

# La ricerca della vita nell'Universo

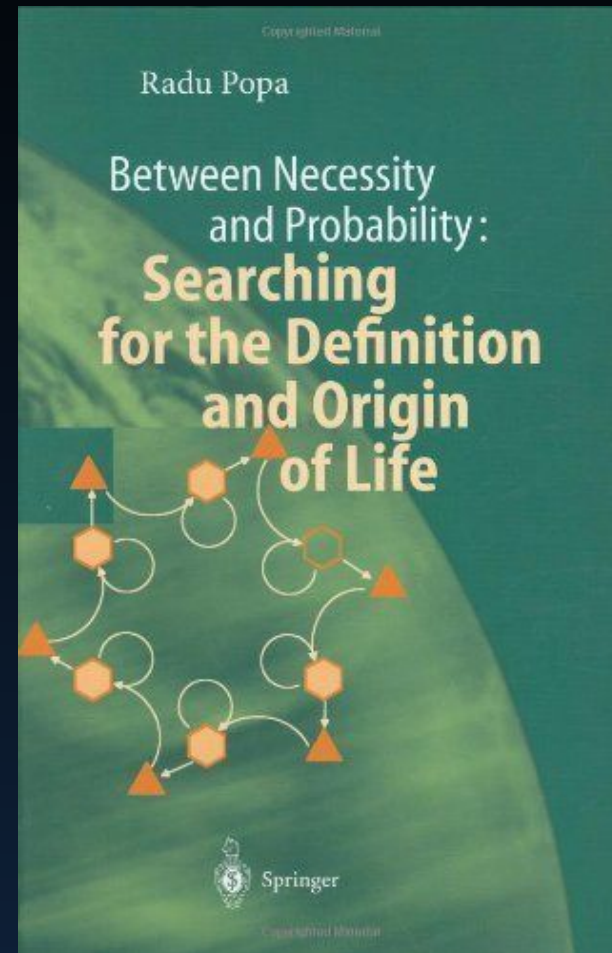
R. Orosei

Istituto Nazionale di Astrofisica

Istituto di Radioastronomia

# Cos'è la vita?

- Non esiste una definizione della vita sulla Terra su cui tutti concordino: i cristalli crescono e sistemi chimici complessi si evolvono senza essere "vivi".
- Non abbiamo alcuna indicazione di come la vita potrebbe manifestarsi al di fuori della Terra.
- Se ci concentriamo sui processi e sulla chimica che sono simili alla vita della Terra, potremmo mancare di scoprire forme viventi più esotiche.
- Se allarghiamo l'ambito della nostra ricerca troppo, non saremo in grado di decidere cosa cercare.
- (Un'analogia: definire acqua prima della scoperta della natura atomica della materia.)



# Le caratteristiche fondamentali della vita

Per definire un punto di partenza per la ricerca di vita, è utile definire una lista di caratteristiche di dei sistemi viventi basati sulla chimica, cellulari, auto-replicanti, ed evolvibili che possono essere considerate comuni.

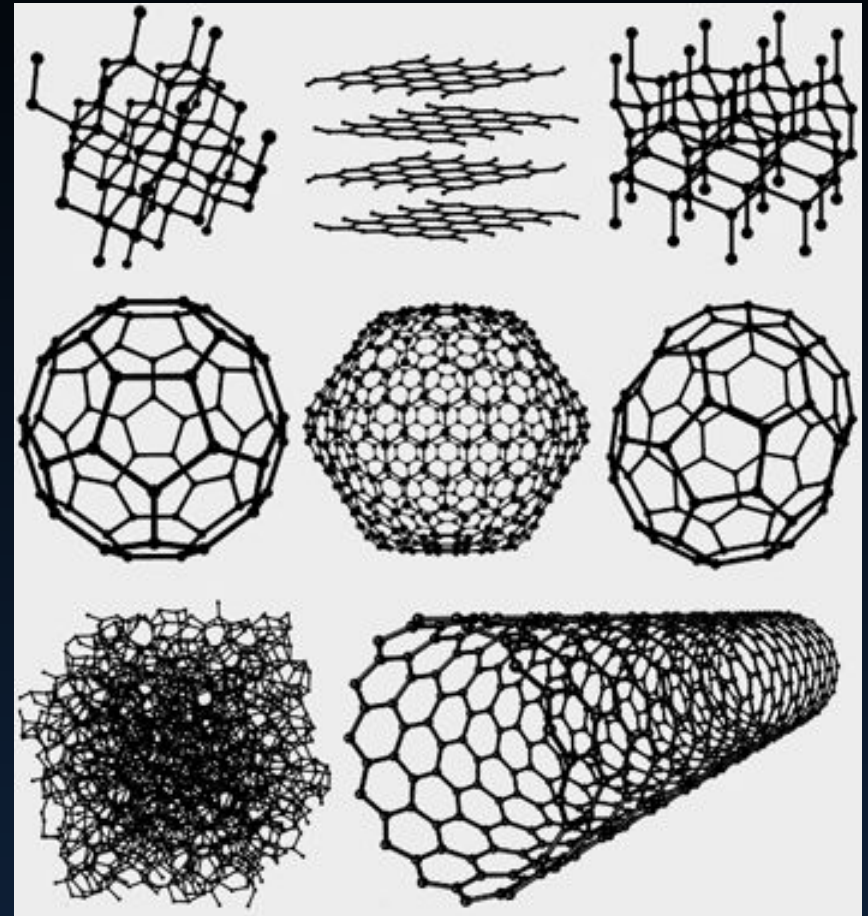
Le principali sono:

- La vita si basa sull'elemento carbonio;
- La vita richiede acqua allo stato liquido;



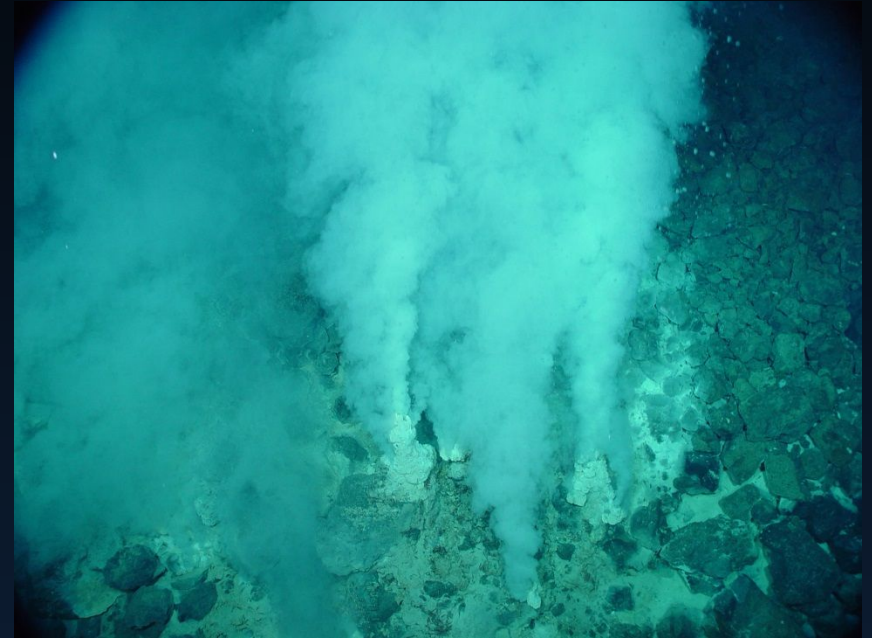
# La vita si basa sull'elemento carbonio

- Proteine e acidi nucleici dipendono dal carbonio per i loro legami chimici.
- Il silicio è citato come alternativa al carbonio perché è una riga sotto carbonio nella tavola periodica.
- La varietà di polimeri che possono essere costruiti da silicio è molto minore, però.
- La corrispondenza tra le temperature entro cui l'acqua liquida è stabile e i legami di carbonio sono stabili ma le reazioni sono abbastanza rapide non viene replicata per il silicio.



# La vita richiede acqua allo stato liquido

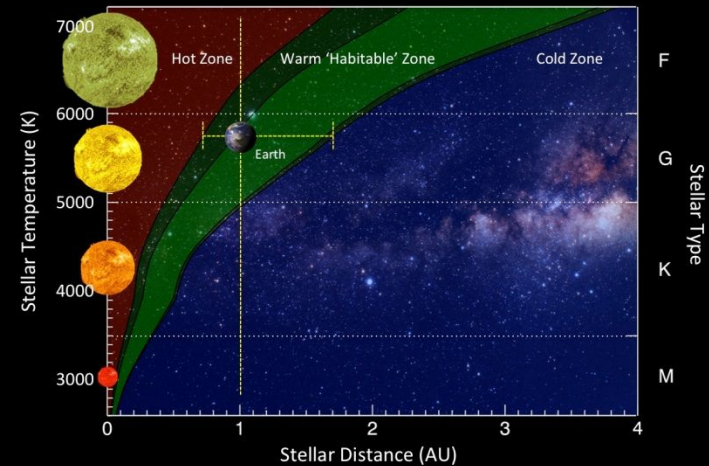
- L'acqua è essenziale per il trasporto di sostanze nutritive e prodotti di scarto e per il controllo delle reazioni catalitiche.
- Gli acidi nucleici si formano in gran parte sulla base di repulsione o attrazione per l'acqua.
- Anche gli psicrofili necessitano di strati sottili di acqua liquida all'interno del ghiaccio, e l'interno delle loro cellule è liquido.
- L'elevato calore latente e calore specifico dell'acqua sono un ammortizzatore per le perturbazioni causate dalle variazioni di temperatura.
- L'acqua è molto polare, e permette quindi il funzionamento di meccanismi basati sulla carica per controllare il trasporto di molecole attraverso le membrane e le strutture cellulari.
- L'ammoniaca o miscele di ammoniaca e acqua liquida hanno proprietà simili all'acqua liquida e sono stabili fino a  $-100^{\circ}\text{C}$ .
- Miscele di ammoniaca e acqua potrebbero rendere possibile alcune forme di vita nel Sistema Solare esterno.
- Liquidi organici non polari sono candidati meno probabili per il ruolo di solvente per la vita a causa della mancanza di polarizzabilità.
- Le reazioni organiche alle temperature del metano ed etano liquido sarebbero troppo lente per mantenere la rete di reazioni necessarie a sostenere la vita.



# Cos'è l'abitabilità?

- La zona circumstellare abitabile, o semplicemente la zona abitabile, è la regione intorno a una stella in cui oggetti di massa planetaria con una pressione atmosferica sufficiente sono in grado di mantenere l'acqua liquida in superficie.
- I limiti della zona sono calcolati utilizzando le necessità della biosfera della Terra, la sua posizione nel sistema solare e la quantità di energia radiante che riceve dal Sole.
- Sostenute da altre fonti di energia, come il riscaldamento di marea o il decadimento radioattivo, le condizioni per la vita basata sull'acqua si possono trovare anche nello spazio interstellare, su pianeti erranti, o sulle loro lune.

## Habitable Zone of Main Sequence Stars



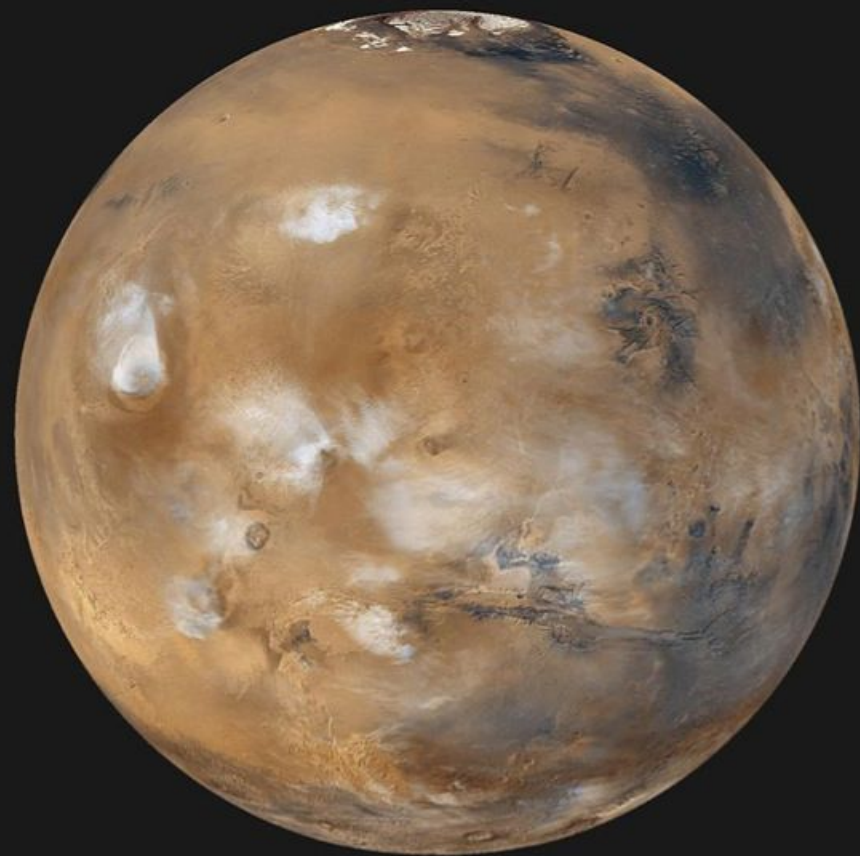
CREDIT: PHL @ UPR Arecibo

# L'abitabilità di un pianeta

- L'abitabilità planetaria è la misura del potenziale di un pianeta o di un satellite naturale per sviluppare e sostenere la vita.
- Poiché l'esistenza di vita oltre la Terra è sconosciuta, l'abitabilità planetaria è in gran parte una estrapolazione delle condizioni sulla Terra e delle caratteristiche del Sole e del Sistema Solare che sembrano favorevoli al fiorire della vita.
- Gli ambienti abitabili devono fornire regioni estese di acqua allo stato liquido, condizioni favorevoli per l'assemblaggio di molecole organiche complesse, e fonti di energia per sostenere il metabolismo.



# Marte è abitabile?

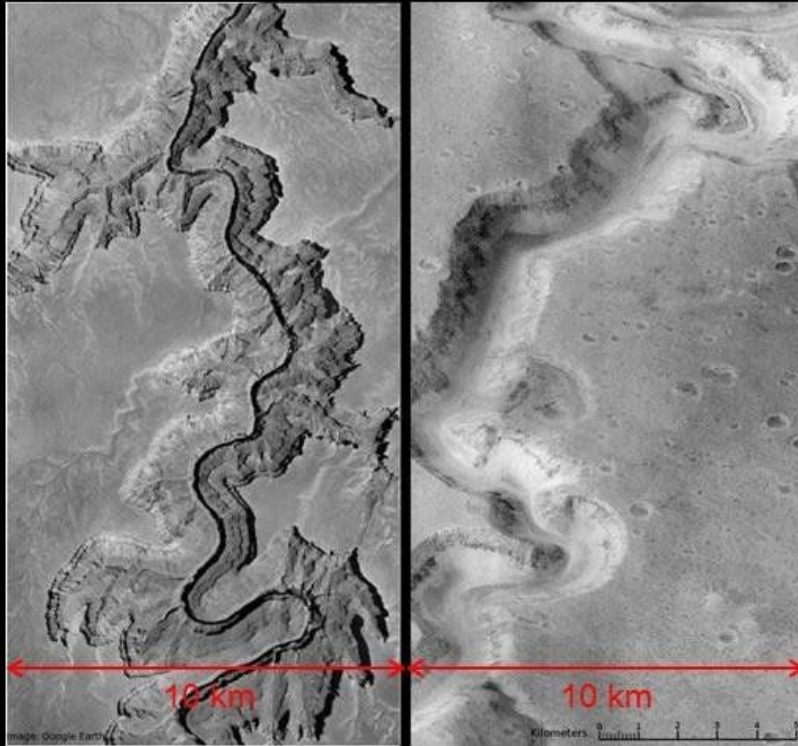




# Marte oggi



# Marte nel passato

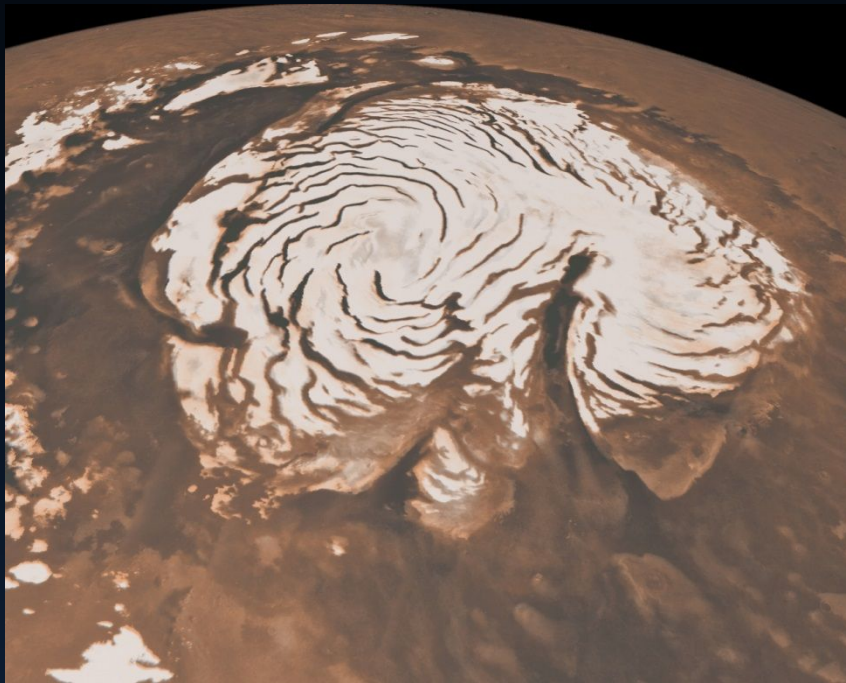


Colorado River Canyon,  
Northern Arizona

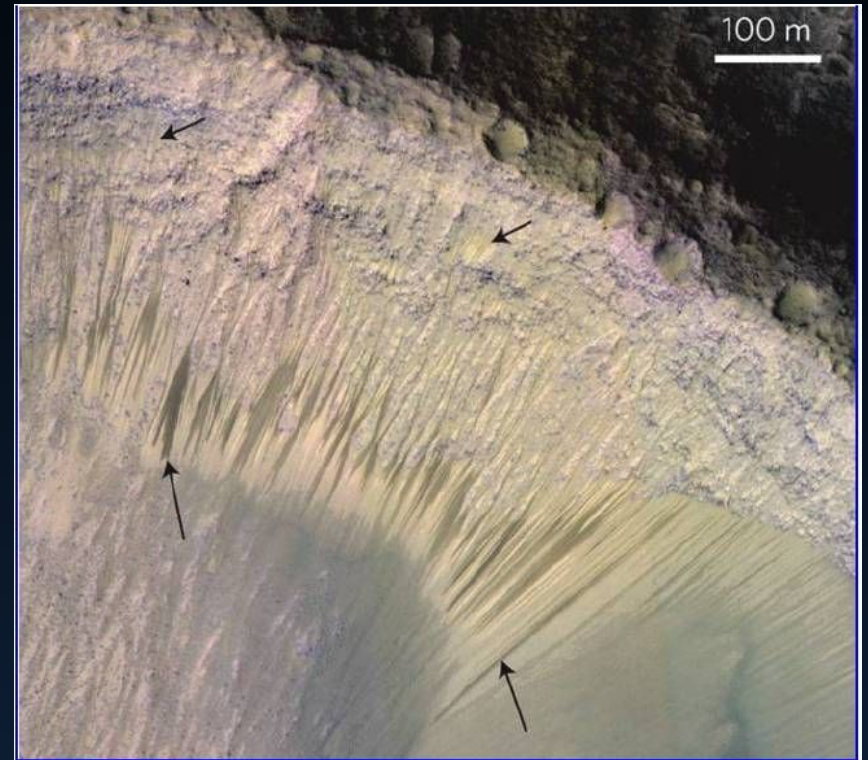
Nani Vallis,  
Mars



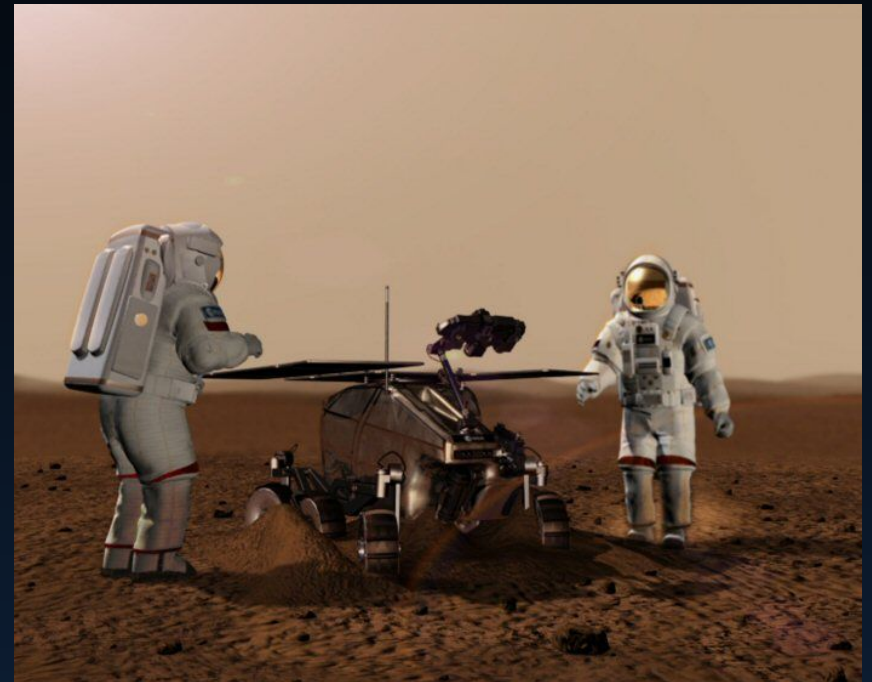
# La ricerca dell'acqua e della vita



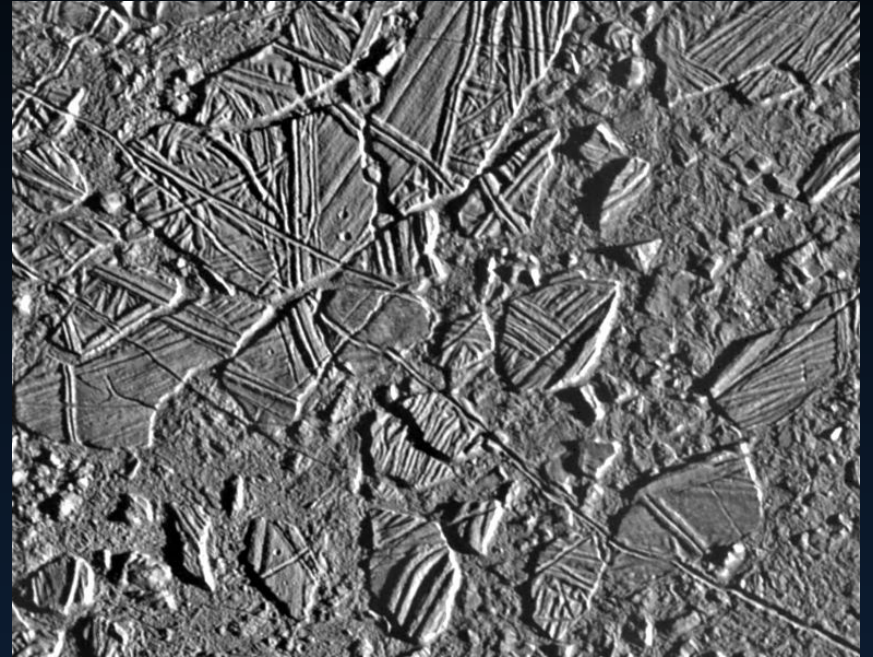
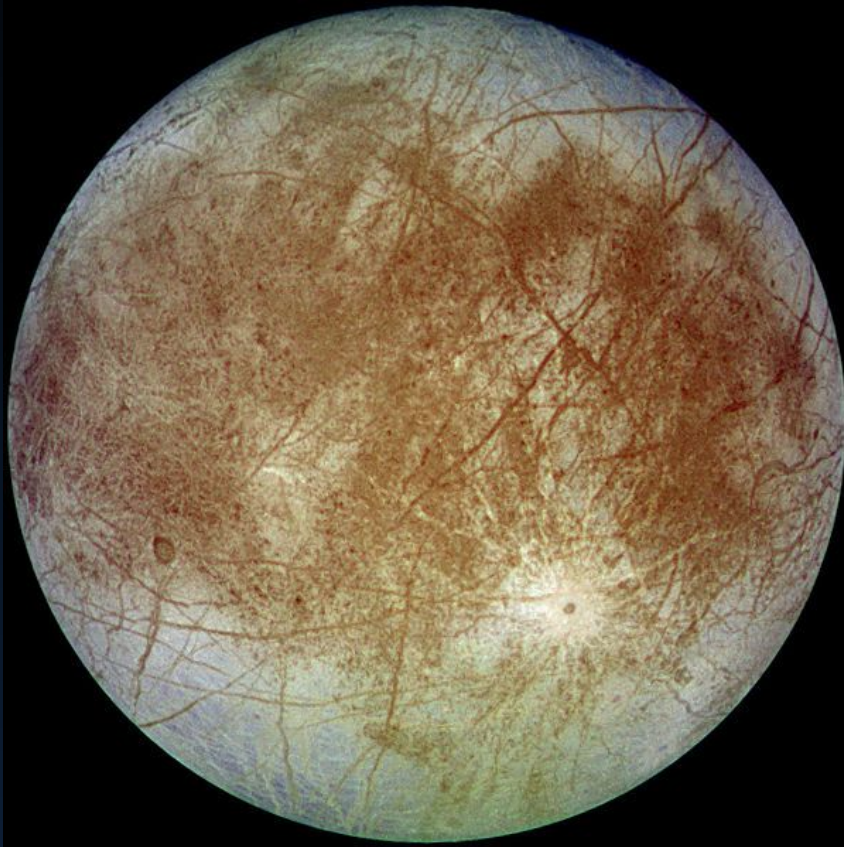
# C'è acqua (liquida) su Marte?



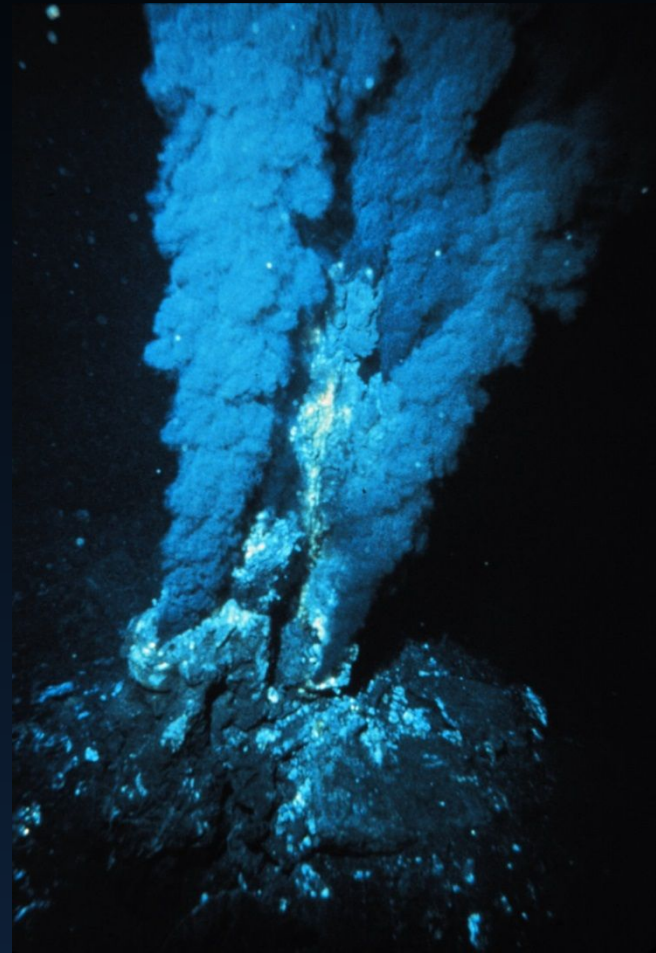
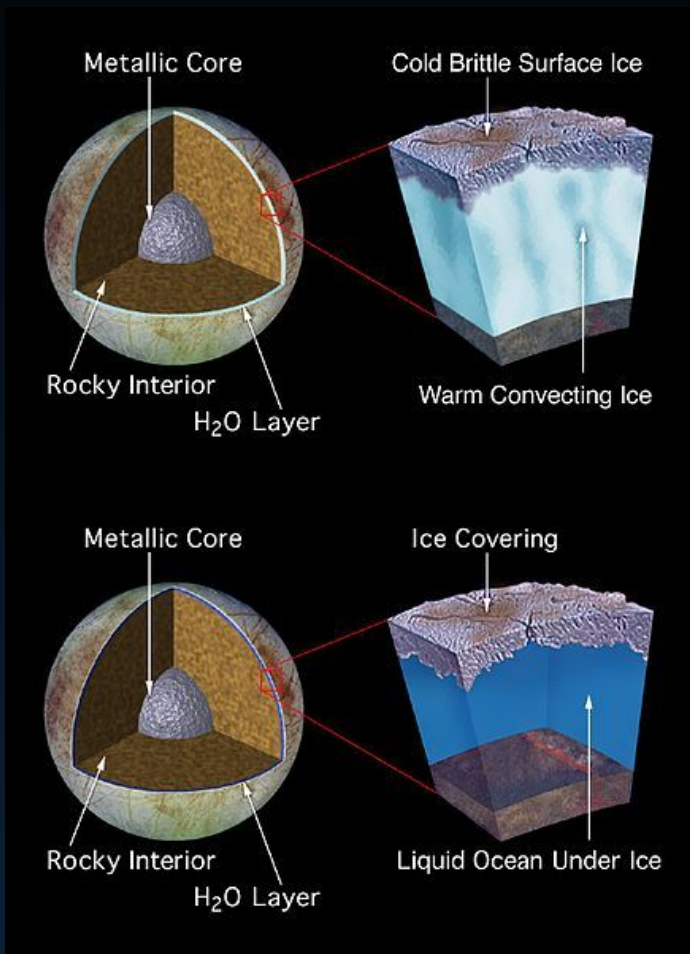
# Il futuro



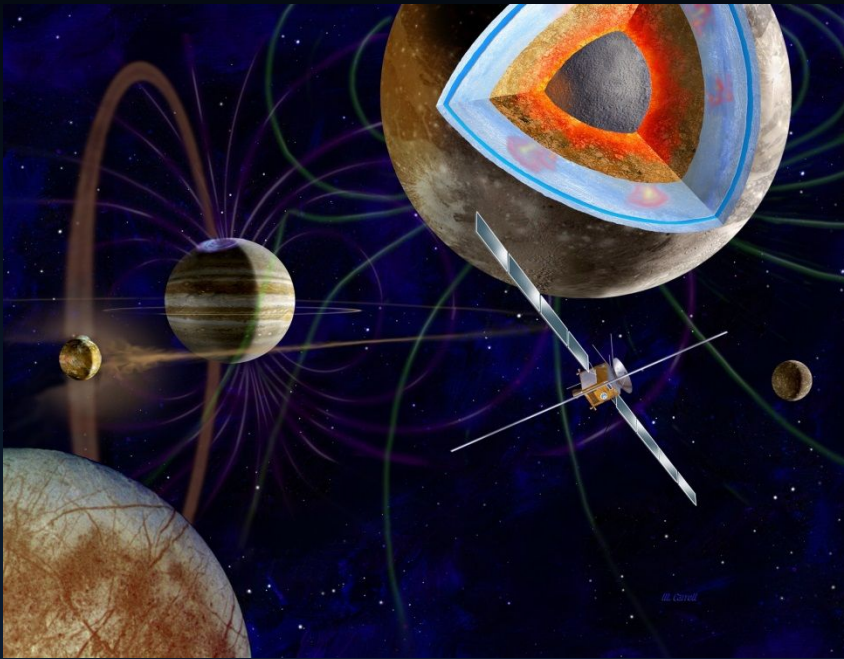
# Europa



# Sotto il ghiaccio

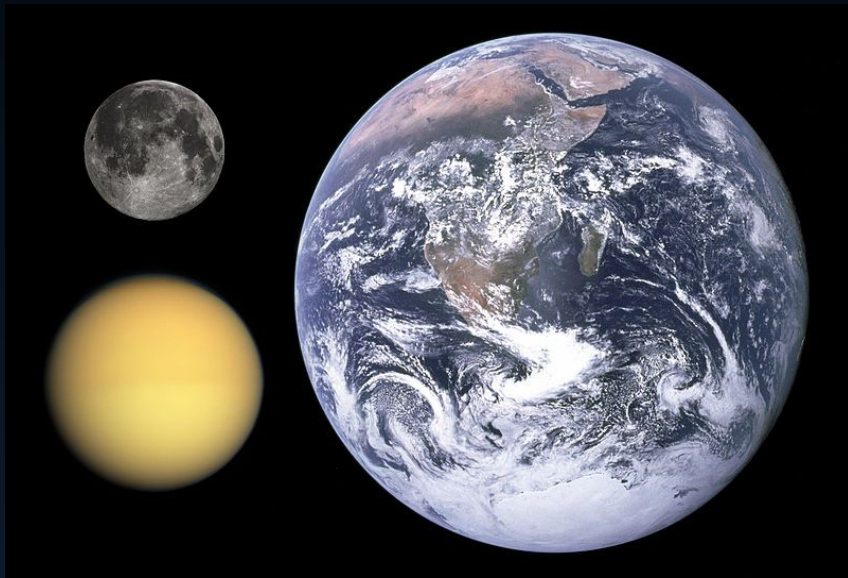


# Europa 2030 e oltre

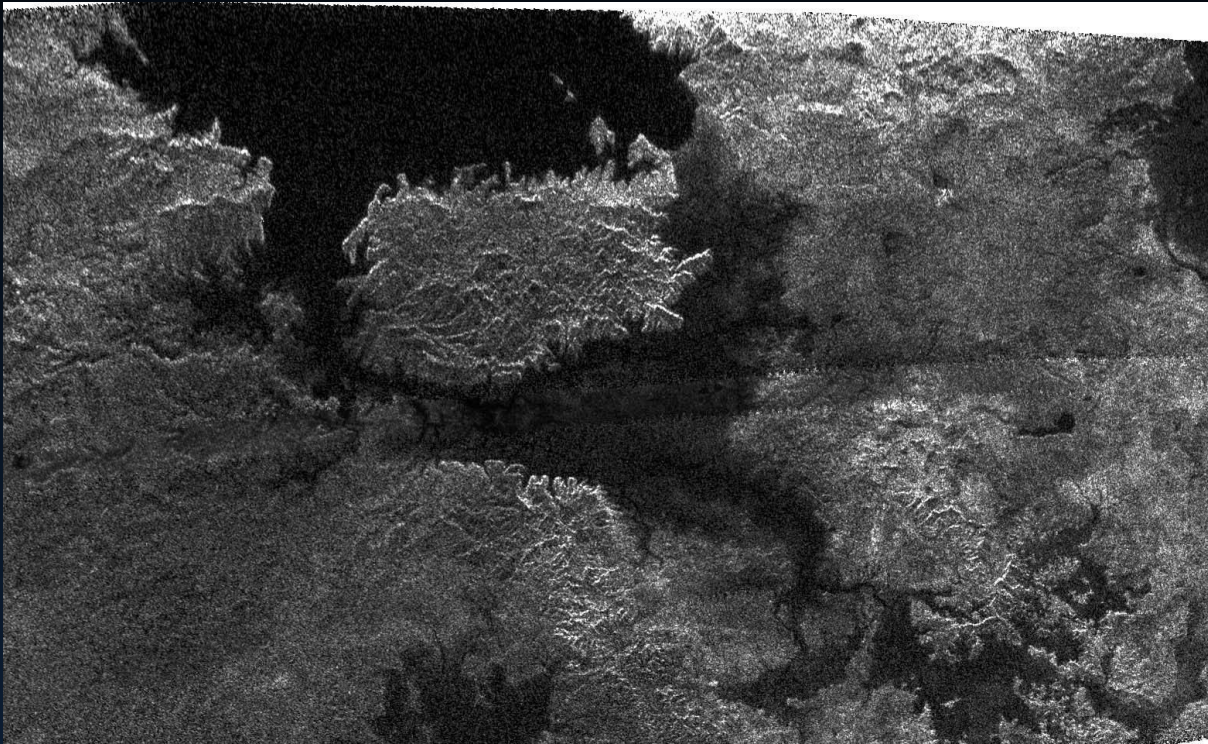




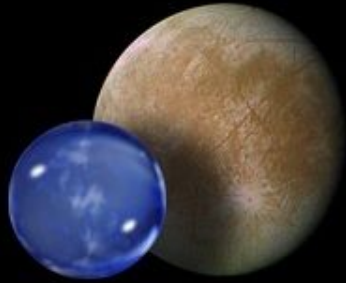
# Titano



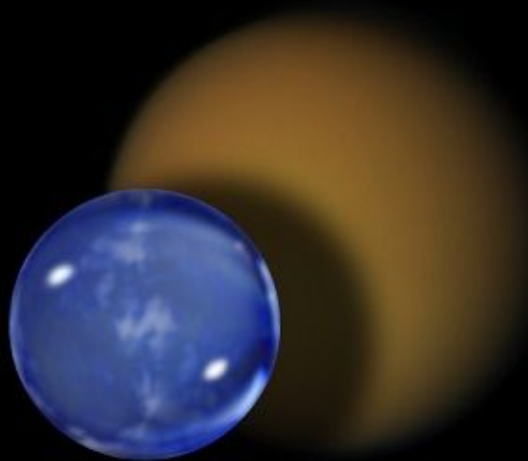
Un mondo come la Terra,  
un mondo totalmente diverso dalla Terra



# Liquid Water in the Solar System



EUROPA

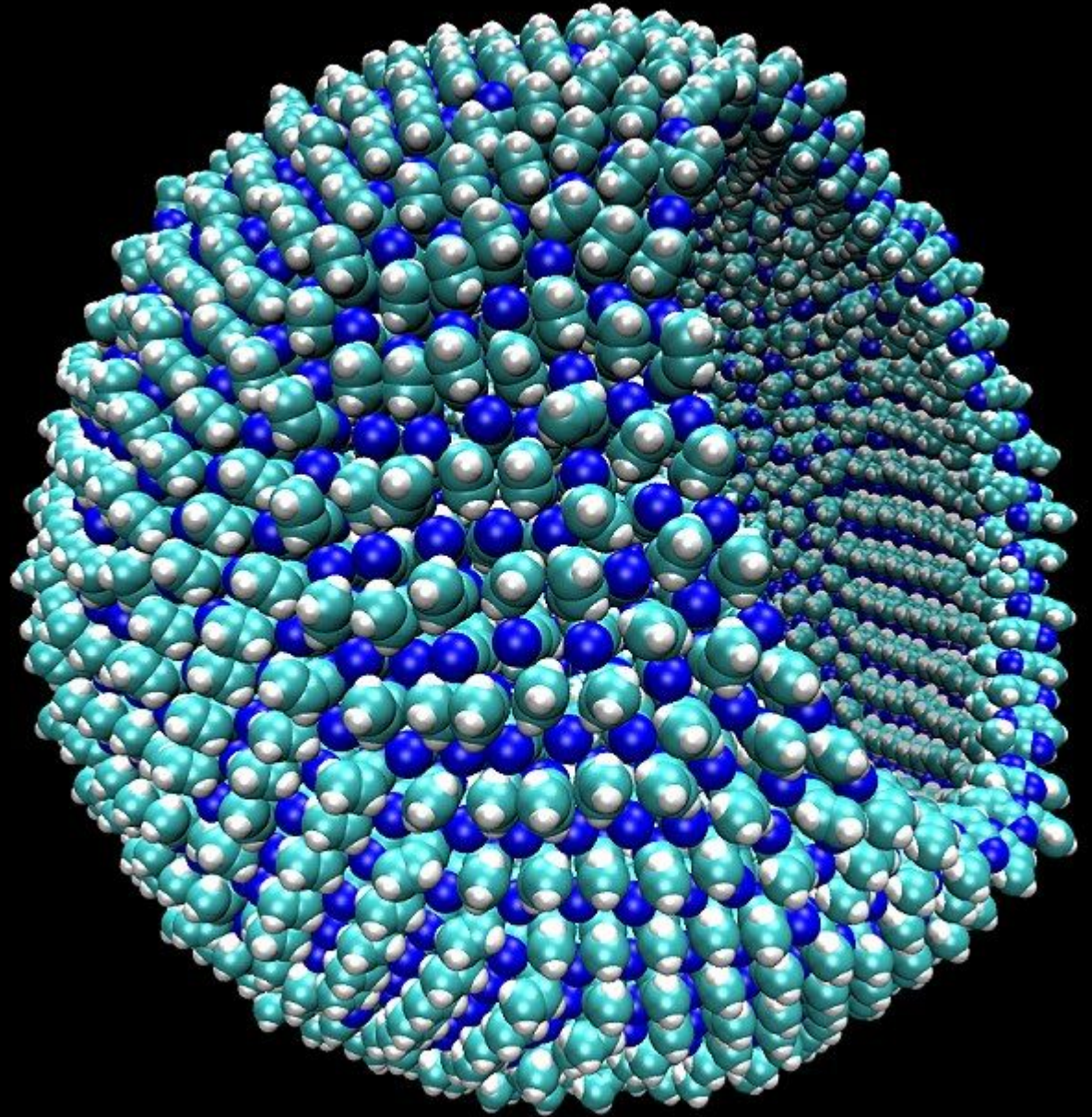


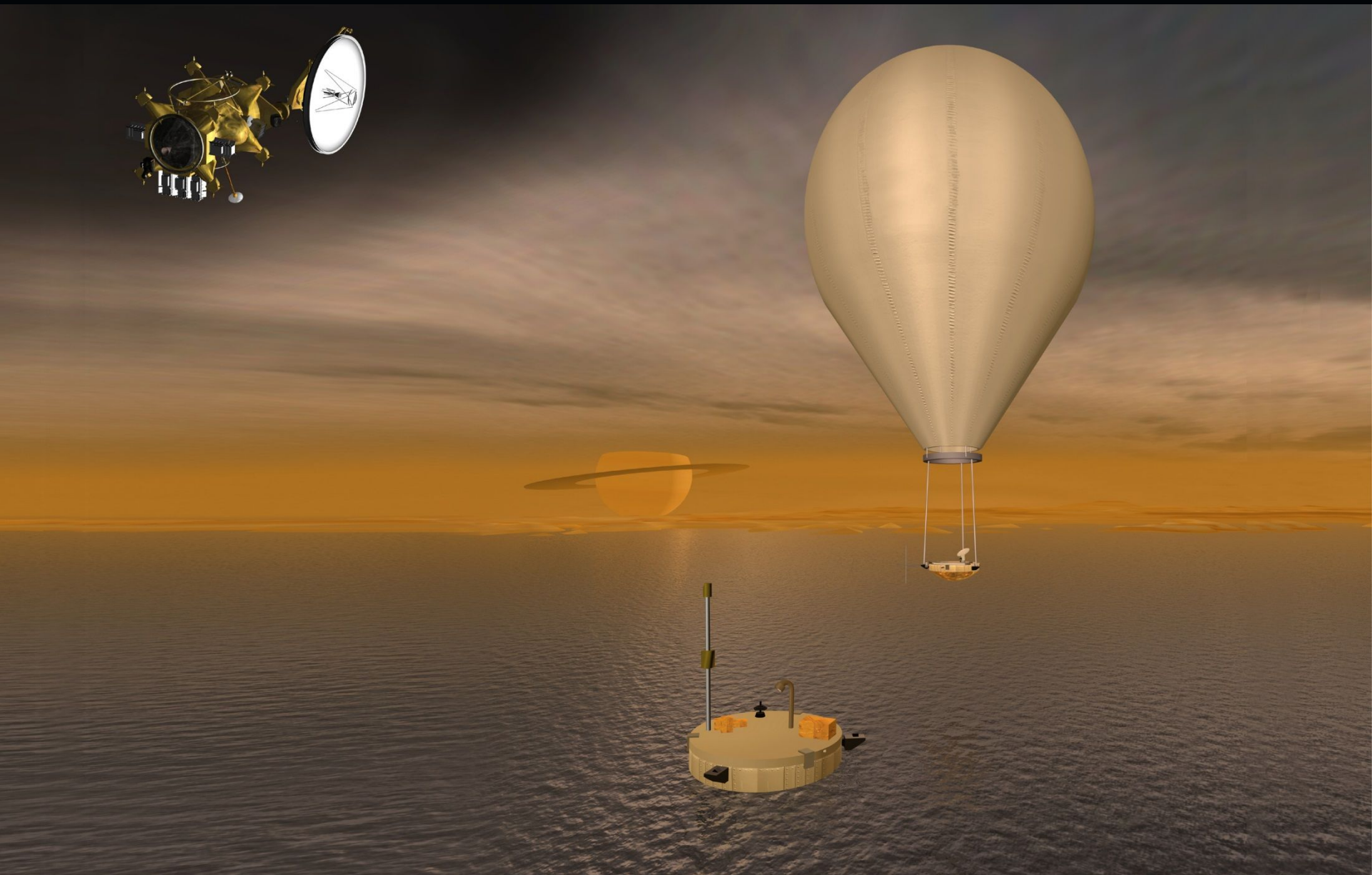
TITAN



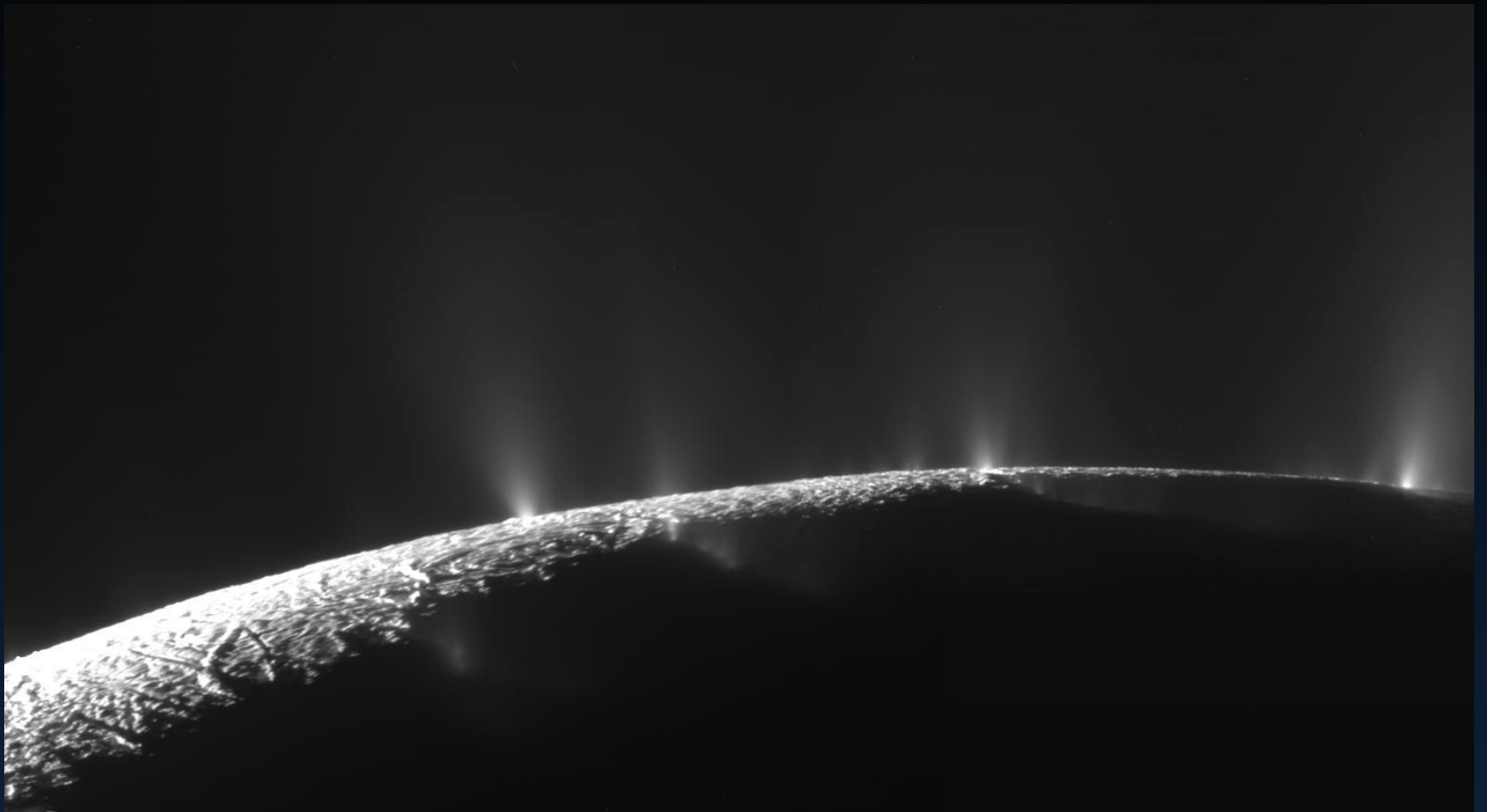
EARTH

Azotosomi  
?

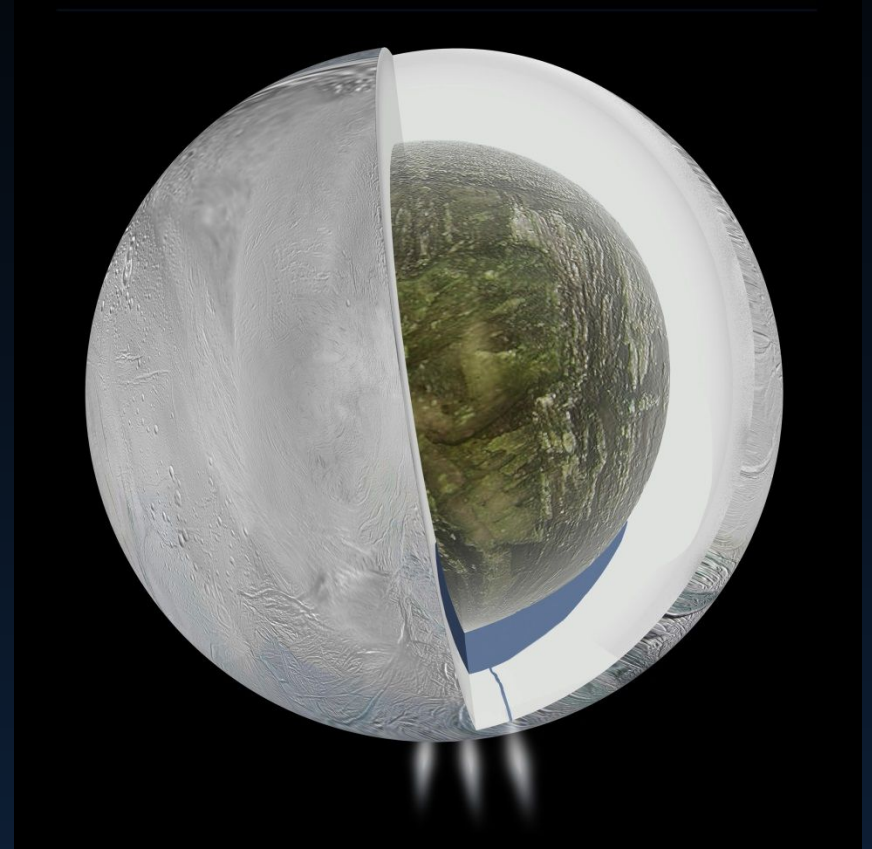
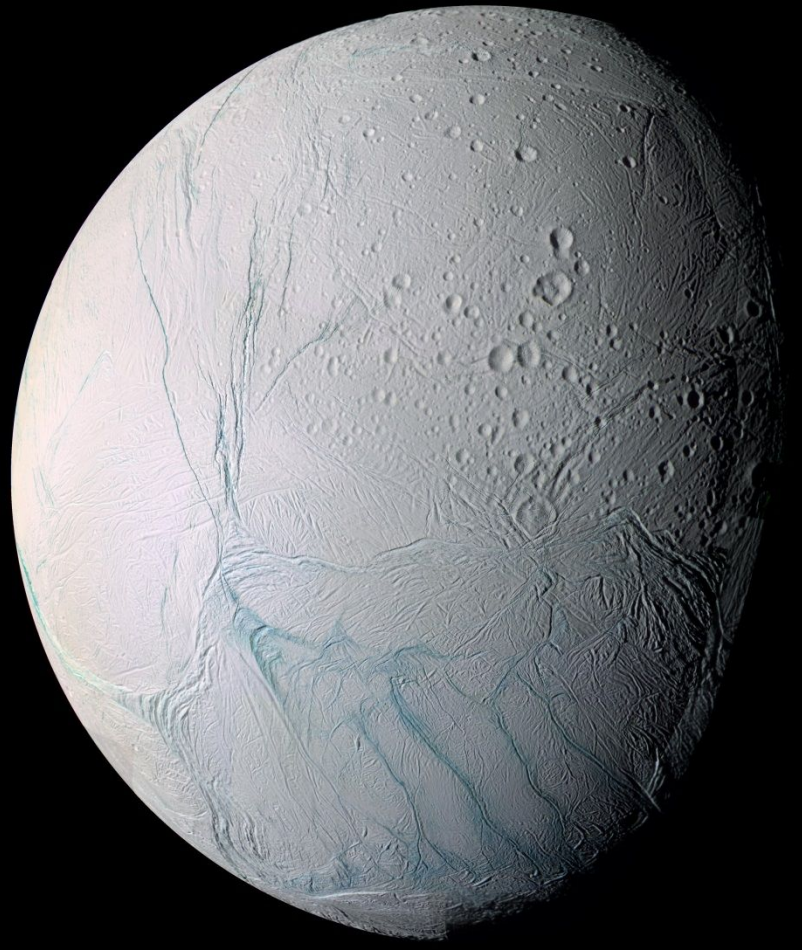




# Encelado



# Su Encelado l'oceano c'è!





E

L

F

# ENCELADUS LIFE FINDER

Principal Investigator: Dr. Jonathan Lunine • Authorizing Official: Brenda Truesdail, Cornell University



# I pianeti extrasolari

## Sunset of Gliese 667C

Earth

Gliese 667C c

Gliese 667C f

Gliese 667C e

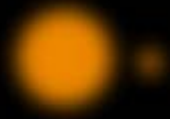
# Tecniche per la ricerca dei pianeti extrasolari

Visible (optical) band

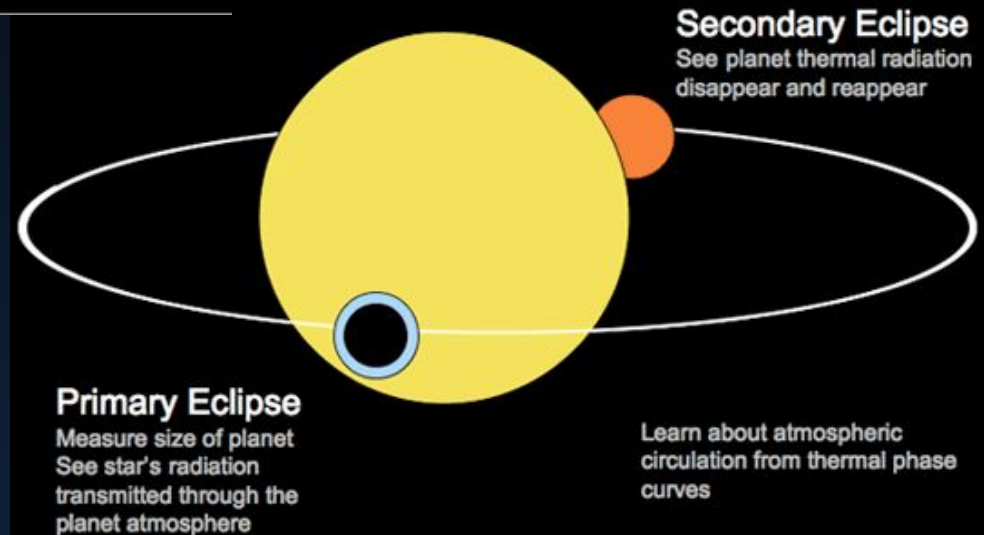


Planet lost in glare of star that is very bright in the visible band.

Infrared band



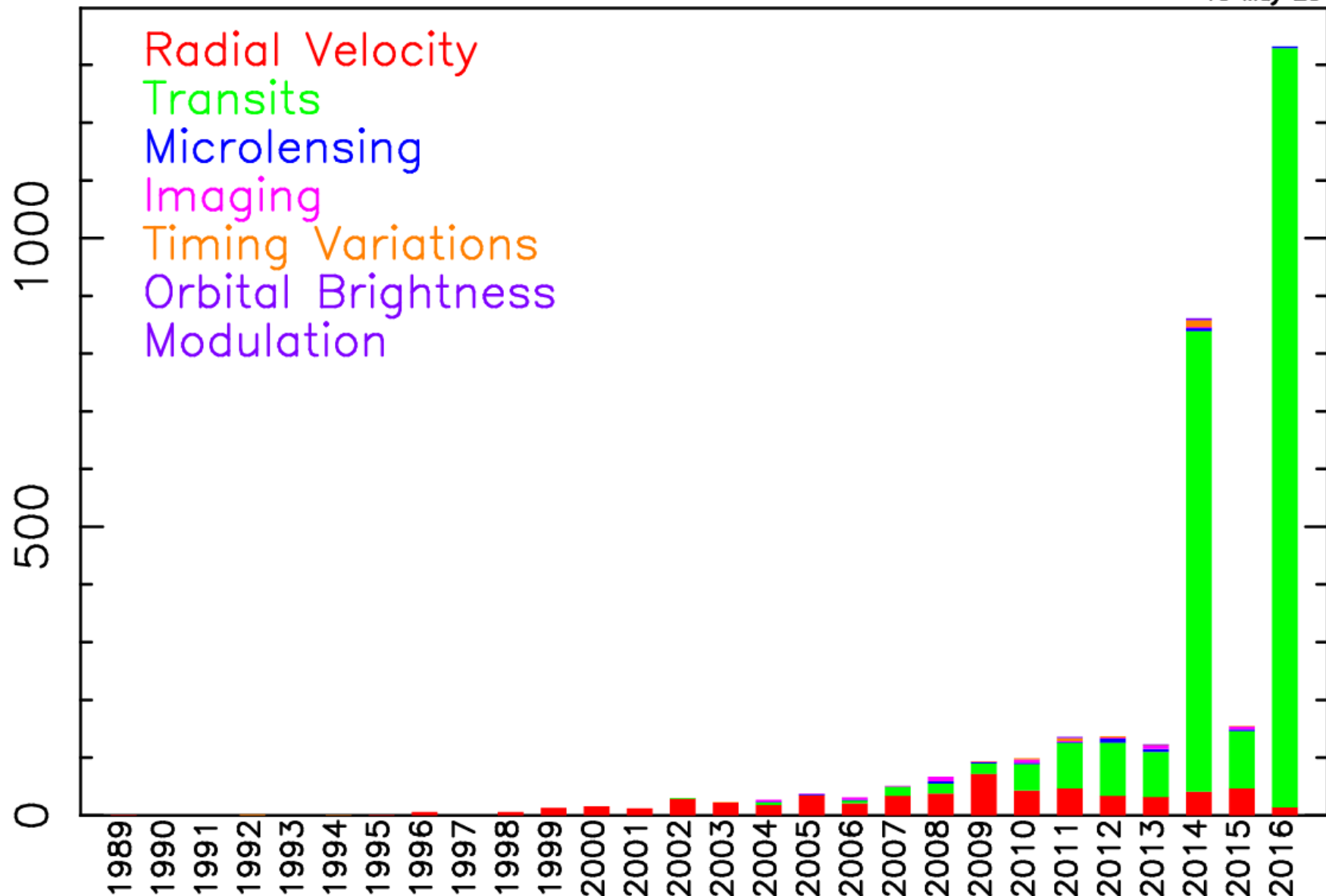
Planet more luminous in the infrared band and star not so bright.



# Detections Per Year

10 May 2016

Number of Detections

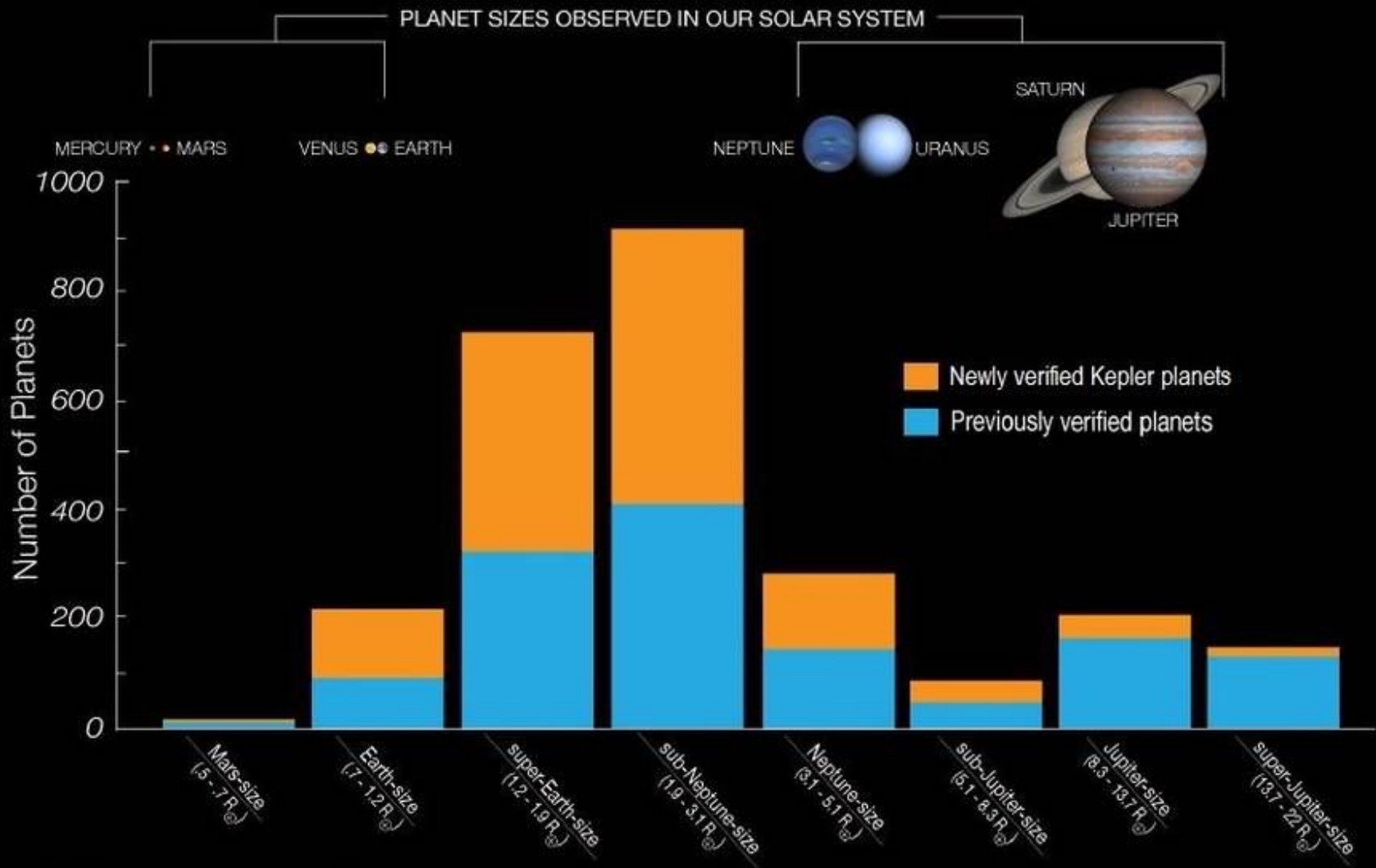


exoplanetarchive.ipac.caltech.edu

Discovery Year

# Known Planets by Size

As of May 10, 2016



# Kepler's Small Habitable Zone Planets

*As of July 2015*

Planets enlarged 25x compared to stars

G Stars



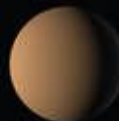
Kepler-452b (Earth)

K Stars



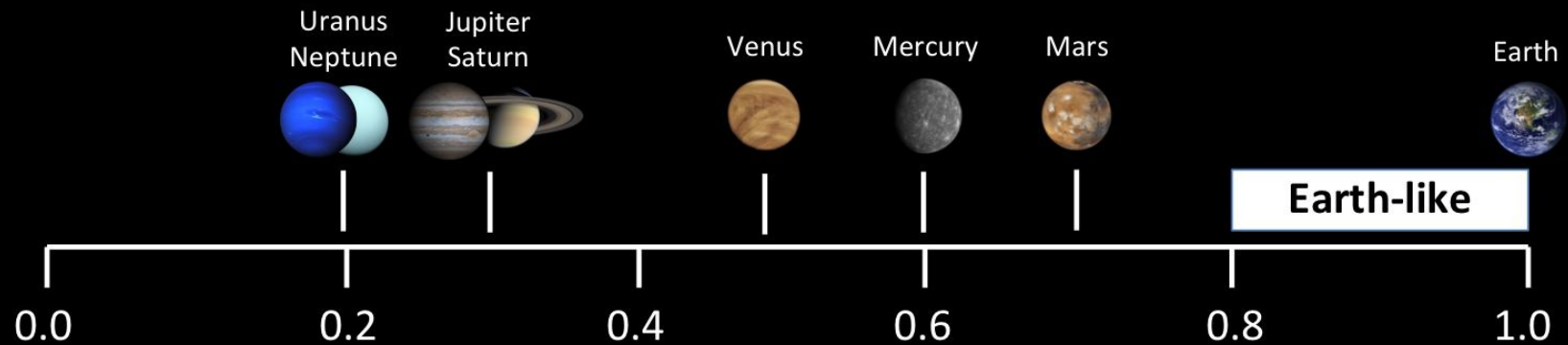
Kepler-442b 155c 235e 62f 62e 283c 440b

M Stars



Kepler-438b 186f 296e 296f

# Earth Similarity Index (ESI)



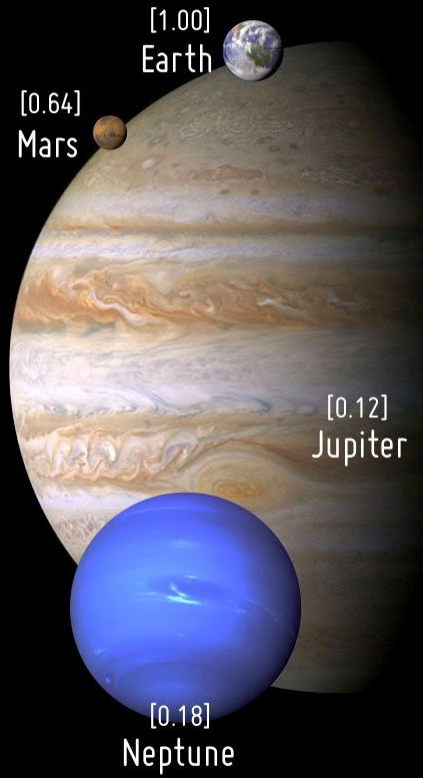
The Earth Similarity Index (ESI) is a measure of Earth-likeness for exoplanets as a number between zero (no similarity) and one (identical to Earth).

Any exoplanet with an ESI value above 0.8 can be considered Earth-like, which means that it has a similar size and composition to Earth with a temperate atmosphere that might potentially support terrestrial life forms.

The ESI scale is a function of the radius, bulk density, escape velocity, and surface temperature of an exoplanet, but it is much more sensitive to surface temperature.

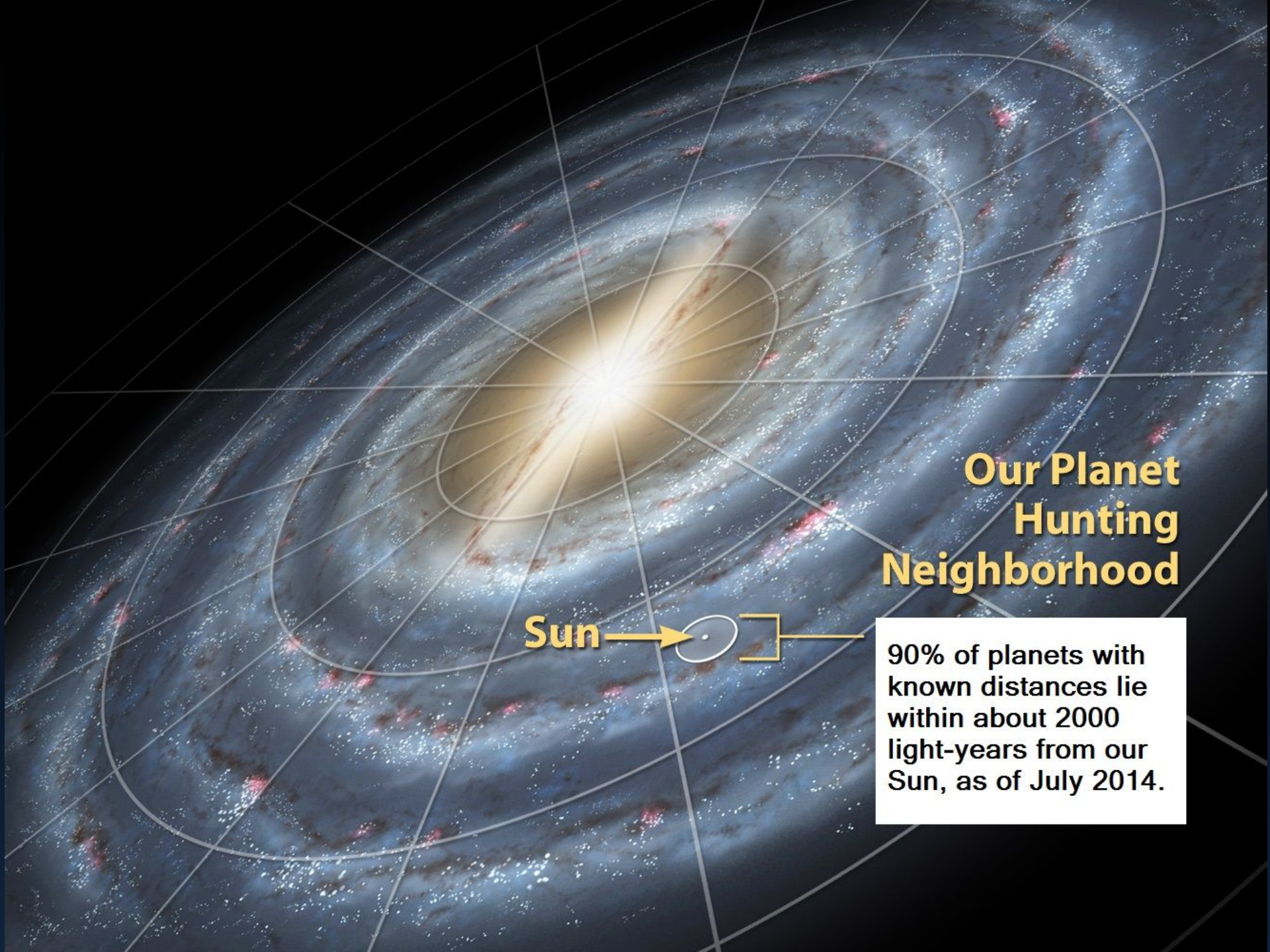
# Potentially Habitable Exoplanets

Ranked by the Earth Similarity Index (ESI)



Artistic representations. Earth, Mars, Jupiter, and Neptune for scale. ESI value is between brackets. Planet candidates indicated with asterisks.

CREDIT: PHL @ UPR Arcibo (phl.upr.edu) January 5, 2015



## Our Planet Hunting Neighborhood

Sun →

90% of planets with known distances lie within about 2000 light-years from our Sun, as of July 2014.

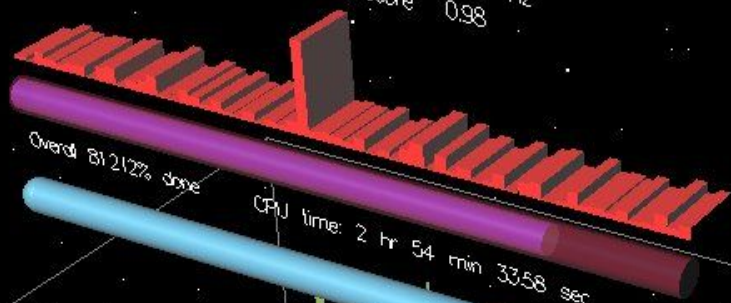


# La ricerca di vita extraterrestre intelligente



# Data analysis

Computing Fast Fourier Transform  
Doppler drift rate -13.6347 Hz/sec Resolution 0.075 Hz  
Best Pulse: power 6.20, period 1.5729, score 0.98



# Data info

From: 21 hr 57' 3" RA, +20 deg 50' 5" Dec  
Recorded on: Sat Mar 05 14:48:04 2005  
Base frequency: 1.420957031 GHz

# User info

Name: Dr. H. Paul Shuch  
Team: SETI League  
Total credit: 4641.85

Time (sec)

Frequency (Hz)

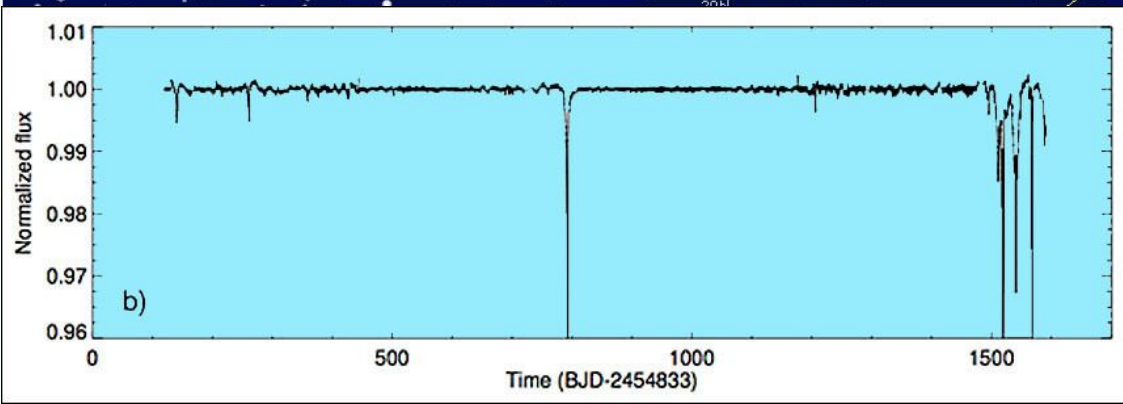
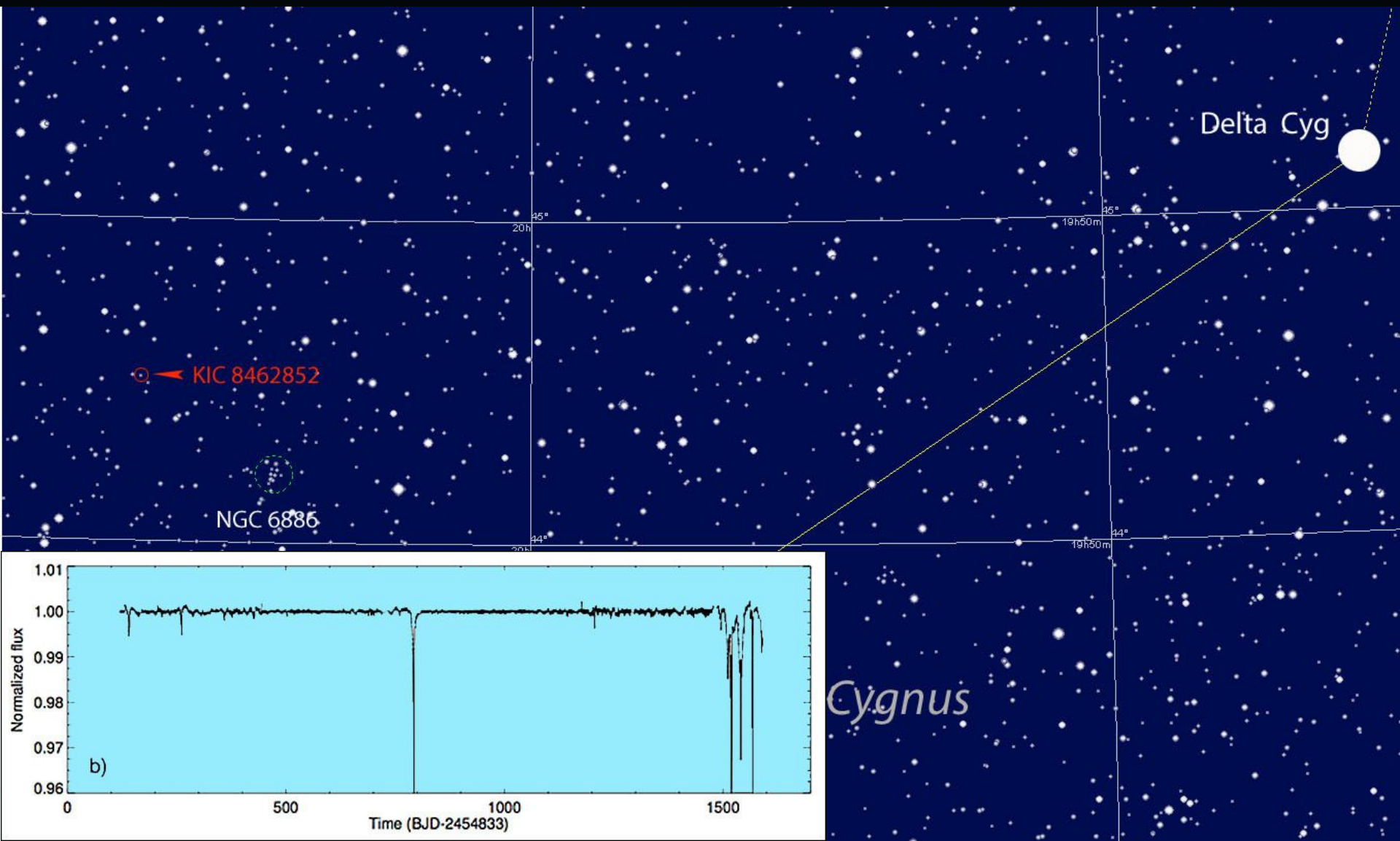
Power



# SETI@home

The Search for Extraterrestrial Intelligence

# KIC 8462852



# Sondare l'oceano cosmico

