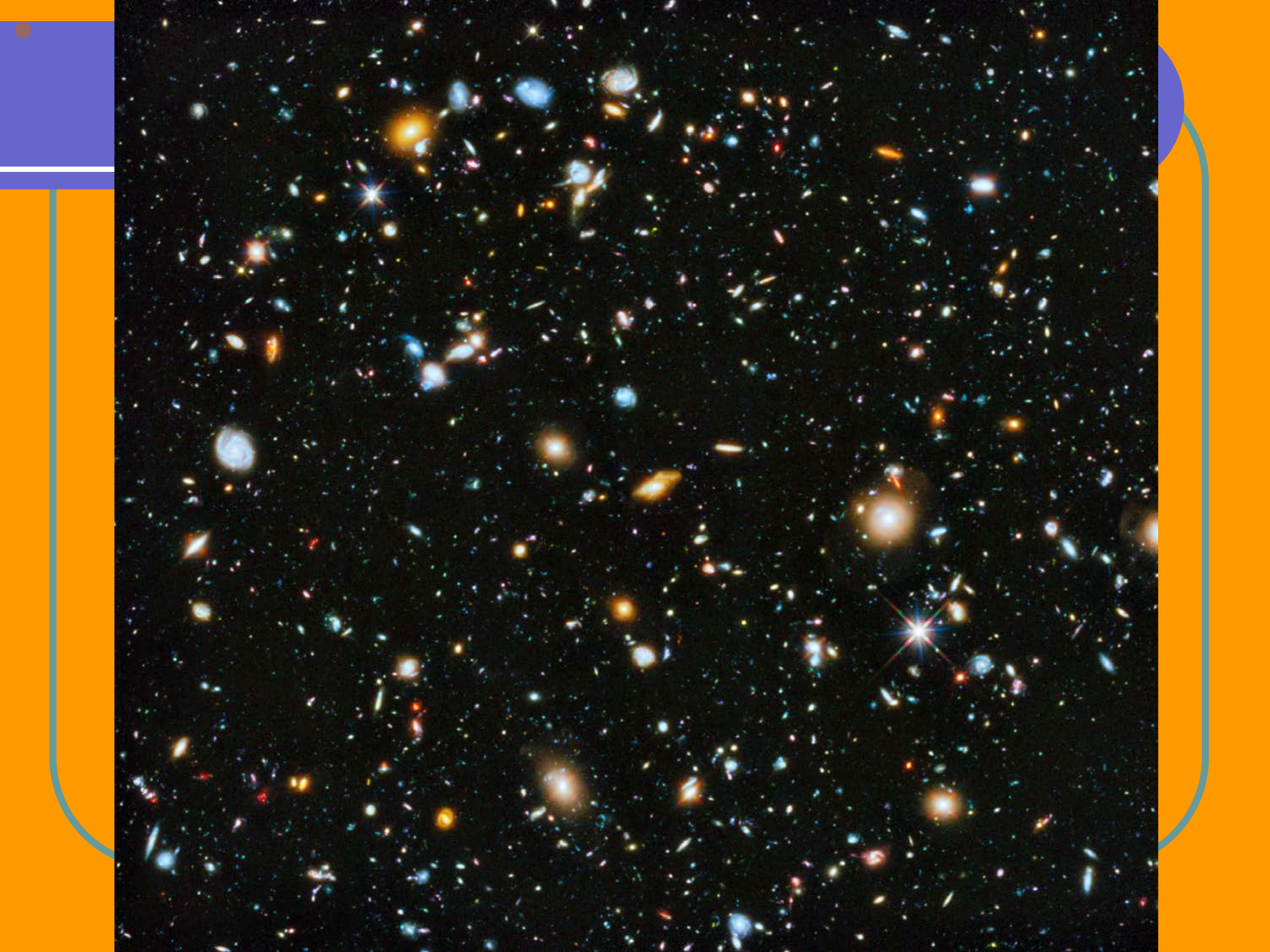


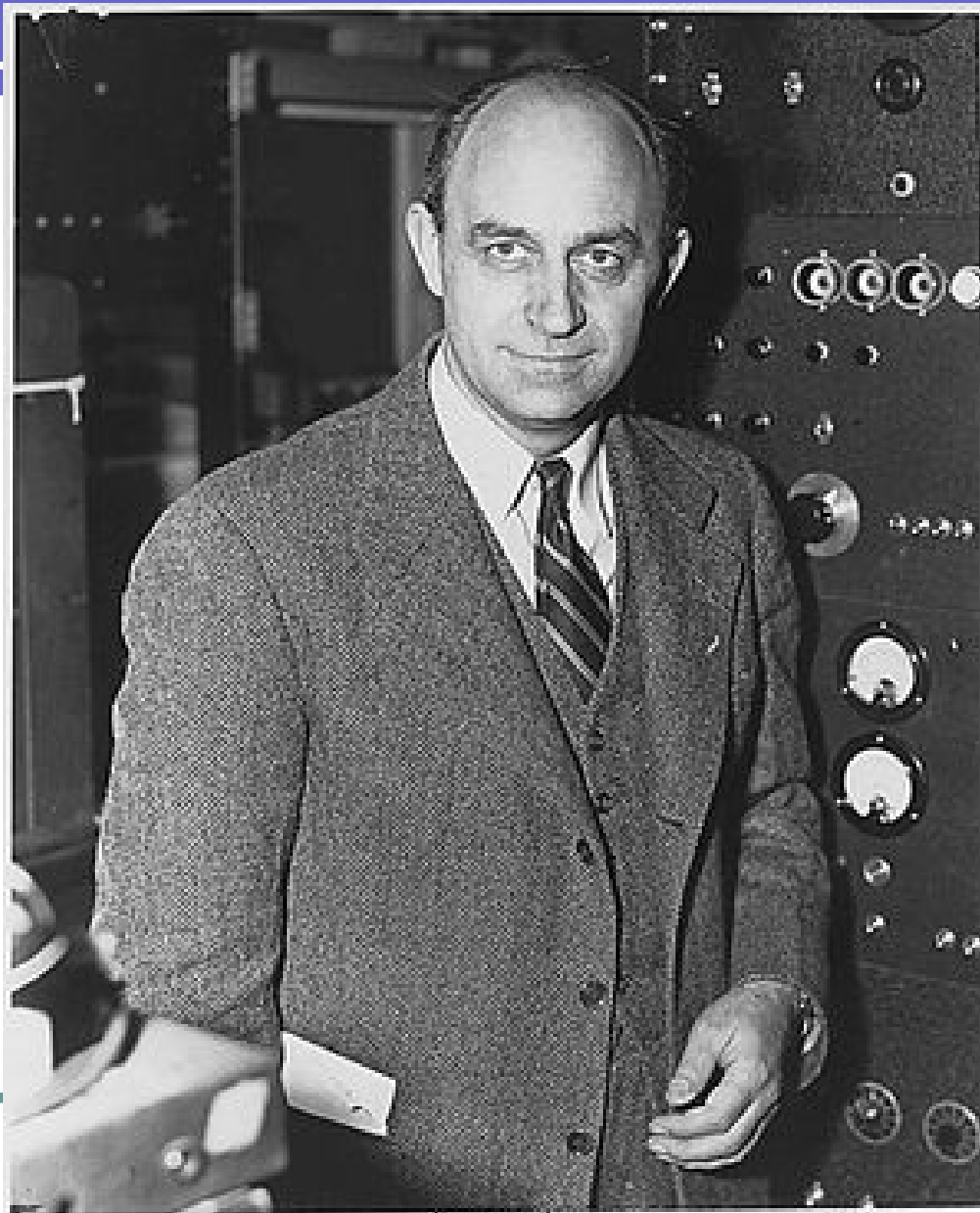
ГДЕ СУ ОНИ?
Фермијев парадокс или велико
ћутање космоса

Милан С. Димитријевић

*Астрономска опсерваторија, Волгина 7, 11160
Београд*



ЕНРИКО ФЕРМИ



- ФЕРМИЈЕВ ПАРАДОКС
- Или ВЕЛИКО ТУТАЊЕ (Brin 1983)
- Или АСТРОСОЦИОЛОШКИ ПАРАДОКС (Gindlis & Rudnitskii 1993)

- 1931 – Карл Јански из Белових лабораторија “Открива” Радио-астрономију.
- 1950 – Енрико Ферми: “Где су они?”
- 1959 – Први предлог за потрагу – Кокони и Морисон
- 1960 – Френк Дрејк започиње пројекат ОЗМА, прву потрагу за ванземаљском интелигенцијом. Две звезде Тау Сети и Епсилон Еридані су посматране током две недеље.
- 1961 – За Прву СЕТИ конференцију у Грин Бенку, формулисана Дрејкова једначина.
- 20-23 Мај 1964 конференција о ванземаљским цивилизацијама у Бјуракану
- (Јосиф Шкловски, Димитриј Мартинов, Николај Кардашов)

- 12 Април 1965 лажна узбуна због СТА 102
- 1967 – Откриће пулсара узрок лажне узбуне
- 1971 – На Бјураканској астрофизичкој опсерваторији (Јерменија – СССР) одржана Међународна СЕТИ конференција.
- 1972 – “Пионир” 10 и 11 послати са плочама
- 1977 – УАУ (WOW) сигнал
- 1977 – “Војаџер” 1 и 2 послати са дисковима
- 1996 – Бил Клинтон објавио откриће трагова живота на Марсу (Лажна узбуна због метеорита ALH8001)

ТРИ ТИПА ЦИВИЛИЗАЦИЈА (Н. Кардашов – Бјуракан 1964)

- I. Цивилизације са нивоом развоја сличним нашем.
- II. Цивилизације које контролишу енергију коју зрачи њихова звезда. Трагови се могу приметити до десет милиона светлосних година.
- III Цивилизација која користи енергију своје галаксије. Трагови се могу запазити до десет милијарди светлосних година.

SEARCH FOR EXTRATERRESTRIAL INTELLIGENCE – СЕТИ – Потрага за ванземаљском интелигенцијом

ГДЕ ДА СЕ ТРАЖИ?

Шкловски: ЗВЕЗДЕ КАСНОГ СПЕКТРАЛНОГ ТИПА (ТИП СУНЦА) СА МАЛОМ
БРЗИНОМ ОБРТАЊА

КОЈА ТАЛАСНА ДУЖИНА?

Кокони и Морисон: 21 см

1960. Ф. Дрејк ТАУ СЕТИ, ЕПСИЛОН ERIDANI (21 см – ОЗМА пројекат)

1974 Дрејк и Оливер: Аресибо 300 м радио телескоп. РАДИО ПОРУКА ПРЕМА
ГЛОБУЛАРНОМ ЈАТУ М13 У ХЕРКУЛУ (30 000 звезда – 25 000 сг)



Френк Дрејк (Frank Drake)
(28.05.1930)





$$N = R^* f_p n_e f_l f_i f_c f_L$$

N = Број „комуникабилних“ цивилизација у нашој галаксији

R^* = Просечна брзина формирања звезда у нашој галаксији

f_p = Удео звезда које имају планете

n_e = Удео планета које могу имати живот по звезди која их има

f_l = Удео планета које могу имати живот где се он развио

f_i = Удео планета са животом где се развија цивилизација

f_c = Удео цивилизација које развијају технологију која даје уочљиве знаке њиховог постојања

L = Дужина времена за које такве цивилизације испуштају уочљиве сигнале у свемир

ДРЕЈК И САГАН МИЛИОН
КОМУНИЦИРАЈУЋИХ
ЦИВИЛИЗАЦИЈА У ГАЛАКСИЈИ

ПОРУКА ИЗ АРЕСИБА

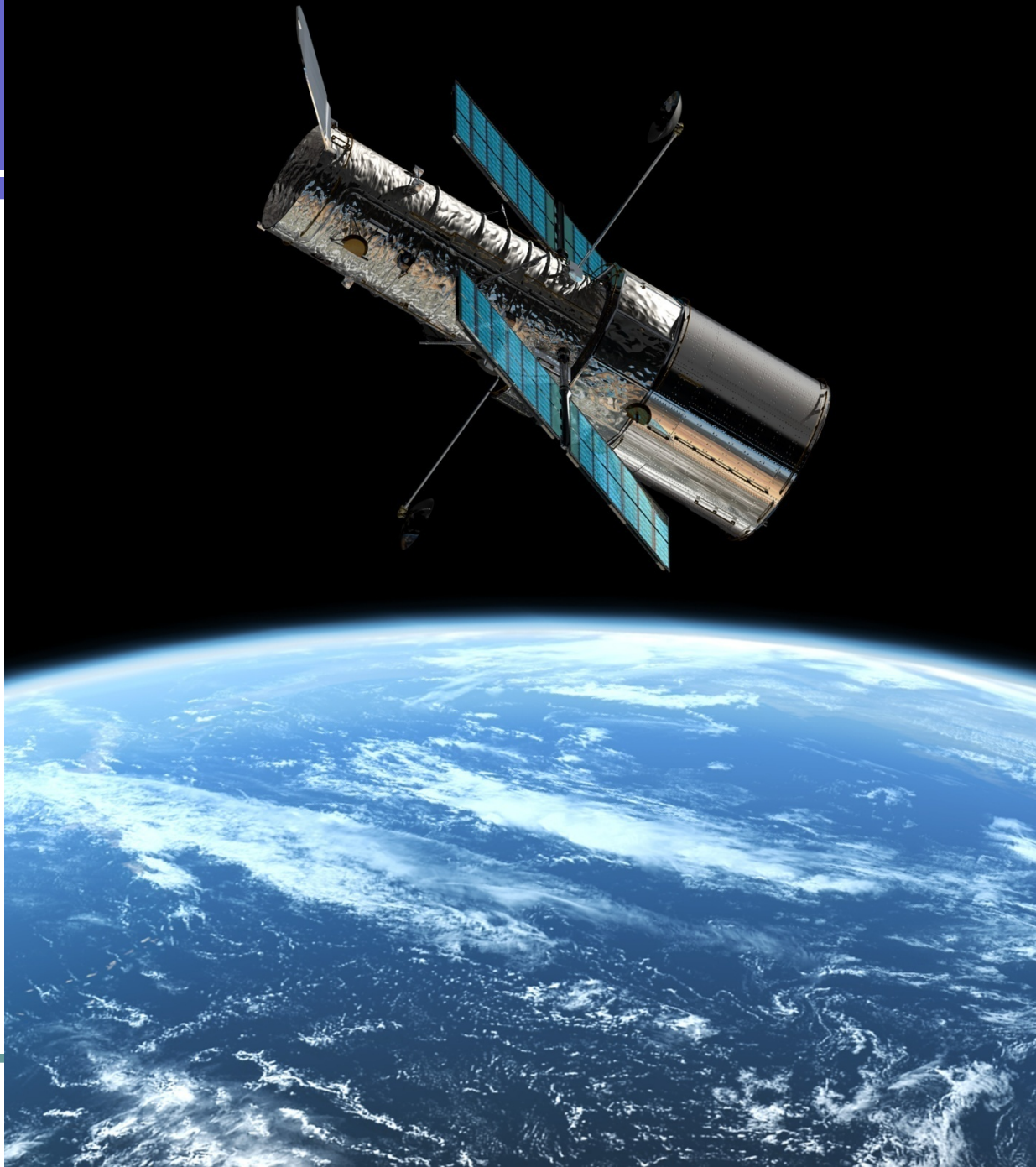
- 16. 11. 1974
- M 13, 30 000 звезда



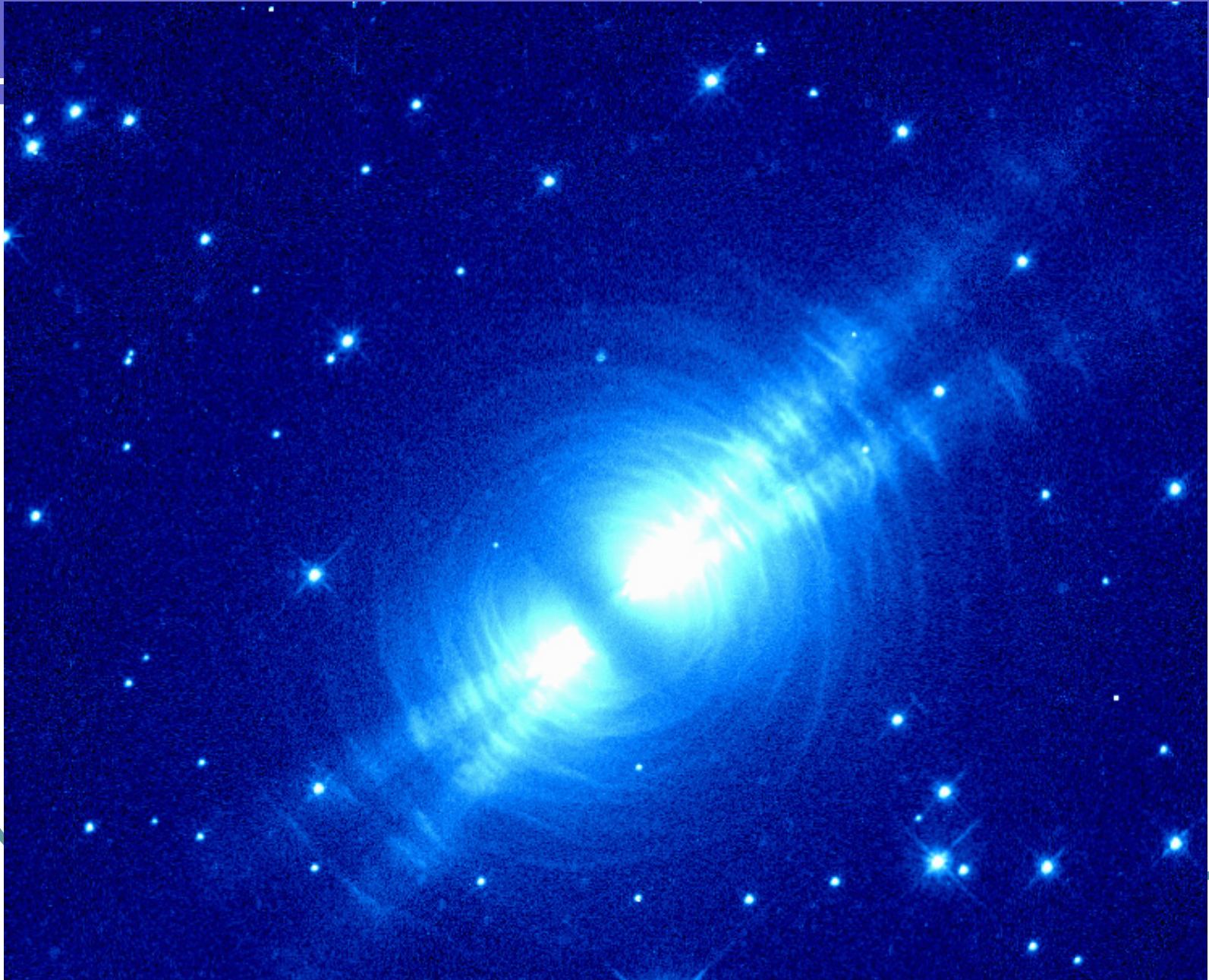
ЗНАЦИ ПОСТОЈАЊА НАПРЕДНИХ ЦИВИЛИЗАЦИЈА

- Дисонова лъуска (Фриман Дисон - Freeman Dyson 1960) (гледајући споља као инфрацрвена лъуска или омотач)
- Трагови употребе антиматеријског горива (Harris 2002, Jugaku & Nishimura 2003)

XCT



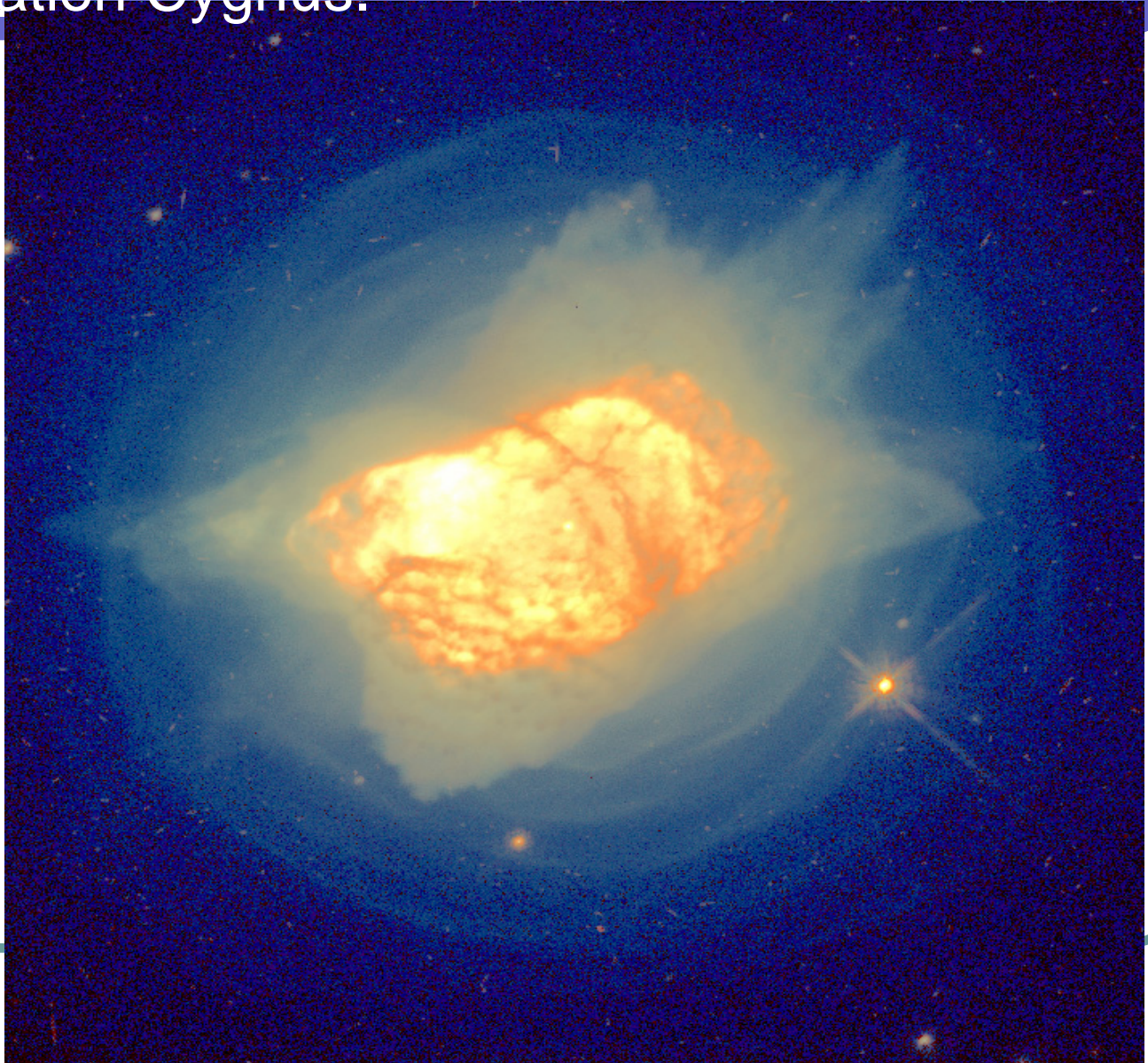
Egg nebula 3000ly



Eskimo Nebula (NGC 2392), or Clown-faced Nebula,
Lion Nebula, or Caldwell 39, 6500 ly



NGC 7027 is a very young and dense planetary nebula located around 3,000 light-years from Earth in the constellation Cygnus.



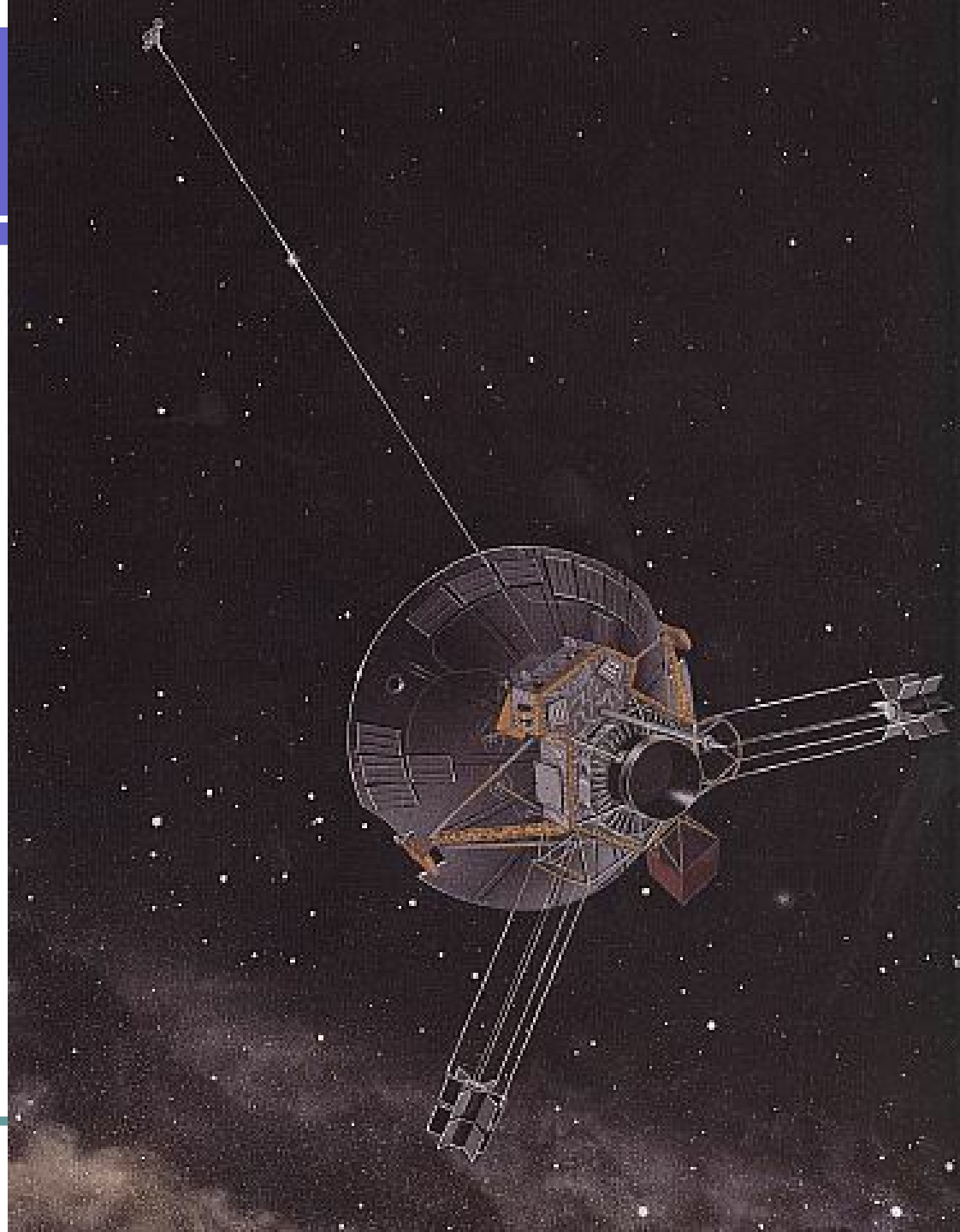
Mz3 or Ant Nebula 8154 ly



Helix Nebula (also known as NGC 7293 or Caldwell 63 or God's eye) is a planetary nebula (PN) located in the constellation Aquarius, 655 ly



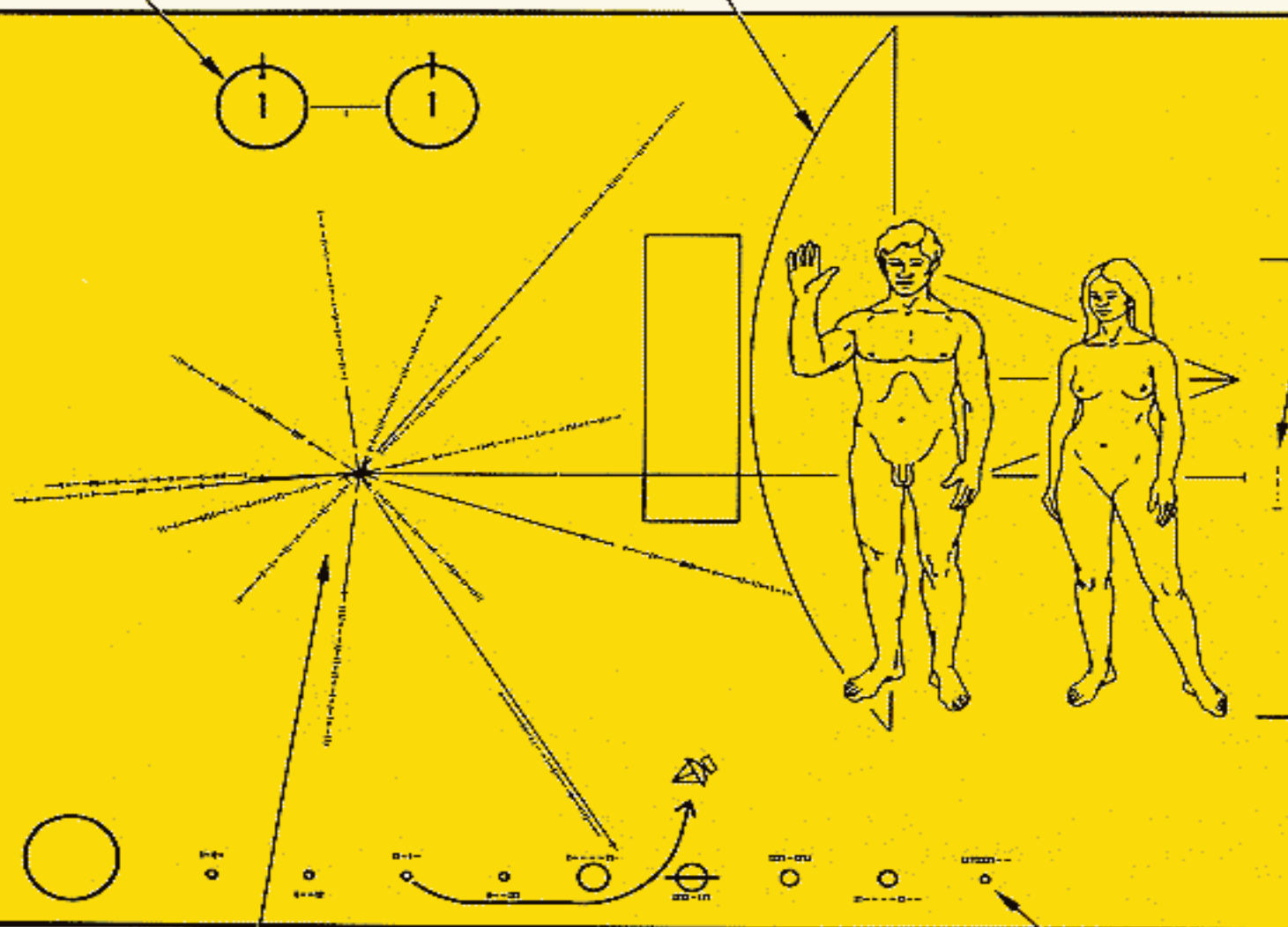
ПИОНЕР 10-11



HYPERFINE TRANSITION OF NEUTRAL HYDROGEN

SILHOUETTE OF SPACECRAFT

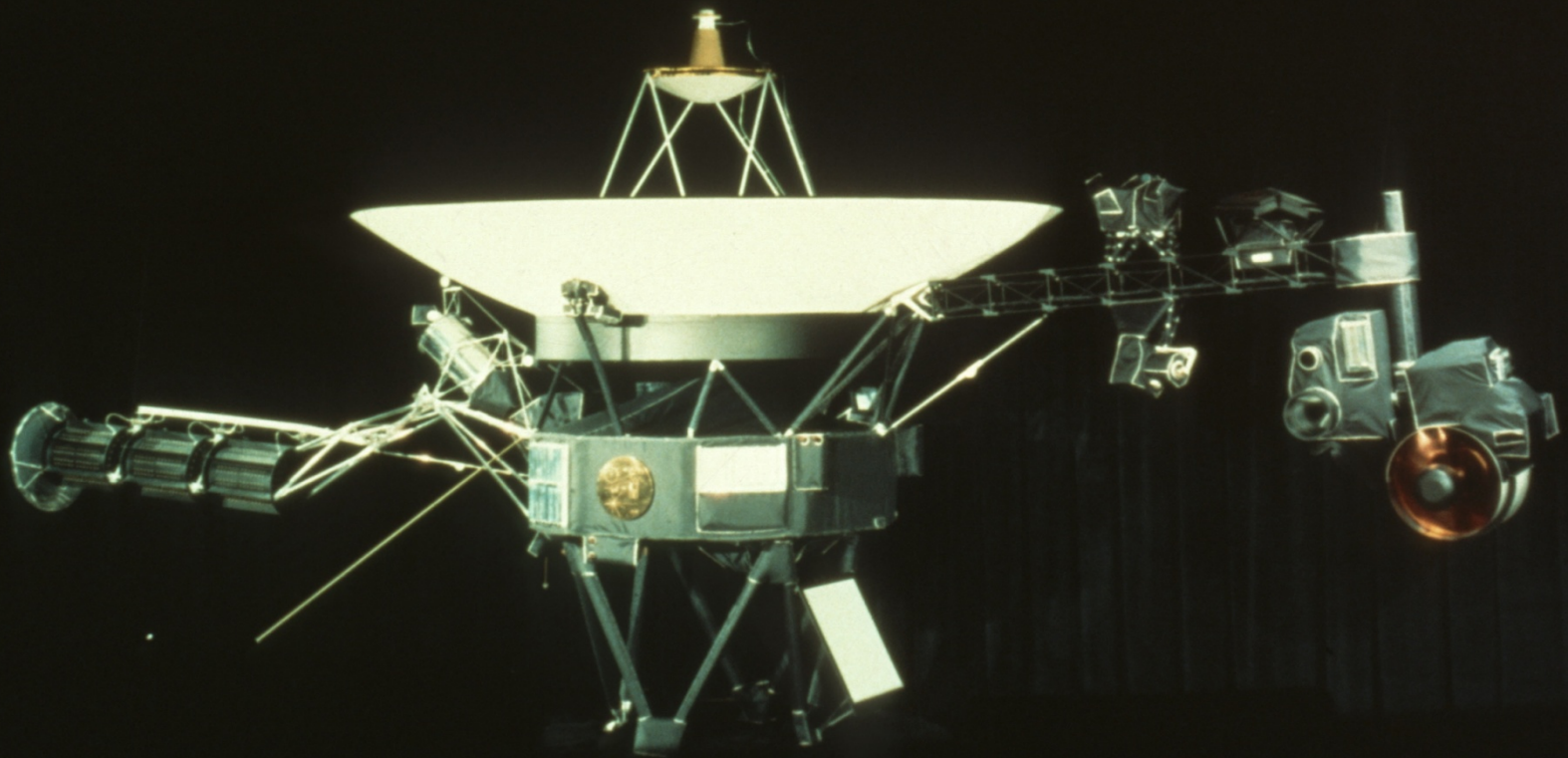
BINARY EQUIVALENT OF DECIMAL 8



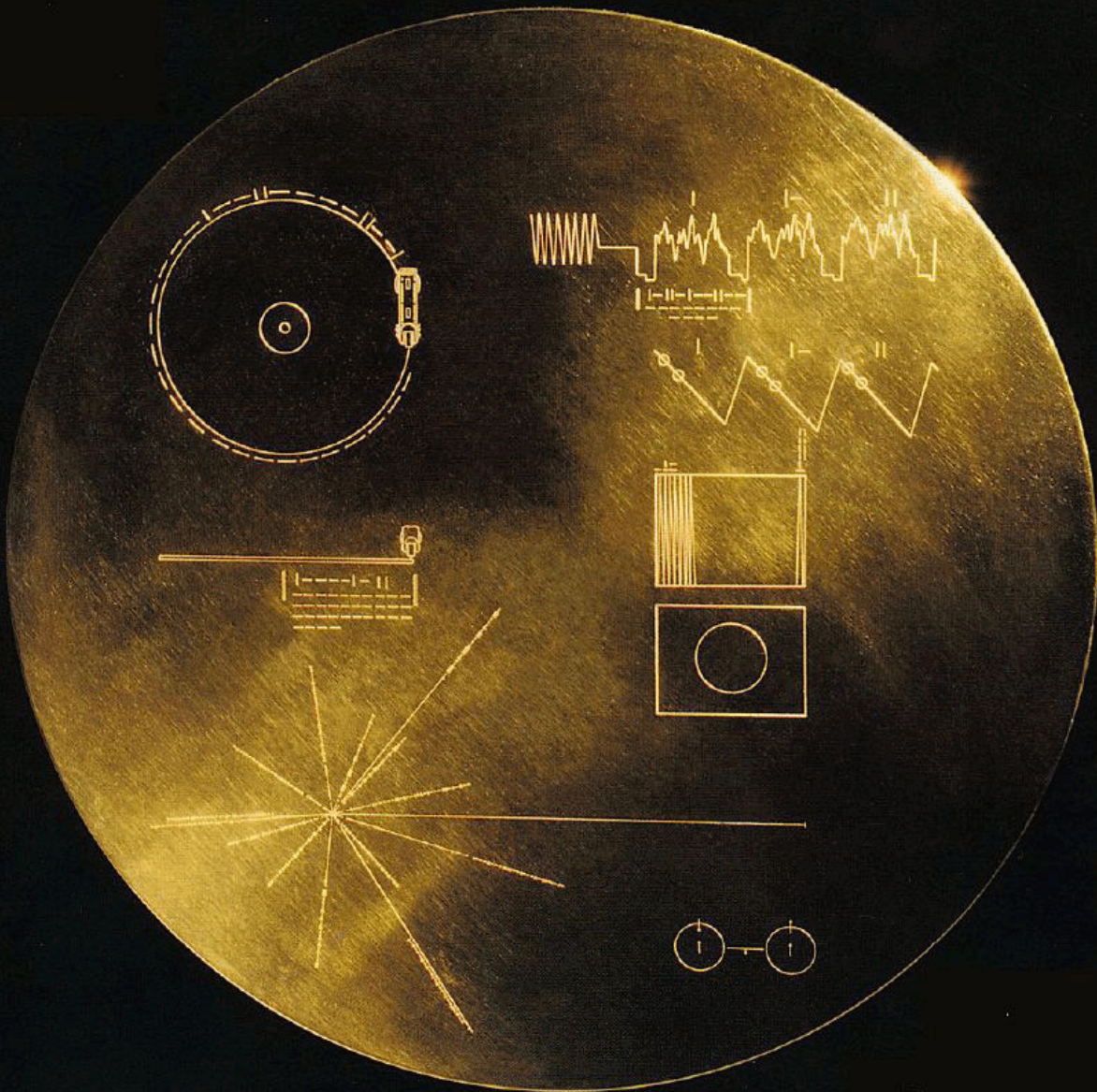
POSITION OF SUN
RELATIVE TO 14
PULSARS AND THE

PLANETS OF SOLAR
SYSTEM AND BINARY
RELATIVE DISTANCES

BOJACEP 1-2



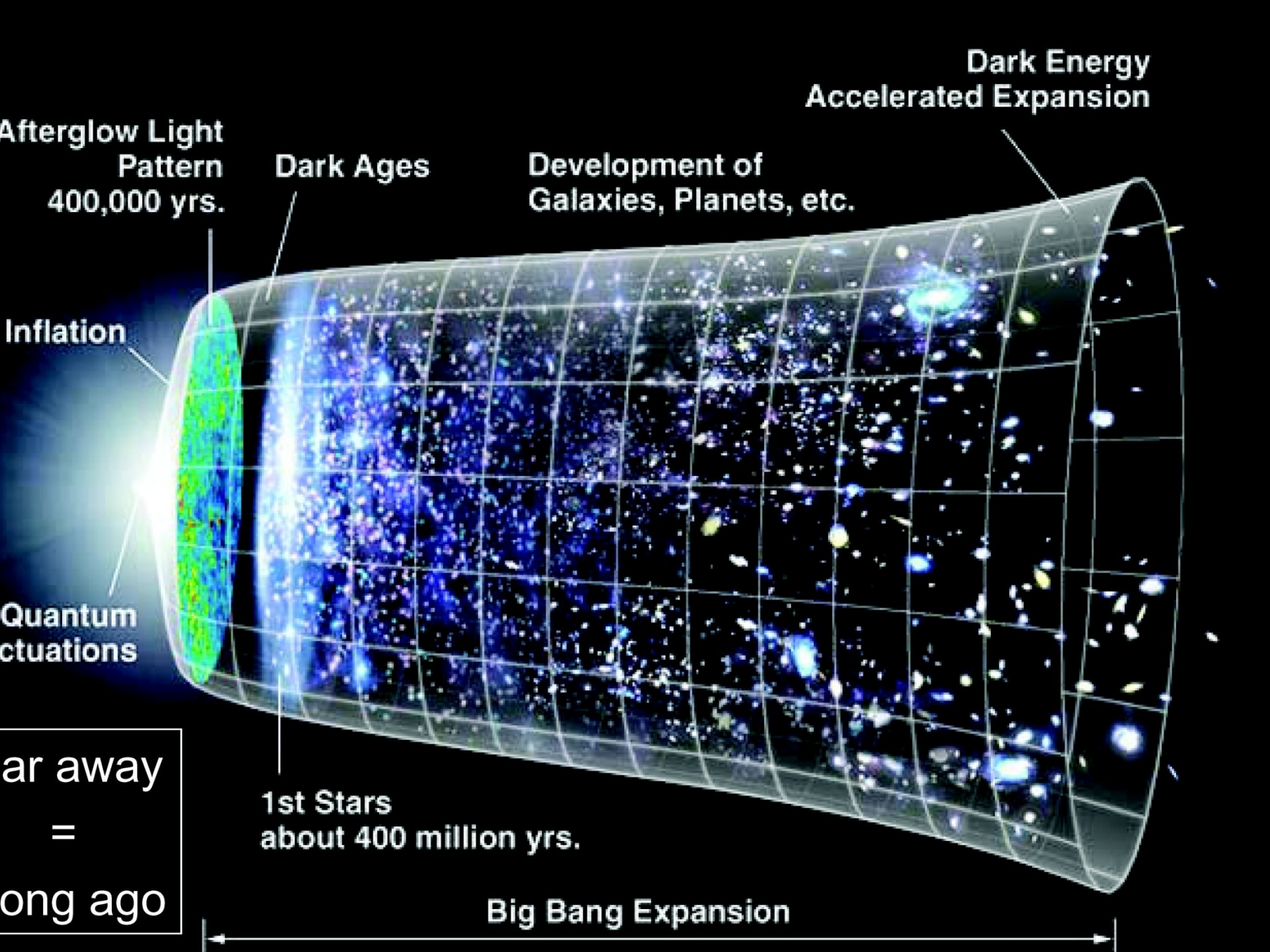
Поклопац Војаџерове златне плоче





THE
SOUNDS
OF
EARTH

UNITED STATES OF AMERICA
PLANET EARTH



Afterglow Light
Pattern
400,000 yrs.

Dark Ages

Development of
Galaxies, Planets, etc.

Dark Energy
Accelerated Expansion

Inflation

Quantum
fluctuations

far away
=
long ago

1st Stars
about 400 million yrs.

Big Bang Expansion

ТРИПЛЕРОВО РЕШЕЊЕ

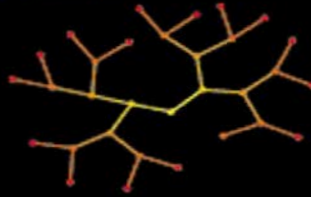
- Френк Типлер 1980: Наша цивилизација је јединствена у Галаксији!
- -Мала вероватноћа да ће се напредни облици живота развити
- -Велика вероватноћа да ће, ако се развију, колонизовати целу Галаксију
- $V=0.1$ с $R = 5$ сг $t = 50$ г
- Рачунари као Нојманове машине (John von Neuman)

- Мајкл Папајанис (Michael Papaianis):
- Велике космичке станице способне да удоме 100 до 1000 људи. Релативно је лако да оне постану међузвездани путници
- $V = 0.02$ с, $R = 10$ сг, $t = 500$ г
- 500 г да започне следеће путовање
- $V1 = 1$ сг/100 г

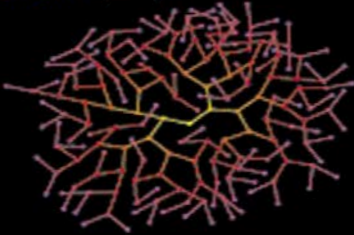
STEP 1: 500 yrs



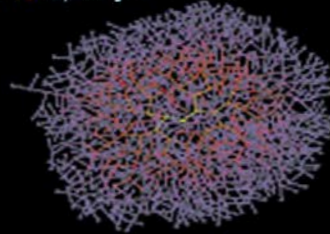
STEP 4: 2,000 yrs



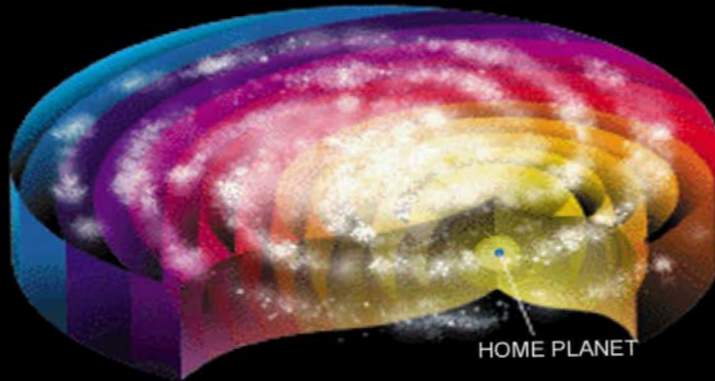
STEP 7: 3,500 yrs



STEP 10: 5,000 yrs



STEP 7,500: 3.75 Million yrs (Galaxy Completely Colonized)



Colonization Timeline (millions of years)



Cosmic Timeline (millions of years)



- ДРЕЈК: Милион цивилизација данас
- Милијарду у прошлости. Довољно је да погледамо оближње звезде

Дан пренего што се колонисти укрцају у космички брод имају:

- Интелектуални капитал целе планете
- Специјализацију и расподелу послова целе планете
- Инфраструктуру и добра који су нагомилавани стотинама па и више од хиљаду година
- Нагомилано знање о расположивим природним ресурсима

Првог дана на новој планети:

- Интелектуални капитал колониста и онај који је “заробљен” у књигама
- Специјализацију и расподелу послова међу колонистима
- Инфраструктуру и добра који су донети на космичком броду
- Површно знање о расположивим природним ресурсима

Могуће решење Фермијевог парадокса:

- Драстично смањени животни стандард и технолошки ниво нове међузвездане колоније

МЕХАНИЗАМ ГЛОБАЛНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ КАО МОГУЋЕ РЕШЕЊЕ

- Annis (J. Brit. Interplanetary Soc., 1999, 52, 19)
- Динамички процес који спречава или забрањује униформно настајање или развој живота кроз Галаксију

(Гама бљескови)

У Галаксији – фазни прелаз на релативно краткотрајној временској скали од углавном мртвог места до Галаксије испуњене животом велике сложености.

Fermi's Paradox

Catastrophic hypotheses

"Rare Earth" hypotheses

Solipsist hypotheses

Self-destruction

Natural hazards

- Fine-tuning
- Evolutionary contingency
- Adaptationism

- Simulation/planetarium

- "zoo"
- "interdict"

- Special creation

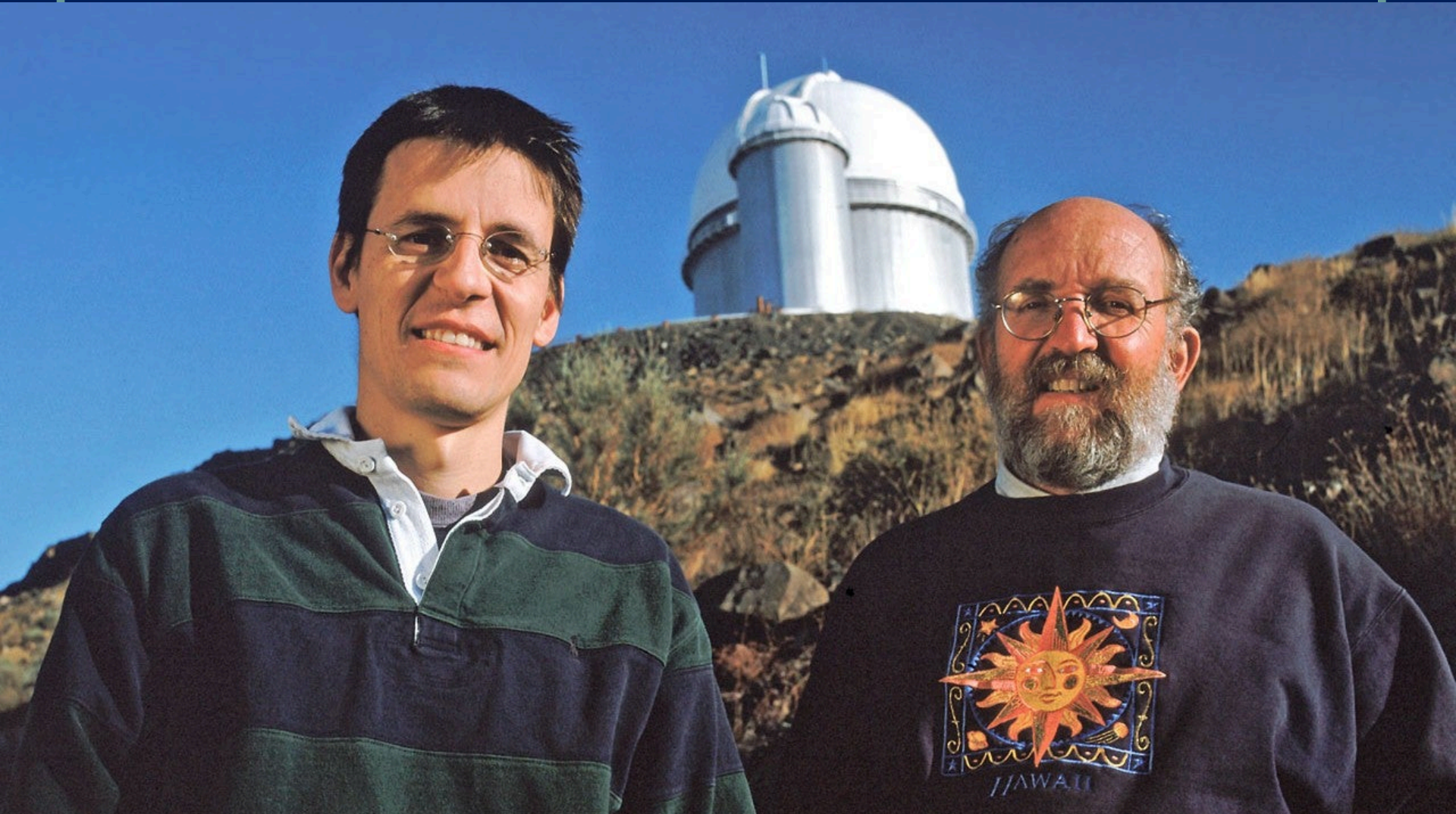
- Fine-tuning
- Biotech/nanotech misuse
- Social Collapse
- Totalitarianism

- Impacts
- Supervolcanism
- SNe/ γ -ray bursts

OBSERVATION-SELECTION EFFECTS!

- GAIA 2013, Милијарду звезда,
десетине хиљада егзопланета,
500.000 квазара
Мапирање Млечног
пута у три димензије

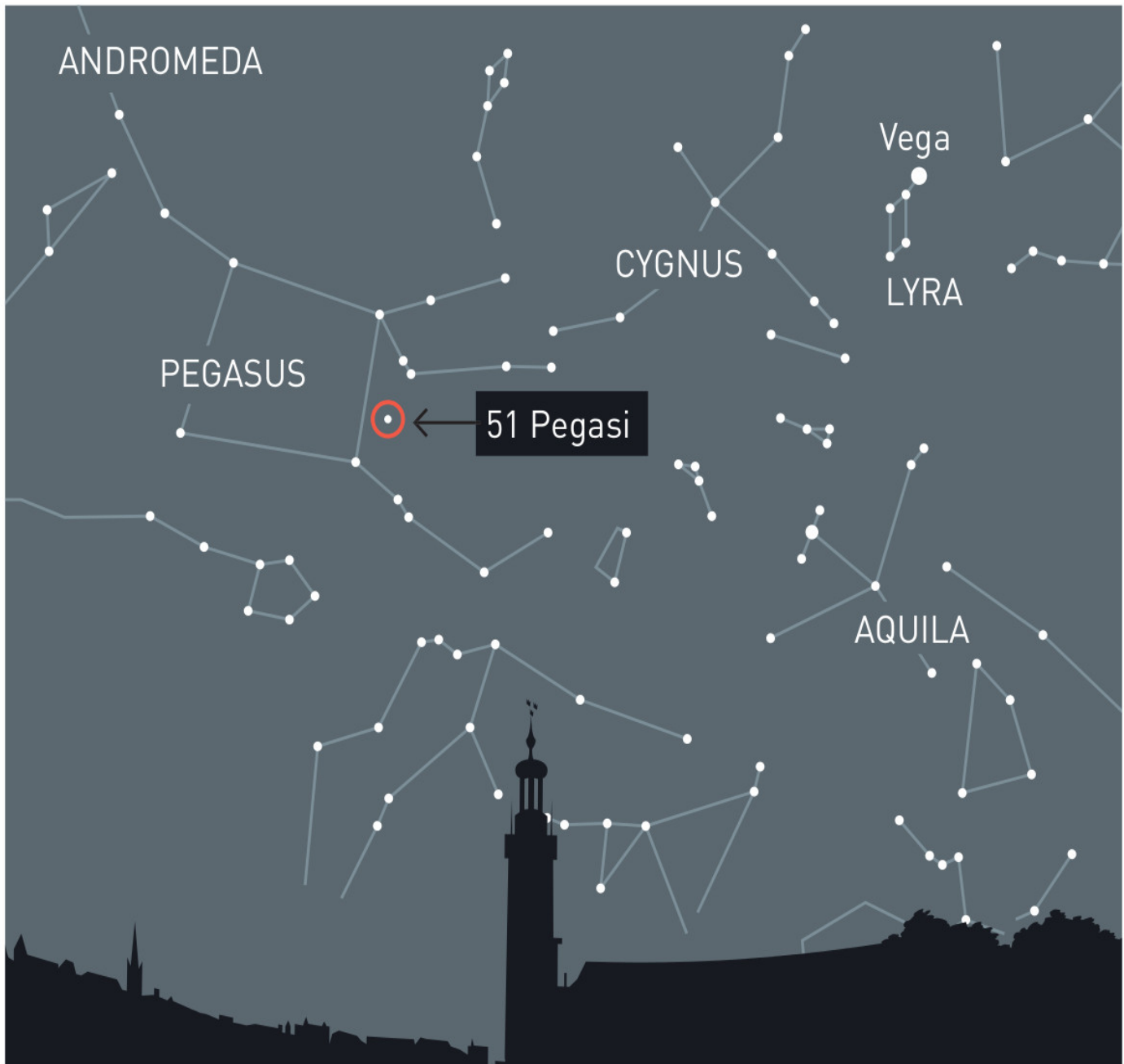
Дидје Келоз и Мишел Мајор Нобелова награда 2019



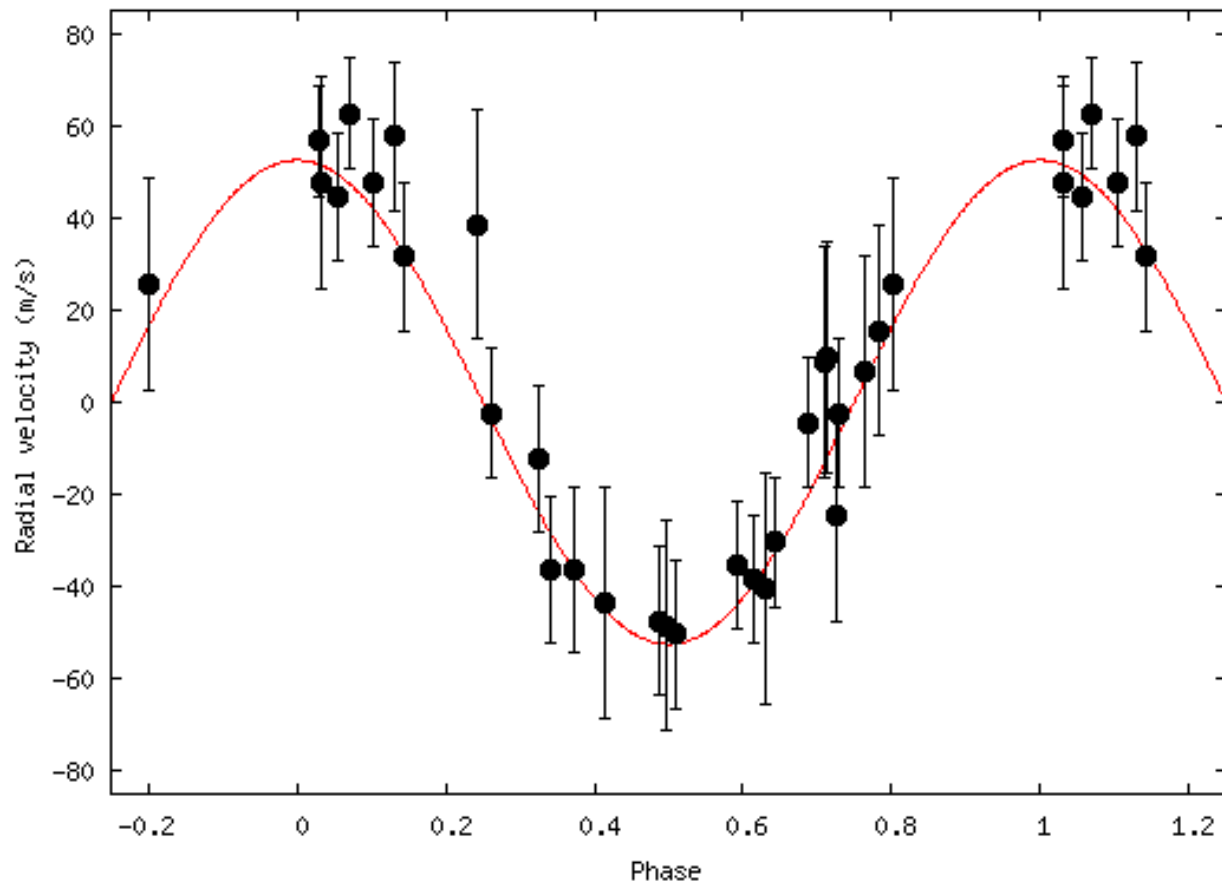
Прве детекције егзопланета око пулсара
из 1988 и 1992 су касније потврђене.

Мајор и Келоз прва планета око звезде.

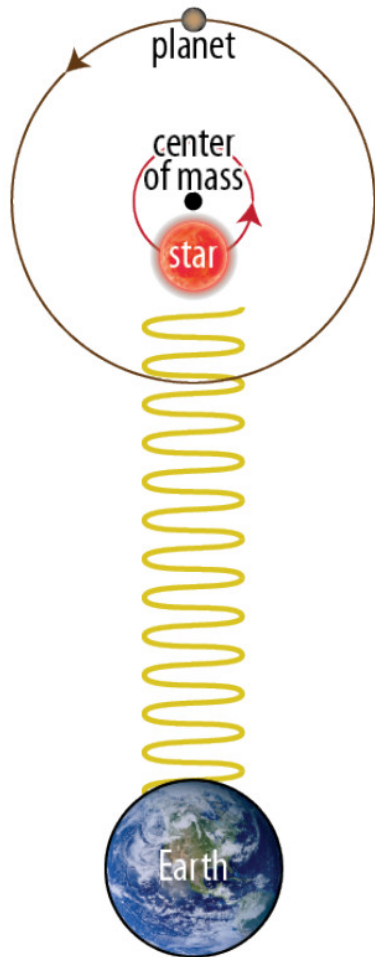
Открили у јесен 1994. објавили 1995



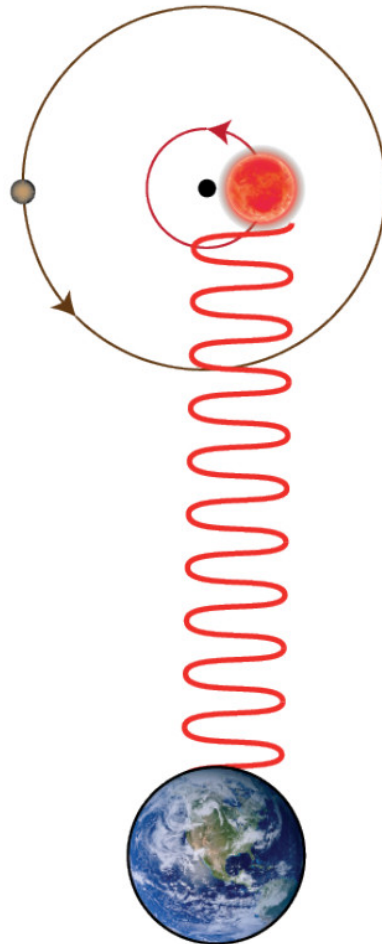
51 Peg radial velocity - Phase curve - C. Buil



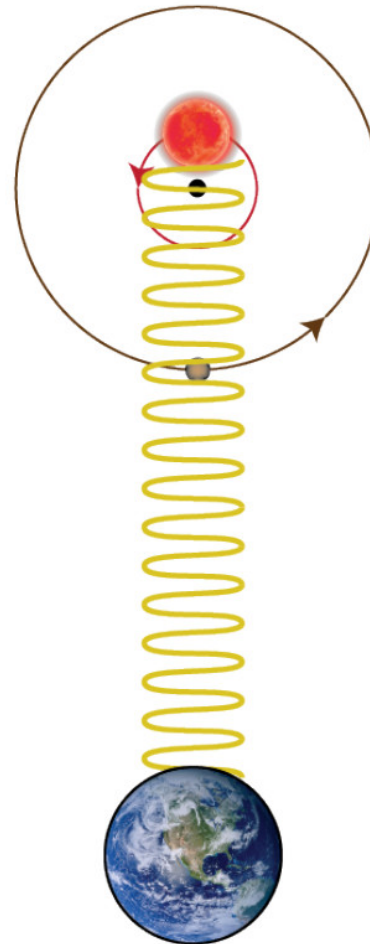
1 $\Delta RV = 0$ cm/s



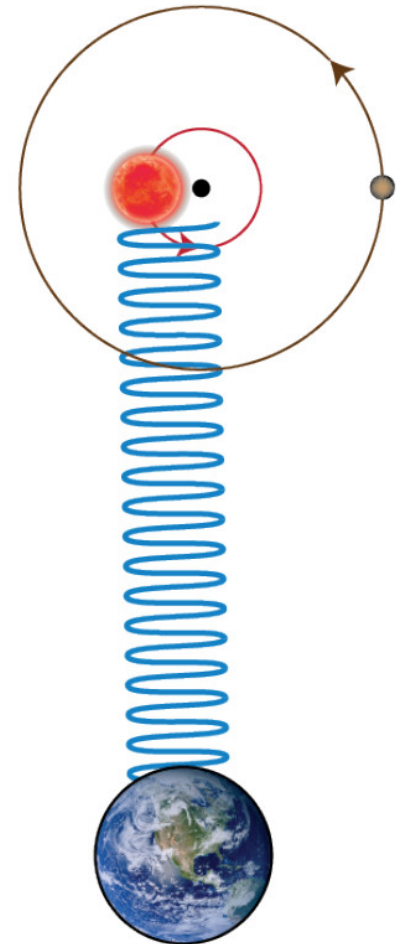
2 $\Delta RV = 25$ cm/s



3 $\Delta RV = 0$ cm/s

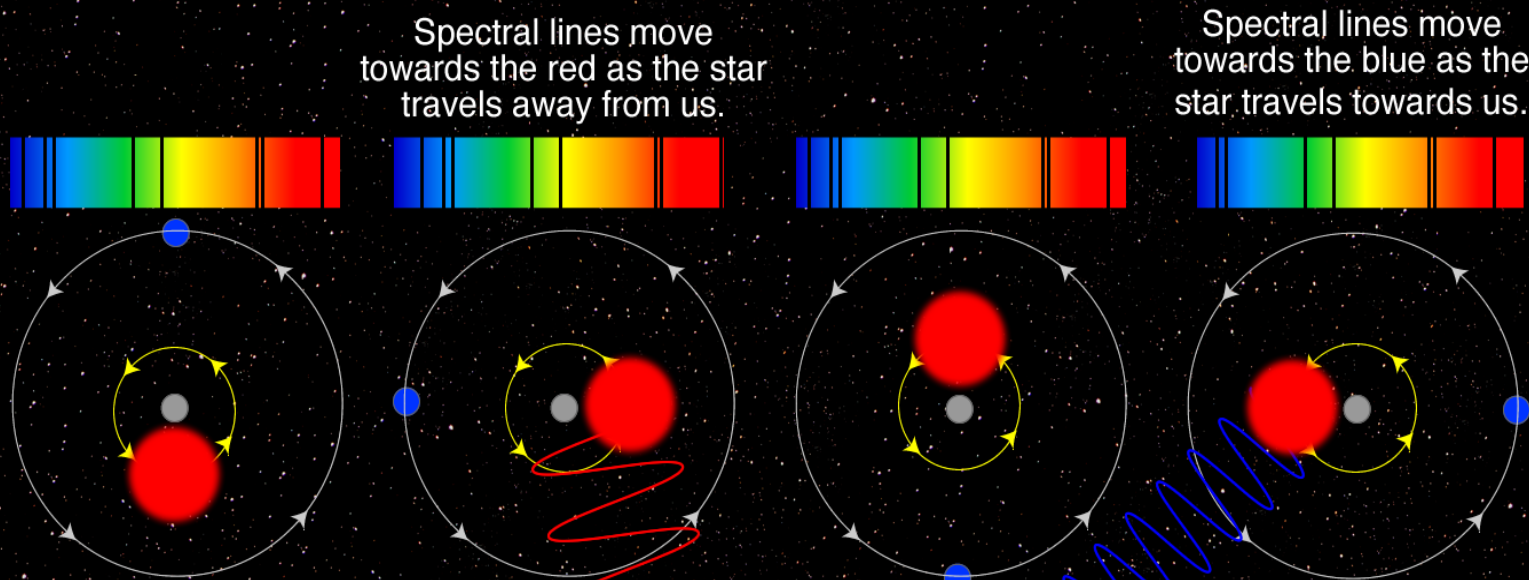


4 $\Delta RV = -25$ cm/s



Radial Velocity Method

The star and planet orbit their common center of mass.



As the star moves away from us, light waves leaving the star are "stretched" and move towards the red end of the spectrum.

As the star moves towards us, light waves leaving the star are "compressed" and move towards the blue end of the spectrum.

- Planet
- Center of Mass
- Star

Not to scale

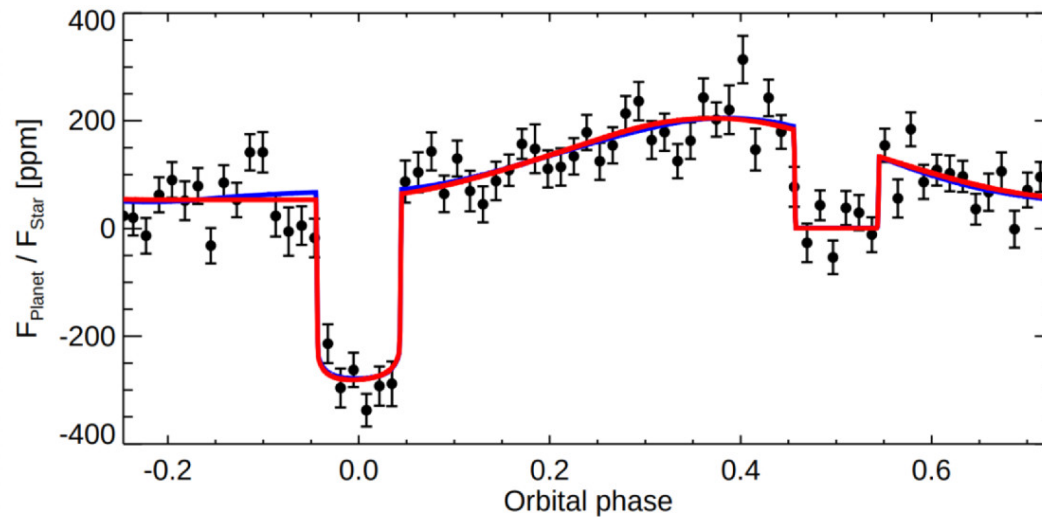
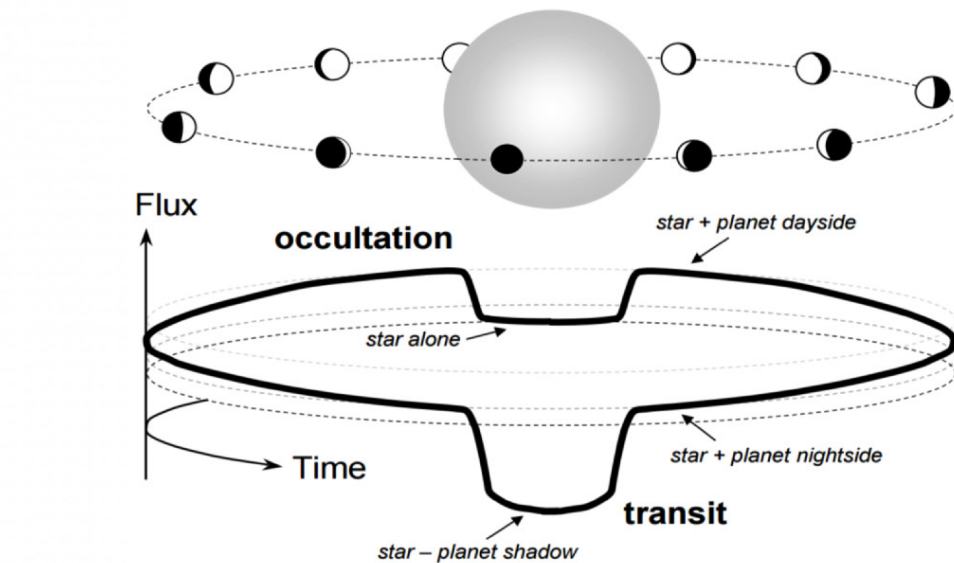
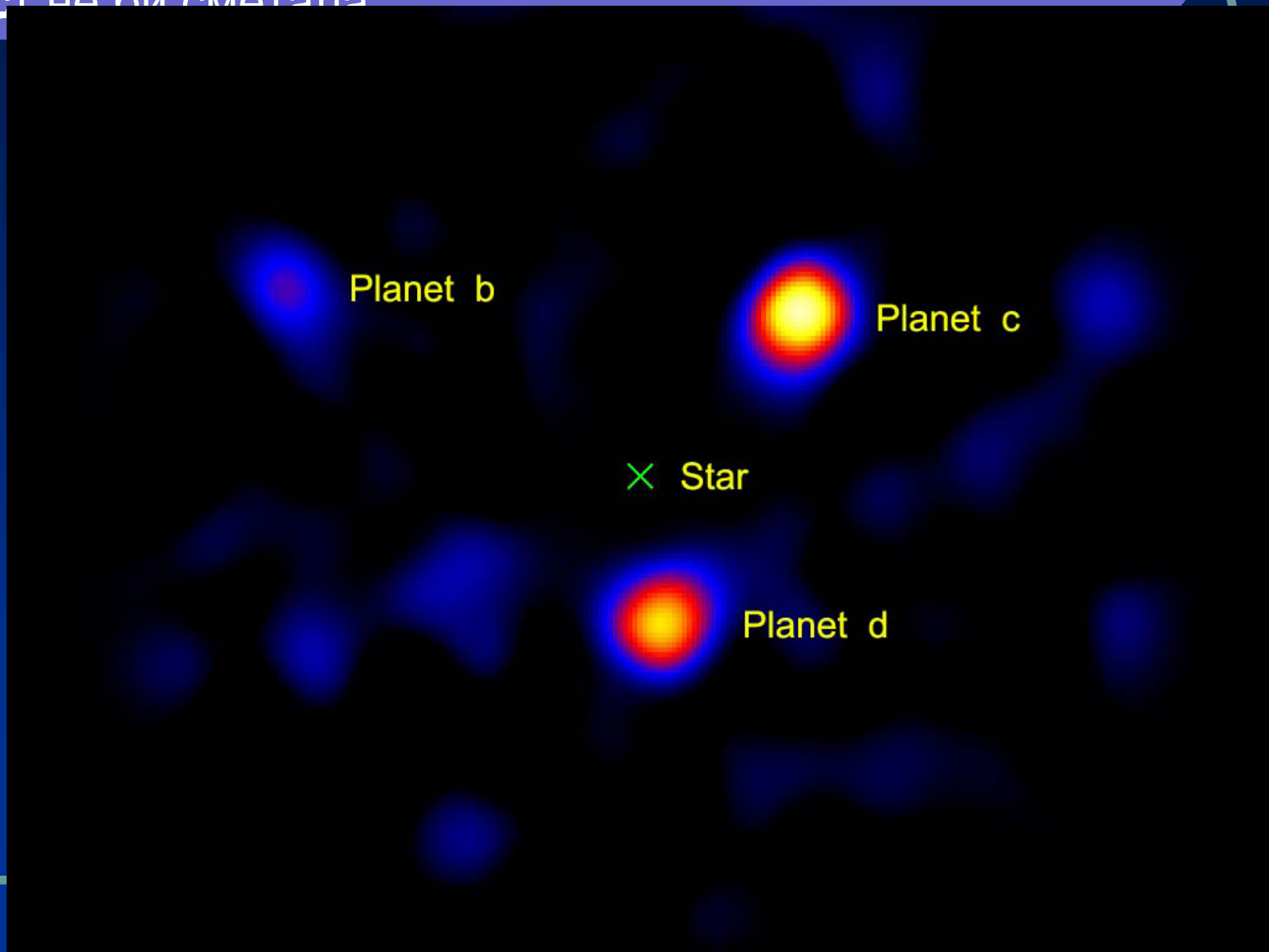


FIGURE 1.3: Upper panel illustrates phase-curve of an exoplanet transiting its host star (Source: Josh Winn). Bottom panel shows phase-curve of the exoplanet 55 Cancri e observed with Spitzer/IRAC at $4.5\mu\text{m}$. (Demory et al., 2016)

Фото три планете око звезде HR 8799, у Пегазу, 129 с.г. од нас. Звезда је заклоњена специјалном методом да њена светлост не би сметала



29. јуна 2021 има 4776 потврђених екстрасоларних планета

Поред планета око звезда и лутајуће планете. Процена више од милијарде у Млечном путу

Посматрани: Прстенови

2013 први кандидат за сателит планете

Атмосфере – прва 2001

Репови као код комете

Ерупције вулкана

Over 1000 Confirmed Exoplanets



Number of confirmed exoplanets in each category are in red, total 1010.

Credit: PHL @ UPR Arcibo, Oct 2011

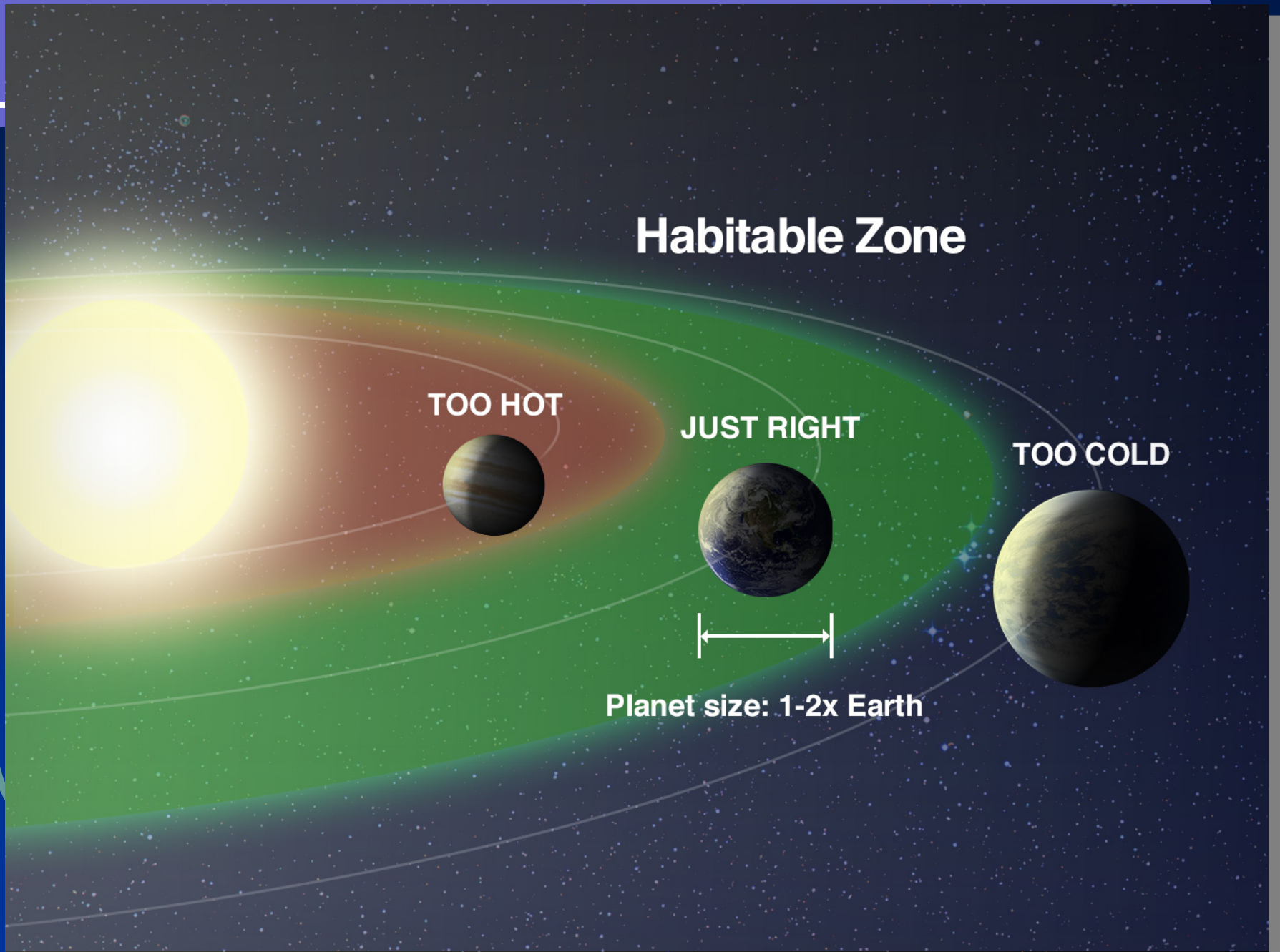
Habitable Zone

TOO HOT

JUST RIGHT

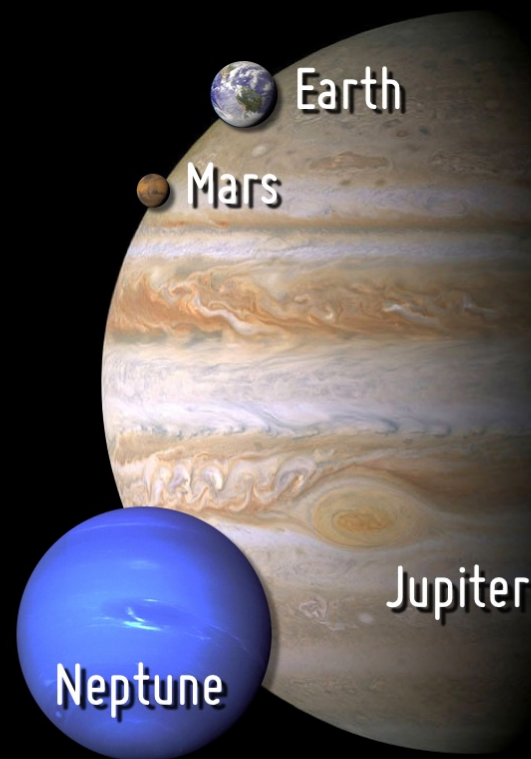
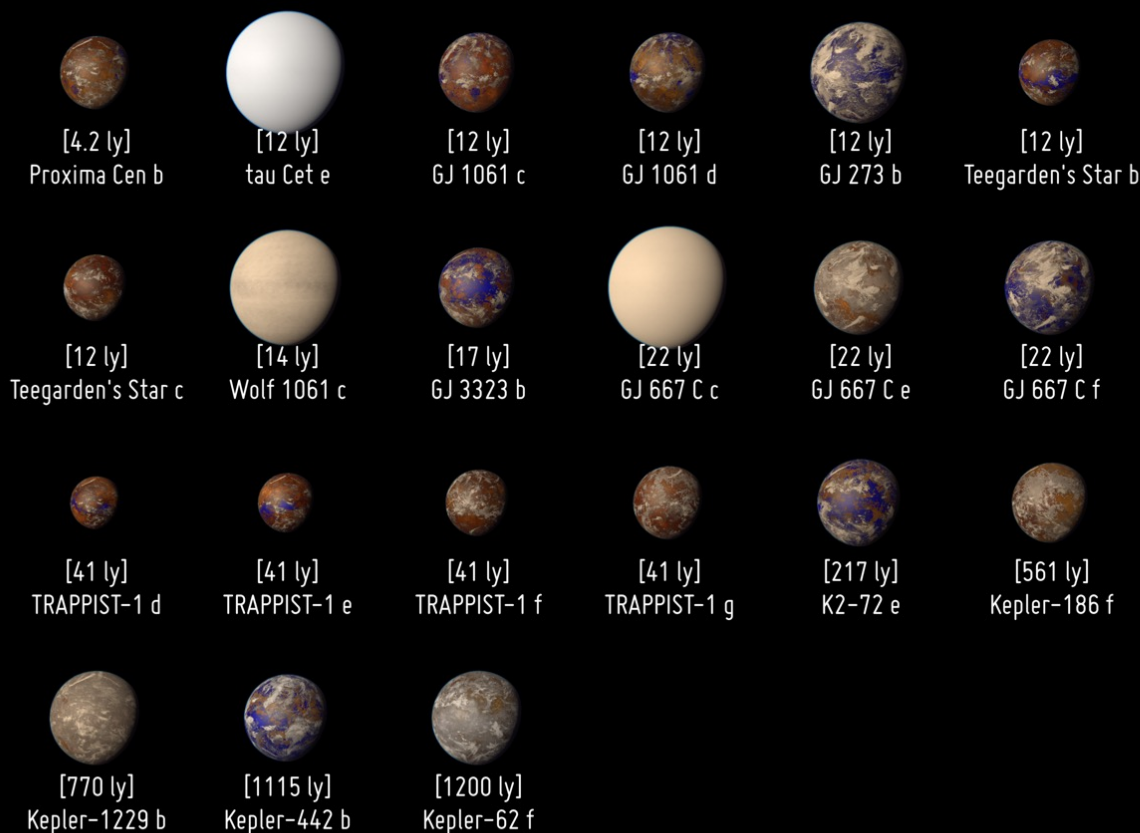
TOO COLD

Planet size: 1-2x Earth



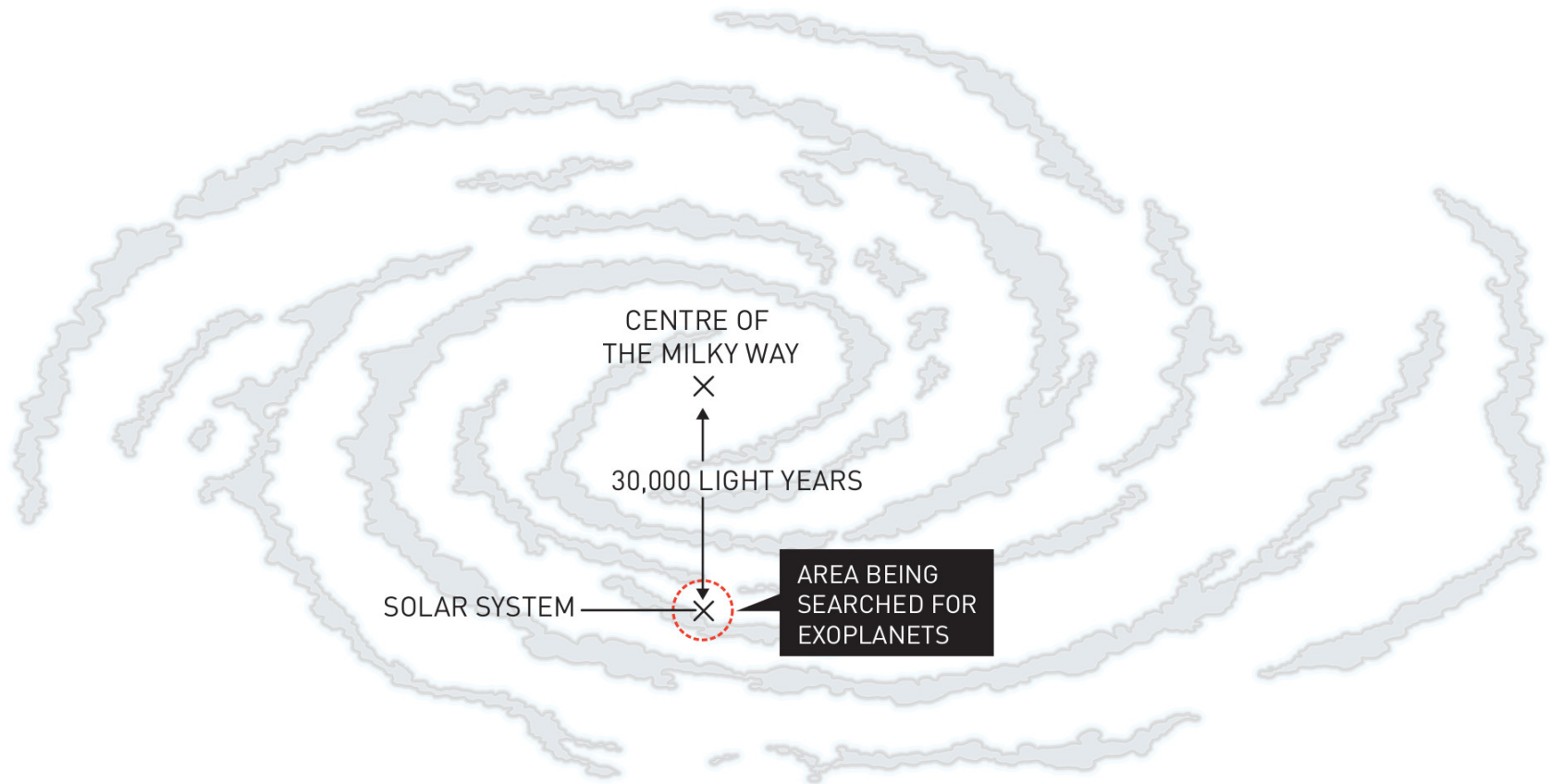
Potentially Habitable Exoplanets

Ranked by Distance from Earth (light years)



Artistic representations. Earth, Mars, Jupiter, and Neptune for scale. Distance from Earth is between brackets.

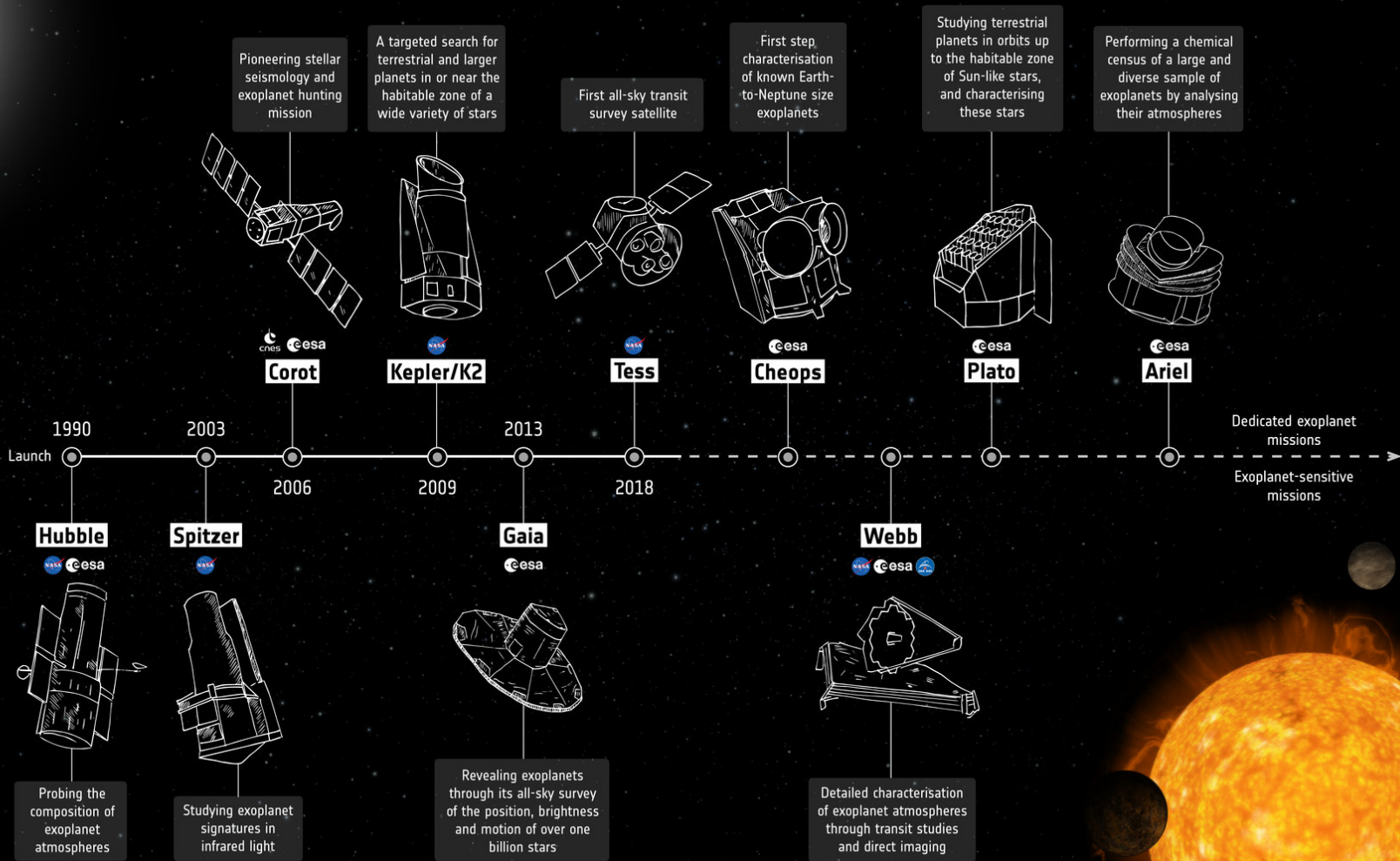
CREDIT: PHL @ UPR Arcibo (phl.upr.edu) Sep 4, 2019





Ground-based observatories

First discoveries of exoplanets in the 1990s opened up the field of exoplanet research. New innovations and discoveries continue to this day



Milky Way Galaxy

Kepler Search Space

← 3,000 light years →

Sagittarius Arm

Sun

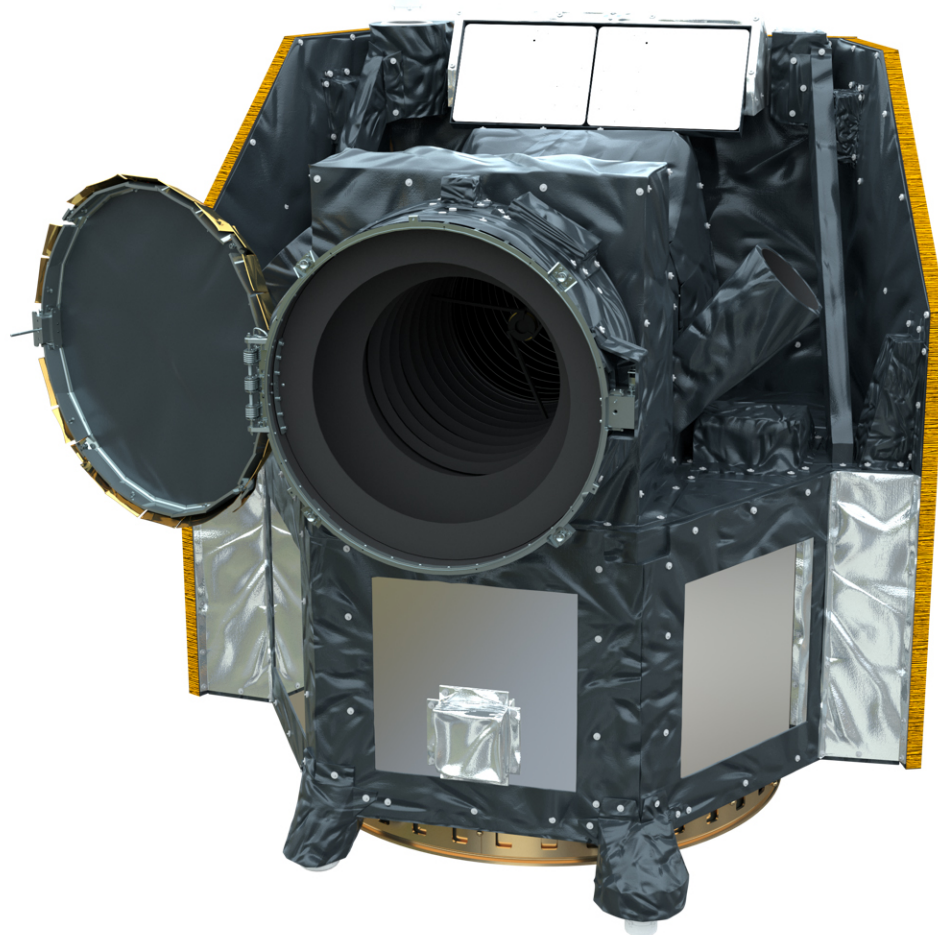
Orion Spur

Perseus Arm



ΚΕΟΠΣ 18.12.2019 CHEOPS

CHaracterising ExOPlanet Satellite



ELT-European Large Telescope 39 m, 2024

0.4 – 21 μm

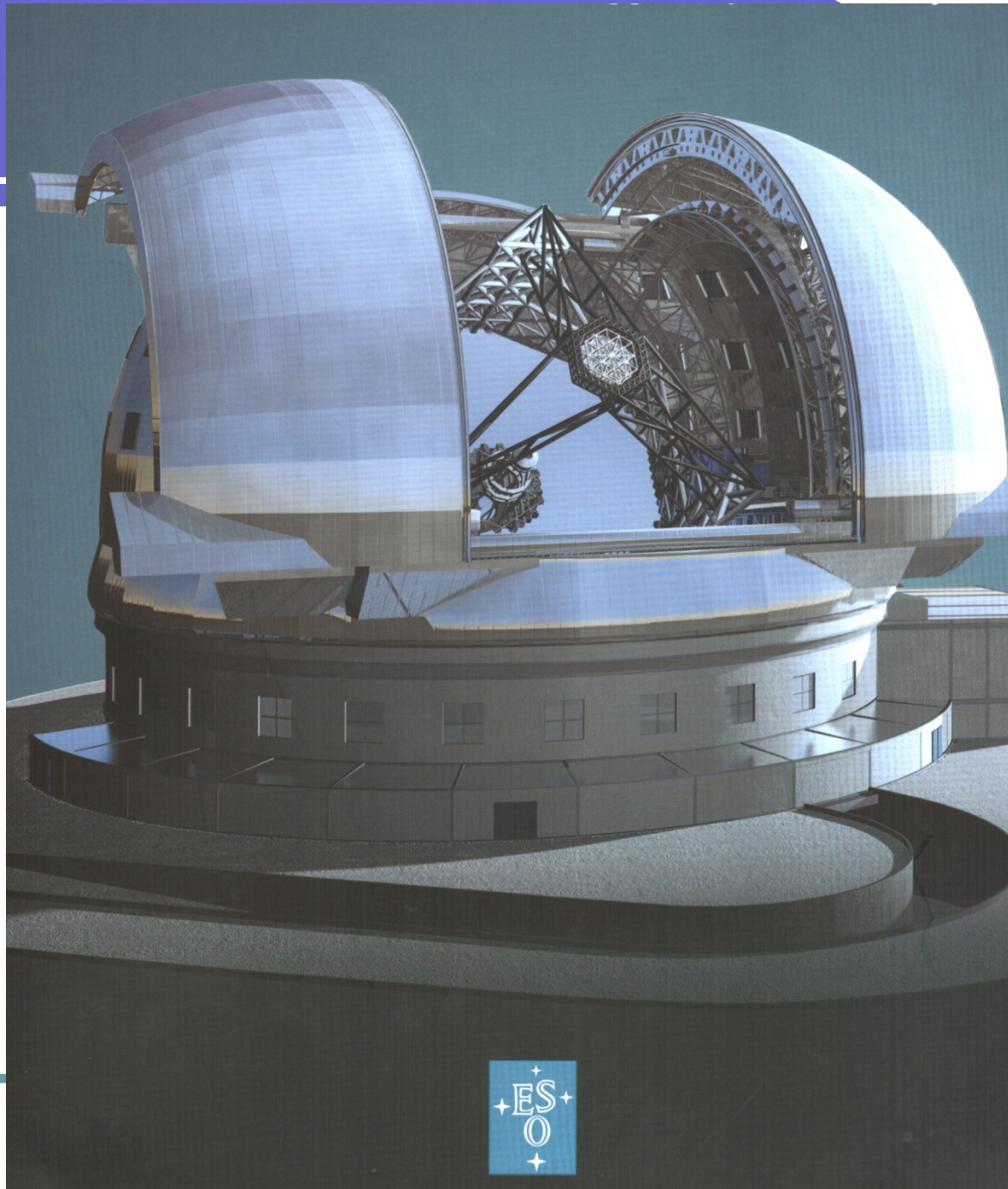
Америка-Канада : 30 м

TMT – Thirty Meter
Telescope

Америка -Аустралија

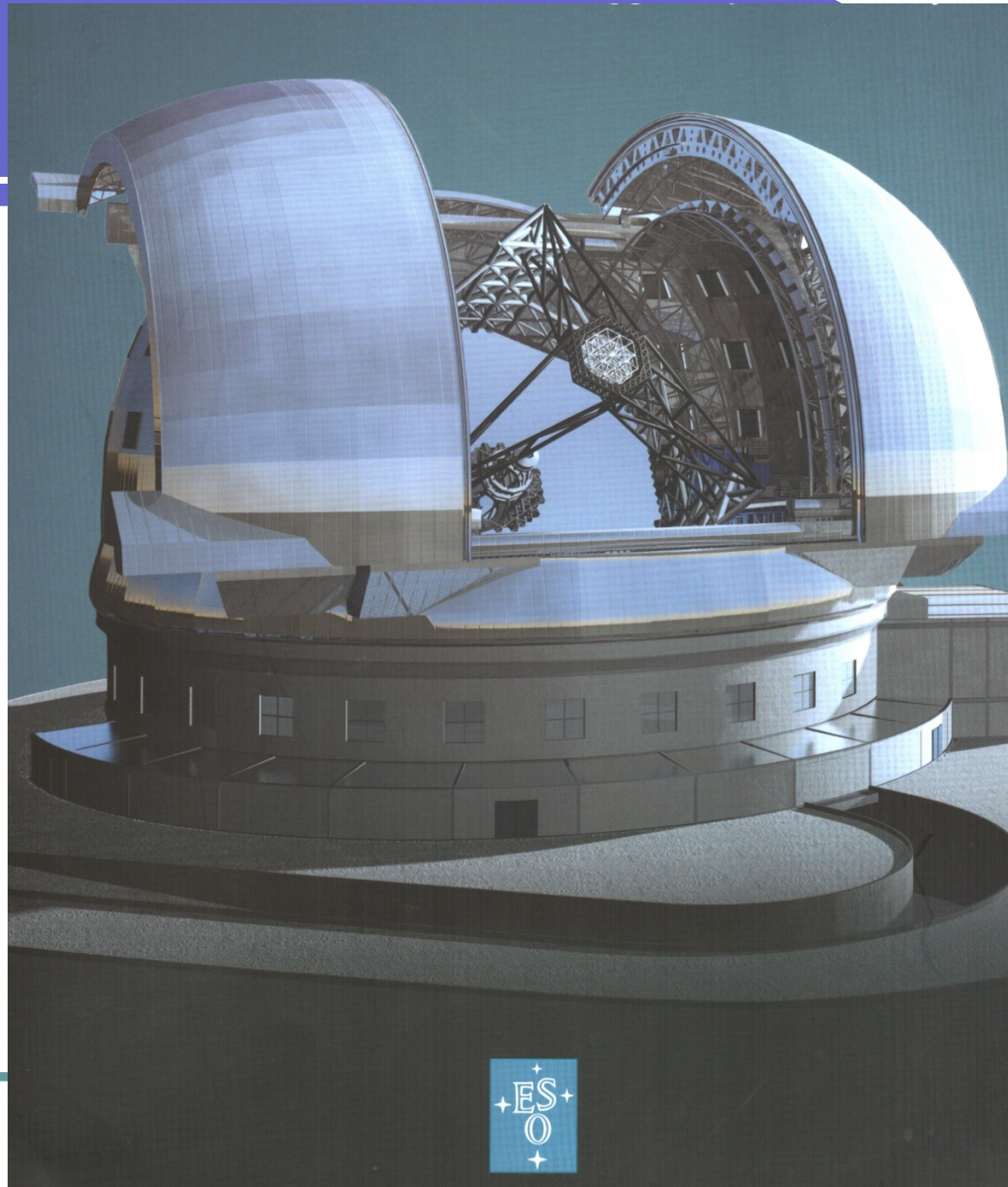
Giant Magellan
Telescope

JWST – 6.5m 2021



ELT-European Large Telescope

- Слике егзопланета у настањивим зонама
- Карактеристике атмосфере егзопланета
- ТРАГАЊЕ ЗА ЗНАЦИМА ЖИВОТА

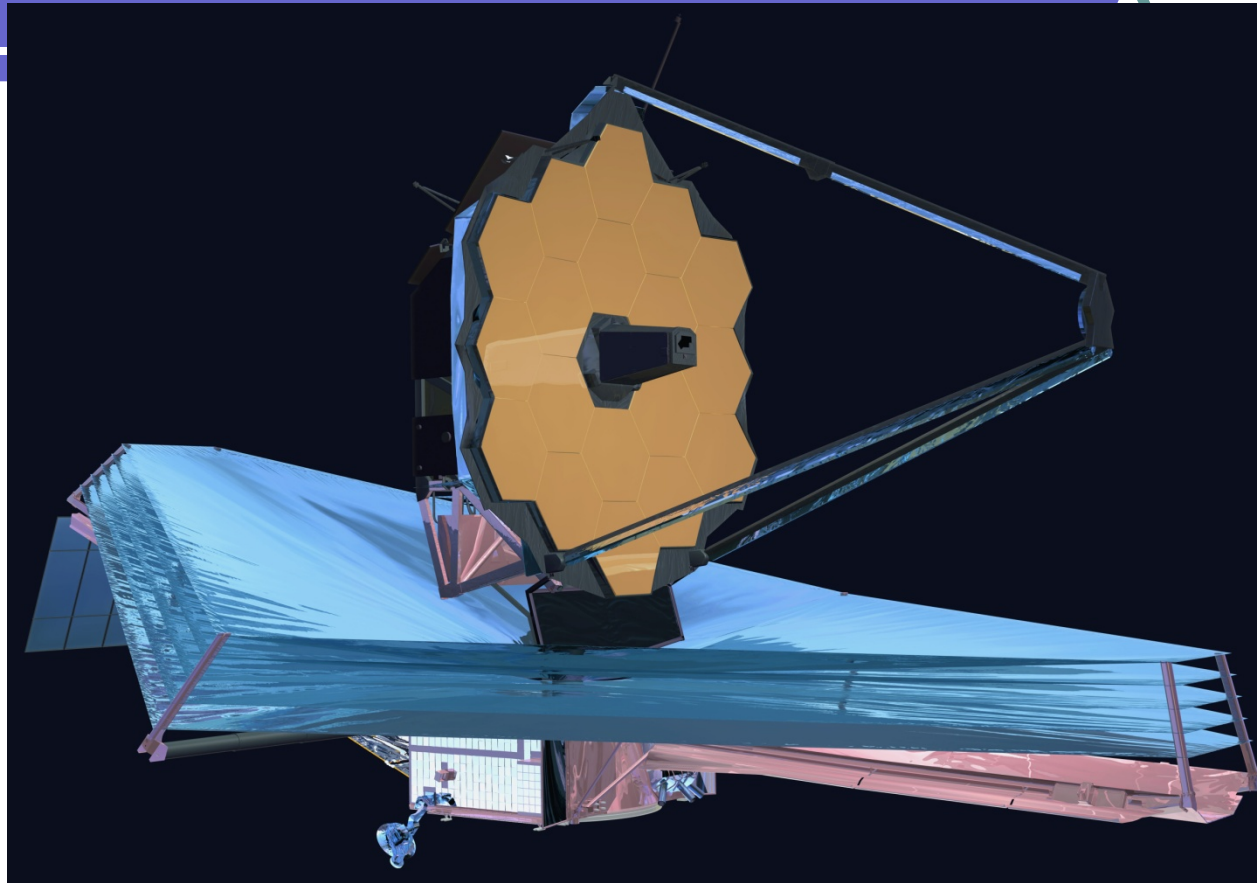


James Webb Space Telescope

6.5 m,
0.6 – 27 μm

--Настанак
галаксија, звезда,
протопланетарних
и планетарних
система

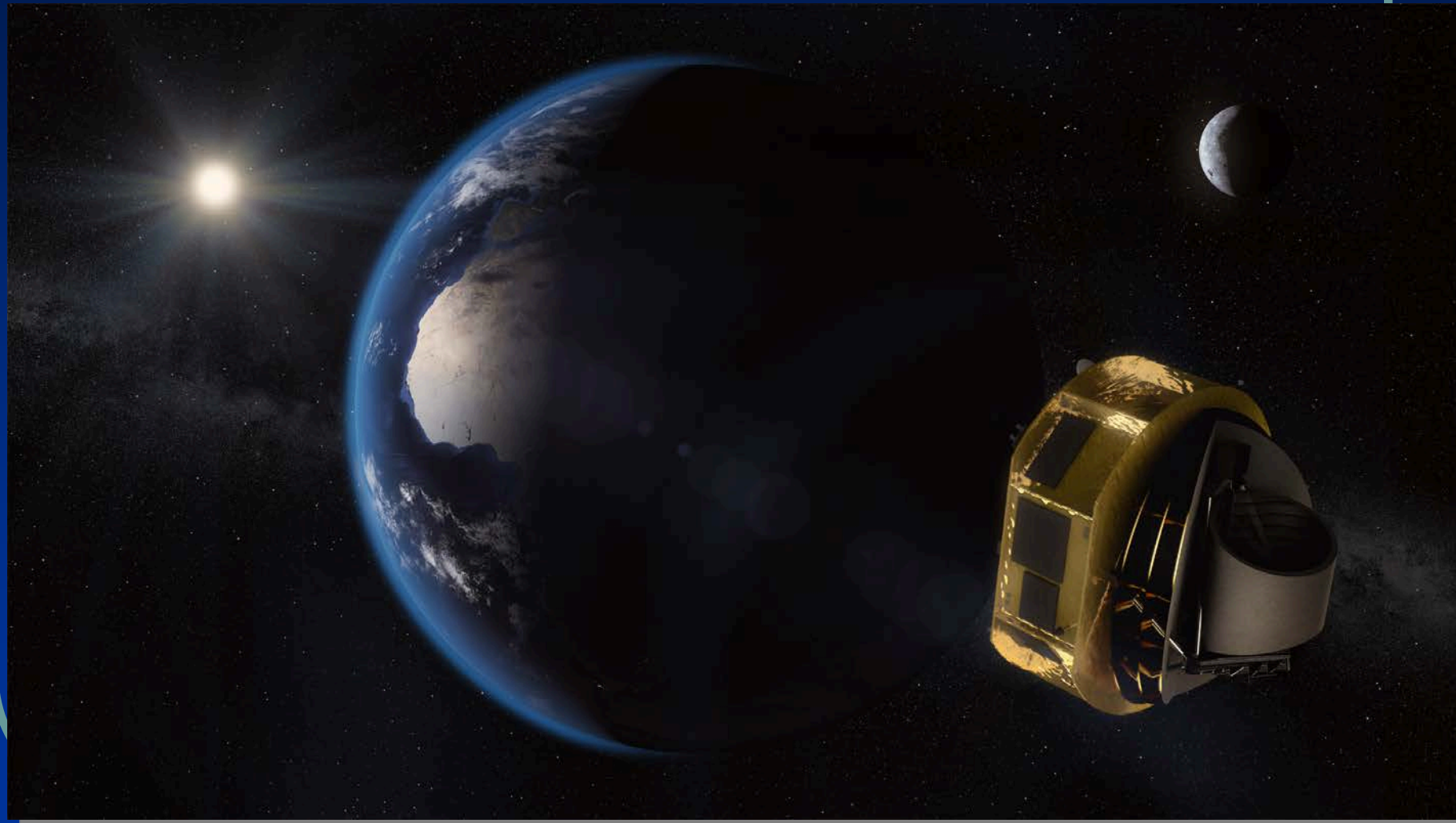
--Порекло живота

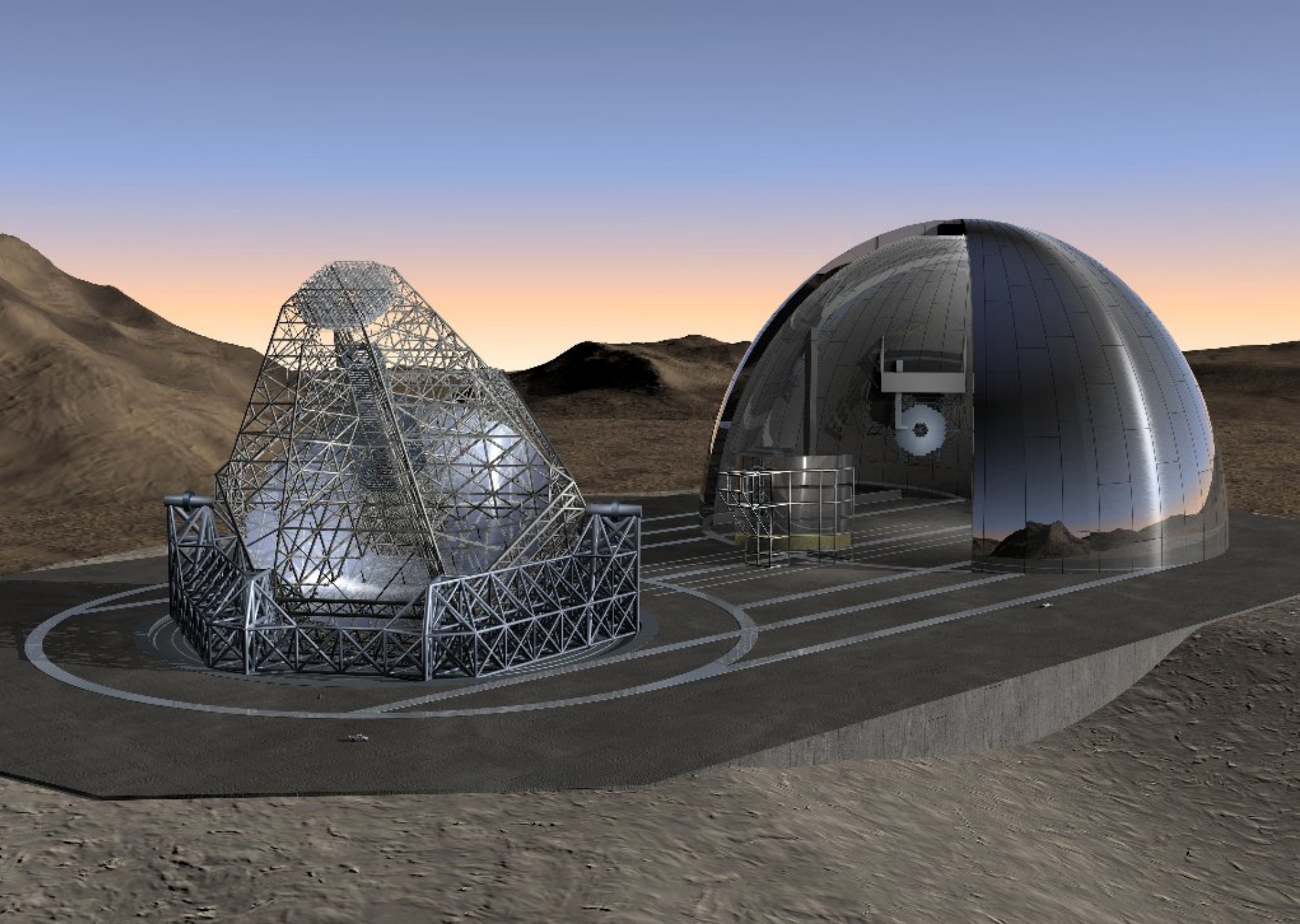


ΠΛΑΤΟ 2026 Planetary Transits and Oscillations of stars, or PLATO,



2028 АРИЕЛ Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey (ARIEL),





МОГУЋИ ЗАКЉУЧЦИ

- 1. Ми смо сами у нашој Галаксији
- 2. Има других цивилизација али оне живе релативно кратко. Већина постају тип I и не развијају се даље.
- 3. Има много цивилизација типа II и III без интереса за нас (Хипотеза 300 парка).

Хвала на пажњи!