



*“Sveštenik Mesec ogrne zlatnu rizu
i svu noć bdi i službu svetu služi,
redom do svakog krova spusti se blizu,
nad svakom njivom i livadom kruži.”*

Desanka Maksimović (“Nebo u zavičajju”)



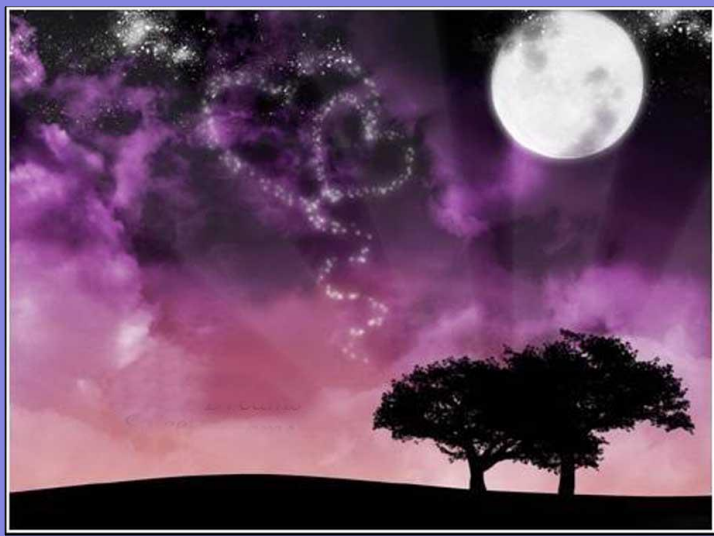
Prof. dr Dragan Gajić

Naš prijatelj Meseć

***MESEC – prijatelj pesnika i zaljubljenih. Njegova
bleda svetlost opčinjava.***



*Njemu se poveravaju ljubavnici
i pesnici, sa njim dele tugu, uz
njega se raduju i pate ("ljubav,
ah ljubav!").*



*Obožavaju ga i to je, valjda,
razlog što je tema mnogih pesama
i slika (često sladunjavih i
kičastih).*

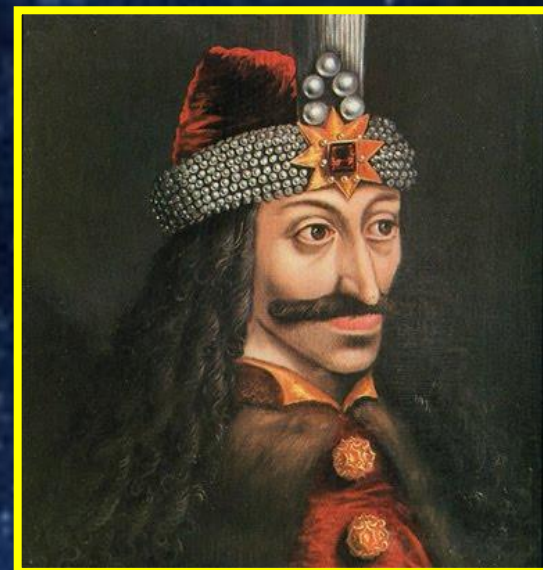




Pun Mesec je najsjajnije telo na noćnom nebu. Valjda je to razlog da kod ljudi stvara i osećaj misterije i straha.



Otuda mitovi i praznoverice da se u vreme punog Meseca javljaju vampiri, od kojih je najpoznatiji Vlad Tepeš – Drakula.



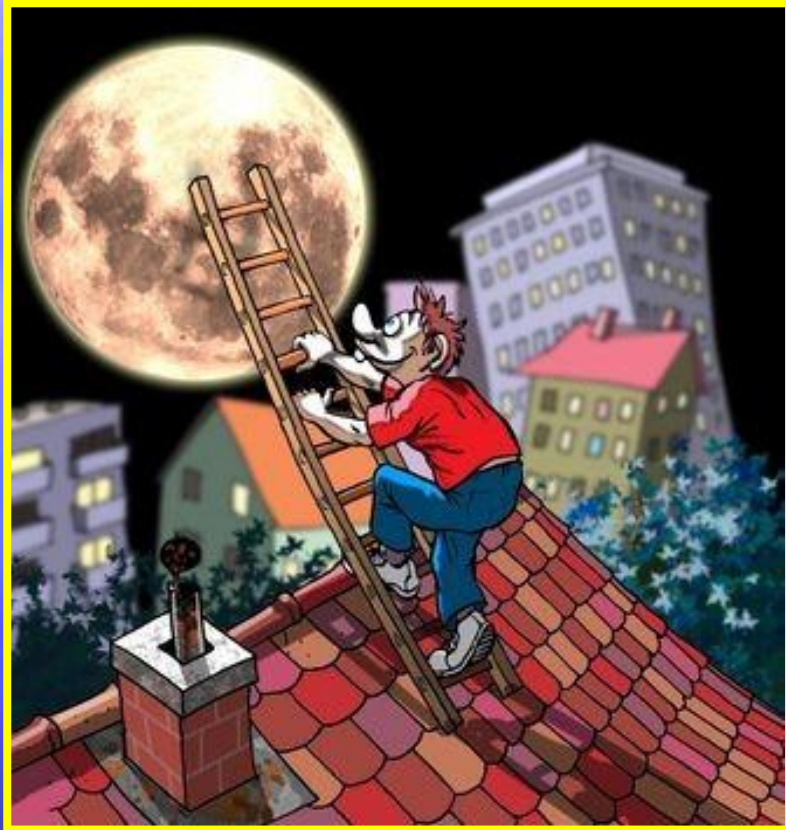


Po brojnim mitovima i predanjima neki ljudi se za vreme punog Meseca pretvaraju u vukodlake. Vavilonski kralj Nabukodonosor (630–562 g.p.n.e) je verovao da se to događa baš njemu.



Pored vampira, za vreme punog Meseca neki se ljudi pretvaraju u vukodlake – čudovišta ogromne snage i krvožednosti. To sujeverje prisutno je manje – više kod svih naroda, a bilo je poznato još u starom veku.





Neki tvrde da svetlost punog Meseca može ljude da dovede do ludila.

Poznata je i pojava mesečarenja (somnambulizam, lunatizmus) – hodanja i pričanja u snu. Istraživanja psihijatarata su pokazala da mesečarenje kod mnogih ljudi nije povezano sa Mesecom. Sa druge strane, ima mesečara koji reaguju na Mesečevu svetlost, tako da je njihovo mesečarenje najintenzivnije u vreme punog Meseca. Reakcije prestaju kada ih uklone sa mesečine.

Iako je Mesec jako dobro proučen i savremena nauka dobro poznaje oblike interakcije među telima i danas postoje mnoge predrasude i praznoverice vezane za Mesec. U cilju povećanja tiraža ili gledanosti mnogi onakvi (zna se kakvi) mediji lansiraju ezoterične vesti o misterioznim zbivanjima koja su povezana sa Mesecom. Takav je i ovaj prikaz misteriozne figure koju su kosmonauti navodno pronašli na Mesecu.



Skoro u svim civilizacijama postoje božanstva posvećena Meseću.

Grčka boginja Meseca bila je Selena (rimski Luna). Kći Titana Hiperiona i Tee, sestra Helija i Eoe. Sa Zeusom je imala kćeri Pandiju ("lepša od svih") i Ersu (rosu). Bila je zanosna, dugokrila, sa zlatnom dijademom na glavi, iz koje izbija blaga svetlost. Kada bi se pojavila na nebu u punoj lepoti, pred njom su bledele zvezde.

Nebom se vozila u kočijama, koje su polako vukla dva bela konja ili mazge, po nekima, čak krave. Njihovi rogovi simbolizovali su polumesec. Ljudi su Selenu slavili u dane mladog i punog meseca. Poistovećivana je sa Artemidom.



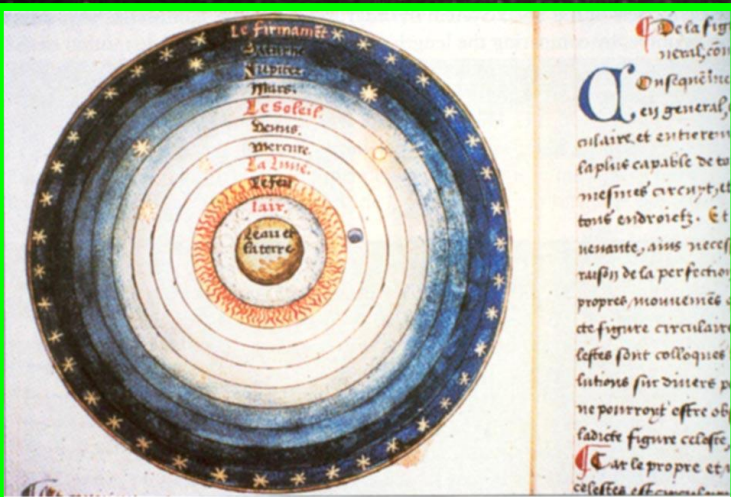
Boginja Selena

Lepa je legenda vezana za njenu ljubav prema Endimonu. Prema legendi, ovog pastira večito je usnio Zeus na planini Latmiji. Selena se u njega zaljubila, kada ga je tako usnulog videla. Kad god se, na svom putu preko neba, našla iznad pećine u kojoj je spavao, ona ga je ljubila i milovala svojim zracima. Ali nije uspela da ga probudi, zbog čega je bila tužna, a njeno svetlo je od žalosti bledelelo.

Po drugoj legendi, ona ga je sama uspavala, da bi mogla da ga svake večeri ljubi i grli, a da on to ne zna. Ima predanja po kojima joj Endimion ipak uzvraćao ljubav. Ona je sa njim imala pedeset kćeri (broj lunarnih meseci između dve Olimpijade).



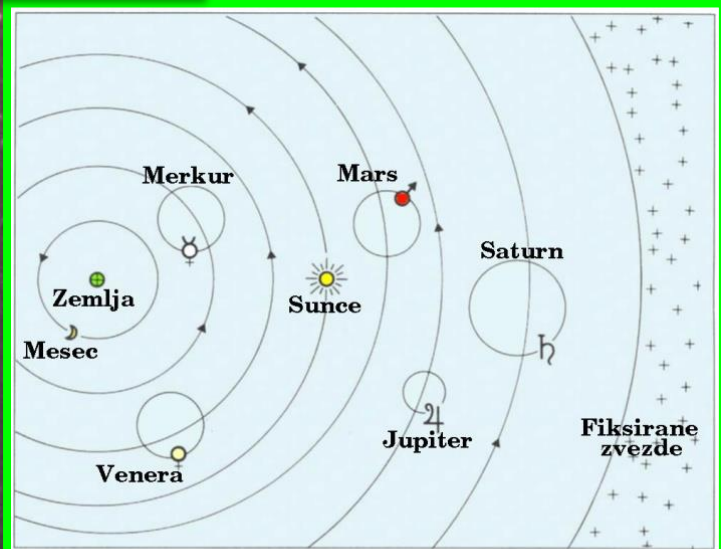
Kroz istoriju se kod ljudi menjala prestava o sistemu sveta, pa su se menjale i predstave o kretanju Meseca.



Aristotelov sistem sveta

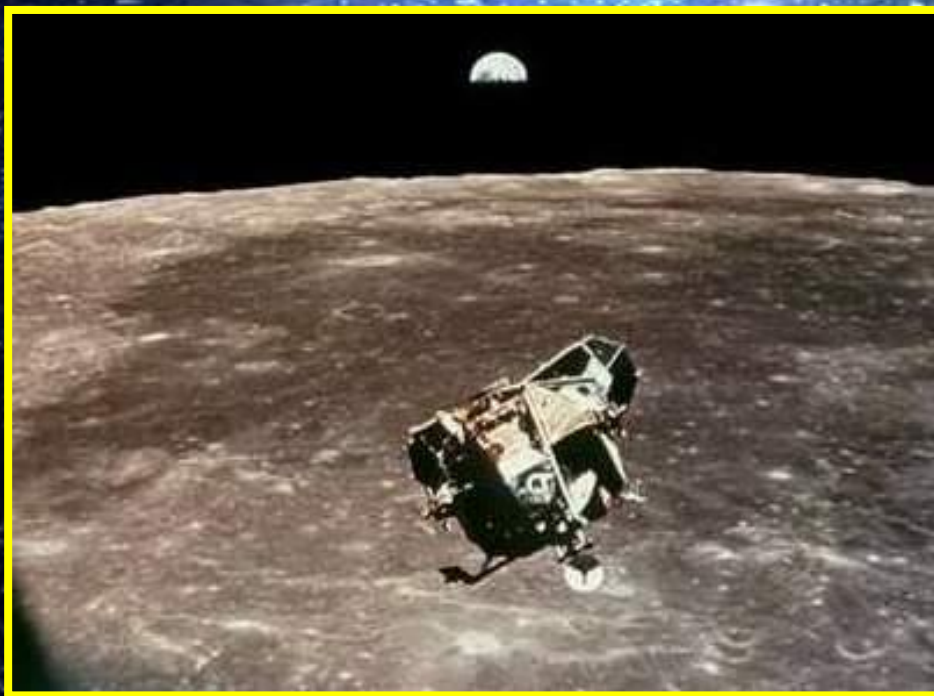


Ptolomejev sistem sveta



Ptolomejev geocentrični model sa epicklima

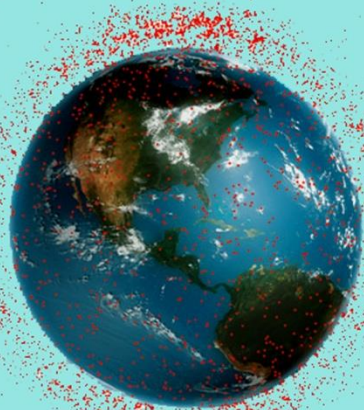
Iako naš sused ne ispunjava ni jedan uslov za postojanje života, od 20. jula 1969. god. na njemu se povremeno pojavljuje život (doduše sa Zemlje).



Definitivno: za razliku od Zemlje, na Mesecu nema mesečara. On predstavlja pustu, beživotnu kamenitu i peščanu pustinju.

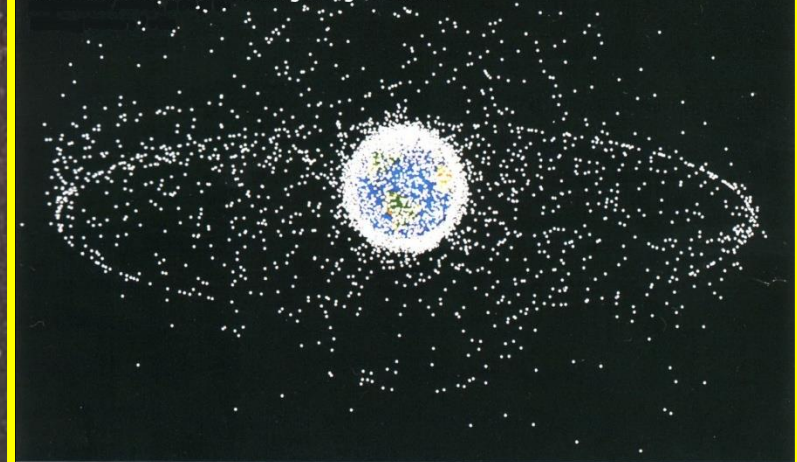
Kada se govori o satelitima planeta ističe se da Jupiter ima najviše satelita (67), a da oko Zemlje kruži samo jedan – Meseć. Od sredine prošlog veka, oko Zemlje orbitira veliki broj (veštačkih) satelita uglavnom malih dimenzija. Nekoliko desetina hiljada tih objekata već danas predstavlja kosmonautički otpad i ne mnogo veliku potencijalnu opasnost, zbog nekontrolisanog pada. Zato se prave planovi za čišćenje Zemljine okoline

Kosmonautički otpad oko Zemlje

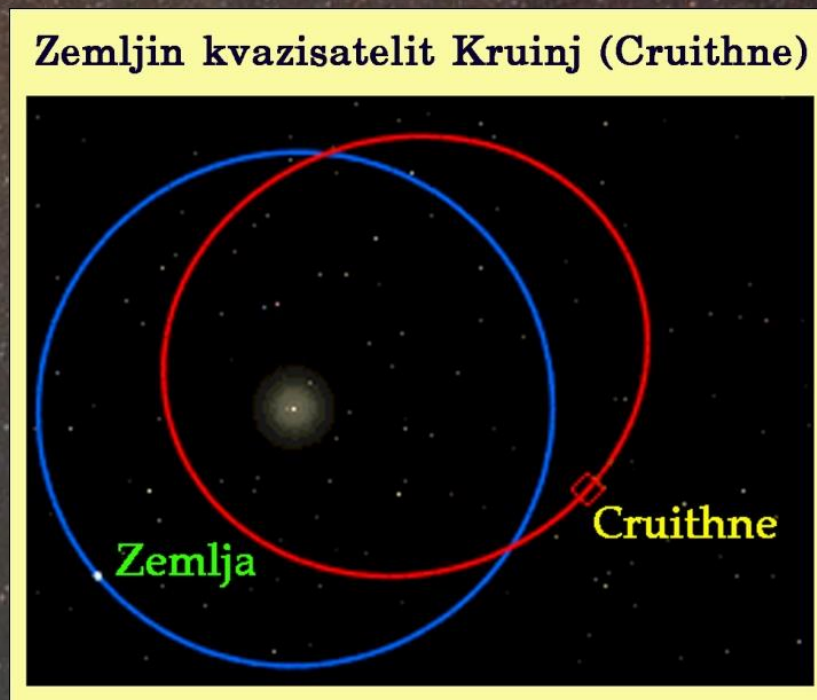


Oko 11500 objekata većih od 10 cm registrovano je na nižim putanjama oko Zemlje. Oko 10000 manjih objekata orbitira na višim putanjama.

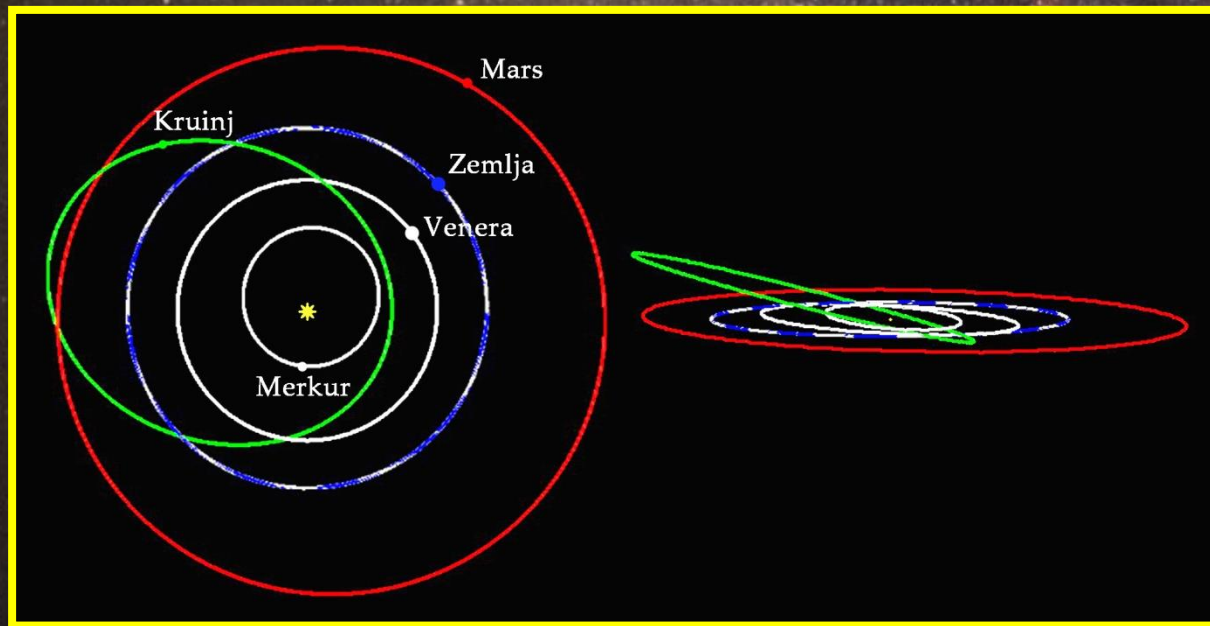
Pozicije 13 000 predmeta većih od 5.5 cm u Zemljinoj orbiti



Neki autori tvrde da Mesec nije jedini prirodni satelit. To potkrepljuju neka novija otkrića. Asteroid iz Atinine grupe, 3753 Cruithne (Kruinj, ime dobio po najstarijem keltskom plemenu u V. Britaniji) otkriven je 1986. g., a putanja mu je izračunata 1997. Spada u ne tako čestu Q spektralnu klasu asteroida. Dimenzije su mu oko 5 km, gustina mu je oko 2 g/cm^3 , period rotacije oko 27.4 h. Srednja temperatura na površini asteroida je 0°C .



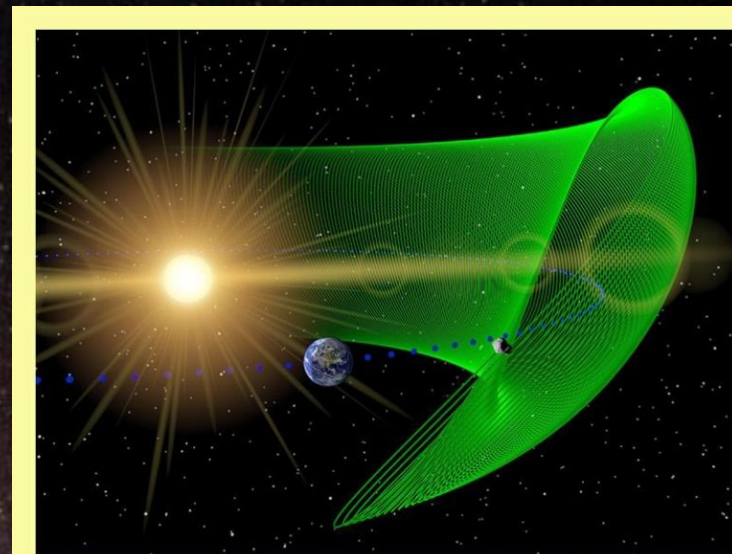
Karakterističan je po tome što je prilikom kretanja oko Sunca u rezonanci 1:1 sa Zemljom, tj. obide oko Sunca za 364 dana. Putanja mu je dosta izdužena: perihel je na 0.484 AJ (blizu Merkura), afel na 1.511 AJ (iza Marsa) ($e=0.515$). Iako se njegova putanja proteže kroz oblast terestričkih planeta, ona ne preseca Zemljinu putanju. Ravan njegove putanje zaklapa ugao od 19.8° sa ekliptikom. Ne približava se Zemlji na manje od 12 miliona km. Gledano sa Zemlje njegova putanja podseća na potkovicu.



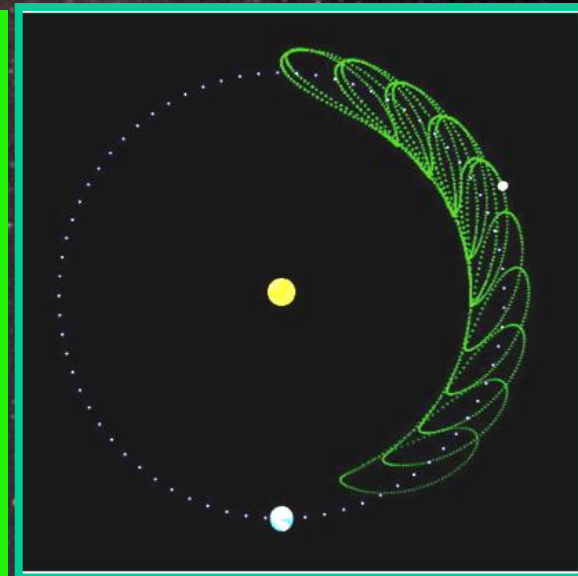
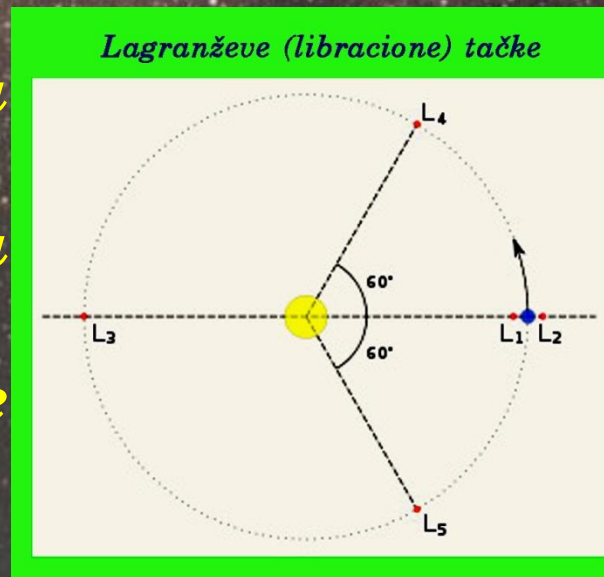
Svakog trenutka rastojanje između njega i Zemlje isto je kao prethodne godine. Zato ga i zovu “drugi Zemljin satelit”.

Nakon Kruinje otkriveno je još nekoliko manjih asteroida rezonantnih sa Zemljom. Posebno je interesantno otkriće prvog Zemljinog trojanca, asteroida 2010 TK₇ od 300 m. Na zajedničkoj putanji on ide 60° ispred Zemlje “oscilujući” oko Lagranževe (libracione) tačke L₄.

To je jedna od 5 tačaka u kojoj mala tela mogu ostati u orbitalnoj ravni dva masivna tela, u ovom slučaju Zemlje i Sunca.



Orbita 2010 TK₇. To je jedini Zemljin trojanac za kojeg se zna. Veličine je oko 300 m. Na orbiti oko Sunca prednjači ispred Zemlje za 60°, krećući se oko Lagranževe tačke L₄.



Bez obzira na pomenuta otkrića sa sigurnošću možemo da tvrdimo: Mesec je Zemljin satelit broj 1.

OSNOVNI PODACI O MESECU



PROSEČNA UDALJENOST OD ZEMLJE

384 400 km

TEMPERATURA NA POVRŠINI

-150 °C do 120 °C

PREČNIK 3 476 km

ZAPREMINA (ZEMLJA = 1) 0,02

BROJ SATELITA 0

POSMATRANJE

Površina Meseca vidljiva sa Zemlje menja se u toku kalendarskog meseca – od tankog polumeseca na zapadnom nebu posle zalaska Sunca do tankog polumeseca vidljivog na istoku pre zore.

PERIOD ROTACIJE

27,32 zemaljska dana

DUŽINA DANA NA MESECU

29,53 zemaljska dana

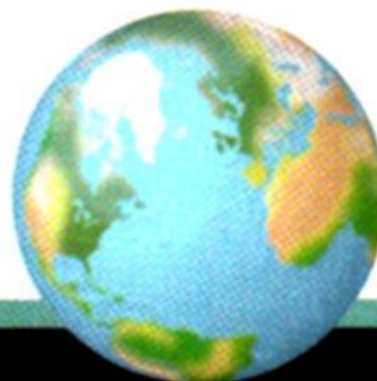
MASA (ZEMLJA = 1) 0,012

GRAVITACIJA NA EKVATORU (ZEMLJA = 1) 0,165

POREĐENJE VELIČINE

ZEMLJA

MESEC



Iako u našu planetu može da se smesti oko 50 tela veličine Meseca, on je po svojoj veličini peti satelit u Sunčevom sistemu. Od njega su veći Ganimed, Kalisto, Io (Jupiter) i Titan (Saturn).



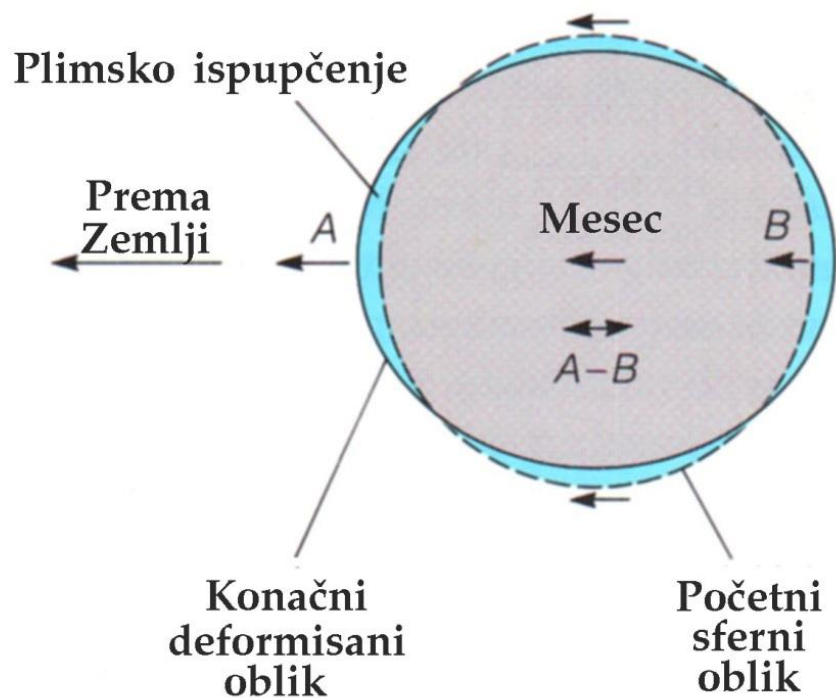
Njegova masa je tek 1.2% mase Zemlje. To je razlog da je ubrzanje koje Mesec saopštava telima 6 puta manje od onog na Zemlji. Zato su tela 6 puta lakša na Mesecu nego na Zemlji.

SEDAM NAJVEĆIH SATELITA

	Mesec	Io	Evropa	Ganimed	Kalisto	Titan	Triton
Matična planeta	Zemlja	Jupiter	Jupiter	Jupiter	Jupiter	Saturn	Neptun
Prečnik (km)	3476	3642	3130	5268	4806	5150	2706
Masa (kg)	7.35×10^{22}	8.93×10^{22}	4.80×10^{22}	1.48×10^{23}	1.08×10^{23}	1.34×10^{23}	2.15×10^{22}
Gustina (kg/m ³)	3340	3530	2970	1940	1850	1880	2050



Iako je njegova masa mala, Mesec na Zemlji stvara plimske talase (i obrnuto). Zemlja najjače deluje na Mesečevo plimsko “ispupčenje”. To je posebno bilo izraženo kada je, nakon nastanka, Mesec bio znatno bliži Zemlji nego što je danas i kada je njegova površina bila istopljena zbog velikih udara.

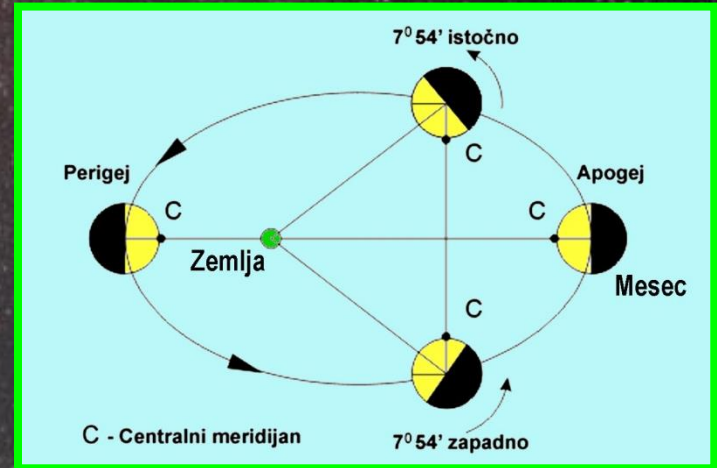
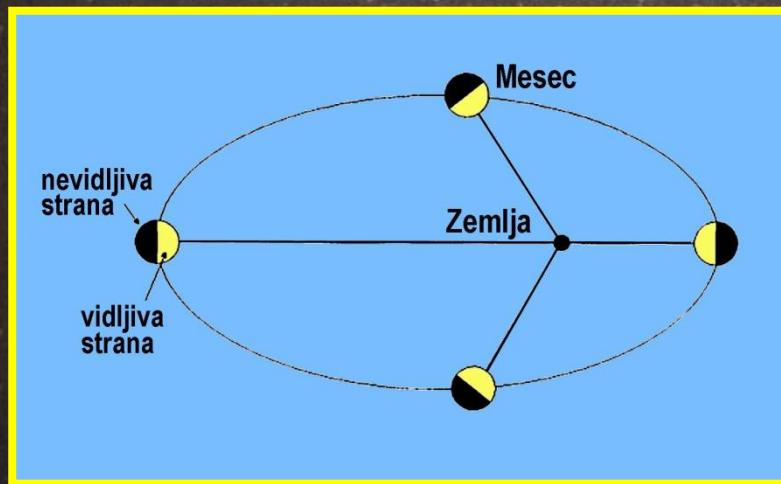


To je kroz milione godina godina dovelo do toga da je njegova rotacija postala sinhrona: oko svoje ose okrene se za 27.32 zemaljska dana, koliko mu je potrebno da bi obišao Zemlju.

Ovaj efekat je doveo do toga da nam Mesec pokazuje uvek isto lice.

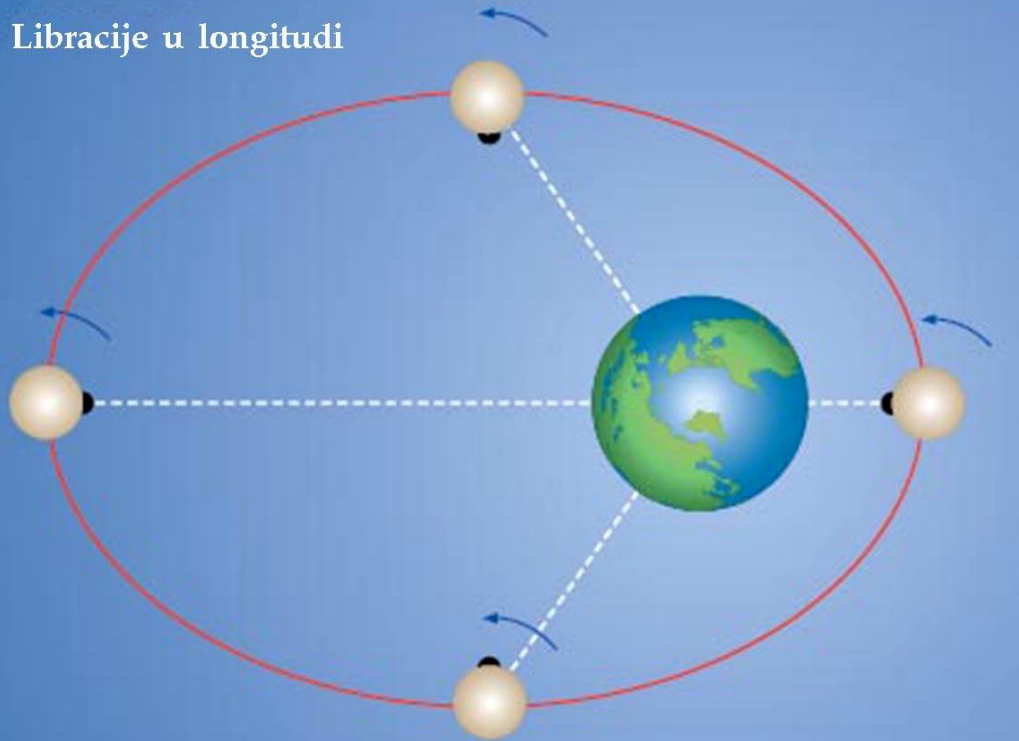


Iako nam Mesec pokazuje uvek isto lice, ipak vidimo malo više od polovine njegove površine. To je zbog libracije – periodičnog njihanja oko srednjeg položaja. Libracija u longitudi (dužini) potiče od eliptičnog oblika Mesečeve putanje: Mesec rotira oko svoje ose stalnom brzinom, ali se menja njegova brzina kretanja oko Zemlje. Kada ide ka pergeju brzina mu se povećava, a kada ide ka apogeju brzina mu se smanjuje. Na kraju se sve to uskladi i jedan obilazak oko Zemlje traje isto koliko i jedna rotacija oko sopstvene ose, ali se u toku put ova dva kretanja ne podudaraju idealno u svakom trenutku.



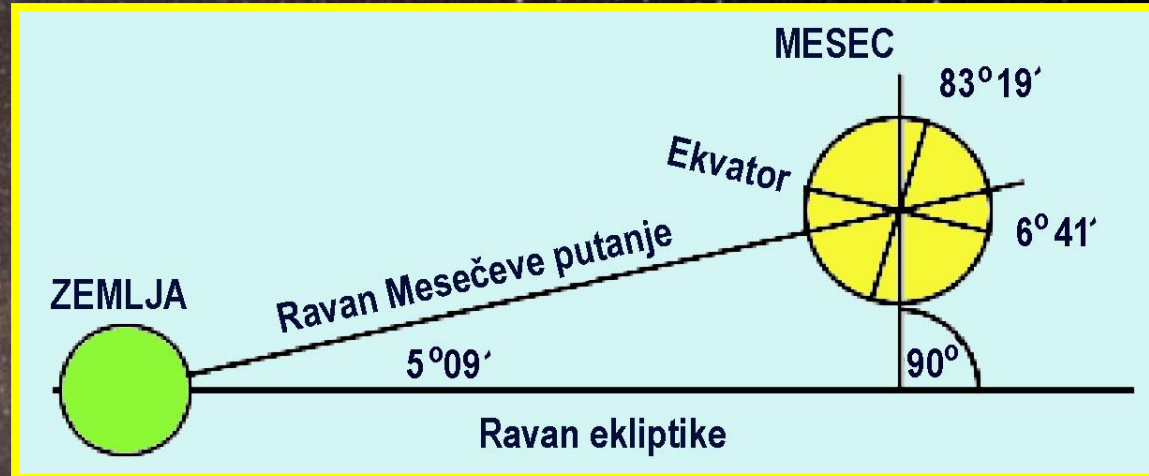
Zato u jednom delu putanje Mesec ne stigne da okrene Zemlji potpuno svoje lice, pa otkriva i mali deo svoje druge, dalje, "nevidljive" strane. Suprotno, u drugom delu putanje, brzina revolucije Meseca je smanjena, pa se on, zbog konstantnosti brzine rotacije, okrene više nego da su mu kretanja stalno sinhronizovana, i opet se vidi deo njegove nevidljive površine, ali sa druge strane strane.

Libracije u longitudi



Zato možemo pomalo da vidimo istočnu i zapadnu stranu Meseca u odnosu na rubove (po $7^{\circ}54'$ u svakom pravcu).

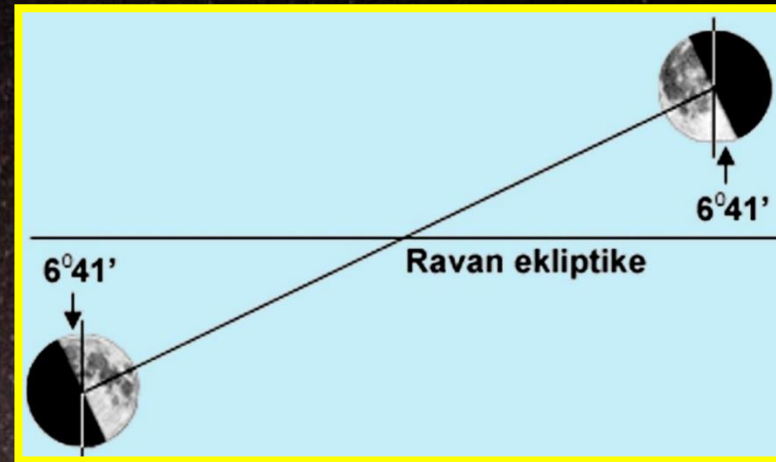
U odnosu na ravan putanje oko Zemlje, Mesečeva osa rotacije je pod uglom od $83^{\circ}19'$ (tj. Mesečev ekvator prema ravni njegove putanje oko Zemlje zaklapa ugao $6^{\circ}41'$). To dovodi do libracija u latitudi (širini), tako da možemo da vidimo nešto malo preko njegovog severnog i južnog pola.



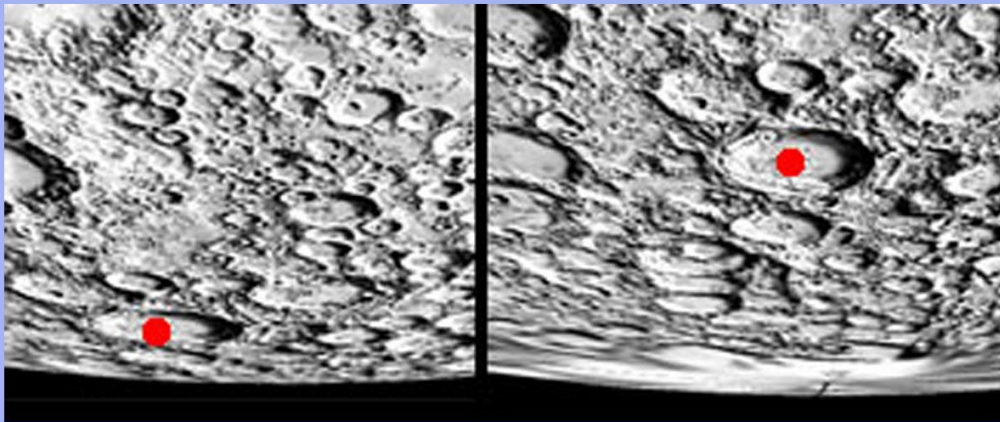
Libracija u latitudi



Kada Mesec na svom putu oko Zemlje pređe na severnu stranu ekliptike mi ga onda gledamo “odozdo”, pa se vidi i područje južne polarne oblasti na nevidljivoj strani Meseca. Slično, kada Mesec dođe na južnu stranu ekliptike vidi se deo površine sa druge strane severnog pola Meseca.

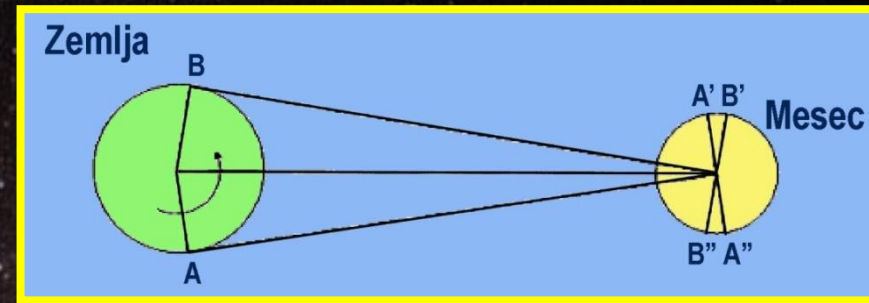


Libracija po latitudi - krater Moretus

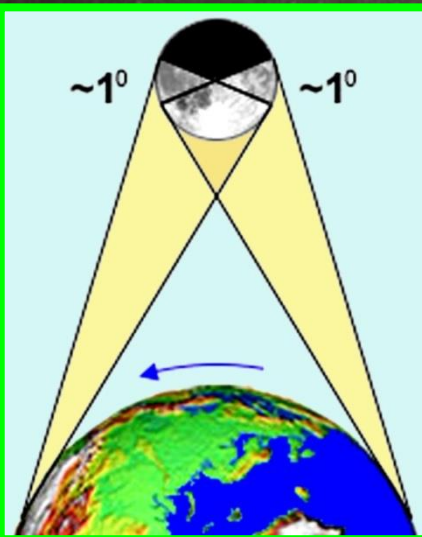


Posmatrač sa Zemlje vidi područja “iza” Mesečevih polova za ugao od $6^{\circ}41'$. Zbog malih oscilovanja ose rotacije Meseca (nutacija) ova libracija može da dostigne $6^{\circ}50'$.

Postoji još jedna vrsta libracije, koja nema veze sa kretanjem Meseca, ali koja nam dozvoljava da još malo zavirimo na dalju stranu našeg satelita.



Radi se o dnevnoj (paralaktičkoj) libraciji. Zemlja je znatno veća od Meseca i kada se on posmatra iz suprotnih tačaka planete vidi se i sa "strane", tj. vide se i neki delovi njegove dalje površine.



Isti efekat se postiže kada se Mesec posmatra uveče, a zatim ujutro. Rotacija Zemlje postavlja posmatrača u dve dijametralno suprotne tačke. Mesec se tako posmatra iz dva različita ugla tako da se vide i neki njegovi delovi "iza" ruba, koji se nisu videli uveče.

Ovaj fenomen se naziva i “libracija posmatrača”. Ova libracija je mala (najviše 1°) i najefektnija je za vreme punog Meseca.

Zbog libracije se sa Zemlje može da vidi oko 59% ukupne površine Meseca. Za posmatrača na Zemlji ovih 9% “viška” u odnosu na vidljivu polovinu površine nije od posebnog interesa, jer se radi o rubnim oblastima (libracione zone) koje se vide pod nepovoljnim rakursom, tako da ne otkrivaju “mnoštvo novih detalja”.

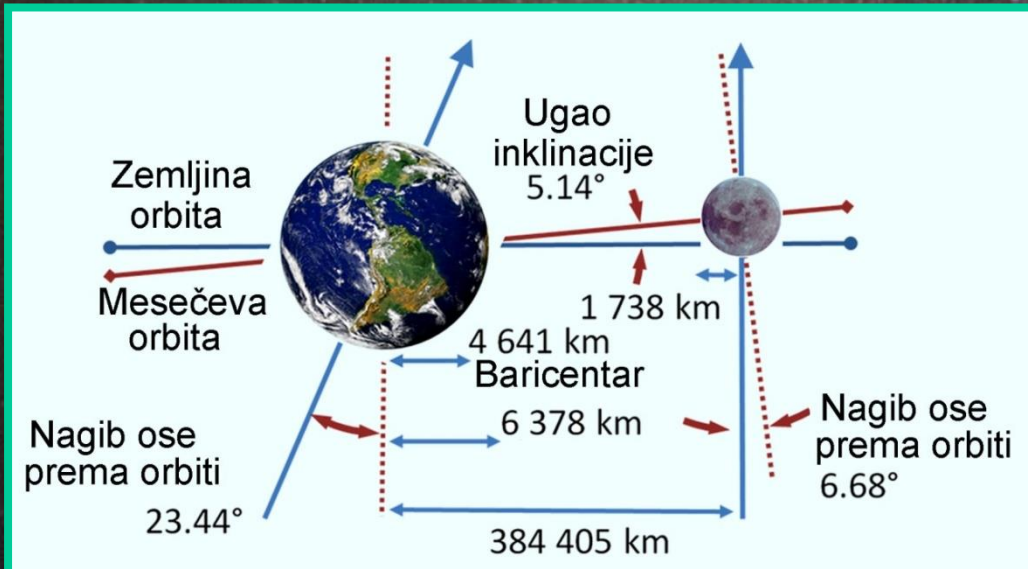


Dakle: za posmatrača sa Zemlje 41% Mesečeve površine vidi se uvek, povremeno je vidljivo 18%, a 41% se nikada ne vidi.

Opisane libracije se jednim imenom zovu geometrijske ili optičke, za razliku od fizičke libracije, koja je posledica malih promena orijentacije Mesečeve ose rotacije.

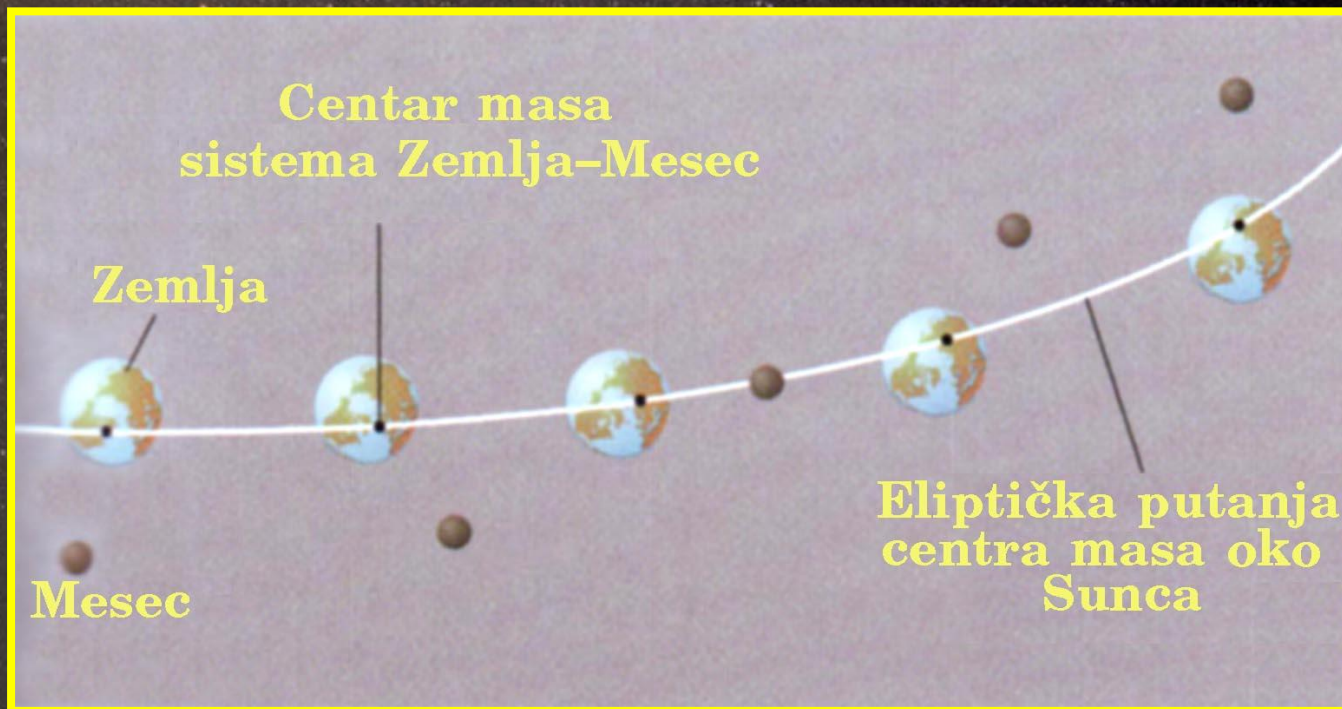
Uticaj Meseca na kretanje Zemlje

Iako je masa Meseca 81.3 puta manja od Zemljine ona nije zanemarljiva. Osim stvaranja plimskih talasa ona utiče i na kretanja Zemlje. Zajednički centar mase (baricentar) ova dva tela ne nalazi se u centru Zemlje, već je od njega udaljen oko 4700 km.

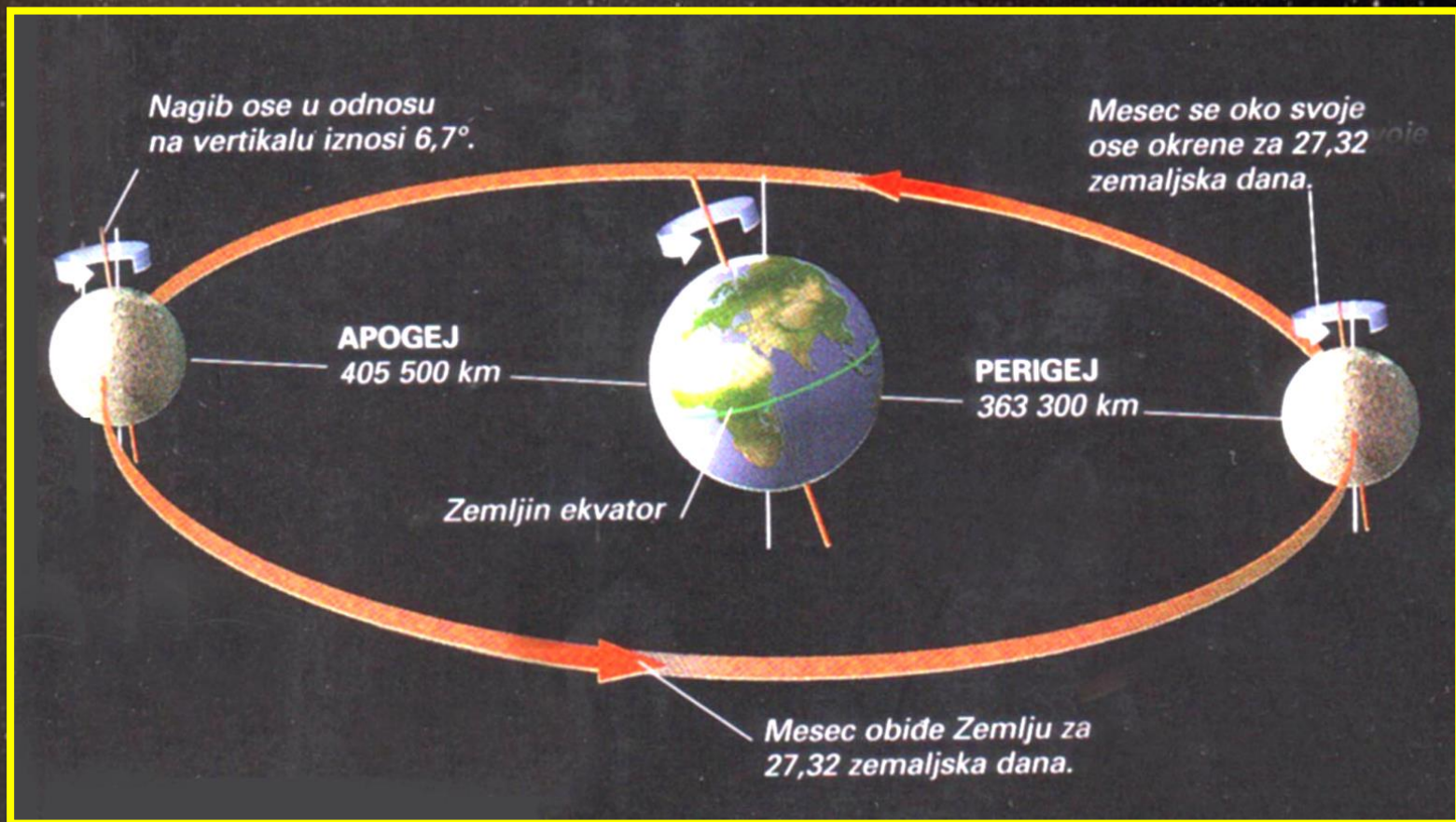


Dakle, baricentar sistema Zemlja–Mesec je u Zemljinoj sferi (a to je jedan od kriterijuma koji planete treba da ispune), ali se ne poklapa sa centrom Zemlje.

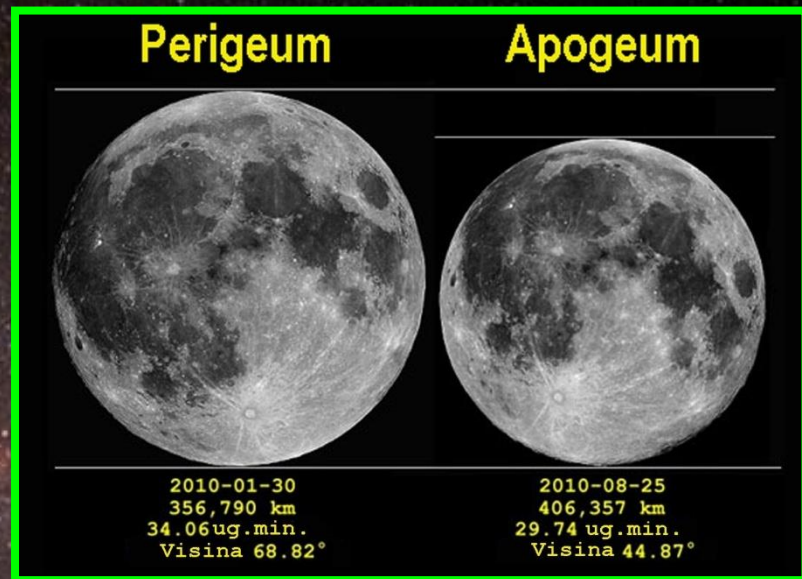
Putanja baricentra oko Sunca je eliptička, a centri Zemlje i Meseca na toj putanji osciluju oko baricentra. Zato je putanja Zemlje oko Sunca talasasta, a ni Mesečeva, ni Zemljina putanja nemaju pravilan eliptički oblik.



Mesec se oko zajedničkog centra masa kreće po elipsi. U apogeju (najdaljoj tački) od centra Zemlje udaljen je 406 357 km, a u perigeju (najbližoj tački) 356 797 km. Prosečna brzina kretanja Meseca oko Zemlje je 3682.8 km/h, što je brže od brzine kretanja topovskih granata (>1000 km/h) ili puščanih zrna (>900 m/s).



Kada je u perigeju Mesec izgleda veći (34.06'), a u apogeju manji (29.74').



Na svakih nekoliko godina dolazi do pojave tzv. Super Meseca, faze punog Meseca kada se naš satelit nalazi u najbližem perigeju. Bez osnova su tvrdnje “katastrofičara” da Mesečevo najjače delovanje tom prilikom na Zemlji uzrokuje erupcije vulkana, katastrofalne zemljotrese, pa čak i klimatske promene.



Najava apokalipse za 19.3. 2011. kada je Mesec najbliži Zemlji od 1992. g. (356 577 km) imala je "potvrdu" u jakom zemljotresu i cunamiju u Japanu 11.3. Previđena je činjenica da je tada gravitaciono delovanje Meseca na Zemlju znatno slabije nego u položaju perigeja.



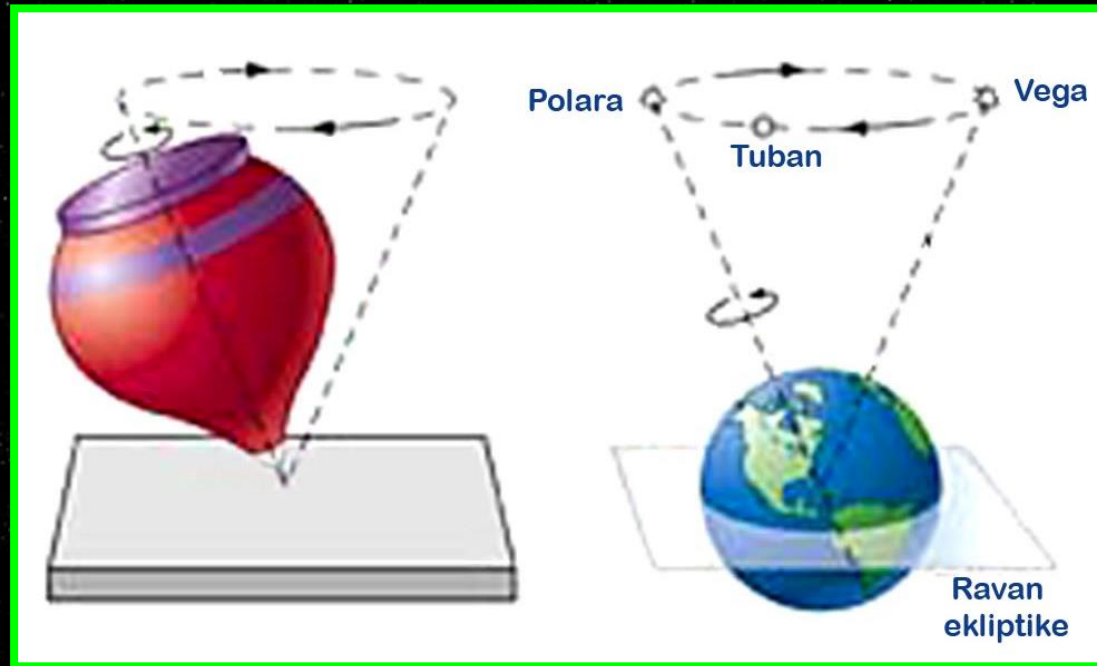
Slične koincidencije događale su se u vreme Super Meseca 1974. g. (ciklon “Trejsi” u Australiji) ili dve nedelje pre Super Meseca 2005. (cunami, Indonezija).

Znatno je više pojava Super Meseca kada se ništa dramatično na Zemlji nije dešavalo. Jedina posledica ove pojave su nešto jače plime i oseke.

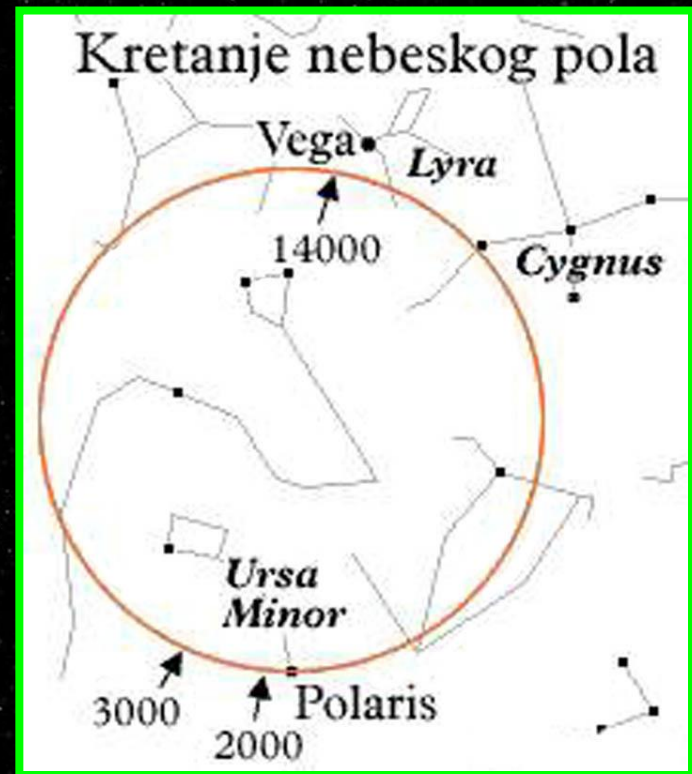
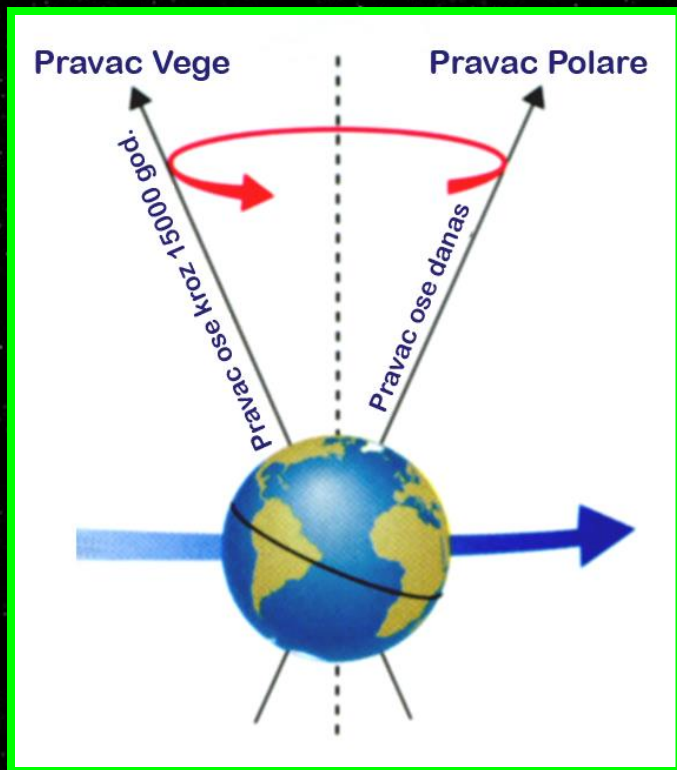
Osim pomenutog uticaja, Mesec i na druge načine utiče na kretanje Zemlje, što dovodi do značajnih posledica na planeti.

Precesija Zemljine ose – zbog rotacije oko svoje ose Zemlja nema oblik pravilne kugle, već je ispupčena na ekvatoru, a stišnjena na polovima. Polovi su bliže centru Zemlje za oko 21 km u odnosu na ekvatorske tačke. Na ispupčenje druga tela jače deluju nego na polove. Zemljin ekvator je sa svojim ispupčenjima nagnut u odnosu na ravan ekliptike i u odnosu na ravan Mesečeve putanje, Sunce i Mesec jače privlače “grbu” koja je bliže njima od one koja je dalja. Razlika ove dve sile stvara spreg sila koji teži da poklopi ekvatorsku i ekliptičku ravan. Zemljina rotacija se tome odupire i to dovodi do sporog pomeranja Zemljine ose po konusu oko ose ekliptike (precesija, kao kod čigre).

Precesija Zemljine ose rotacije je u retrogradnom smeru. Otvor konusa je $23^{\circ}27'$, a osa ga opiše za oko 25 765 godina (Platonova godina). Ovu precesiju uočio je Hiparh iz Nikeje (II v.p.n.e), koji je primetio da su se sve zvezde pomerile u stranu u odnosu na crteže Haldejaca. Zaključio je da je do ove promene došlo zbog pomeranja tačaka presecanja ekliptike i nebeskog ekvatora, što je posledica precesije Zemljine ose.



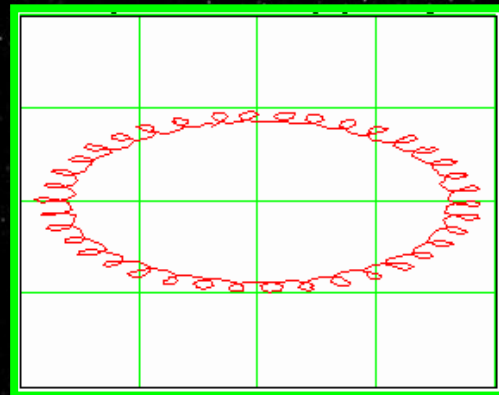
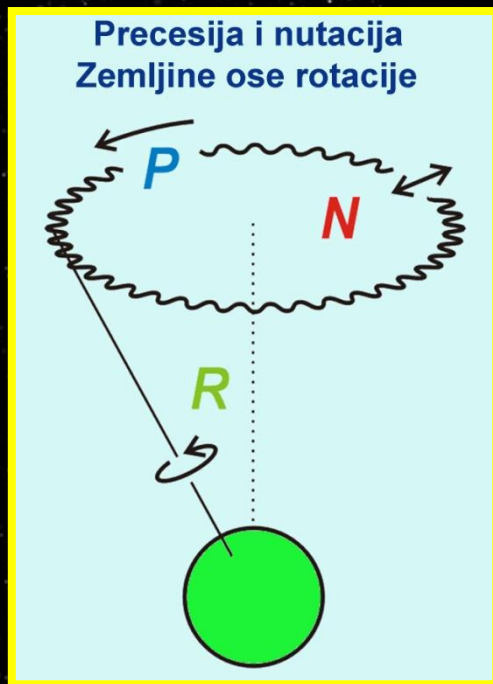
Zbog precesije Zemljine ose, severni nebeski pol kreće se po krugu. On se 3000 g.p.n.e. nalazio blizu zvezde Tuban (zapis iz vremena gradnje Velike piramide u Gizi 2849 g. p.n.e.). Kolumbo je sever određivao prema zvezdi Kohab, a Polara postaje “Severna zvezda” tek u XV veku. Ulogu polarne zvezde, Vega će imati kroz 14000 godina.



Precesija Zemljine ose ima dve komponente: luni-solarnu (spreg zbog delovanja Sunca i Meseca) i planetarnu (spreg zbog delovanja planeta). Precesija ose je odgovorna za promenu osunčavanja na površini Zemlje, a od toga zavisi dužina godišnjih doba i klima na planeti. Precesija ose bitno utiče na klimu u ekvatorijalnim oblastim i značajan je faktor u procesima stvaranja ledenih doba, prema opšte prihvaćenoj teoriji Milutina Milankovića. Posredno Mesec utiče na klimu Zemlje.



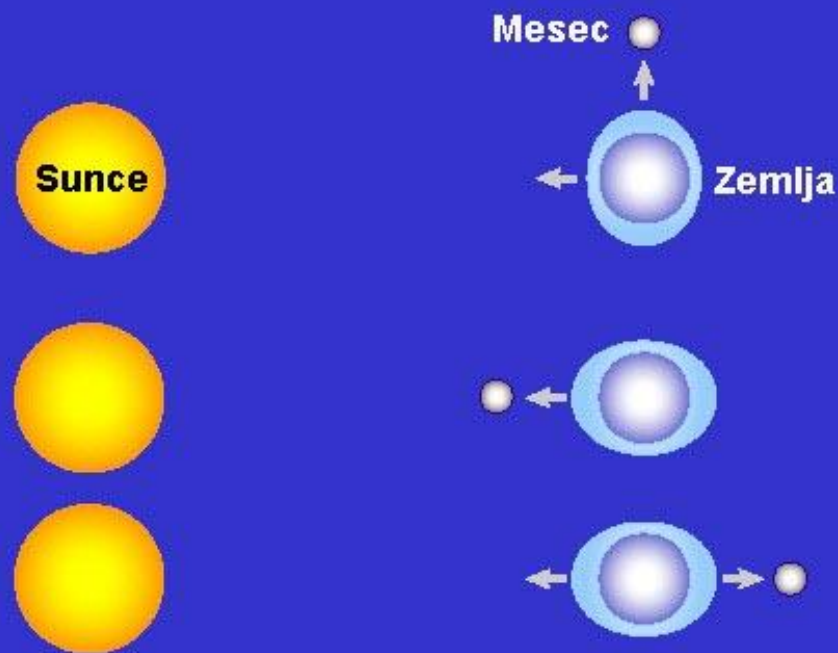
Položaji Sunca i Meseca i njihova rastojanja od Zemlje duž njene putanje nisu uvek isti. Zbog periodične promene njihovog položaja i njihovog rastojanja do Zemlje, periodično se menja i precesija Zemljine ose. Zbog toga je precesiona kružnica, koju opisuje Zemljina osa, blago zatalasana. Amplituda takvih talasa je manja od 11", a period je oko 18.6 g. To je astronomska nutacija. Pojavu je objasnio 1748. g. engleski astronom Džejms Bredli.



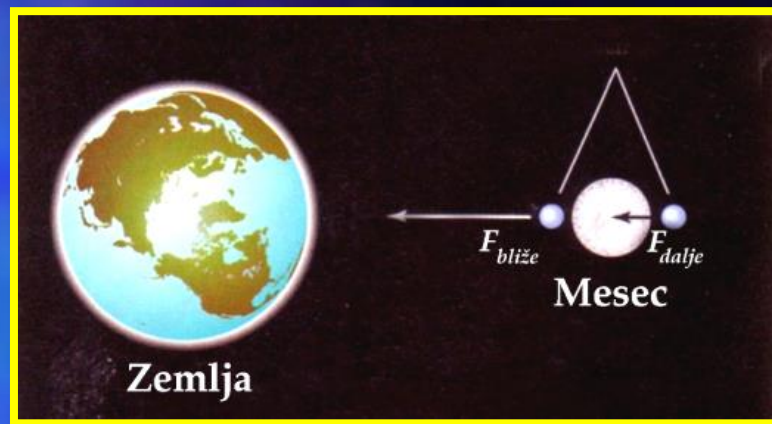
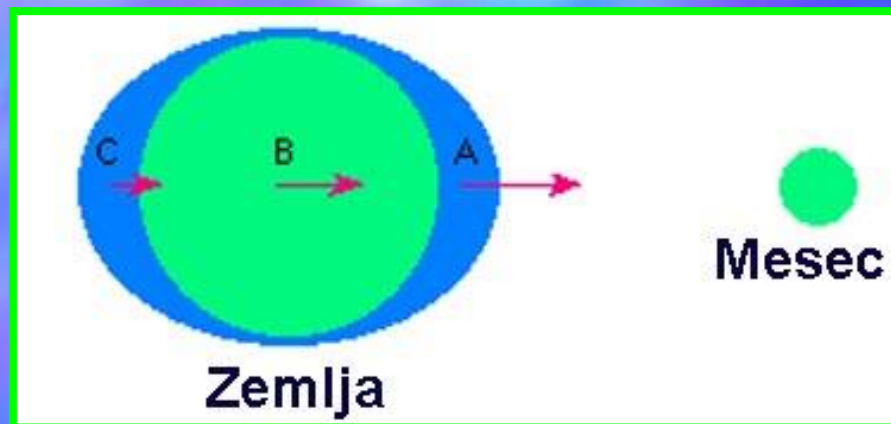
Iako na kretanje Zemlje utiču i Sunce i planete, uticaj Meseca je presudan, pošto je on najbliži Zemlji.

Plimsko delovanje Meseca na Zemlju

*Uticaoj Meseca na Zemlju najočigledniji je u stvaranju plime i oseke u vodenom omotaču Zemlje. Plima i oseka su ritmične promene nivoa mora, čvrste površine i atmosfere zbog različite jačine privlačnih sila Sunca i Meseca na delove Zemljinog tela. **Najuočljivije su na vodenom omotaču koji se deformiše sa one strane koja je bliža Mesecu ili Suncu.***



U zavisnosti od međusobnih položaja ovih tela moguće su različite visine plima s obzirom da se efekti delovanja Meseca i Sunca na Zemlju vektorski sabiraju.

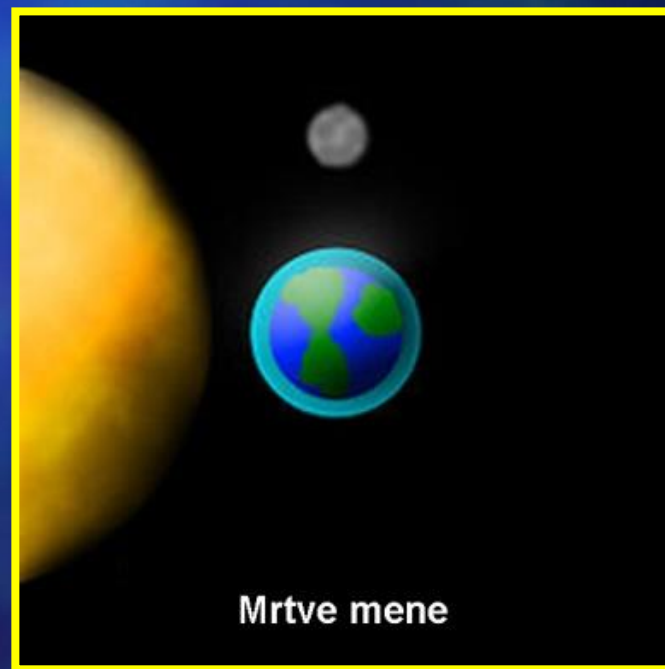
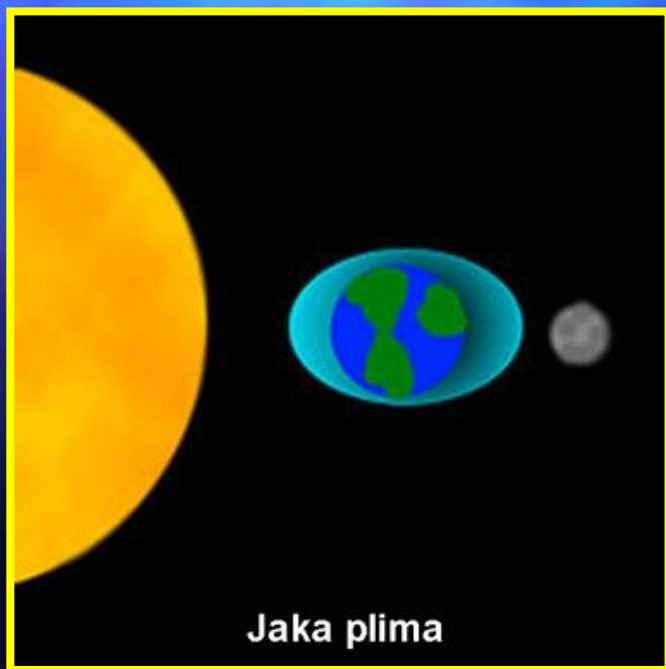


Iako je masa Meseca praktično zanemarljiva u odnosu na masu Sunca, pošto je Mesec mnogo bliži Zemlji nego Sunce, odnos jačina plimskih sila Sunca i Meseca je 5/11. Interesantno je da sve planete zajedno na Zemlju plimski deluju oko 10 000 puta slabije od Meseca.

Kada je Mesec u perigeju, plima i oseka jačaju, a u apogeju slabe. Najveći raspon plima i oseka (perigejske morske mene) javlja se na svakih 29 dana 12h 44min.

Plime i oseke su “najjače” kada su sva tri tela na istom pravcu tj. kada je Mesec u tzv. sizigijama (oboziciji ili konjukciji). Tada je uticaj Meseca na Zemlju pojačan uticajem Sunca. To je živa morska mena (jaka plima, spring tide).

Najmanja razlika između plime i oseke je u vreme kada su Mesec i Sunce u odnosu na Zemlju pod pravim uglom, tj. kada je Mesec u kvdraturi. To je tzv. mrtva morska mena (neap tide).



*Najveće morske mene su na obalama najvećih okeana.
Najveća izmerena razlika nivoa od 16m je u zalivu
Fundy u Kanadi.*



Plima i oseka u zalivu Fundy (New Scotia, Kanada)



Satelitski snimak plimskog talasa u zalivu Morkomb (severozapadna obala Engleske)

Razlike morskih nivoa za vreme plime i oseke predstavljaju značajan energetski potencijal. U svetu funkcionišu dvosmerne turbine za proizvodnju električne struje na osnovu plime i oseke. Najpoznatija takva elektrana izgrađena je 60-tih godina XX veka na ušću reke Rance u Francuskoj. Mali je broj takvih elektrana u svetu, a razlog su visoke cene gradnje, malo lokacija sa visokim plimama, nedovoljno razvijena tehnologija. Sa energetske krizama sigurno će se pojačati interes za gradnju takvih elektrana.

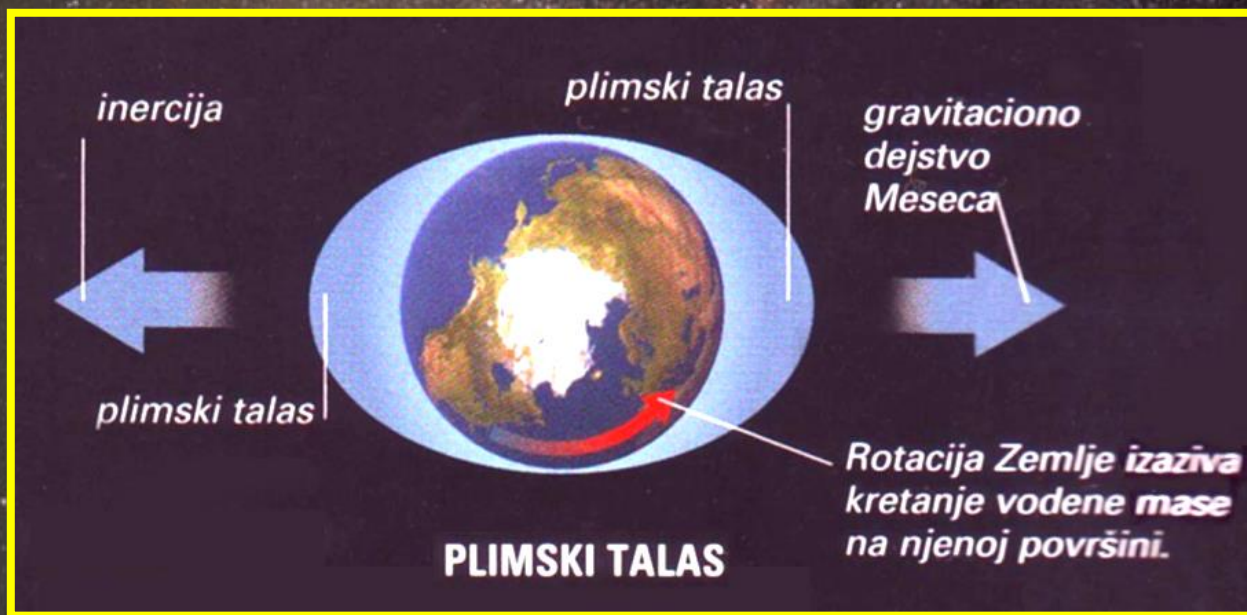


Plimska hidroelektrana La Rance (Francuska)

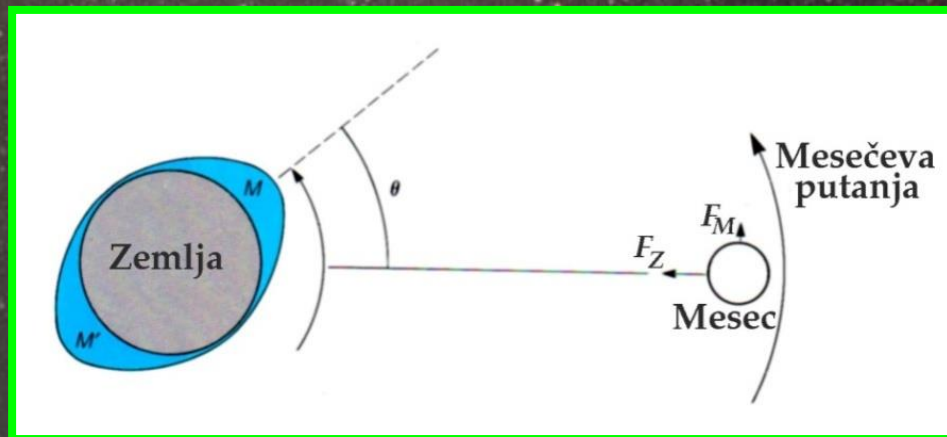


Zašto se plimsko ispupčenje na Zemlji javlja i na suprotnoj (daljoj) strani od Meseca?

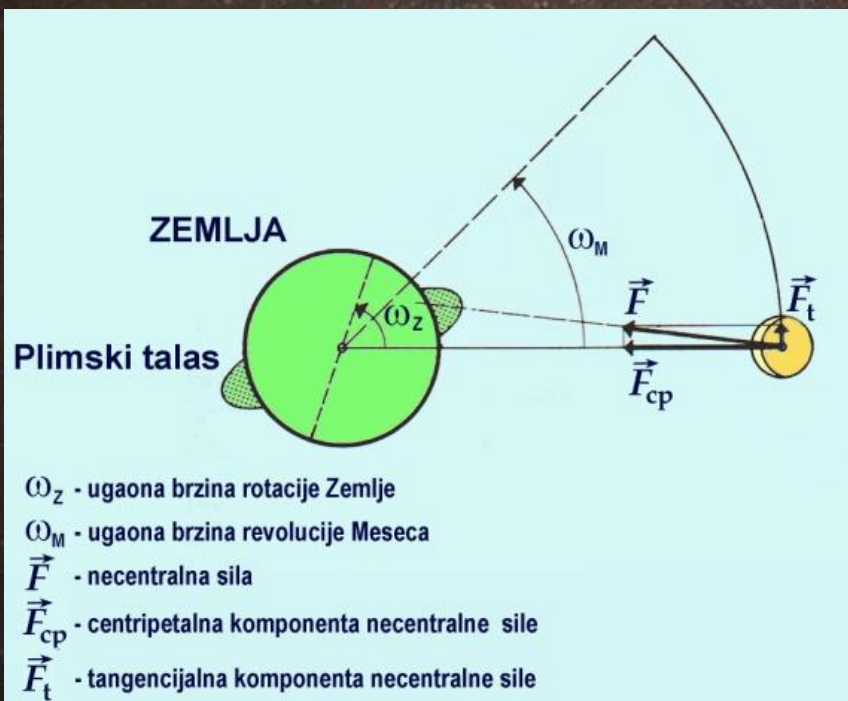
Na bližoj strani Mesec jače deluje na Zemlju (zbog manjeg rastojanja) i tu je gravitacija jača od inercije, tako da se stvara vodena izbočina. Na suprotnoj strani delovanje gravitacije je slabije (veće je rastojanje) od inercije i ti delovi “zaostaju” u odnosu na delove ispred, tako da se i tu stvaraju vodene izbočine.



Vrlo bitna posledica plimskih delovanja Meseca na Zemlju je udaljavanje Meseca i usporavanje Zemljine rotacije. Ugaona brzina rotacije Zemlje ω_Z veća je od ugaone brzine revolucije Meseca ω_M . Kako se plimski talas na Zemlji “prenosi” u smeru rotacije Zemlje, takva situacija dovodi do toga da se plimska izbočina ne nalazi na prvcu koji spaja centre Meseca i Zemlje. Između plimskog talasa i rotirajućeg dela Zemlje postoji stalno trenje koje usporava rotaciju Zemlje i smanjuje njen moment impulsa. Usporavanje rotacije Zemlje znači da dužina dana na njoj raste (oko 0.002 s po veku).

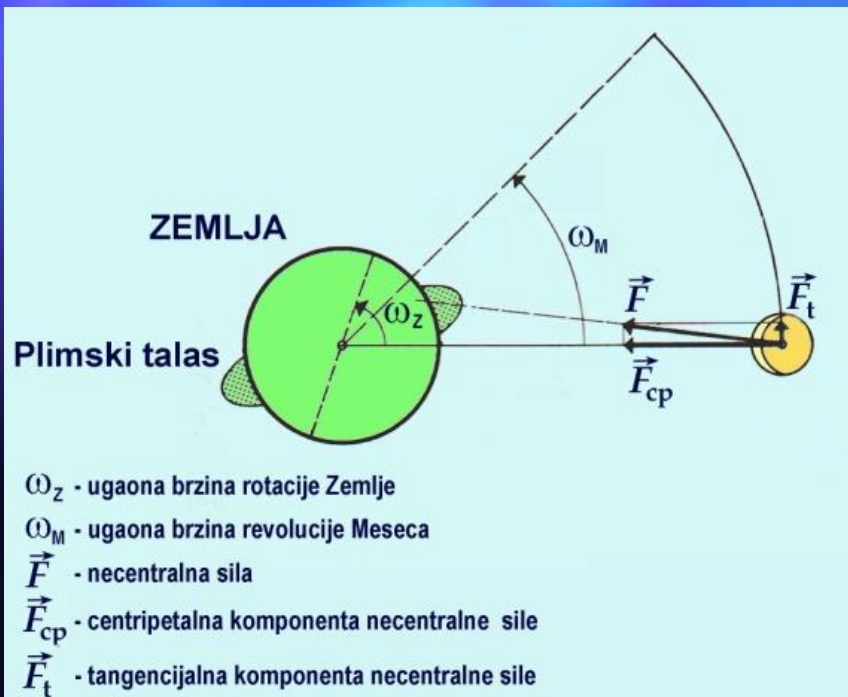


Zbog važenja zakona održanja momenta impulsa sistema Zemlja–Mesec zbog smanjenja momenta impulsa Zemlje mora da raste moment impulsa Meseca. Pošto je moment impulsa rotacije Meseca oko sopstvene ose zanemarljiv u odnosu na njegov moment impulsa revolucije oko Zemlje, usporavanje rotacije Zemlje uzrokuje udaljavanje Meseca (kao kod klizača na ledu koji izvode piruetu). Mesec se udaljava od Zemlje godišnje oko 3 cm.



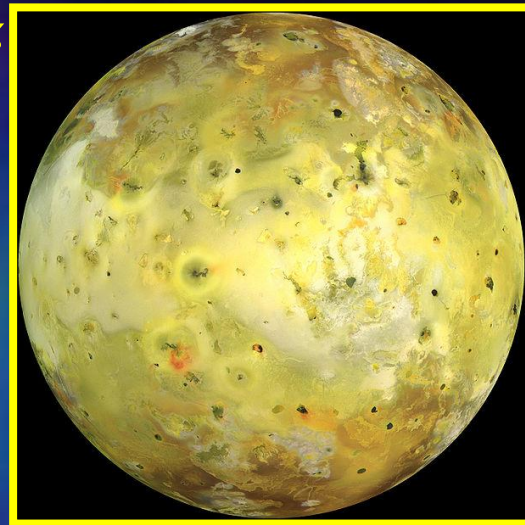
To se danas precizno meri pomoću laserskog zraka kojim se sa Zemlje “gađa” ogledalo koje su kosmonauti “Apola 14” postavili na oko 90 m od mesta sletanja.

Prenos momenta impulsa sa Zemlje na Mesec nastaje zbog delovanja necentralne sile F , koja ima pravac koji povezuje centar Meseca sa plimskom izbočinom na Zemlji. Ova sila ima centripetalnu komponentu F_{cp} , koja je usmerena ka centru Zemlje i obezbeđuje da Mesec kruži oko Zemlje stalnom brzinom, i tangencijalnu komponentu F_t , koja povećava ukupnu energiju Meseca i vodi ga na orbitu većeg poluprečnika.



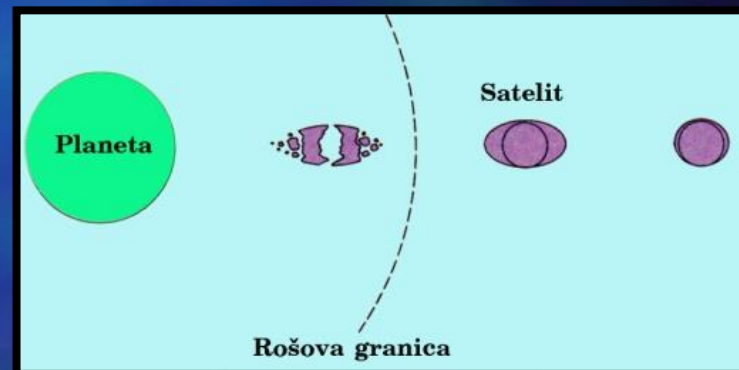
U prilog ovoj teoriji su geološki dokazi koji potvrđuju da je Zemlja u davnoj geološkoj prošlosti brže rotirala (da je dan bio kraći), da je Mesec bio bliže Zemlji nego danas i da je na njoj uzrokovao veće plime.

U Sunčevom sistemu plime mogu imati još drastičnije razmere. Primer je Io, satelit Jupitera. Planeta i sateliti Europa i Ganimed ga toliko “rastežu” da plimska podizanja njegove površine dostižu i do 100 m. Zbog plimskih trenja unutrašnjost mu je rastopljena i zato je po desetak vulkana stalno aktivno na njemu. Io je “najvulkanskije” poznato telo.



Rošova granica je rastojanje od centra planete unutar kojeg bi svaki kompaktni satelit bio raznet na delove zbog plimskih sila.

Udaljenost iznosi oko 2.46 radijusa planete za tela jednakih gustina. Prstenovi Jovijanskih planeta su unutar Rošovih granica, u čijim obuhvatima nisu mogli da se formiraju veći sateliti. Tu mogu da opstanu samo manji i čvršći objekti.



Plimskim delovanjem objašnjava se današnja retrogradna rotacija Venere (suprotnog smera u odnosu na smer revolucije). Smatra se da je ona u svojoj ranoj istoriji rotirala u direktnom smeru i da je imala satelit koji se oko nje kretao retrogradno. Imao je veći moment impulsa od planete, koji je bio orijentisan u suprotnu stranu od Venerinog. Plimskim delovanjem Venera je toliko usporila satelit da je on na kraju pao na nju. Zbog zakona održanja momenta impulsa Venera je počela da rotira u suprotnu stranu.



Varijacije u delovanju Zemlje i Sunca na Mesec dovode do neuniformnosti njegovog kretanja.

Varijacija – neuniformnost Mesečevog kretanja sa periodom od 14.77 dana, što je polovina sinodičkog meseca (period promene Mesečevih faza – 29.53059 dana). Ova neuniformnost je posledica istovremenog privlačenja Sunca i Zemlje.

Evekcija – promena izduženosti Mesečeve putanje sa periodom od 31.807 dana. Posledica je delovanja Sunca a Mesec. Uzgred, privlačna sila Sunca na Mesec je preko dva puta veća nego privlačna sila Zemlje.

Pošto Sunce jače privlači Mesec nego naša planeta, zašto on ne padne na Sunce?

Iz istog razloga zbog kojeg ni Zemlja ne pada na Sunce. Mesec se okreće oko Sunca zajedno sa Zemljom i na taj dvojni sistem deluje centrifugalna sila koja je uravnotežena sa gravitacionom silom kojom ga Sunce privlači.

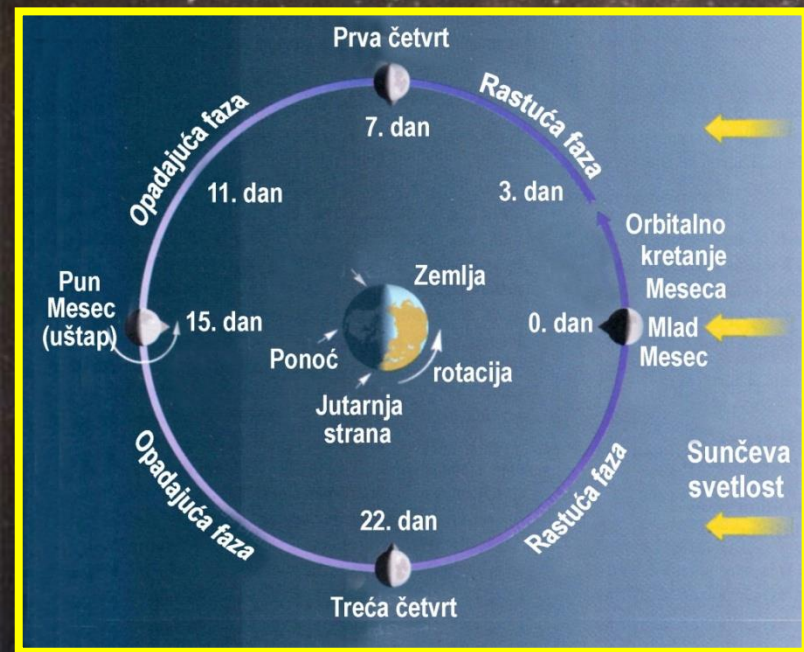


Godišnja jednačina (godišnja nejednakost) – periodična neujednačenost Mesečevog kretanja sa periodom od jedne anomalističke godine (vreme potrebno da Zemlja prođe kroz istu tačku na putanji oko Sunca – 365.25964 dana). Ova varijacija je posledica eliptičnosti Zemljine orbite oko Sunca, a time i promenljivosti Sunčeve gravitacije.



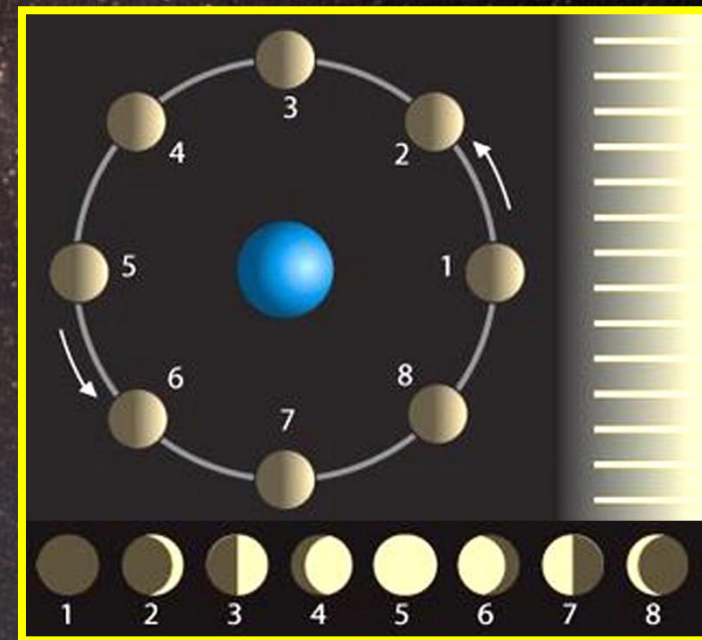
Mesečeve mene

Mene nastaju kao posledica kretanja Meseca oko Zemlje i promene položaja u odnosu na Sunce. Mesecu je potrebno 29.53 dana da se vrati u početnu poziciju u odnosu na Sunce na Zemljinom nebu i tako zaokruži ciklus mena. Ne računajući prividno kretanje neba, koje je posledica rotacije Zemlje oko sopstvene ose, Mesec se u toku ciklusa pomera od zapada ka istoku iz dana u dan (što se vidi praćenjem njegovih izlazaka).



Mlad Mesec (Mladina) je kada se Mesec nađe "blizu" Sunca i tada se ne vidi. Tokom sledećih dana vidi se na zapadnom nebu kao tanak srp koji se iz dana u dan sve više širi. Osim tankog sjajnog srpa vidi se i onaj deo Meseca koji ne obasjava Sunce. Pepeljavo svetlost na tom delu Meseca je reflektovana svetlost sa Zemlje.

Prva četvrt – nakon sledećih sedam dana, Mesec dolazi u položaj koji u odnosu na pravac Sunca stoji pod pravim uglom (3). Tada se vidi desna polovina Mesečevog diska. Pun Mesec (uštap) – nakon toga osvetljeni deo Meseca sve više raste, sve dok se ne nađe nasuprot Sunca, kada je ceo osvetljen (5). Izlazi u trenutku kada Sunce zalazi i može se videti celu noć. Poslednja četvrt – posle uštapa, osvetljena strana se smanjuje (6 i 7). Kada se smanji na polovinu (na levoj strani) Mesec izlazi u ponoć i vidi se do izlaska Sunca, kada je visoko na nebu. Nakon toga sve je manje vidljiv i prelazi u mlad.



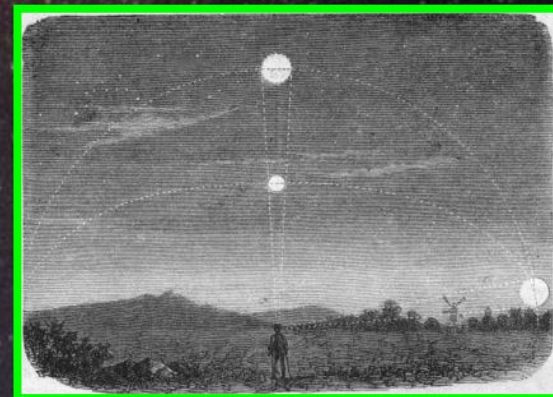


Zašto nam Mesec na horizontu izgleda kao ogromna šerpa i deluje mnogo veći (prosečno oko 1.7 puta) nego u zenitu?

Naučnici smatraju da se radi o tzv. Mesečevoj iluziji, koja važi i za Sunce i neka sazvežđa kad su blizu horizonta. Oni tvrde da iluzija nastaje zbog smanjenja prečnika zenice kada se gleda ka zenitu (oko 7% iluzije), zbog promene boje (20%) i zbog postojanja znakova dubine (kuće, drveće, more), kad je Mesec na horizontu. Merenje (običnim lenjirom) prečnika Mesečevog diska na nebu kada je negde na horizontu i nekoliko sati kasnije, pokazuje da se prečnik nije promenio. Dakle, zaista se radi o iluziji.



Naš mozak shvata nebo kao udaljenije na horizontu, a bliže u zenitu (odmah iznad glave). Kada se pogleda iznad sebe u nebo, tokom oblačnih dana, čini se da su oblaci blizu, dok su oni na horizontu znatno dalje. Kada je Mesec na horizontu, naš mozak ga doživljava kao da je mnogo dalji. Mada je iste prividne veličine kao i kada se nalazi visoko na nebu, naš mozak ga doživljava kao fizički mnogo veći. A u stvari, trebalo bi da izgleda manji. Ovaj efekat je u nauci poznat kao Ponzó iluzija.



Interesantan je još jedan vizuelni fenomen vezan za Mesec kada je na horizontu. On nam tada izgleda spljošteno. Fizičari smatraju da je to zbog toga što kad je Mesec nisko nad horizontom njegovi zraci prelaze duži put kroz atmosferu, koja je u pravcu horizonta deblja. Prelamanje zraka je tada veće. Umesto da uvećava, vazduh zapravo komprimuje sliku Meseca. Donja ivica se izdiže i Mesec je stešnjen odozdo (da nema refrakcije mi tu ivicu ne bi ni videli jer je taj deo Meseca već zašao).



Postoje i druge interesantne pojave koje su vezane za izgled Meseca, ali su posledica procesa u atmosferi Zemlje.

Crveni Mesec – javlja se za vreme potpunog pomračenja Meseca, kada se Mesec nalazi u Zemljinoj senci. Sunčeva svetlost kraćih talasnih dužina (plavi kraj spektra) rasejava se više na česticama vazduha od svetlosti većih talasnih dužina. Crveni deo Sunčeve svetlosti ulazi u senku u kojoj se u vreme pomračenja nalazi Mesec, zbog čega je on crven.



Plavi Mesec – ova pojava zabeležena je 27.8.1883. i 26.9.1950.g. Ovakva boja je posledica rasejavanja bele svetlosti, koja sa Meseca dospeva do Zemlje, na česticama prašine koje su prisutne u atmosferi Zemlje.



Na česticama prašine najviše se rasejavaju zraci većih talasnih dužina (crvena boja), a najmanje zraci kraćih talasnih dužina (plava boja), koji direktno dospevaju do posmatrača. U prvom slučaju (1883.) čestice su dospele u atmosferu iz vulkana Krakatoa, a 1950. iz velikih šumskih požara u Kanadi.

Zeleni Mesec – zabeleženo je da je viđen u dva navrata u Švedskoj, februara 1884. g. Pojava je trajala svega nekoliko minuta i posledica je procesa u Zemljinoj atmosferi.



Ova pojava nema nikakve veze sa izjavom engleskog pisca Džona Hejvuda (1546) da je “Mesec sačinjen od zelenog sira”, ma kako ona bila kasnije tumačena.



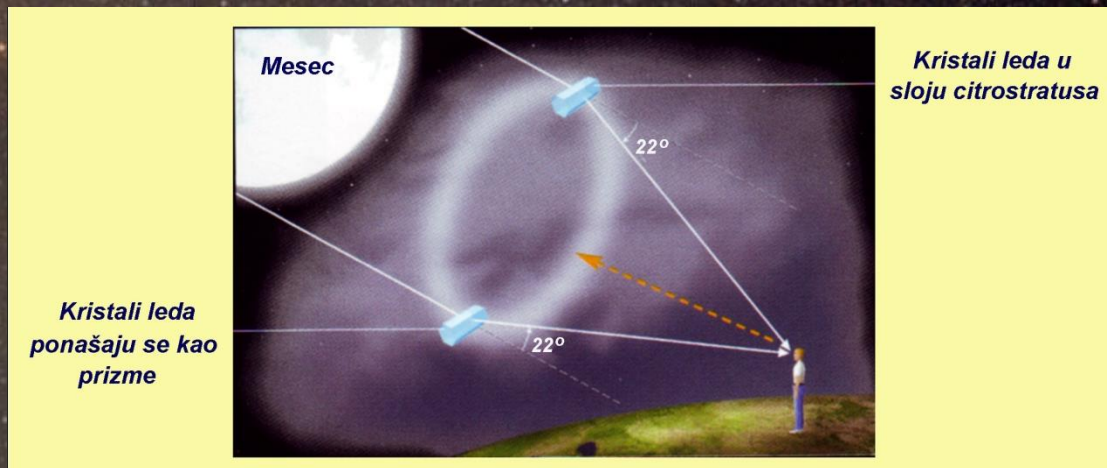
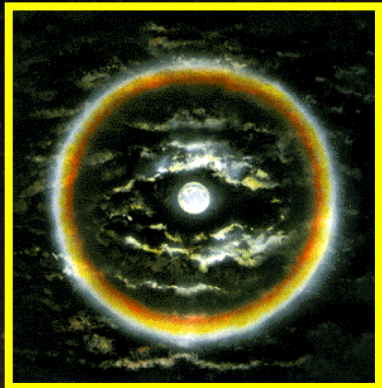
U zapisu iz 1118. g. piše da su u Francuskoj viđena dva puna Meseca kako stoje jedan pored drugog. Kod nas je tako nešto viđeno pred smrt kneza Mihaila. Postoje drevni zapisi u kojima se pominje slična pojava sa Suncem. Pomenuta i druge slične pojave, takođe, su uzrokovane specifičnim optičkim procesima na česticama u atmosferi Zemlje.



Halo je grupa optičkih pojava koje nastaju refrakcijom ili refleksijom svetlosti na kristalićima leda u oblacima. U zavisnosti od orijentacije ovih kristalnih ledenih prizmi mogući su različiti oblici ove pojave.



Halo od 22° – to je prsten duginih boja oko Meseca. Javlja se i kod Sunca. Mesečeva svetlost se u oblacima ledenih kristala prelama pod različitim uglovima, ali je najintenzivnija ona koja se prelama pod najmanjim uglom od 22° kod šestouganih ledenih prizmi.



To je ujedno i unutrašnji ugaoni poluprečnik sjajnog prstena. Ponekad se javlja i halo od 46°.



U slučaju da površine prelamanja kristala leda stoje normalno na posmatrački horizont, mogu da se vide pojave lažnog meseca (paraselena), već pomenuta dva Mesečeva lika.



Optički fenomeni iznad Arktika



halo od 22°

parhelijski krug

lažni mesec

Lažni mesec – svetle tačke sa obe strane Meseca, nastale prelamanjem svetlosti na horizontalno postavljenim kristalima leda u atmosferi.

Parhelijski krug – svetlosni pojas koji prolazi kroz lažne mesece.

Halo od 22° – prsten duginih boja oko Meseca. Nastaje prelamanjem svetlosti na šestouganim ledenim prizmama u atmosferi.



Česta pojava je i venac, blede oreol oko Meseca, koji je na nebu prekriven tankim slojem oblaka ili magle, na čijim česticama dolazi do difrakcije svetlosti.

Zgodno je pomenuti i druge optičke pojave vezane za čestice leda ili prašine u atmosferi. Takva je i pojava noktiluscentnih, sedefastih svetlih oblaka visoko u atmosferi.

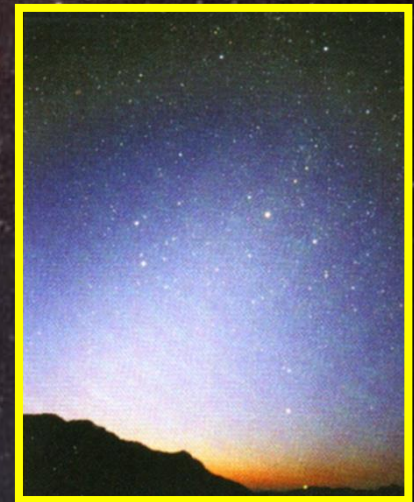
Noktiluscentni oblaci



Sjajni srebrnastoplavi oblaci na visinama od oko 80 km. Vidljivi su na delimično osvetljenom nebu kada se nađu u delu atmosfere obasjanom Sunčevom svetlošću. Sastoje se od sitnih čestica leda koje reflektuju svetlost.

Poznato je da su nakon Tunguske eksplozije 1908. g. zbog finih čestica prašine u ovim oblacima noći širom Europe bile toliko svetle da su mesecima na ulicama mogle da se čitaju novine i u ponoć.

Zodijačka svetlost – bleđa, kupasta svetlost rasuta na česticama prašine u ravni ekliptike. Na srednjim geografskim širinama vidi se u proleće na zapadu nakon zalaska Sunca ili u jesen, na istoku pre njegovog izlaska, u formi trougla koji je nagnut prema horizontu. Sunce mora biti toliko ispod horizonta (oko 20°) da vlada mrkla noć. Tada se zodijačka svetlost vidi do visine od 10° iznad horizonta. Uočava se kada nije “ekranirana” svetlosnim zagađenjem iz drugih izvora svetlosti. Svetlosna kupa je položena duž ekliptike, a njen je vrh odmaknut za 90° od pravca prema Suncu.



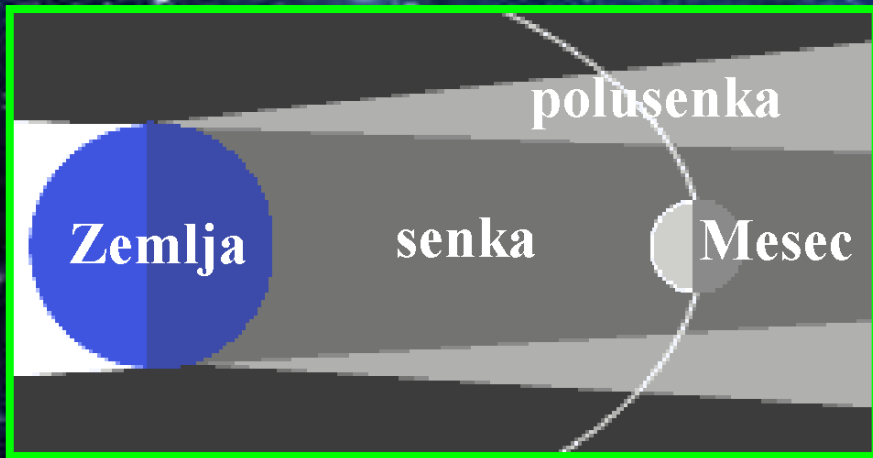
Gegenšajn (protivsaj) – bled sjajan krug prečnika 10°. Vidi se u ponoć iznad južnog horizonta, nasuprot položaja Sunca na nebu. Nastaje rasejavanjem svetlosti na česticama prašine dimenzija oko 1 mm, nastalih u sudarima kometa i asteroida. Slabijeg je sjaja od zodiyačke svetlosti u čijem se produžetku na nebu javlja na mestima nasuprot Sunca.



Oblaci Kordiljevskog – nagomilana međuplanetarna prašina na Mesečevoj orbiti oko Zemlje, u blizini Lagranževih tačaka L4 i L5. Svetlost rasejana na ovim česticama je bleđa od protivsajaja. Oblaci se kreću istom ugaonom brzinom zajedno sa Mesecom. Najbolje se vide kada su na suprotnoj strani neba od Sunca ili na elongaciji do 30°.

Pomračenja Meseca

Kada se Zemlja nađe između Sunca i Meseca dolazi do pomračenja Meseca.



Za vreme totalnog pomračenja Mesec je crven. Prema našim predanjima, to ale kidaju komad po komad Meseca, zbog čega on krvari. Bog šalje anđele, koji brane i sastavljaju Mesec. U tome im ljudi pomažu, jureći ale dizanjem larme i pucanjem u vazduh. Crveni deo Sunčeve svetlosti, pri prolasku kroz Zemljinu atmosferu, “upada” u Zemljinu senku (u kojoj se nalazi Mesec).

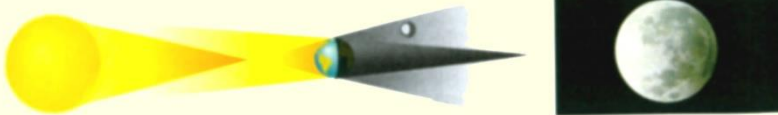
Potpuno (totalno) pomračenje nastupa kada Mesec uđe u Zemljinu senku čiji je prečnik u proseku oko 2.7 puta veći od Mesečevog. Najduže trajanje ovog pomračenja je oko 2h. Delimično pomračenje nastaje kada Mesec iz Zemljine polusenke uđe istočnim rubom u senku.

Najstarije zabeleženo Mesečevo pomračenje pominje se u kineskim spisima 1135. g.p.n.e, a u srpskim 1461. g.

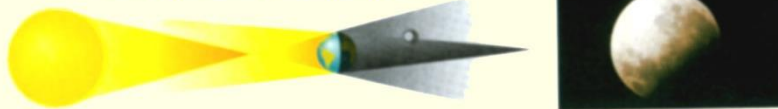
Anaksagora je spoznao pravu prirodu Sunčevih i Mesečevih pomračenja. Aristotel je na osnovu kružnog oblika Zemljine senke na Mesecu zaključio da je Zemlja okrugla.

Magnituda pomračenja: deo Mesečevog prečnika pokriven senkom. Kod pomračenja polusenkom magnituda je manja od 0, kod delimičnog je između 0 i 1, kod totalnog preko 1.

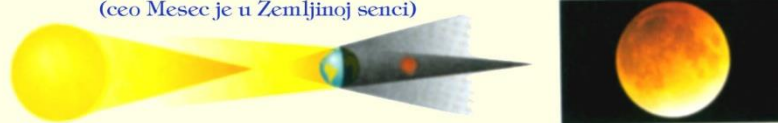
Pomračenje polusenkom
(Mesec je u Zemljinoj polusenci)



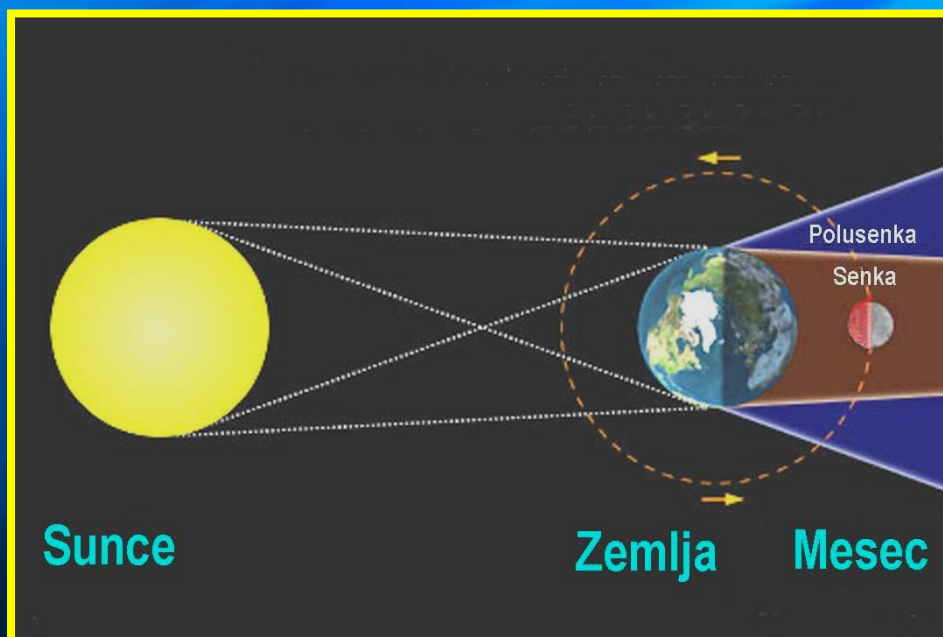
Delimično pomračenje
(Mesec je delom u Zemljinoj senci)



Potpuno pomračenje
(ceo Mesec je u Zemljinoj senci)



Ukupan broj pomračenja (Sunčevih i Mesečevih) godišnje je od 2 do 7, a od toga od 0 do 3 su Mesečeva. Sunčeva se vide iz uskog pojasa na Zemlji, a Mesečeva na celoj noćnoj polovini Zemlje. Zbog toga nam se čini da su pomračenja Meseca češća, iako se ređe dešavaju od Sunčevih. Ima godina kada nema Mesečevih pomračenja.



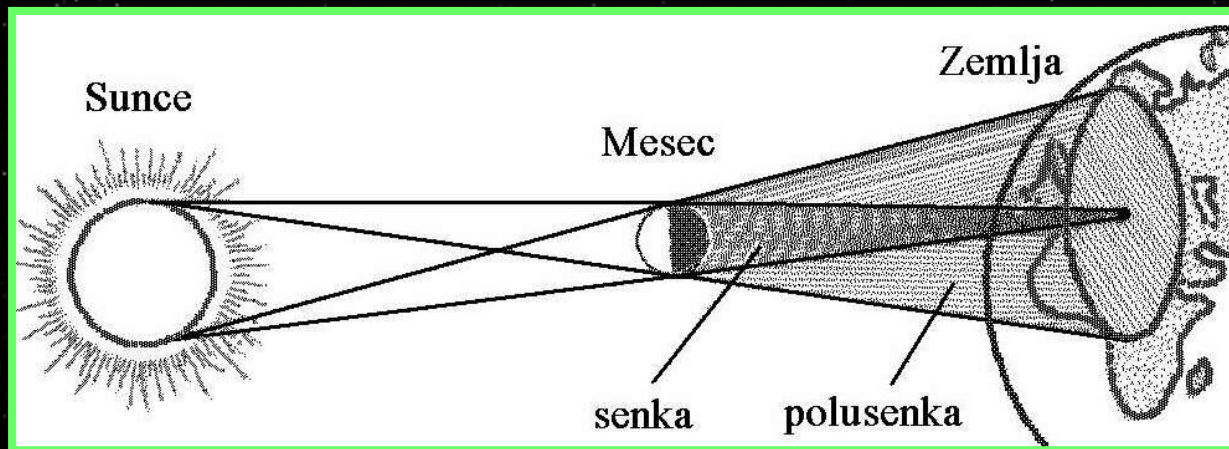
Danžonova skala intenziteta pomračenja Meseca:

- 0 – vrlo tamno pomračenje; Mesec se u maksimumu pomračenja skoro ne vidi.*
- 1 – tamno sivo pomračenje; teško se uočavaju detalji površine*
- 2 – "krvavi" Mesec čiji je centar tamniji od oboda*
- 3 – senka je cigla boje sa sivo žutim rubom*
- 4 – jarko pomračenje, bakarno–crvene boje; uočavaju se detalji površine*



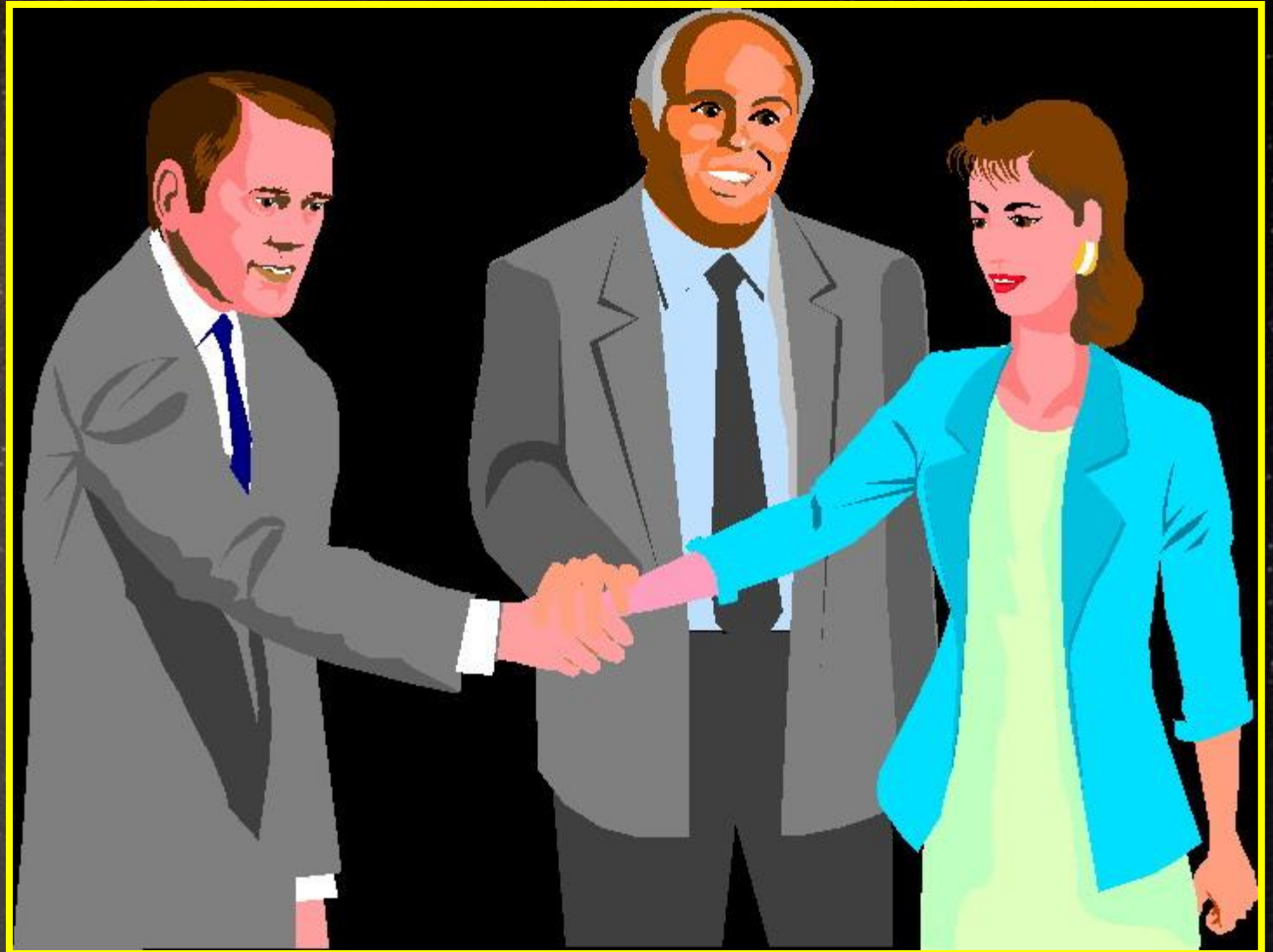


Pošto se zbog plimskih delovanja Mesec svake godine udaljava od Zemlje za 3 cm, kroz, otprilike, milijardu godina na Zemlji neće više dolaziti do pomračenja Sunca.



Nema veze! Onda bar nećemo strepeti da bi moglo da nam se nešto loše desi zbog pomračenja.

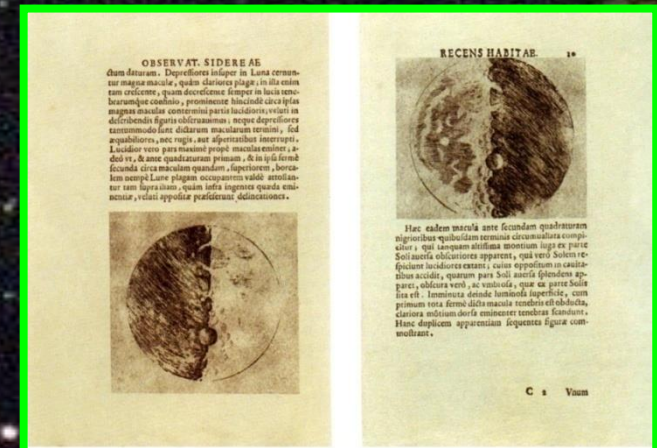
Pauka



Sa razvojem nauke (i astronomskih instrumenata) predstave o Meseću bile su sve realnije. Galilej je 1609. prvi put posmatrao Mesec kroz teleskop. Na crtežima objavljenim u "Sidereus Nuncius" 1610. vide se planine koje je uočio na površini Meseca. Četdesetak godina kasnije Ričiola je velika tamna polja nazvao morima, jer je smatrao da se radi o vodenim površinama.



Hiparhov krater na Meseću
Hukov crtež iz 1662.g (levo) i savremeni snimak

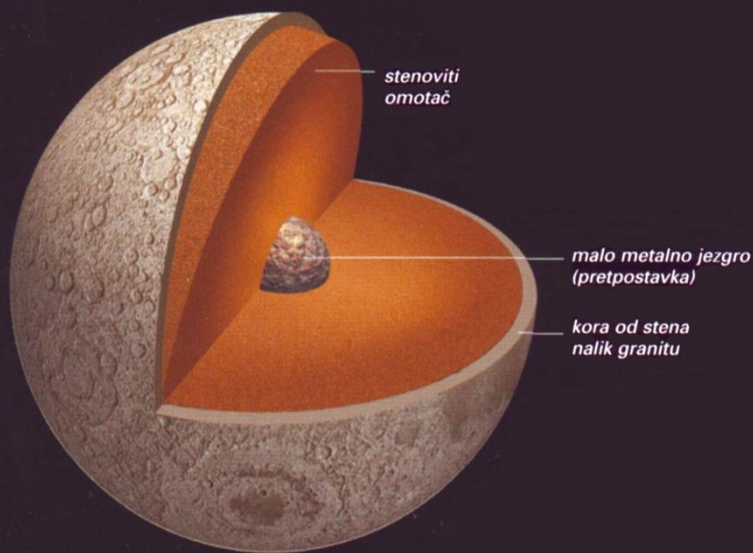


Galileo Galilej: Sidereus Nuntius sa crtežima Mesečeve površine



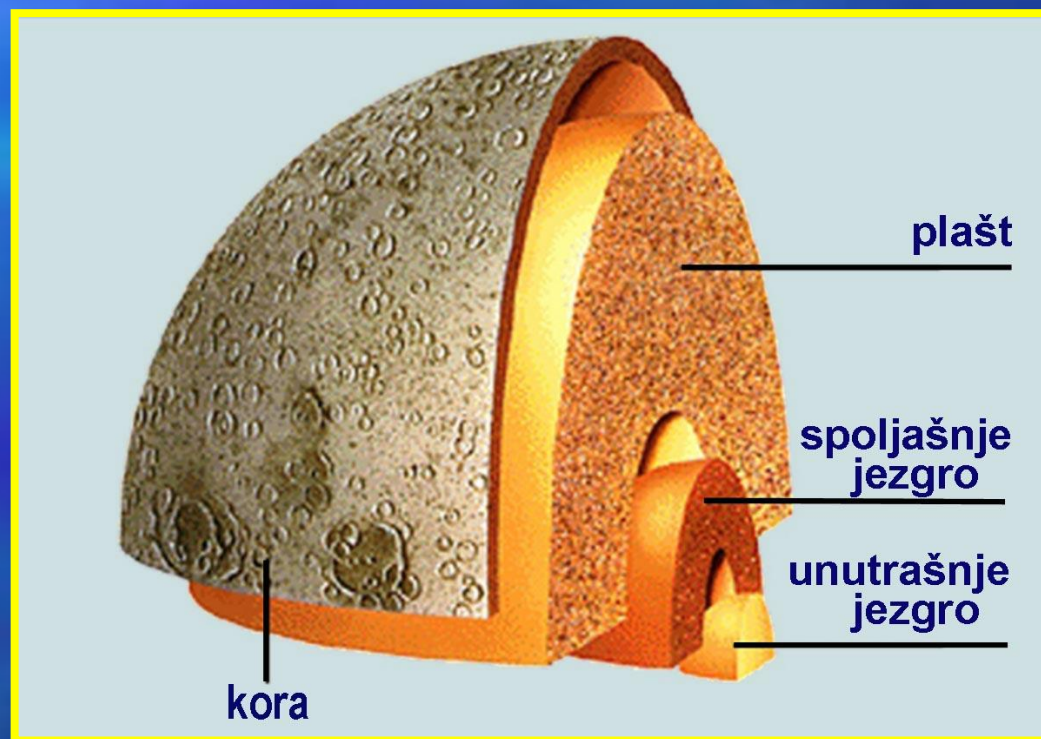
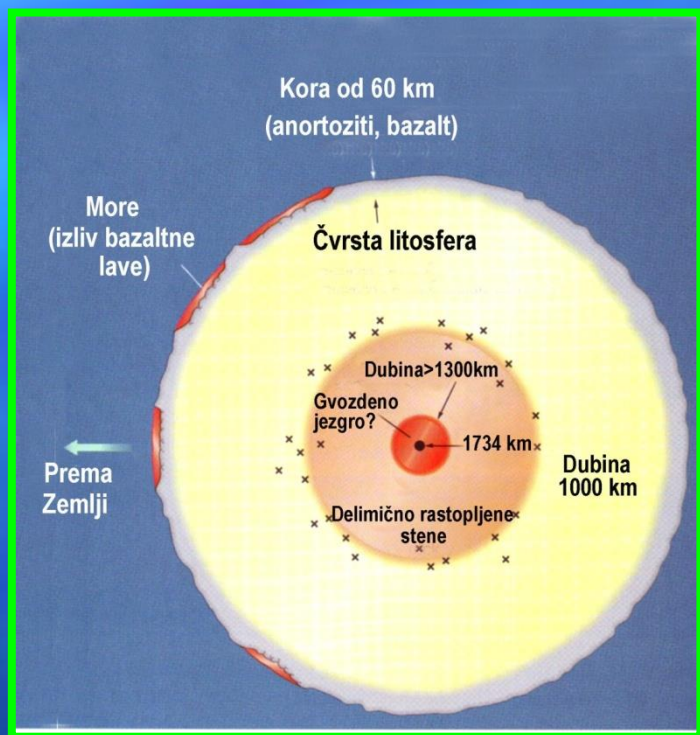
Šta danas znamo o Mesečevoj građi i reljefu? Mesečeva kora izgrađena je od stena bogatih kalcijumom. Na vidljivoj strani je debela 48 km, a na nevidljivoj 74 km. Razlike su posledice delovanja Zemlje. Zbog čestih udara meteorita ona je ispucala. Pukotine su duge do 100 km (u reonu nekih kratera i više), a široke su i duboke po nekoliko stotina metara.

Model unutrašnje građe Meseca



Ispod je kore je silikatni stenoviti omotač, koji je u početku čvrst, ali je na dubini oko 1000 km je rastopljen, zbog rasta temperature sa dubinom.

Prosečna gustina Meseca ukazuje da se u njegovom središtu nalazi malo metalno jezgro ($r \sim 700$ km), na šta upućuju slabi seizmički potresi (mesecotresi), kojih je do 3000 godišnje. Prosečna gustina Meseca mnogo je manja od gustine Zemlje, ali je približno jednaka gustini Zemljinog omotača.



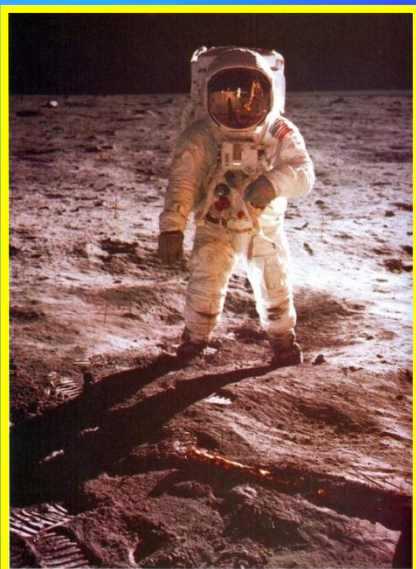
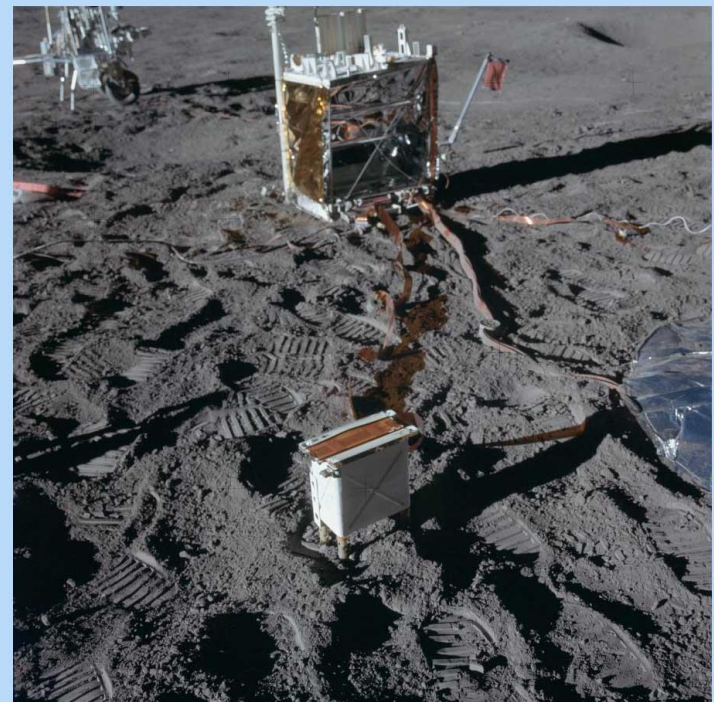
Površina je pokrivena finom prašinom (regolitom), koji sadrži dosta silicijuma u obliku vulkanskog stakla. Ono se javlja kao glazura na fragmentima stena, efikasno reflektuje svetlost i “boji” okolinu. Debljina sloja regolita je nekoliko 10–15 m (ali i manje). Sa dubinom veliina čestica raste. Regolit je nastao drobljenjem tla meteoritskim udarima. Tlo je male toplotne provodnosti (kao staklena vuna).



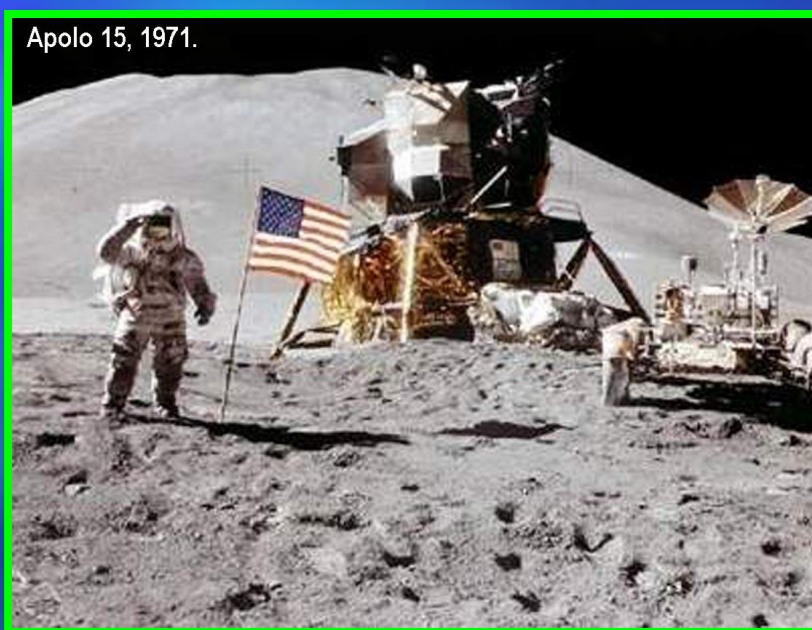
U mladim morima debljina tla je oko 5m, a na starijim visijama oko 10m. Površinski sloj je zasićen jonima vodonika apsorbovanog iz Sunčevog vetra.

Regolit na površini sadrži veliku količinu vulkanskog stakla, koje efikasno reflektuje Sunčevu svetlost.

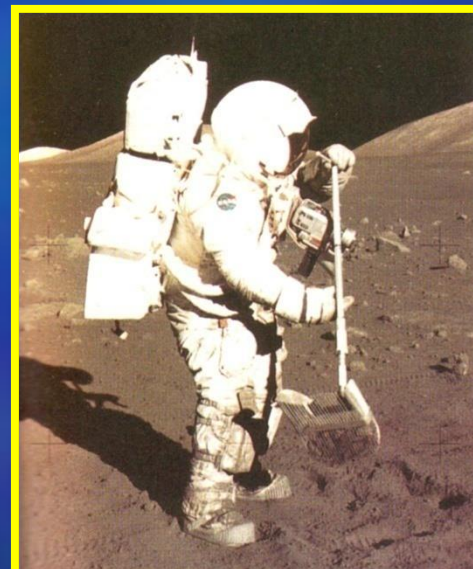
Interesantno je zapažanje kosmonauta koji su boravili na Meseću. Njihova odeća je bila hermetički izolovana, ali su u kabini modula na obući i odeći unosili lepljivu prašinu. Oni su tvrdili da regolit miriše na barut, da na dodir podseća na sneg, "a i da mu ukus nije tako loš".



Apolo 11.

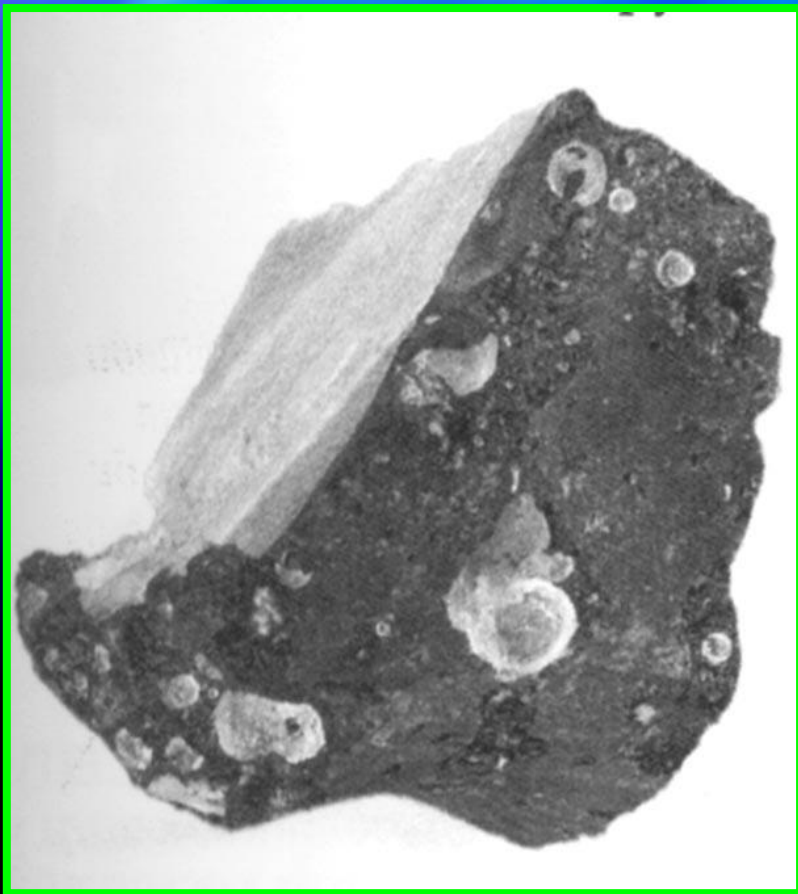


Apolo 15, 1971.



Harrison Šmit (Apolo 17)

Ispod površine se uglavnom nalaze vulkanske stene. Kristalizacija stena ukazuje da je ona vršena u magnetnom polju iako ga Mesec nema.

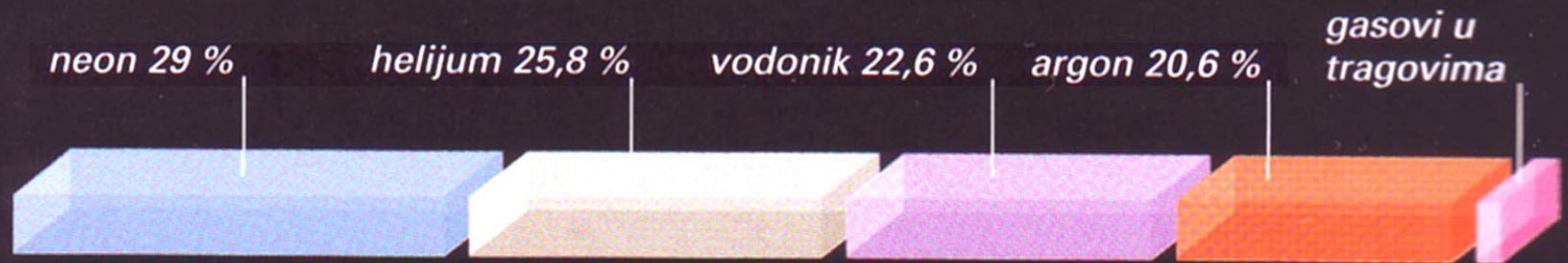


Ispod površinskog regolita do dubine od 250 m je zgusnut sloj. Do dubine od 60 km je metamorfni bazalt (gabro) i njime se završava kora.

Mesečeva atmosfera

Mesec skoro da nema atmosferu (preko milijardu puta je ređa od Zemljine i njena ukupna masa je oko 10 000 kg). Temperatura na površini menja se za 270°C u toku lunarnog dana, a količina gasa blizu površine je 20 puta veća tokom noći, nego tokom dana. Zbog visoke dnevne temperature (120°C) i male gravitacije (brzina napuštanja Meseca je svega 2.38 km/s, a na Zemlji je 11.2 km/s) atmosfera mu se stalno osipa. Obnavlja je Sunčev vetar. Iako Mesec skoro da nema atmosferu ipak su uočene emisione linije koje su rezultat luminescencije molekula gasa pod delovanjem Sunčevog zračenja.

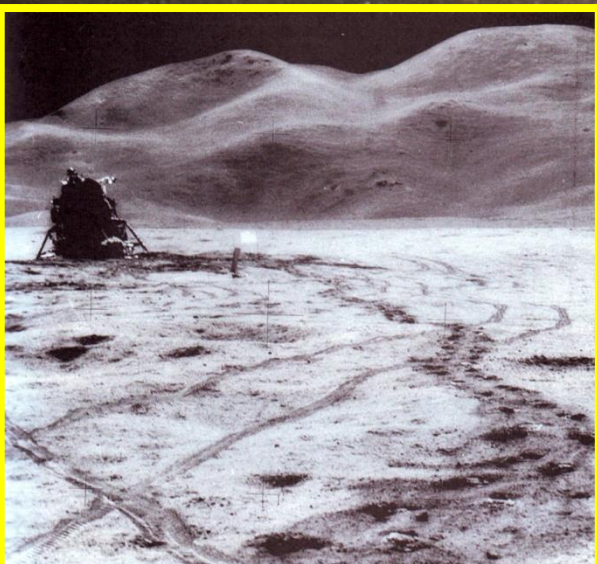
Sastav Mesečeve atmosfere



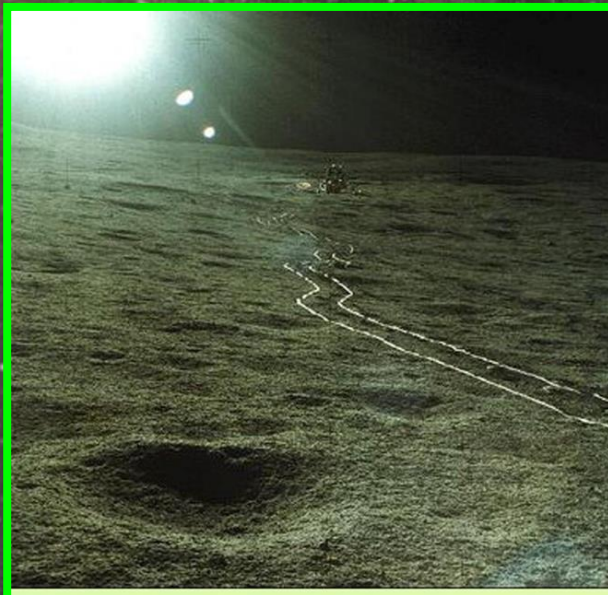
*Zbog nepostojanja atmosfere
smena dana i noći je trenutna,
nema zore ni sumraka, a
granica između dana i noći je
oštro definisana linija
(terminator).*



*Pošto na Mesecu
nema vetra, a ni
vode, nema ni
erozije. Zato će
tragovi ljudi tamo
trajati milionima
godina.*



Tragovi u regolitu iz misije Apollo 15 biće izbrisani meteoritskim udarima tek za milion godina

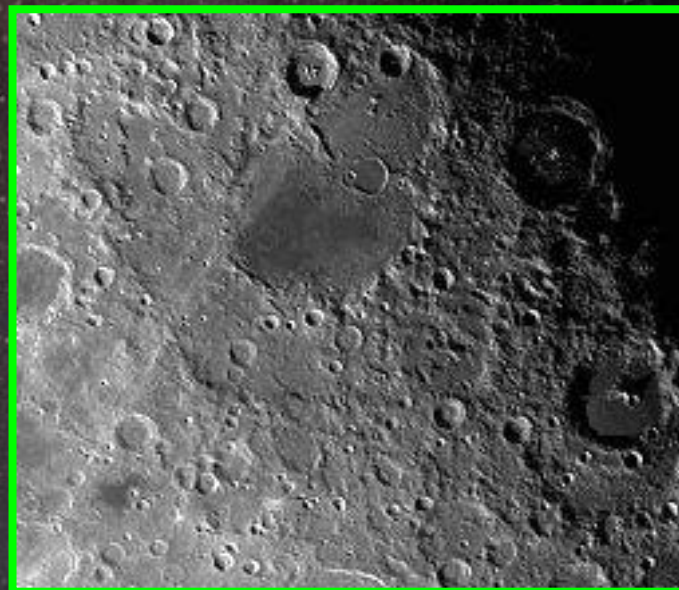
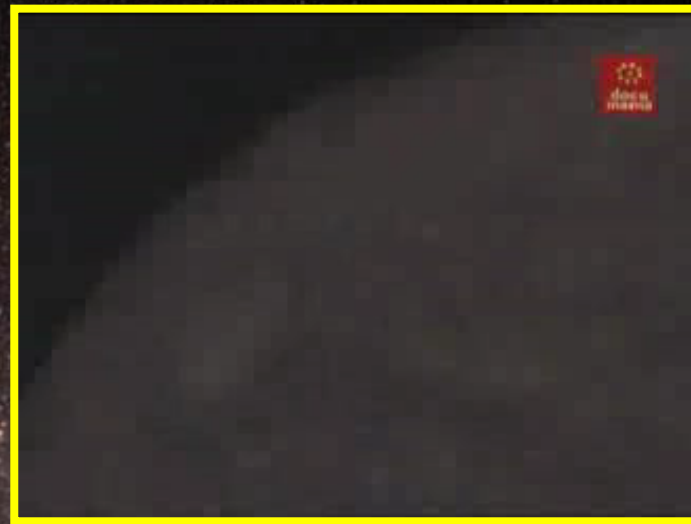


Nepostojanje atmosfere omogućilo je proveru Galilejeve tvrdnje da sva tela u slobodnom padu imaju isto ubrzanje, bez obzira na masu.



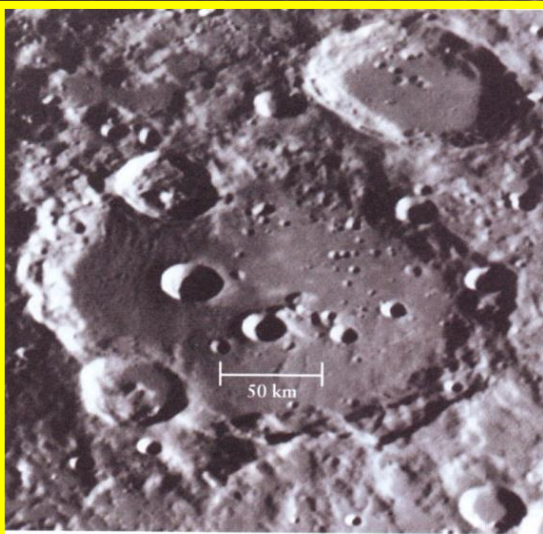
Mesec povoljno utiče na stabilnost Zemljine rotacije. Da nije njega Zemlja bi bila izrešetana i izbrazdana kraterima od udara “nebeskog kamenja”. To bi drastično uticalo na živi svet.

Na Mesecu je preko 17 000 kratera većih od 3.5 km. Nastali su kao posledica udara meteorita, a mora su nastala topljenjem stena i izlivanjem “unutrašnjosti” nakon najvećih udara, kada je usledila vulkanska aktivnost.

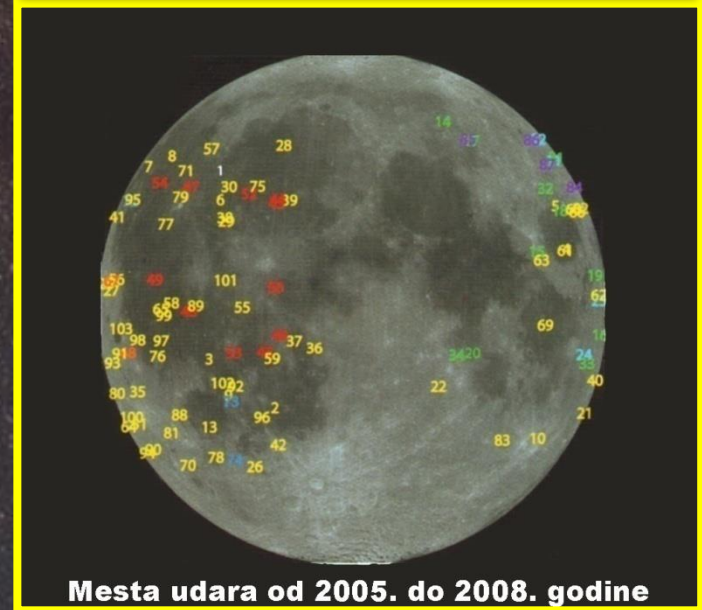
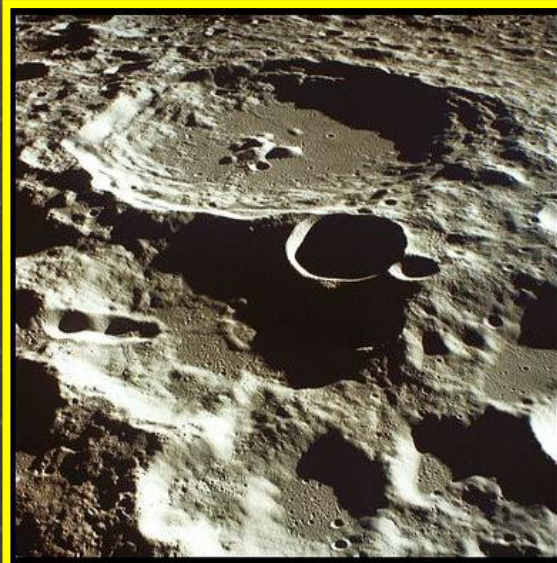


Najveći broj udara desio se u vreme “velikog bombardovanja” pre oko 4 milijarde godina.

I danas brojni meteoriti udaraju u Mesečevu površinu. Da nije njega možda bi padali na Zemlju, a onda ko zna šta bi bilo.

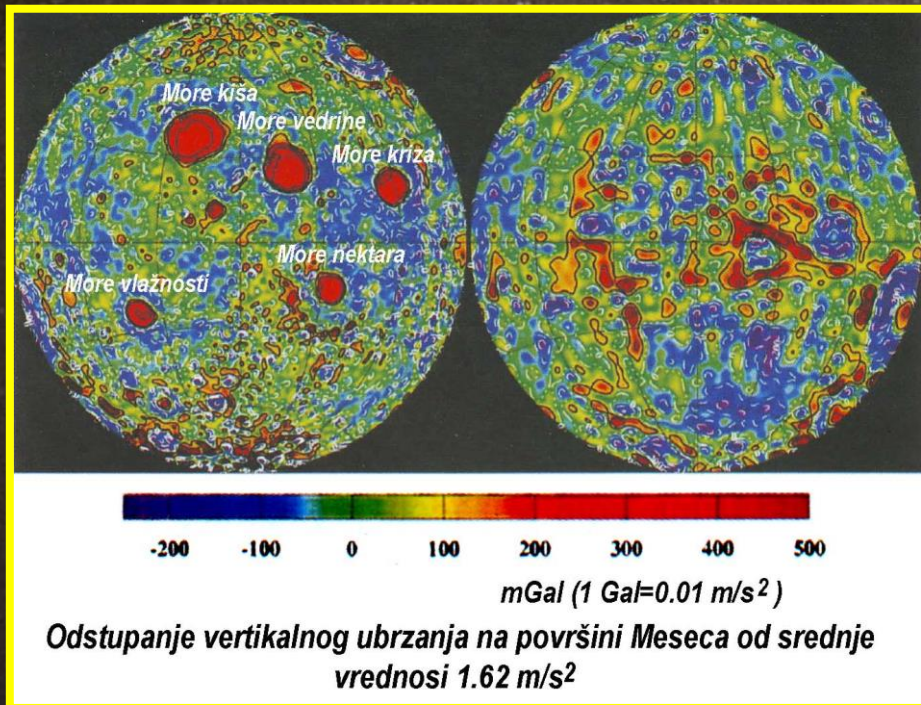


Krater Klavijus



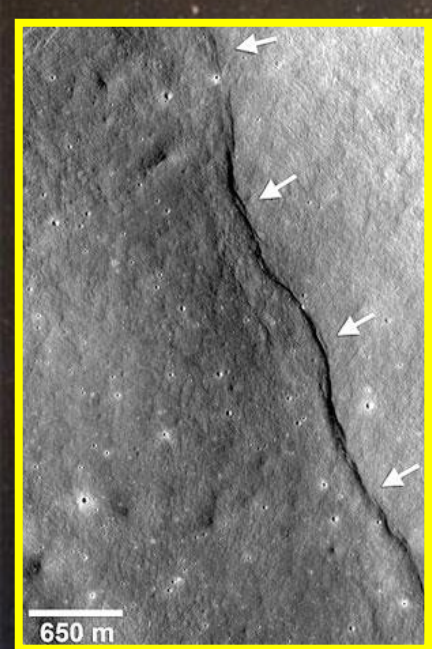
Mesta udara od 2005. do 2008. godine

U toku očvršćavanja, nakon bombardovanja, u morima u stenovitom omotaču (mantiji) nastali su centri veće gustine – maskoni. U tim oblastima je veće ubrzanje na površini Meseca. Ove gravitacione anomalije (0.5% u odnosu na okolinu) mogu da budu uzrok nestabilnosti niskih orbita satelita koji kruže oko Meseca. Satelit PFS-2, koji je 1972. g. postavio Apolo 16, pao je iz tog razloga na površinu i pored korigovanja putanje.



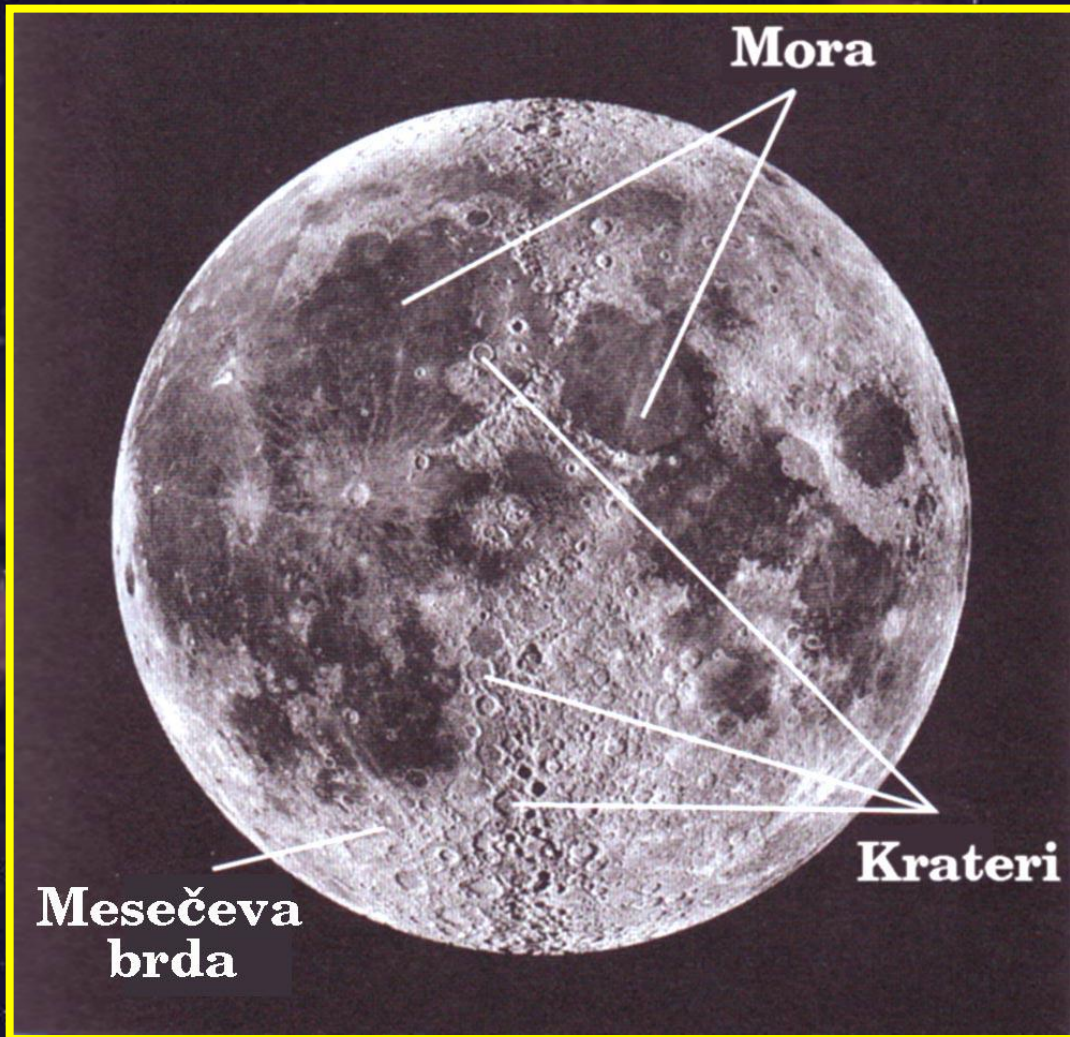
Vulkanska aktivnost je zamrla pre 3.2 milijarde godina i od tada je Mesec tektonski skoro mrtav.

U svojoj ranoj istoriji Mesec je bio tektonski aktivan, ali u sadašnjem trenutku nema veću geološku aktivnost. Ona je danas lokalna (termička i erozija meteoritima). Astronauti koji su boravili na Mesecu uočili su i naglu degazaciju tla (teški gasovi poput argona). Sa Zemlje su uočena lokalna zagrevanja i bleskovi, zamagljivanje snimanih detalja. U dva slučaja snimljeni su spektri takvih gasova u krateru Alfons (Kozirjev, Ezerski, 1958. g.). Spektri su nastali luminescencijom pod delovanjem Sunčevog zračenja.

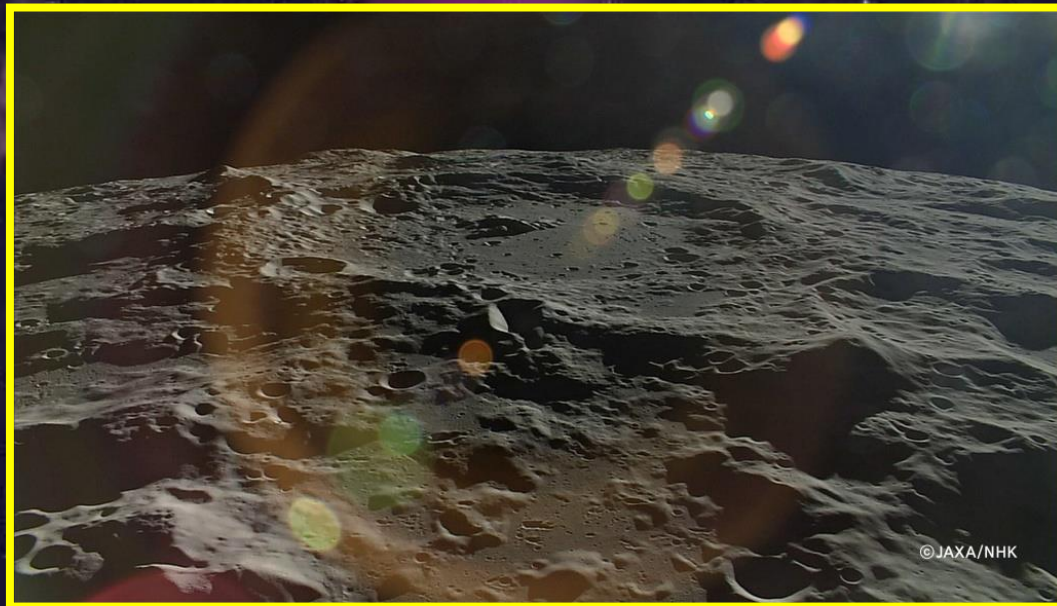


Novija snimanja pukotina na površini ("Lunnar Reconnaissance Orbite") pokazuju da se one smanjuju. To upućuje da se jezgro Meseca hladi i skuplja tako da neki delovi kore nadvlače nad druge stvarajući grebene. Procene su da se Mesec tokom svog razvoja skupio za oko 200 m i da to i danas traje.

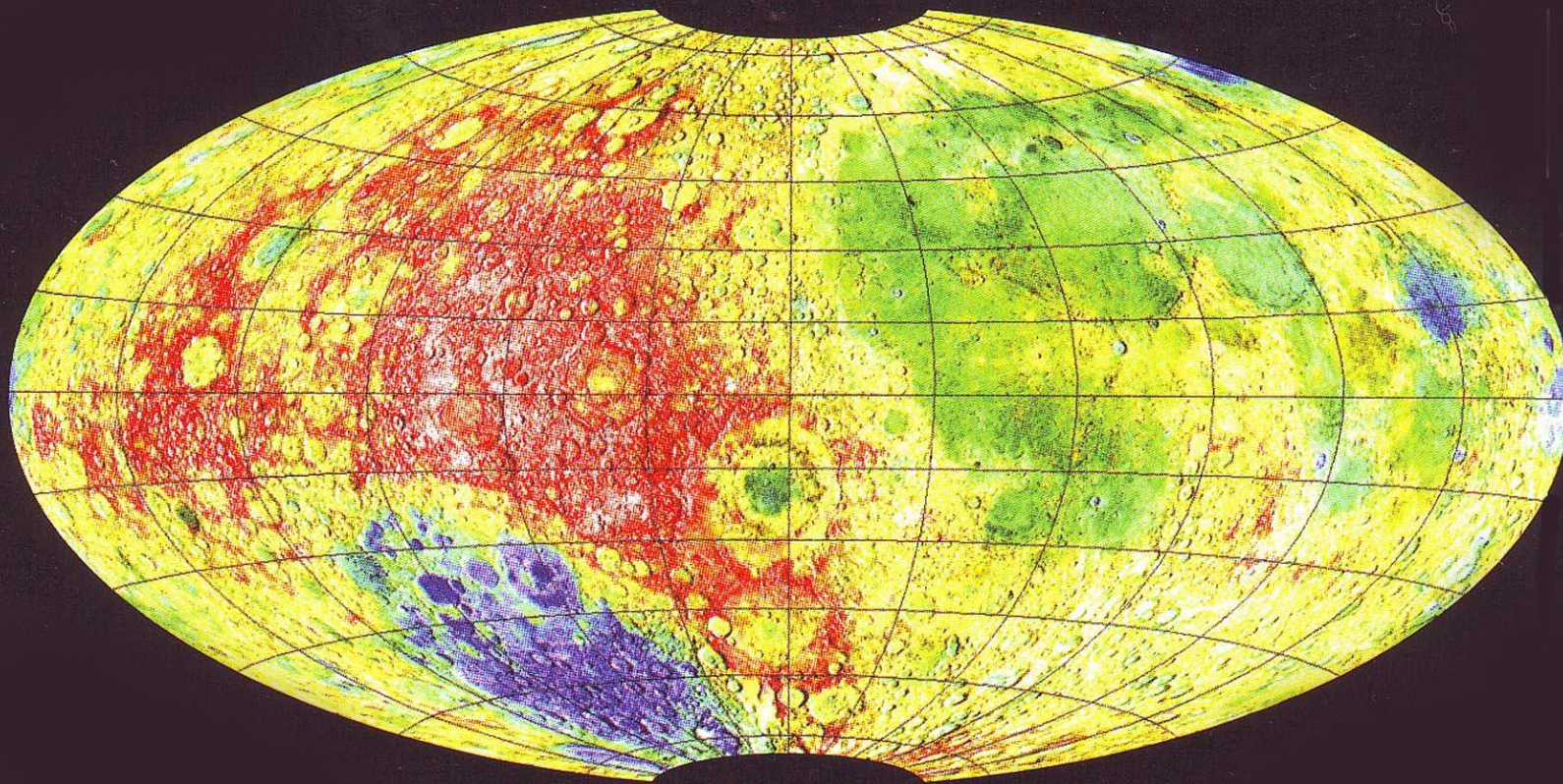
Reljef na Mesecu



Mesec pokazuje dva različita tipa terena sa različitim gustinama udarnih kratera: svetlija brda i tamnija mora u niziji. Mesečeva brda pretrpana su velikim kraterima (prečnika 50 km i više). Mora se sastoje od ravnica bazaltne lave sa nekoliko većih kratera. Bazaltni baseni mora obogaćeni su gvožđem i titanijumom i imaju višak piroksena, a brda su bogata kalcijumom, aluminijumom i feldspatom.



“Klementina” je preciznim laserom utvrdila visinu reljefa.



Topografska karta Mesečeve površine
plavom bojom označene su niske oblasti, zelenom oblasti
srednje visine, a crvenom visoke

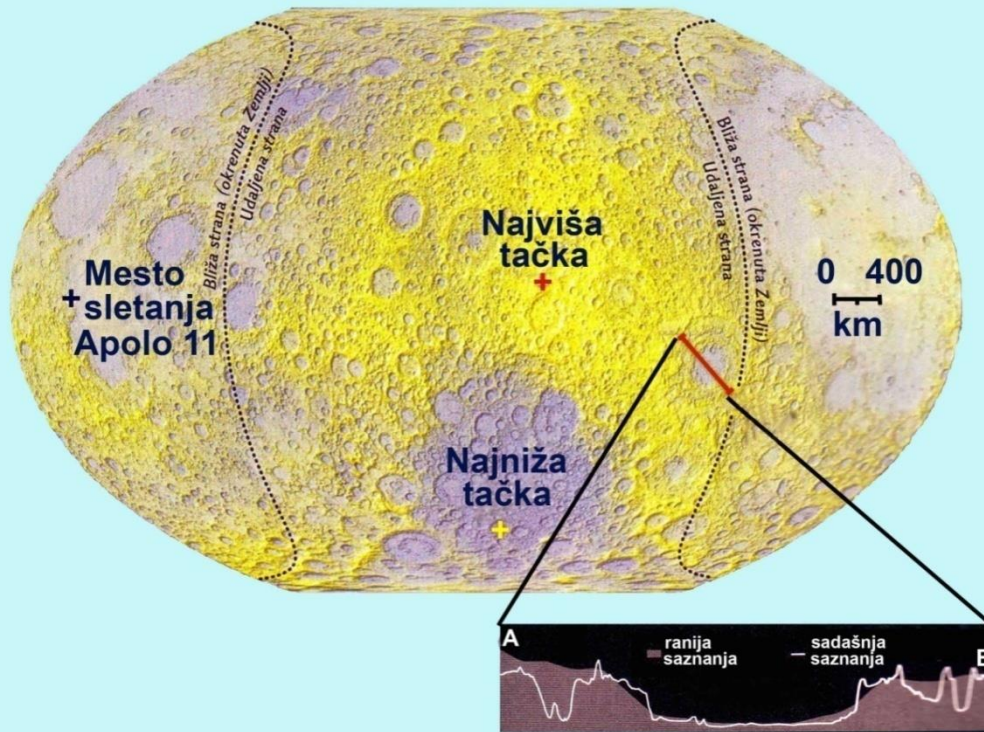
NASA–ina međuplanetarna stanica “Mesečev orbitalni izviđač” (“Lunar Reconnaissance Orbiter”, LRO) je od 23.6.2009. g. u orbiti oko Meseca. Od tada ona snima Mesečevu površinu. Njeni brojni instrumenti mere toplotno zračenje površine Meseca, tragaju za ledom u zasenčenim kraterima, detektuju refleksiju UV zračenja



Lunar Reconnaissance Orbiter - međuplanetarna stanica u orbiti Meseca od 23.6.2009. godine

zvezda sa površine Meseca, prave kartu raspodele vodonikovih atoma na površini, precizno mere visinu reljefa, snimaju površinu satelita sa rezolucijom objekata do 50 cm.

Visinske razlike na Mesecu



Profil visine terena

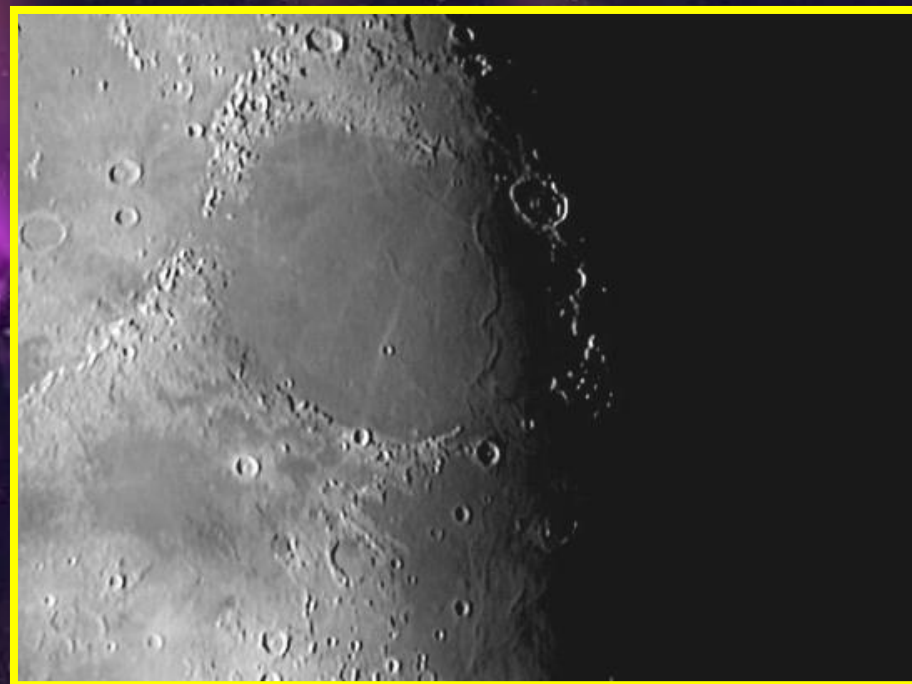
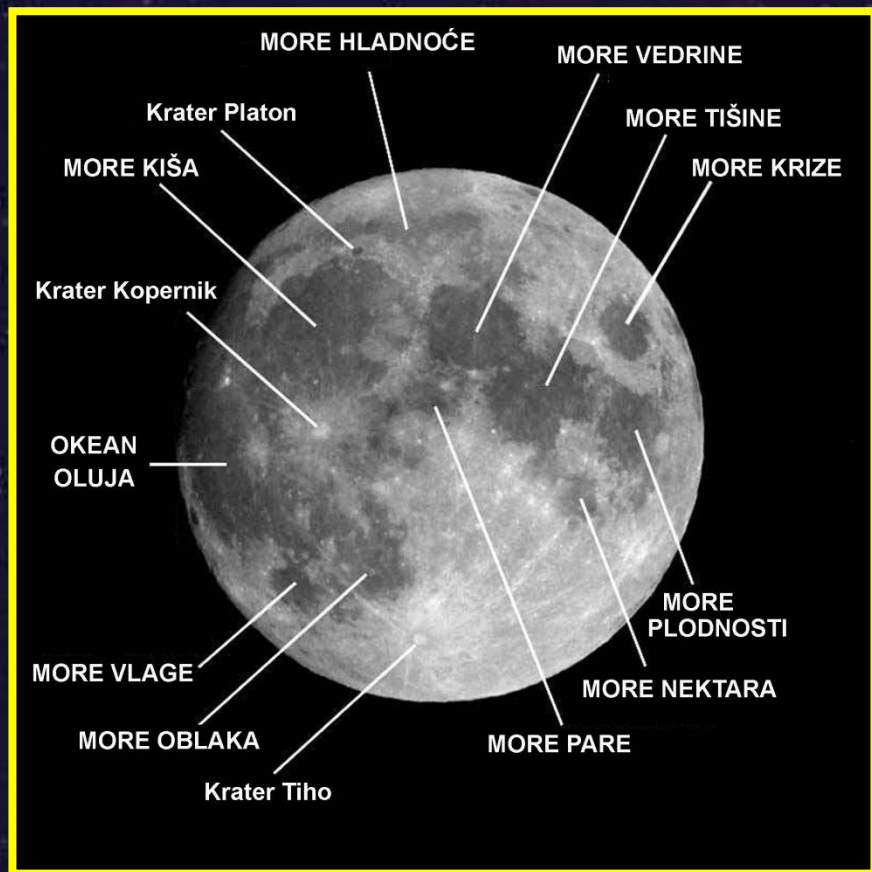
Najniža tačka: -9.12 km (na Zemlji -10.97 km)

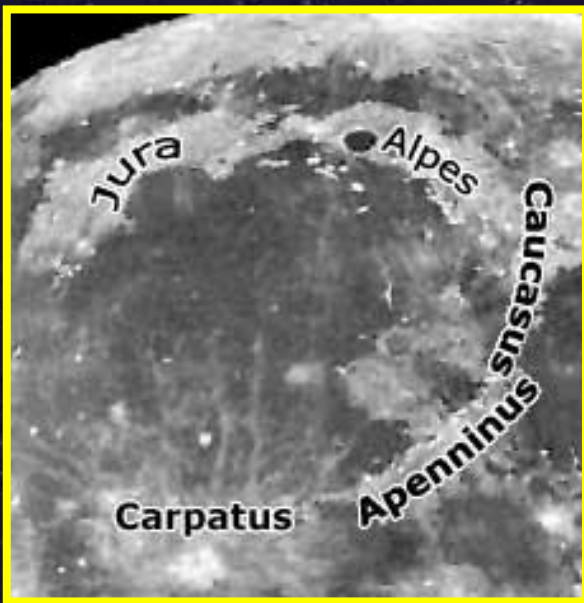
Najviša tačka: 10.78 km (na Zemlji 8.849 km)

Visinska karta reljefa Mesca napravljena pomoću
LOLA - laserskog altimetra na Lunar Reconnaissance
Orbiter-a

LRO je napravio preko tri milijarde površinskih očitavanja koje je vršio laserski altmetar, potpuno je katalogizovao preko 5000 kratera širih od 20 km. Slika reljefa koja je dobijena pomoću LRO ukazuje da je on mnogo "krševitiji" nego što se ranije mislilo. Dobijeni obrasci ukazuju da su pre oko 3.8 milijardi godina dve asteroidne oluje šibale i Mesec i Zemlju.

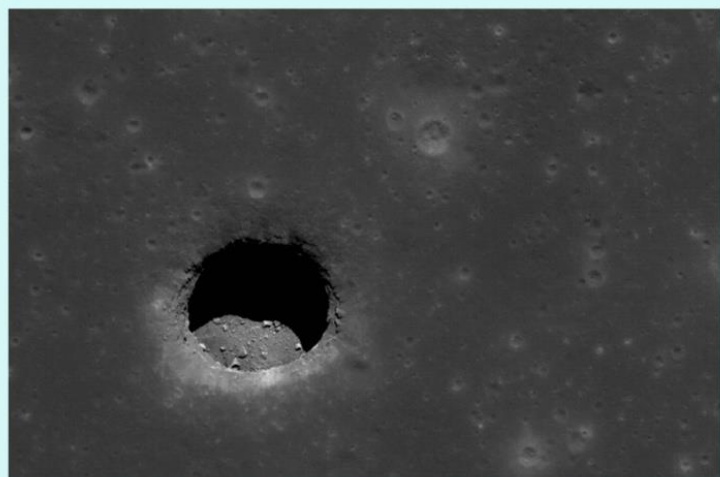
Mesečeva mora: na vidljivoj polulopti zauzimaju 30% površine, a na nevidljivoj samo nekoliko procenata (tamo se teže formiraju jer je kora deblja). Prečnik mora je između 500 i 1000km. Pokrivena su materijalom sličnom lavi. Najveće morsko prostranstvo je Okean Oluja, čija je veličina skoro kao Sredozemno more.



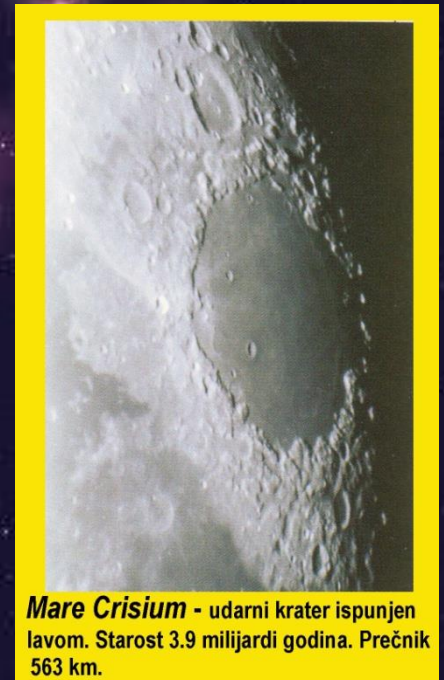
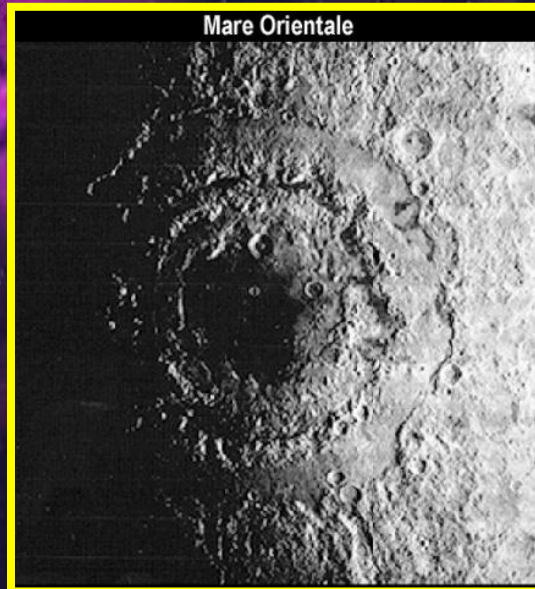


Većina mora je kružnog oblika ili su delovi kruga sa jednostrukim ili višestrukim sistemom prstenova.

More Kiša

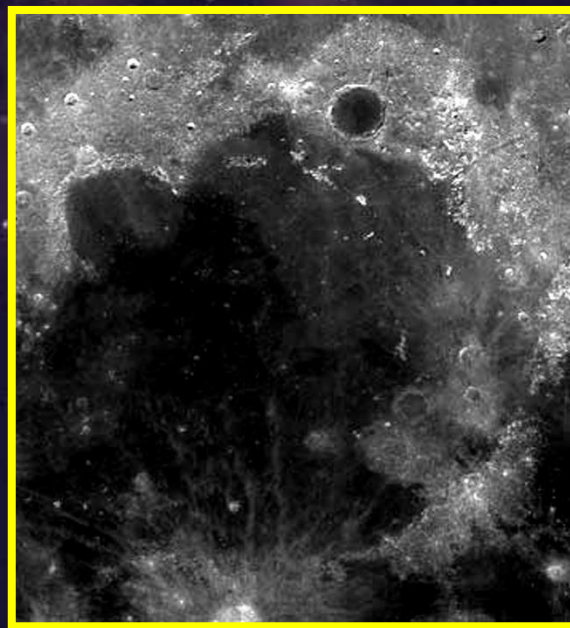
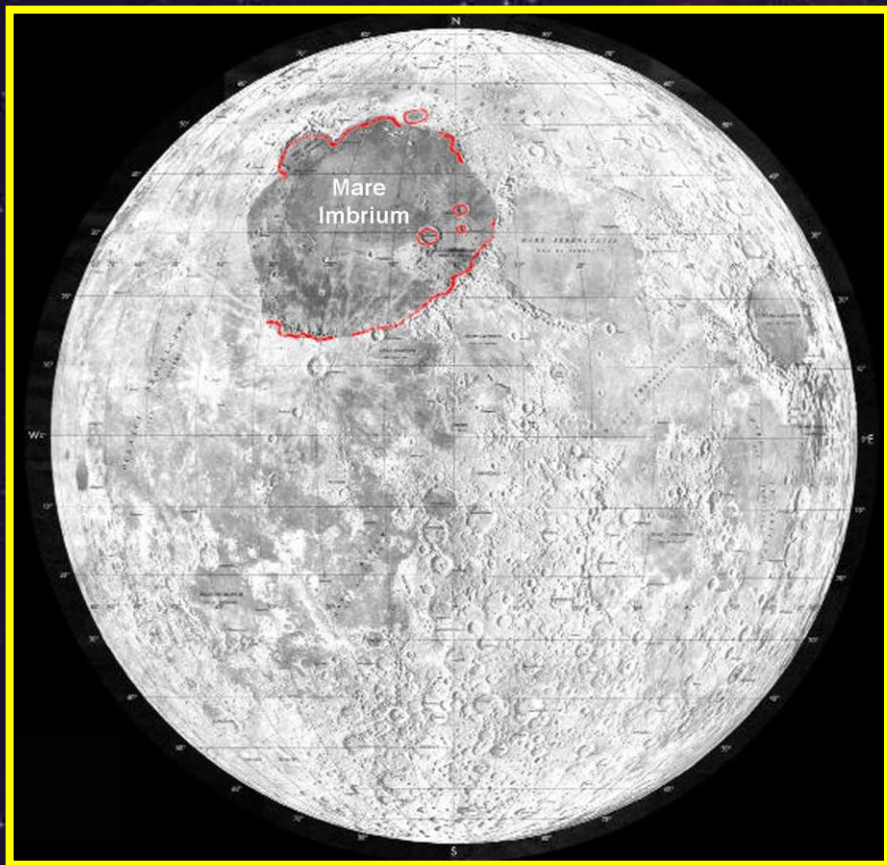


Predeo u Mare Tranquillitatis (More Tišine). Snimljeno sa Zemlje 24.4. 2010. Širina snimljenog dela Mesečeve površine je oko 400 m (NASA).



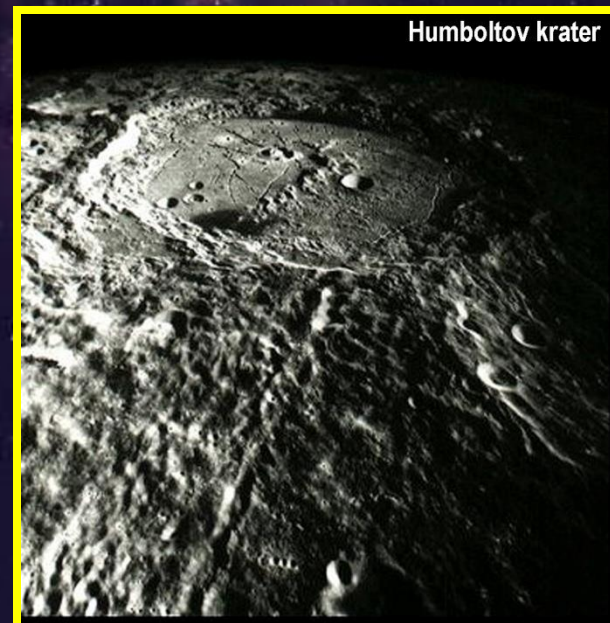
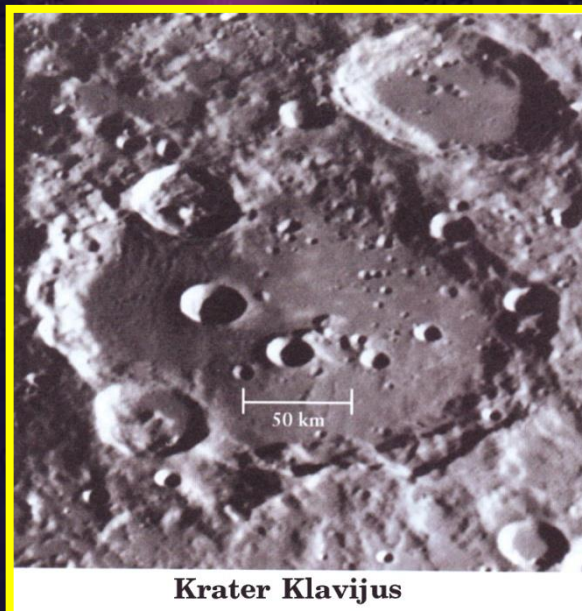
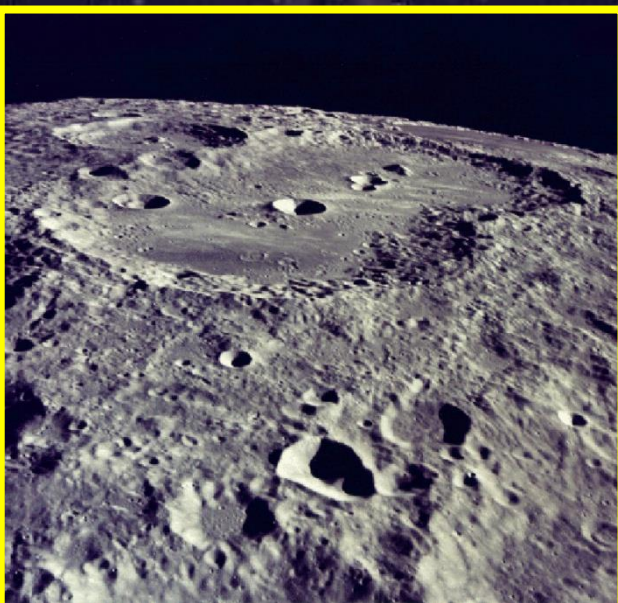
Mare Crisium - udarni krater ispunjen lavom. Starost 3.9 milijardi godina. Prečnik 563 km.

Najveće kružno more je More Kiša (Mare Imbrium) sa prečnikom od 1300km. Nastalo je pre 3.9 milijardi godina, udarom koji umalo nije raspolutio Mesec. Materijal od udara pokrio je čitavu površinu satelita.



Cirkovi – krateri okruženi planinama dužine do 250km i visine do 5km. Dno im je uglavnom niže od okoline. Primer je More Krize.

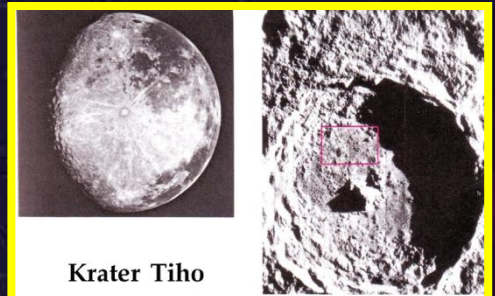
Krateri – nastali udarom meteorita brzine 72 000 km/h. Dimenzije kratera su oko 15 puta veće od dimenzija udarnog tela. Manji su od cirkova. Obično su kružni (95%), osim ako impaktor nije samo “očesao” površinu. Kratera većih od 1km ima preko milion.



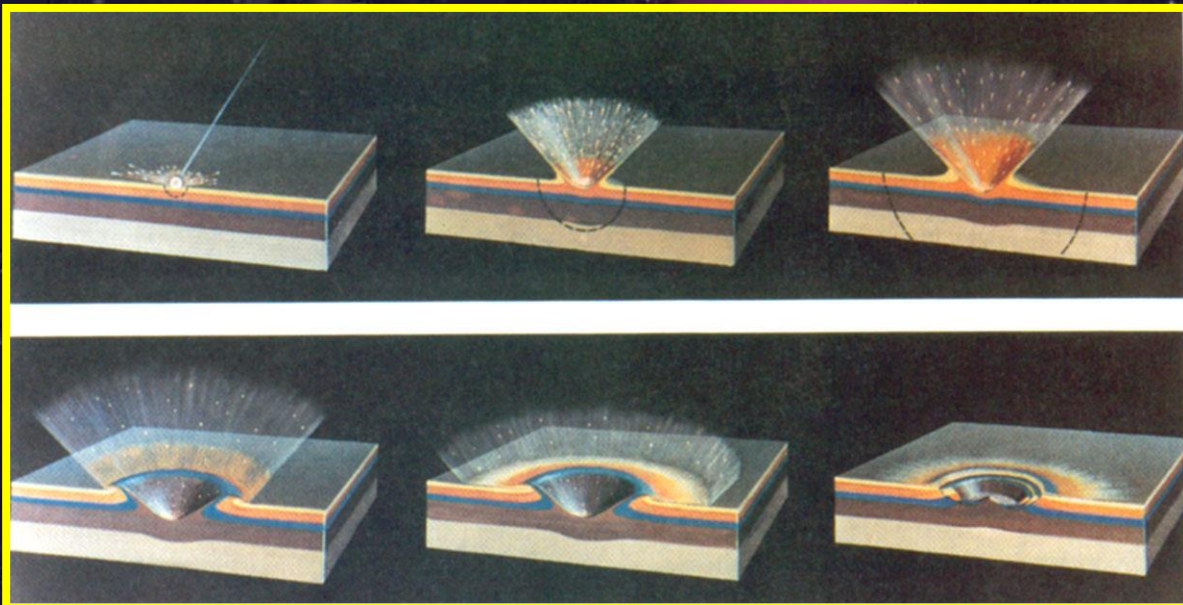
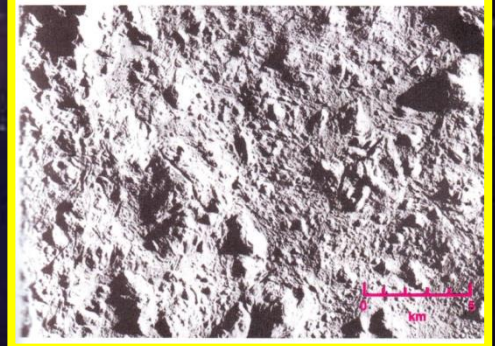
Manji od 10 km – oblik činije. Dubina 20% prečnika.

Između 10 i 150 km – spoljašnji zidovi urušeni u jamu. Obično imaju centralno uzvišenje. Duboki su nekoliko km.

Veći od 150 km – okruženi su planinskim prstenovima, nastalih očvršćavanjem talasa rastopljenog materijala.



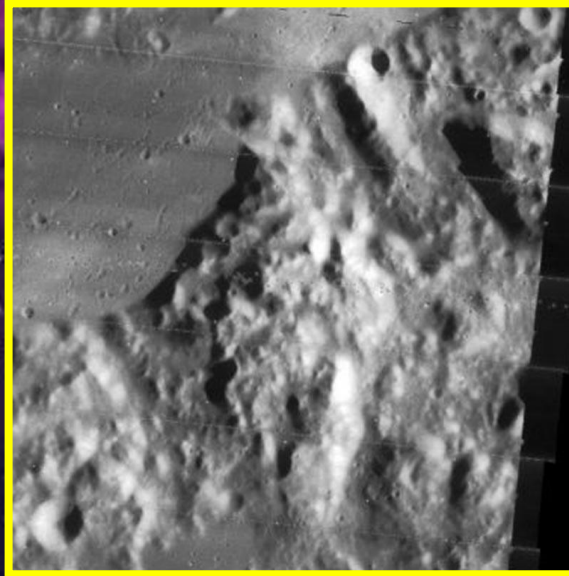
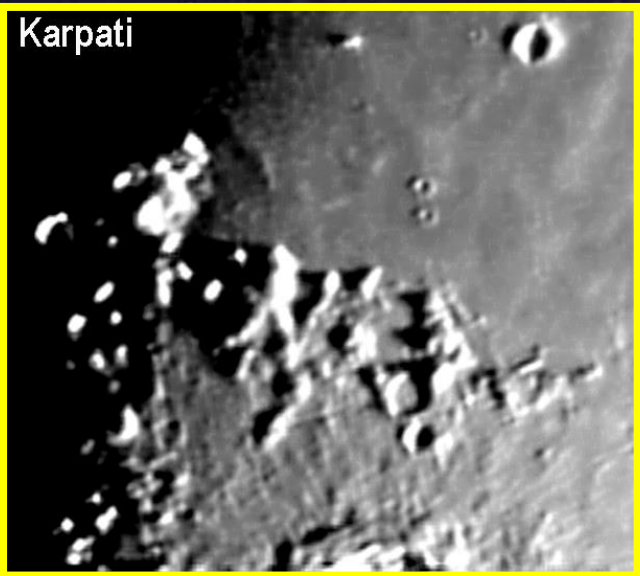
Krater Tiho



Aristarchus Crater - udarni krater star oko 300 miliona godina. Prečnik 37 km.

Planinski venci: dugi na stotine kilometara. Najviši je Lajbnicov vrh – 9km iznad srednjeg nivoa.

Karpati

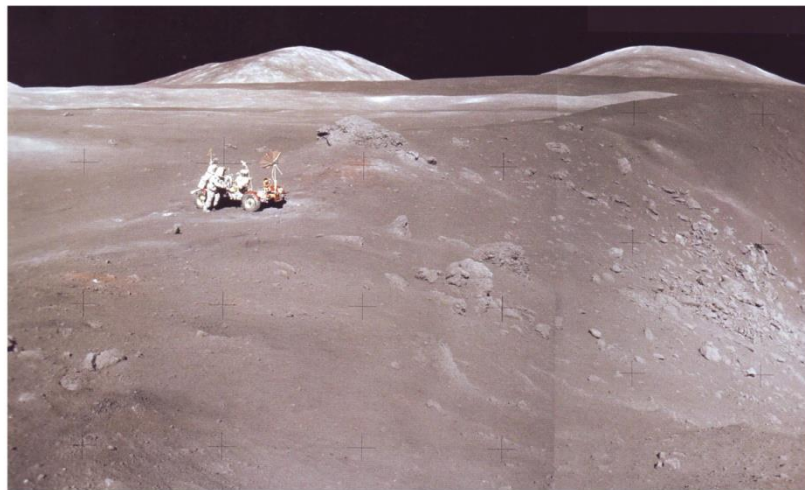
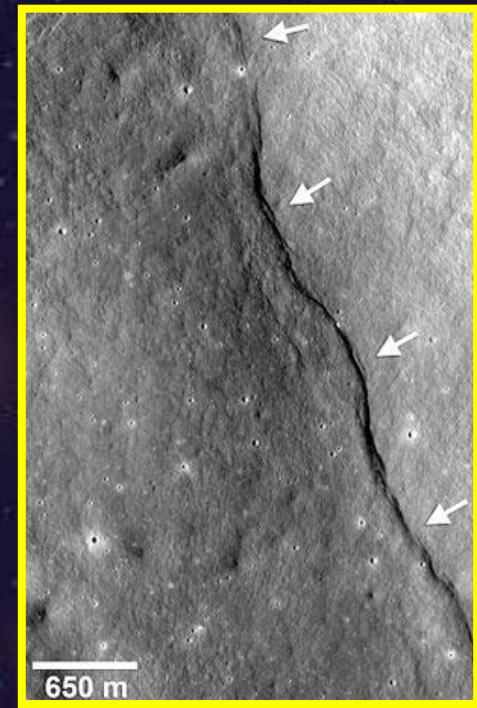


Montes Apenninus-
visina 3km, starost 3.9
milijardi godina, planinski
venac dužine 600 km oko
Mora kiše

Pukotine – do 100 km dužine. Širine i dubine po nekoliko stotina m.

Doline – širine do 10 km dužine 180 km i više.

Svetli zraci – iz kratera. Presecaju druge oblike reljefa. Primer zraka iz kratera Tihoo dužine skoro 4000 km.

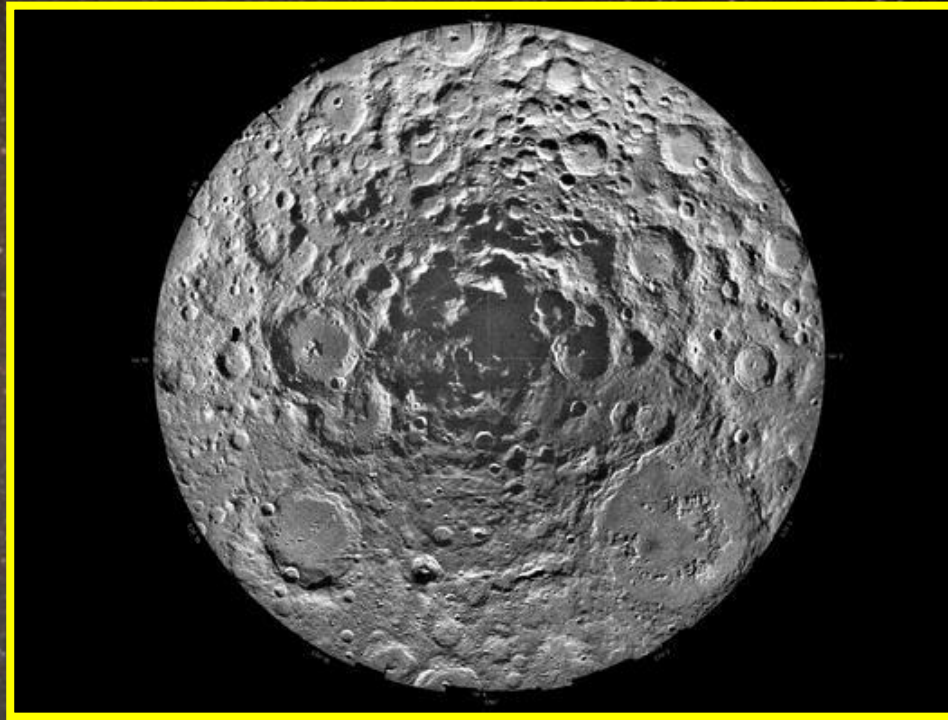


Dolina Taurus-Litrov na obodu Mora vedrine na tamnoj strani Meseca. Tu se decembra 1972. spustila poslednja misija sa ljudskom posadom (Apolo 17). Prečnik doline je oko 30 km. Nastala je pre 3.85 milijardi godina, ali sadrži i minerale olivina od pre 4.6 milijardi godina.



Voda na Meseću

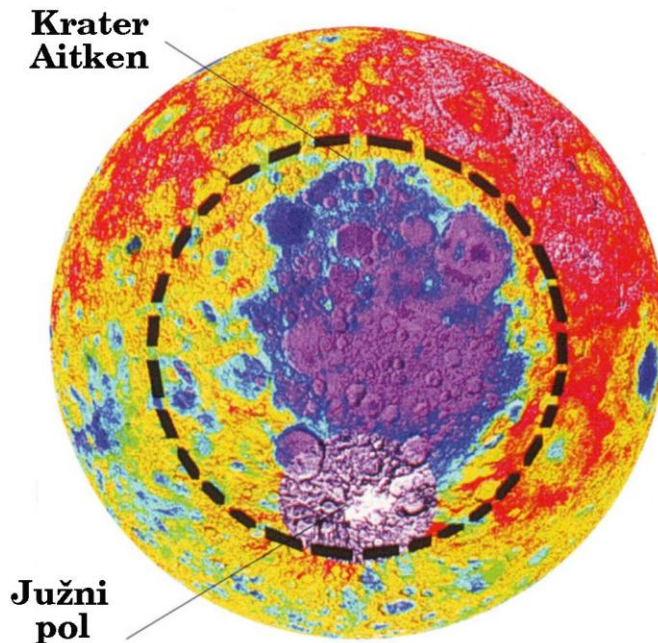
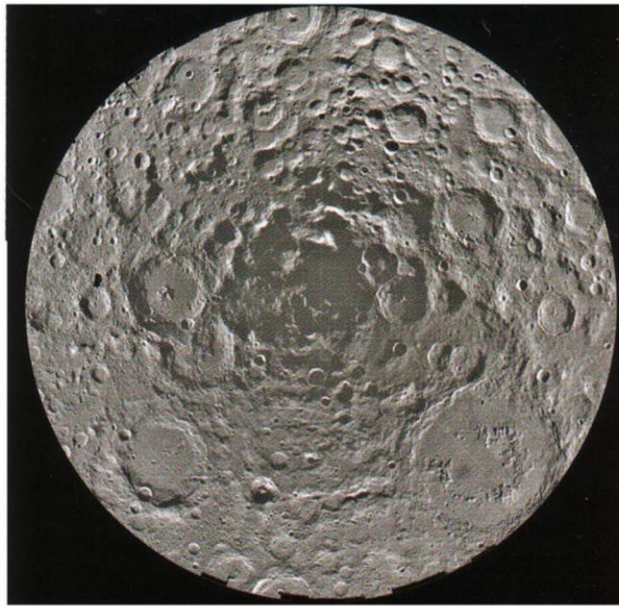
Postoji još jedna interesantna posledica udara tela u Meseć.



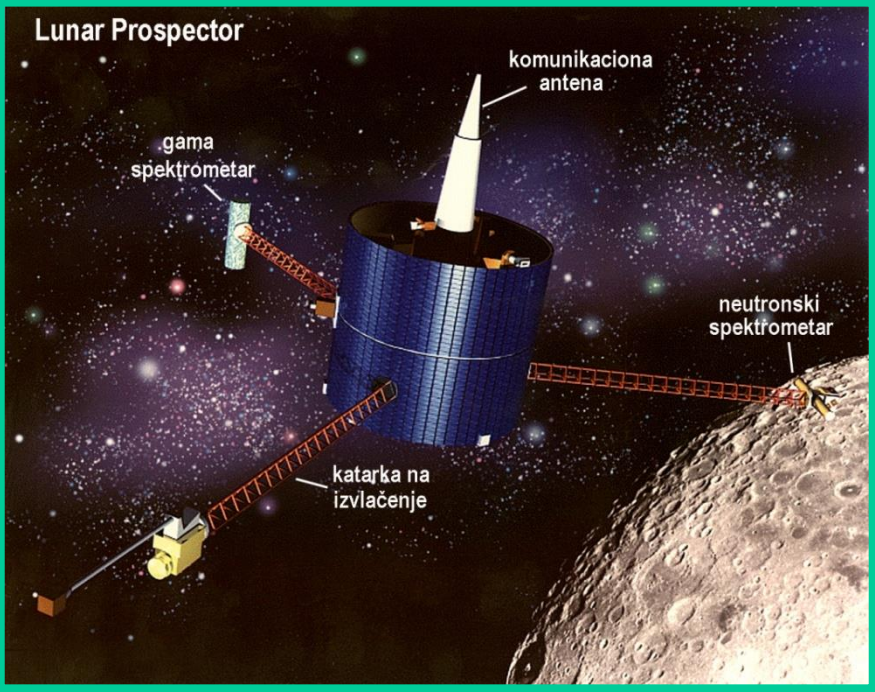
Clementine (1994.) je na južnom Mesečevom polu detektovala vodeni led.

Prisustvo vodonika potvrdilo je da na Mesečevim polovima postoji voda (kapilarna i zamrznuta), ostatak udara kometa.

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.



“Lunar Prospector” – namerno oboren 1999. u basen Eitken na južnom polu. Događaj praćen sa Zemlje i pomoću Hablovovog 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.

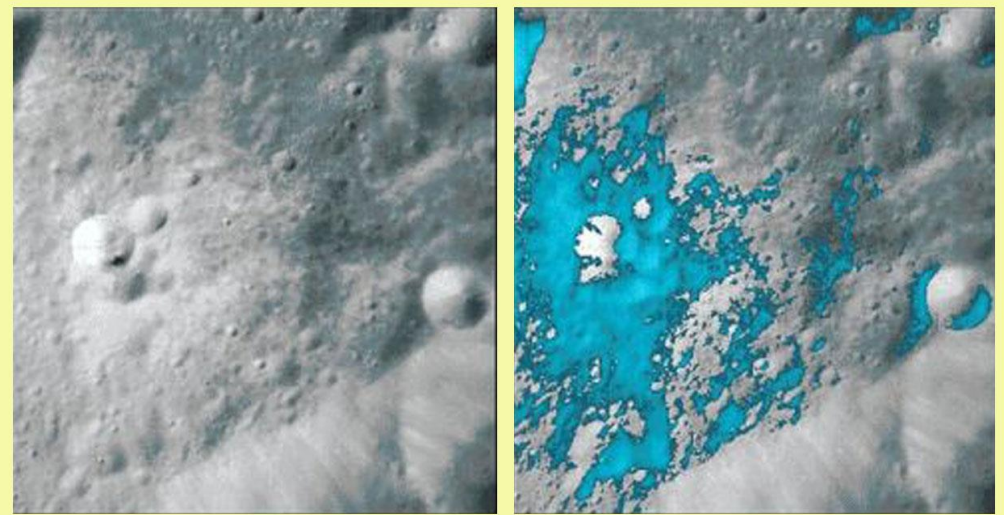
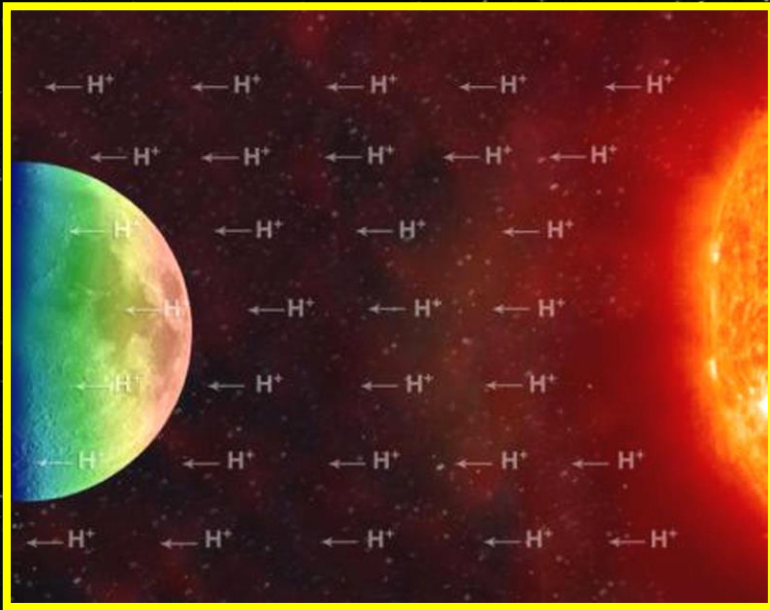


Misija trajala 158 dana i koštala je 63 miliona \$. Kružio je po polarnoj orbiti. Dimenzije sonde 1.4x1.6 m, masa 158 kg. Sadržao gama, neutronske, alfa spektrometar, magnetometar, elektronski reflektometar, Dopler gravitacioni eksperiment.



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.

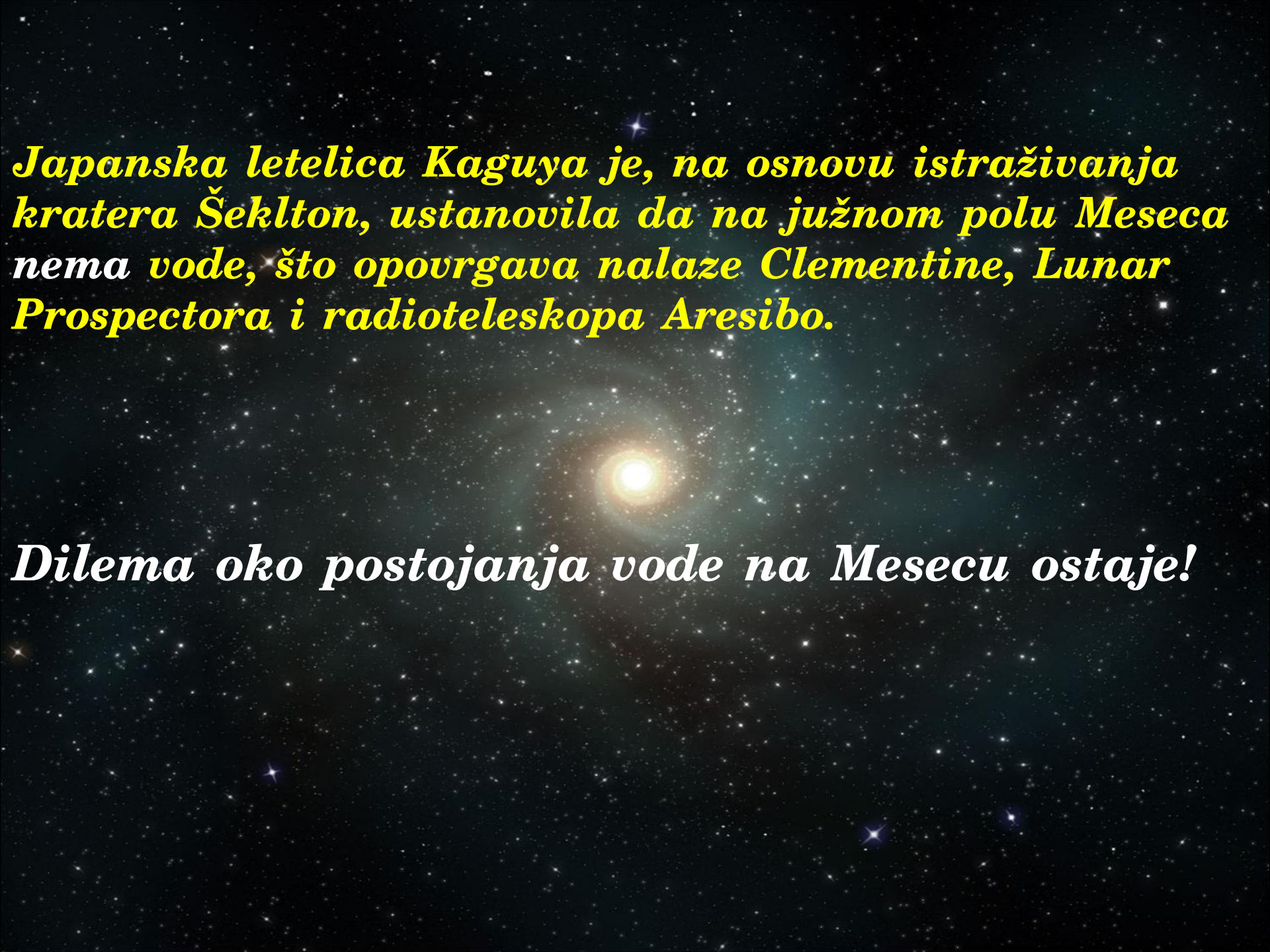
Prelet “Deep Impacta” i sonde “Cassini” pored Meseca potvrdili su i postojanje endogene vode, koja je nastala na samom satelitu. Ove vode ima više nego što se i moglo pretpostaviti. Njena koncentracija u tlu je mala i difuzno je raspoređena po čitavoj površini. Ima je oko 1l po toni tla.



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.

A background image of a starry night sky. In the center, there is a bright, glowing yellow star with a soft, circular halo. The rest of the sky is dark, filled with numerous smaller, distant stars of varying brightness and colors, including some blue and white ones. The overall effect is a deep, cosmic space scene.

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

Dilema oko postojanja vode na Mesecu ostaje!

Како је настао Месец?

И рече Бог: нека буде свјетлост. И би свјетлост.



*И створи Бог два видјела велика:
видјело веће да управља даном,
и видјело мање да управља ноћу,
и звијезде.*

(Прва књига Мојсијева која се зове Постање)

Stvarno kako je nastao Mesec?

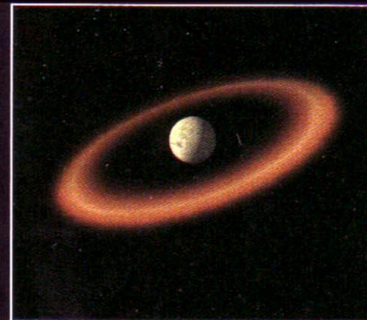
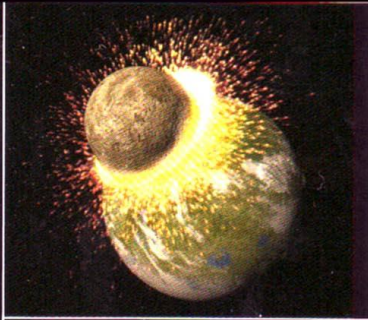


Postoji nekoliko teorija:

- 1. Binarni sistem Zemlja–Mesec nastao je pre 4.8 milijardi godina od iste mase, pa bi oba tela trebalo da imaju isti sastav. Sastav ova dva tela je sličan, ali ima i značajnih razlika. Na Mesecu su manje zastupljeni lako topivi isparljivi materijali, nema vode, ni oksida gvožđa. Ova teorija je napuštena. Kujper je 1954. modifikovao – radioaktivnost je otopila Mesečevo jezgro i dobar deo njegove mase je odbačen ka Zemlji. Zato se danas razlikuju gustine ovih tela ($\rho_Z=5.5 \text{ g/cm}^3$, $\rho_M=3.3 \text{ g/cm}^3$).*
- 2. Dž. Darwin: Pre 4 milijarde godina Zemlja je brže rotirala (dan trajao 5h). Mesec se “otkačio” od Zemlje. Fišer je tvrdio da je tako nastao Pacifički basen. Teorija nije mogla da objasni nagnutost Mesečeve ose u odnosu na Zemljin ekvator.*

3. Harold Urey i Horst Gerstekorn – Mesec je nastao kondenzacijom gasova u dubini Sunčevog sistema. Zbog neke anomalije (npr. udara asteroida) gurnut je u Zemljino privlačno polje, gde se sa bliske orbite ustalio na današnju. Problem: nesklad sadašnjeg kretanja Meseca i vremenskog perioda za to. Gilbert, Vegener i Mek Donald su napravili modifikaciju ove teorije – Zemlja je privukla više malih protoMeseca koji su se spojili u jedno telo. Teorijom bi se rešio problem putanje i mase, ali bi u tom slučaju Mesec morao da bude star manje od milijardu godina, a istraživanja pokazuju da su planinski venci na Mesecu znatno stariji.

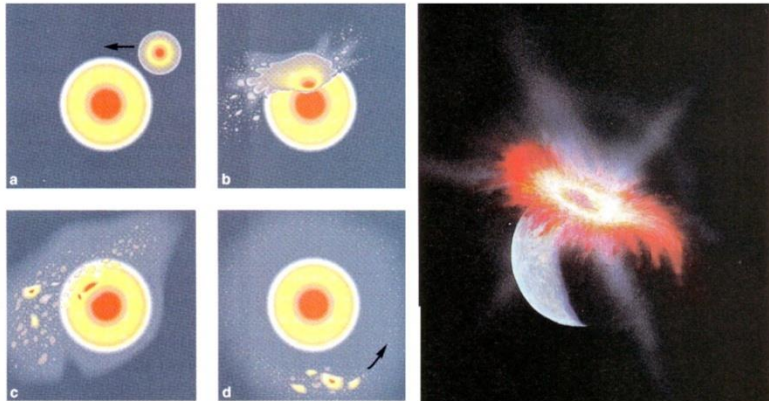
Nastanak Meseca



4. Danas najprihvatljiviju teoriju dali su V. Hartman i D. Dejvis 1975. godine. Po ovoj teoriji se tvrdi da je pre (4.527 ± 0.010) milijardi godina (30–50 miliona nakon nastanka Sunca) Mesec nastao u sudaru jednog tela veličine Marsa sa, u to vreme, polurastopljenom Zemljom. Kameron i Vord su izračunali da su dimenzije tog tela morale da budu $1/3 R_Z$ ili čak $1/2 R_Z$. Telo su nazvali Teja.

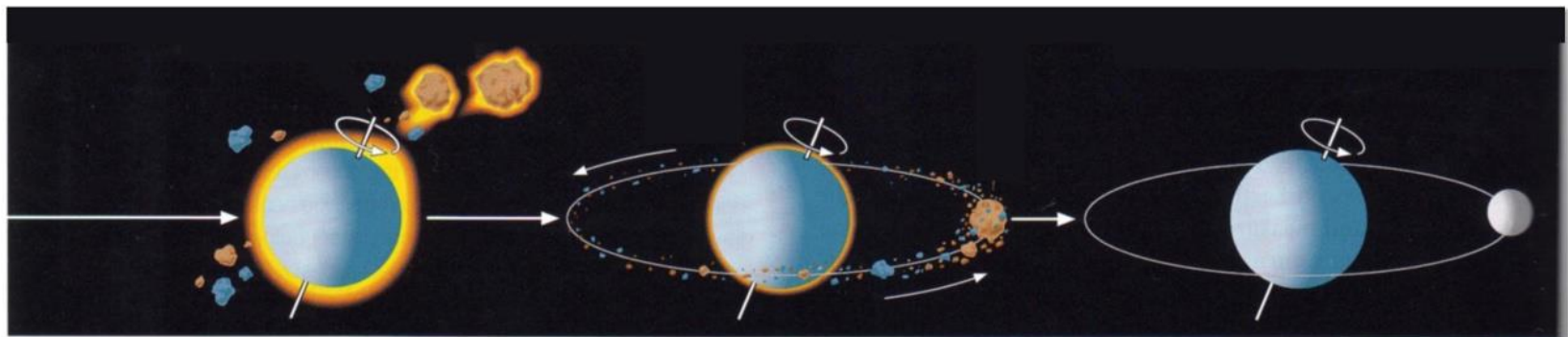
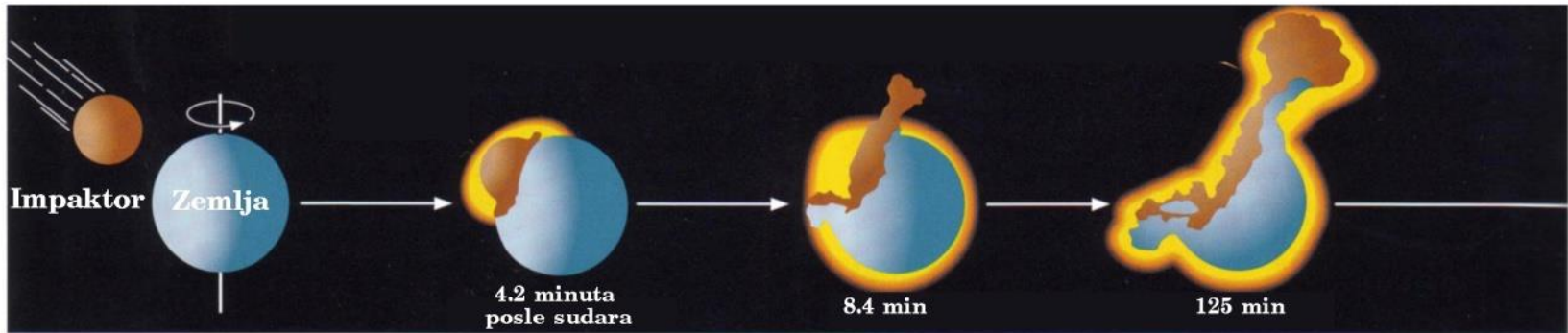
Telo je udarilo u Zemlju pod velikim uglom. Površinski omotač Zemlje i telo impaktora su isparili i odleteli u okolinu planete. Rastopljena Zemlja je ponovo očvrsla, a od odbačenog oblaka kondenzacijom je nastao Mesec. Prvobitna orbita Meseca bila je mnogo bliže Zemlji od današnje. U to vreme dan na Zemlji trajao je oko 10 h. Zbog plimskih delovanja Mesec je prešao na današnju orbitu, a dan na Zemlji poprimio je današnje trajanje.

Nastanak Meseca

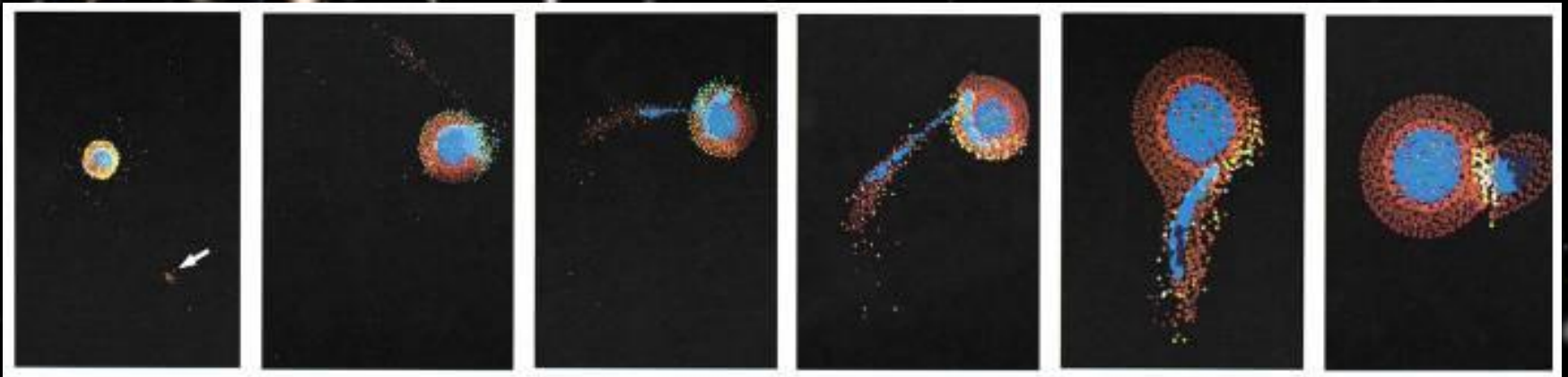


U sudaru je stvoren Mesec, ali je došlo i do promena u Zemljinom kretanju. Danas Mesec deluje stabilizirajuće na kretanje Zemlje.

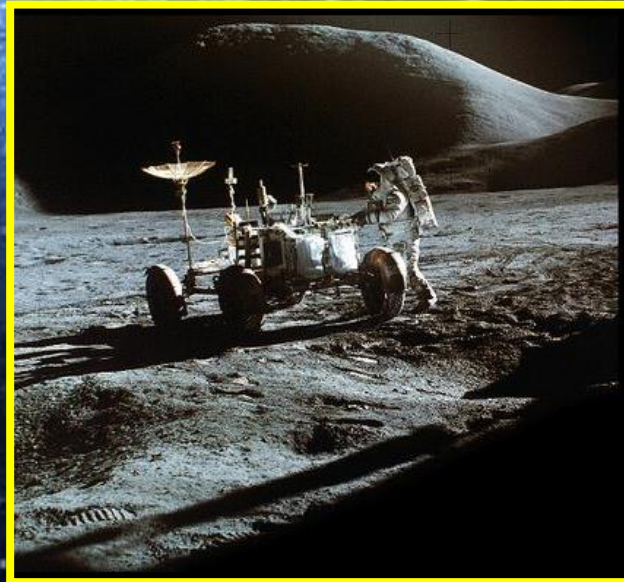
Nastanak Meseca i nagninjanje Zemljine ose

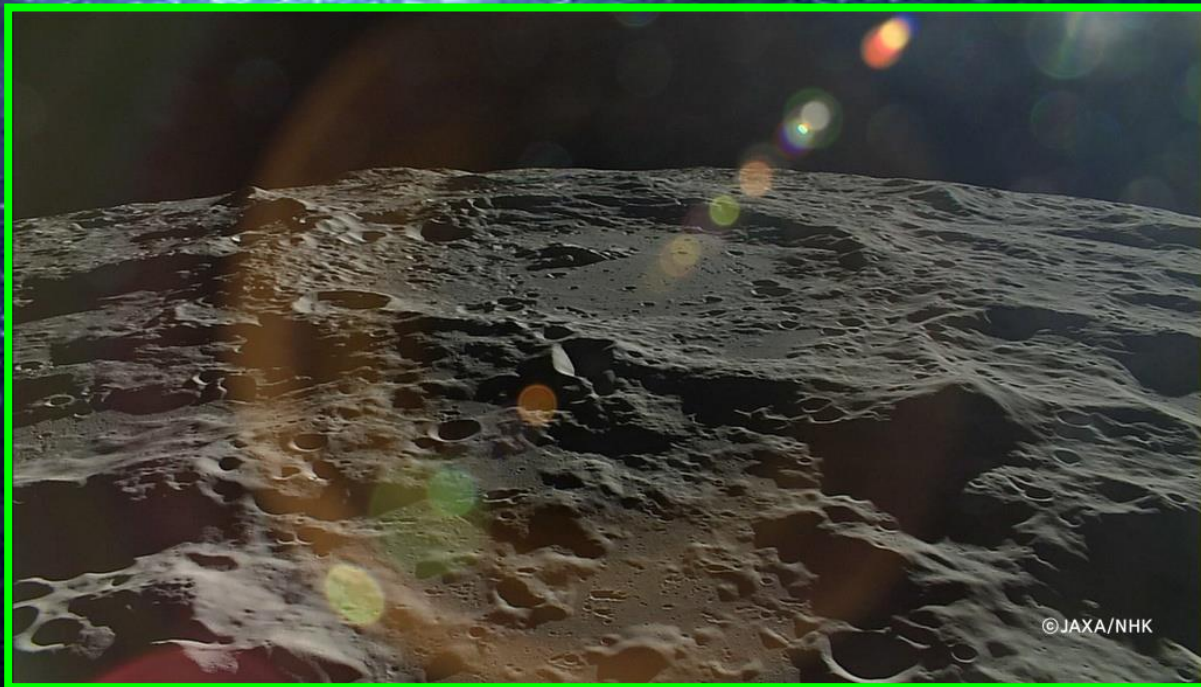
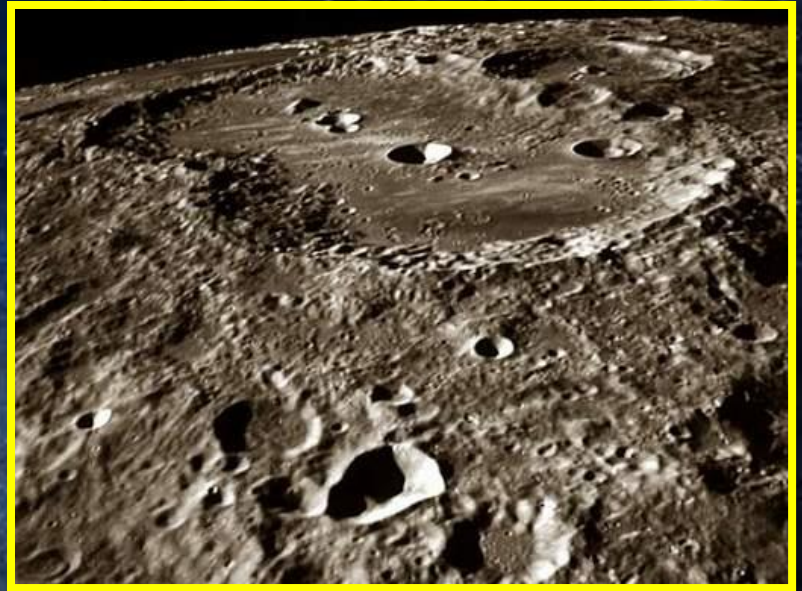


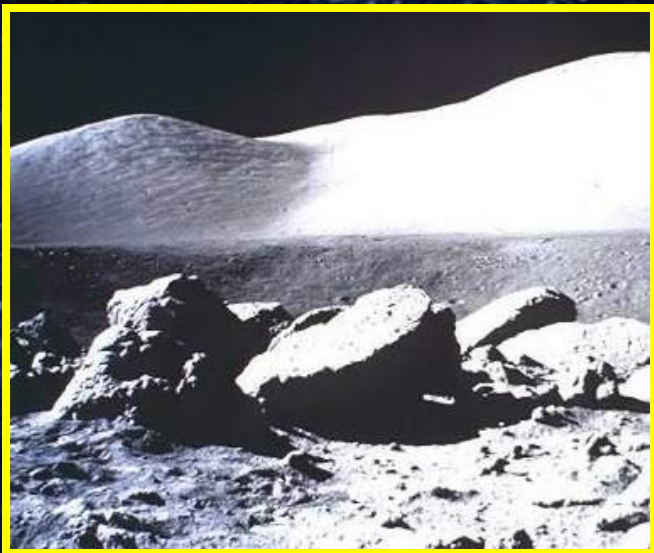
Periodi Mesečeve rotacije i revolucije brzo su se poklopili po njegovom nastanku. Uticaj Zemlje doveo je do velikih razlika u izgledu strana. Tamna strana je za 5km u proseku viša od svetlije u odnosu na centar masa koji je bliže Zemlji, a kora je na toj strani za 26 km deblja. Pošto je vidljiva strana niža, tu je vulkanska magma lakše isplivala na površinu i kroz pukotine plavila niske predele najvećih kratera, stvarajući bazaltna mora.



Još malo prizora sa Mesečine...







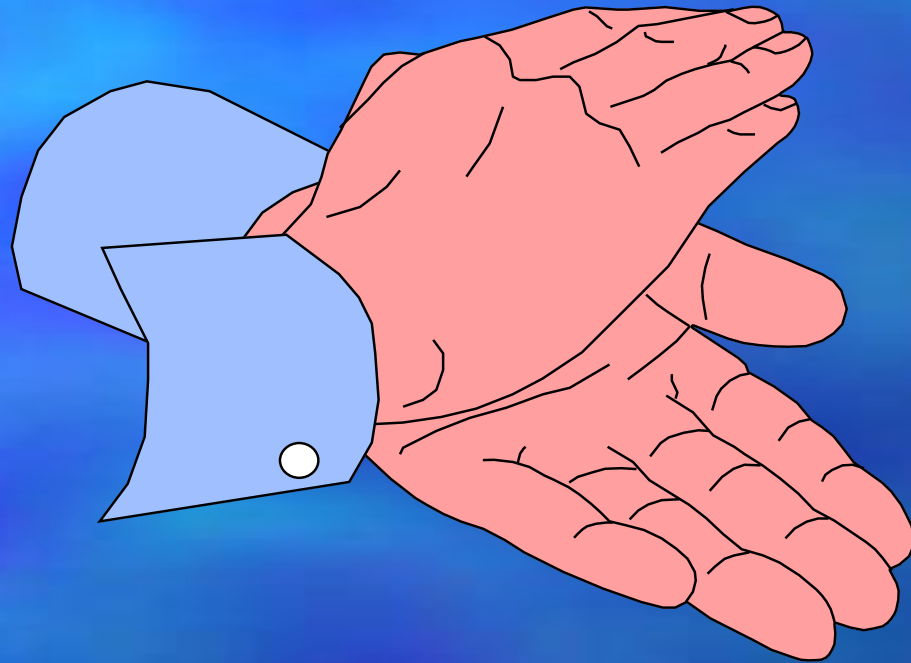
Možda ćete uz pomoć ovakvih snimaka i surovo realnih činjenica male bolje sagledati kakav je naš satelit.

A možda je bilo bolje da sve to nismo znali?

Onako je bilo romantičnije!



Kraj (konačno)!



HVALA NA PAŽNJI

