

Cirkumstelarne nastanjive zone i “slučaj Mars”

14.12.2012.



Suviše toplo,
voda isparava,
nemoguće ukloniti CO₂



Suviše hladno,
ako se zagreva
viškom CO₂
on formira oblake
i blokira Sunčevo
zračenje

Baš kako treba,
stabilna temperatura
na ~273 K
(tečna voda)

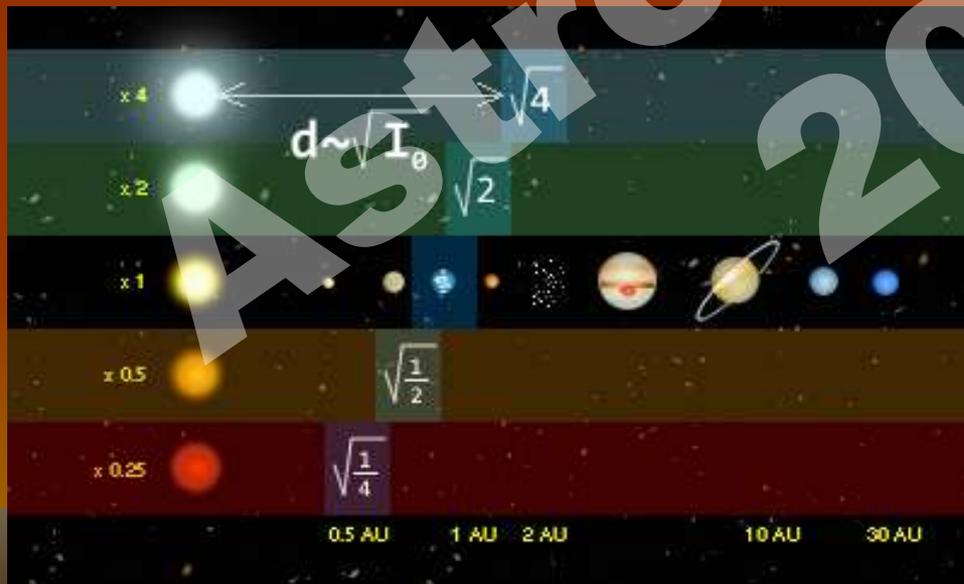
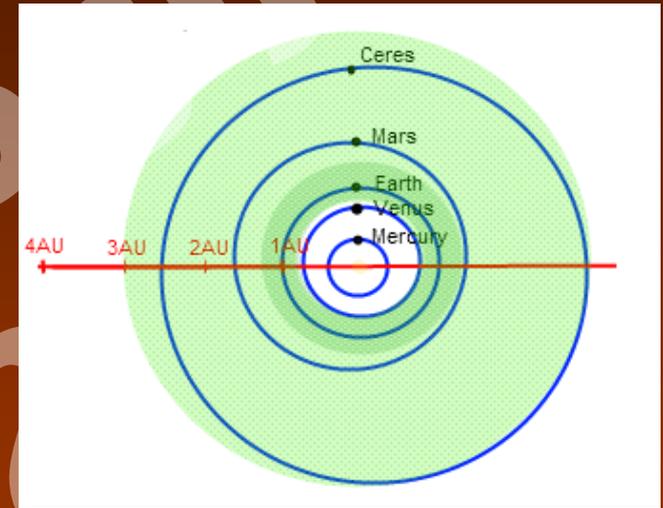
Cirkumstelarna nastanjiva zona

Pretpostavke implicitne u CNZ

- Odnosi se na život biohemijski sličan našem (pre svega zasnovan na H_2O kao rastvaraču).
- Svu energiju obezbeđuje matična zvezda.
- Razmatramo planete kao habitate.
- Razmatramo **relaksirane** planetske sisteme (migracije završene, nema velikih ekscentričnosti, itd.).

Koliko je široka Sunčeva CNZ?

- Optimististi: 0.95-3 AU
- Pesimisti: 0.95-1.01 AU (Hart 1978)
- Problem: varijacije ugljeničnog ciklusa?...



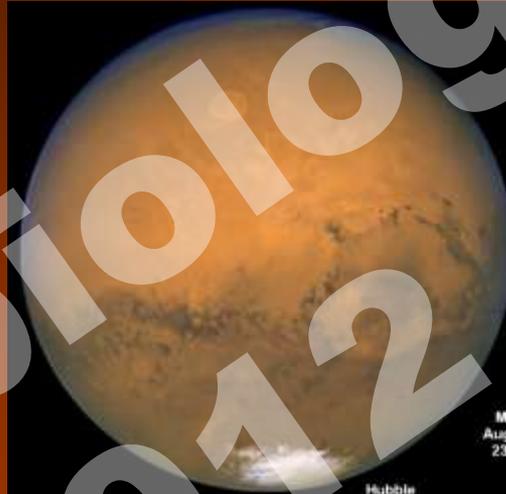
- Inače ideja prilično stara: Strughold i Šepi (1953!).
- Stephen Dole (1964): *Habitable Planets for Man*



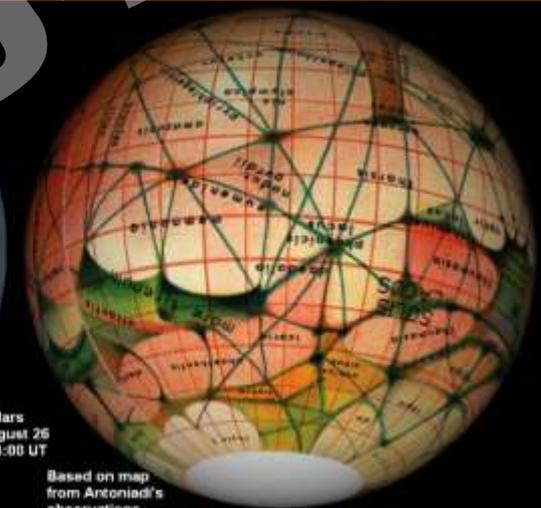
Astrobiologia
2012

Mars nekad i sad

- 19. vek – “zlatno doba” vere u život na Marsu
- Skjaparelijevi “kanali” kao znak civilizacije

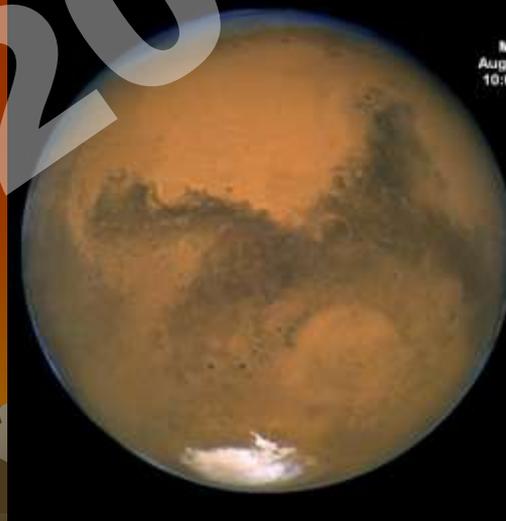


Hubble

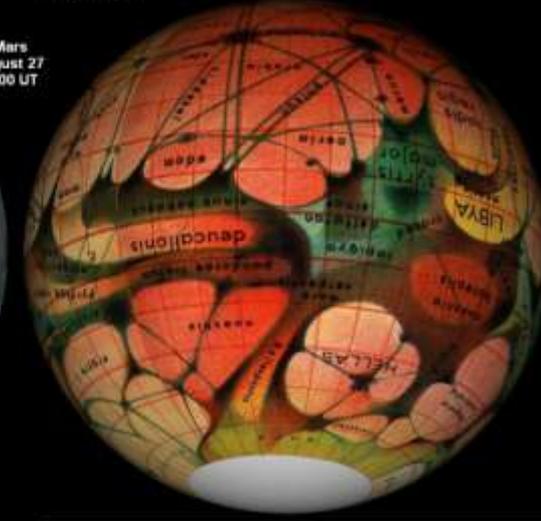


Mars
August 26
23:00 UT

Based on map
from Antoniadi's
observations

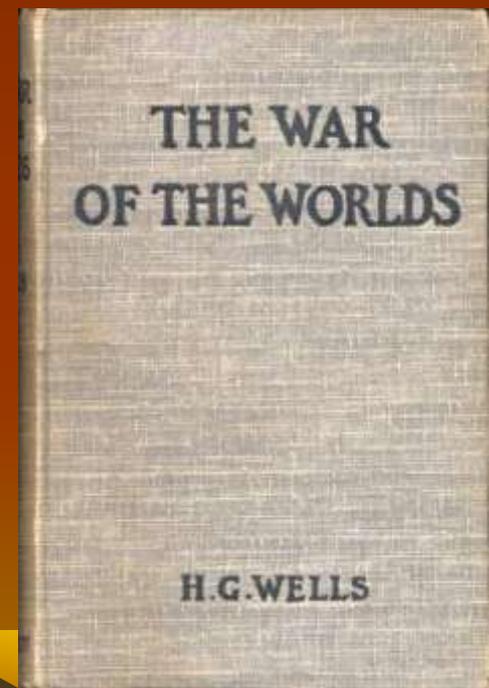
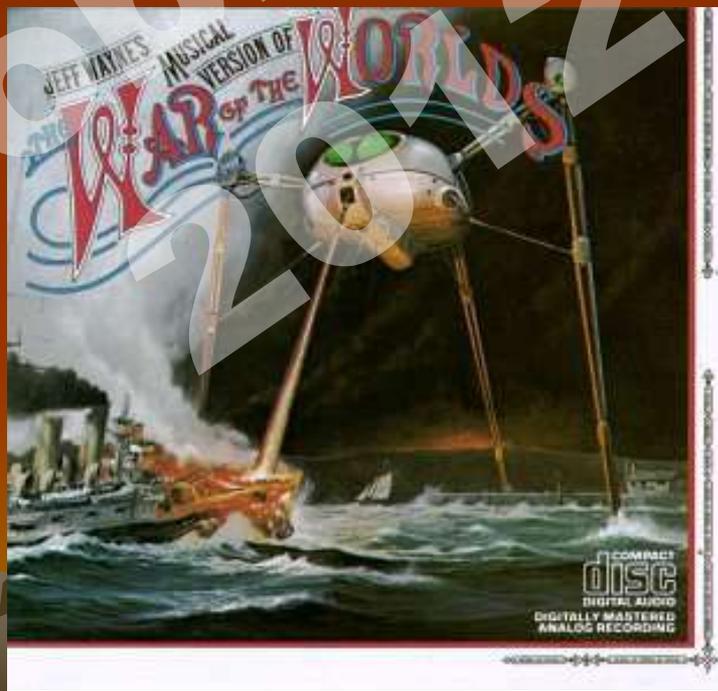


Mars
August 27
10:00 UT



“Rat svetova”

- Dva Velsa: Herbert Džordž i Orson
- 1897: roman H. Dž.
- 1938: Orsonova radio drama



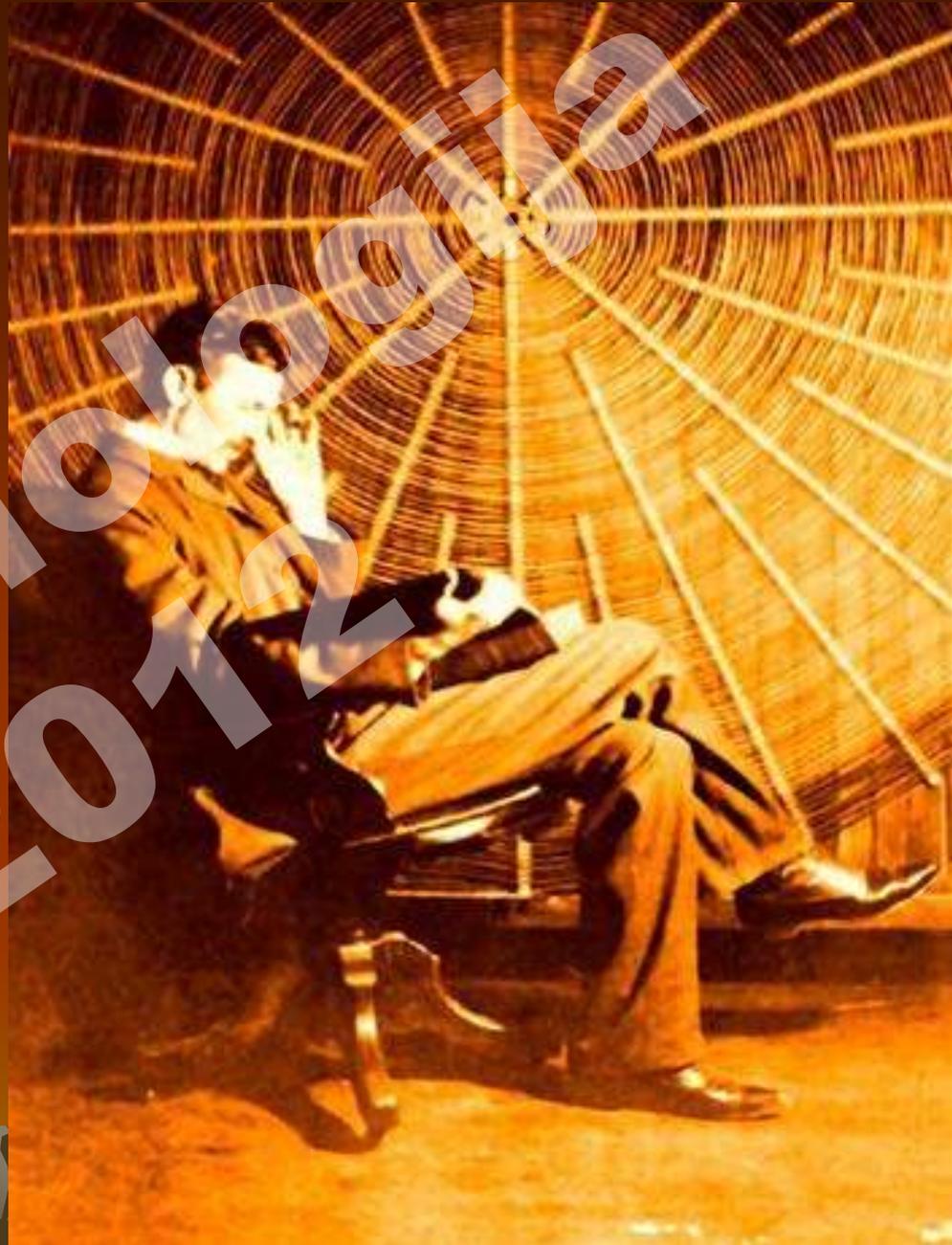
Tesla i Marsovc

- 1899 u Kolorado Springsu...

- Intervju 1901:

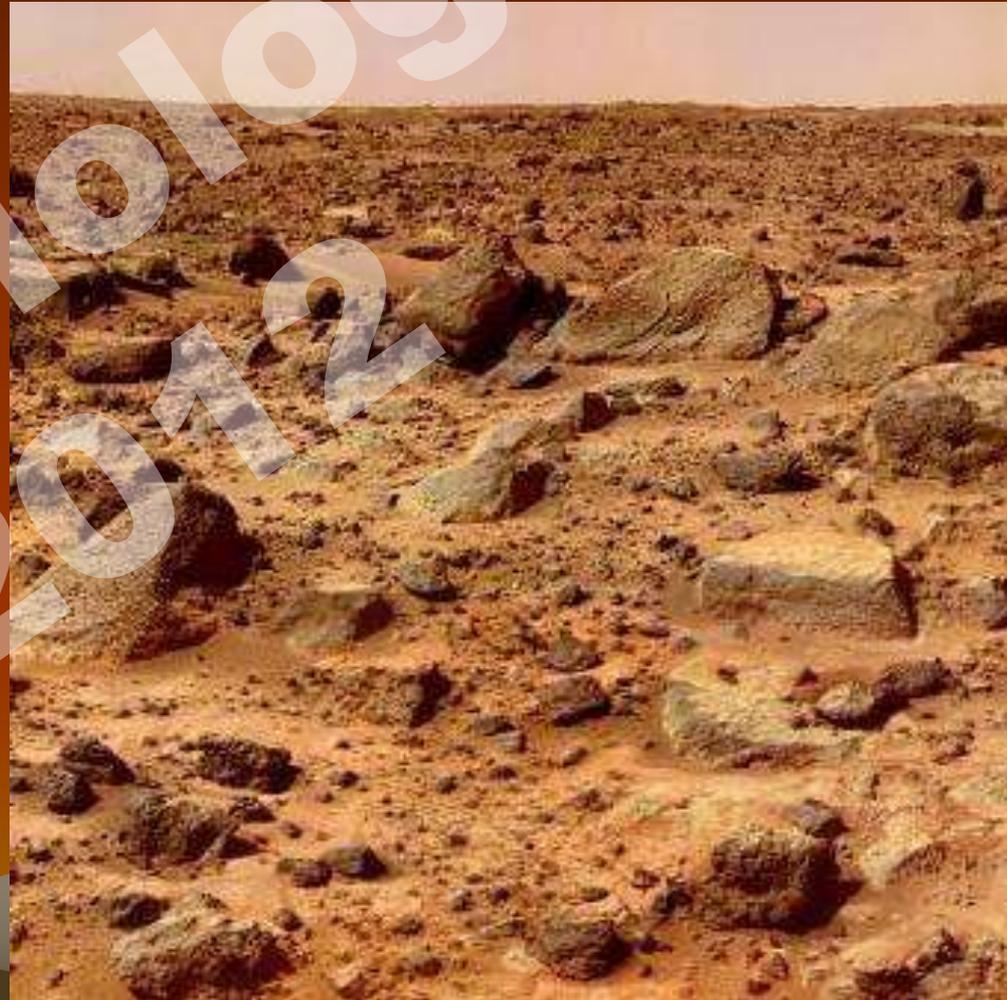
It was some time afterward when the thought flashed upon my mind that the disturbances I had observed might be due to an intelligent control. Although I could not decipher their meaning, it was impossible for me to think of them as having been entirely accidental.

- Moguće objašnjenje: radio šumovi Jupitera!



Današnji Mars: suv, hladan, negostoljubiv...

- 1965: Mariner-4 *flyby*
- 1971: Mariner-9 prvi orbiter
- Serije *Mariner*, *Mars*, *Viking*, do novijih vremena...
- 50 pokušanih misija, 21 uspešna

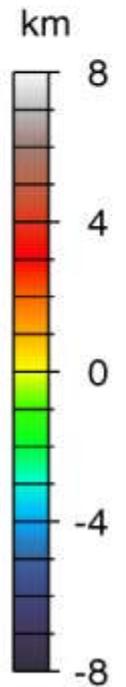
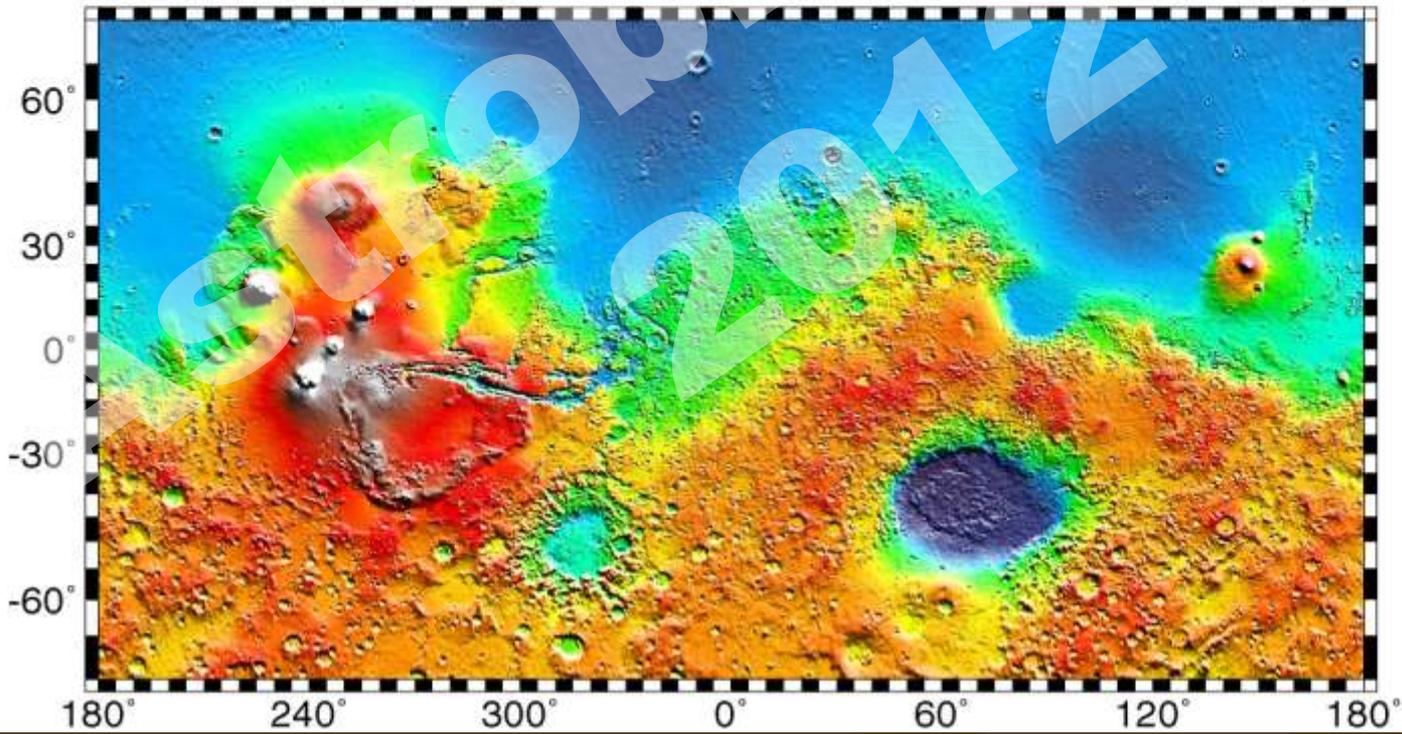
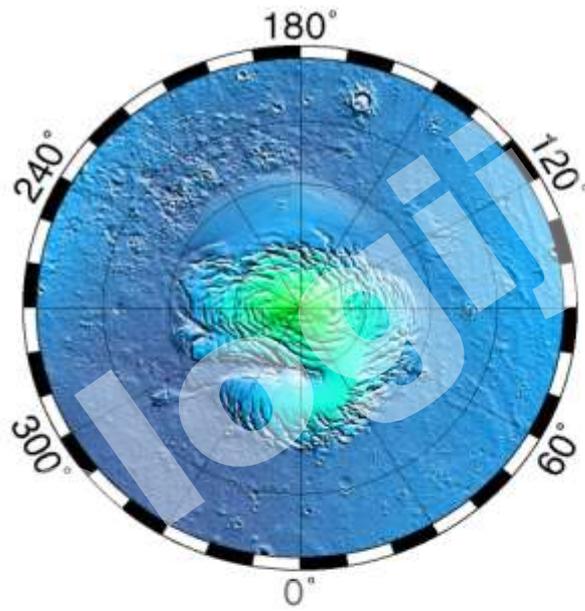
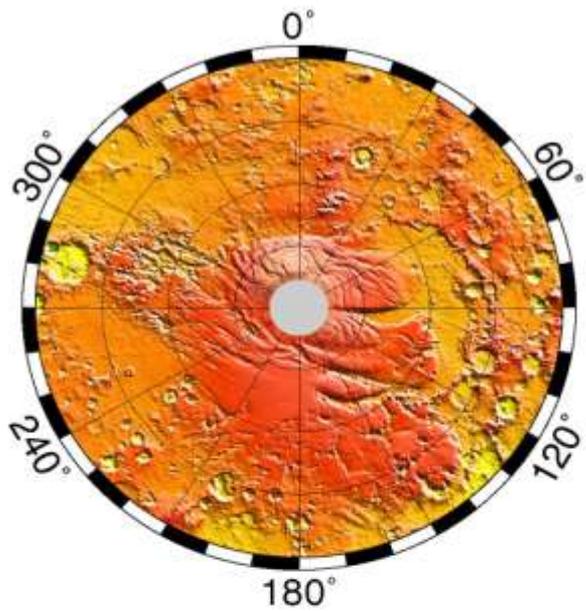


A wide-angle photograph of a desert landscape at dusk or dawn. The sky is a pale, hazy blue, and a single bright star is visible in the upper right quadrant. The foreground shows a dark, silty slope leading down to a flat, sandy plain. The overall tone is muted and atmospheric.

Astrobiologija 2012



Astrobiologia
2012



„Marsovska dihotomija“

- Severna hemisfera 1-3 km niža i ravnija
- Više hipoteza
 - Mega-sudar (2008. dodatna podrška)
 - Više manjih sudara
 - Konvektivno poreklo („dipolna“ konvekcija, *Degree-1*)

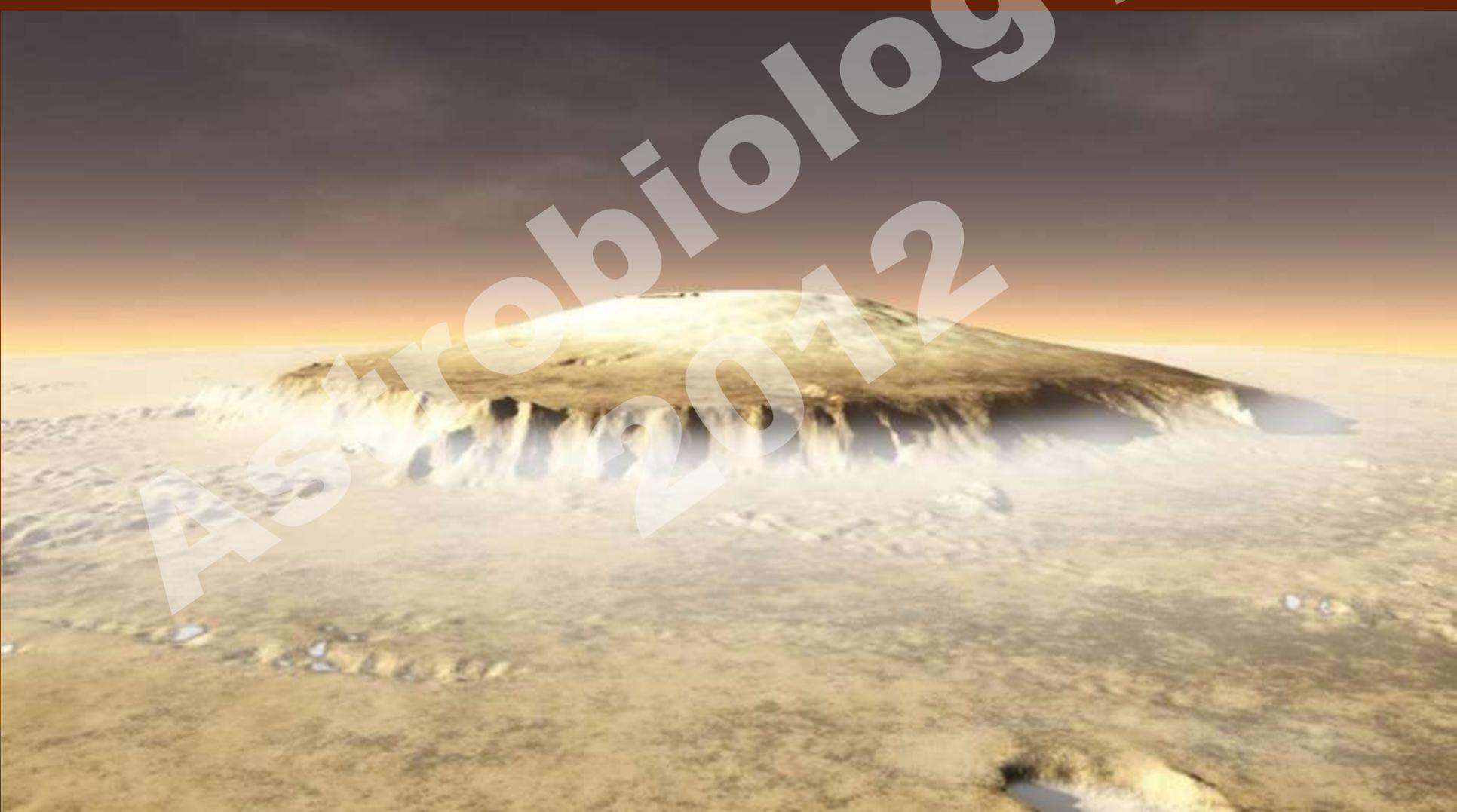
Όλυμπος, original....



Astrobiologia
2012

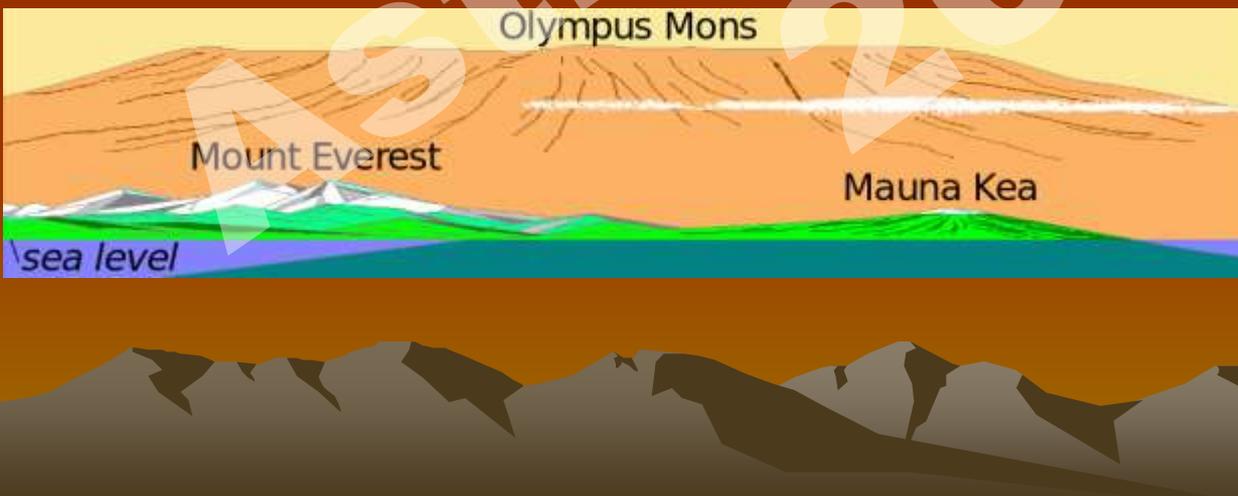


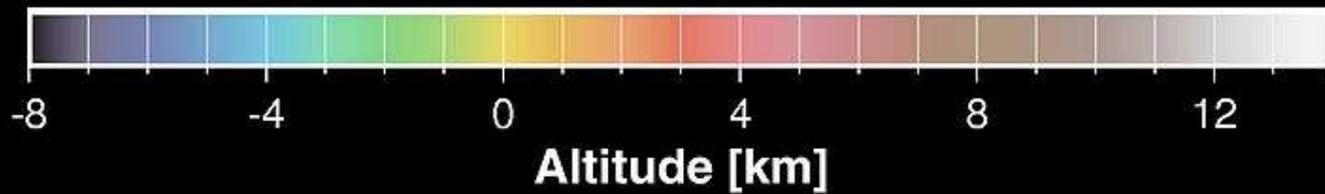
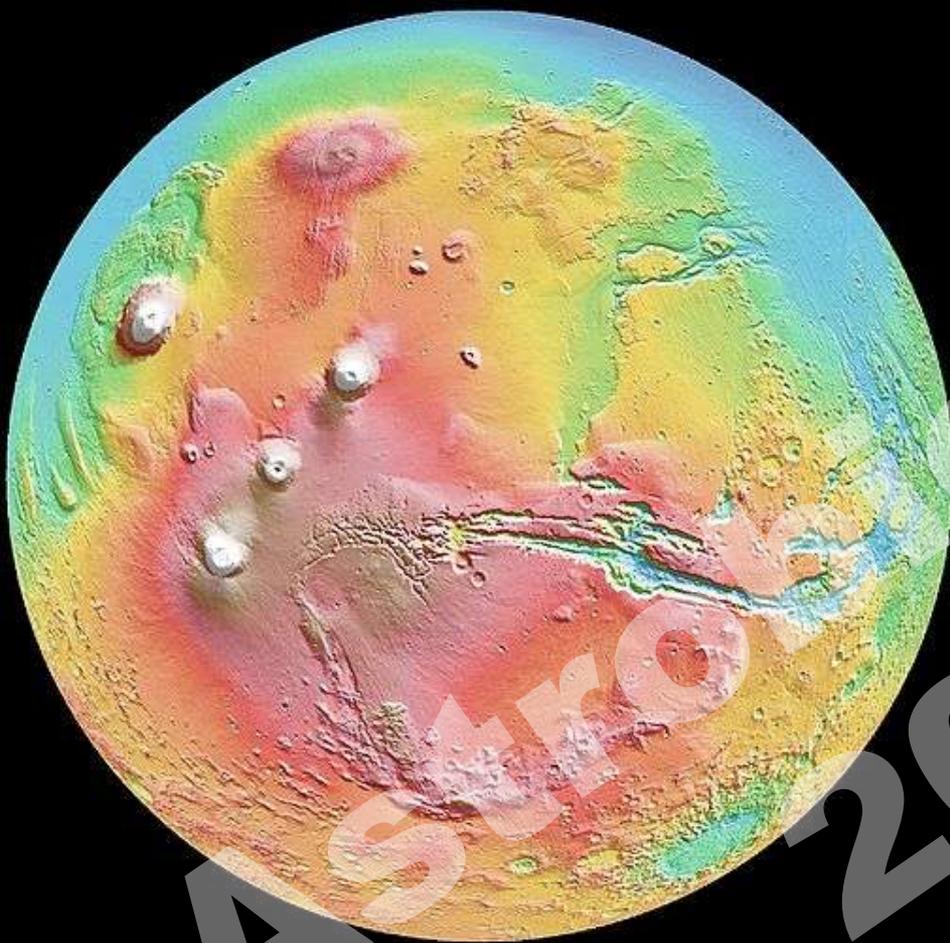
...i još impresivnija verzija



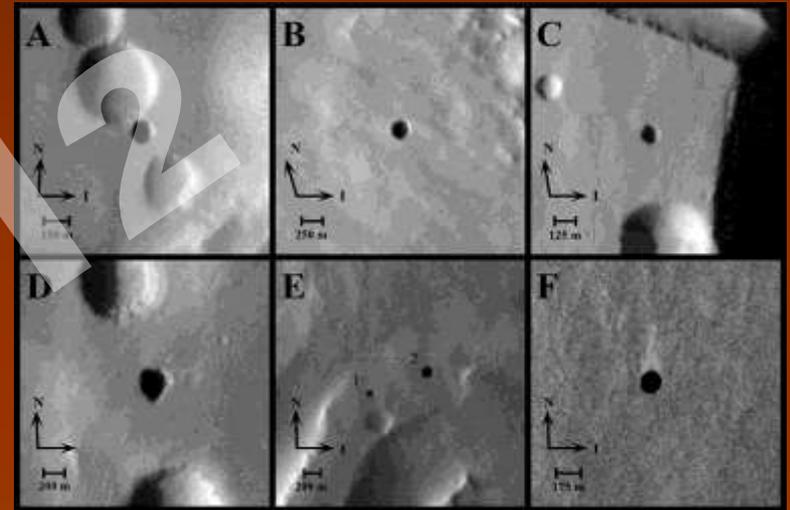
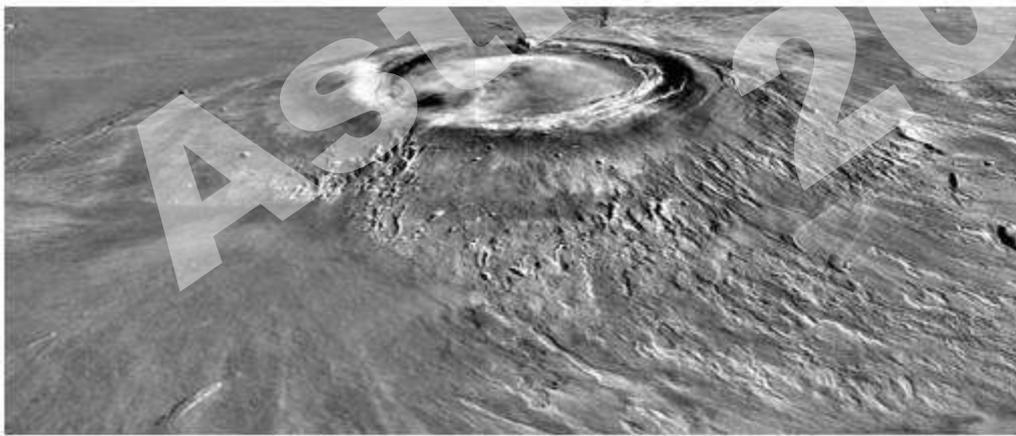
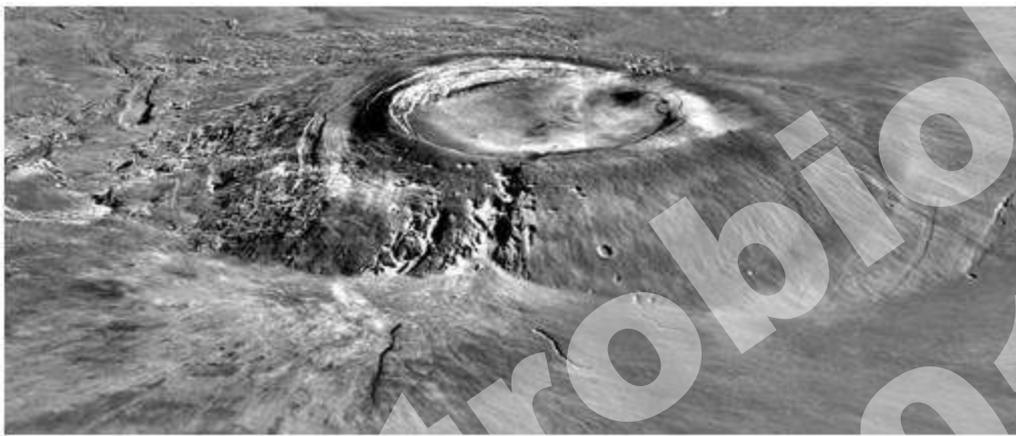
Najveća planina u Sunčevom sistemu

- 22km od formalne nultog nivoa (26km od nizije ispod!), >600 km prečnik osnove.
- Veoma mali nagib <5%.
- Nešto mlađi od ostalih vulkana (poslednja aktivnost datirana na 350-150 Ma)...



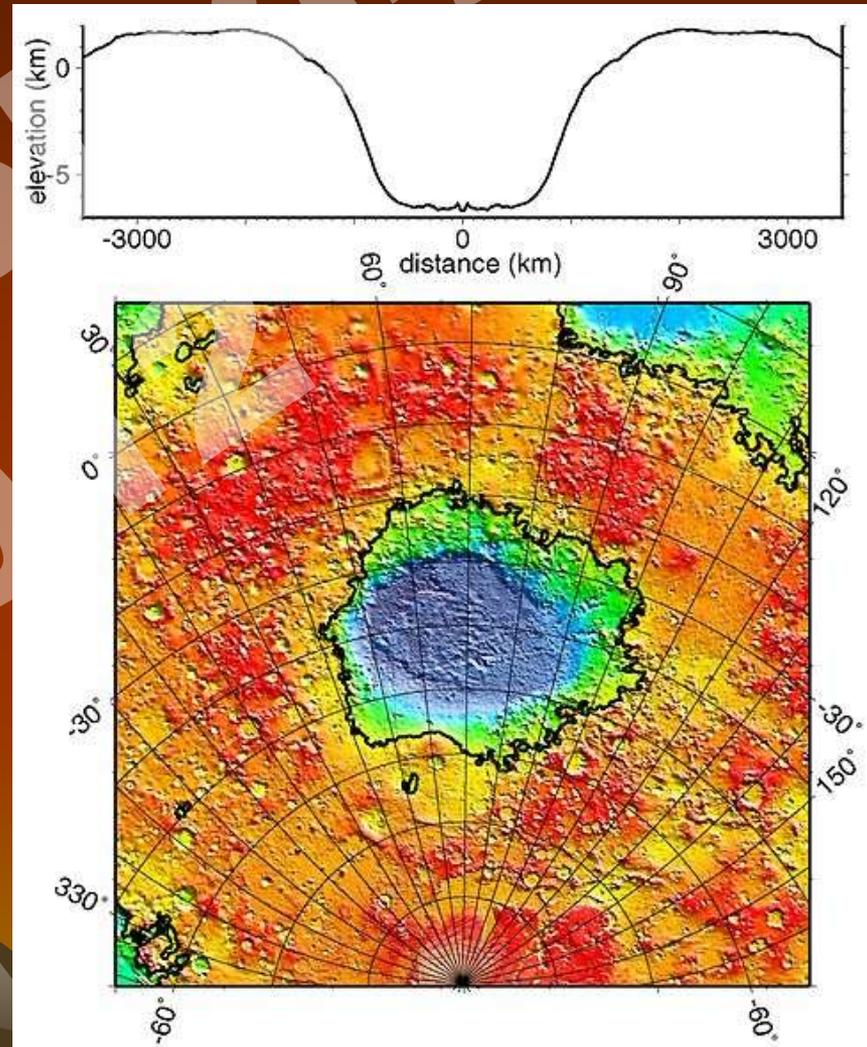


Arsia Mons i pećine...



Hellas Planitia

- ...najveći (očigledni!) krater u Sunčevom sistemu, $D = 2300$ km!
- Naslage izbačenog materijala svuda unaokolo.
- Direktno antipodalno od Alba Patere...



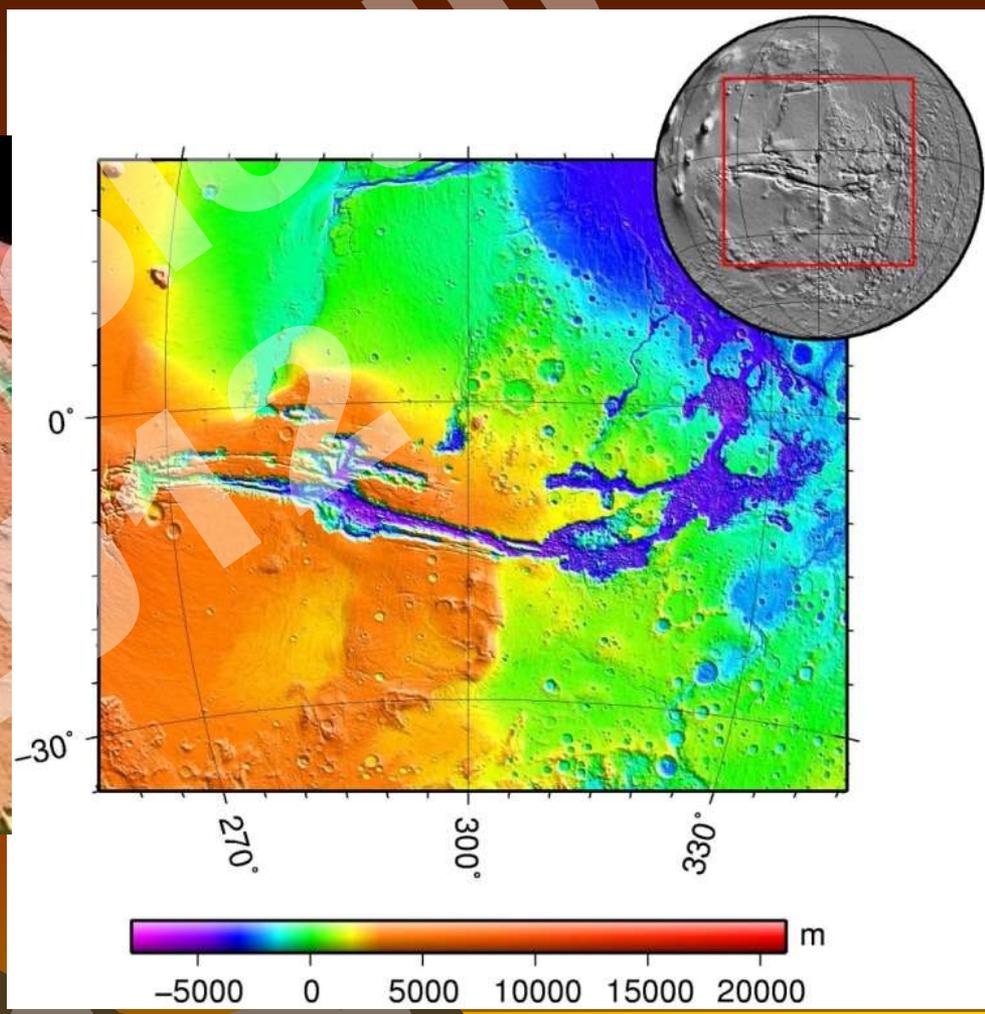
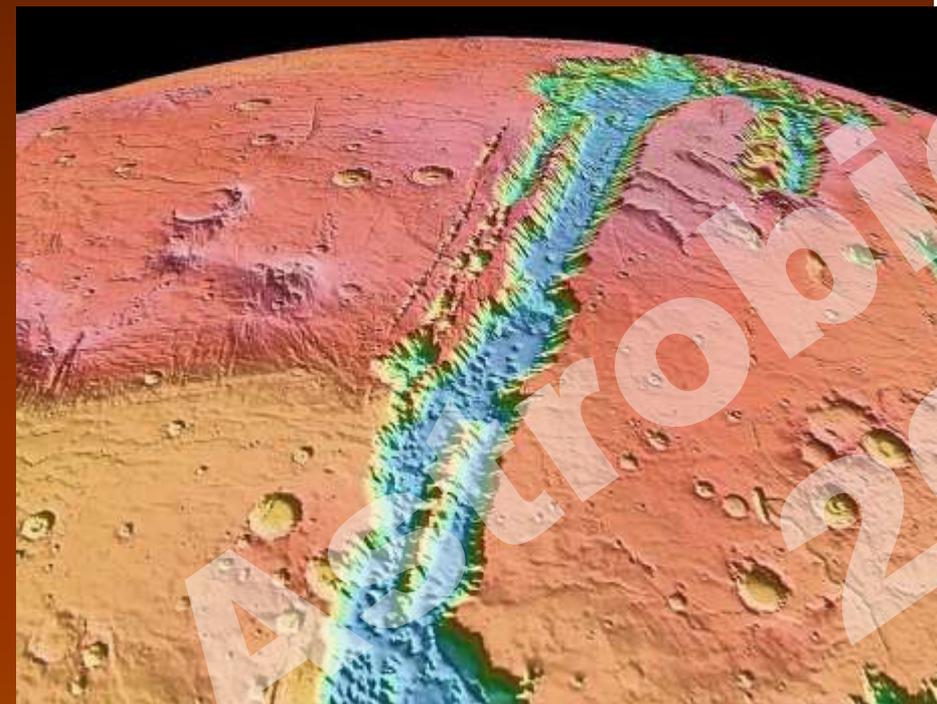


Astrobiologija 2012

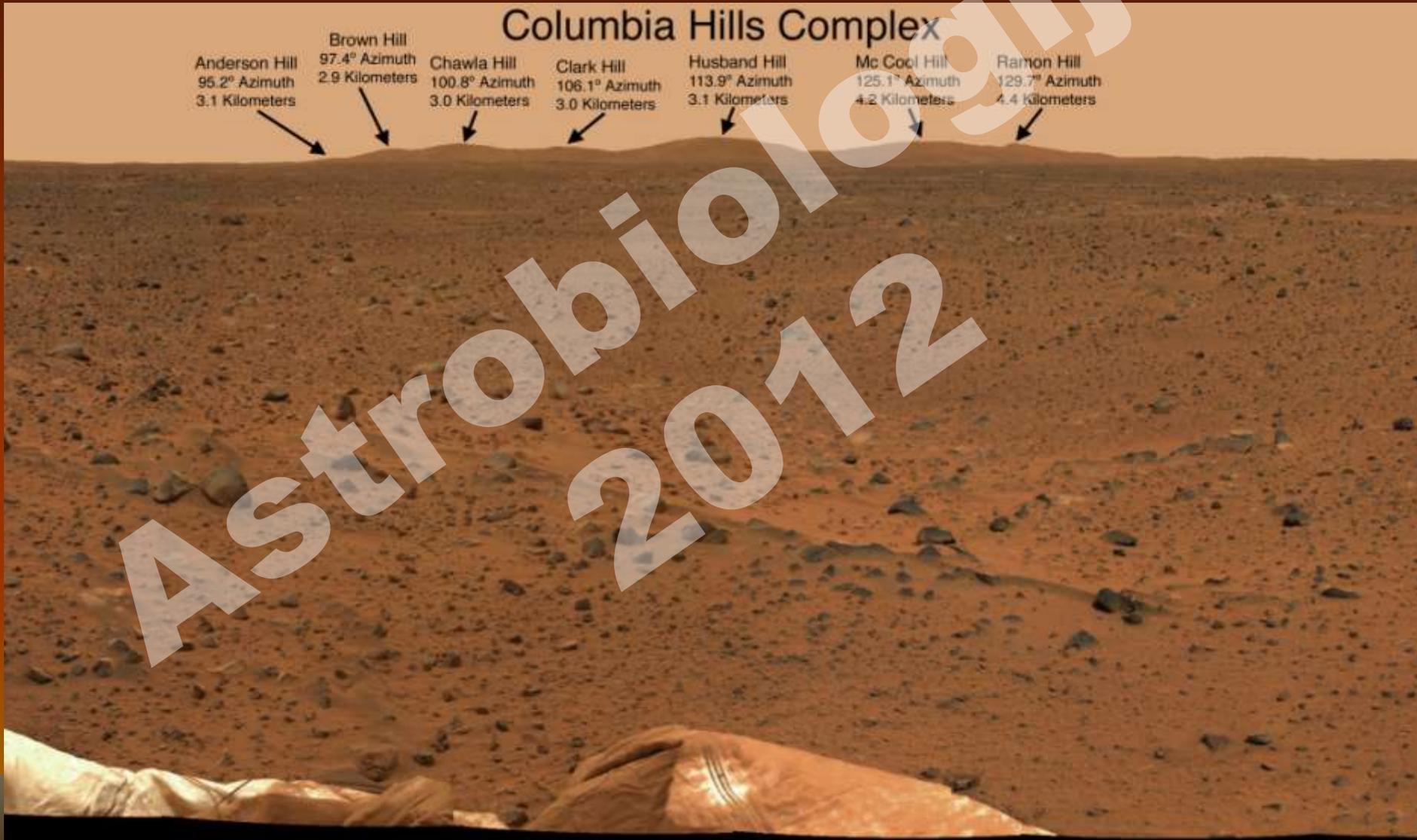
Valles Marineris



illa



...i druga zanimljiva topografija

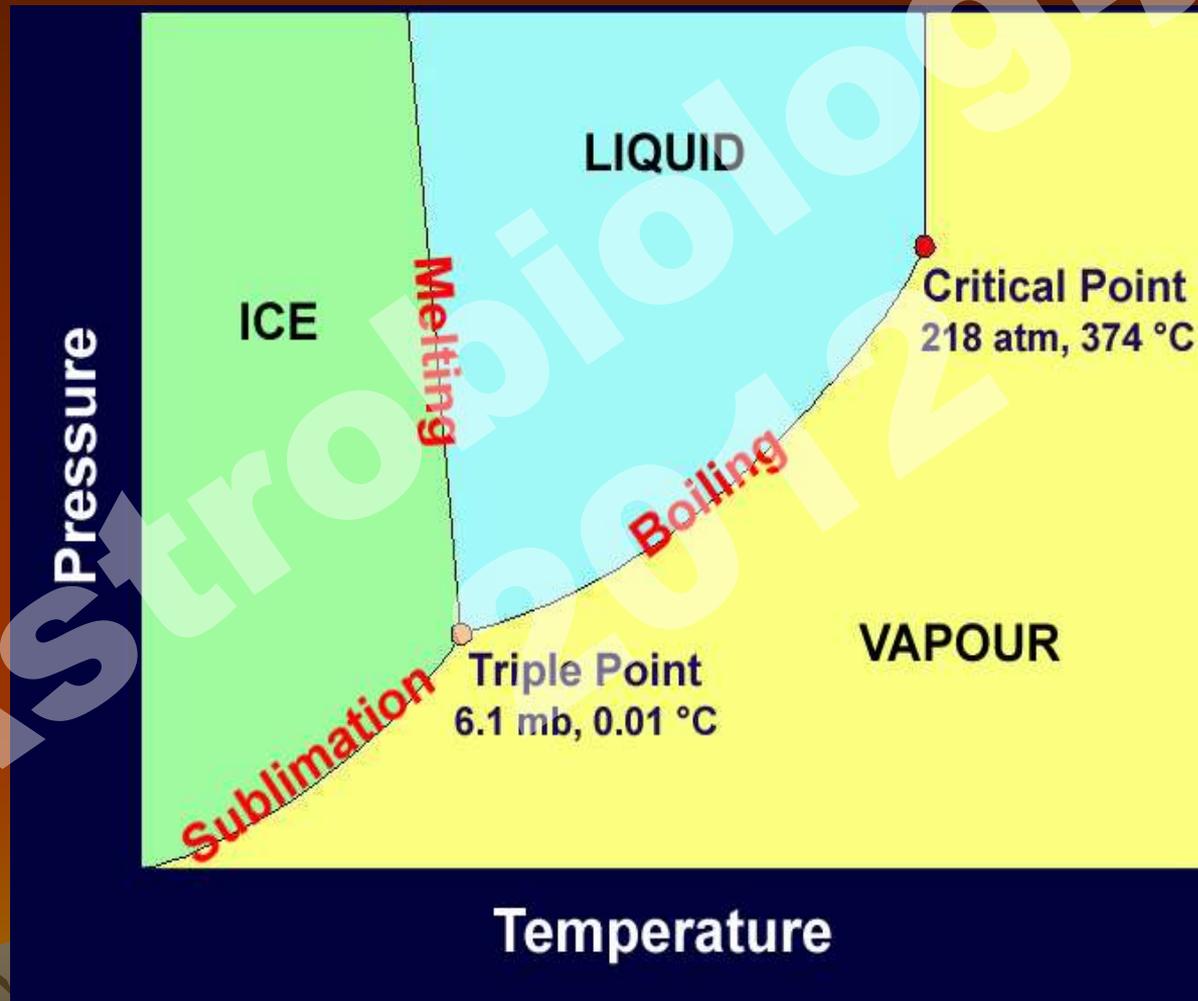


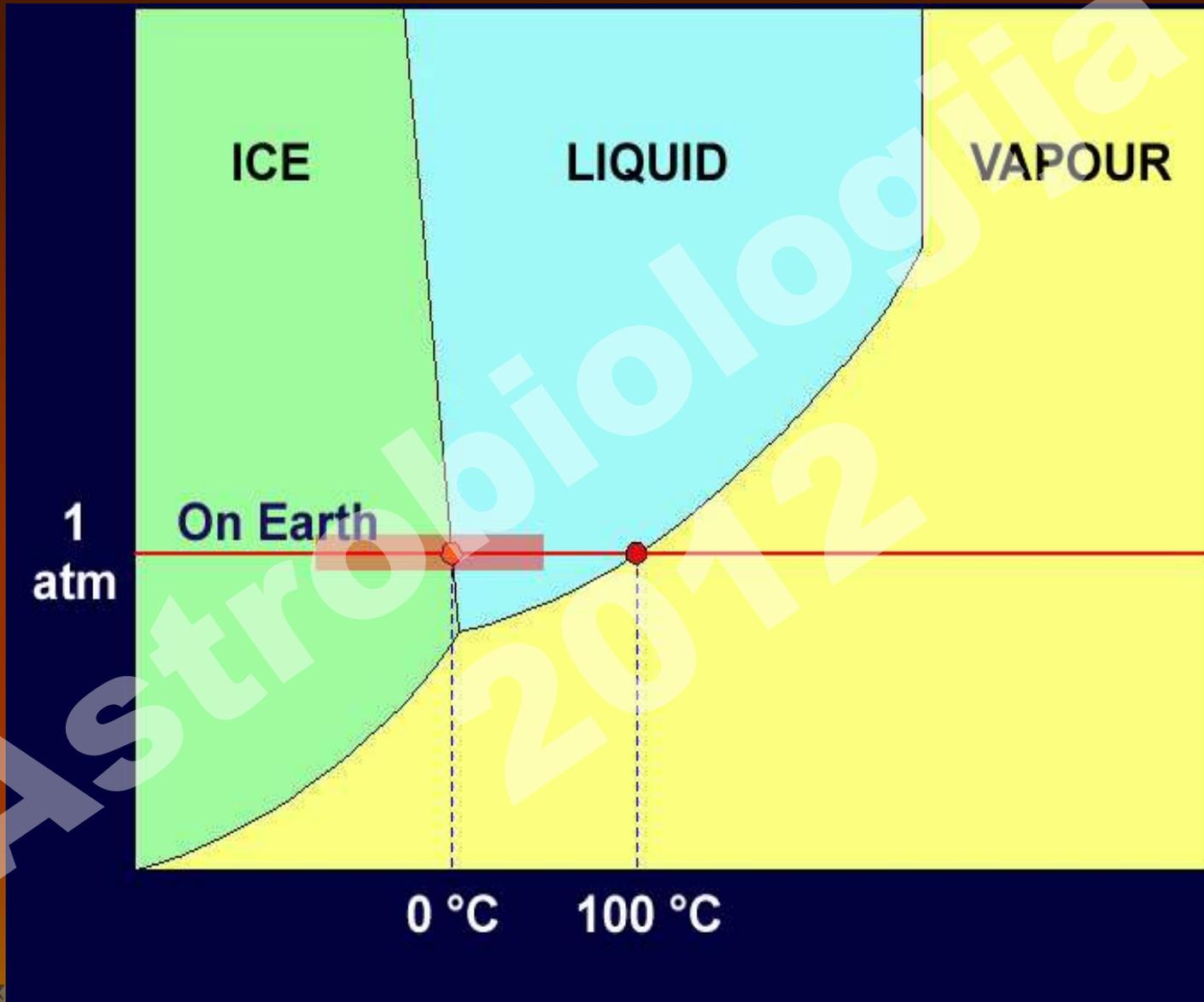
Osnovni problemi za život na Marsu

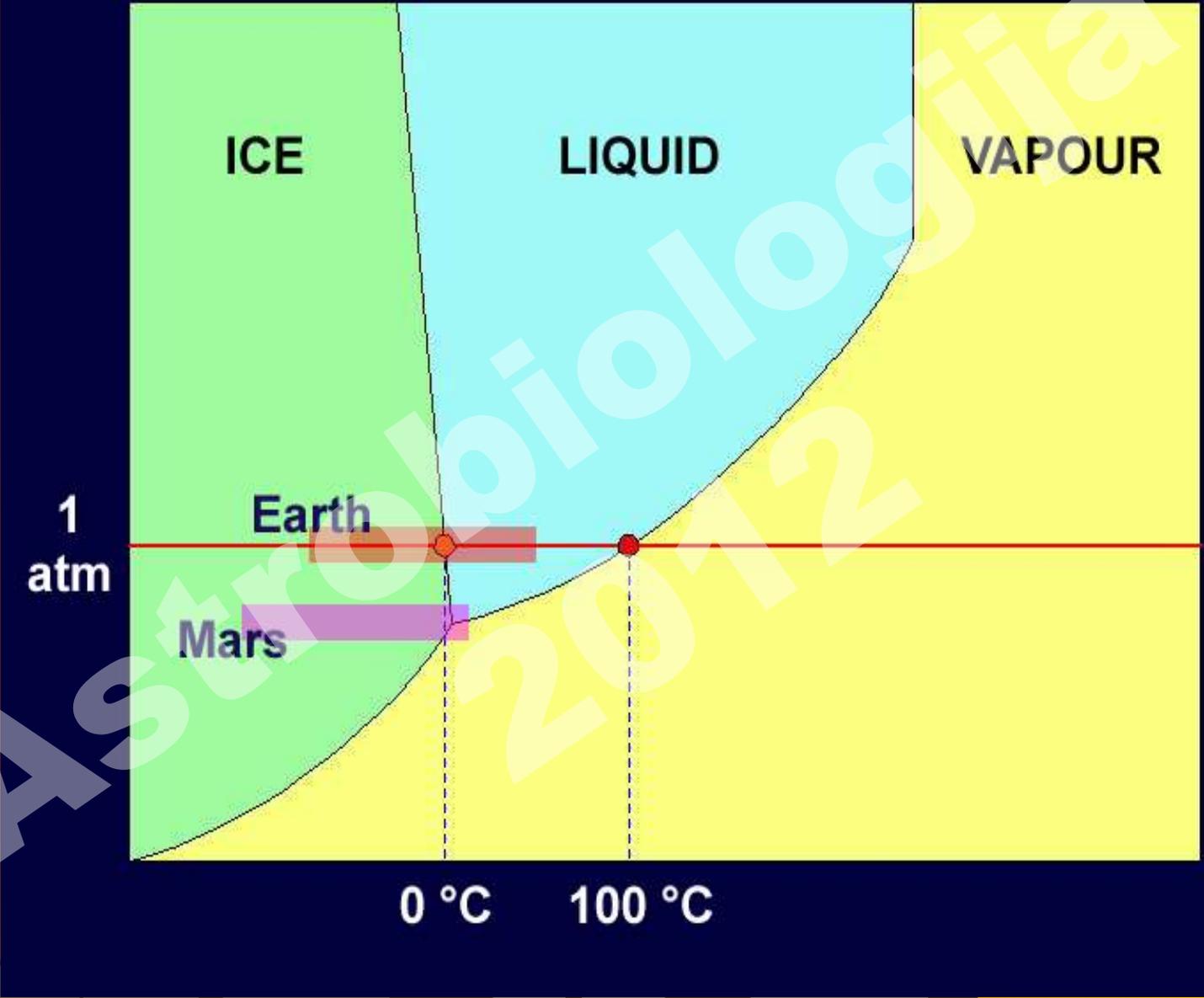
- Mars je danas previše hladan (prosečno 227 K) i previše suv.
- Gustina atmosfere svega oko 1% Zemljine.
- Atmosfera hemijski ravnotežna (+ metanska kontroverza!).
- Tlo siromašno organskim supstancama.
- Količina jonizujućeg zračenja znatno veća nego na površini Zemlje.
- Tektonika ploča ne funkcioniše.

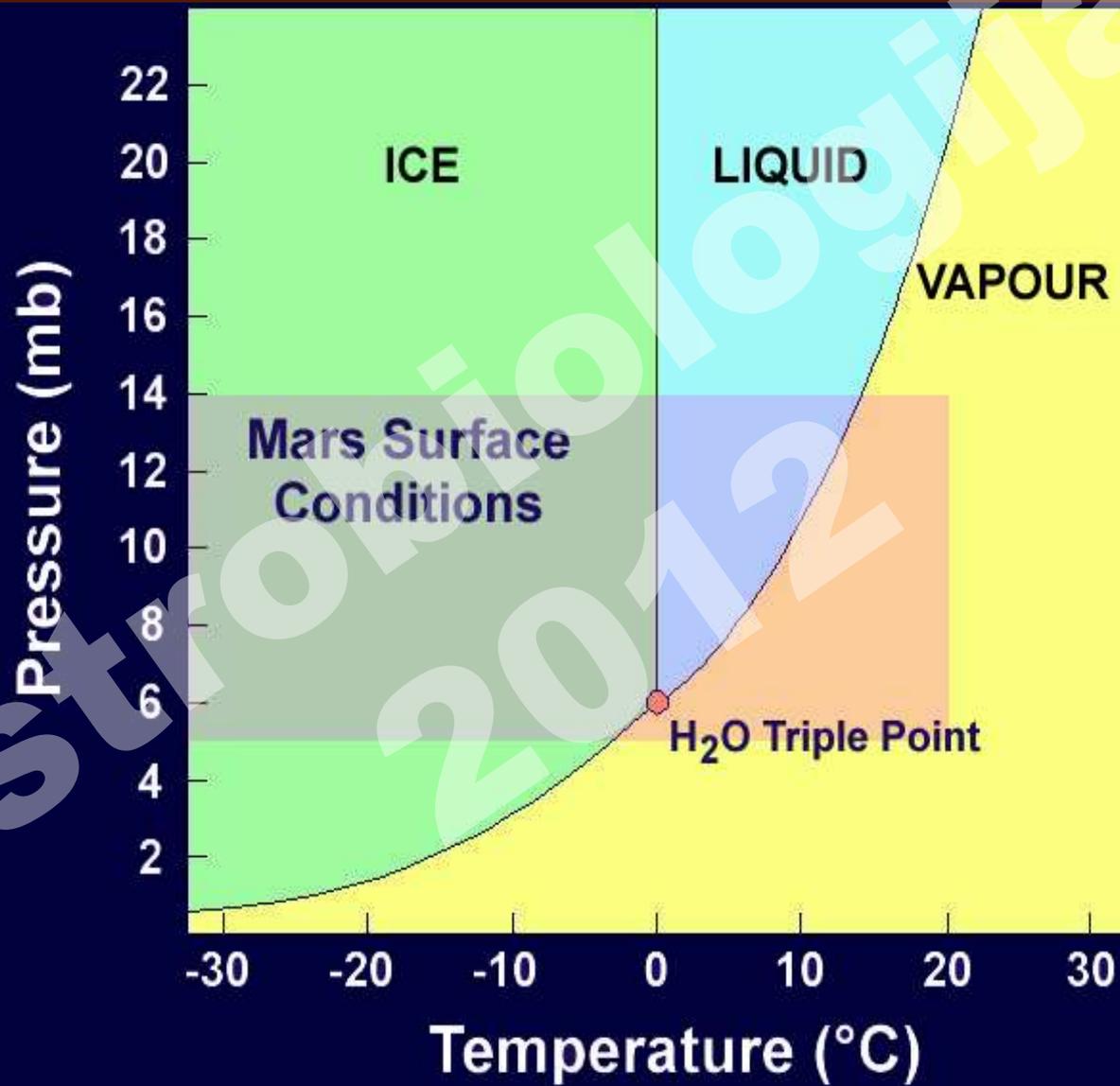


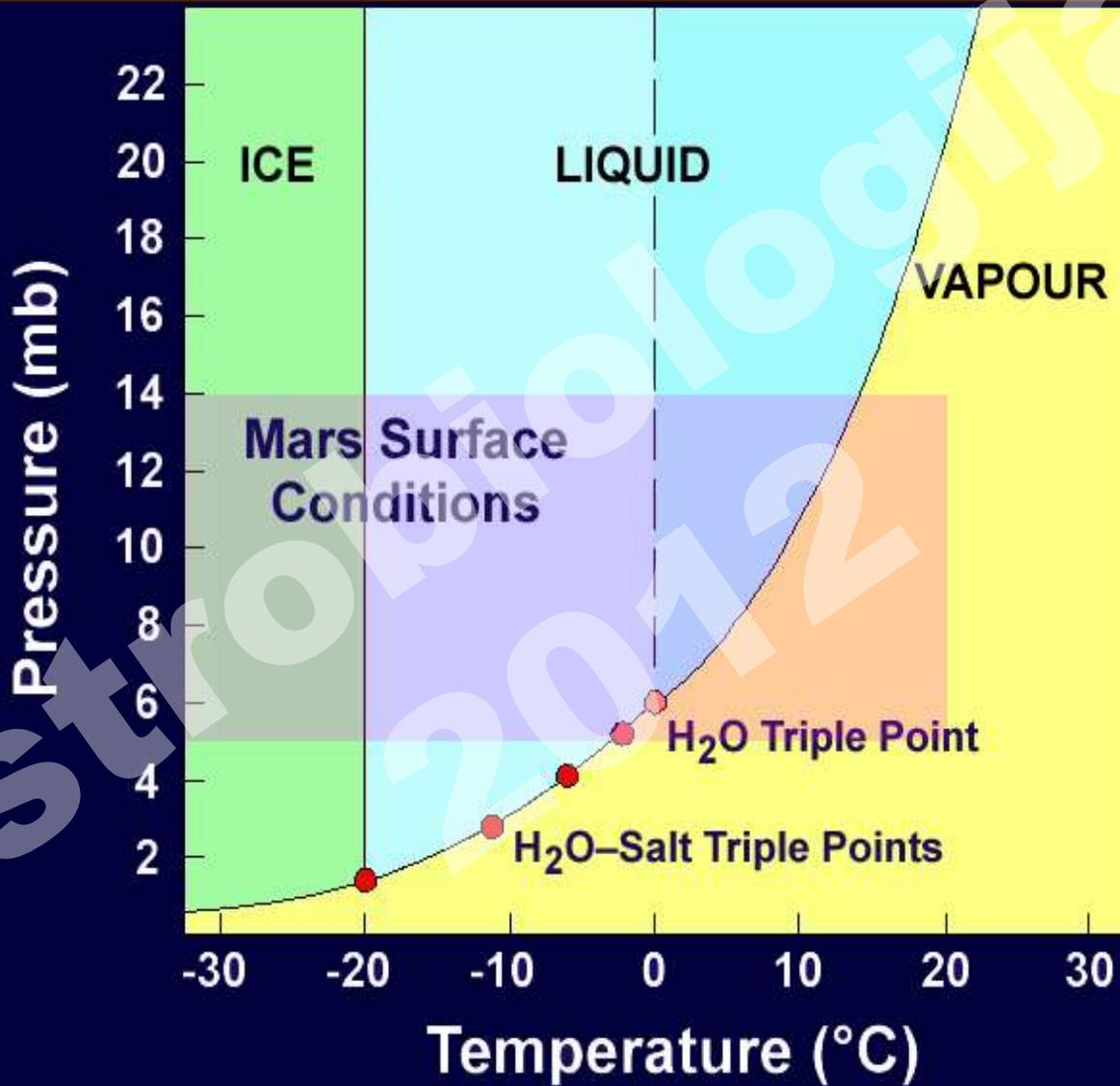
Zašto nema tečne vode na današnjem Marsu?







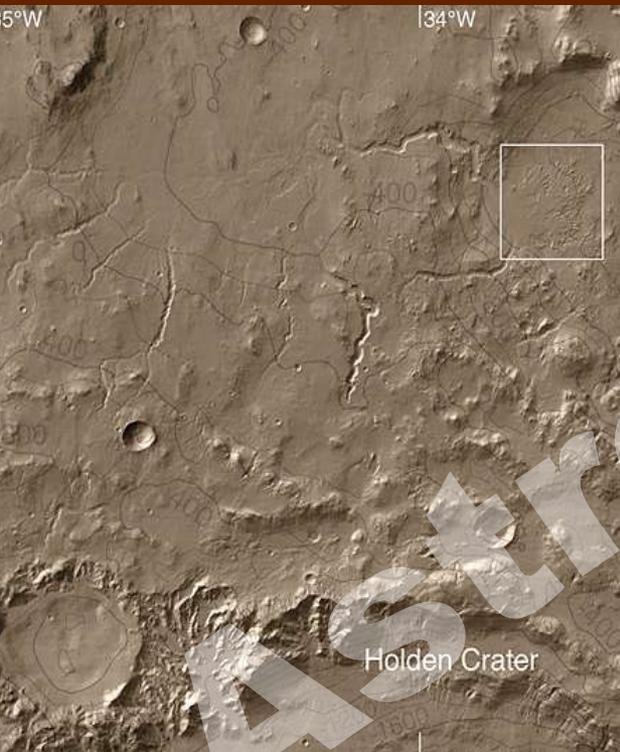




Nekad i sad...



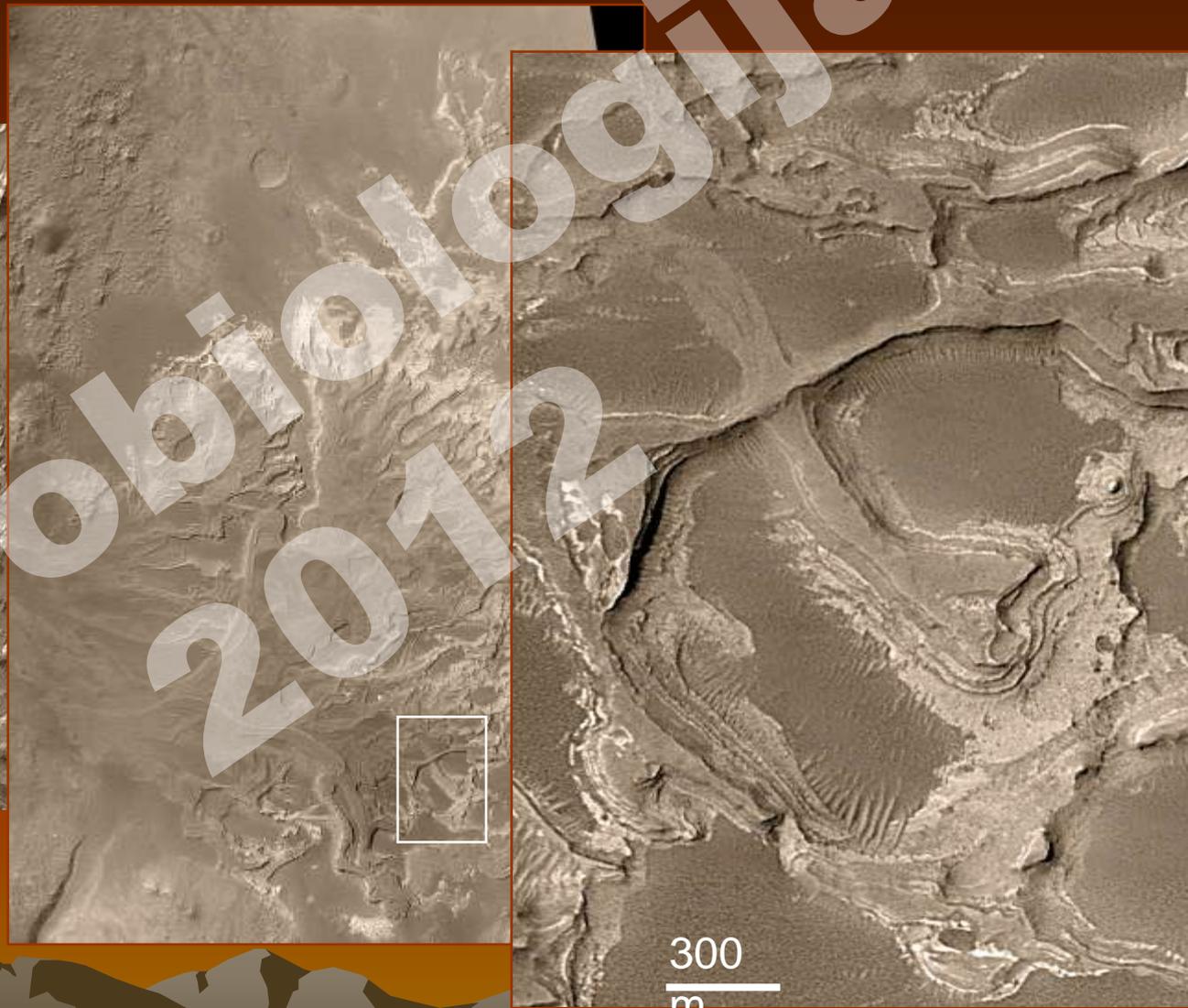
Sedimentne stene...



Holden Crater

Nekadašnje rečno korito SE od Holdenovog kratera (24.3°S, 33.5°W)

MGS — NASA/JPL/MSSS





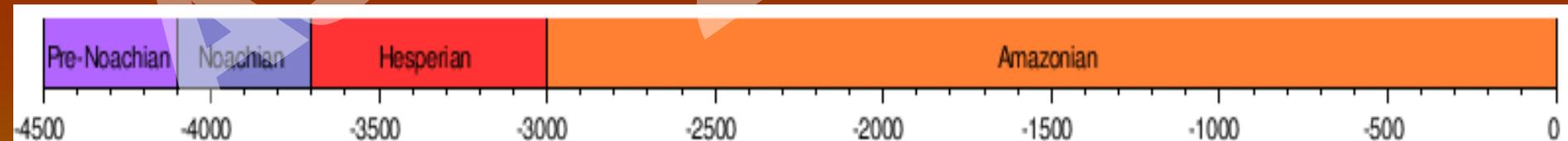
Nanedi Vallis basen (5°N ,
 315°E)

MGS — NASA/JPL/MSSS



Marsovska geološka skala

- Mnogo siromašnija od zemaljske (zašto?)
- Svega 4 **perioda** (ne koristimo ere, eone, itd.)!
- Atmosfera gusta, tečna voda samo u Noahijskom periodu; hesperijski obeležen naglim gubitkom vode sa površine. ...



Misija "Viking"

- 1976: Viking 1, 2
- Pre MSL, najskuplja misija u istoriji planetskih istraživanja
- Eksplicitan cilj: potraga za tragovima života u tlu Marsa
- Rezultati: negativni, ali...



3 biološka eksperimenta...

...ako je život (1) prisutan (2) u značajnim količinama i (3) aktivno metaboliše;

+ gasni hromatografski maseni spektrometar (GCMS)

Pyrolitic Release (PR) experiment:

Looked for evidence of photosynthesis by cultivating a soil sample with light and a simulated ^{14}C -containing atmosphere. After a few days, removed gases and pyrolysed the soil to see if any radioactive C had been accumulated as biomass.



Vikingova robotska ruka uzima uzorak

Labeled Release (LR) experiment:

Inoculated a soil sample with water and ^{14}C -labeled nutrients. Looked for respiratory, radioactive CO_2 byproducts.

Gas Exchange (GEX) experiment:

Cleansed soil sample of Martian gases by flushing with helium; then incubated with nutrients, water, CO_2 , and inert gases. Checked gas composition and concentration with GCMS to see if metabolizing organisms consumed or released the gases being measured (CO_2 , O_2 , CH_4 , H_2 , N_2).

- Da bi se smanjile šanse lažnih pozitivnih signala, eksperimenti su zamišljeni da daju **negativan** signal u **termički sterilizovanom kontrolnom uzorku!**

IMA ŽIVOTA:

PR
LR
GEX

UZORAK TLA

¹⁴C detektovan
emisija markiranog gasa
emisija O₂ ili CO₂

STERILIZOVANI UZORAK

ništa
ništa
ništa

NEMA ŽIVOTA:

PR
LR
GEX

UZORAK TLA

ništa
ništa
ništa

STERILIZOVANI UZORAK

ništa
ništa
ništa

VIKING:

PR
LR
GEX

UZORAK TLA

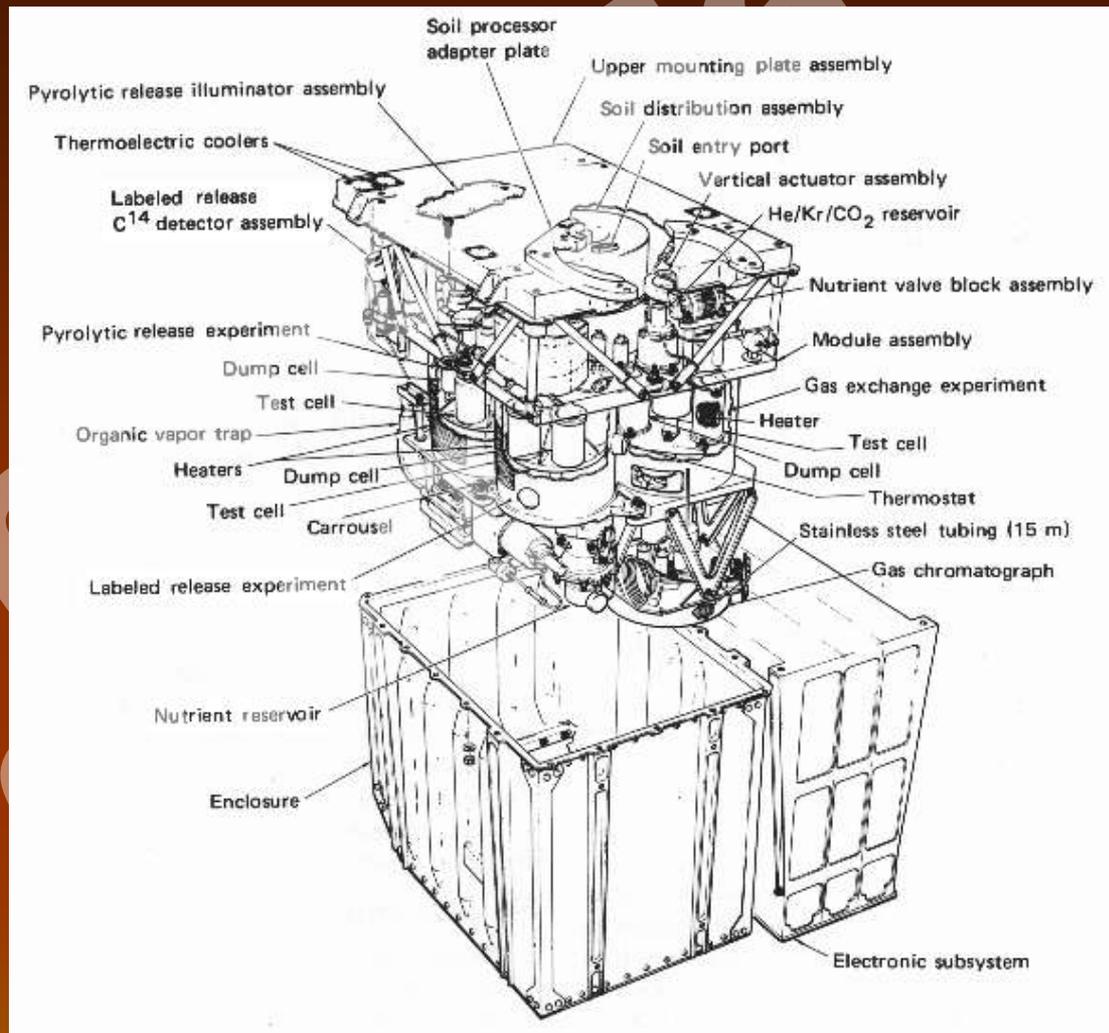
¹⁴C detektovan
emisija markiranog gasa
emisija O₂

STERILIZOVANI UZORAK

¹⁴C detektovan (!?)
ništa
emisija O₂ (!?)

- DODATNI BIZAR: GCMS nije pronašao nijedan trag **BILO KOG** organskoj jedinjenja u uzorku!!!
- Pozitivni rezultati kontrolnog eksperimenta ukazuju (većini) na abiološko poreklo, tj.: **OKSIDANTI PRISUTNI U TLU (ZA RAZLIKU OD ZEMLJE!)**

- Niz zagonetki...
- Da li je gasni hromatograf **uopšte** analizirao uzorke?
- Da li je način spuštanja *Vikinga* uticao na rezultate?
- Schulze-Makuch: da se radi o nekom ostrvu...
- Debata traje I dalje!

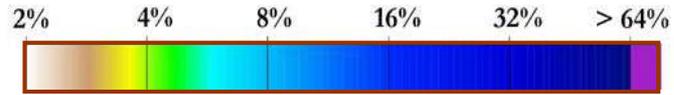


Par ohrabrujućih post-Viking vesti...

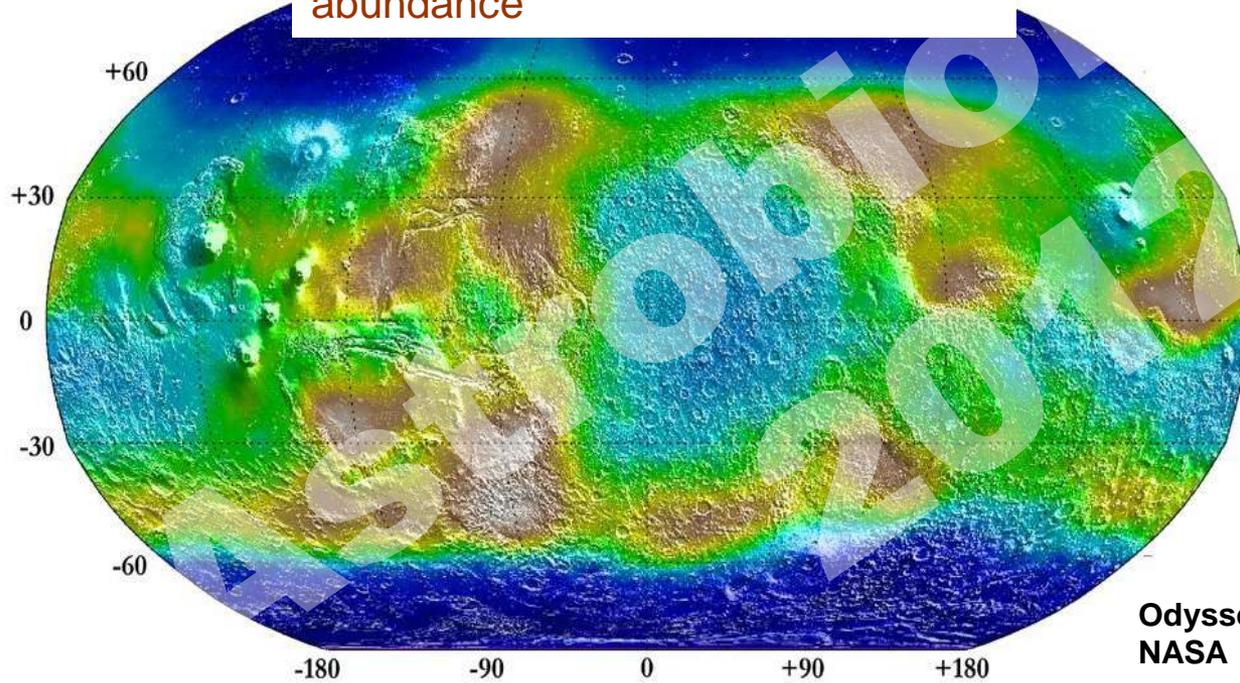
- Topografske karakteristike tečne vode mlađe od 2 Ma...
- ...mada neki tvrde da su se neke stene pomerile od 1971. god.!
- 2004: metan u atmosferi (10 delova u 10^9)
- Konfuzija sa zemaljskim linijama?
- Postoje regionalna povećanja (vrlo neuniformno)!
- Evropska misija Atmospheric Gas Orbiter 2016-2018 treba da reši problem...

Gde je voda otišla: permafrost

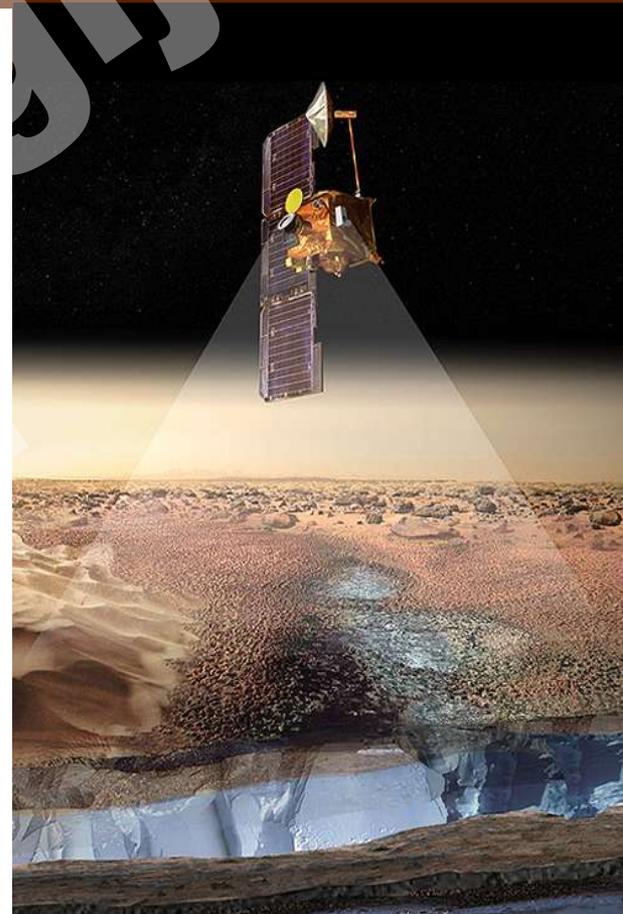




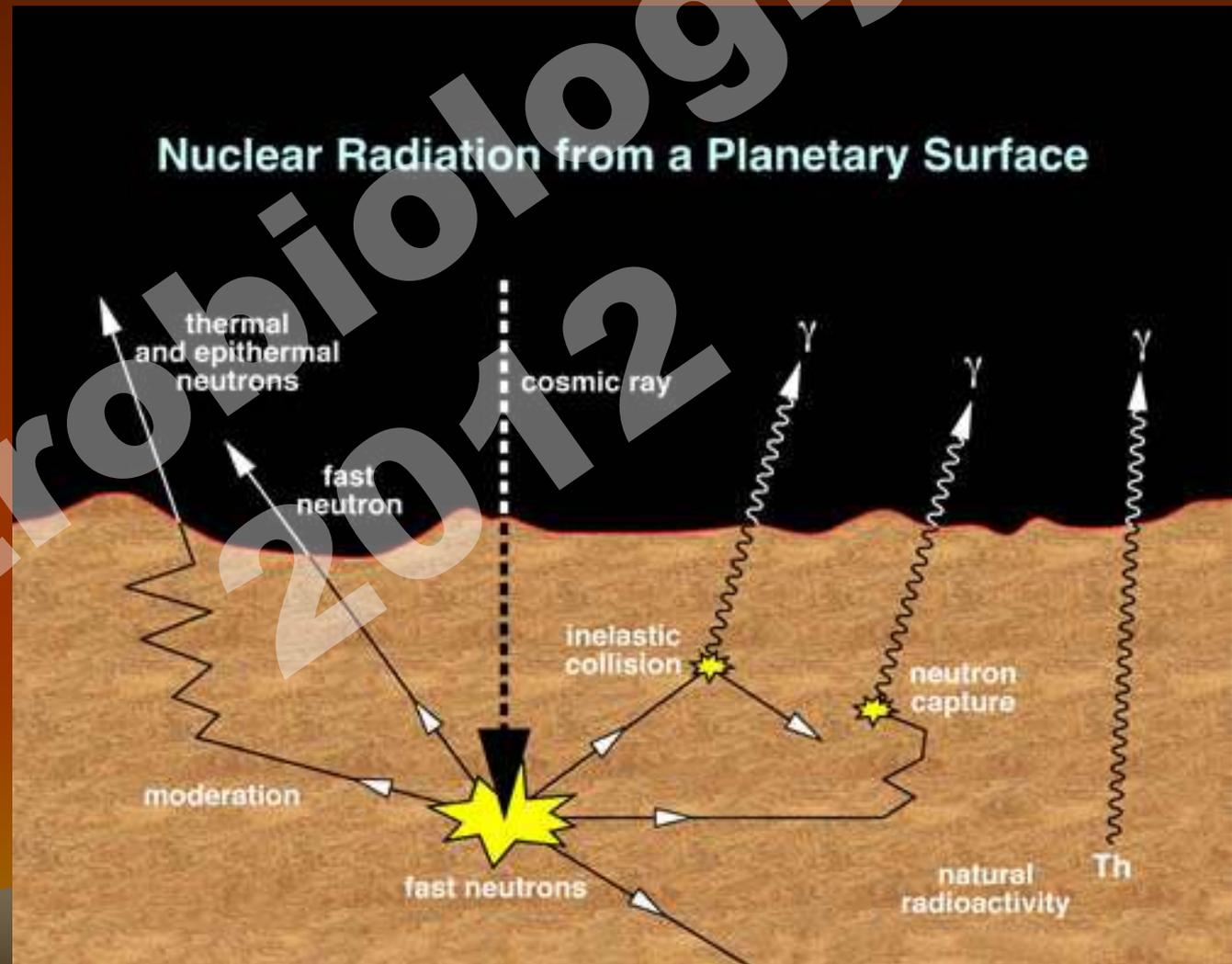
Water-equivalent hydrogen abundance

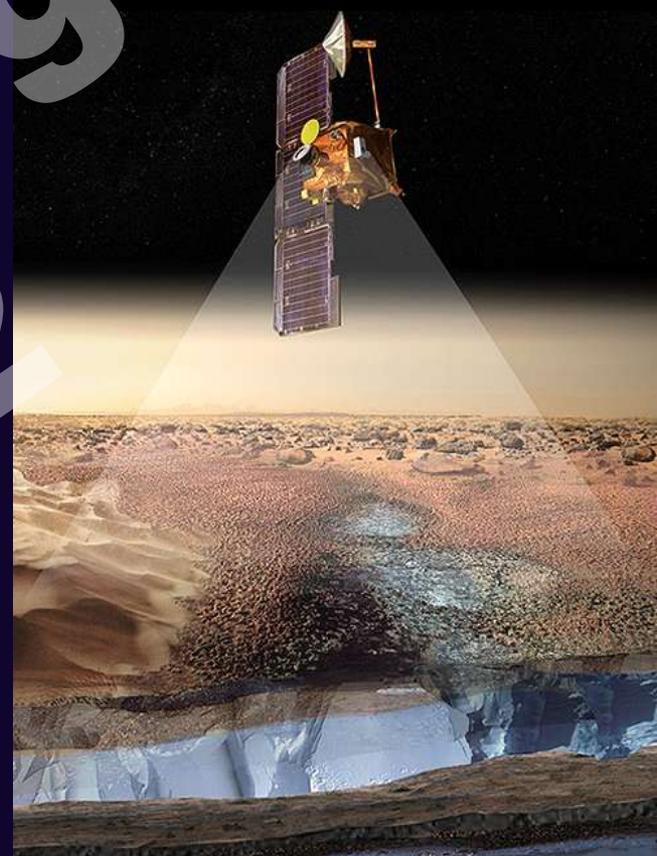
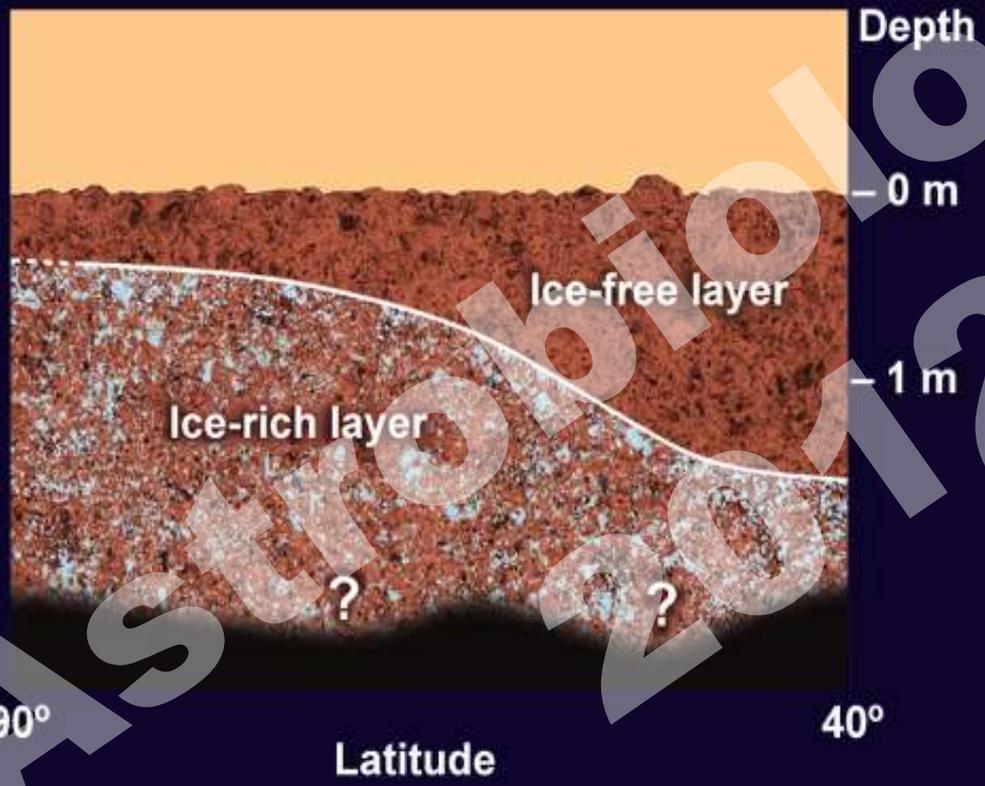


Odyssey
NASA



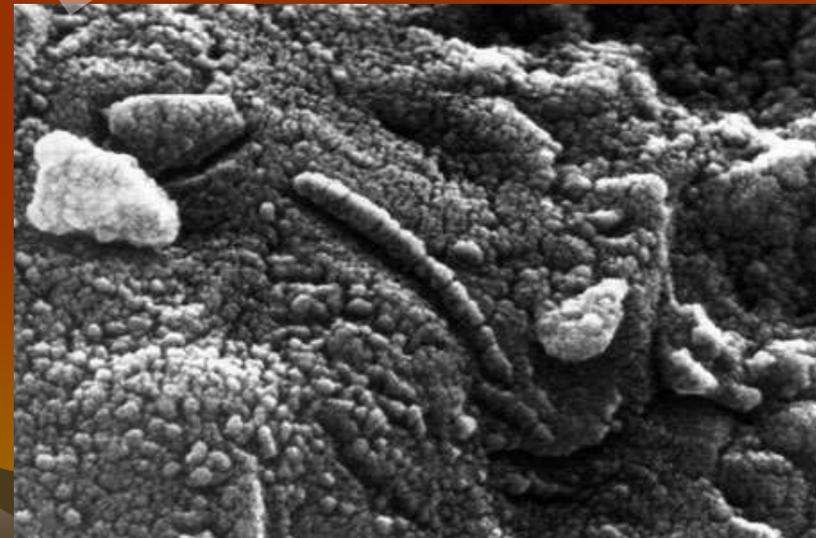
Gama-spektroskopija + detekcija neutrona





Kontroverzni marsovski meteorit

- Avgusta 1996: McKay et al.
- 13 hiljada godina star meteorit na Antarktiku
- “Biološke strukture”?
- Double-blind test...
- Većina astrobiologa skeptična: kontaminacija i/ili neorganski procesi



Ukratko...

- Na Marsu izvesno nema **složenih oblika života**.
- Pitanje marsovskih **mikroorganizama** - živih ili (verovatnije) fosilnih je i dalje otvoreno!
- Velike količine tečne vode su nekada postojale na Marsu, a male količine bi mogle biti prisutne i danas.
- Marsovsko tle sadrži dovoljne količine elemenata neophodnih za opstanak izdržljivijih zemaljskih biljaka (neke diatomejske alge, kaktusi...)
- Perspektive teraformiranja?



EU-ExoMars 2018 (nadajmo se...)

