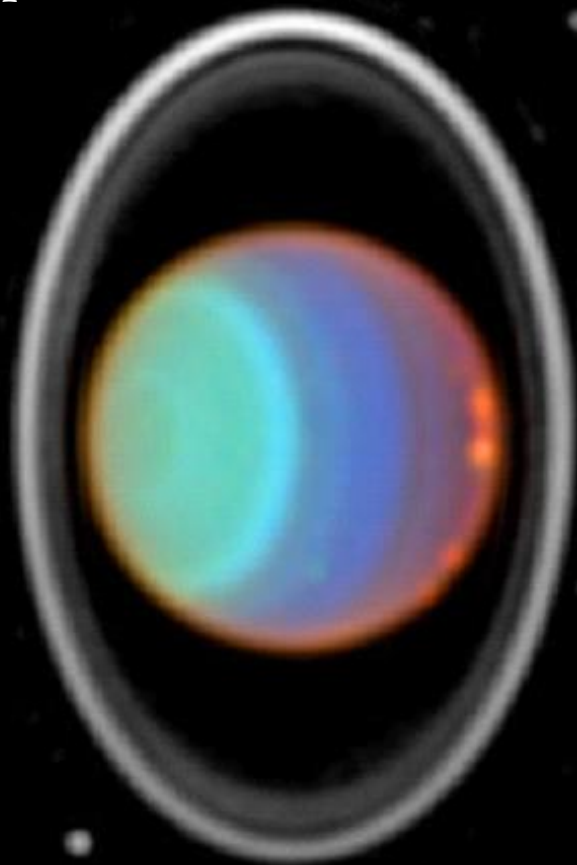


## Система от пръстени на Уран

Уран има поне 27 естествени спътника. Първите две са открити от Уилям Хершел през 1787 г.: Титания и Оберон.



Спътниците на Уран носят имената на героините от пиесите на Шекспир



Urano • Julio 28, 1997

HST • NICMOS

PRC97-36a • November 20, 1997 • ST ScI OPO

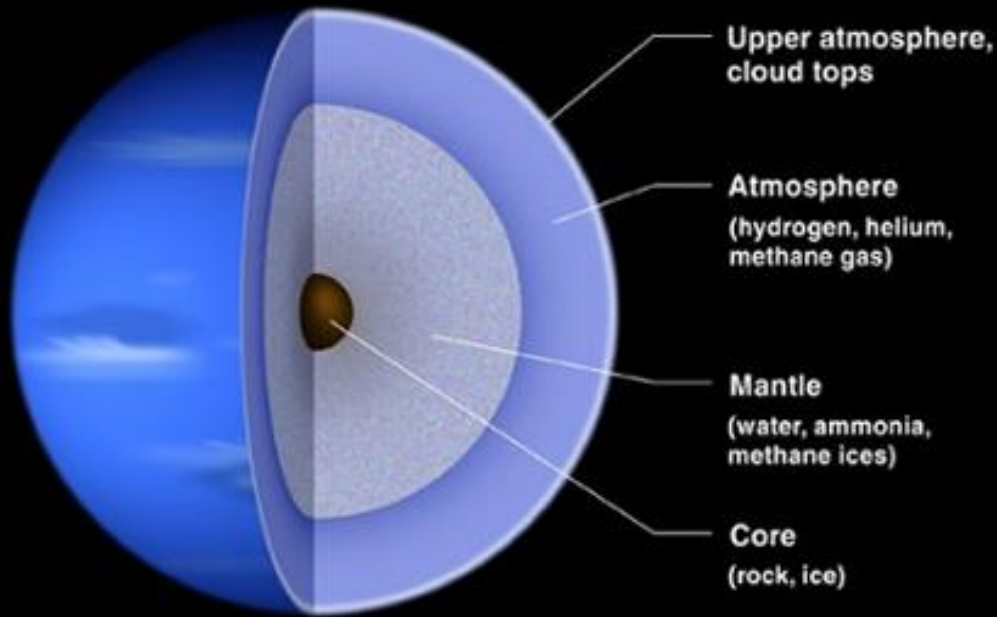
E. Karkoschka (University of Arizona Lunar & Planetary Lab) and NASA

# Нептун



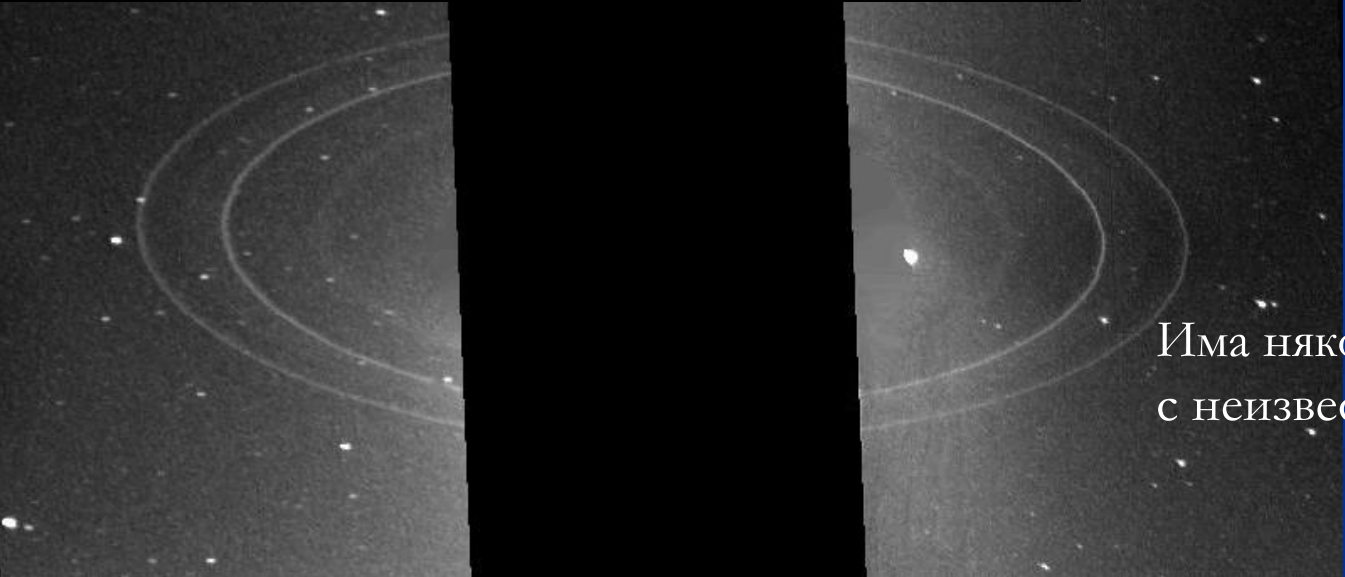
Цвета му се дължи на наличието на метан в атмосферата, който абсорбира червената и инфрачервената светлина.

# Нептун



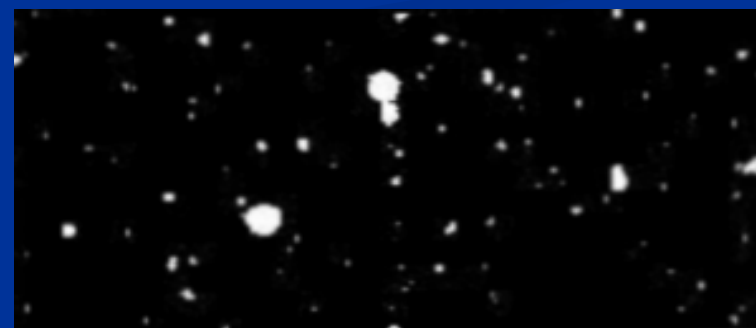
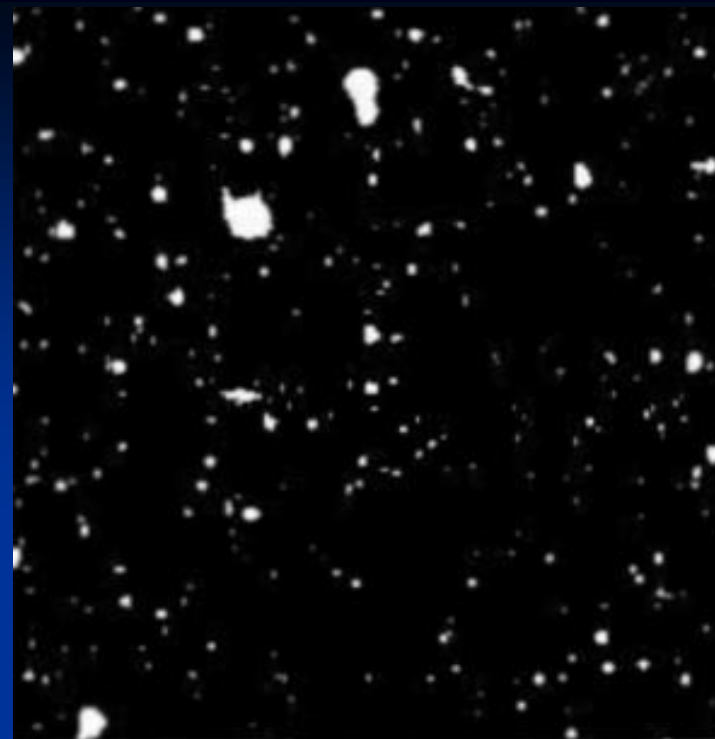
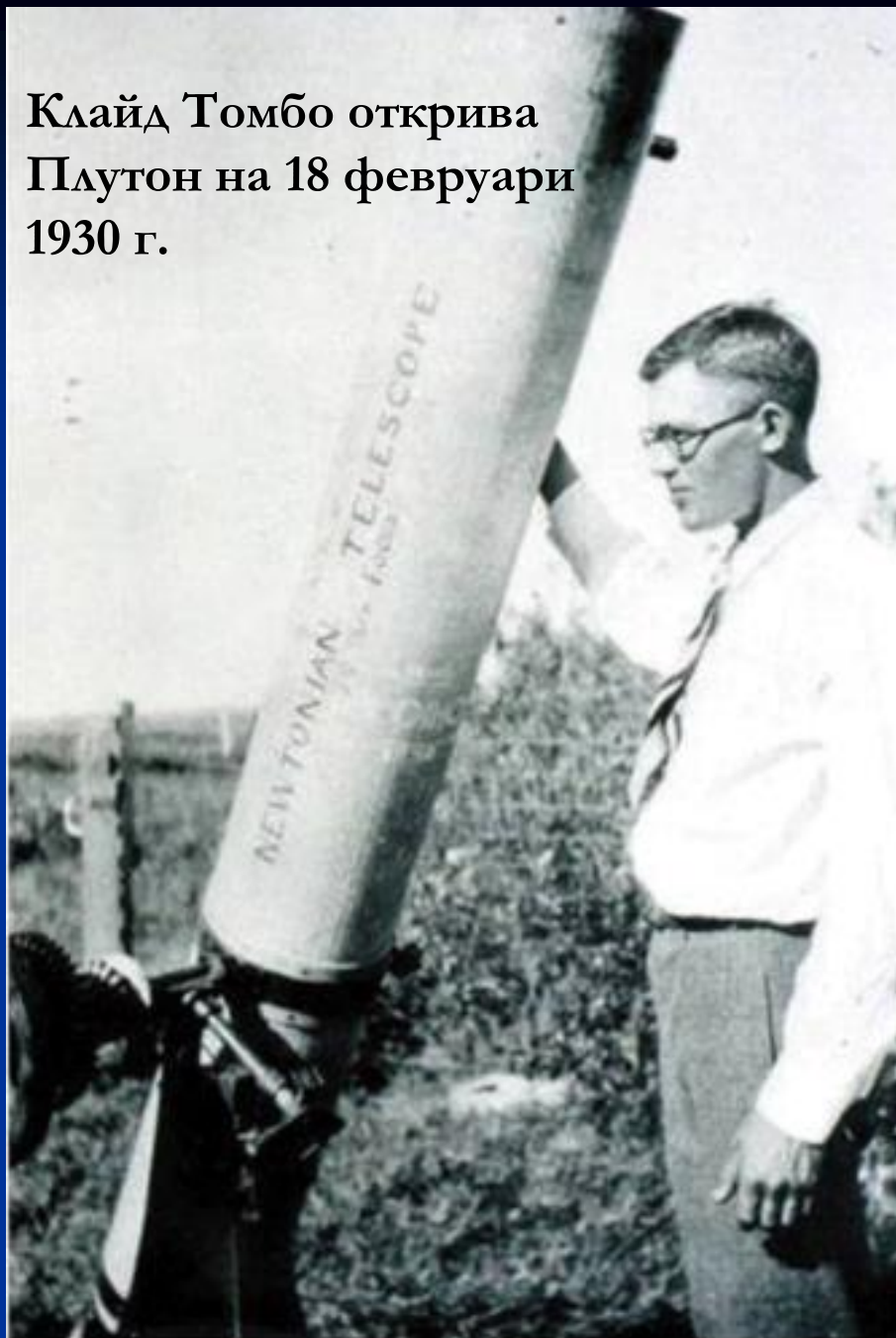
Смята се, че има твърдо ядро от силикати и желязо, голямо почти колкото Земята.

Над ядрото има обвивка от лед, метан, Н и малко Не



Има няколко тъмни пръстена с неизвестен произход.

Клайд Томбо открива  
Плутон на 18 февруари  
1930 г.

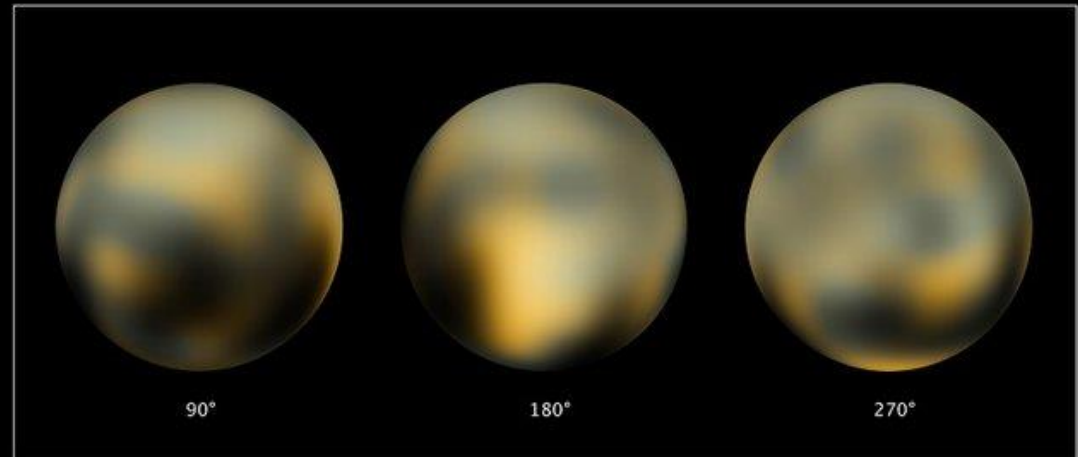
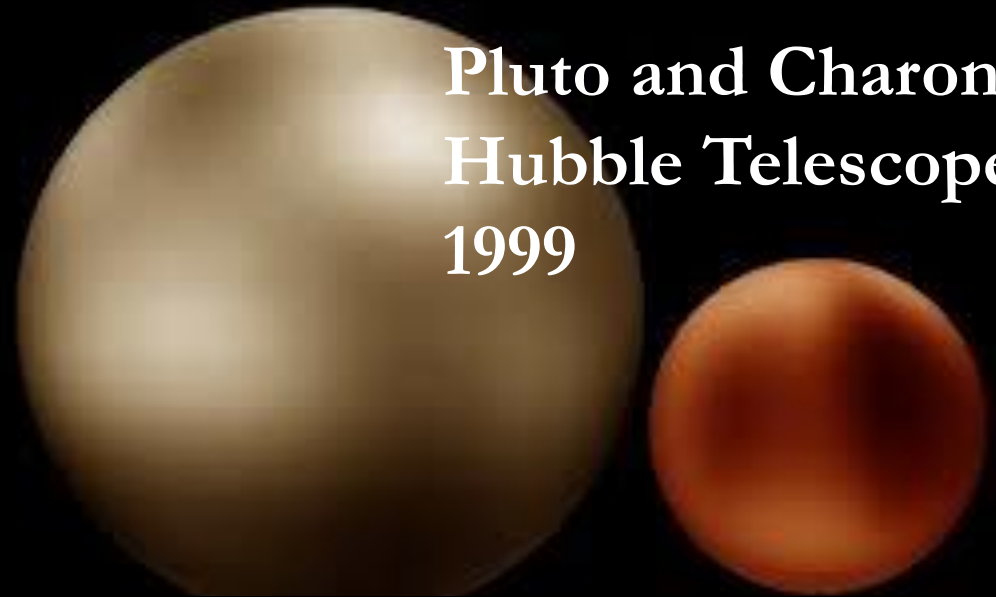


Изображение на  
откритието. (1930)

Плутон е твърде малък, за да наруши орбитата на Нептун достатъчно дълго, за да издаде присъствието му, колкото е изчислил Лоуел, за да го локализира.

Клайд Томбо открива Плутон (магнитуд  $\sim 13,5$ ), снимайки по систематичен начин равнината на Слънчевата система.

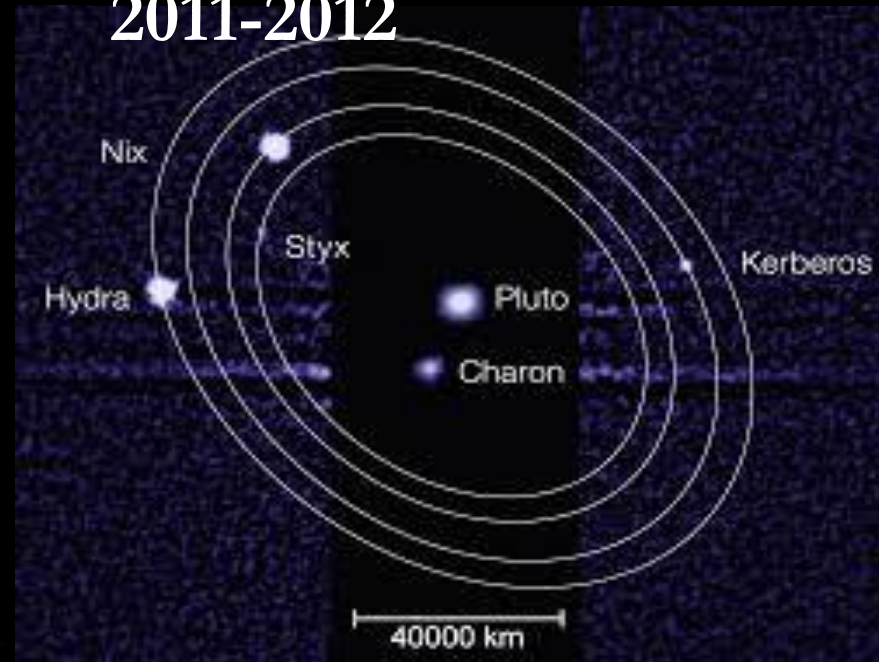
## Pluto and Charon Hubble Telescope 1999



**Pluto Faces**  
Hubble Space Telescope • ACS/HRC

# Системата на Плутон, 2011-2012

Pluto System ■ February 15, 2006  
Hubble Space Telescope ■ ACS/HRC



NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), A. Stern (SwRI),  
and the HST Pluto Companion Search Team

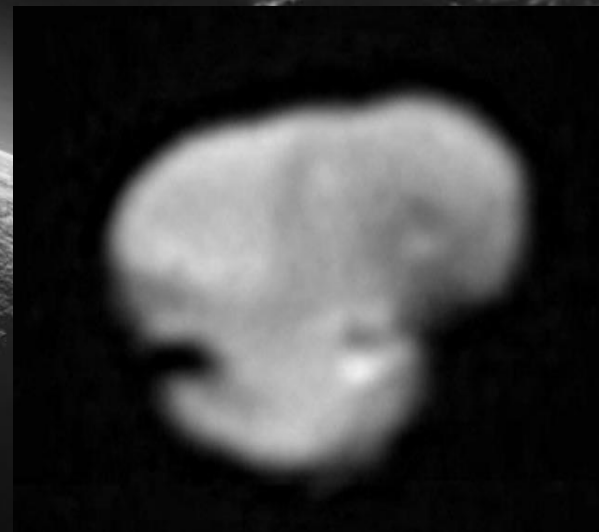




20 miles

# Pluto and Charon New Horizons, 2015

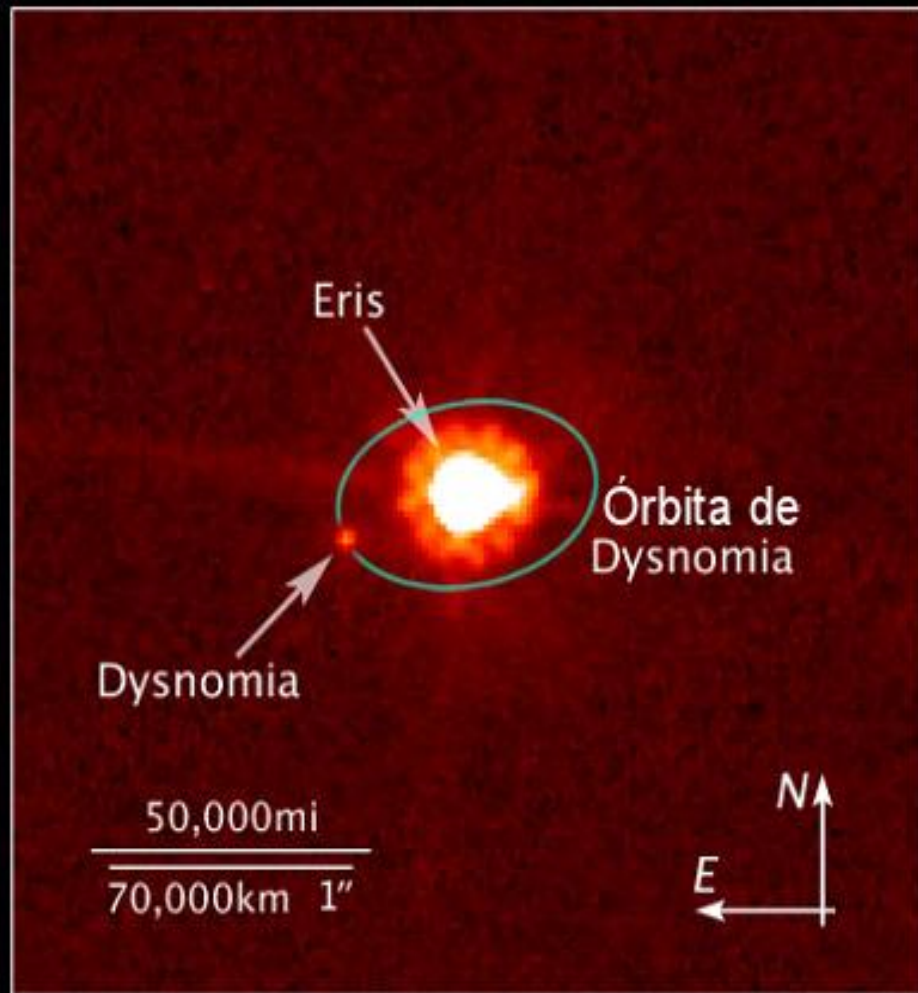
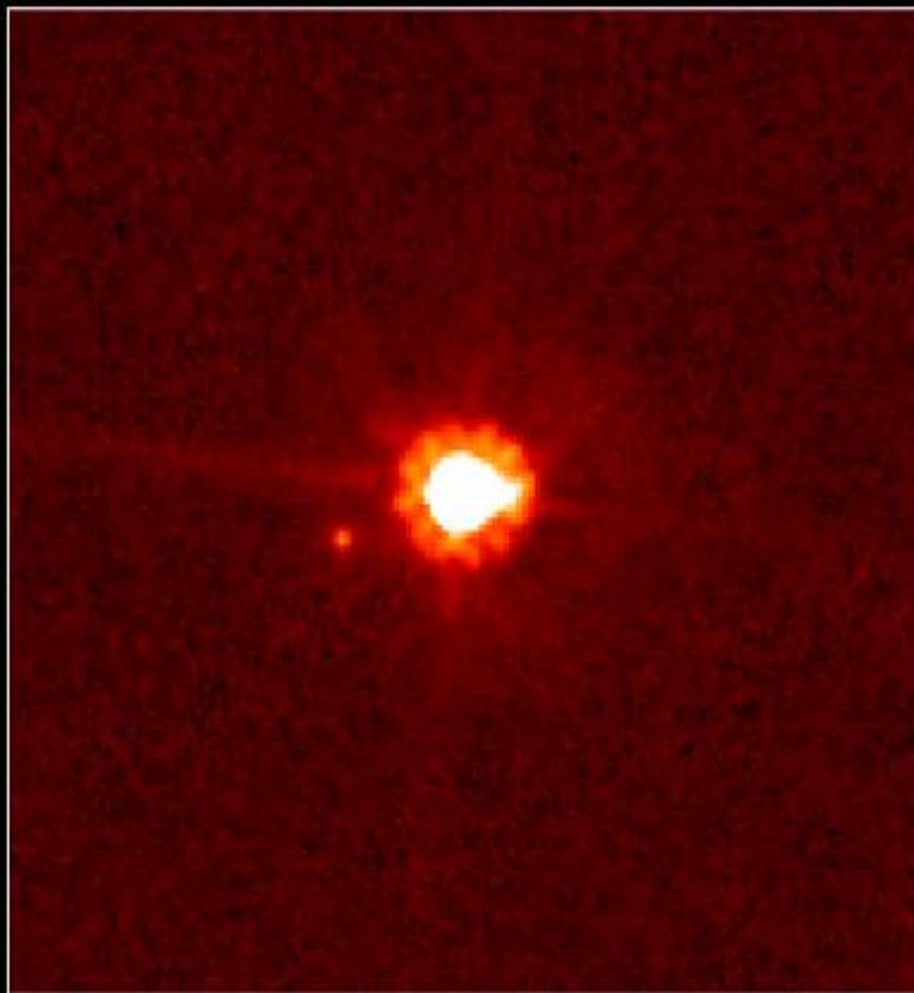
Прелитане над Плутон(14 юли  
2015 г.). Наблюдава се слаба  
атмосфера от азот.



# Откриването на Eris

Planeta enano Eris y satélite Dysnomia. Agosto 30, 2006.

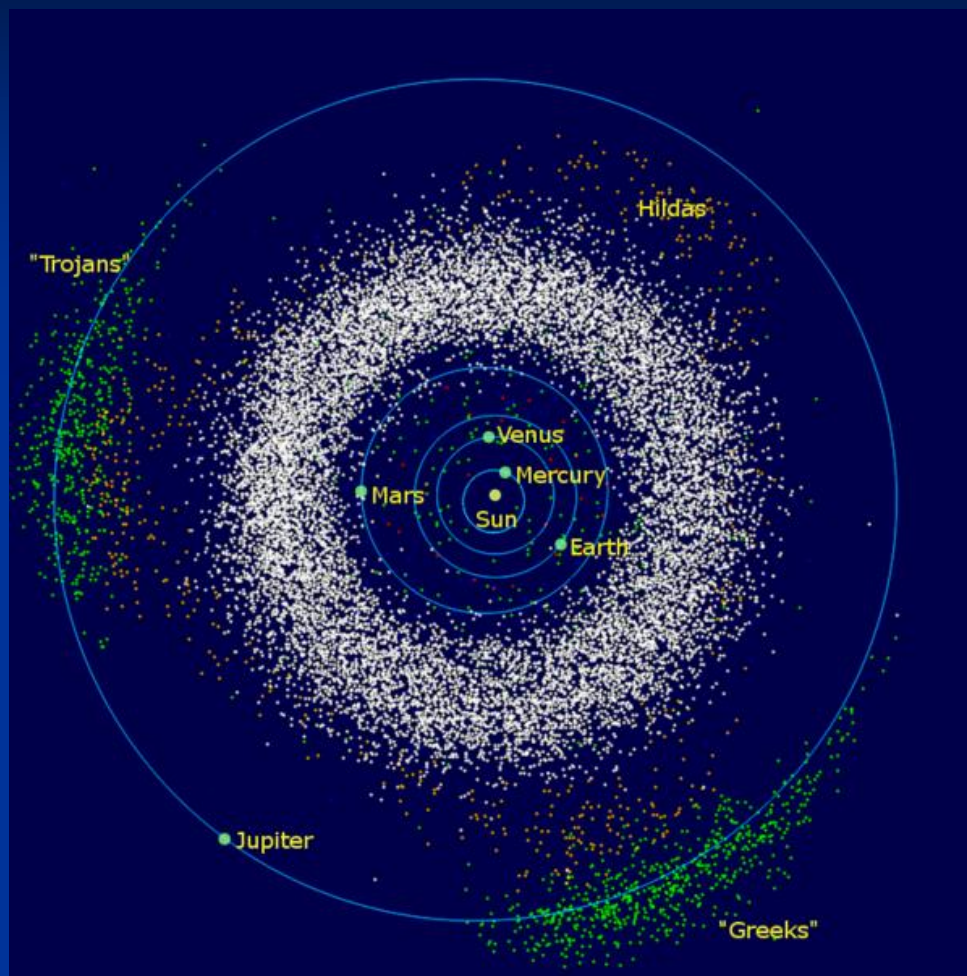
HST • ACS/HRC



# Малки тела на Слънчевата система

- **Те са останки от планетарната акреция.**
- Те включват различни популации от астероиди, комети и транснептунови обекти.
- Астероидите са по същество скалисти и метални, докато кометите са по-крехки и порести обекти, образувани основно от лед (предимно вода) и прахови частици.
- По-голямата част от астероидите се намират в регион между орбитите на Марс и Юпитер, известен като „главния пояс на астероидите“.
- Транснептуновите обекти ще съдържат значителни количества лед и се намират в регион отвъд орбитата на Нептун, известен като „Транснептуновия пояс“ (или пояса на Кайпер, в знак на признание за един от първите, които предсказаха съществуването му).

# Основен пояс на астероидите



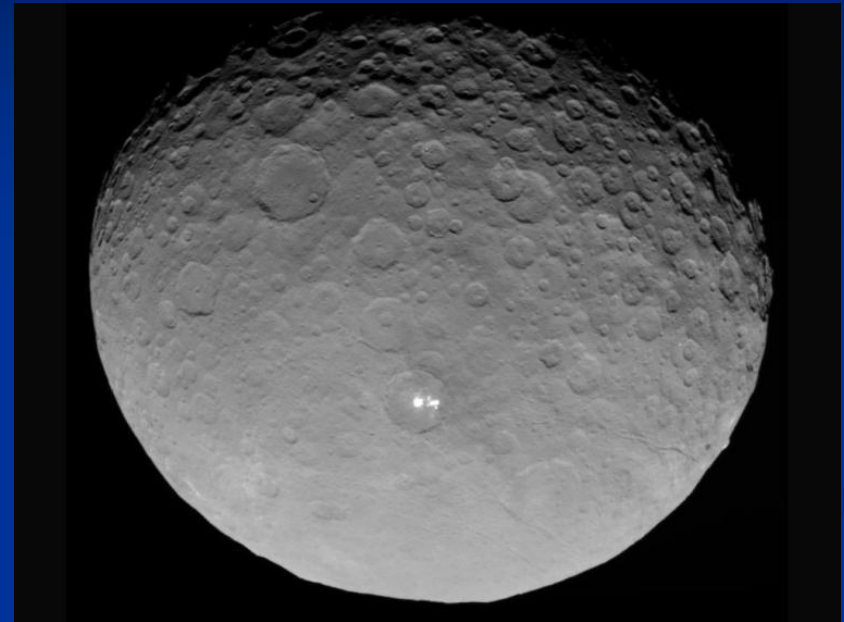
Има стотици хиляди или милиони, като общата им маса не би надхвърлила една хилядна от масата на Земята.

Размера на астероидите варира от няколкостотин километра до метри и части от метъра.

## Церера

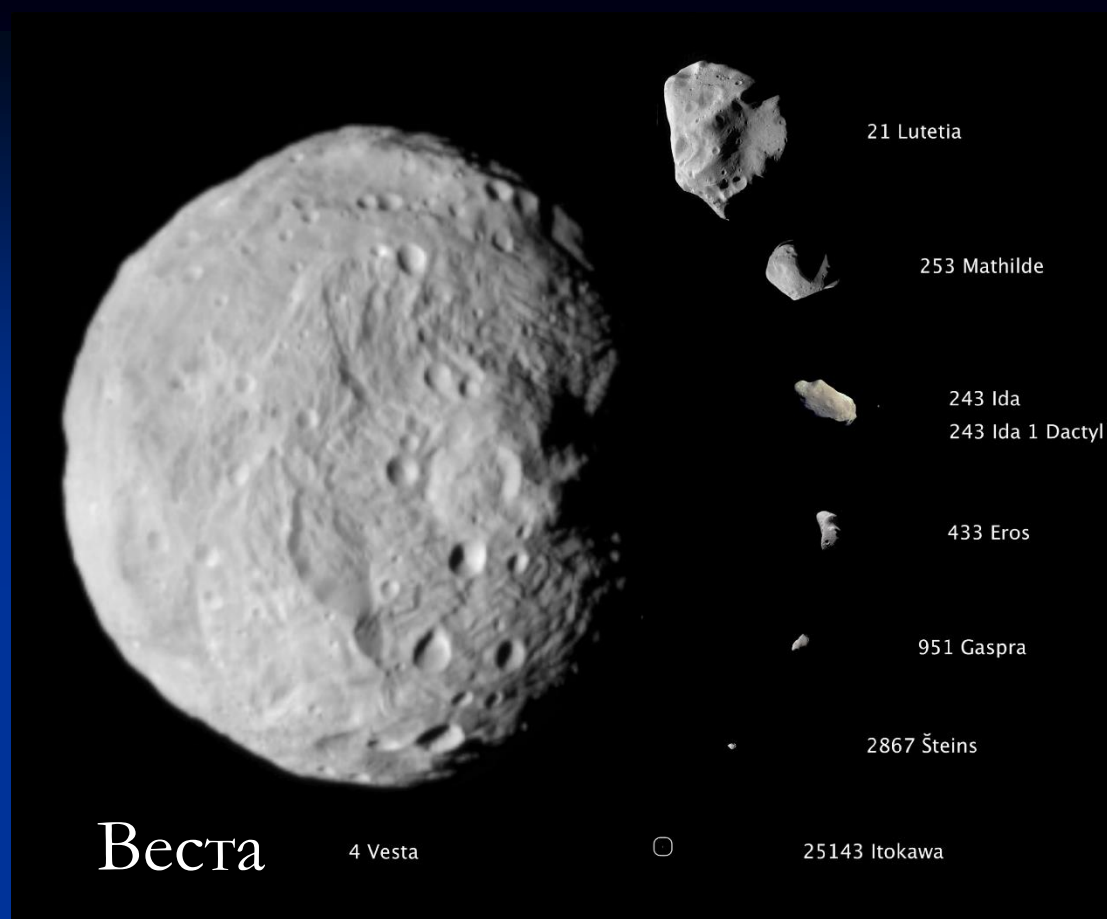
Открит през 1801 г. от Джузепе Пиаци, бешесчитана за планета, докато през 1850 г., когато са открити много други подобни.

Това е най-голямото тяло на астероидният пояс и единственото от тях, което е каталогизирано през 2006 като планета джудже.



С диаметър от почти 1000 км той е достатъчно голям, за да може гравитацията му да придаде сферична форма.

Всички останали астероиди се считат за малки, неправилни тела, въпреки че някои от тях като Палада и Веста могат да бъдат класифицирани като планети джуджета, ако се докаже, че достигат хидростатично равновесие



# Резервоари на малки тела в Слънчевата система

Резервоарите са относително стабилни региони, където обектите могат да останат за времена, сравними с епохата на Слънчевата система, докато някаква пертурбативна сила промени орбитата им. В Слънчевата система има три големи резервоара:

**Основният астероиден пояс.** Други популации биха дошли от този регион, като астероидите, които се приближават до Земята (известни като NEAS от акронима си на английски).

**Транснептуновият пояс.** Това е регионът, откъдето идват краткопериодичните комети.

**Облакът на Оорт.** Има сферично разпределение и се образува от замръзналите планетезимали, пометени от гигантски планети по време на формирането на SS. Благодарение на смущения, дължащи се на близкото преминаване на звезди или гигантски молекулярни облаци, или на галактическите приливи и отливи, орбитите на някои от тези обекти могат да се променят, отклонявайки се към вътрешността на Слънчевата система, превръщайки се в комети с дълъг период.



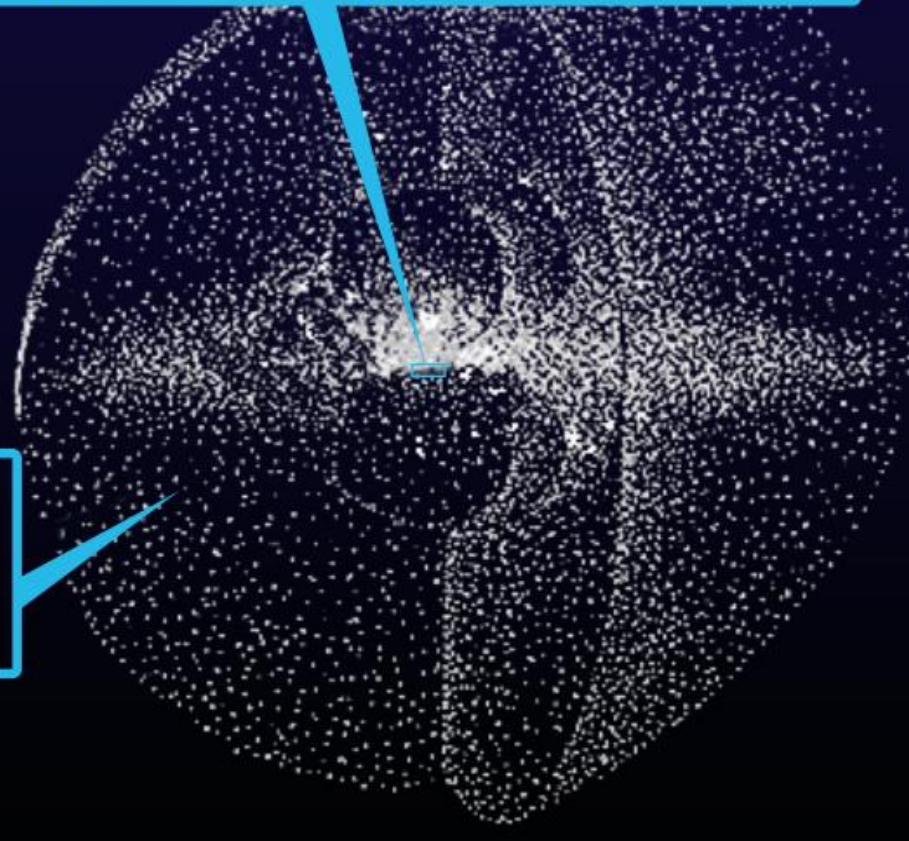
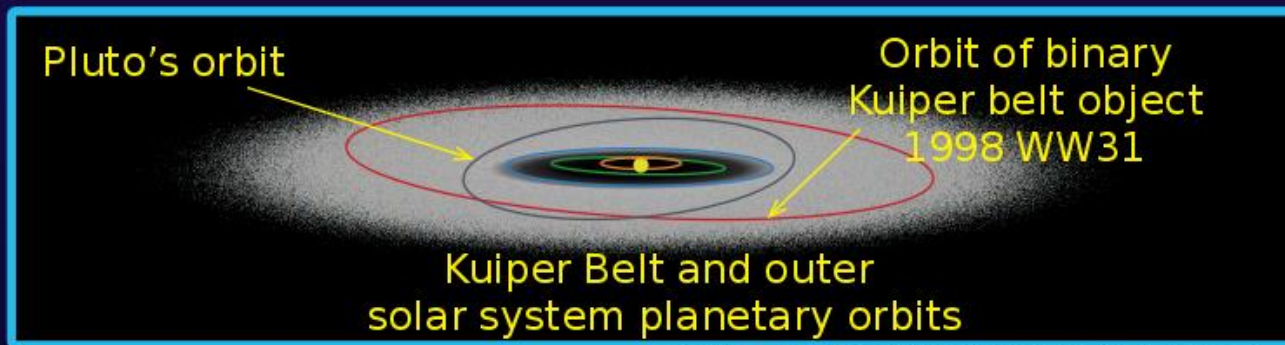
**Data at April 17, 2019.**

**Source: NASA/JPL (<https://ssd.jpl.nasa.gov>)**

- **Total of known Asteroids: 798,130. Including:**
  - **Main belt: 705,913**
  - **Trojans of Jupiter: 7,236**
  - **Asteroids with inner Mars orbits: 3,573**
  - **NEAs: 19,996**
  - **Partial dangerous Asteroids (PHAs): 1,973**
- **Comets:**
  - **Elliptical: 420 long period ( $P > 200$  years) + 860 short period ( $P < 200$  years).**
  - **Parabolics: 1,837**
  - **Hyperbolic: 347 (extra-solar origin)**
- **Trans-neptunians (TNOs): 3,218**

# Транснептунов пояс и облак на Оорт

Транс нептунцианци



The Oort cloud  
(comprising many  
billions of comets)

Най-големите са планетите Джуджета

# Largest known trans-Neptunian objects (TNOs)



2000 km

# Комети

- Това са малки тела от няколко километра, направени главно от летливи материали (воден лед, въглероден диоксид, метан, амоняк и др.) и прахови частици.
- Когато се доближат до Слънцето, те могат да бъдат видими.
- Смята се, че  $H_2O$  на Земята може да идва от тях.



West, 1976

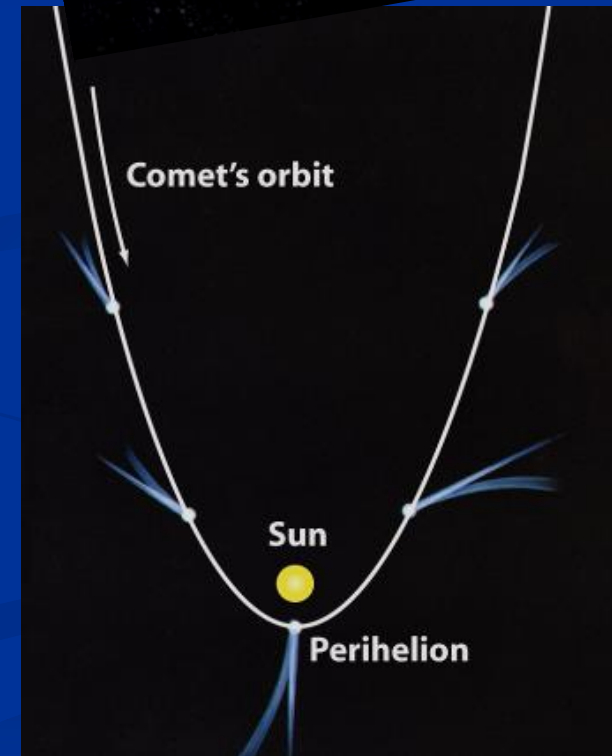


Hale-Bopp, 1997

- Като цяло кометите имат доста ексцентрични орбити. Тези с дълъг период имат произволни наклони и могат да имат ретроградни или директни орбити: тези с кратък период обикновено имат малки наклони и техните орбити са директни.



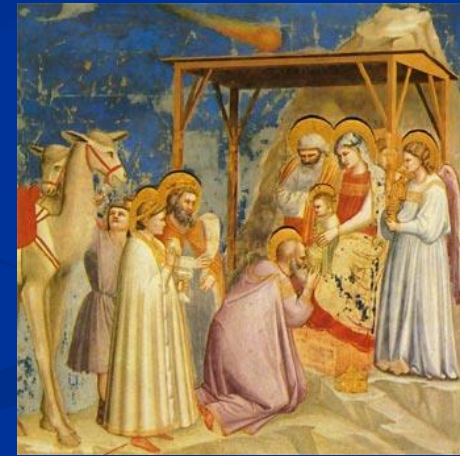
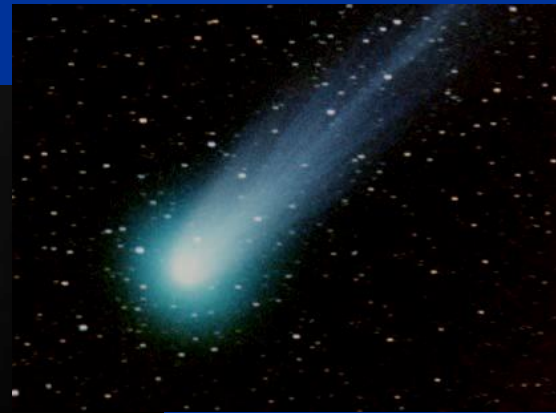
- Когато се приближава до Слънцето, повърхностният лед на кометата се сублимира, създавайки кома или „коса“ и „опашките“: прахова опашка, образувана от прахови частици, увлечени от газа, и йонна опашка, образувана от атоми и йонизирани молекули които взаимодействат със слънчевия вятър. Праховата опашка е извита, докато синкавата йонна опашка сочи право и противоположно на Слънцето



# Халей: най-известната от кометите

Наречена е в чест на Едмонд Халей, който предсказва приближаването и към Слънцето, прилагайки Закона за всеобща гравитация и изчисляването на смущенията. Халей не вижда прогнозата си потвърдена.

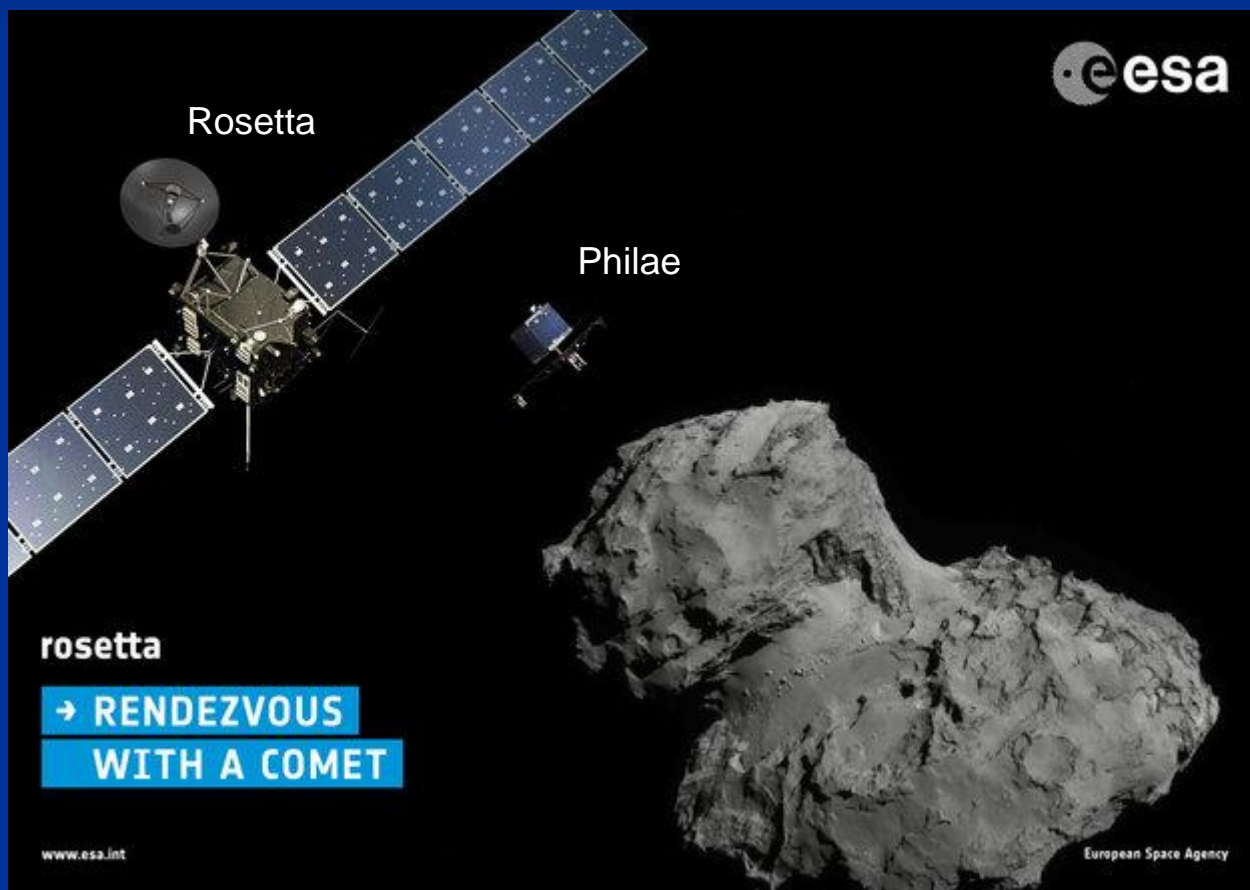
Връща се на всеки 76 години.



През 1986 г. е първата комета, посетена от сонда: Джото.  
Снима нейното ядро.

# Мисия Розета: близка среща с кометата 67P/Чурюмов-Герасименко

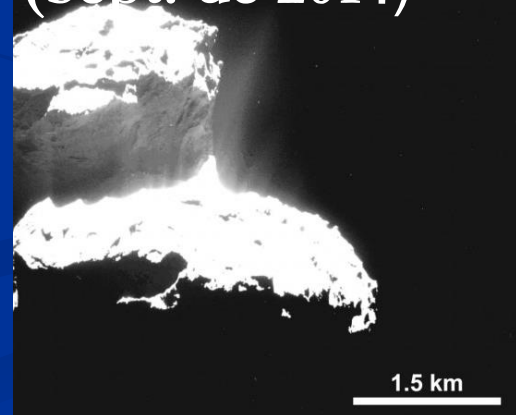
Philae се спуска на кометата на 12 ноември 2014 г



67P surface



Nucleus Activity  
(Sept. de 2014)

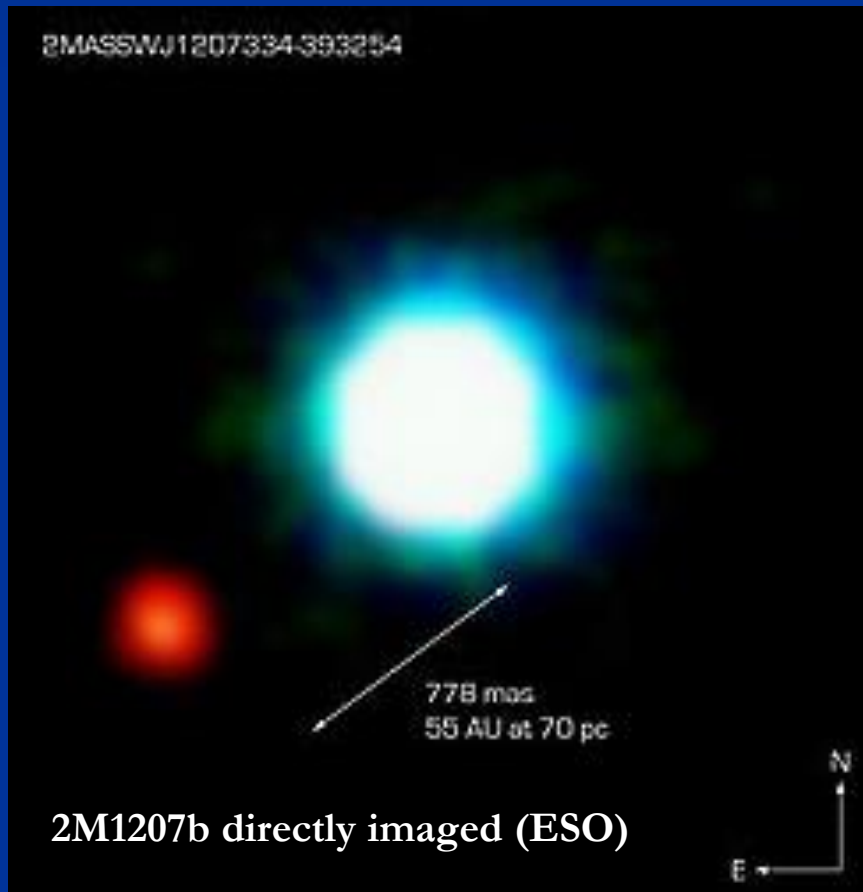


Camera OSIRIS/ESA

# Други планетарни системи



През 1995 г. швейцарските астрономи Michel Mayor и Didier Queloz обявиха откриването на екзопланета в орбита около 51 Pegasi.

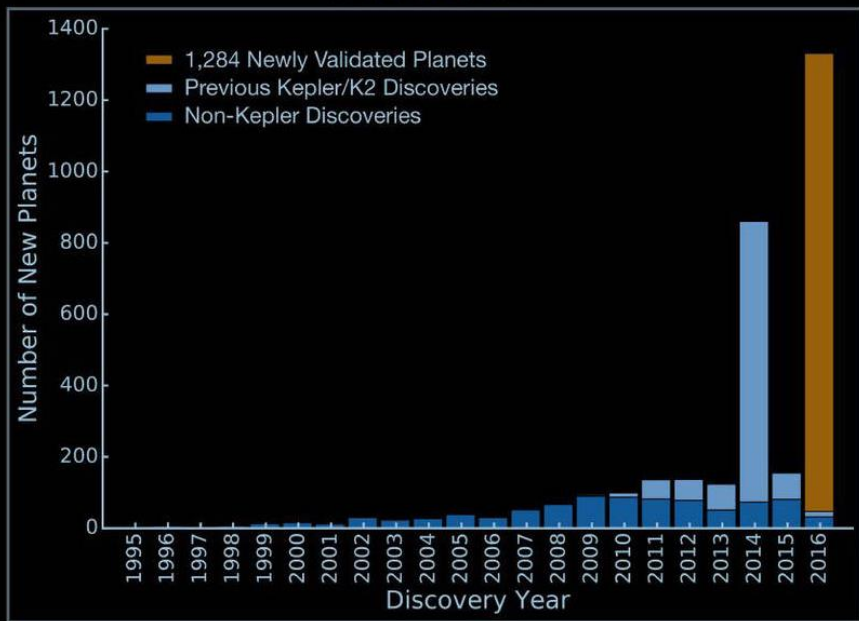


Тази звезда и нейната планета бяха кръстени като Helvetios и Dimidio през 2015 г. след публично гласуване, насърчено от IAU.

Първа снимка на извънслънчева планета около кафяво джудже 2M1207. 16 март 2003 г

# Exoplanet Discoveries Through the Years

As of May 10, 2016

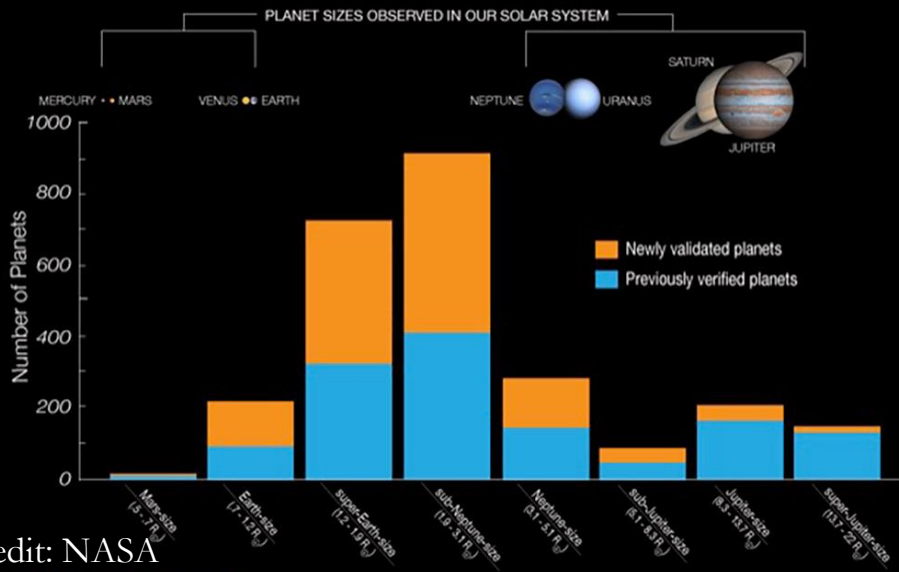


**Кеплер (март 2009 г.) е първата мисия на НАСА за намиране на потенциално обитаеми планети с размерите на Земята.**

**На 10 май 2016 г. той обяви най-голямата колекция от екзопланети, за която има новини.**

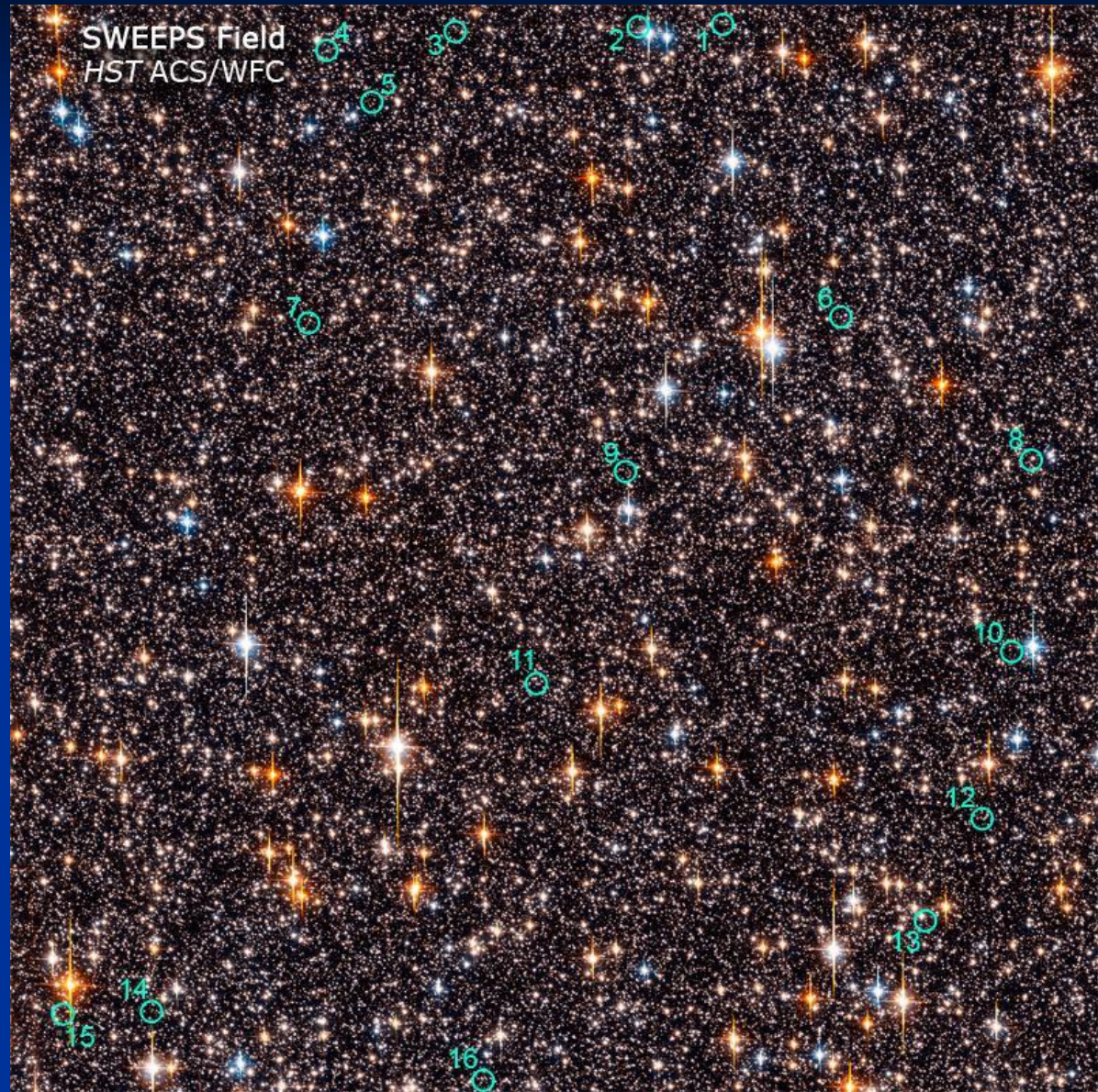
## Kepler's Planets by Size

As of May 10, 2016



**От общо около 5000 кандидати повече от 3200 са проверени, а 2325 от тях са открити от телескопа Кеплер.**

От 2018 г. сателитът на НАСА „Transiting Exoplanet Survey“ ще използва същия метод като телескопа Kepler, за да наблюдава 200 000 близки ярки звезди и да търси планети, особено с размерите на Земята или по-големи (свръх Земите).



**Колко звезди имат планети?**

**Колко от тези планети са обитаеми?**

**В колко са развили някаква форма на  
живот?**

**Въпроси, на които астрономията  
търси отговор**

**Много благодаря  
за вашето внимание!**

