

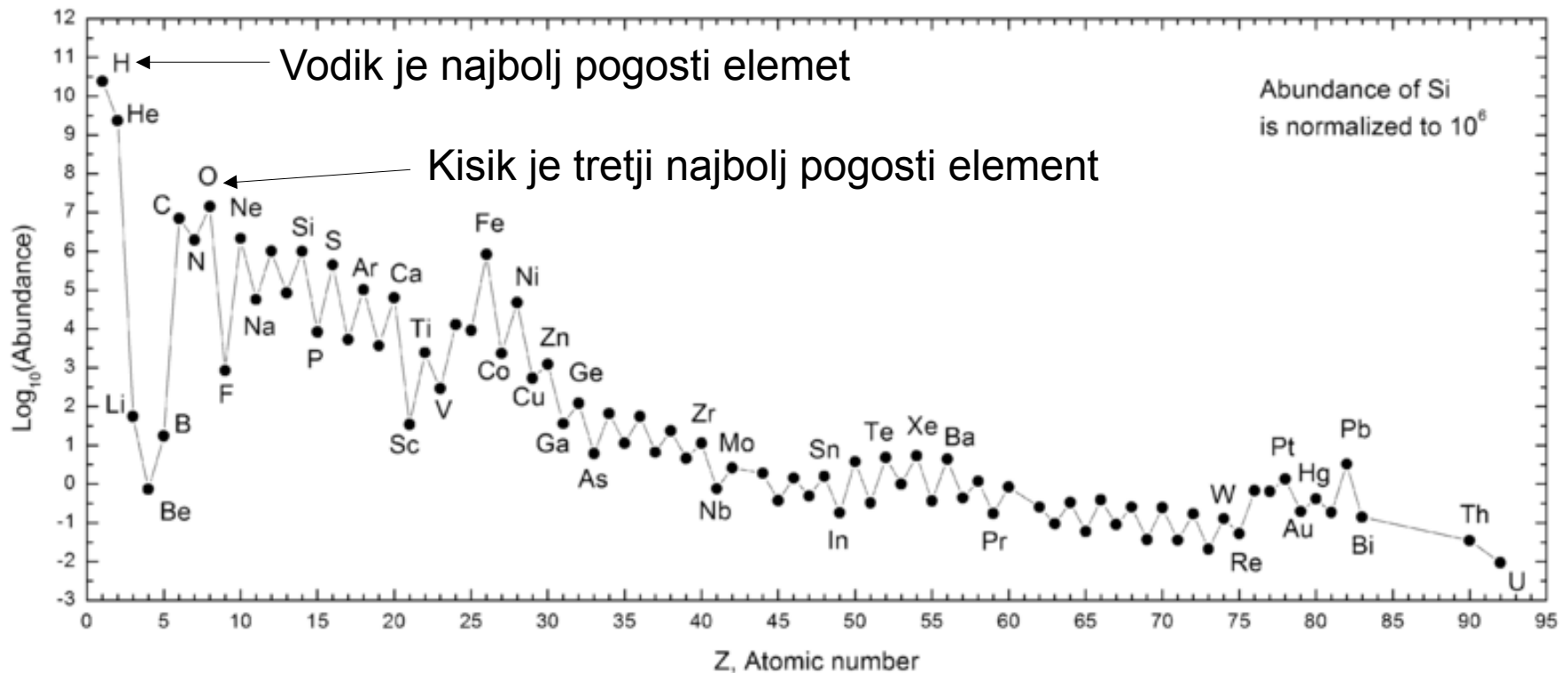
A large iceberg floats in the ocean. The top part is above the water, and the much larger bottom part is submerged. The text is overlaid on the submerged part.

# Planet Zemlja in voda v našem Osončju

Mirko Kokole

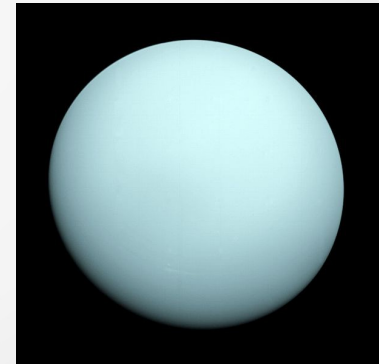
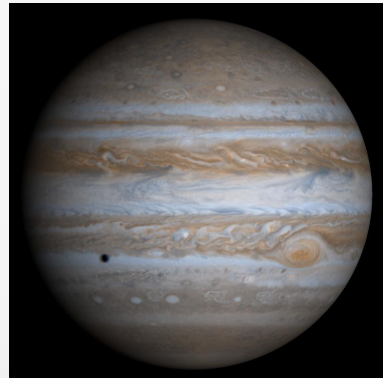
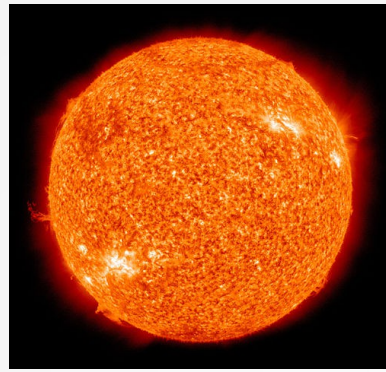


# Pogostost elementov v vesolju



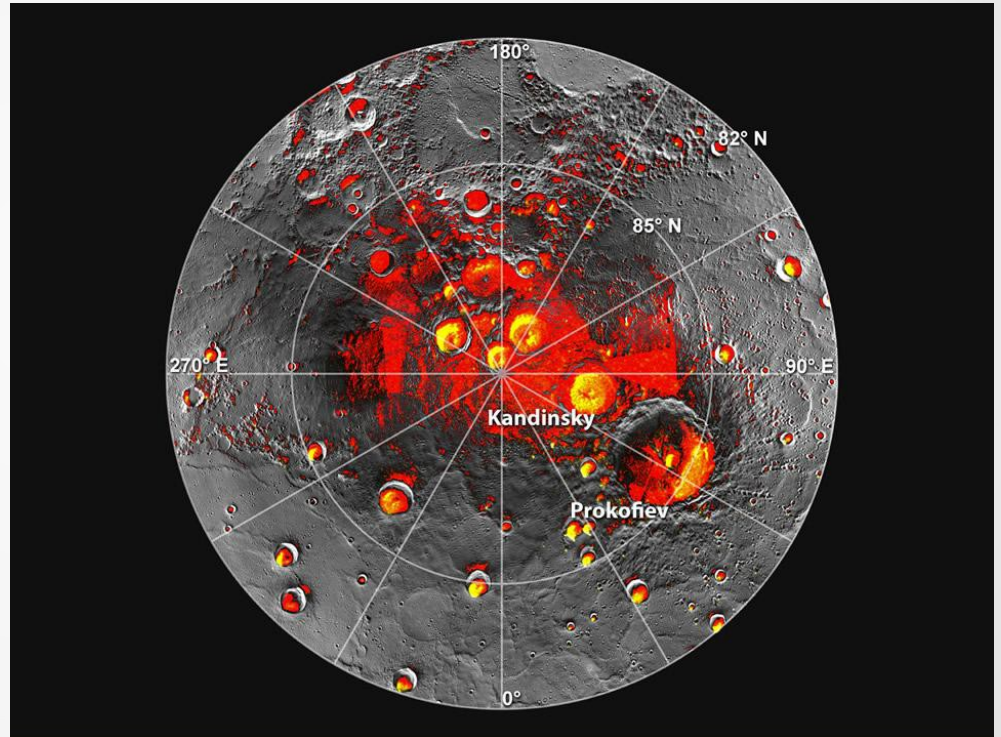
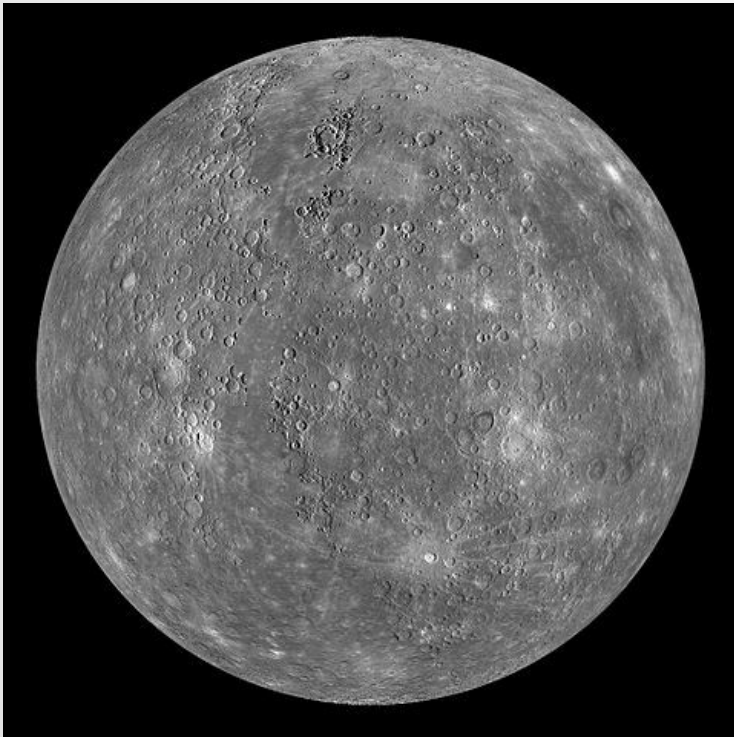
Vodne molekule so v vesolju zelo pogoste.

# Kje najdemo vodo?

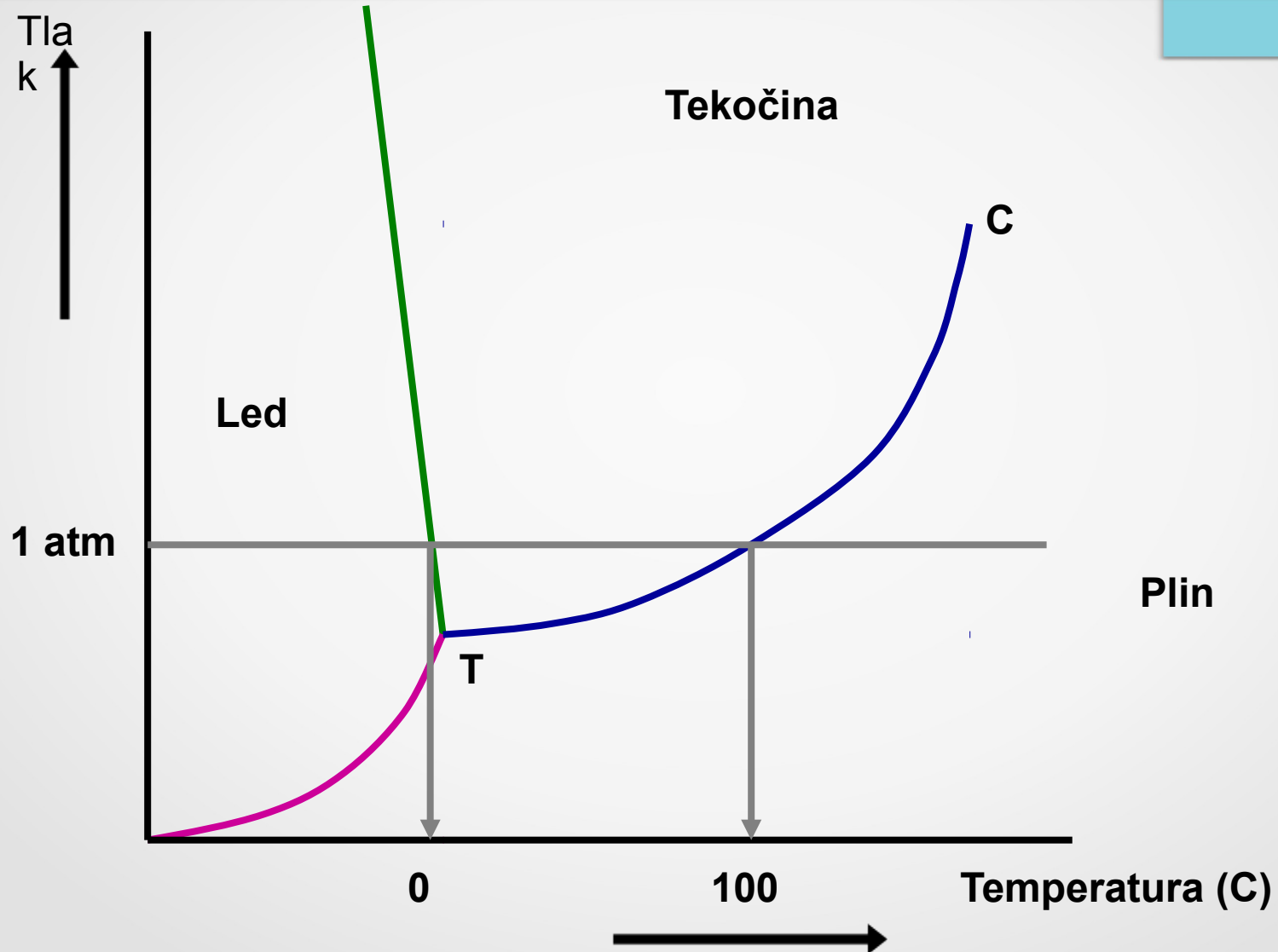




# Voda na Merkurju



# Fazni diagram vode



# Kdaj najdemo tekočo vodo

- Atmosfera s primernim tlakom
- Prava temperatura atmosfere
- Stabilnost atmosfere
- Stabilnost temperature

**Naselitveno ali bivalno območje  
(Habitable Zone)**

# Temperatura planeta

- Izsev zvezde
- Oddaljenost planeta od zvezde
- Albedo planeta
- Atmosfera planeta

albedo=0.3 (absorpcija svetlobe)

$a = 1$  a.u. (oddaljenost od Sonca)

$j_0 = 1340 \text{ W/m}^2$  (solarna konstanta)

Ledišče vode pri 1 atm. je pri  $T=273 \text{ K}$

**$T_e = 255 \text{ K}$**

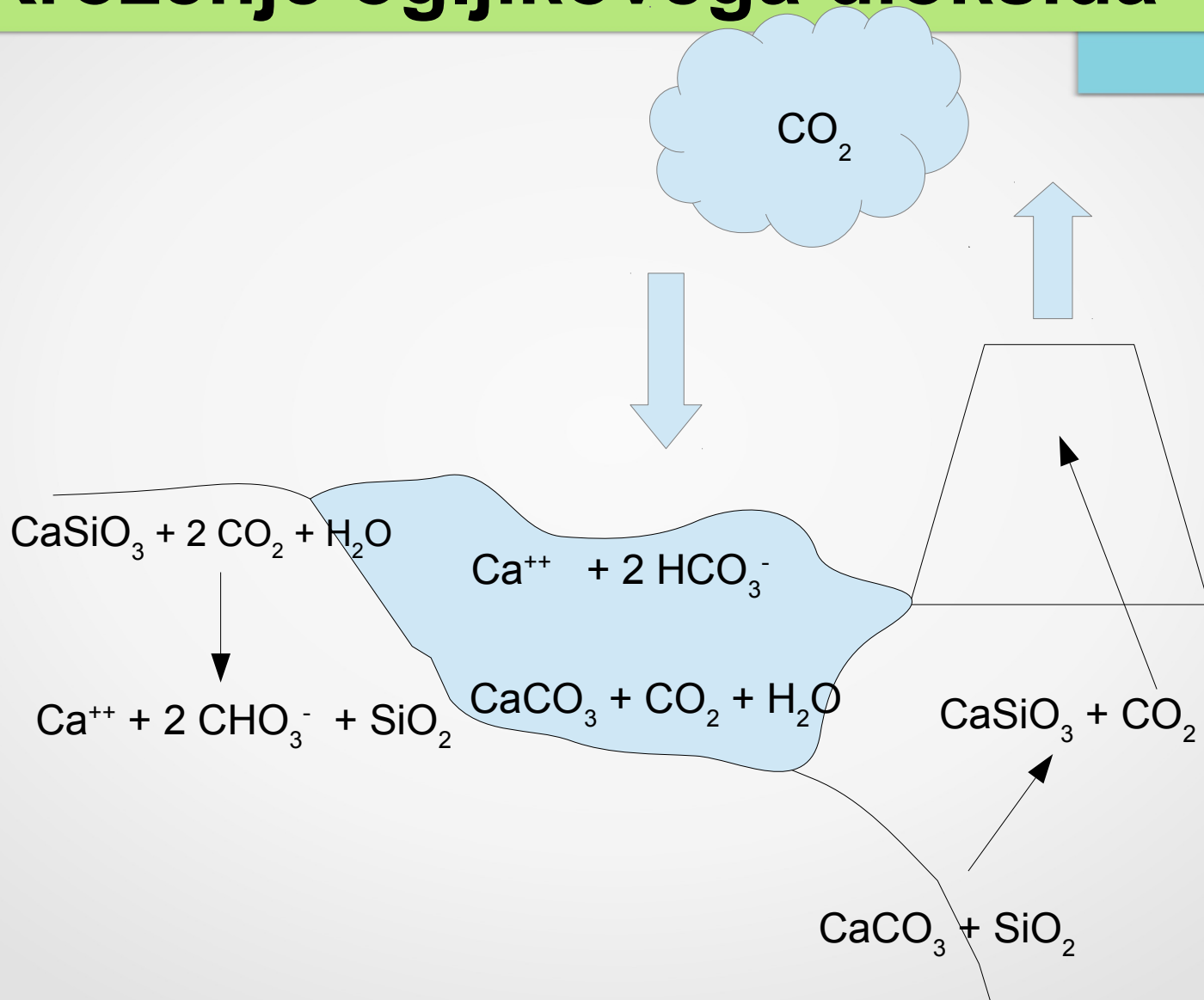
**$T_s = 288 \text{ K}$**  (toplogredni plini)

# Stabilnost temperature

- Sonce in zvezde spreminjajo izsev
- Danes 30% večji kot pred 4.5 milijardami let
- Tekoča voda na Zemlji obstaja vsaj 3.8 milijard let
- Potrebujemo proces za stabilizacijo temperature



# Kroženje ogljikovega dioksida



# Izračun bivalnega območja

- Masa zvezde
- Radij zvezde
- Efektivna temperatura zvezde
- Masa planeta
- Radij planeta
- Orbita planeta
- Albedo planeta - oziroma izračun atmosfere.

## Meje bivalnega območja

Spodnja meja:

- Podivjani toplogredni pojav
- Popolna izguba vode

Zgornja meja.

- Popolna zamrznitev

# Meje bivalnega območja Osončja

Kasting, 1993

## Spodnja meja:

1. Podivjani toplogredni pojav
2. Izguba vode

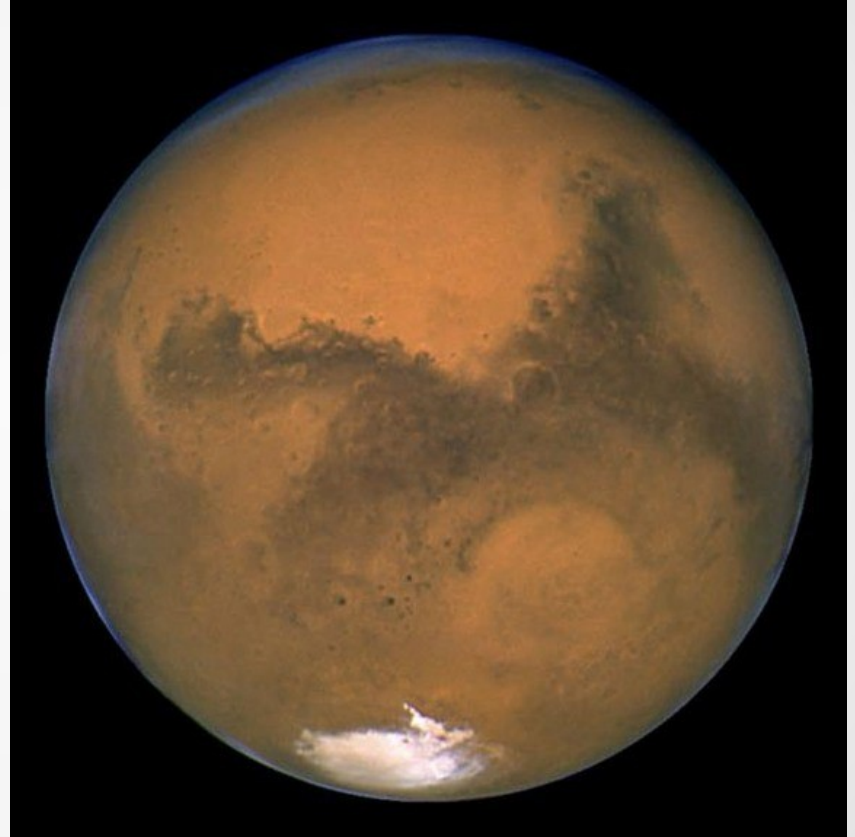
Naše Osončje 0.95 a.u.

## Zgornja meja:

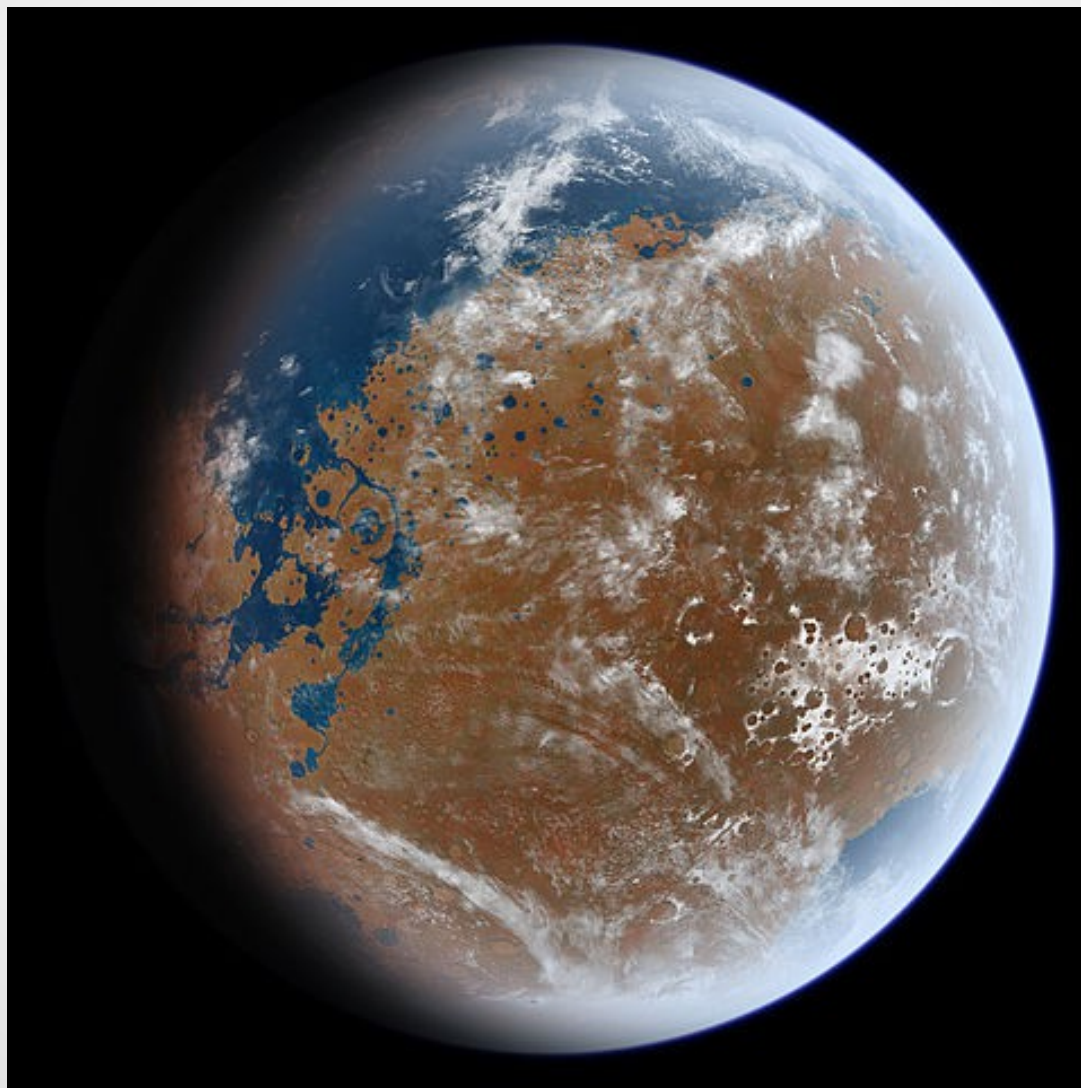
1. Popolna zamrznitev.
2. Maksimalni toplogredni pojav

Naše Osončje 1.70 a.u.

# Venera in Mars



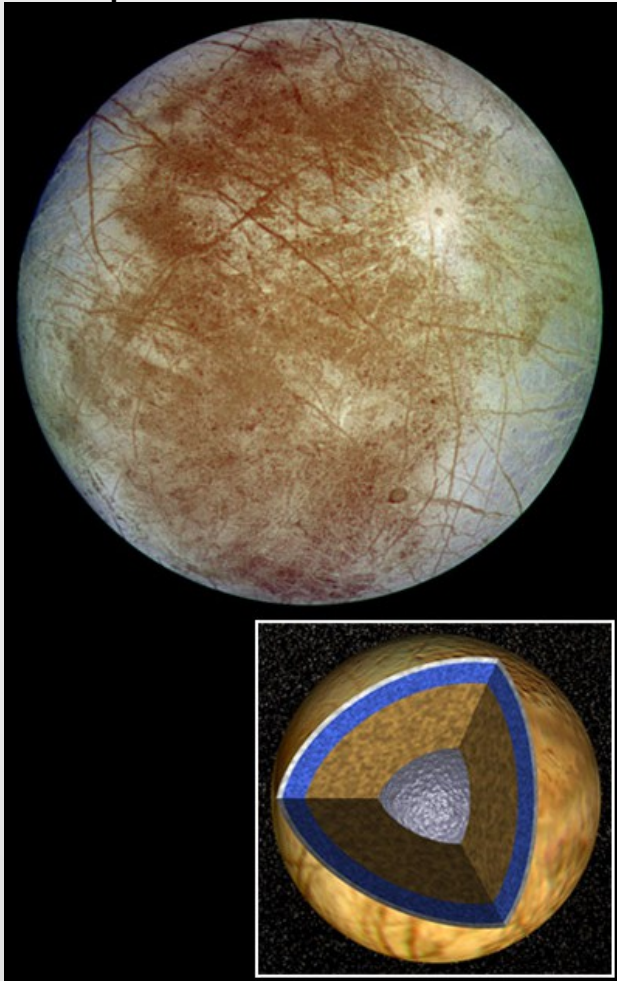
# Ocean na starodavnem Marsu



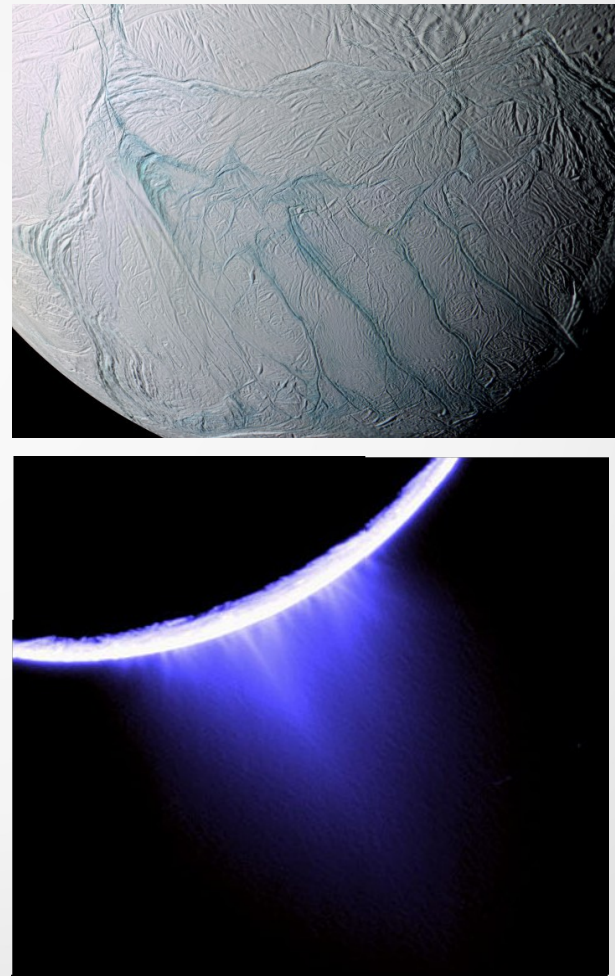


# Tekoča voda izven bivalnega območja

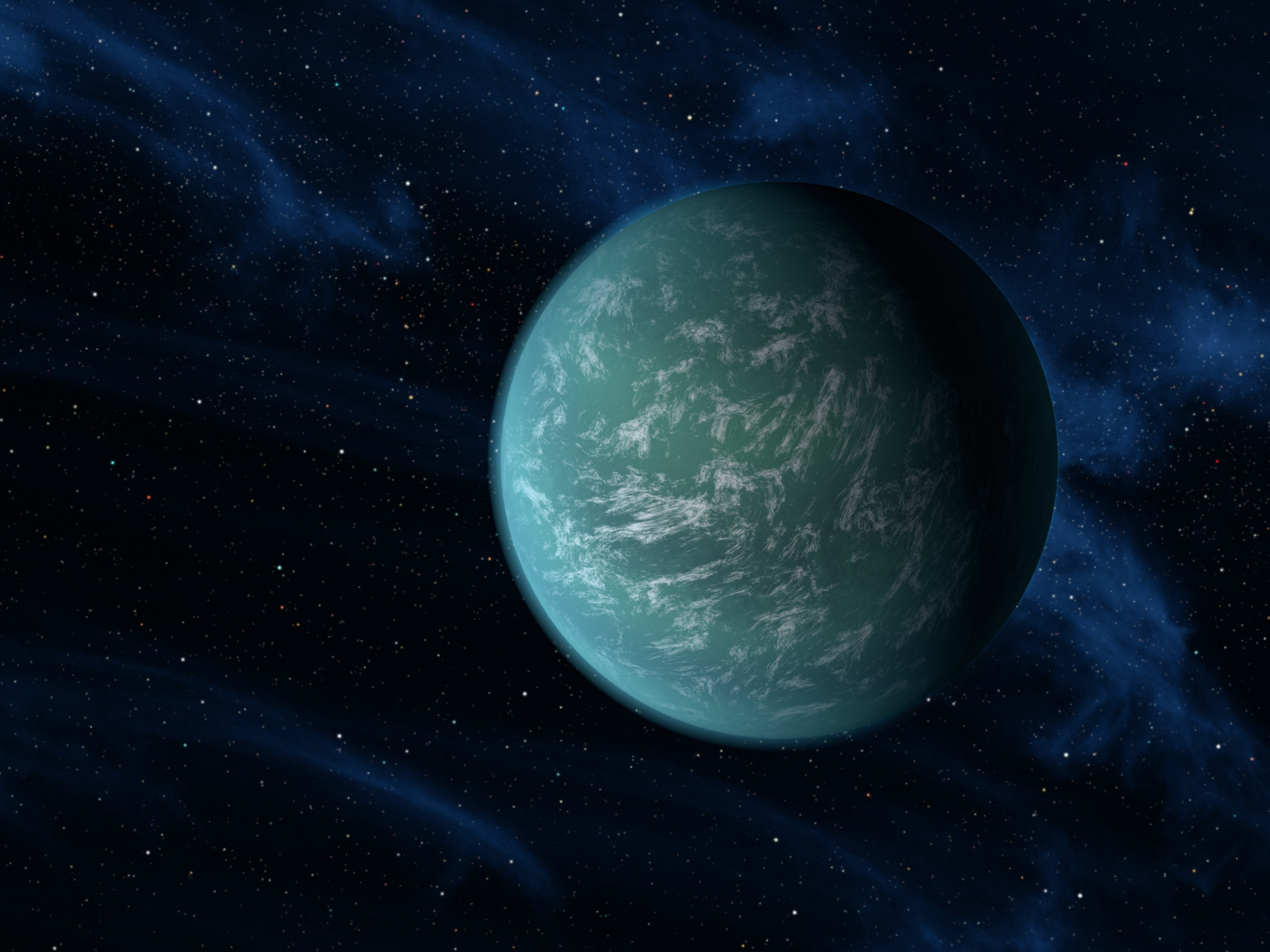
Europa



Enkelad







## Viri fotografij

### Prosojnica 1:

E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Kepler-Observatory, Linz, Austria, Wikipedia  
NASA/Apollo 17 crew, Wikipedia  
Marshall Auerback

### Prosojnica 2:

Wikipedia

### Prosojnica 3:

E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Kepler-Observatory, Linz, Austria, Wikipedia  
NASA/SOHO  
NASA/Apollo 17 crew, Wikipedia  
NASA/HST  
NASA/JPL/University of Arizona  
NASA/JPL/Voyager  
NASA/Ricardo Nunes  
NASA/APL

### Prosojnica 4:

NASA/APL

### Prosojnica 7:

NASA/Pioneer Venus Orbiter  
NASA/HST

### Prosojnica 13:

Ittiz, Wikipedia

### Prosojnica 14:

NASA/Galileo  
NASA/JPL/Space Science Institute

### Prosojnica 15:

NASA/Ames/JPL-Caltech