

Prof.dr Dragan Gajić

Uvod u astronomiju



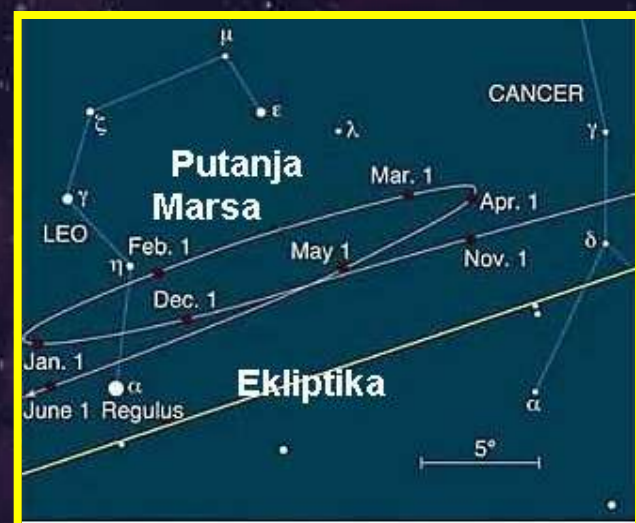
The background of the slide is a deep space image featuring a dark blue and black field filled with numerous small white stars. Several prominent galaxies are visible, including a large, bright, pinkish-purple spiral galaxy in the upper right corner and a complex, multi-colored (pink, purple, and blue) galaxy structure in the lower center. The overall aesthetic is that of a cosmic or astronomical theme.

Gravitaciona dejstva

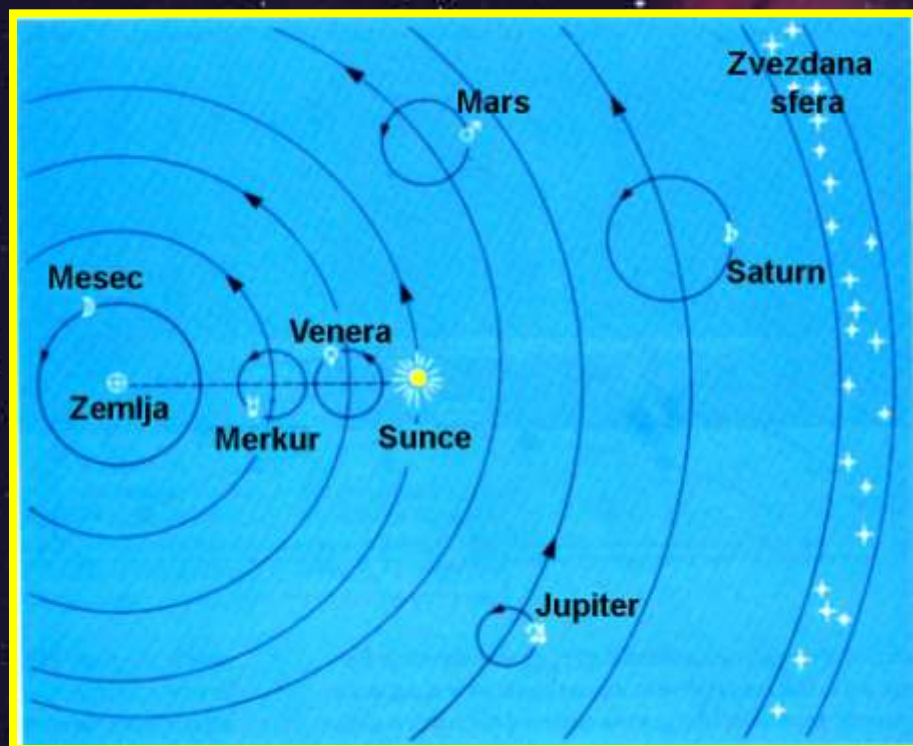
Prividna kretanja planeta i geocentrični sistem

Obrtanje nebeske sfere i prividno kretanje planeta i Sunca uticali da je dugo preovladavalo mišljenje da je Zemlja u središtu sveta. Modeli kojima se pokušavalo da se objasni kretanje planeta u obliku petlji najčešće nisu u tome uspevali.

Reč "planeta" potiče od grčke reči $\pi\lambda\alpha\nu\eta\tau\eta\sigma$ (koji luta), s obzirom na godišnji način kretanja po nebu i pravljenje "petlji".



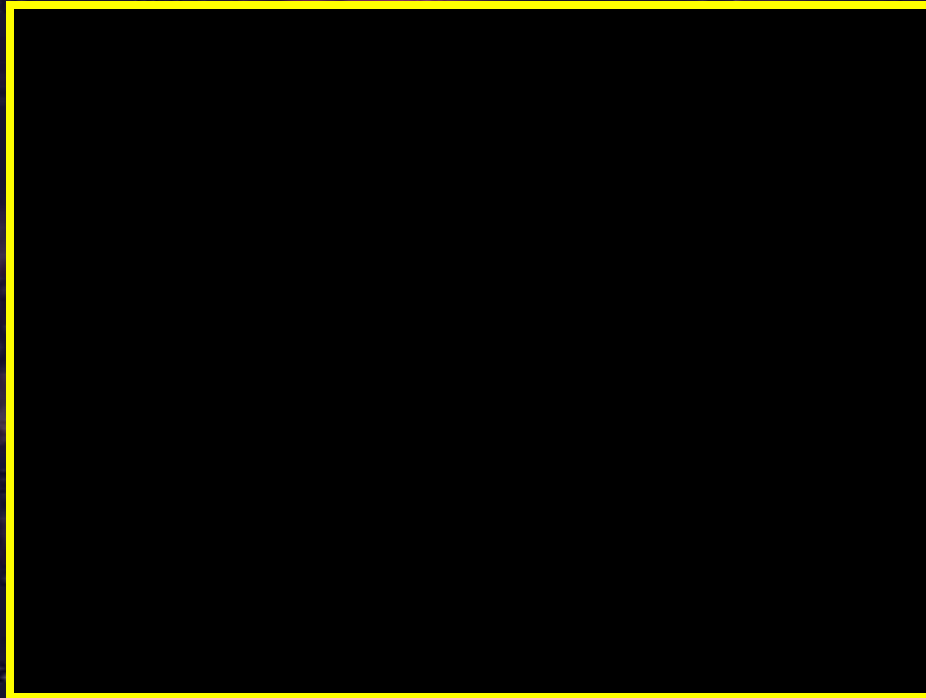
Geocentrični model Klaudija Ptolomeja: u središtu sveta je Zemlja, koja je nepokretna, a oko nje kruže, pričvršćena za kristalne sfere Mesec, Merkur, Venera, Sunce, Mars, Jupiter i Saturn.



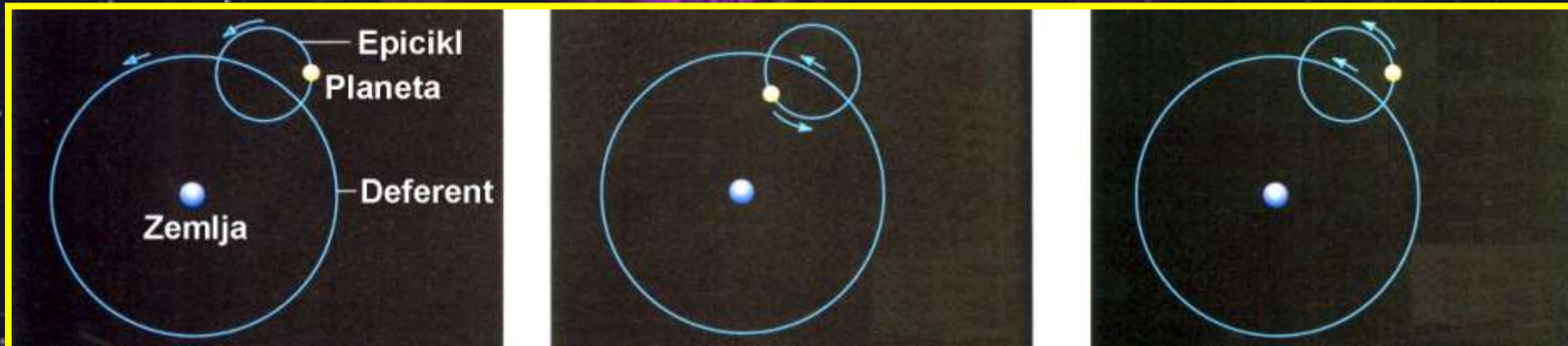
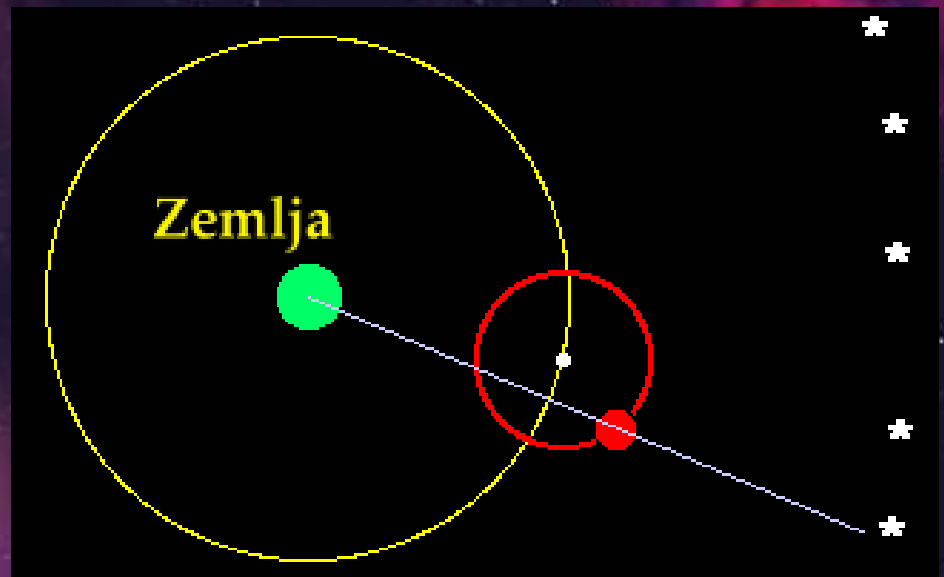
Na najudaljenijoj, osmoj sferi nalaze se pričvršćene zvezde.

Po Ptolomejevom modelu, ova tela se oko Zemlje kreću po velikim kružnicama, koje su nazvane *deferenti*. Da bi se objasnilo kretanje planeta po “petljama”, uvode se i manje kružnice – *epicikli*. Planete se, u stvari, kreću po njima.

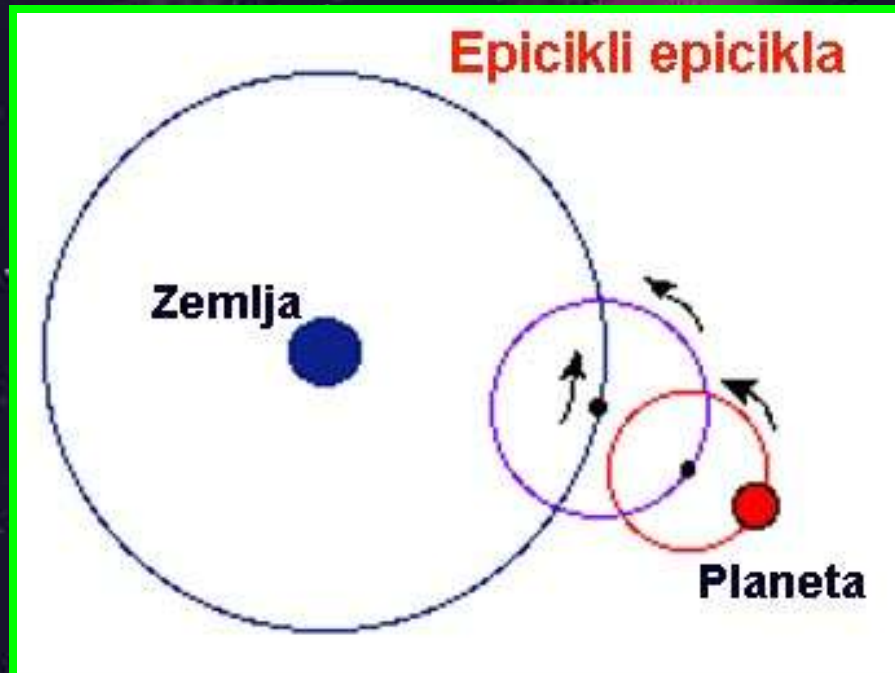
Centri epicikla se u direktnom smeru kreću po deferentima.



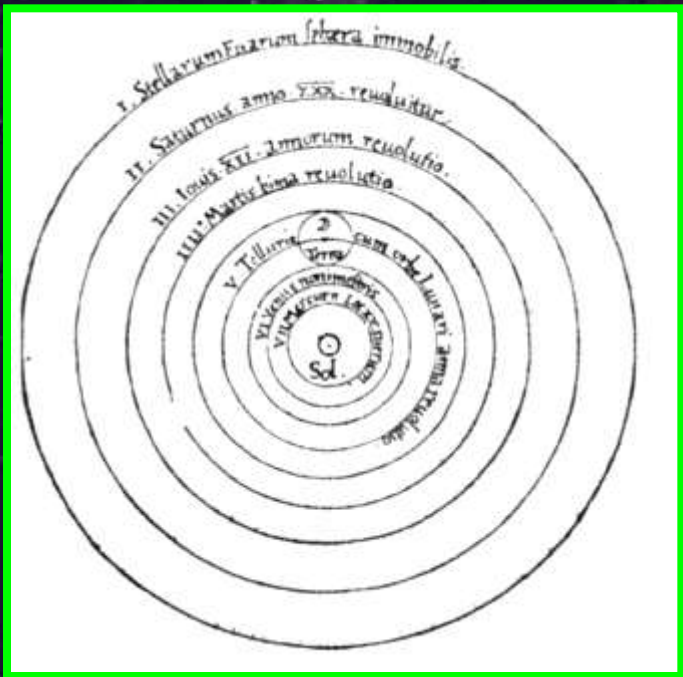
Kao rezultat slaganja kretanja planete po epiciklu i epicikla po deferentu, dobija se kretanje planete sa "petljom" u jednom delu njene putanje.



Ptolomejevi proračuni “petlji” uz pomoć uvođenja epicikla nisu se podudarali sa stvarnom slikom na nebu. Korekcije modela vršene su uvođenjem novih epicikla, epicikla epicikla, itd. Na kraju je, nakon 14 vekova dominacije ovog modela, broj epicikla narastao na 80. Slika kretanja planeta na nebu dobijena pomoću ovog modela postala je još haotičnija, a odstupanja od stvarne situacije na nebu bila su i dalje prisutna i velika.

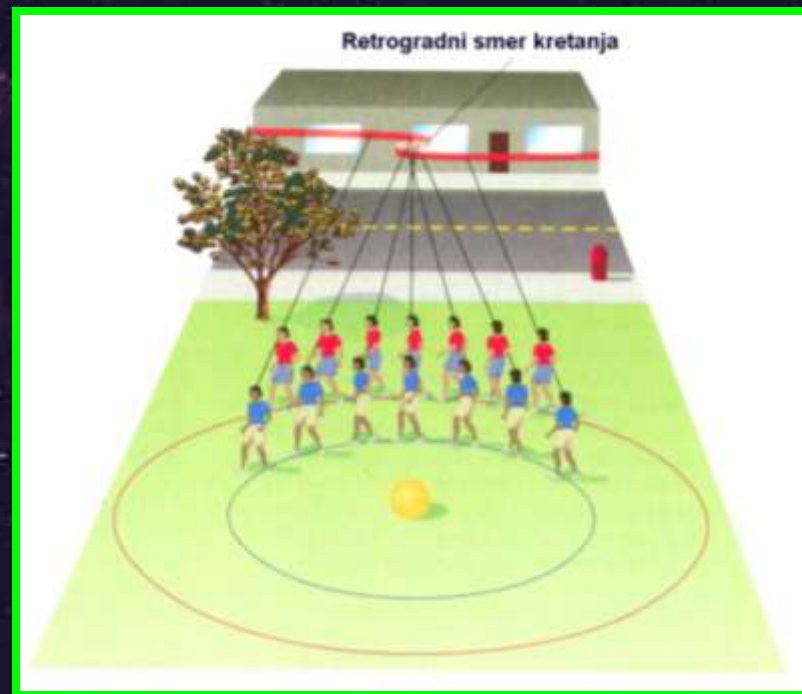
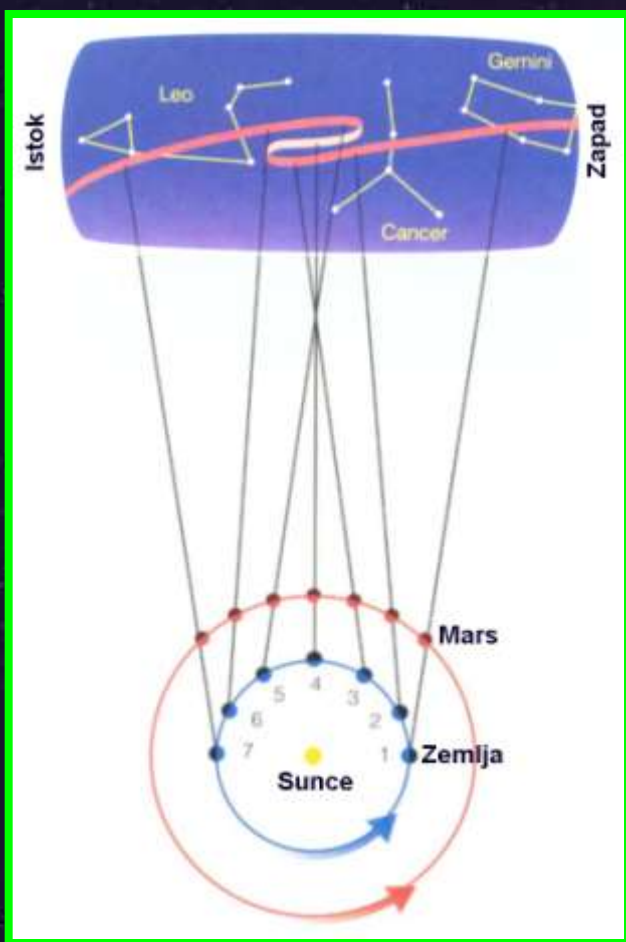


Heliocentrični sistem sveta
Nikola Kopernik je
nagovestio 1514. godine, a
1530. godine (neposredno
pre smrti Kopernika)
objavljeno je delo “De
revolutionibus orbium
coelestium” (“O kruženju
nebeskih sfera”).

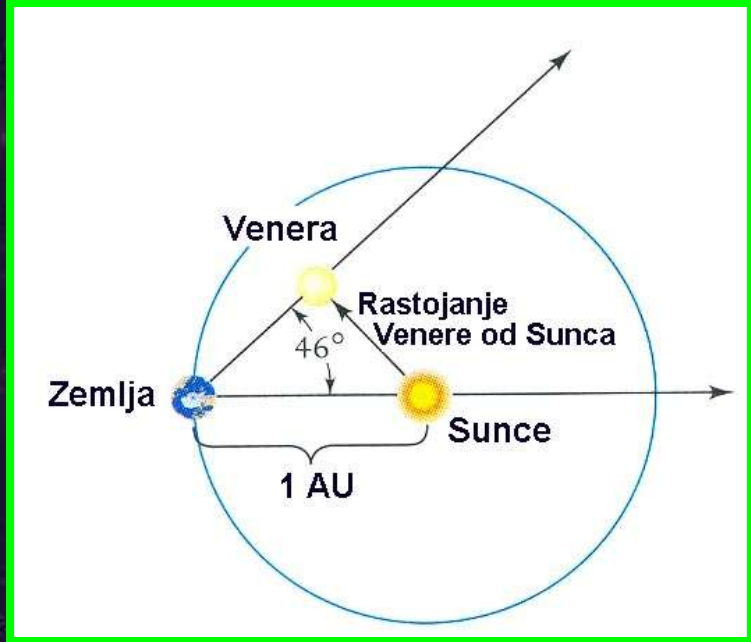


Po ovom modelu u središtu sveta
nalazi se Sunce, a oko njega
kruže Zemlja i ostale planete,
kao i sfera sa nepokretnim
zvezdama. Mesec kruži oko Zemlje,
i sa njom oko Sunca.

Heliocentrični sistem vrlo je uspešno objasnio kretanje planeta po "petljama".

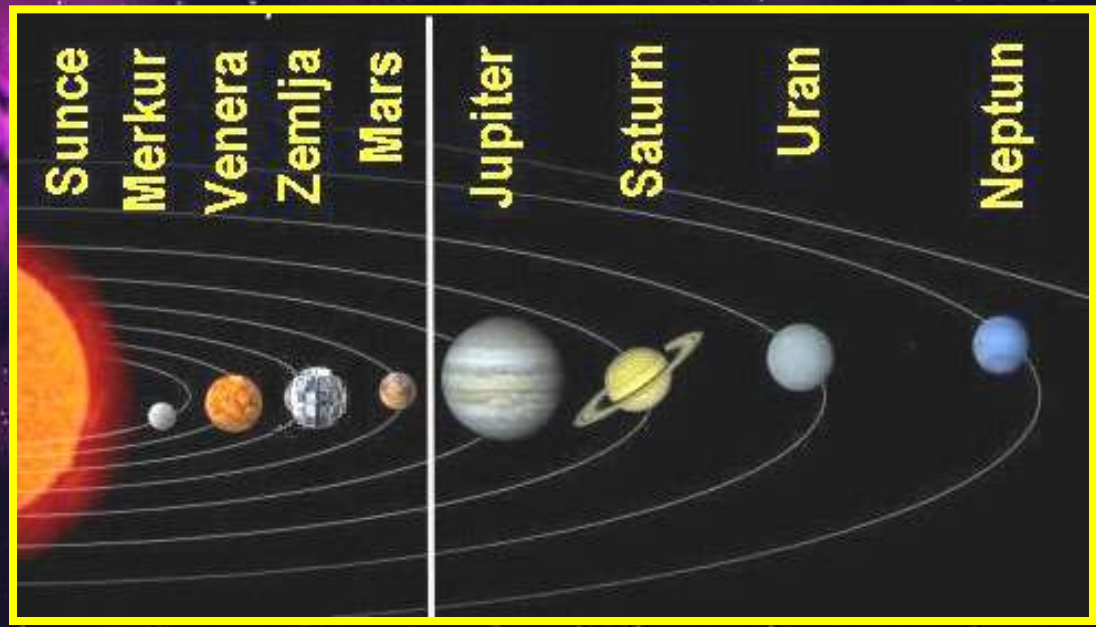


Kopernik je, na osnovu svog modela, uspešno izračunao udaljenost planeta od Zemlje i Sunca. Uspešno je odredio i periode njihovog obilaska oko Sunca.

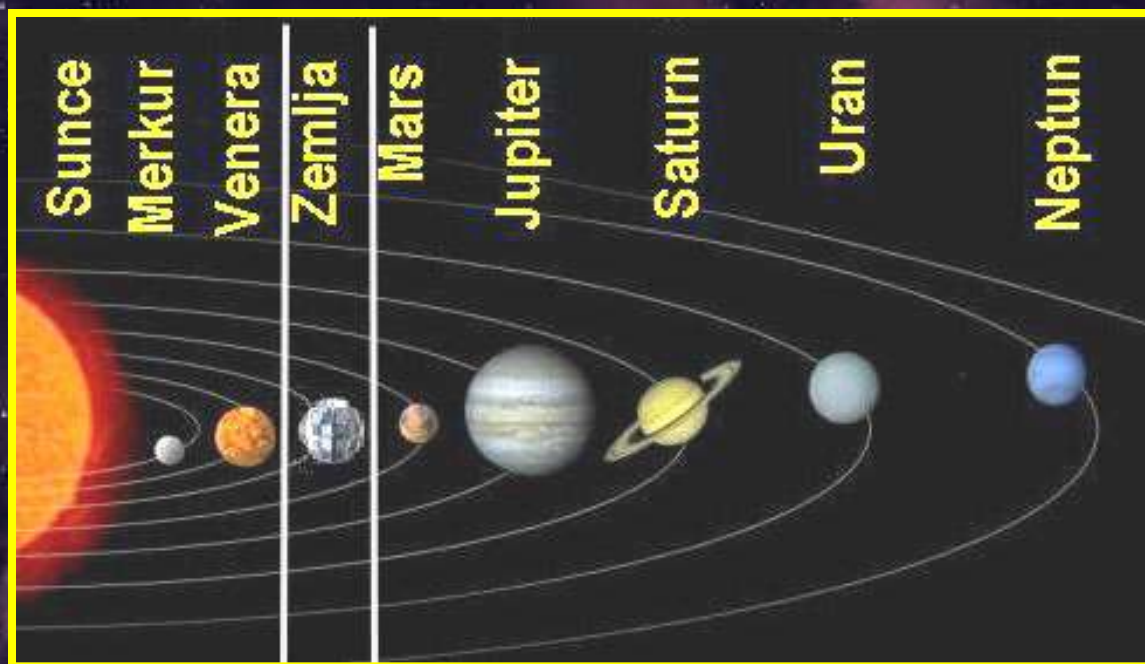


Postoji više različitih podela planeta.

Po jednoj one se dele na planete Zemljinog (terestričke) i Jupiterovog (jovijanske) tipa.



Planete se dele i na unutrašnje (donje) i spoljašnje (gornje).

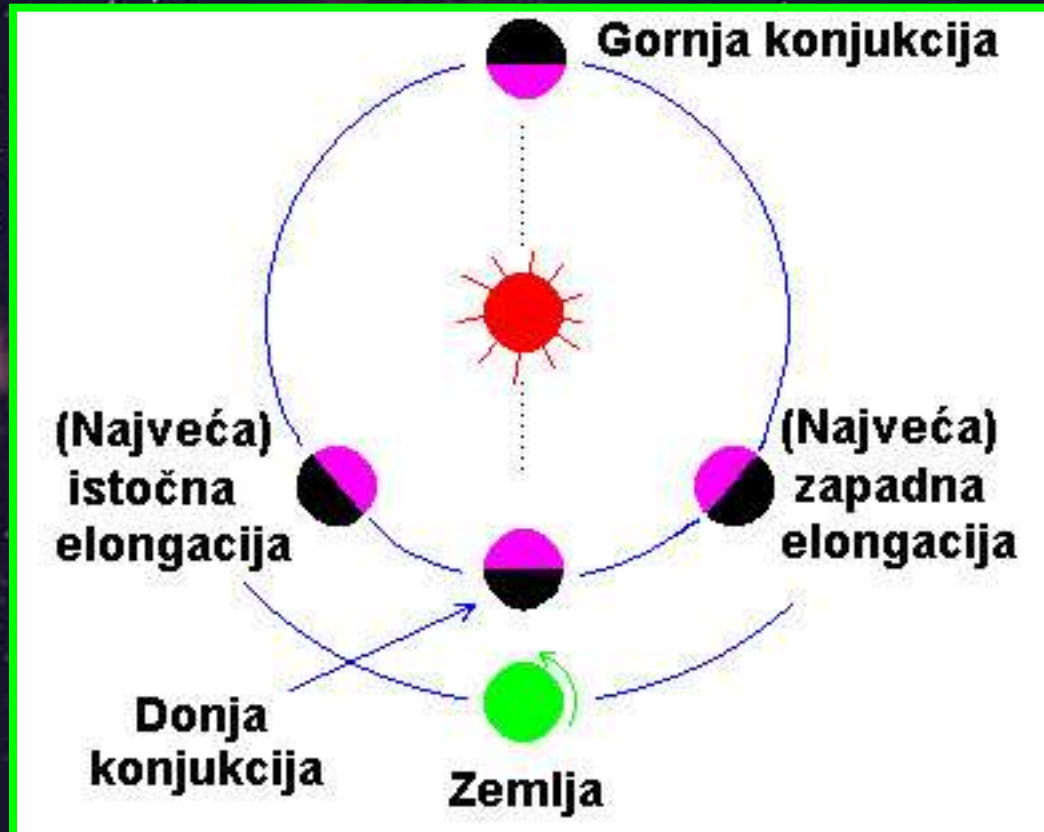


Kod položaja Zemlje, Sunca i drugih planeta mogu se uočiti značajni položaji.

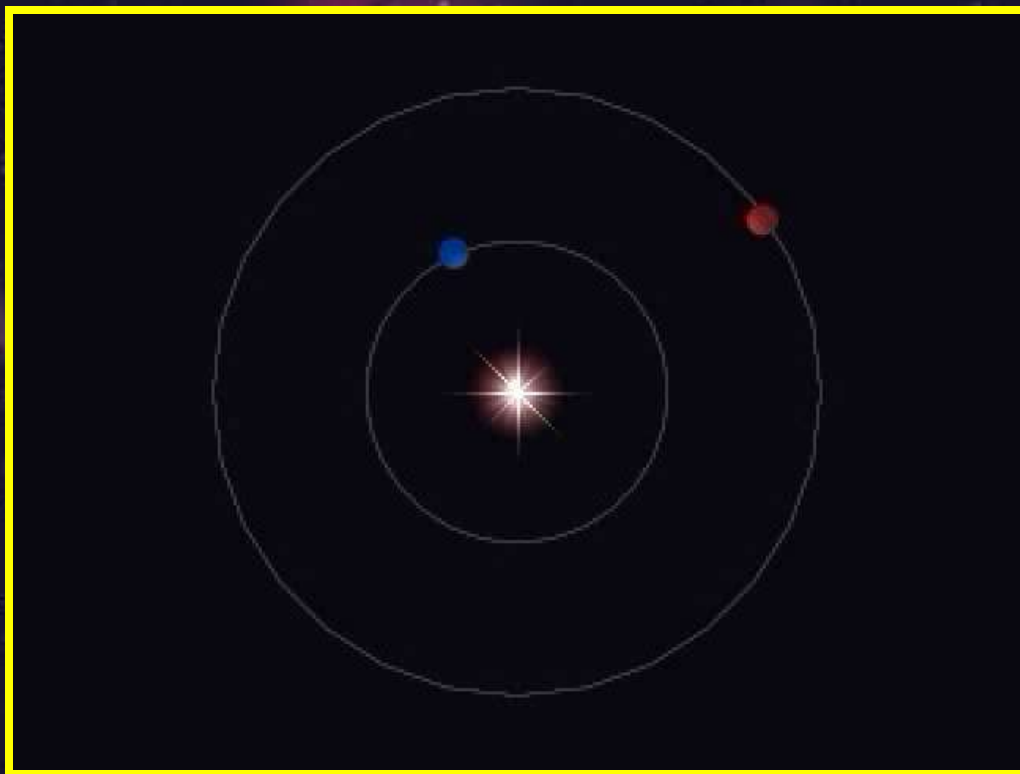
Karakteristični položaji unutrašnjih planeta: gornja i donja konjunktija. U gornjoj planeta se ne vidi sa Zemlje, jer je njen sjaj slabiji od Sunčevog, a u donjoj jer je prema Zemlji okrenuta neosvetljena strana planete.



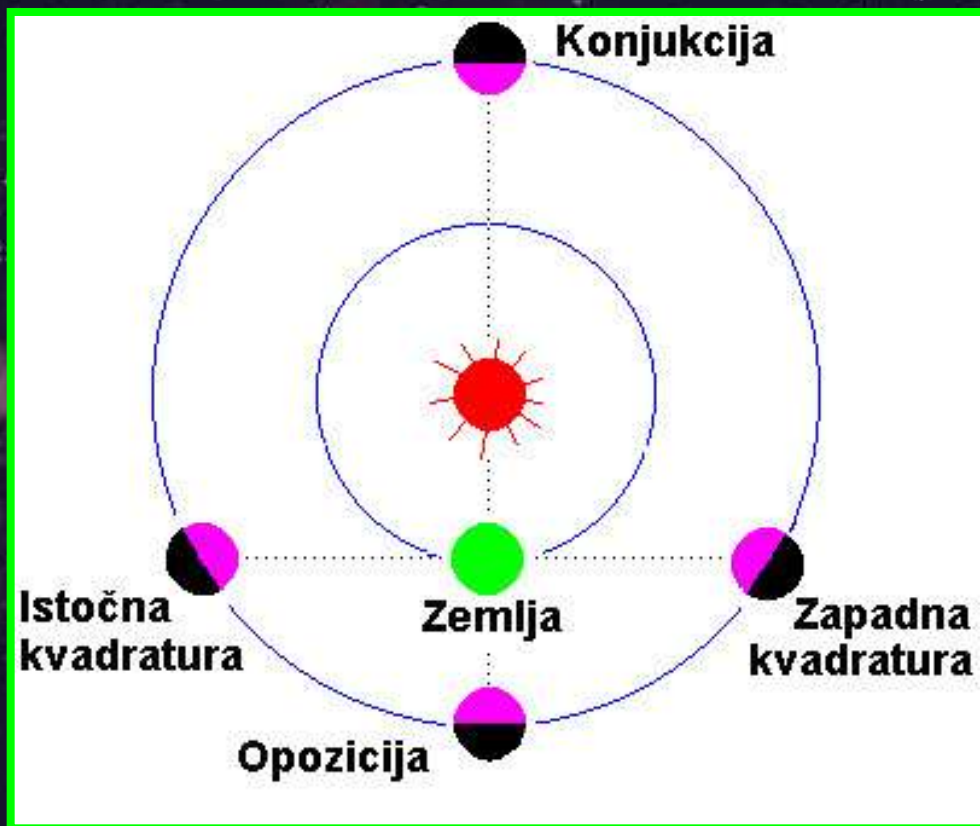
Unutrašnje planete najbolje se vide kada su za posmatrača sa Zemlje prividno najdalje od Sunca. To su položaji najveće istočne i zapadne elongacije. U blizini najveće istočne elongacije planeta se najbolje vidi posle zalaska Sunca, a u položaju najveće zapadne elongacije pre izlaska Sunca.



Spoljašnje planete najbolje se vide u položaju kada su planeta, Zemlja i Sunce u jednoj ravni i kada je spoljašnja planeta nasuprot Sunca, najbliže Zemlji. To je položaj **opozicije. Tada planeta kulminira u ponoć i vidi se cele noći.**

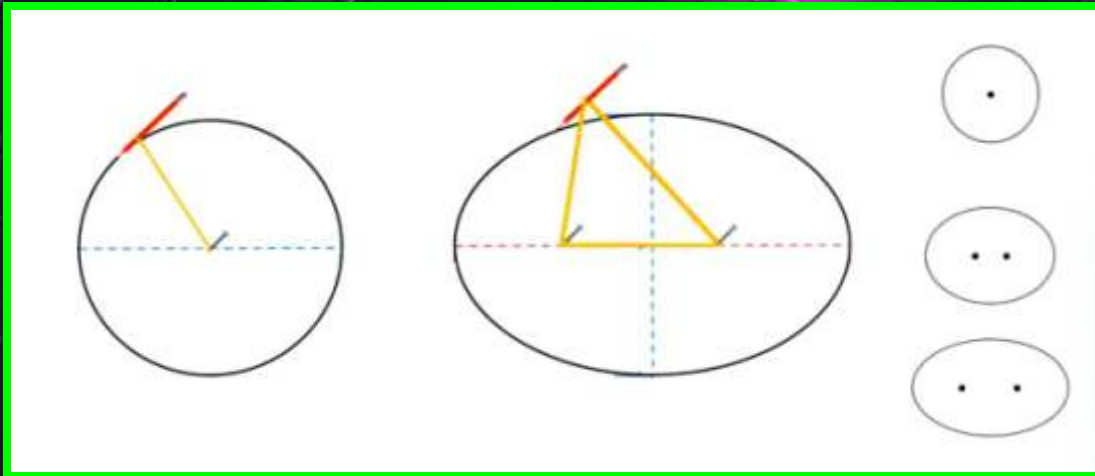
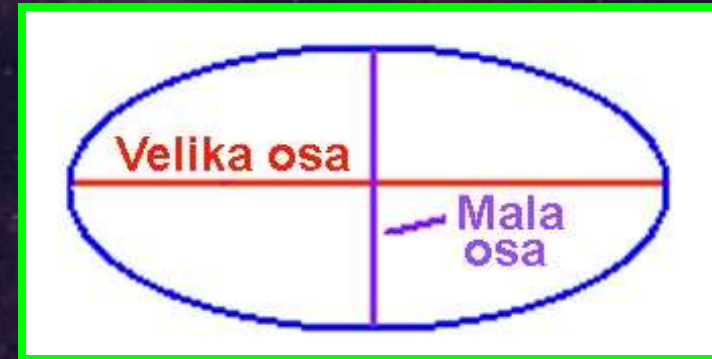


Ako je Sunce između planete i Zemlje, planeta je u konjukciji. Karakteristični položaji su i istočna i zapadna kvadratura. Ugao koji zaklapaju pravci vizura planeta–Zemlja i Zemlja–Sunce je prav.



Keplerovi zakoni

1. *Planete se oko Sunca kreću po eliptičkim putanjama, u čijoj se zajedničkoj žiži nalazi Sunce*



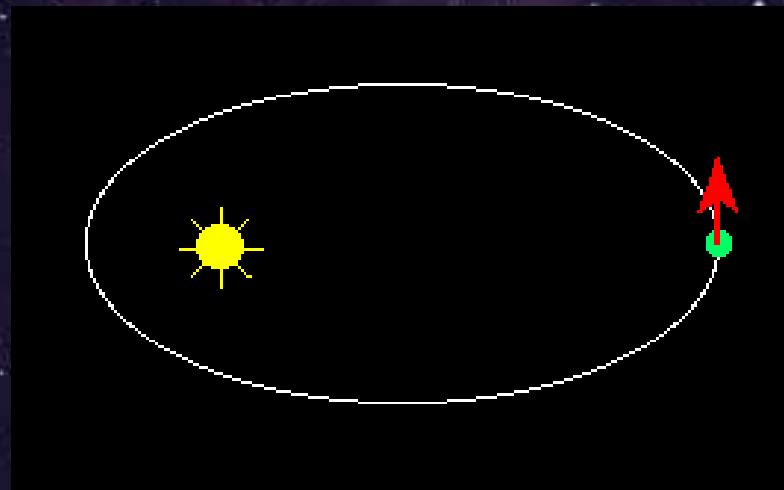
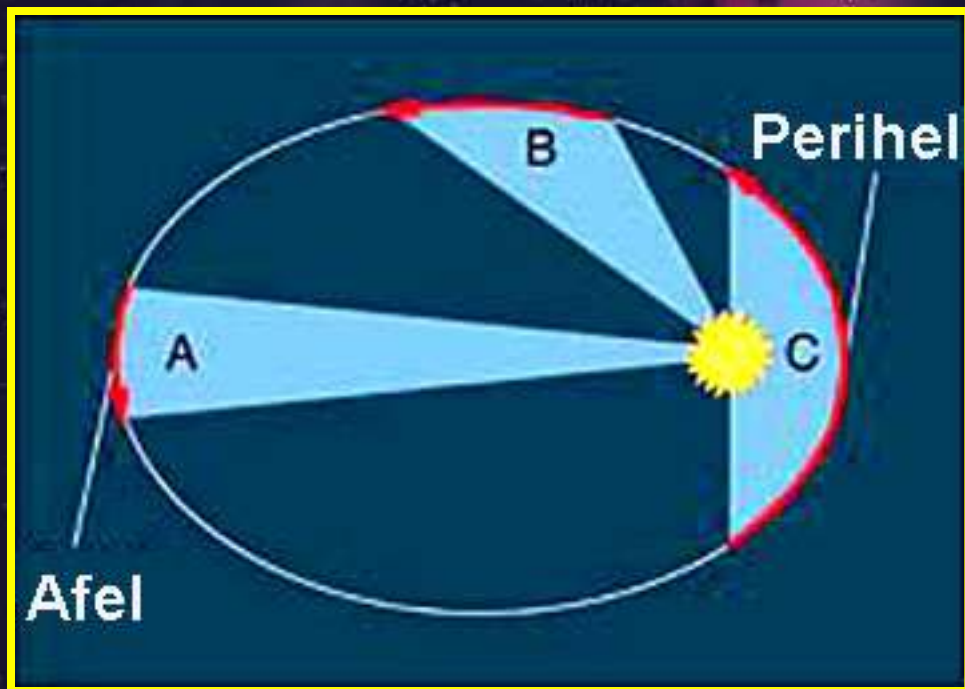
Putanje planeta su malog ekscentriciteta (ne razlikuju se mnogo od kružnih), osim u slučaju Merkura i “bivše” planete Pluton.



Eliptične putanje imaju i sateliti planeta, asteroidi i periodične komete.

2. Radijus vektor planete u jednakim vremenskim intervalima opisuje jednake površine

Zbog ovoga se planeta kreće brže u blizini perihela, a sporije u blizini afela.

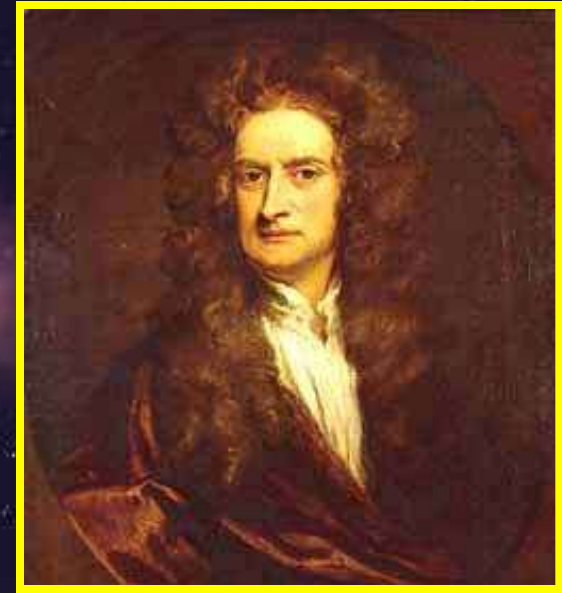
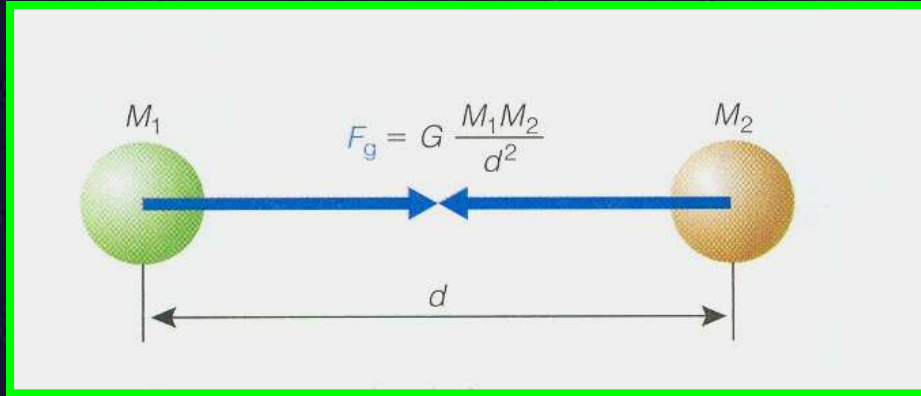


3. *Kvadrati perioda (T) obilaska planete oko Sunca srazmerni su kubovima velikih poluosa (a) njihovih putanja*

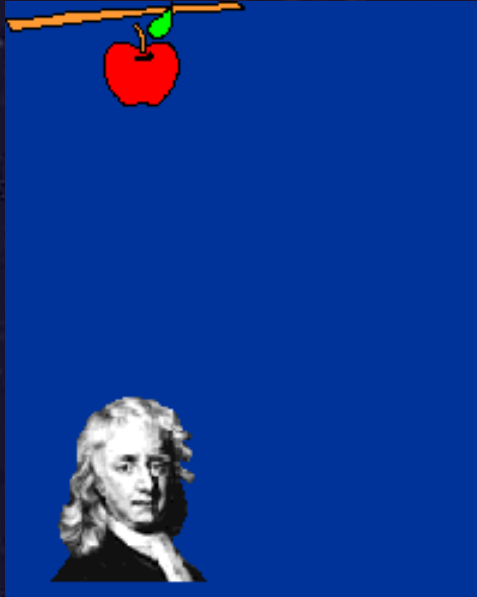
$$T_1^2/a_1^3 = T_2^2/a_2^3 = \dots = \text{const.}$$

Zakon omogućuje da se na osnovu poznavanja perioda obilaska Zemlje oko Sunca i velike poluose njene putanje odrede elementi kretanja drugih planeta.

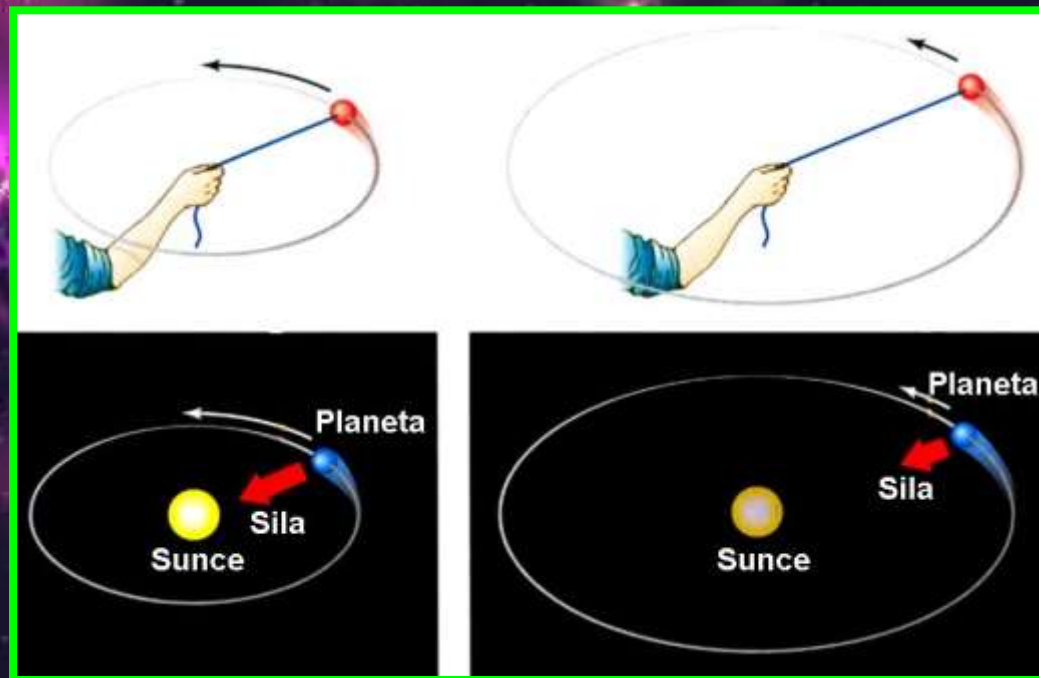
Njutnov zakon gravitacije



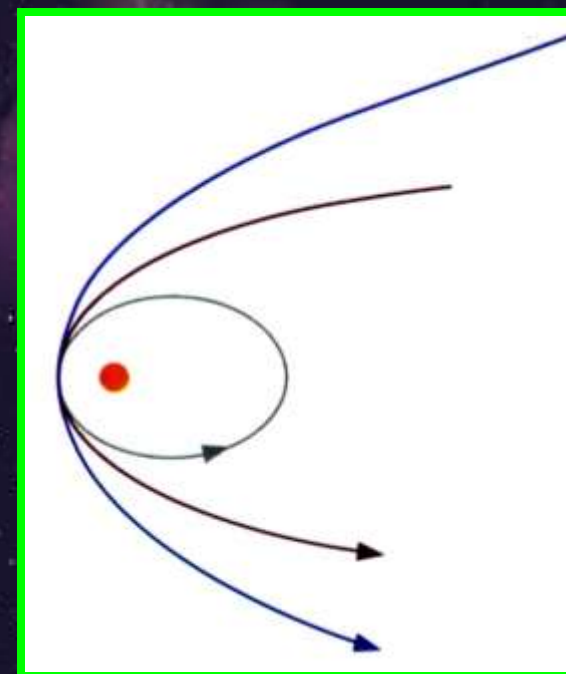
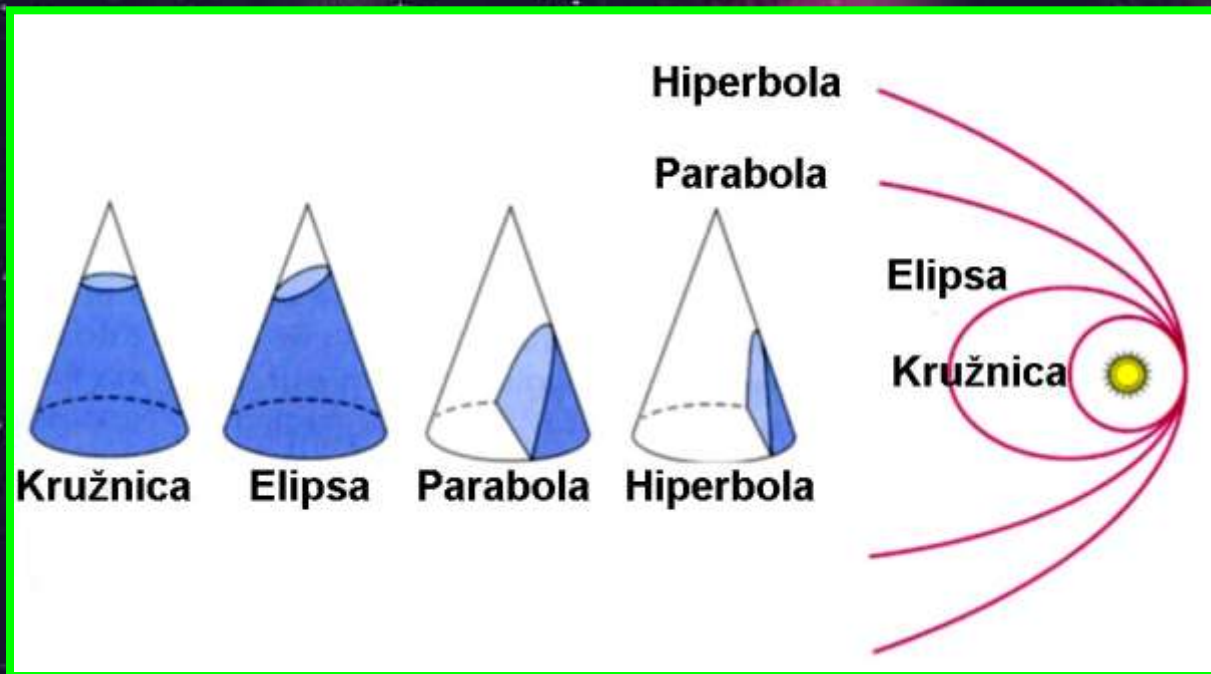
Zakon je teorijski dokazao ispravnost Keplerovih zakona



Njutnova teorija je pokazala da je putanja planeta oko Sunca rezultat delovanja dve sile: privlačne (gravitacione) i centrifugalne.



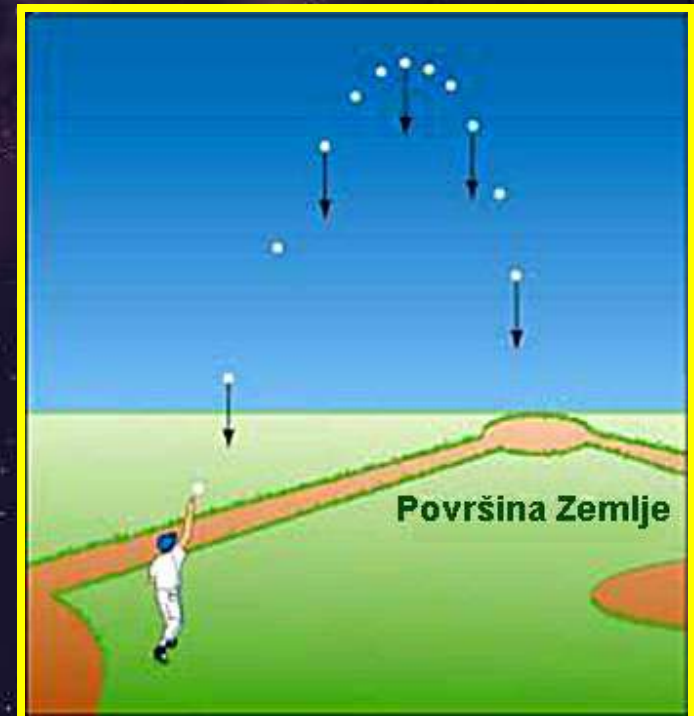
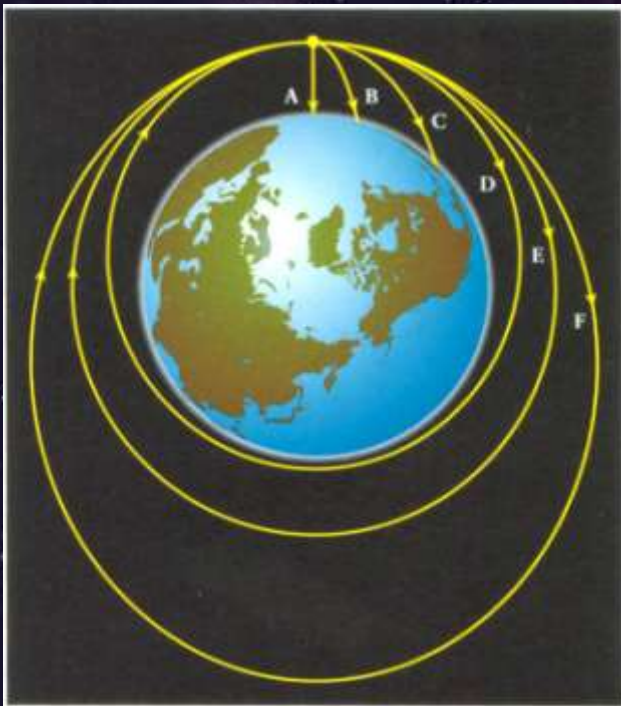
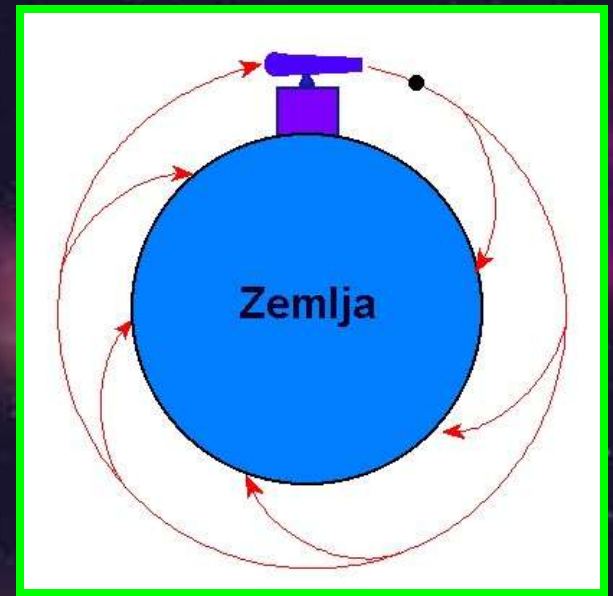
Iz Njutnove teorije je sledilo da su putanje tela u Sunčevom sistemu u formi konusnih preseka: kružnice i elipse (zatvorene; kada je ukupna mehanička energija tela negativna tj. kada je njihova gravitaciona potencijalna energija po apsolutnoj vrednosti veća od njihove kinetičke energije), parabole i hiperbole (otvorene).



Kosmičke brzine

Prva kosmička brzina – koju treba saopštiti telu u tangencijalnom pravcu da bi ono kružilo oko planetinog središta na rastojanju njenog radijusa (R_p).

$$v_1 = (GM_p / R_p)^{1/2}$$



U slučaju Zemlje je $v_1=7.9$ km/s.

Da bi telo kružilo na visini h iznad površine planete treba mu saopštiti brzinu kruženja:

$$v_k = (GM_p / (R+h))^{1/2}$$

Druga kosmička brzina (brzina napuštanja planete) – koju treba saopštiti telu da bi ono napustilo gravitaciju planete.

$$v_2 = (2GM_p / R_p)^{1/2}$$



Na visini h iznad površine planete brzina napuštanja je parabolička brzina:

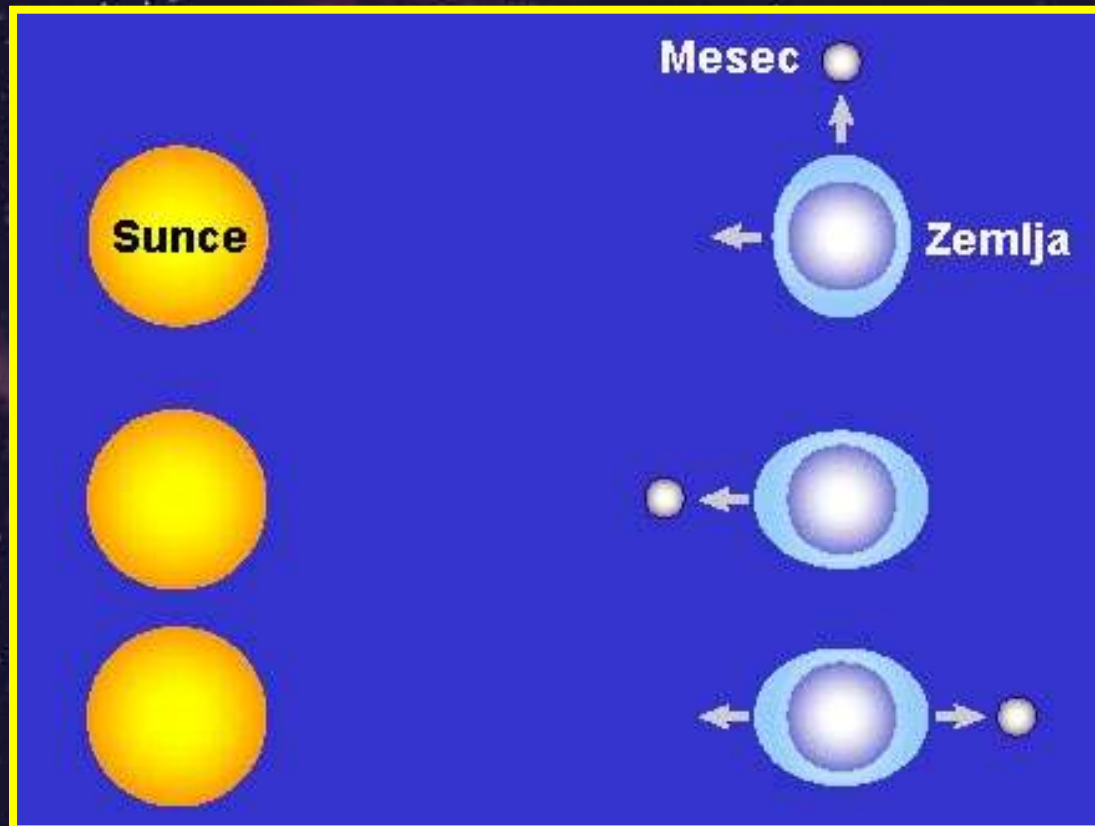
$$v_p = (2GM_p / (R+h))^{1/2}$$

Brzina napuštanja Zemlje je 11.2 km/s, Jupitera 61 km/s, itd.

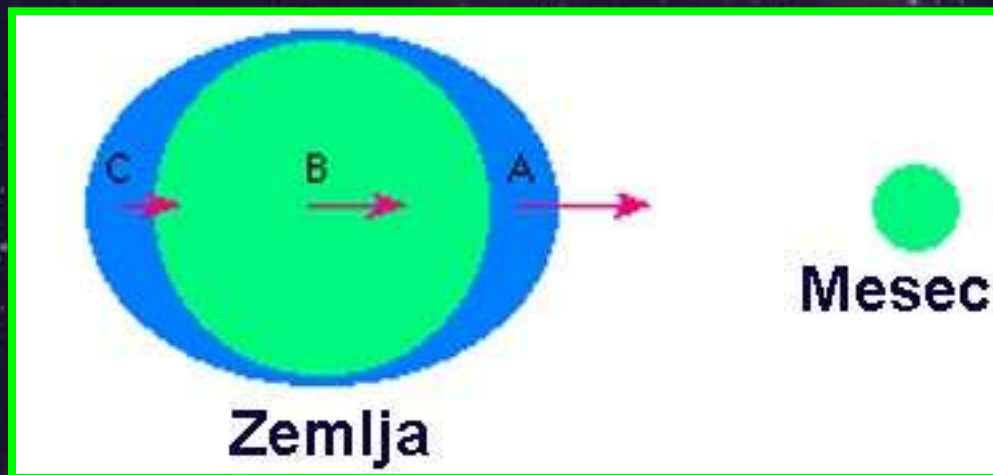
Treća kosmička brzina – koju telu treba saopštiti na nekoj planeti, da bi ono moglo da napusti Sunčev sistem. Na mestu Zemlje ona iznosi 42.1 km/s.

Plimsko dejstvo

Najbolje se uočava u odnosu na vodeni omotač Zemlje. Oblik vodenog omotača se deformiše sa one strane koja je bliža Mesecu ili Suncu. Ova dva efekta vektorski se sabiraju. Kad je Mesec u konjukciji ili opozicije efekti se sabiraju i plime su najveće (u proleće).

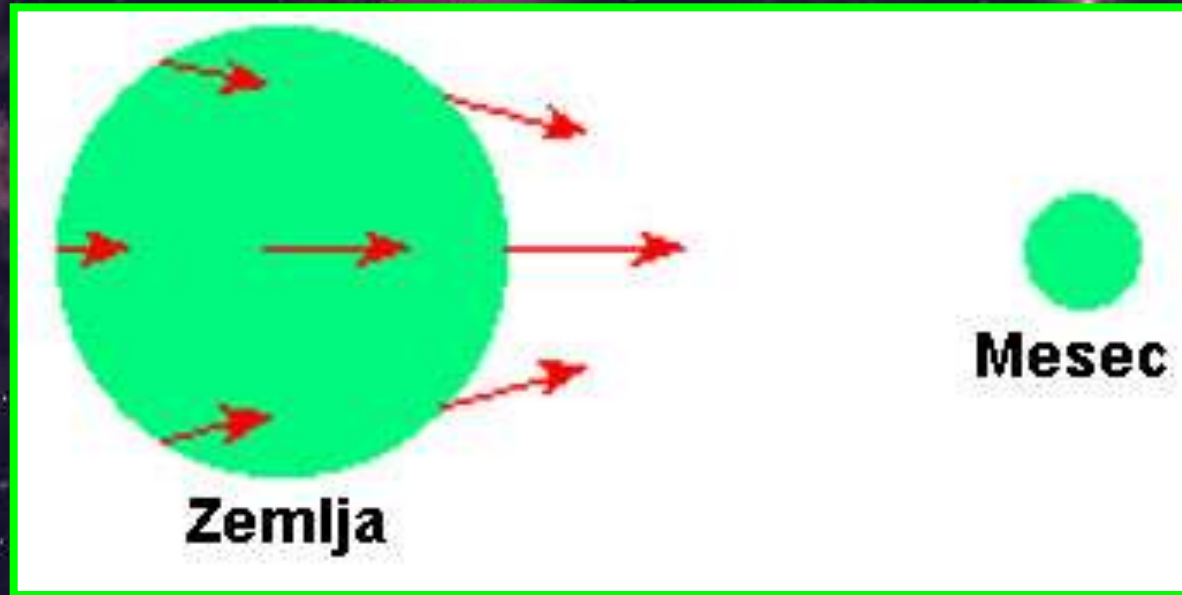


Najveću deformaciju pretrpeće delovi koji su najbliže Mesecu. U istom smeru, samo manje, pomeriće se i Zemljino središte, a još manje suprotna strana vodenog omotača.



Odnos jačina plimskih sila Sunca i Meseca je 5/11. Sve planete zajedno na Zemlju plimski deluju oko 10 000 puta slabije od Meseca.

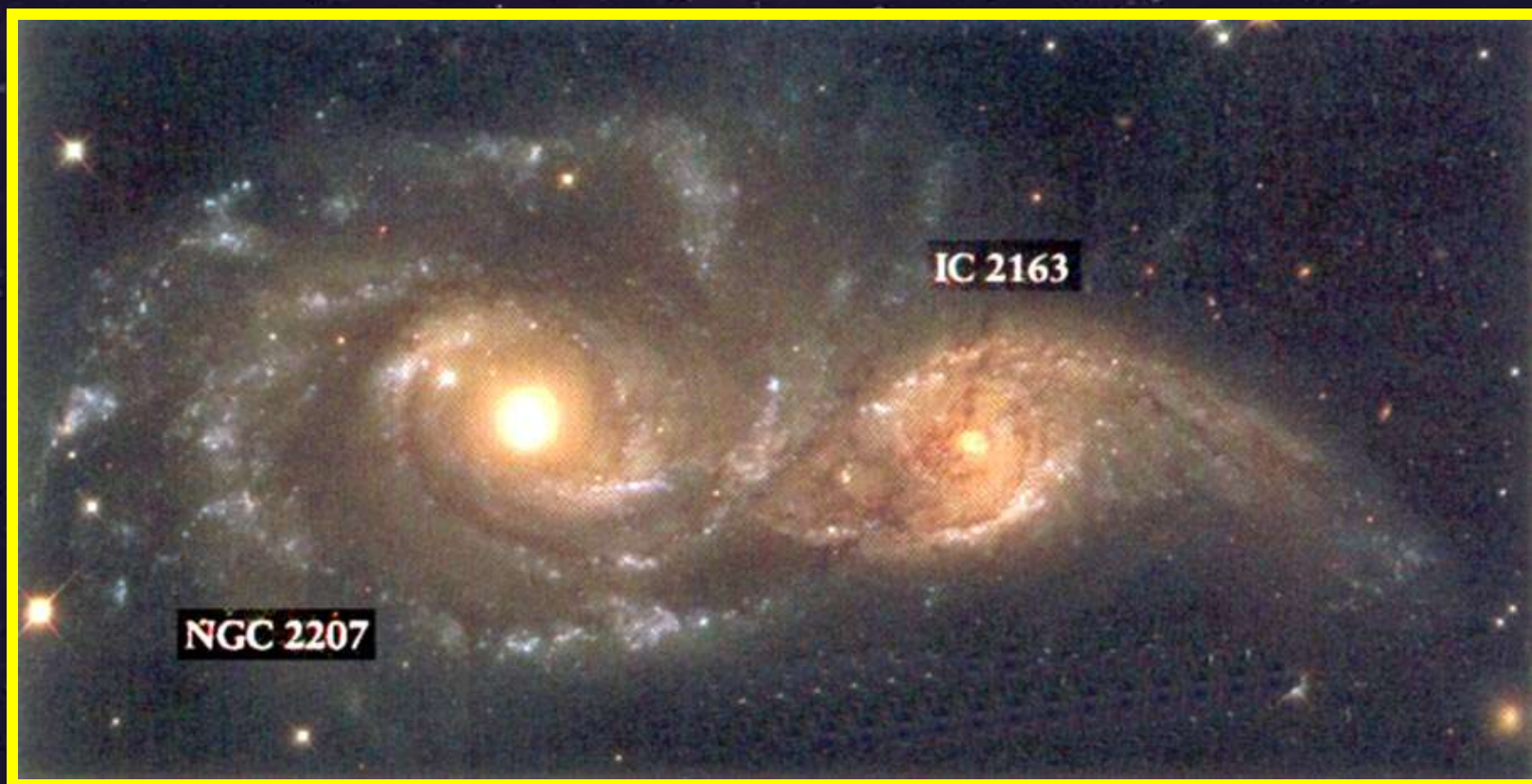
Plimsko delovanje smanjuje energiju Zemljine rotacije, tako da dužina dana raste za oko 0.002 s po stoleću. Zbog toga i važenja zakona održanja momenta impulsa Mesec se godišnje udaljava oko 3 cm. Zbog plimskog delovanja izjednačeno je trajanje Mesečeve rotacije i njegove revolucije, tako da se on kreće sinhrono, odnosno uvek je istom stranom okrenut prema Zemlji.



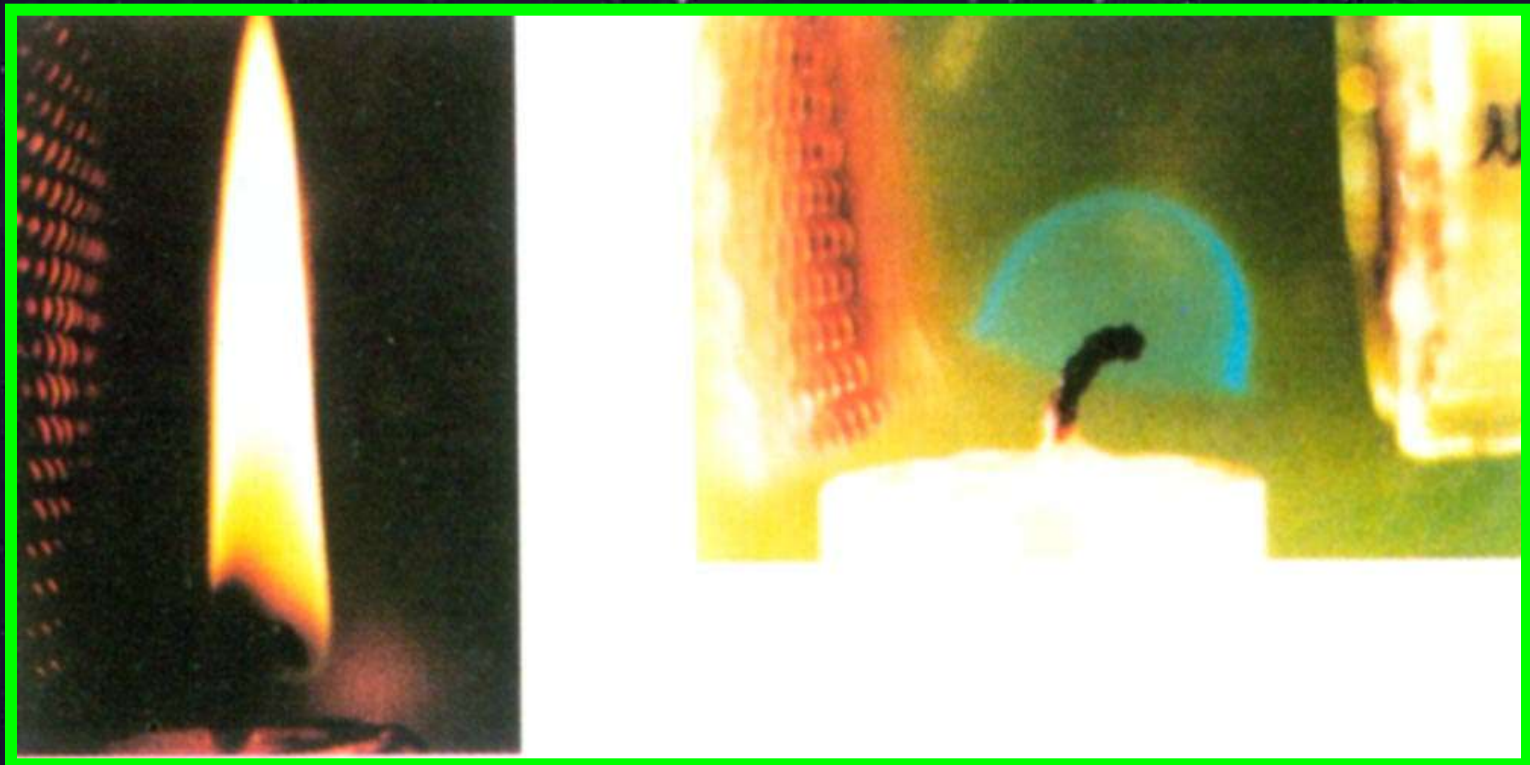
Zbog plimskog delovanja Jupitera i Evrope plimske oscilacije na Iou dostižu nekoliko desetina metara. Zbog takvog “rastezanja” njegova unutrašnjost je “pregrejana”, zbog čega je on “najvulkanskije” telo u Sunčevom sistemu.



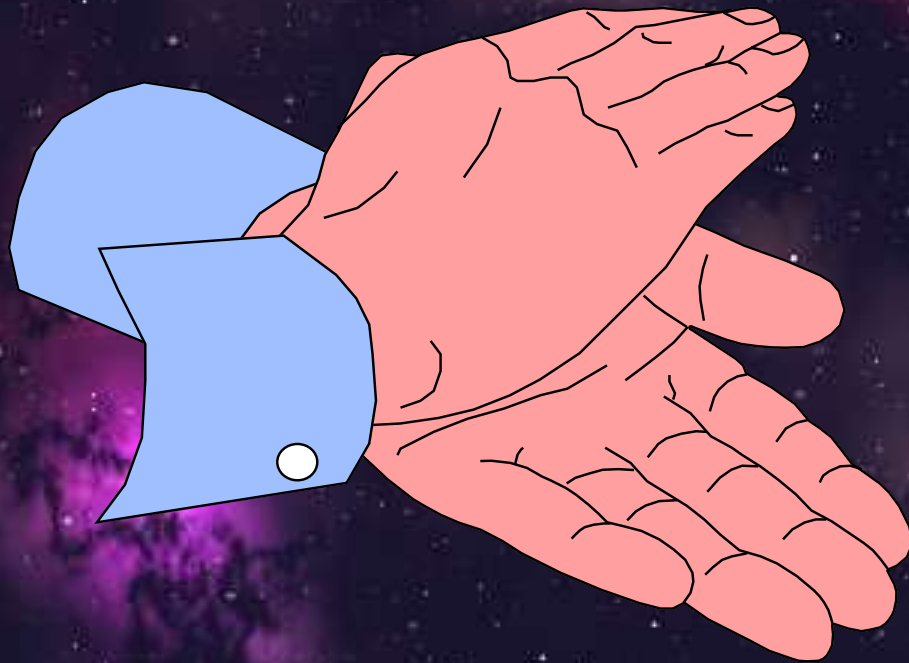
Zbog plimskih delovanja može doći i do deformacija oblika susednih galaksija.



Pitanje za razmišljanje: Da li plamen može da gori u bestežinskom stanju?



Hvala na pažnji!



To be continued...