

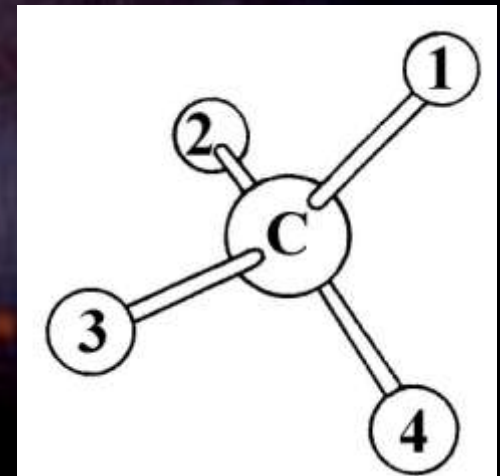


Из претходног predavanja:

Astrofizička determinisanost nastanka života

– Za nastanak života neophodna je tečna sredina

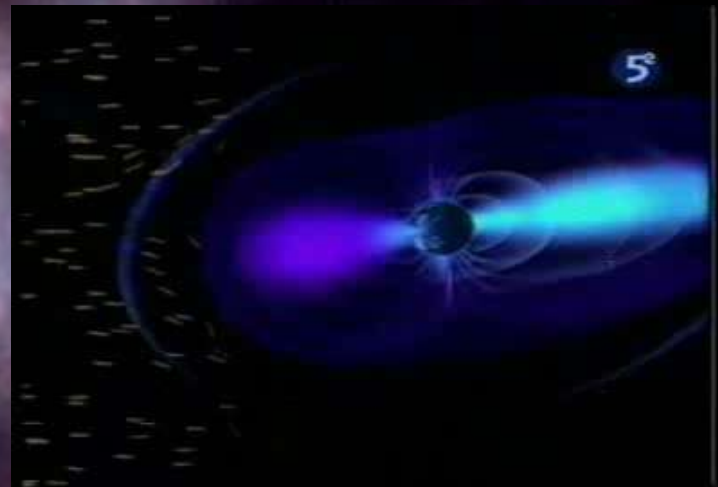
– Život mora da bude zasnovan na elementima koji mogu da grade veliki broj složenih jedinjenja (najpogodniji je vid života na bazi ugljenika rastvorenog u vodi)



–U nastanjivoj zoni temperatura mora da bude u intervalu koji omogućuje postojanje života



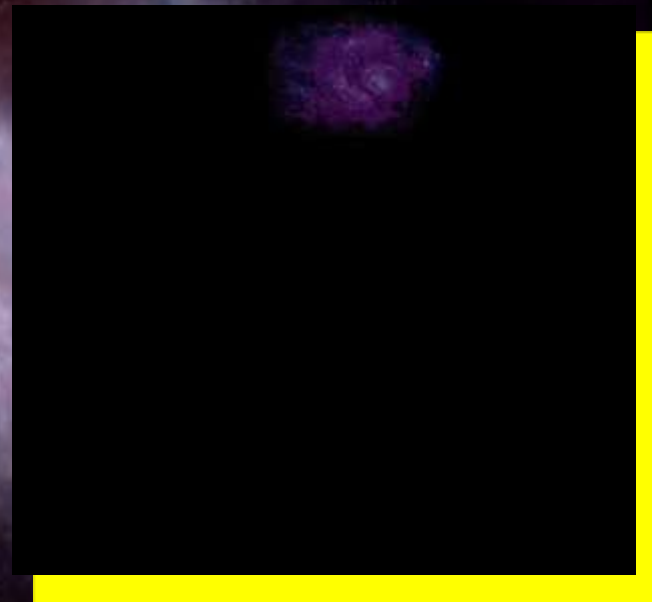
– Planeta treba da ima atmosferu koja omogućuje nastanak i razvoj života



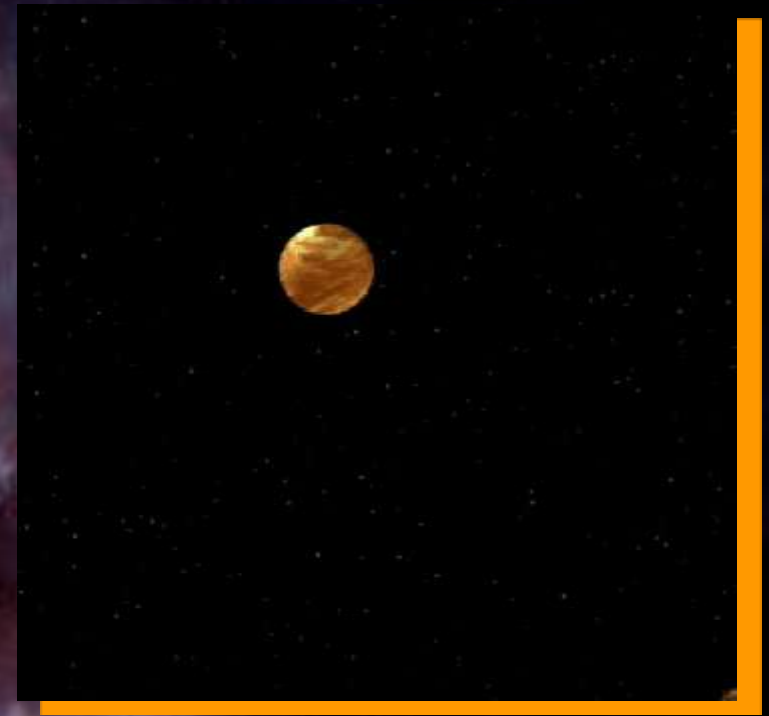
– Život ne može nastati
oko zvezda u blizini
jezgara galaksija



– Život može da nastane
samo oko zvezda
određenih klasa



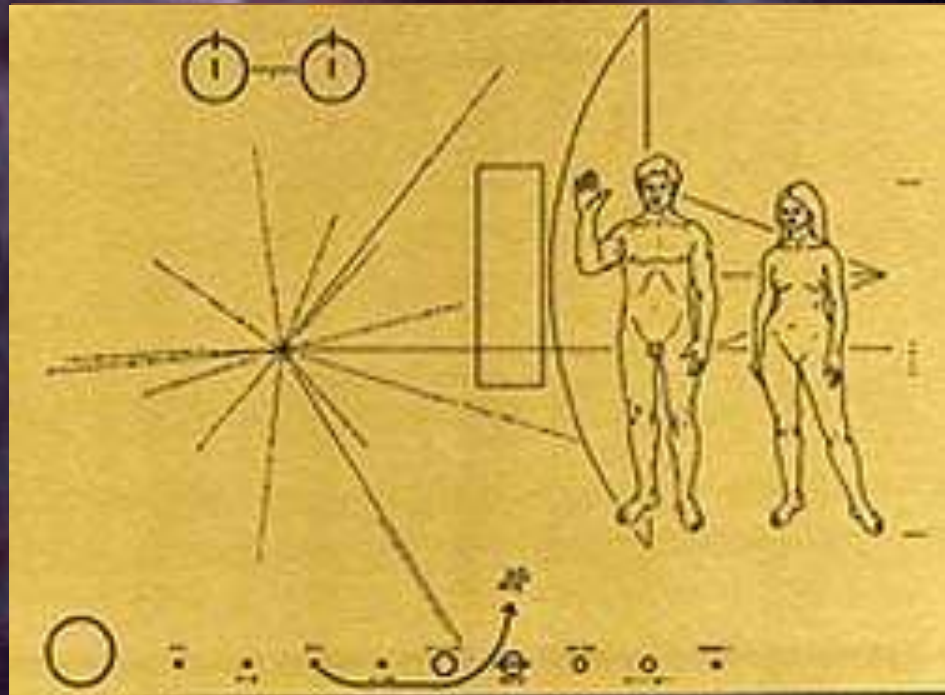
– U planetnom sistemu, osim planete–inkubatora, potrebno je i postojanje bar jedne masivnije planete – štita.



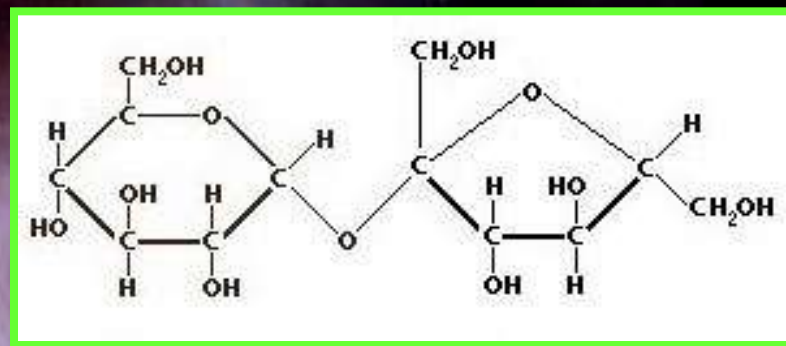
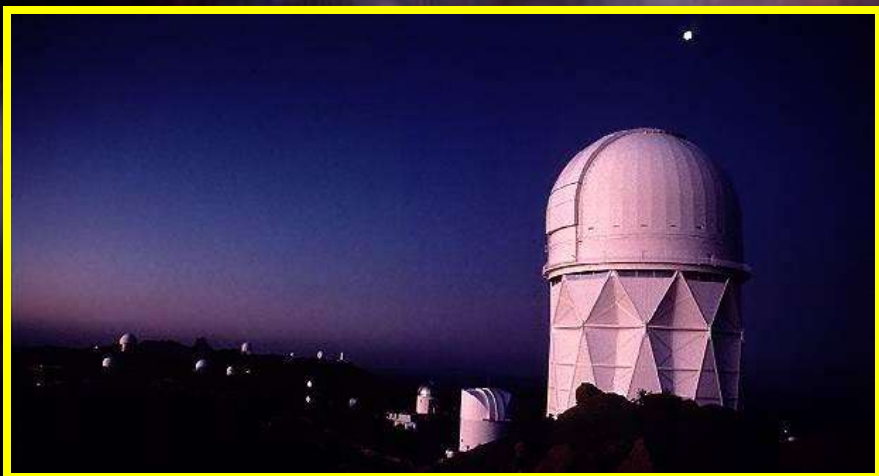
– Život teško da može da nastane na planetama oko tesnih dvojnih zvezda

Dr Dragan Gajić

*Koliko smo sami u
Sunčevom sistemu?*



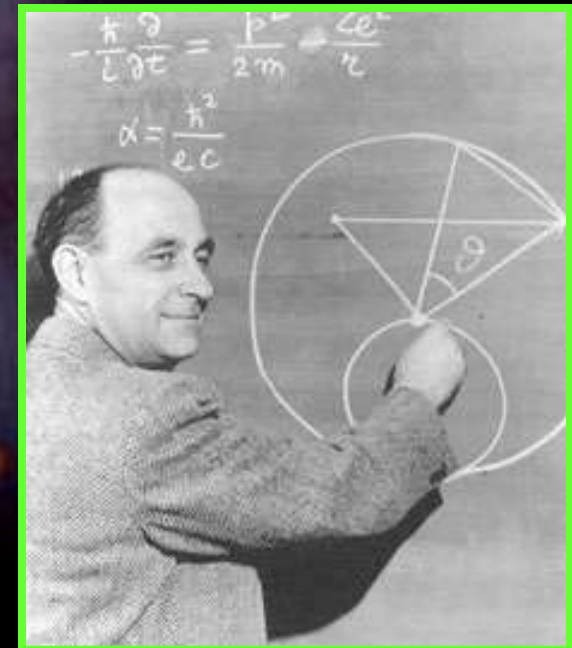
U Mlečnom Putu ima između 100 i 300 milijardi zvezda i ogroman broj oblaka gasa i prašine. U nekim oblacima otkrivene su velike količine više desetina različitih organskih jedinjenja.



Radioteleskopom u Kit Pik opservatoriji 2000. godine, u

središtu Mlečnog Puta (26 000 s.g. od nas), otkriveni su molekuli šećera u velikom oblaku gasa. To je korak do stvaranja RNK i DNK. Uslovi kao u vreme nastajanja Zemlje.

Proračuni ukazuju da u Kosmosu ima preko 100 milijardi galaksija (samo nekoliko hiljada ih je proučeno). U nebrojenom mnoštvu planeta oko zvezda, ogroman broj će ispunjavati sve pominjane uslove za nastanak života. Njegovim razvojem formirale bi se vremenom civilizacije, koje bi bile u stanju da se rašire po čitavoj galaksiji. Enriko Fermi: "Ako je to tako, pa gde su oni?" Jedno duhovito objašnjenje Fermijevog paradoksa je da su vanzemaljci među nama i da se nazivaju S r b i.



A sada ozbiljno:

*Jesmo li sami u Sunčevom
sistemu?*

Velika je verovatnoća da jesmo! Skoro je sigurno da razvijenijih oblika života izvan Zemlje u našem sistemu nema! Mada, nikad ne reci nikad!

Krenimo redom:

Nastanjiva zona Sunca
(prostor u kome su uslovi pogodni za nastanak života na bazi ugljenika) određena je temperaturnim intervalom u kome je voda u tečnom stanju.

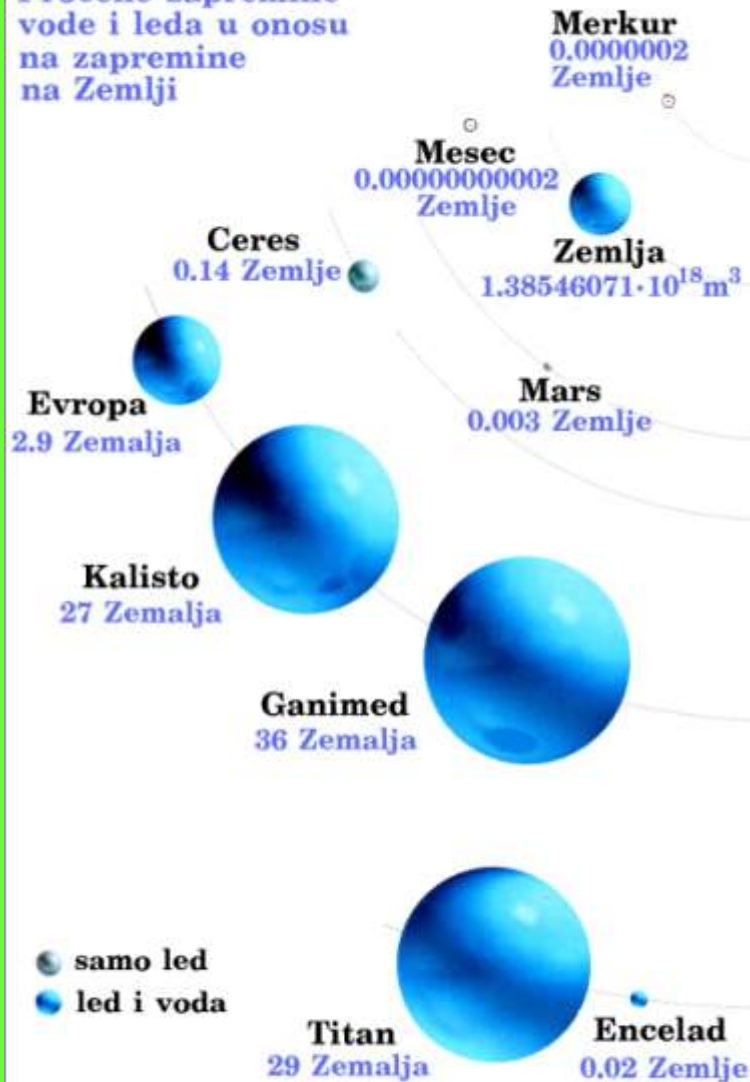


Sunce



VODA U SUNČEVOM SISTEMU

Procene zapremine vode i leda u onosu na zapreminu na Zemlji



Vode ima i na kometama i telima
Kajperovog pojasa i Ortovog oblaka

U Sunčevom sistemu ima mesta sa mnogo više vode nego na Zemlji. Problem je u tome što su temperature i pritisci na tim mestima takvi da na njima nije moguće postojanje vode u tečnom stanju. Ili ne bar na samoj površini. Možda je ona u tečnom ispod površine? Kao što je poznato za nastanak života neophodno je postojanje tečne sredine.

Merkur

Najmanja terestrička planeta ($r=2370$ km, 1.4 puta veći od Mesečevog). Srednje rastojanje od Sunca 57.9 miliona km. Godina mu traje skoro 88 zemaljskih dana, a dan 58.65 zemaljskih dana ($2/3$ godine).



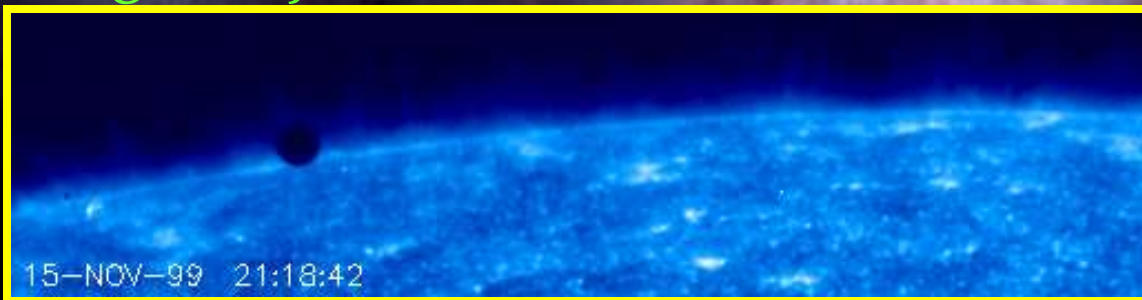
$M=0.0553M_z$. Malo je ređi od Zemlje. Gravitaciono polje mu je oko dva puta jače od Mesečevog (krateri su plići, sa manje izbačenog materijala; planine su niže). Izgled sličan Mesečevom. Posledica velikog bombardovanja pre 4.25 milijardi godina, u trajanju od 400 miliona godina.

Primer: *Planitia Caloris*

(Ravnica vrućine) – 1300 km.
Udar pre 3.8 milijardi godina.
Razaranja i u antipodnoj tački.

Temperatura na noćnoj strani je -173°C , a u subsolarnoj tački $+430^{\circ}\text{C}$.
Kalaj se topi na 232°C , olovo na 327°C , a cink na 430°C . Solarna konstanta ima 10 puta veću vrednost nego na Zemlji.

Atmosfera se javlja samo u tragovima (H, CO_2 , C, Ar, Xe,...).
Degazacija tla i solarni vetar.



Ne tako čest događaj:
tranzicija.

Na Merkuru nema uslova za nastanak života.

Venera

Zemljina bliznakinja, ali samo na prvi pogled.

Ima retrogradnu jako sporu rotaciju. Godina joj traje 243, a dan i noć 116.8 zemaljskih dana. Nema smene godišnjih doba.

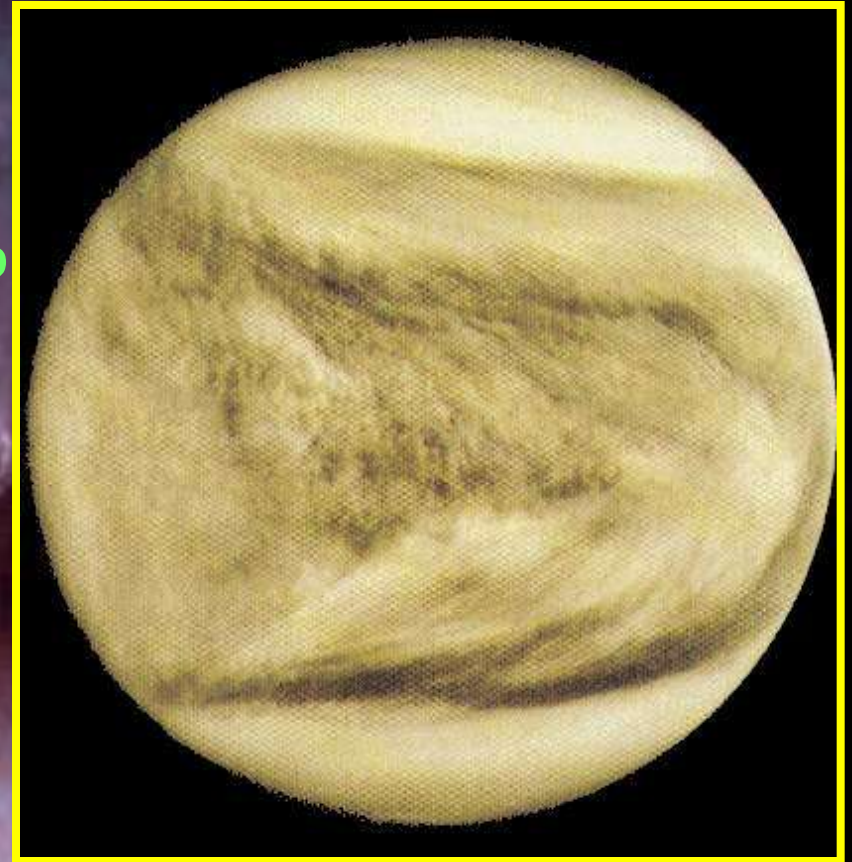


Ima izuzetno gustu atmosferu punu oblaka. Na površini je pritisak skoro 100 puta veći od onog na Zemlji (kao u okeanu na dubini od 900 m). Mnoštvo informacija dobijeno je radiolokacionim i radio-astronomskim metodama.



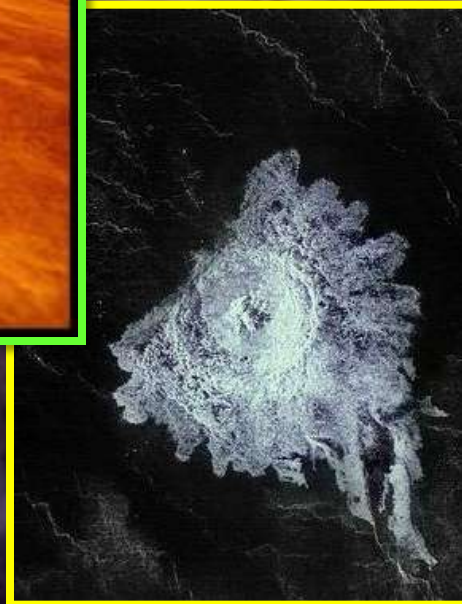
Zbog gustih oblaka, osvetljenost je kao na Zemlji po tmurnom danu, iako do Venere od Sunca stiže dva puta više svetlosti nego na Zemlju.

Na Veneri bi nam horizont stalno izgledao kao da smo u nekom udubljenju.



Oblaci se uglavnom (75–80%) sastoje od kapi sumporne kiseline i imaju svega 0.1% vodene pare. Kiše na Veneri bukvalno su kisele.

Tlo je razlomljeno i kamenito. Podseća na pustinje pokrivene bazaltnim stenama. Ima mnoštvo tragova vulkanske aktivnosti (vulkanske kaldere i krateri, tokovi lave).



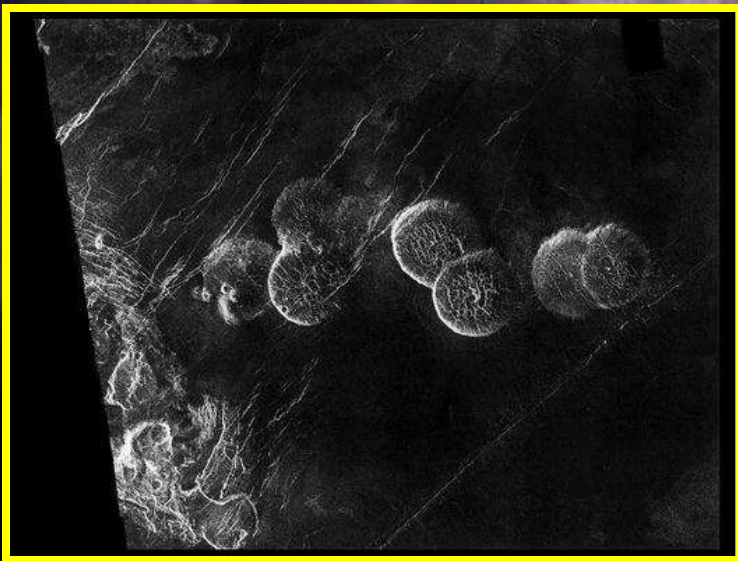
Prema podacima danas je vulkanski neaktivna.

Na tlu vode nema ni u kakvom obliku.

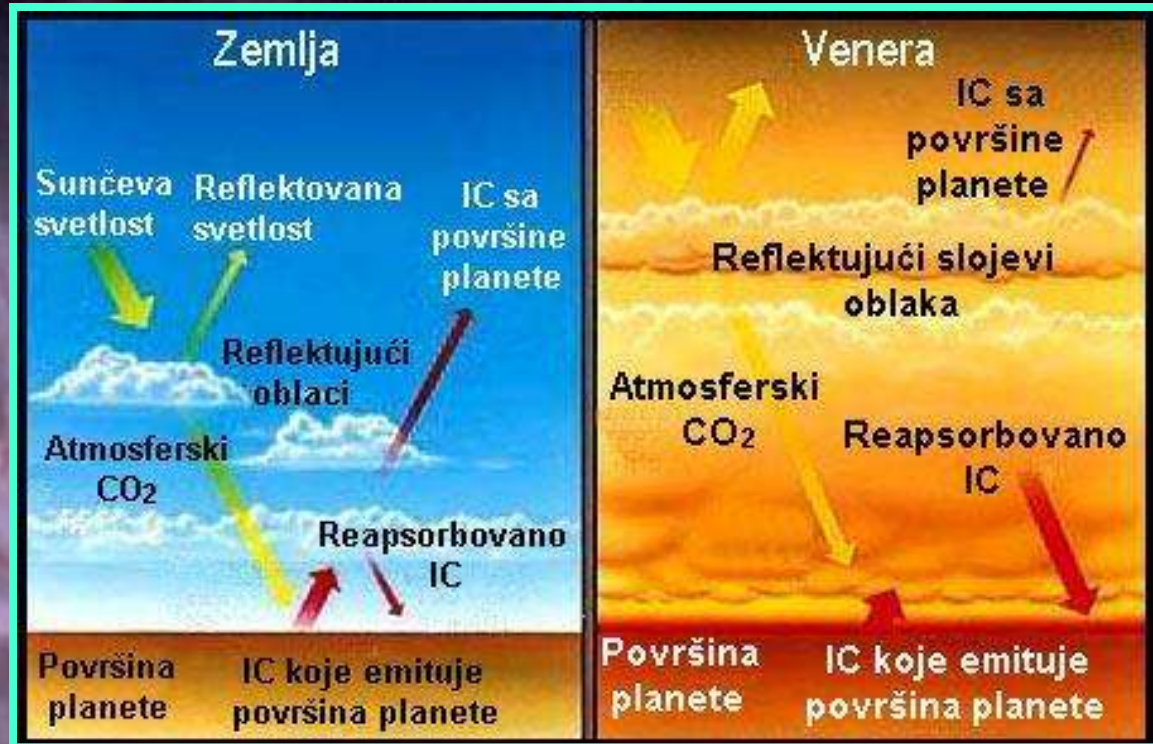
2/3 reljefa su blago zatalasane nizije sa uzvišenjima od 2–3 km. Na visoravni otpada oko 8% površine (Zemlje Istar i Afrodita).

Uočljivo je i mnoštvo udarnih kratera.

Magnetno polje je jako slabo (zbog spore rotacije).



U atmosferi ima oko 97% CO₂, oko 3% N₂. Kiseonika i vode ima u tragovima. Jako izražen efekat staklene bašte. Temperatura na nivou srednjeg radijusa je oko 470 C.



Prisutna je velika termička inertnost (dnevne varijacije temperature su oko 1 C, a i godišnje su jako male).

Brzina vetrova na tlu je 0.5–1 m/s (do 4 km/h).

Dakle:

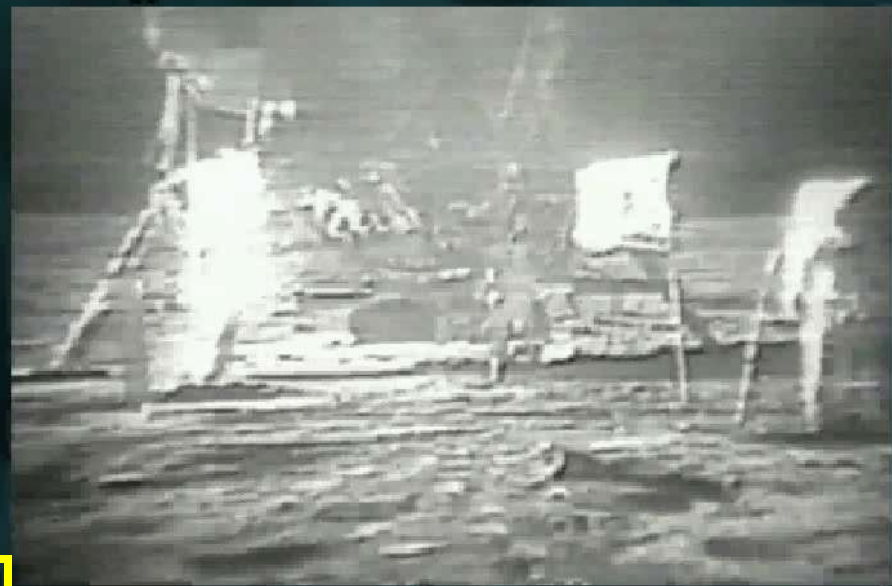
Na Veneri nema života.

Da ga slučajno ima, bio
bi to pakao od života.



Mesec

Iako naš sused ne ispunjava ni jedan uslov za postojanje života, od 20. jula 1969. god. na njemu se povremeno pojavljuje život (doduše sa Zemlje).

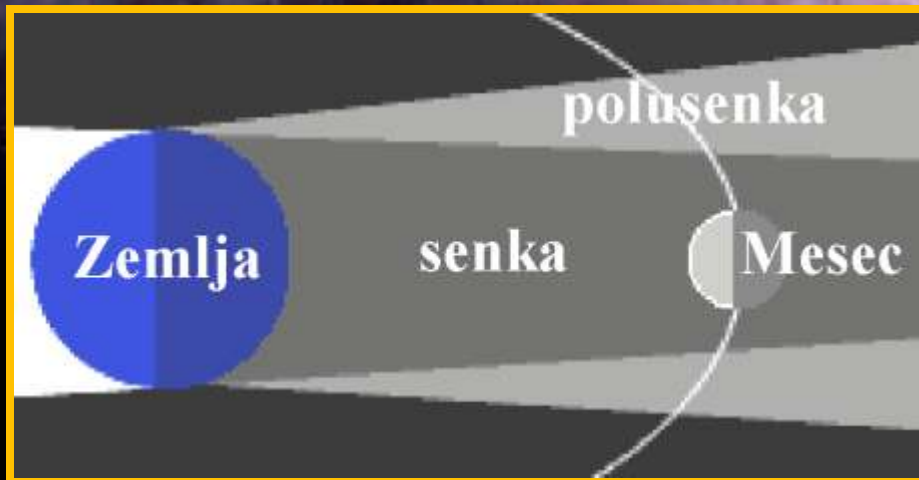


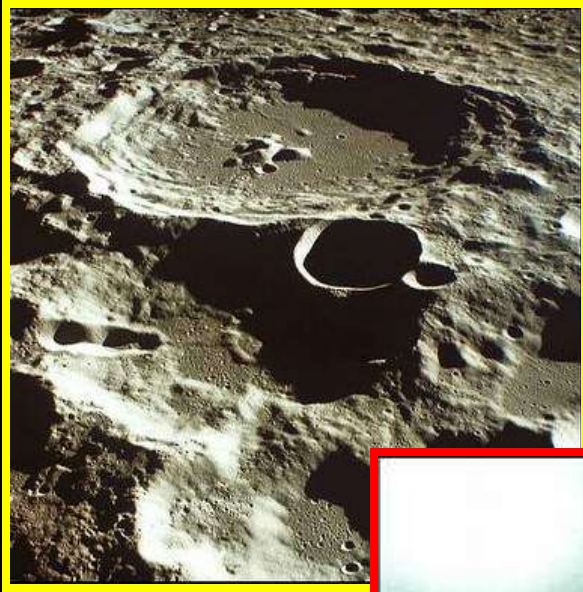
Definitivno: za razliku od Zemlje, na Mesecu nema mesečara.

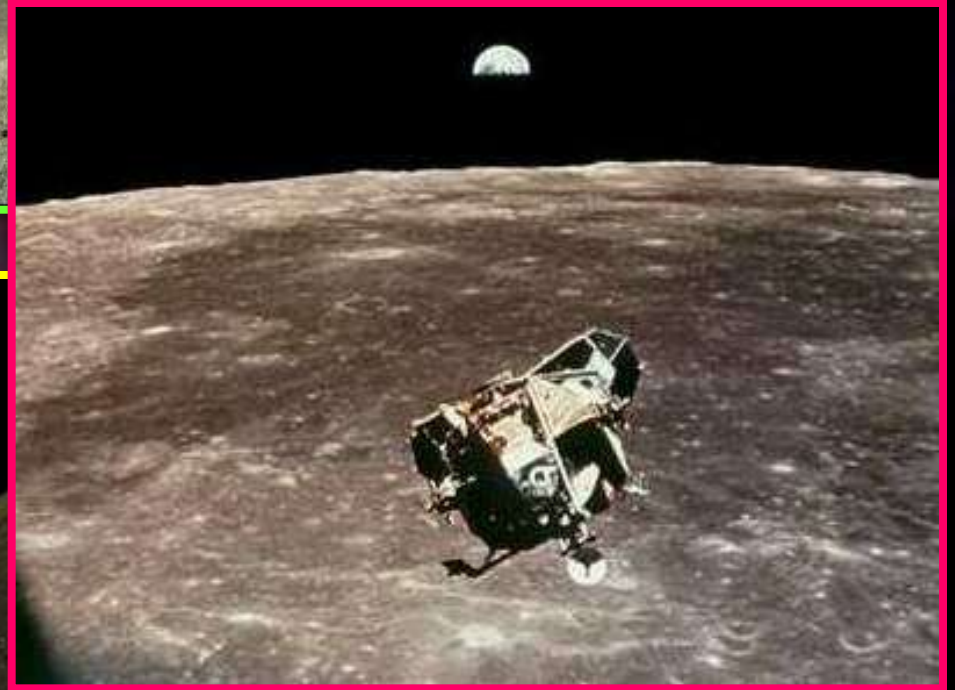
Iako na Meseću nema vanzemaljaca, posvetimo mu još malo vremena uživajući u prizorima i mesečini.



Za vreme totalnog pomračenja Mesec je crven. Crveni deo spektra Sunčevog zračenja pri prolasku kroz Zemljinu atmosferu "upada" u Zemljinu senku (u kojoj se nalazi Mesec).







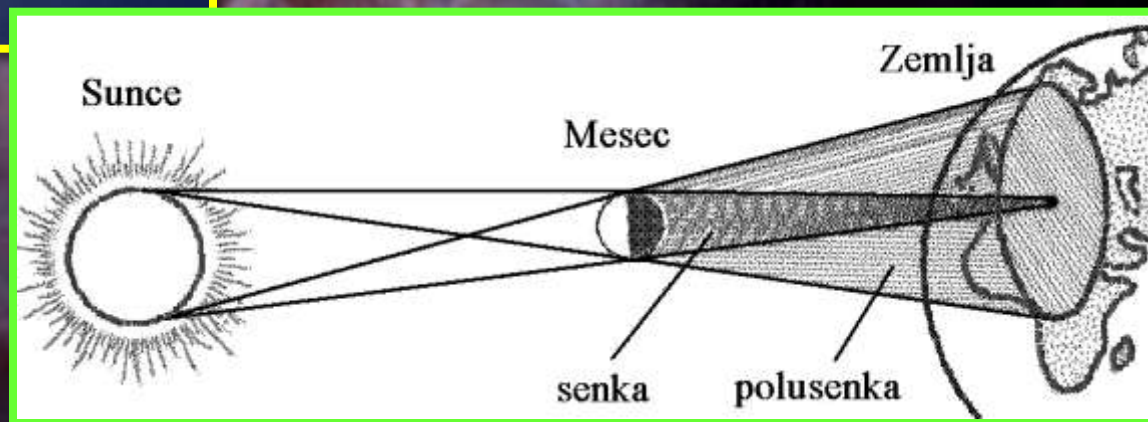


Verovatno ste primetili: ni na jednom od ovih snimaka na Mesečevom nebu ne vide se zvezde! To nije zato što su snimci pravljene u studiju, pa su one kao dekoracija zaboravljene, a Ameri se stvarno nisu ni spustili na Mesec. Zbog nepostojanja atmosfere Mesečeva površina je jako osvetljena, tako da su pri snimanju ekspozicije morale da budu kratke, a u tom slučaju slab sjaj zvezda ne ostavlja trag na filmu.

Još par interesantnih detalja o Meseu:

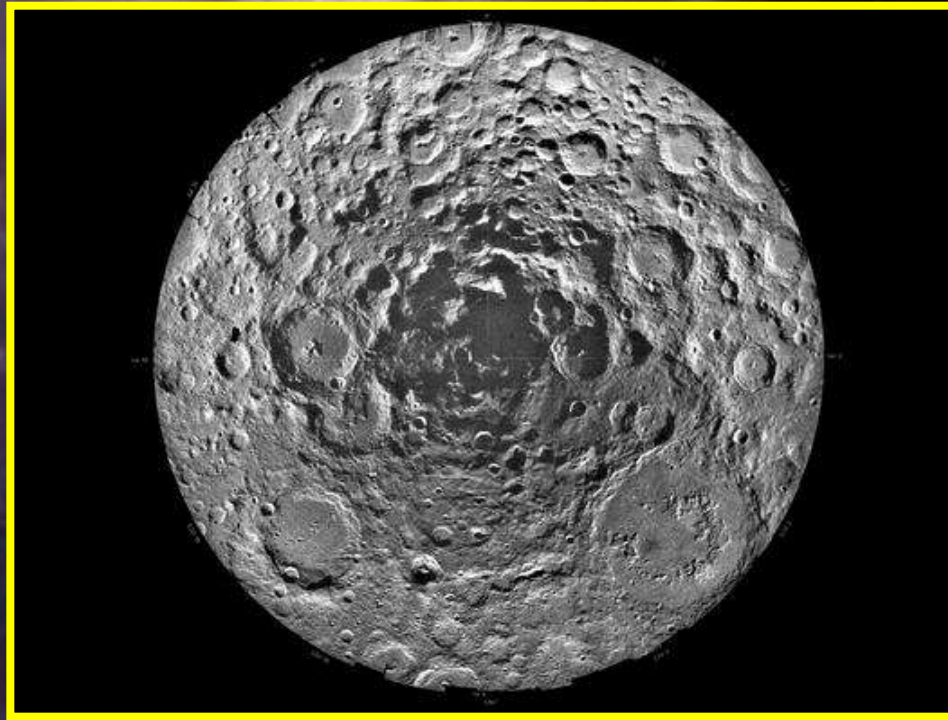


Zbog plimskih delovanja Mesec se svake godine udaljava od Zemlje za 3 cm. Zbog toga kroz, otprilike, milijardu godina na Zemlji neće više dolaziti do pomračenja Sunca.



Voda na Meseću

Postoji još jedna interesantna posledica udara tela u Meseć.



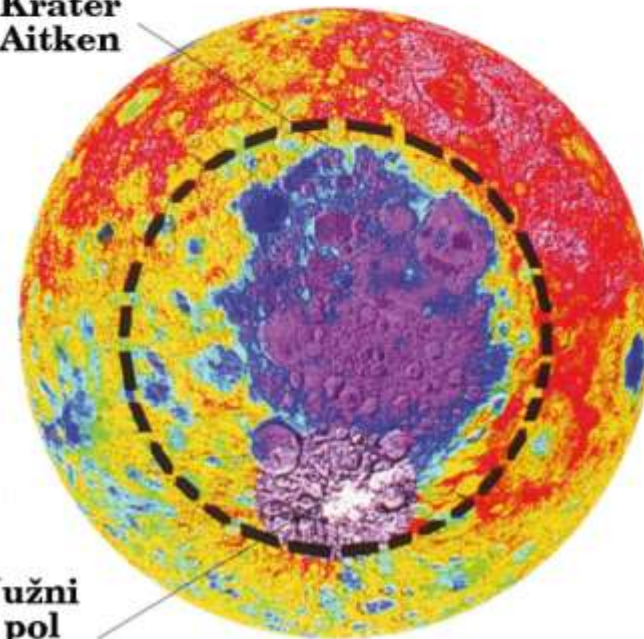
Clementine (1994.) je na južnom Mesečevom polu detektovala vodeni led.

Prisustvo vodonika potvrdilo je da na Mesečevim polovima postoji voda (kapilarna i zamrznuta), ostatak udara kometa. Led isparava, ali ako je izmešan sa prašinom može da opstane hiljadama i milionima godina, kao što je to, verovatno, slučaj sa polarnim ledom na Mesecu.

Krater Aitken na južnom Mesečevom polu. Prečnik 2500 km, dubina 12 km. Nastao pre 3.9 milijardi godina, udarom asteroida od 100 km. Sadrži dosta oksida gvožđa i titan. Otkriven 1962, a misija NASA-e Klementina ga detaljno mapirala 1994. g.



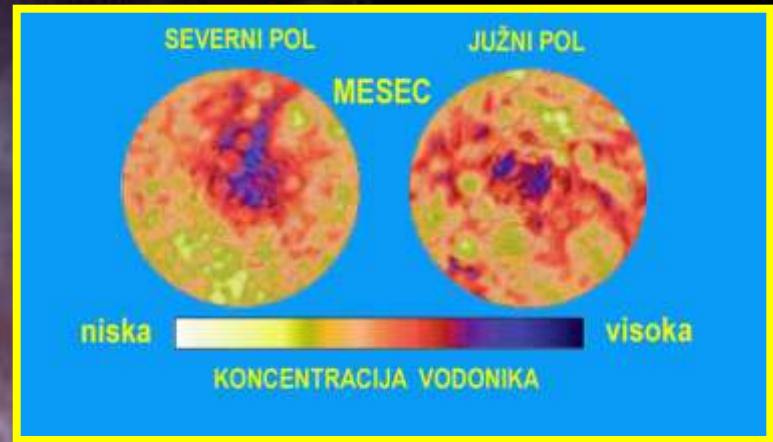
Krater Aitken



Južni pol

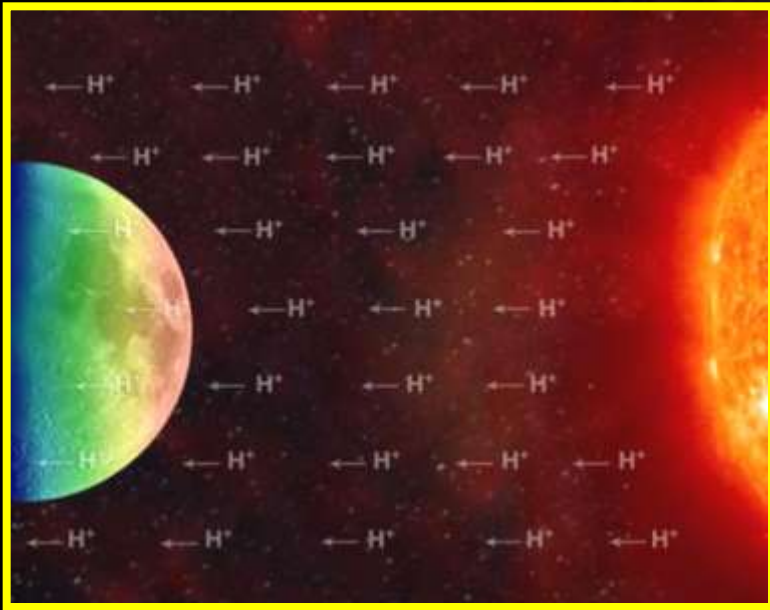
“Lunar Prospector” – namerno oboren 1999. u basen Eitken na južnom polu. Događaj praćen sa Zemlje i pomoću Hablovog teleskopa. Na osnovu izbačenog materijala trebalo je da se utvrdi sadržaj leda. Nije bilo oblaka prašine ni drugih efekata. Napravio je kartu raspodele Ti, Fe, Al, K, Ca, Si, Mg,... Pre obaranja detektovao jak signal, koji je ukazivao da 1–10% leda na južnom polu potiče od vode.





Led, verovatno, potiče od kometa (egzogeni voda), koje su pale na Mesec. Voda se zadržala u kraterima koji su uvek u senci. Na severnom polu ima 50–100% više vode nego na južnom, koji ima više kratera u senci. Ove zalihe vode ne podrazumevaju mogućnost postojanja vode u tečnom stanju na Mesecu.

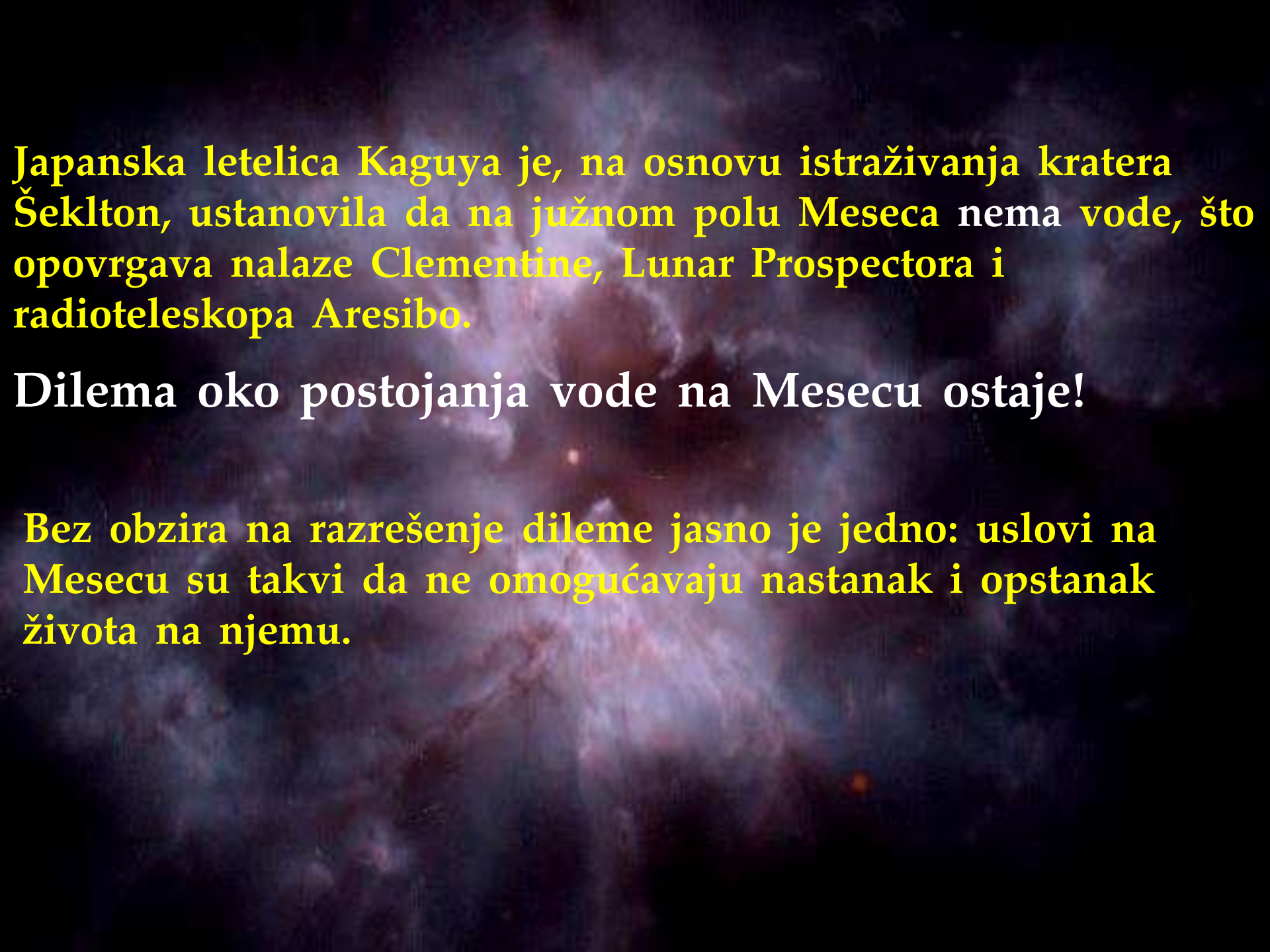
Prelet "Deep Impacta" i sonde "Cassini" pored Meseca potvrdili su i postojanje endogene vode, koja je nastala na samom satelitu. Ove vode ima više nego što se i moglo pretpostaviti. Njena koncentracija u tlu je mala i difuzno je raspoređena po čitavoj površini. Ima je oko 11 po toni tla.



Snimak Mesečeve površine koji ukazuje na postojanje endogene vode

Interesantno je da su u kontejnerima sa uzorcima sa Meseca koje su donosili kosmonauti Apola nađeni tragovi vode. Smatralo se da su se oni "ovlažili" u Zemljinoj atmosferi.

Endogena voda najverovatnije je nastala tako što su protoni Sunčevog vetra prilikom "bombardovanja" Mesečeve površine razbijali hemijske veze u mineralima bogatim kiseonikom. Postoji verovatnoća da je došlo do vezivanja oslobođenog kiseonika i protona Sunčevog vetra.

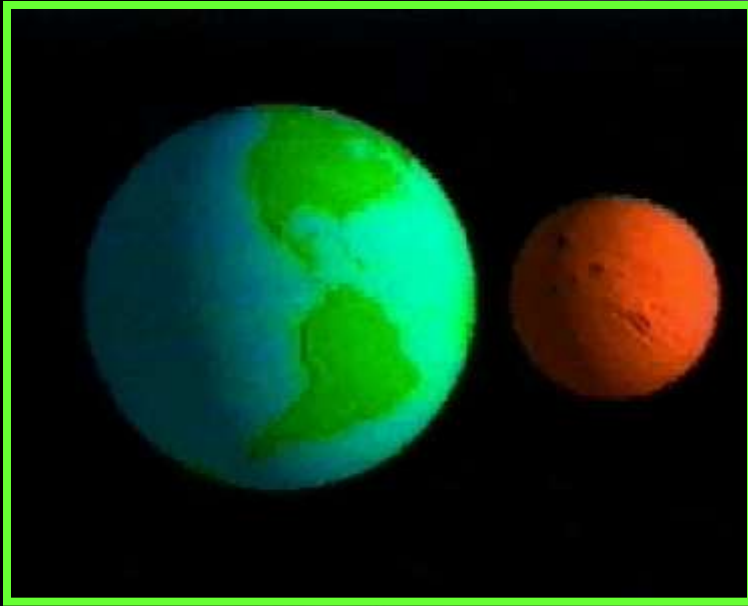


Japanska letelica Kaguya je, na osnovu istraživanja kratera Šeklton, ustanovila da na južnom polu Meseca nema vode, što opovrgava nalaze Clementine, Lunar Prospector i radioteleskopa Aresibo.

Dilema oko postojanja vode na Mesecu ostaje!

Bez obzira na razrešenje dileme jasno je jedno: uslovi na Mesecu su takvi da ne omogućavaju nastanak i opstanak života na njemu.

Mars



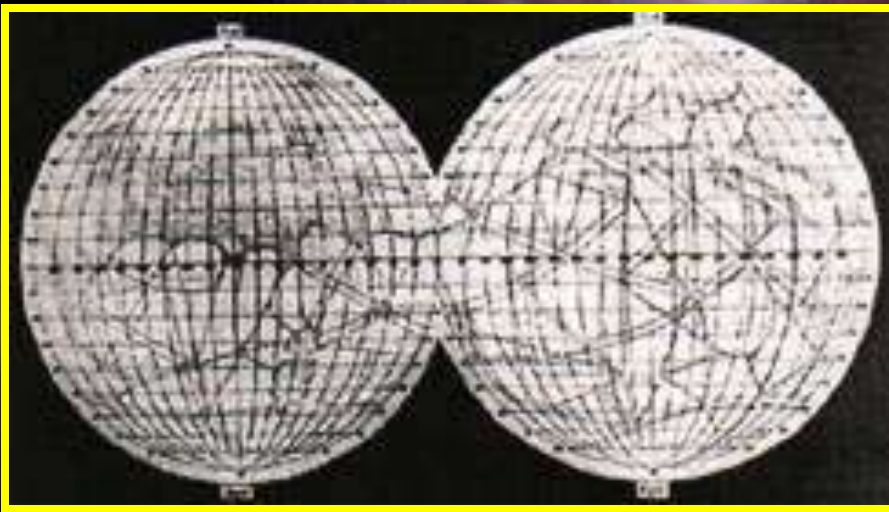
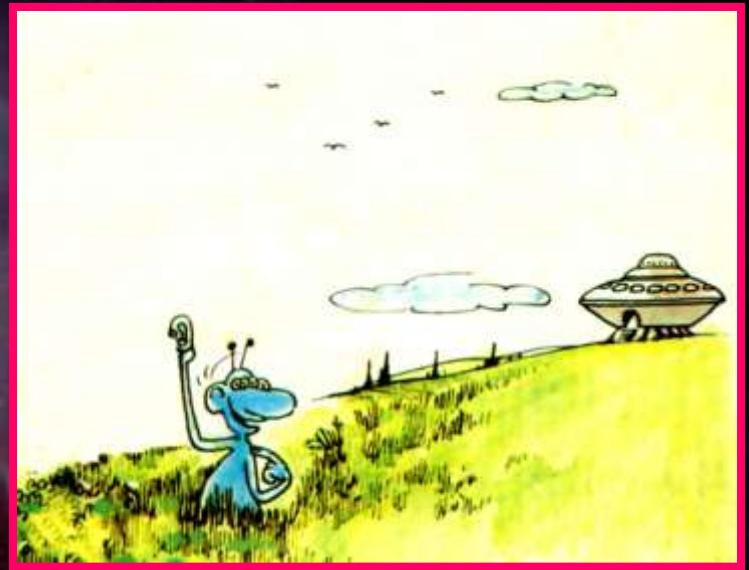
Iako je crvena planeta simbol rata i krvi, ona se nalazi u ekozoni Sunca. Po svemu sudeći jedino nju u Sunčevom sistemu možda možemo jednom naseliti. Persival Lovel je 1909. g. tvrdio da je: "Mars kolevka života".

Prečnik Marsa je skoro dva puta manji od Zemljinog. Masa Marsa je oko deset puta manja od Zemljine.

Istraživanja ukazuju da na Marsu nema ni tragova od života. Noviji podaci ipak ostavljaju neke sumnje.




Uprkos uvreženih shvatanja da su Marsovci znatno superiorniji od nas, ako je na Marsu i bilo života (ili ga, ne-daj-Bože i danas ima), onda je on imao sasvim rudimentarnu formu.



Giovanni Schiaparelli 1877. g. uočio je kanale na Marsu. Percival Lowell je krajem XIX veka napravio kartu mreže kanala. Možda – irigacioni sistem. Kanali bi trebalo da

budu dugački hiljadama i široki desetinama kilometara. Logično: pumpe koje potiskuju vodu u njima mnogo su snažnije od zemaljskih. Logično: Marsovci mora da su razvijeniji od nas. Ipak to su optičke varke.

Još jedna zabluda: “talasi zatamnjenja” od polova ka ekvatoru u vreme Marsovog proleća posledica su bujne vegetacije.



Međutim: nagib ekvatora prema orbiti dovodi do pojave godišnjih doba. To se najbolje vidi po sezonskim promenama polarnih kapa.

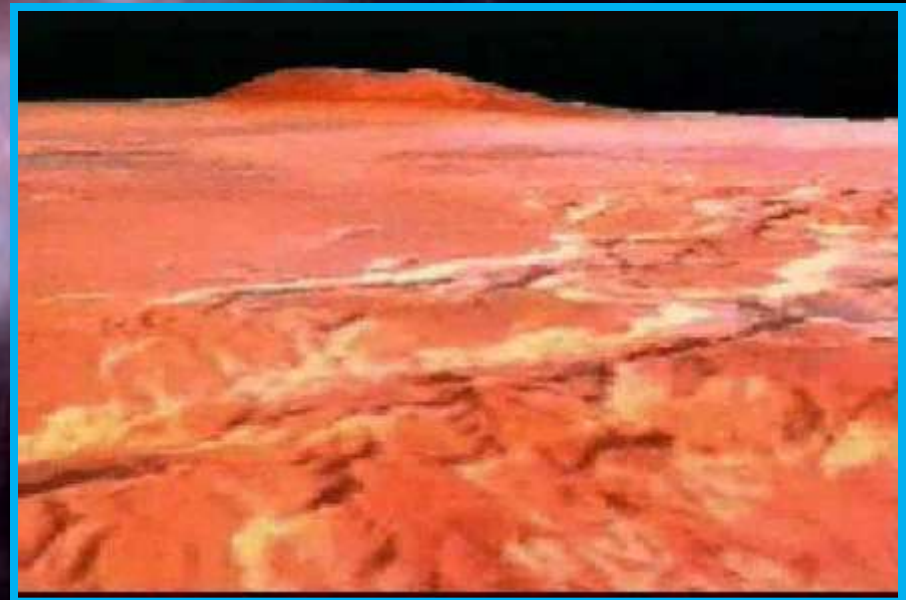
Mars Global Surveyor – utvrdio da je severna polarna kapa ravna, a južna je sa

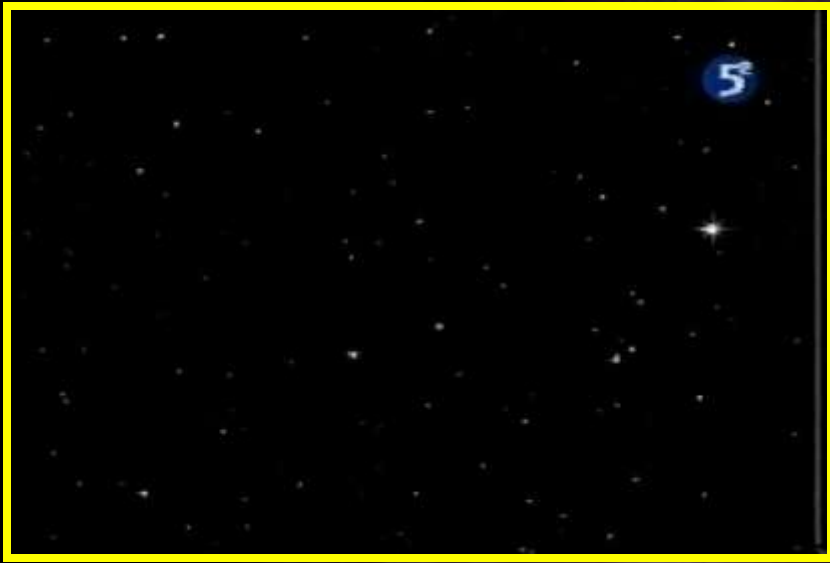
većim pukotinama. Preko leta severna delom opstaje i to onaj deo koji je od zaleđene vode sa klatratima CO₂. Južna je od suvog leda. Sa topljenjem polarnih kapa menjaju se reflektujuća svojstva tla: dolazi do preraspodele prašinasto – peščanog materijala fine granulacije zbog promene cirkulacije i smera duvanja lokalnih vetrova. Stvaraju se i CO₂ dine na južnom polu. To uzrokuje “talase zatamnjenja”.



Mars je kamenita pustinja. Visinske razlike su 14–16 km. Nivo južne polulopte je 3–4km viši nego na severnoj. Tektonska aktivnost prestala pre milijardu godina. Ima mnogo kratera, pukotina, raseda, kanjona. *Olympus Mons* – najveći (ugašeni) vulkan u S. sistemu (600 km u osnovi, visina kaldere *Nix Olympica* je 27 km).

Kanjon *Valles Marineris* – sistem preko 4000 km dužine, širine do 120 km i dubine do 7 km.



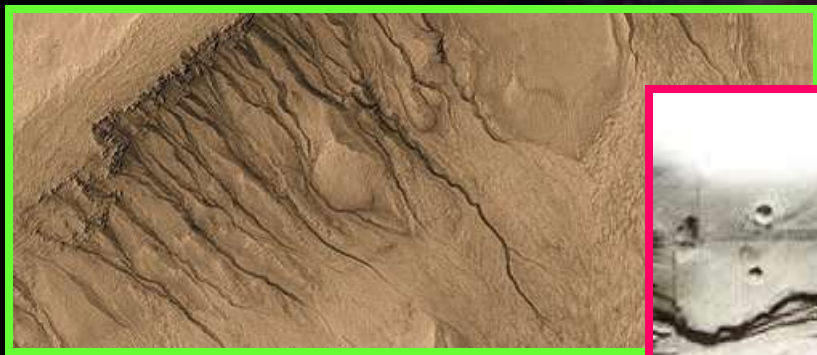


Visinske razlike su 14–16 km.
U oblasti *Sydonia* je "Lice sa
Marsa" – ostatak prastarog
erodiranog planinskog terena.

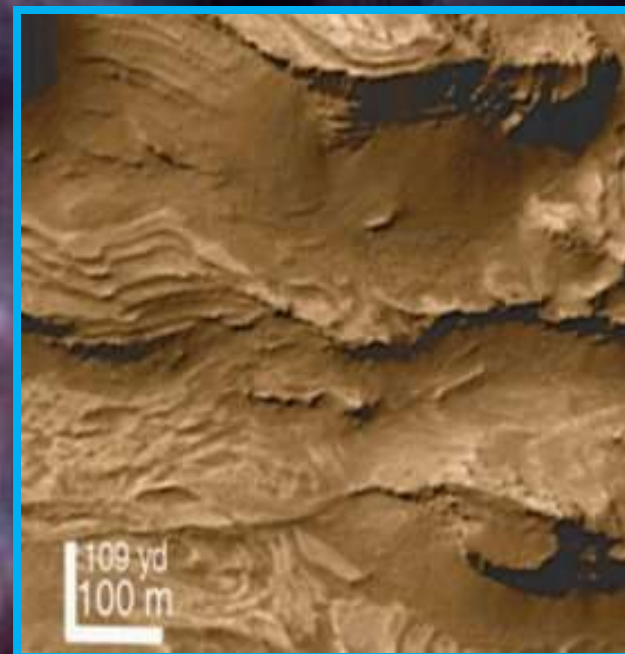


Areografski oblici ukazuju na
visok stepen eolske i vodene
erozije i glacijalnih procesa.

Tlo je umrvljeno (čestice 0.01
– 0.05 cm).

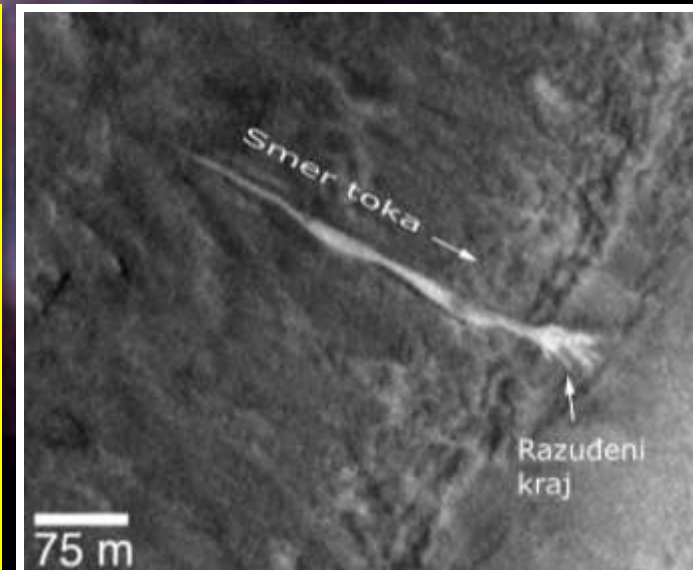
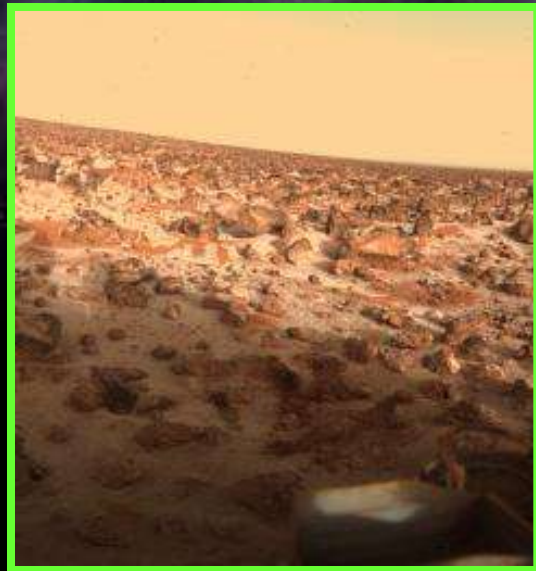
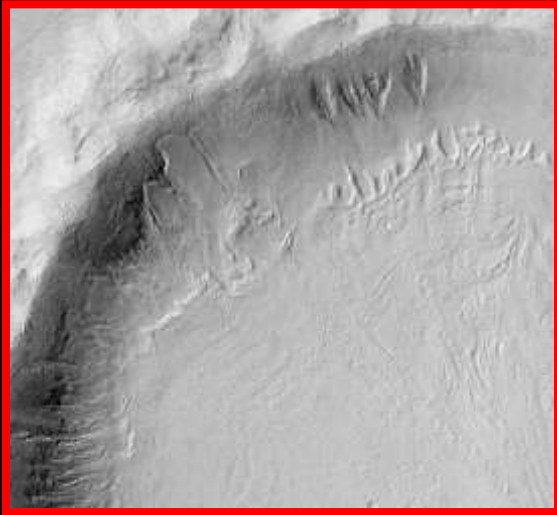


Očigledno da je nekada obilovao vodom. Kada mu je atmosfera bila 20 puta gušća od današnje bilo je tečne vode. Danas mu je atmosfera oko 100 puta ređa od Zemljine. Oko 95% CO₂, 2,7% N₂, Ar 1.6%, O₂ 0.15%. Vodene pare u atmosferi ima jako malo. Srednja temperatura je oko - 60°C.



S obzirom na niske temperature i mali atmosferski pritisak, danas je isključeno postojanje tečne vode na površini Marsa.

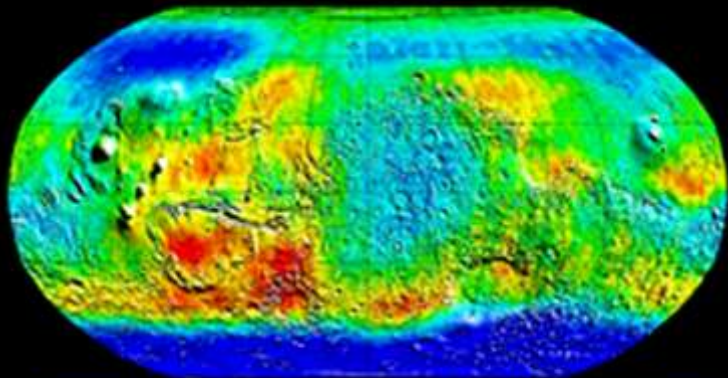
Ali: procene su – u vidu podpovršinskog leda i polarnih kapa vode ima da bi efektivna debljina ravnomerno razlivenog sloja bila 30 m (na Zemlji je 4 km). Marta 2003. g. uočene su tamne pruge na kalderi Olympus Monsa. Vulkanska aktivnost otapa led ispod površine i stvara otopine soli koje su tečne i na nižim temperaturama i pritiscima.



Prisustvo vodenog leda po obodu kratera je potvrđeno.
Možda tečna voda postoji i u dubljim depresijama gde je
pritisak viši?



Karta raspodele potpovršinskog leda na Marsu

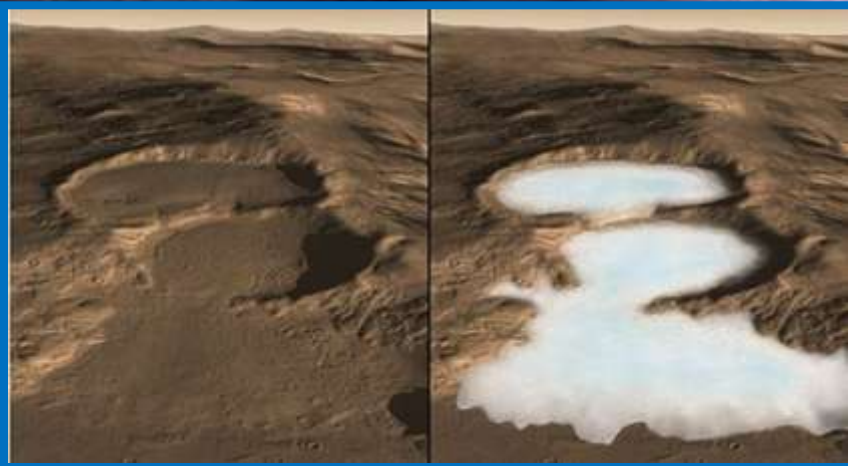


tamnoplavo - oblasti bogate vodenim ledom
crveno - oblasti bez vodenog leda



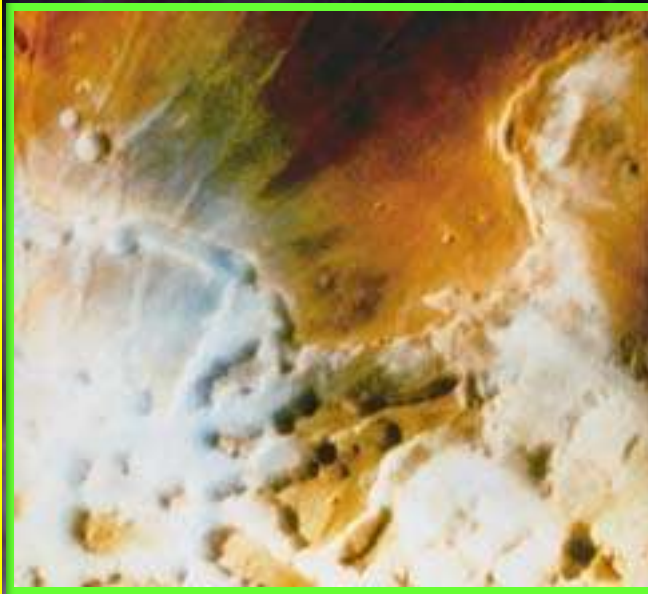
Mars Odyssey i *Mars Reconnaissance* su dokazali postojanje prljavog leda ispod tla od peska i kamenja. Ovaj prljavi pokrivač sprečio je potpuno iščezavanje vode.

Na osnovu snimaka može se zaključiti da je led na 60–tak cm ispod površine. Uočene su velike “zaleđene” oblasti u hladnim polarnim oblastima.



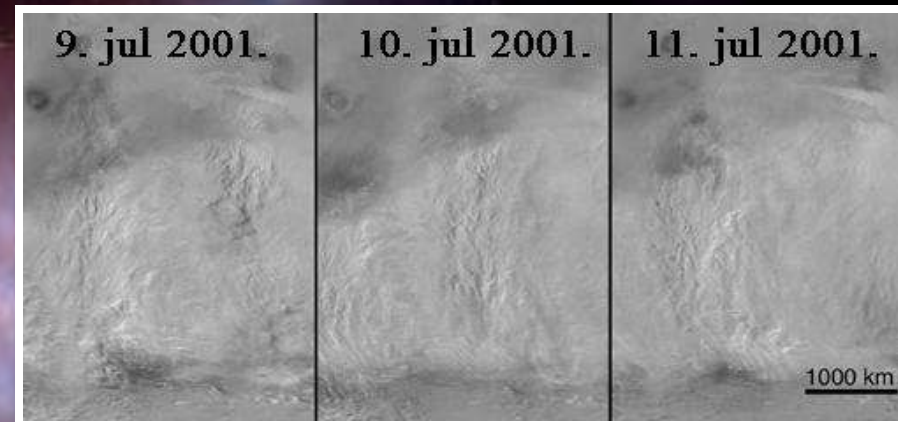
Sateliti su detektovali postojanje velikih potpovršinskih lednika. Najveći od njih je, kako se smatra, dubok 800 m.

Možda ipak ima nade da nismo sami?



Magle i oblaci (plavi i beli) od v. pare u troposferi nisu stalno prisutni, ali ih ima.

Zato su prisutne peščane oluje. Brzina vetrova 80–100 m/s (do 360 km/h). U sezoni su globalnog karaktera.



Oblaci prašine su žućkasti, visine do 10 km, ujednačuju temperaturne kontraste.

Peščane oluje dovode do efekta antistaklenika – Sunčeva energija ne dospeva do površine i slabo je zagreva.

Sonde koje su se spuštale na Mars, ili koje su njegovi sateliti, nisu otkrile pouzdane dokaze za postojanje bioloških aktivnosti. Možda i jer su radile u jako kiseloj sredini.

Oko 2014. g. na Zemlji se očekuju prvi uzorci sa Marsove površine. Svi oni će morati najpre u karantin.

Jer, ko zna, možda Marsovci (ako postoje) namerno žele da nam svoju planetu prikažu kao dosadnu kamenitu pustinju.



Iako sagledavajući poznate podatke o Marsu na prvi pogled deluje da na njemu nema niti uslova za život niti tragova života, ima istraživanja koja ubacuju u ova shvatanja zrnca sumnje.

Gilbert Levin (1976.) je izmislio nov način za otkrivanje mikro organizama ("obeleženo oslobađanje" – mikrobi "udišu" radioaktivni ugljenik koji se potom detektuje pomoću GM brojača). "Viking 1" (NASA) se 20. juna 1976. spustio na Mars. Sonda je nosila opremu za otkrivanje mikroorganizama na osnovu Levinove ideje.

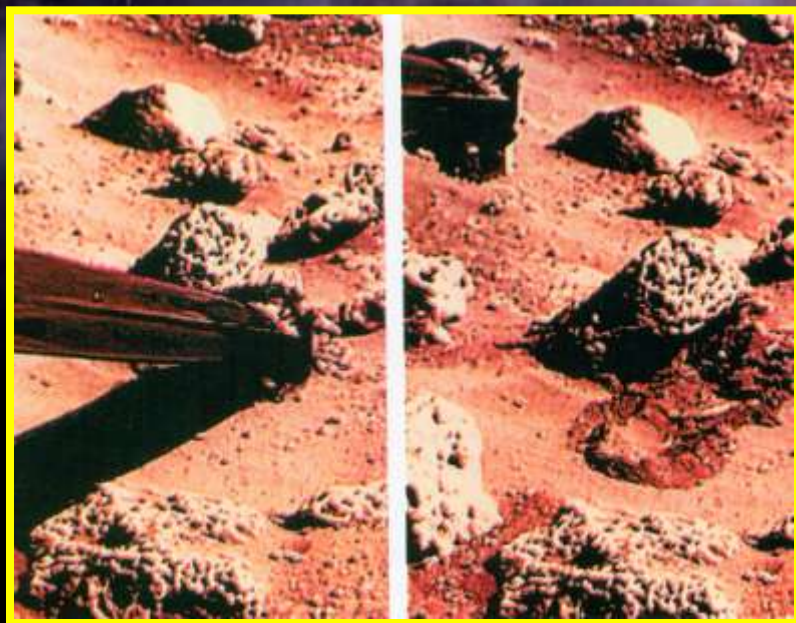


Suština eksperimenta: ugljenik se dodavao hranljivom rastvoru u koji je ubacivan uzorak tla. Posmatrana je radioaktivnost gasa u komori. Ako raste, onda je to rezultat oslobađanja gasa u metabolizmu mikroba. Uzorak bi se zagrevao do 160°C (da se pobiju mikrobi).

Procedura sa dodavanjem ugljenika bi se ponovila. Ako bi izostala pojava radioaktivnog gasa to bi ukazivalo da su u uzorku bilo mikrobi, ali da ih nakon "spaljivanja" više nema.

I šta se desilo?

Uzorak tla je podeljen na 4 dela (po 0.5 cm^3 za svaku komoru). Komore su snimane 24 h – "grafikoni" radioaktivnosti bili su ravni. Onda je dodata hranljiva materija sa radioaktivnim C^{14} . Nakon 15 h linija je "skočila". NASA je objavila da na Marsu postoji život! Karl Segan je čak čestitao Levinu, ali je posle nekoliko dana povukao čestitke. Šta se desilo?



Na Mars je spušten i lender "Vikinga 2". Oba lendera su nosila uređaje za 4 eksperimenta. Drugi eksperiment ("pirolitičko oslobađanje") dao je pozitivne rezultate (u uzorcima tla su za 5 dana stvoreni organski molekuli).



Eksperiment "razmene gasova" dao je odrečne rezultate (analiza gasova pokazala je da se u uzorcima ne nalazi ništa što bi "konzumiralo" hranljive materije).

Gasni hromatograf u četvrtom eksperimentu tragao je za organskim materijalima (zasnovanim na ugljeniku) u tlu. Uzorci tla se užare i analiziraju se gasovi. Problem: pećnice na "Vikingu 1" su se pokvarile. Eksperiment je ponovljen 4 puta na "Vikingu 2" i dao je negativne rezultate – nije bilo tragova organske materije u uzorcima! Neke supstance (npr. perhlorat) razgrađuju organske molekule. Postojanje ovog jedinjenja nije dokazano na Marsu. Iskazane su i sumnje u pouzdanost gasnog hromatografa (na Zemlji je davao odrečne rezultate za uzorke sa Antarktika iako je u njima bilo organske materije).



Interesantno je zapažanje Džoa Milera (Univ. u L. Anđelesu). U podacima je uočio ciklične dnevne ritmove u emisiji gasova u "Vikingovim" eksperimentima. To je tumačio dnevnim ciklusima u metabolizmu mikroba u Marsovom tlu.

Dakle tri Vikingova "biološka" eksperimenta dala su odrečne rezultate, a jedan pozitivne.

I šta sad?

Nemamo pojma! Istraživanja sa novim misijama tek predstoje!

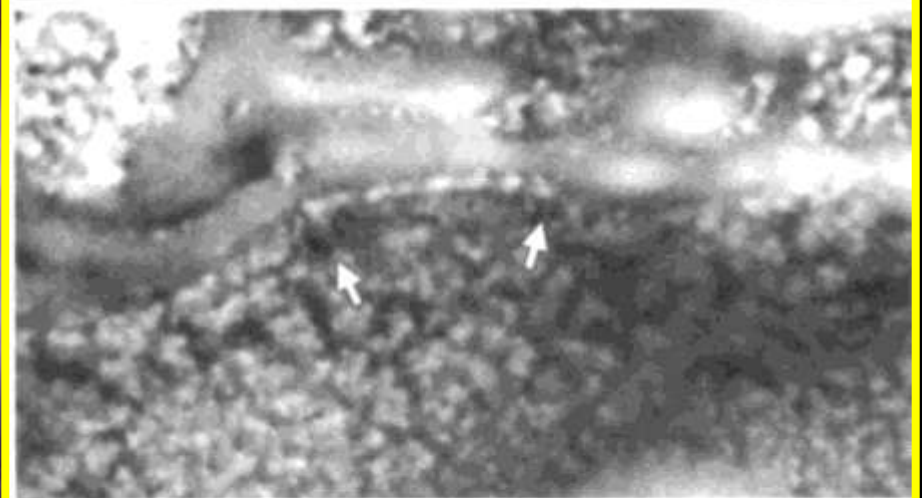
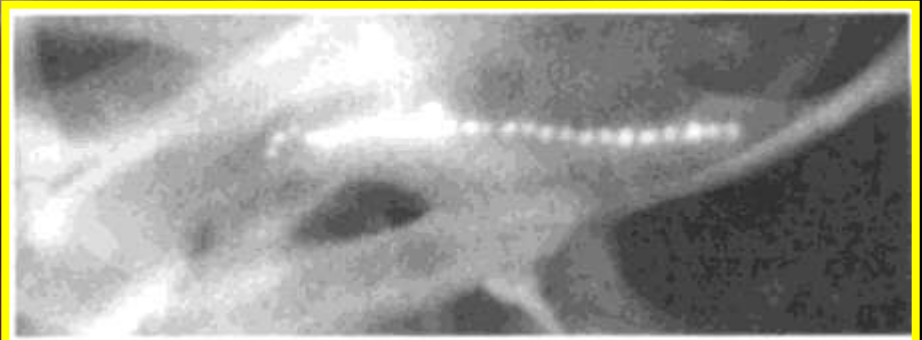
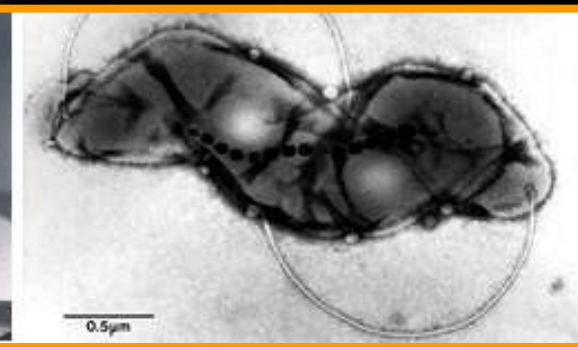
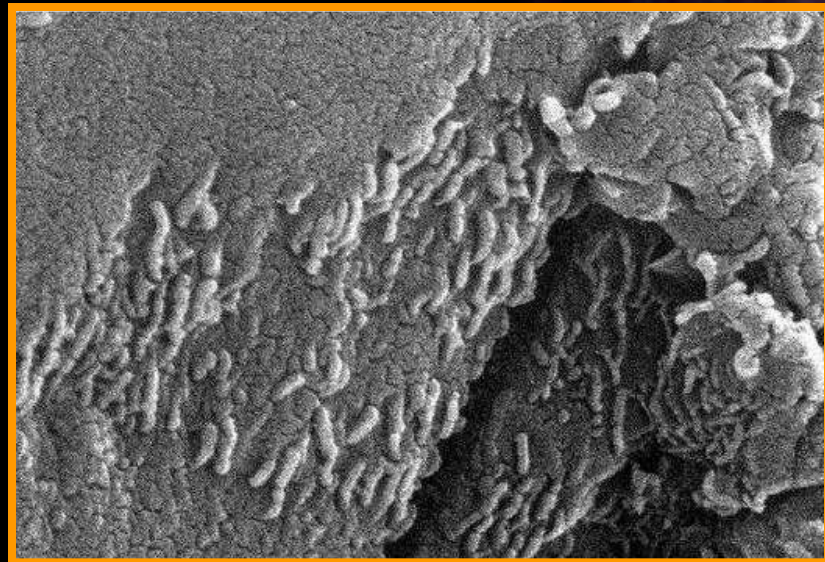
Istraživanja meteorita koji su sa Marsa pali na Zemlju i noviji podaci o prisustvu vode (vodenog leda) na Marsu otvaraju nove vidike u astrobiologiji.

Od 20000 meteorita na Zemlji za 14 se smatra da su sa Marsa. Najpoznatiji je ALH84001. Pre 16 miliona g. telo udarilo u Mars. Deo je napustio Marsovu gravitaciju. Pre 13000 g. pao je na Antarktiku. Pronađen je 1984. g., a 1993. g. je utvrđeno da je



sa Marsa. U njegovoj strukturi pronadene su crvolike forme. Organski molekuli stari su 3.6 milijardi godina.



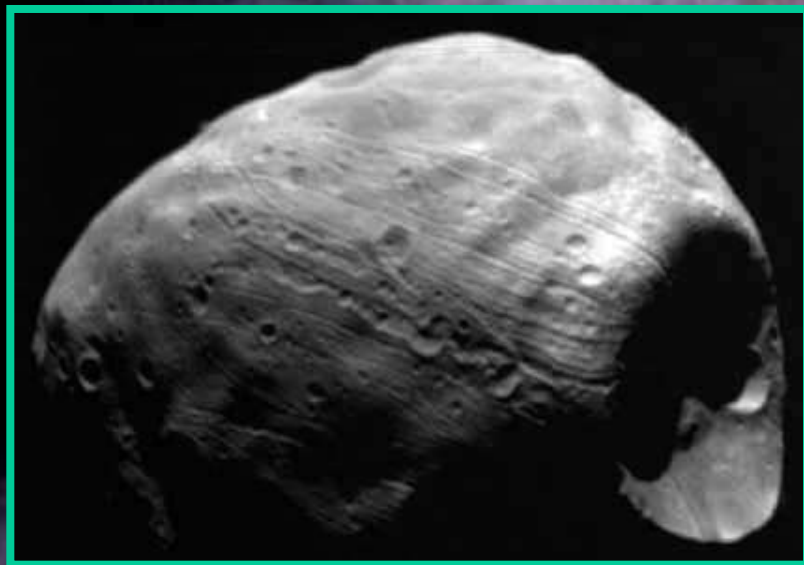


Mikroskopski magnetitski kanali produkti delovanja bakterija na Zemlji (gore). Očigledna analogija sa oblicima u ALH8401 sa Marsa.

Možda je "zaprljan" životom na Zemlji, a možda se radi o kristalizaciji u specifičnim uslovima.

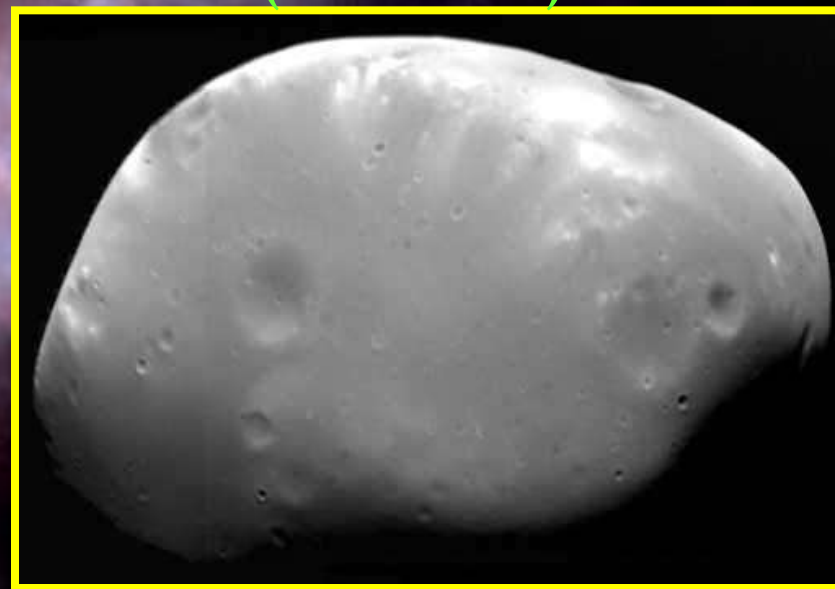
Traganje se nastavlja.

Na Marsovih satelitima nema ni pomena o postojanju života. Zajedno sa zvezdama vide se i danju. S. disk je dva puta manji nego sa Zemlje. Verovatno zarobljeni asteroidi.

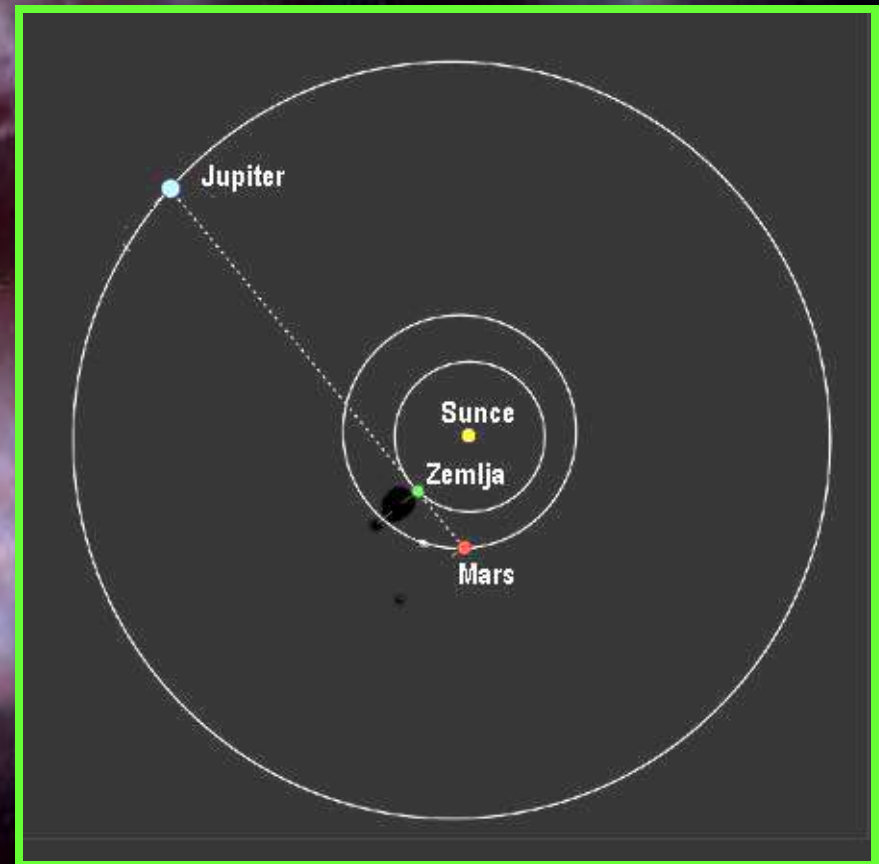


Fobos (strah) – 21x26 km; na 9350 km od Marsa. Smanjuje mu se orbita. Krater Stikni (9 km) – po ženi Asaf Hola (otkrio ih 1877.). Izlazi na zapadu, a zalazi na istoku. Period 7h 33min. Sloj prašine 1m (od udara).

Deimos (užas) – 12x13 km; na 23500 km. Krateri Svift i Volter (3 km). Period 30h 17min.



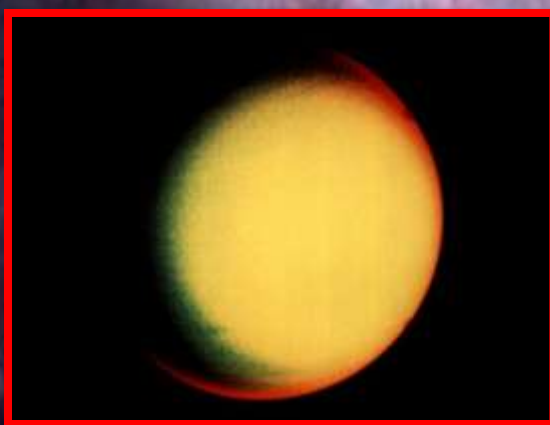
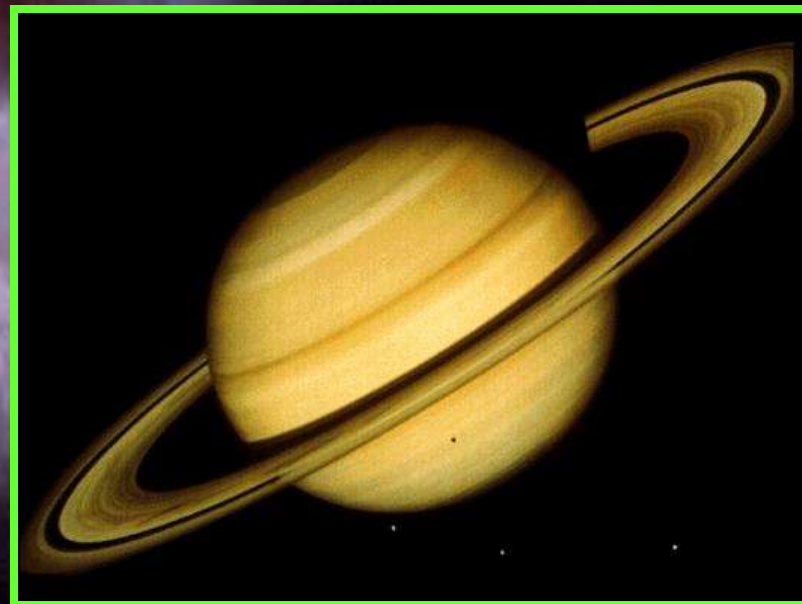
Interesantan je i snimak sa Mars Global Surveyor-a 2003. godine: Zemlja i Mesec snimljeni iz orbite oko Marsa. Rastojanje između Marsa i Zemlje u trenutku snimanja iznosilo je oko 139 miliona km.



Jovijanske planete

Jupiter, Saturn, Uran i Neptun.
Gasovito-tečne planete. To su svetovi bez čvrste površine: gusta prostrana atmosfera od metana, amonijaka i vodonika postepeno prelazi u osnovno telo.

Po hemijskom sastavu podsećaju na Sunce – preko 85% mase otpada na H i He.



Džinovskih su dimenzija.
Brzo rotiraju i to diferencijalno.

$$T = \frac{288}{\sqrt{R}} (K)$$

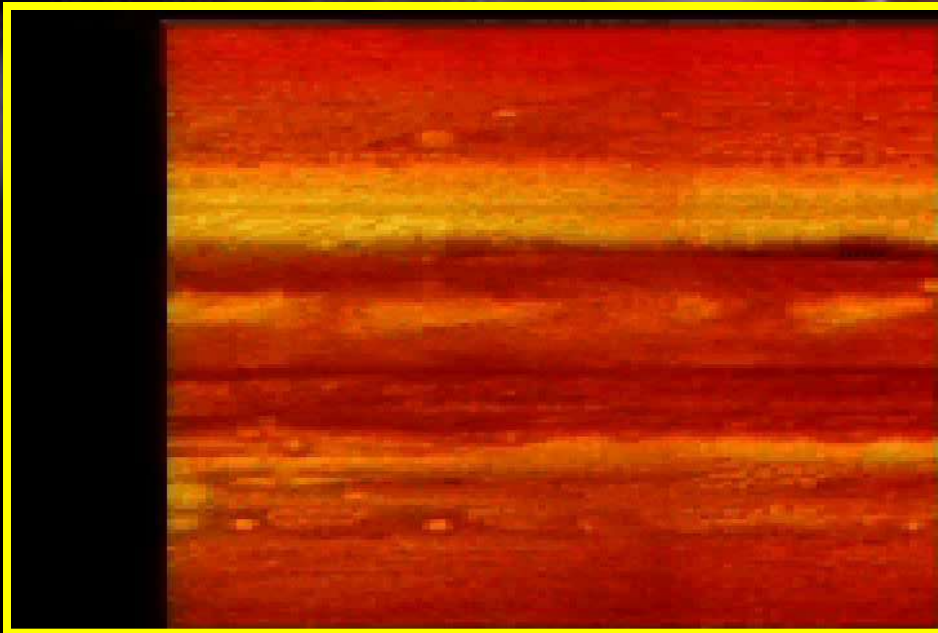
U skladu sa formulom (R je rastojanje od Sunca u AU, 288 je srednja temperatura Zemlje) temperature ovih planeta su za nastanak života vrlo niske: približno -138 C za Jupiter, -170 C saturn, -220 C Uran, -223 C Neptun. Nema sezonskih i dnevnih promena temperature. Nova istraživanja: promene sjaja pojaseva oblaka na Neptunu ukazuju na sezonske promene koje traju decenijama.

Dobijaju znatno manju gustinu fluksa Sunčeve energije u odnosu na Zemlju (Jupiter 27 puta, Saturn oko 100 puta), ali zato više emituju nego što prime. Imaju “unutrašnje” izvore toplote (sažimanje, pretvaranje gravit. energije u toplotnu pri padu kondenzovanih kapi He u unutrašnjost, itd.). Zbog niskih temperatura u atmosferama su kristali metana, amonijaka, itd.

Guste atmosfere stvaraju enormne pritiske, koji onemogućuju čak i lebdeće oblike života. Jaka magnetna polja i brze rotacije dovode do intenzivnih električnih pražnjenja.



U atmosferama duvaju snažni i brzi vetrovi (na Jupiteru 400 km/h, Saturnu 1400–1800 km/h).

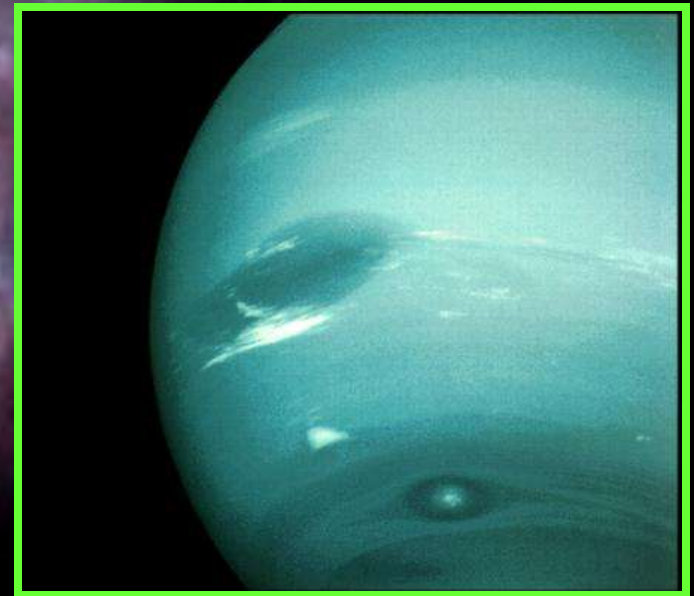


Uz zonalnu rotaciju to dovodi do velikih nestabilnosti i turbulencija u atmosferama svih planeta ovog tipa.



Na Jupiteru je Velika crvena pega (Robert Huk, 1664. god.). To je džinovski tornado (14000x 40000 km, kao tri Zemlje). Po nekim procenama traje već milion godina. Crvena boja možda potiče od fosfina (miriše na beli luk). "Hrani" se manjim nestabilnostima.

Slični "vrtlozi" postoje i na drugim jovijanskim planetama. Na Neptunu, koji je zelen zbog metana (apsorbuje crvenu, a rasejava sivo-zelenu boju), dominira Velika crna pega.





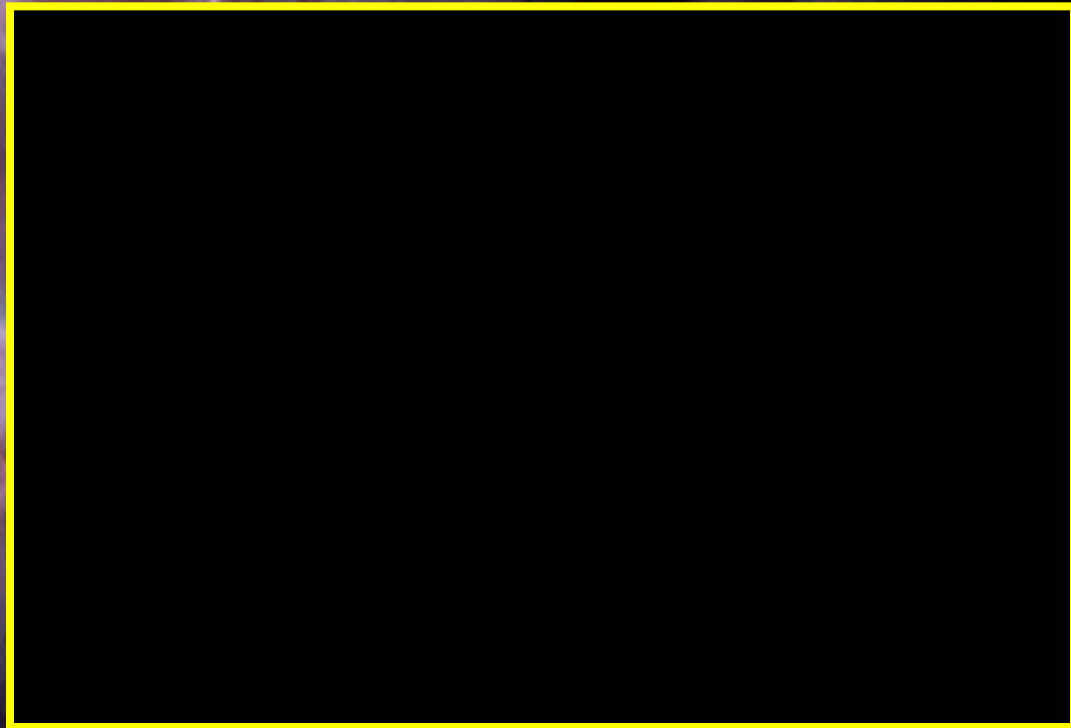
Sve planete ovog tipa imaju prstenove, ali su Saturnovi najspektakularniji.

Ove planete karakteriše i veliki broj satelita (regularnih i iregularnih): Jupiter 63, Saturn preko 60, Uran 21, Neptun 8. Uglavnom se radi o manjim gromadama, ali ima i onih koji podsećaju na terestričke planete.

Sa stanovišta života u Kosmosu po svemu sudeći su interesantni baš ti veći sateliti.

Posebnu pažnju privlače Galilejevi sateliti Jupitera: Io, Evropa, Ganimed i Kalisto.

Danas na njima nema baš mnogo uslova za postojanje života, ali jednoga dana, kada Sunce dospe u fazu crvenog džina ili se desi nešto nepredvidivo, ko zna ...?





Otkrili su ih Galileo Galilej i Simon Marijus (nezavisno) 1610. godine. Io i Evropa su uglavnom silikatnog sastava, a Ganimed i Kalisto su od stena i leda.

Io

Nešto je veći od Meseca. Pokriven je slojem zaledjene sumporne prašine, koja je prekrila udarne kraterne i ostale neravnine.

Danas vulkanski najaktivnije telo Sunčevog sistema.



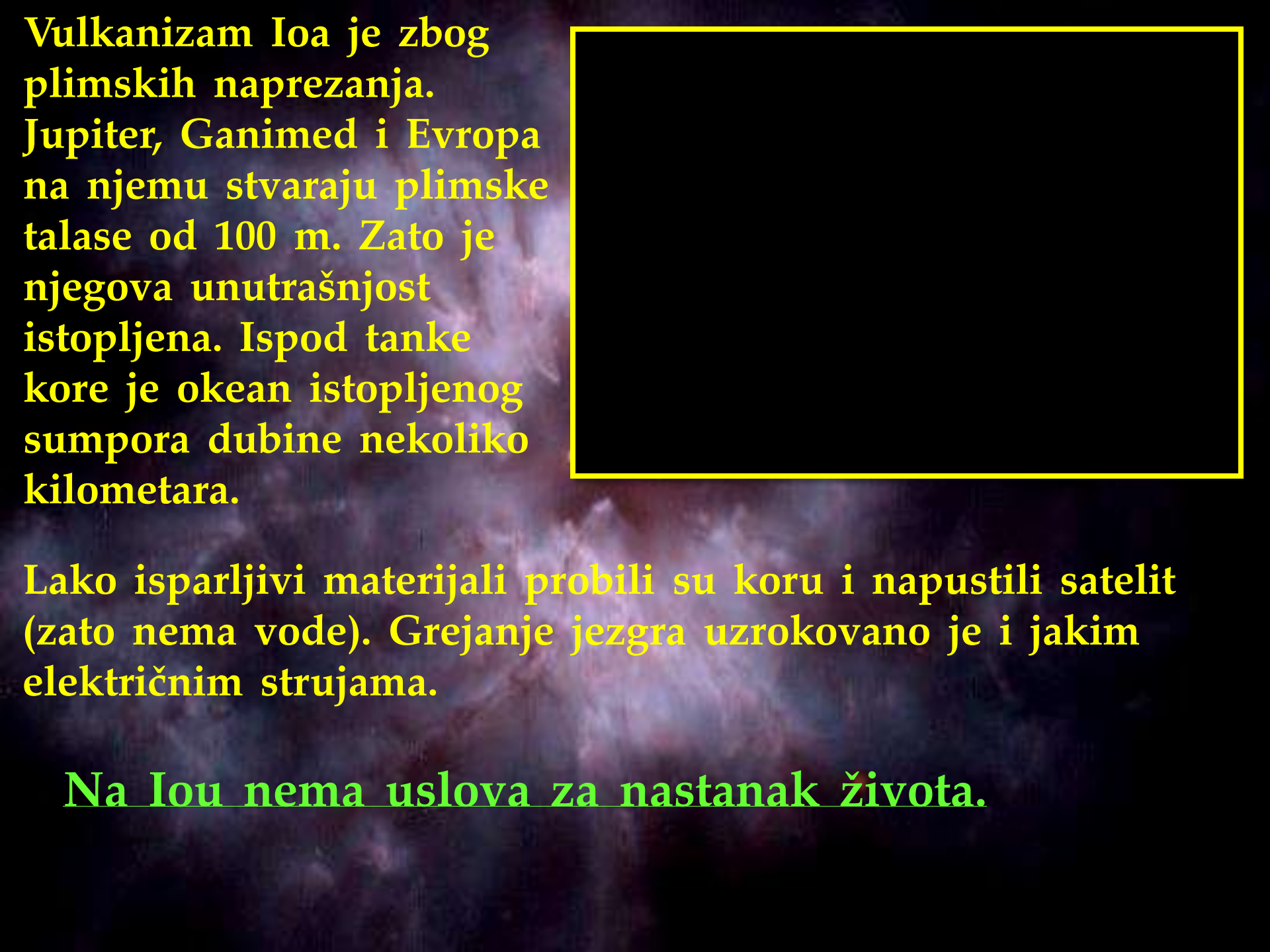
Crveno–mrka sumporna prašina iz njegovih vulkana pokriva i ostale satelite Jupitera. Gasovi i lava podižu se 70–300 km iznad površine.

Na njegovoj površini danas je aktivno desetak velikih vulkana (ulavnom su blizu ekvatora).

Površina je u nijansama crvene i žute boje. S i SO₂ imaju različite nijanse, zavisno od temperature.

Pri vrhu kaldera temperatura je oko 1500°C – boja je skoro crna, u blizini vulkana temperatura je do 250°C. Što se ide dalje od vulkana boja sumpora je sve svetlija i ide ka žutom. Bela i plava boja potiču od smrznutog S (topi se na 112°C) i SO₂.

Ima jako razređenu atmosferu (10 Pa).



Vulkanizam Ioa je zbog plimskih naprezanja. Jupiter, Ganimed i Evropa na njemu stvaraju plimske talase od 100 m. Zato je njegova unutrašnjost istopljena. Ispod tanke kore je okean istopljenog sumpora dubine nekoliko kilometara.

Lako isparljivi materijali probili su koru i napustili satelit (zato nema vode). Grejanje jezgra uzrokovano je i jakim električnim strujama.

Na Iou nema uslova za nastanak života.

Evropa

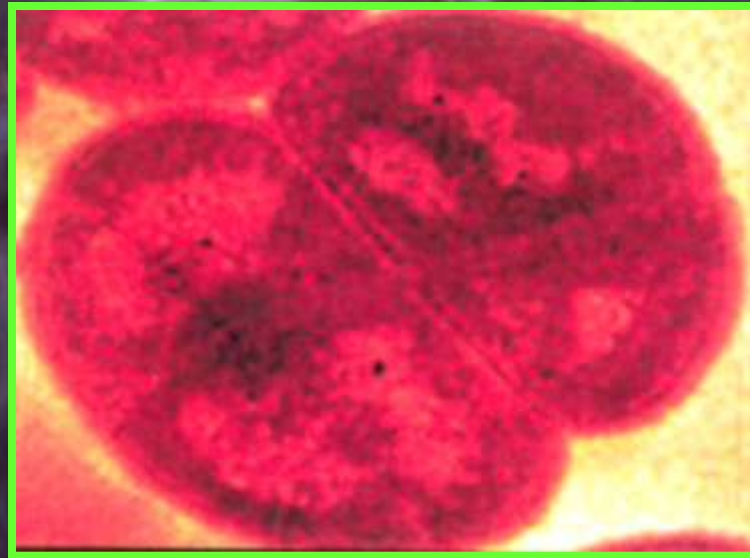


Nešto je manja od Meseca. U poslednje vreme je u žiži interesovanja. Postoji analogija sa jezerom Vastok–najvećim od 80–tak ispod leda na Antarktiku. Otkriveno je 70–tih XX veka, istraživano je od 1996.

Jezero je pokriveno ledom debelim 3710 m. Dubine je 484–670m, zapremine 1800 kubnih km. Staro je između 500 000 i milion godina. Voda je u tečnom stanju zbog pritiska leda 350 puta većeg od atmosferskog.

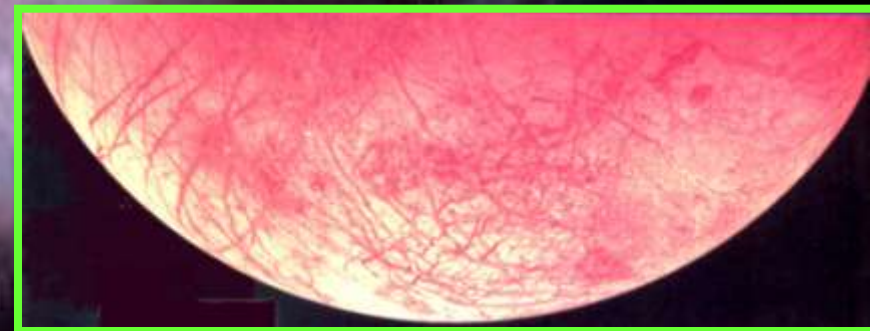
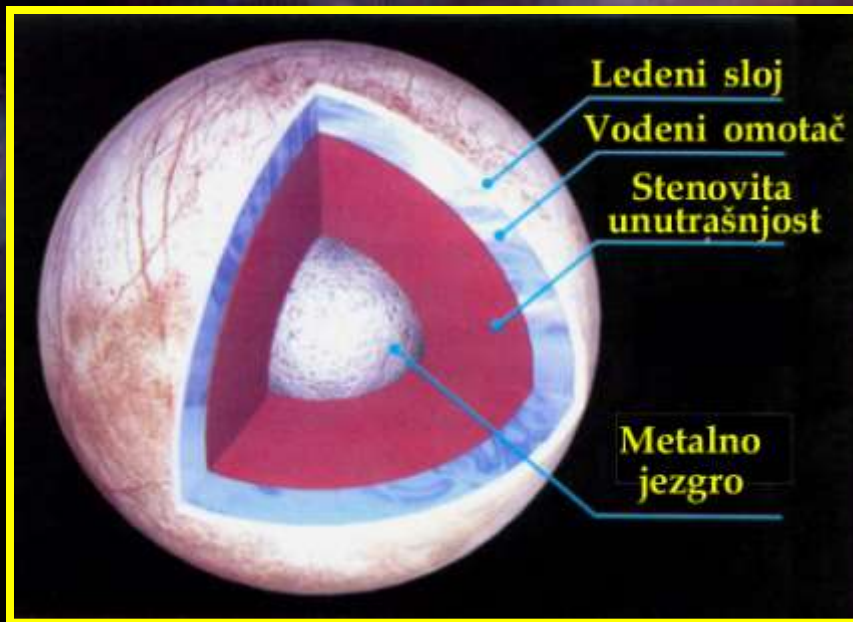
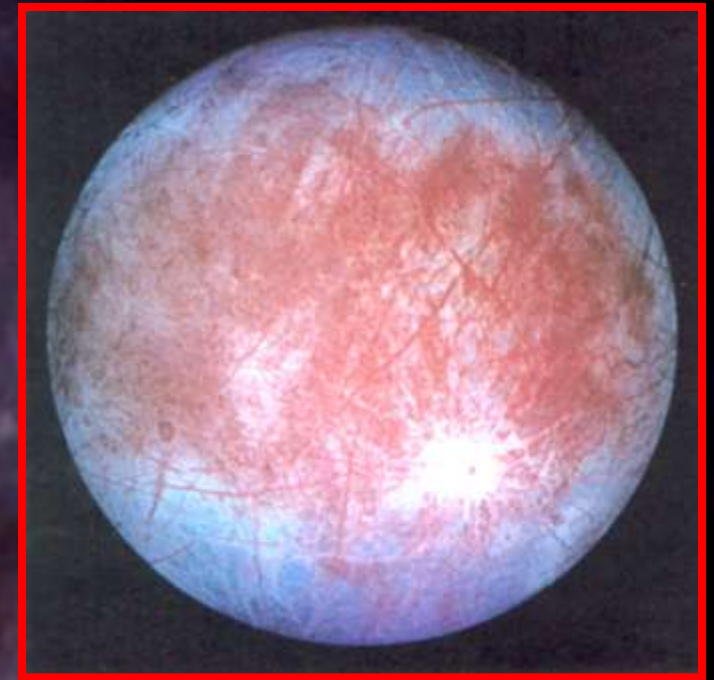


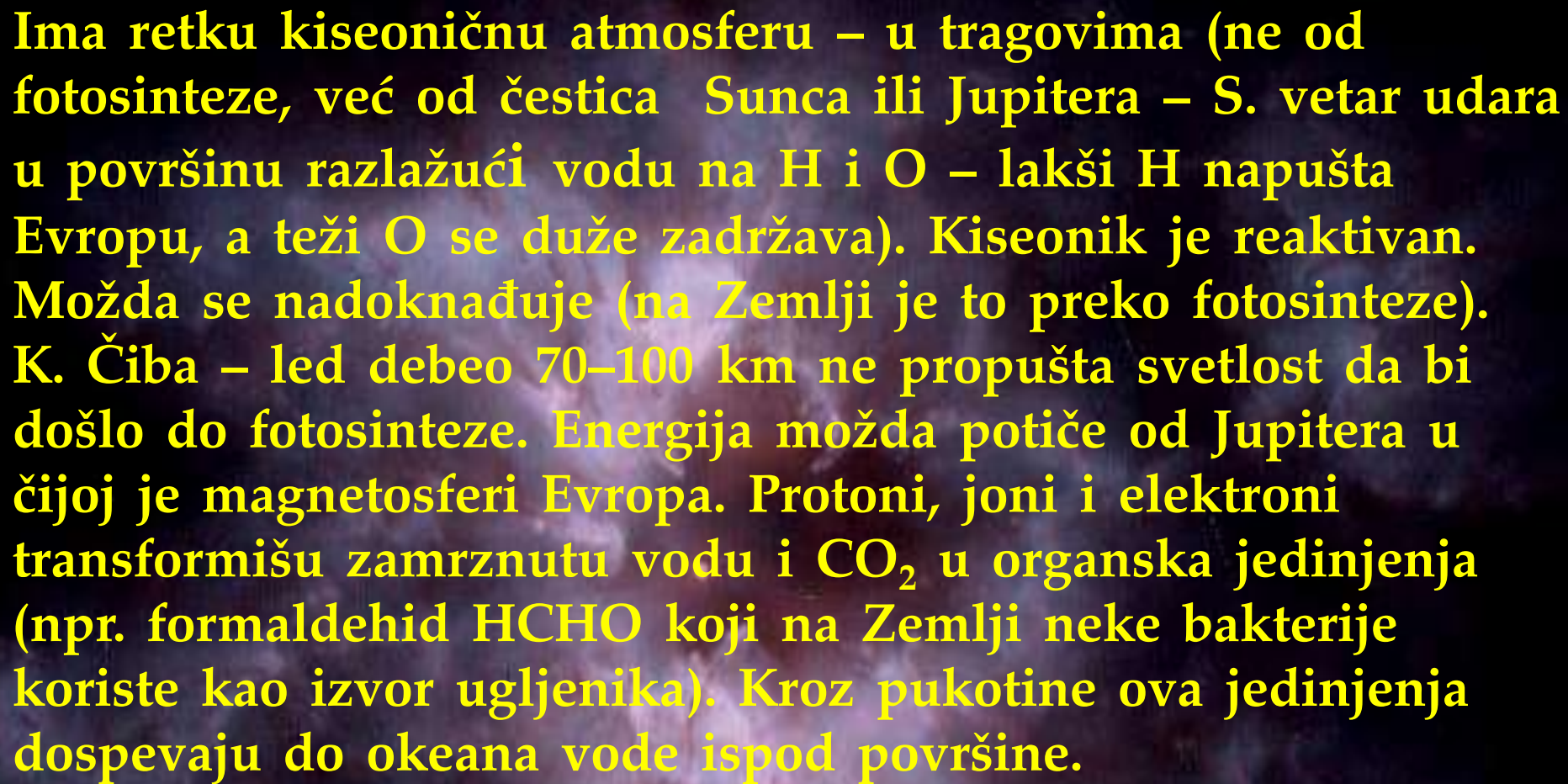
Fantastično otkriće: na dnu jezera je 50 m debeo sloj sedimentata. Život je u stanju hibernacije u ekstremno lošim uslovima (anaerobija, niske temperature i mrak). Nađene su primitivne ekstremofilne bakterije i archea. Takve su i *Deinococcus radiodurans* i *Sulfolobus shibatae*.



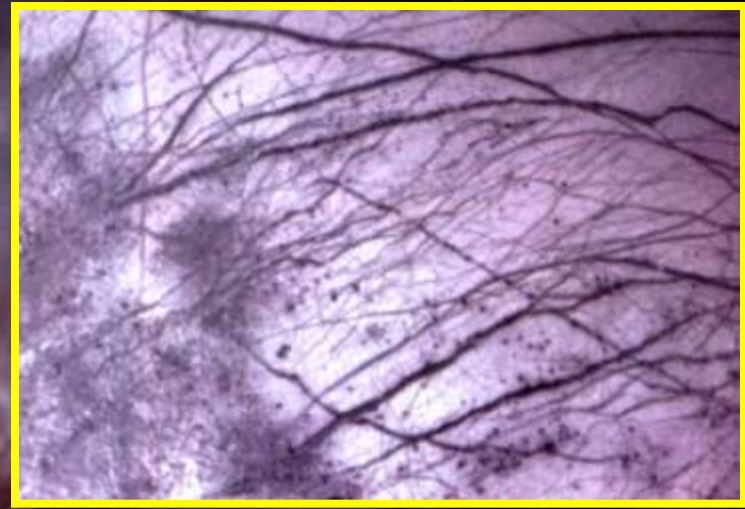
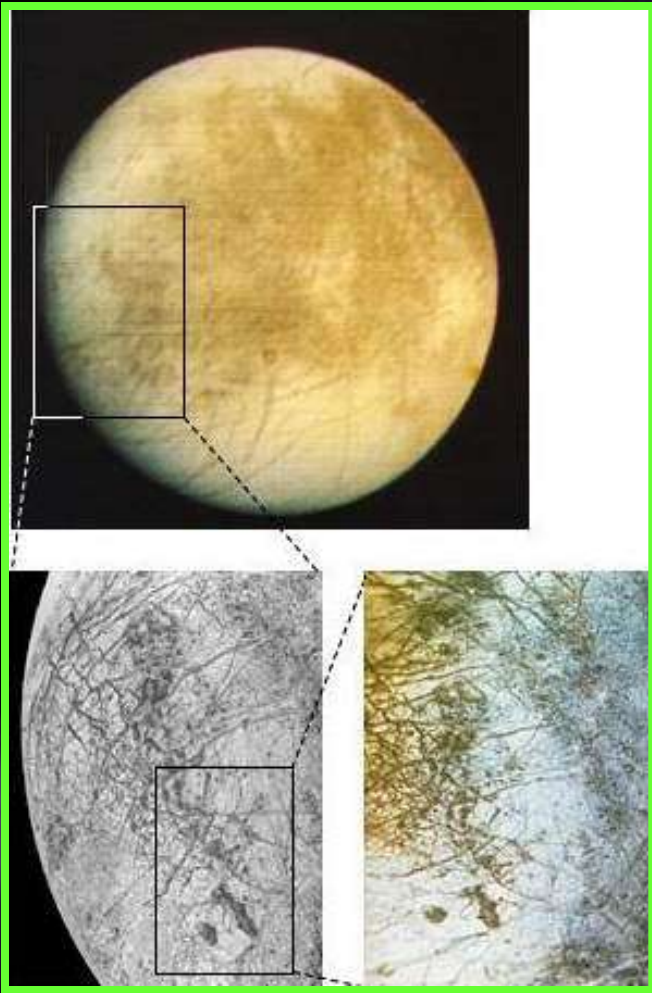
Uslovi na Evropi su daleko ekstremniji od onih na Antarktiku. Da li to u potpunosti isključuje mogućnost postojanja života na Evropi?

Satelit je okovan 100 km debelim vodenim ledom. Skoro da je glatka (samo tri udarna kratera). Ima brežuljke do 100m visine, širine do 10km i dužine do 100km. Preovladavaju ravnice. Kora je stara 20–100 miliona godina.



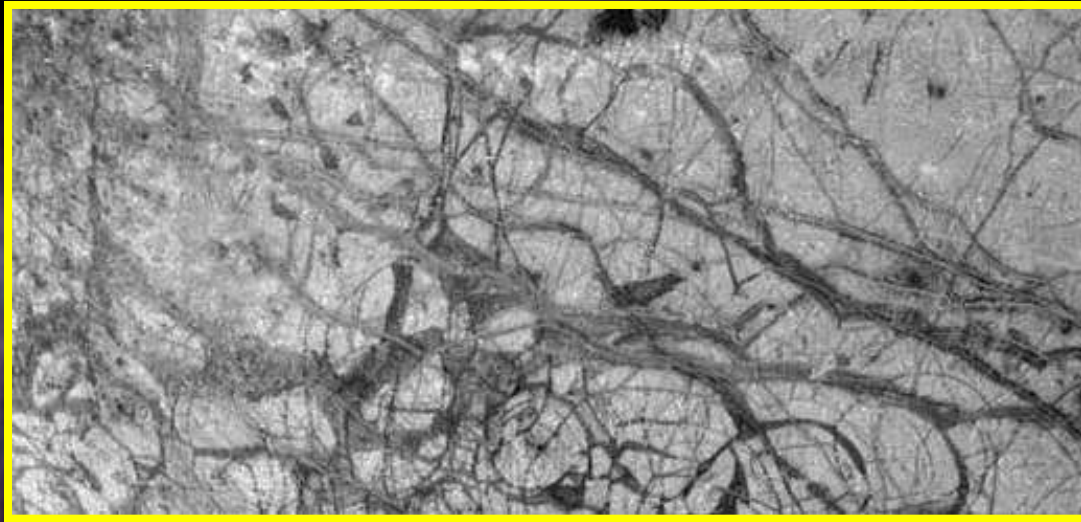


Ima retku kiseoničnu atmosferu – u tragovima (ne od fotosinteze, već od čestica Sunca ili Jupitera – S. vetar udara u površinu razlažući vodu na H i O – lakši H napušta Evropu, a teži O se duže zadržava). Kiseonik je reaktivan. Možda se nadoknađuje (na Zemlji je to preko fotosinteze). K. Čiba – led debeo 70–100 km ne propušta svetlost da bi došlo do fotosinteze. Energija možda potiče od Jupitera u čijoj je magnetosferi Evropa. Protoni, joni i elektroni transformišu zamrznutu vodu i CO₂ u organska jedinjenja (npr. formaldehid HCHO koji na Zemlji neke bakterije koriste kao izvor ugljenika). Kroz pukotine ova jedinjenja dospevaju do okeana vode ispod površine.

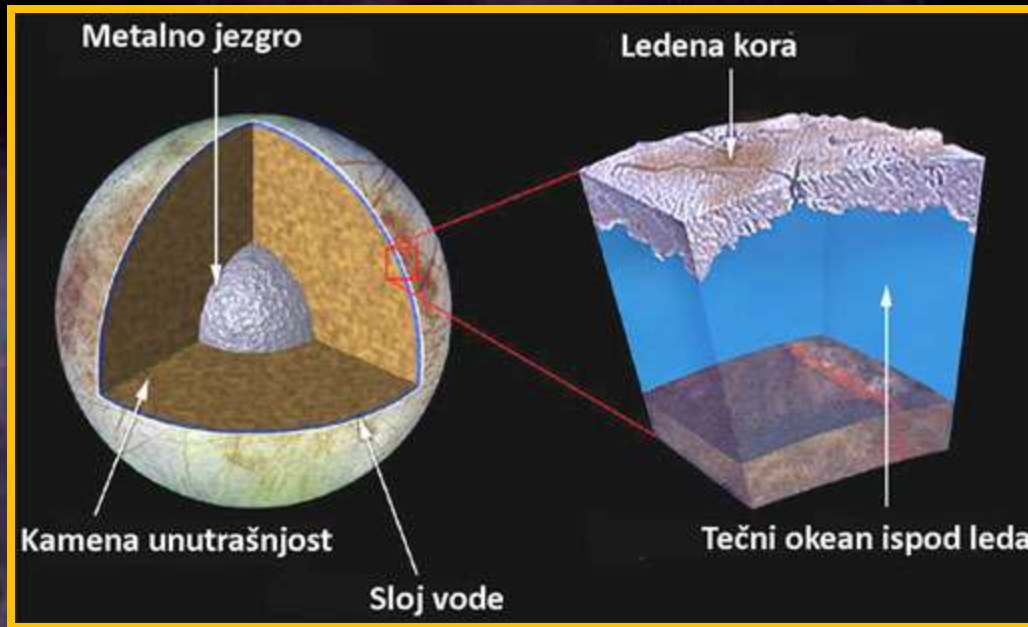


Pukotine nastaju zbog plimskih naprezanja (Jupiter, Io i Ganimed) i ekscentrične putanje. Plime i oseke su po 30 m, ali nisu na celoj putanji iste. Javljaju se cikloidne pukotine.

Pukotine su krivudave, širine 20–40 km, dužine do 1000 km. Njihovo ponašanje ukazuje da se ledene ploče i danas pomeraju, plutajući po okeanu ispod površine.



Pukotine su crvenkasto smeđe – možda zbog mikroorganizama. Distorzija IR spektra zaleđene vode i leda u pukotinama. Kod pukotina voda je vezana za neki mineral (hidrate soli), što uključuje i mogućnost postojanja mikroorganizama (na Zemlji su oni adekvatne boje). Možda mikroorganizmi nakon erupcija dospevaju na površinu gde se odmah zamrzavaju, ili se nagomilavaju u ledu, pa nakon udara mikrometeorita isplivavaju na površinu.



Temperatura na površini je od -150 do -180 C. Ima slabo magnetno polje. Ispod površine je elektroprovodna sredina (sonda Galilej 1997. g.). Led to nije. Verovatno se radi o okeanu tečne slane vode (postojanje el. struja). Zbog plimskih sila unutrašnjost je toplija. Led povremeno puca i na površinu "isplivava" voda koja se brzo ledi. Globalni ledeni omotač na Evropi deluje kao poklopac na pretis loncu: voda ispod njega ne može da ispari, ali ni da se smrzne. Možda to omogućuje postojanje nekakvih oblika života ispod leda u okeanu Evrope.

Na Evropi danas
nema uslova za
život, ali ...

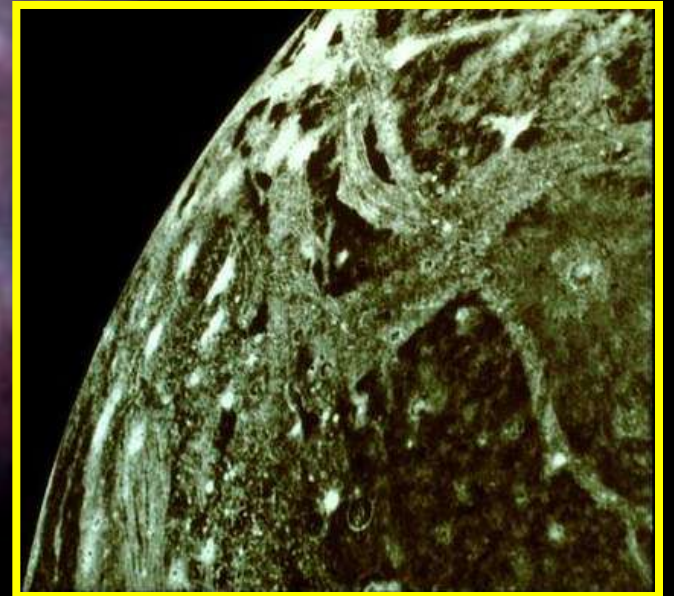
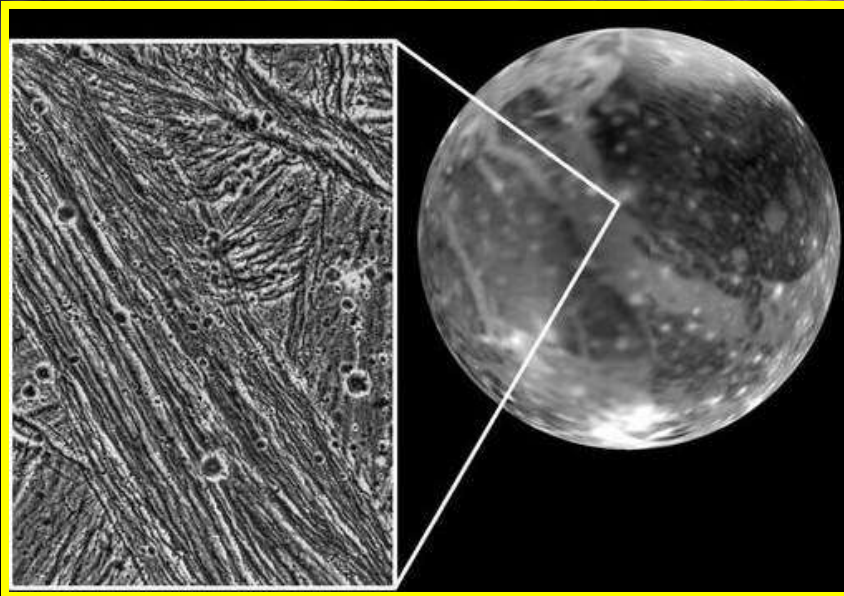


Možda je Artur
Klark u pravu.

Ganimed

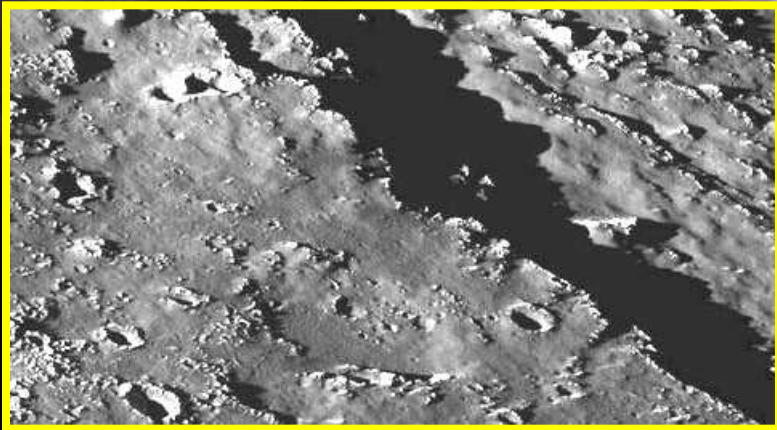
Najveći satelit S. sistema (veći od Merkura). Na njemu dominira oval Regio Galilei (3200 km). Kora mu je zaleđena.

Sa stanovišta života, zbog surovosti uslova, Ganimed je potpuno neintersantan.

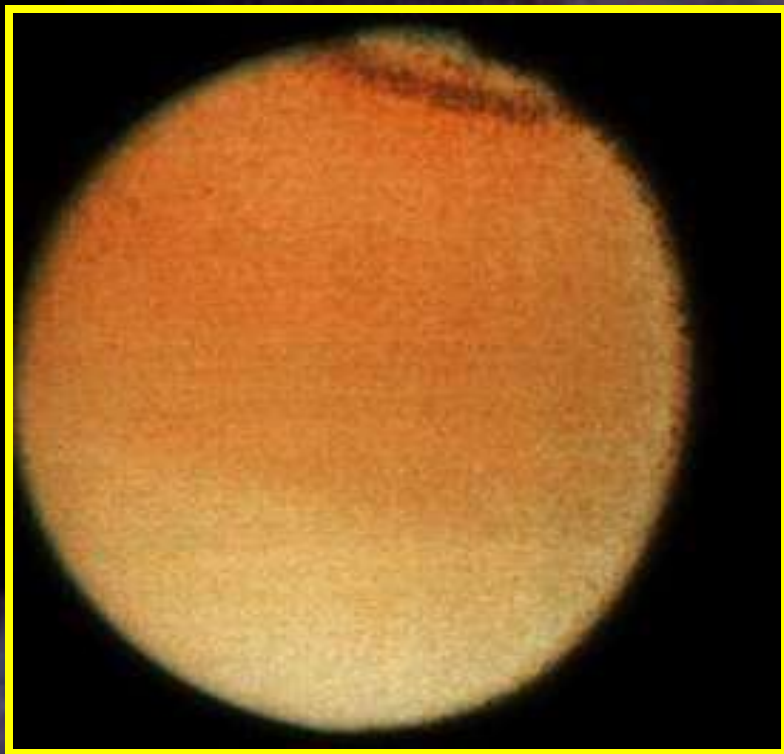


Kalisto

Manji je od Merkura, ali veći od bivše planete Pluton. Izbrazdan je udarima još iz vremena "velikog bombardovanja". Primer – Valhala (1000 km) kada je veliko telo probilo koru i prodrlo u unutrašnjost. Geološki ima staru koru. Magnetno polje mu fluktuiru u ritmu sa rotacijom oko Jupitera. Jezgro mu je dovoljno toplo i verovatno ispod tla ima okean slane vode.



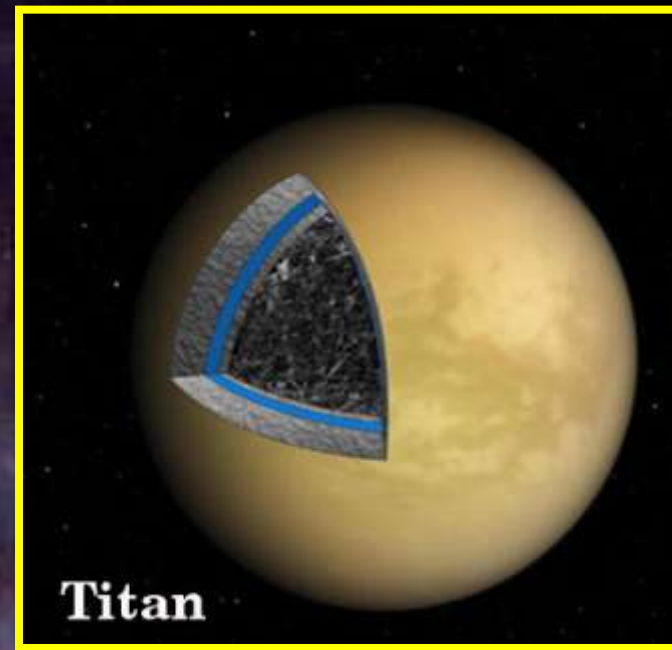
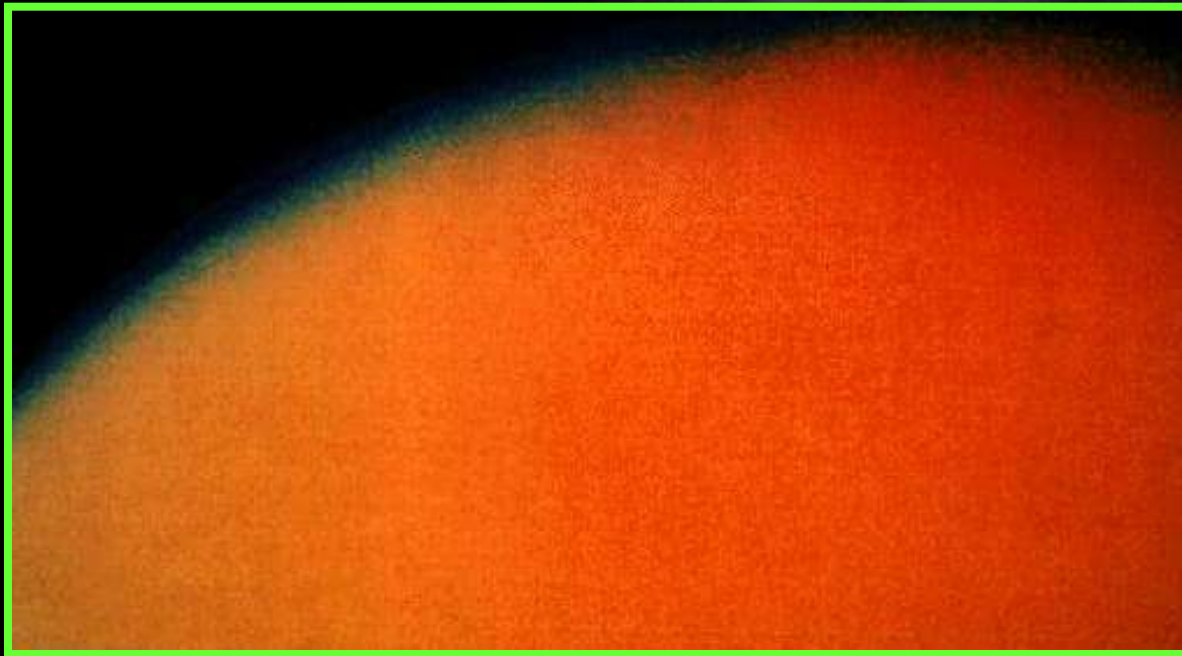
Titan



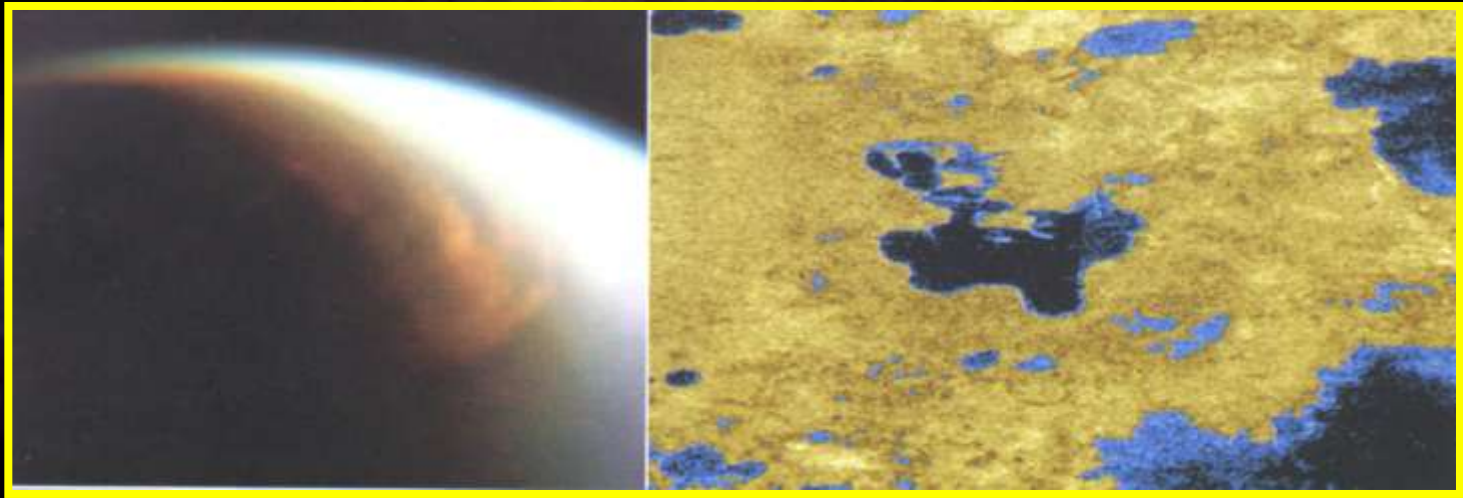
Saturnov satelit koji je dugo smatran najvećim satelitom u Sunčevom sistemu. Upola je manji od Zemlje. Zaklanja ga prostrana atmosfera 1.5 puta gušća od Zemljine.

Zbog niske temperature (-180°C) čestice se sporo kreću i ne mogu da ga napuste.

Atmosfera se sastoji od azota, metana, argona, etana, acetilena, etilena, složenih ugljovodonika. Pod delovanjem UV zraka metan se u oblacima razlaže, što omogućuje stvaranje složenih organskih molekula.



Metan mrzne na -182.5°C . Pošto je temperatura na Titanu nešto viša iz oblaka padaju metanske kiše koje pune metanski okean na tlu. Postoji analogija sa kruženjem vode na Zemlji.



Titan se “davi” u organskim materijalima. Složeni organski molekuli lepe se za čestice u oblacima gradeći oko 200 km debeo sloj smoga. Na površini se stvara organski talog debljine oko 0.5 km. To “strašno” podseća na “razblaženu supicu (sličnu pilećoj)” u ranoj fazi nastanka života na Zemlji. Doduše, na Titanu je ona mnogo, mnogo hladnija, ali o ukusima ne treba raspravljati ...

Titan je na sličnom stadijumu kao Zemlja pre nego što je njena atmosfera postala pogodna za nastanak života.

Sa stanovišta postojanja života u Sunčevom sistemu svakako da su sateliti jovijanskih planeta interesantniji od samih planeta. Na nekima od njih ima puno vode. Ona je zaleđena ali nije isključeno i postojanje tečne vode ispod ledenog pokrivača. Tipičan primer je Encelad – mali ledeni Saturnov satelit koji podseća na grudvu snega. Iznenadjenje je otkriće gejzira na njegovoj površini, što ukazuje da mu je unutrašnjost toplija.



Sistem Pluton–Haron



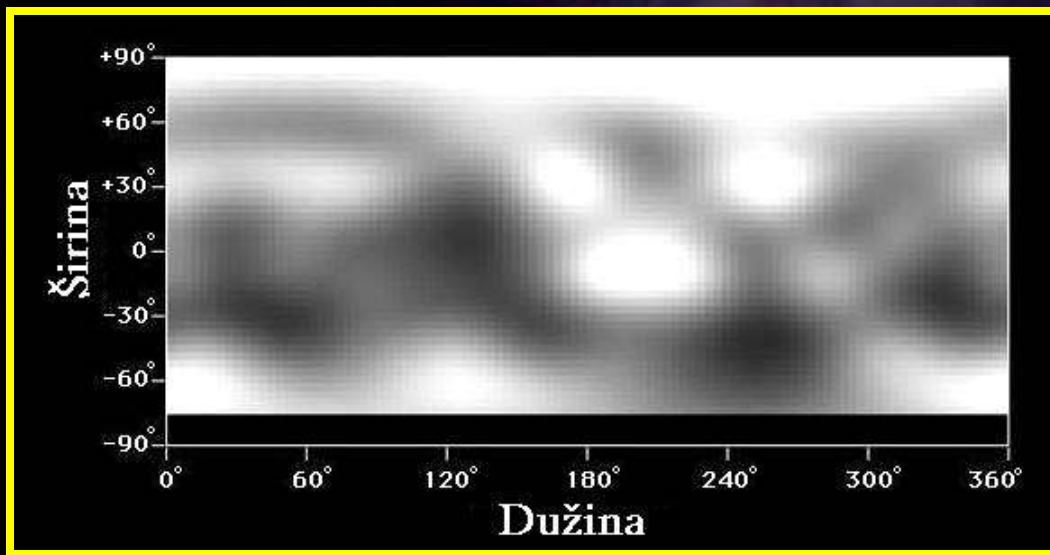
Sa stanovišta života
neineteresantan.

Do 2006. planeta Pluton otkrivena je tek 1930. god. (Klajd Tombo prema proračunima Persivala Lovela).

Manji je od Meseca. Teorije: otrgnut satelit Neptuna ili asteroid koji je zarobljen od strane velikih planeta.

Njegov snajveći satelit Haron je otkriven 1978. god. Ima dva puta manji prečnik od Plutona.

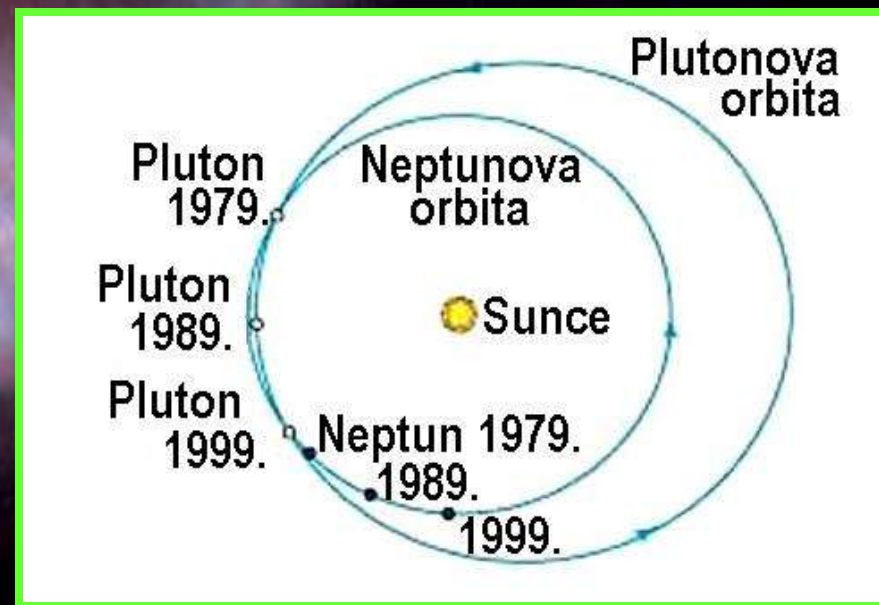
Temperatura na površinama je oko -235 C. Površina Plutona pokrivena je metanskim ledom (utvrđeno spektroskopski i pomoću albeda).

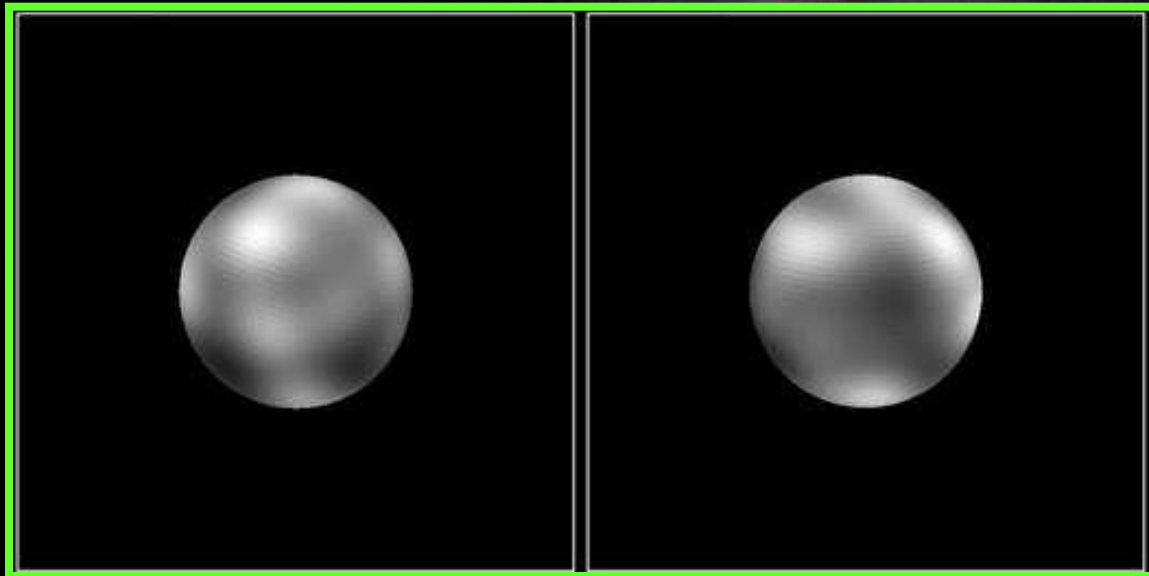


Po svemu sudeći najvećim delom je stenovit.

Putanja mu je izdužena i nagnuta prema ekliptici.

Na manjem delu svoje putanje on je osma planeta (bliži je Suncu od Neptuna). Nemoguć je sudar sa Neptunom – zbog oblika putanje i načina kretanja približava mu se do 16 AU, a Uranu čak do 10 AU.





Po kvadratnom metru prima oko 1600 puta manje energije od Zemlje.

1998. godine utvrđeno da u perihelu ima slabu atmosferu (po svemu sudeći od metana i neona). U tom položaju temperatura na površini je iznad tačke mržnjenja metana. On sublimira stvarajući atmosferu. Sa udaljavanjem od perihela, temperatura pada, atmosfera se "kondenzuje", padajući na površinu planete.

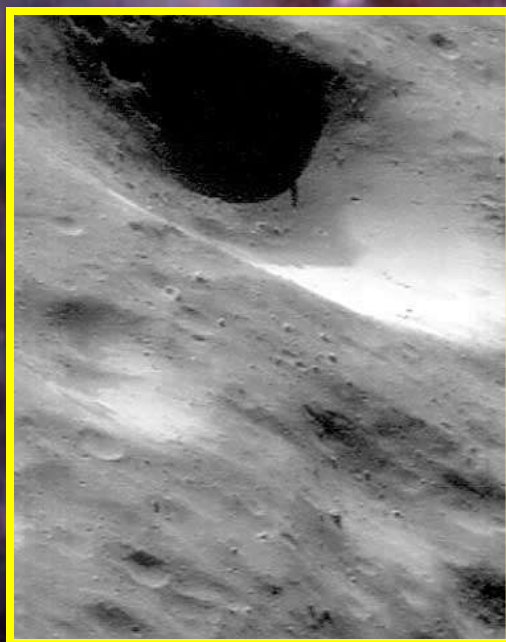
Asteroidi

Zasad se zna za jedan asteroid na kojem sigurno postoji život.

To je asteroid V612 na kojem Mali Princ plevi baobabe, čisti vulkane i uzgaja ružu.

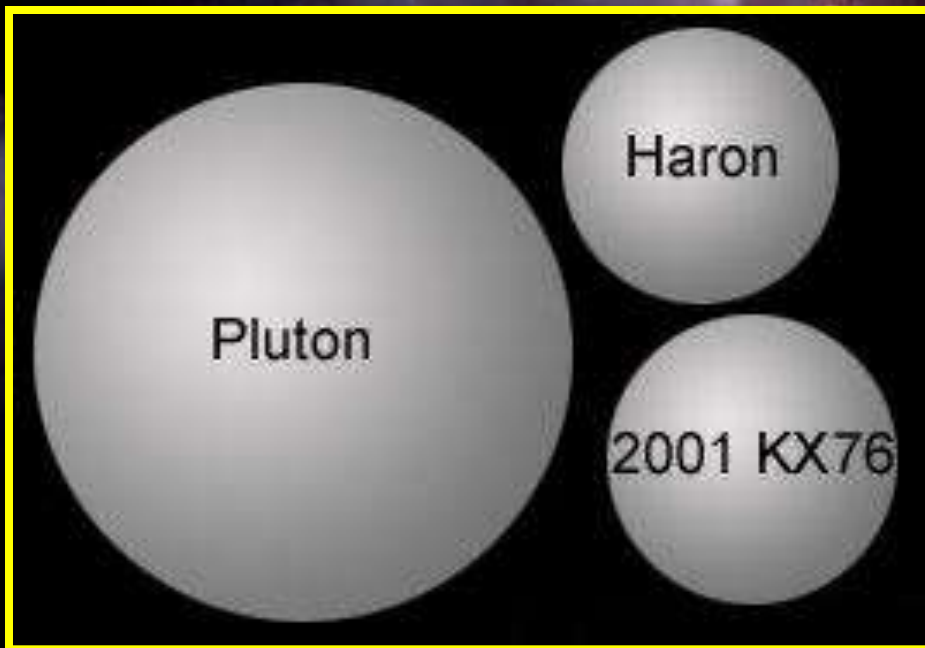


Ipak se radi o "stencugama"
koje nemaju uslove za nastanak
života (bez atmosfere, sa slabom
gravitacijom, uglavnom bez
stabilnih putanja).



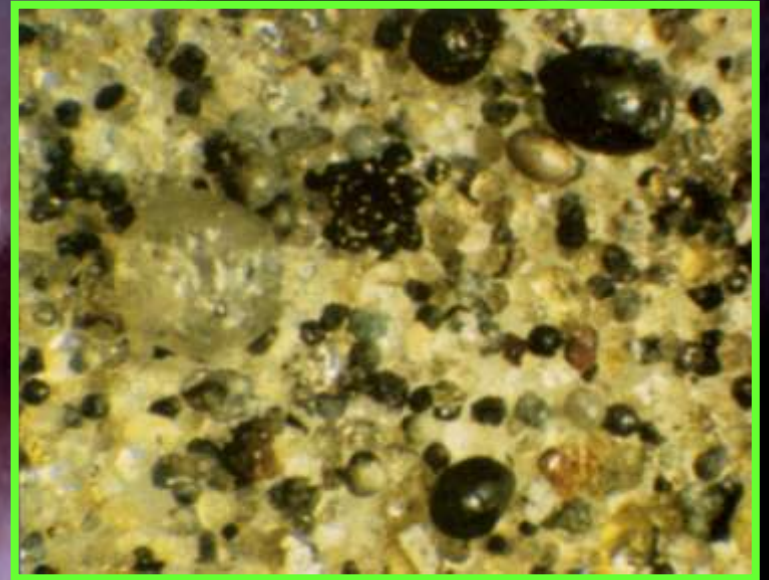
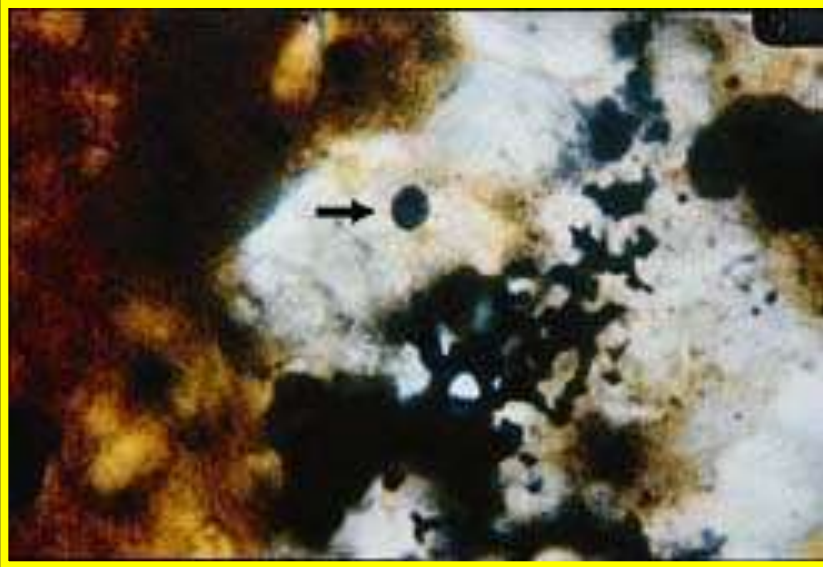
12.2.2001. na
Eros se spustio
Near Shoemaker.

U Kujperovom pojasu je poslednjih godina otkriveno nekoliko velikih asteroida koji su većih dimenzija od Ceres (950 km, Đuzepe Pjaci, 1.1.1801.g.) u asteroidnom pojasu.



Mnogi su ih proglasili za X, XI, itd. planetu. Šanse za postojanje složenijeg života na njima su ništavne, s obzirom da se radi o ekstremno hladnim svetovima.

U nekim meteoritima koji potiču od asteroida nađeni su složeni biološki molekuli, ali su oni jako daleko od onoga što možemo tretirati kao živo.

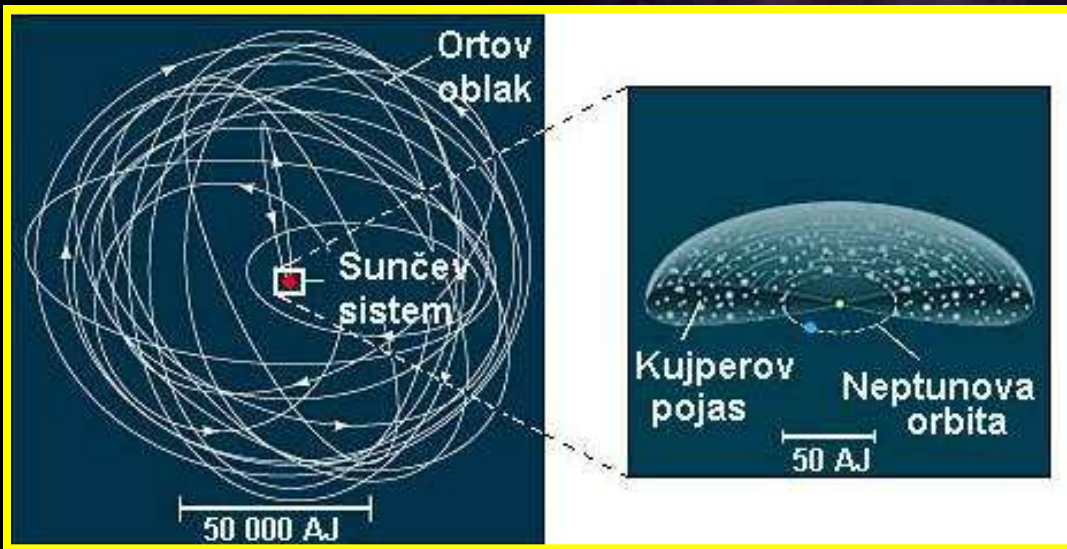


Komete

F. Dajson – polazno obitavalište života su komete, a ne planete. Njihova jezgra sadrže radiktivne materijale, koji obezbeđuju energiju za sintezu. Problem slaba gravitacija.

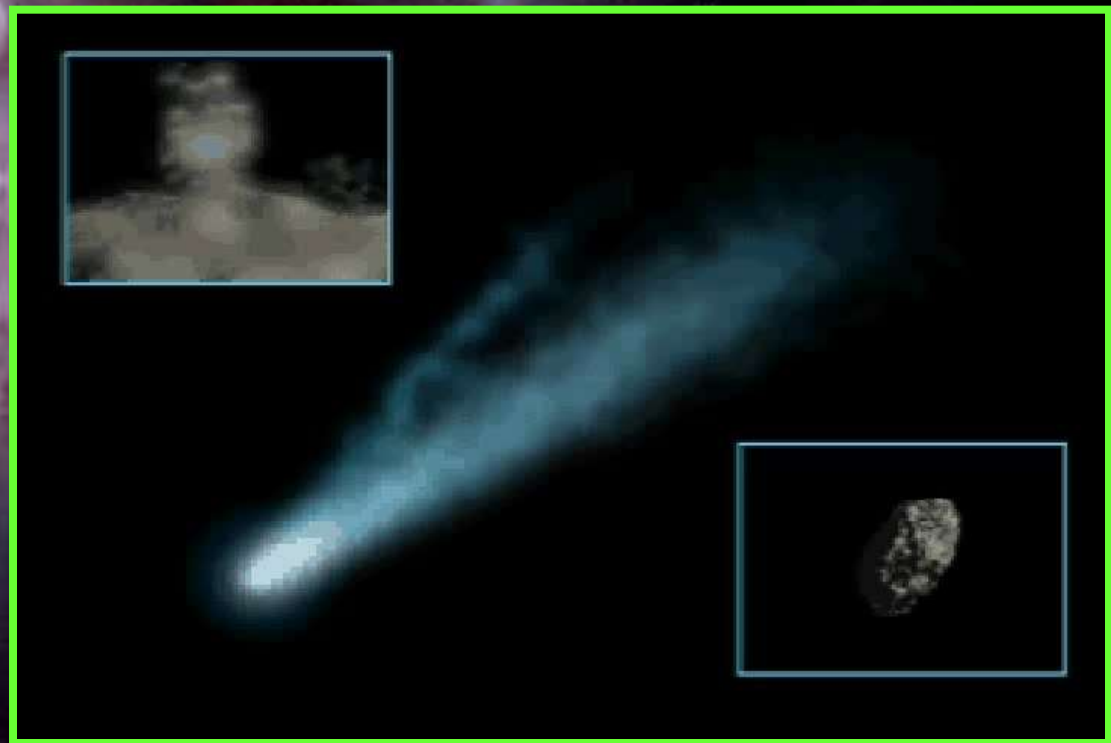
Fred Hojl i Čandra Vikramašinge – život je na Zemlju dospeo preko kometa. I ne samo to. Mnogi naučnici tvrde voda na Zemlji potiče od kometa koje su na nju pale. Problem je što su istraživanja pokazala da voda u Halejevoj kometi sadrži mnogo veći procenat deuterijuma od vode na Zemlji.





Polazeći iz ledenog Ortovog oblaka, sa približavanjem Suncu, jezgro kometa se greje, sublimira i emituje rep. Stvaraju se uslovi za složene hemijske reakcije.

Sa udaljavanjem od Sunca, jezgro se hladi i reakcije stvaranja složenih molekula se privremeno obustavljaju. Do prve sledeće prilike...





U spektrima repova nekih kometa otkrivene su linije složenih bioloških molekula.

Oni mogu da dospeju na planete kada one presecaju putanje kometa.

Mogu li na kometama da se, na ovaj način, formiraju najjednostavniji oblici života (virusi, na primer)?

Da li takvi oblici i danas sa kometa dospevaju na Zemlju u obliku SARSa, EIDSA i slično?

Pretpostavljam da nećemo dugo čekati na odgovore.

Astrobiolozi iz Indije i Britanije su pomoću sterilnih balona sakupili uzorke Zemljine atmosfere. Na 41 km od površine Zemlje "uhvaćene" su velike količine "kosmičkih mikroba".

Kako su se nekada, kada nije bilo aviona i brzog saobraćaja, epidemije, do tada nepoznatih, smrtonosnih bolesti širile neverovatno brzo zemaljskom kuglom?

Možda su dospevale iz svemira, ali to tek treba dokazati!



Dakle:

Osim Zemlje, na drugim telima Sunčevog sistema nisu mogući složeniji oblici života!

Ovakvi vanzemaljci (ako postoje izvan filma) sigurno ne potiču iz Sunčevog sistema.



Malo je verovatno da u Sunčevom sistemu izvan Zemlje postoji život. Ako ga ima on bi, po svemu sudeći, pre bio na nivou virusa nego na nivou bakterija.



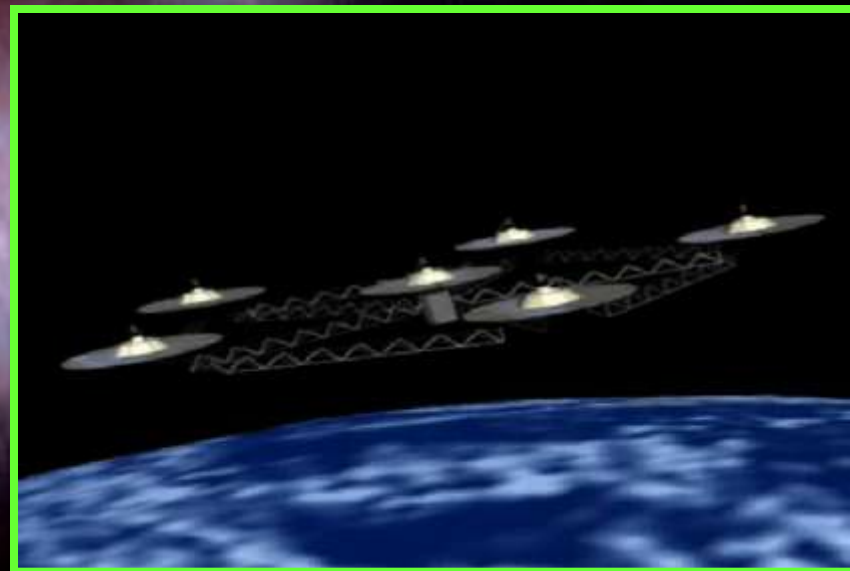
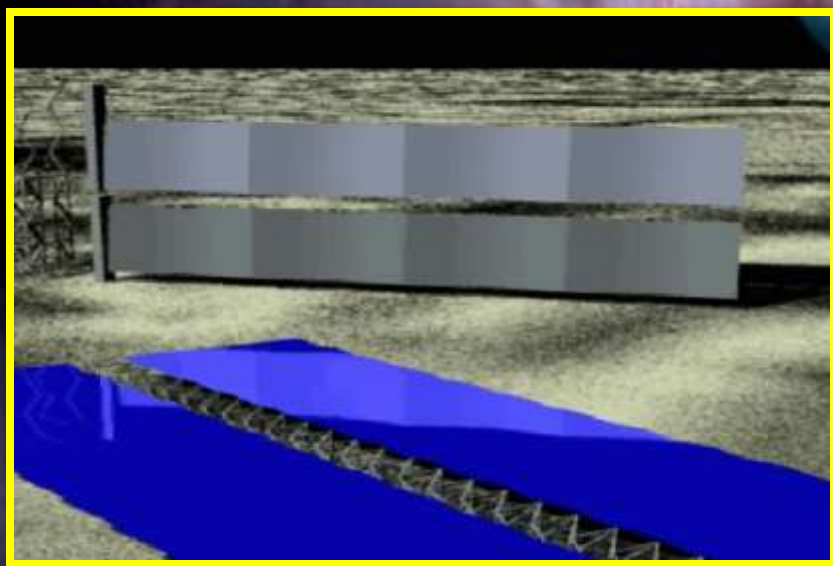
Atoru ovog predavanja se čini da bi naš kontakt sa takvim oblicima života bio pogubniji od kontakata sa razvijenijim formama.



To ne znači da takav život (ako postoji) vremenom neće evoluirati u znatno razvijenije forme.



Možda ćemo daljim istraživanjima ili (eventualnom) kolonizacijom Sunčevog sistema uticati da se uslovi na (sada pustim) svetovima izmene, što će ubrzati tokove njihove evolucije.

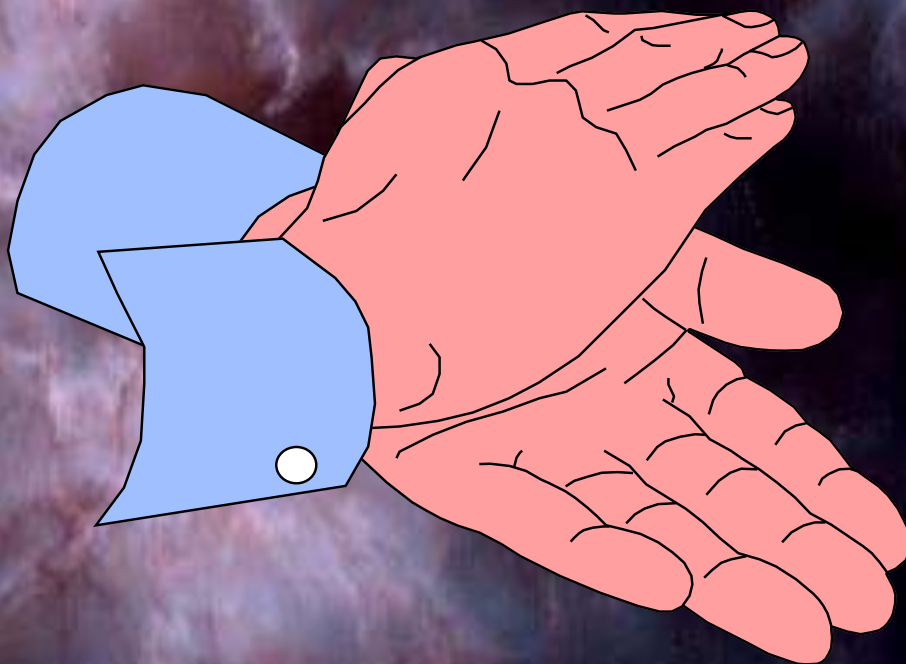


Conclusion



Ako vam ovi njihovi ili ovi (a pre svega oni) naši deluju kao da su pali s Marsa ili da nisu odavde, tj. da su kao vanzemaljci, budite sigurni da u tom slučaju nisu kod nas dospeli iz Sunčevog sistema

Хвала на пажњи!



To be continued...