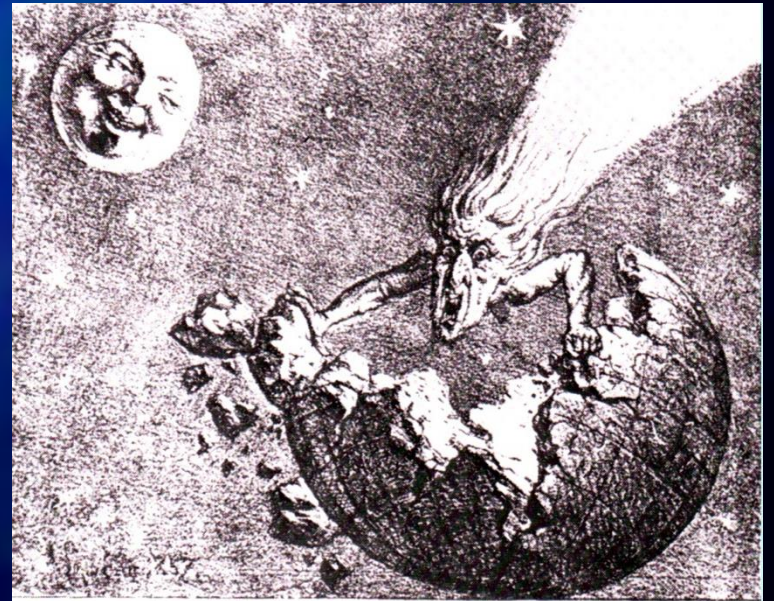


Prof. dr Dragan Gajić

*Komete (ni)su
tako strašne!*





Komete – u našem narodu poznate zvezde repatice.

Polazeći od reči **come** (kosa na glavi), Aristotel ih je nazivao **cometes** – kosmate zvezde. Prvo teleskopsko posmatranje komete obavio je švajcarski astronom Johann Cysar 1618. g. ali najstariji zapisi o pojavama kometa datiraju još 2300 g. pre nove ere (Kina i Mesopotamija). Pitagorejci (oko 550 g.p.n. ere) su smatrali da su one neka vrsta planeta koje se u blizini horizonta mogu videti na jutarnjem ili večernjem nebu.

U odnosu na ustaljeni astrološki red i harmoniju sfera na nebu, pojave kometa doživljavane su kao remetilački faktor, “nered” na nebesima – kako svojim drugačijim izgledom, tako i nepredvidivom pojavom i kretanjem. To je bio razlog što su ih kroz istoriju astrolozi tretirali sa negativnom konotacijom, a manje-više kod svih naroda nagoveštavale su bolesti, glad, smrt, gubitak ratova, patnje naroda...

Viljem Šekspir: “Komete donose promene u vremenima i stanjima”. One su zlokobno znamenje.

Velika kometa iz 1577. g. na poljskom plakatu



Francuska karikatura iz XIX veka

**“U slavnoj, silnoj rimskoj državi,
pred sami pad baš svemoćnog Cezara,
otvoriše se grobovi; mrtvaci
u pokrovima kričahu, jecahu
po ulicama Rima; javiše se
komete repa vatrenoga, pa rosa
od krvi, a na Suncu nesreće.
A vlažna zvezda* , pod čijim uplivom
stoji sve carstvo boga Neptuna** ,
pomrča kao o svom suđen-danu.
Preteče slične strašnih događaja,
i glasnike što sudbi prethode,
i prologe nesreći, što ide,
pokazali su i zemlja i nebo
zavičaju našem i našim ljudima”**

(Viljem Šekspir, Hamlet)

***Vlažna zvezda je Mesec.**

**** Neptun je rimski bog mora**



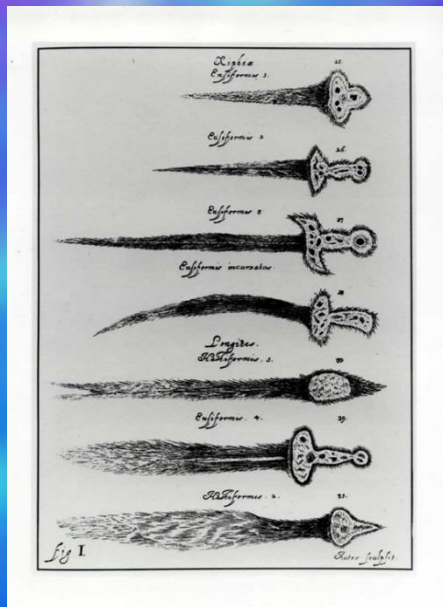
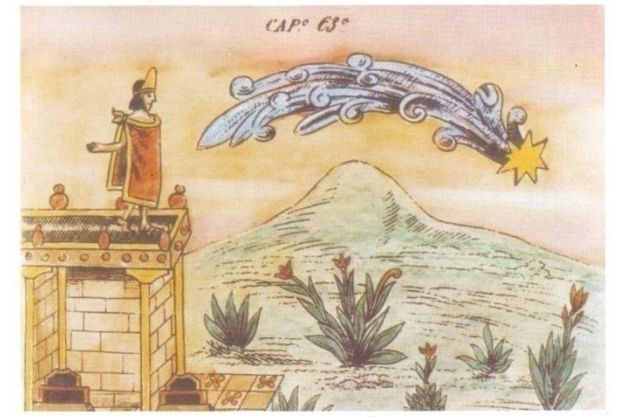


Fig. 25. Fiery swords, torches, and brooms. Comets in Alain Mallet, *Description de l'univers* (Paris, 1683). (WOP-150c. Courtesy of Adler Planetarium & Astronomy Museum, Chicago, Illinois.)

U delima Aristotela (IV v.p.n.e) pominju se kao negativan znak. Prikazivane su kao aždaje i zmije, bodeži i koplja koja padaju na Zemlju.

Inke su pojave kometa doživljavale kao izliv gneva boga Intija. Da bi se umilostivio prinošene su mu hiljade ljudskih žrtava.

Actečki kralj Montezuma i kometa kao loš predznak

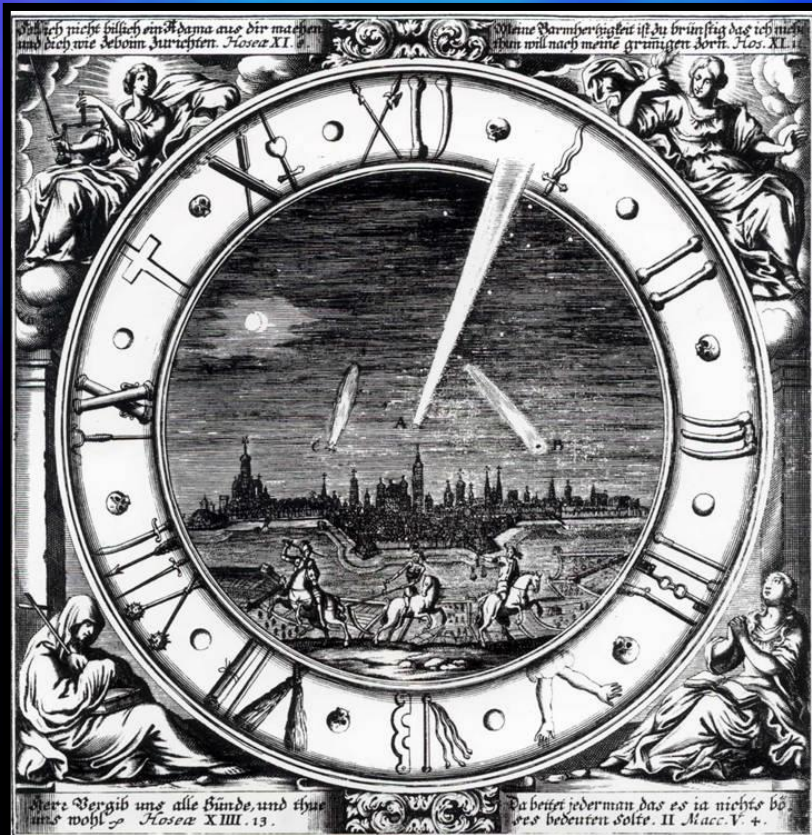


Pojava Halejeve komete 1066. g. tumačena ja kao loš znak za engleskog kralja Harolda pred bitku kod Hestingsa. I zaista u ovom sukobu on je poginuo. Ali pojave ove komete očigledno je bila srećan znak za njegovog suparnika Viljema Osvajača, koji se dokopao engleskog prestola. Ova kometa je kao negativan znak prikazana na čuvenoj tapiseriji iz Bajea.



Tapiserija iz Bajea: kralju Haroldu pokazuju Halejevu kometu pred bitku kod Hestingsa 1066. godine. Prema verovanju njena pojava je ključno pomogla Normanima da osvoje Englesku.

Pojavila se i 1456. g. kada je vojska Mehmeda II opsedala Beograd. Tokom opsade suprotstavljene vojske su desetkovane kugom, a umrli su i Jan Hunjadi (Sibinjanin Janko) i Jan Kapistran, koji su sa svojim krstašima branili Beograd.

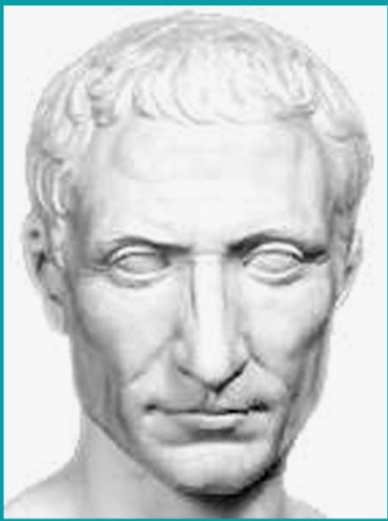


Halejeva kometa (1456) i posledice na Zemlji



Ova najčuvenija kometa 1910. g. izazvala je paniku širom planete. Naime, analize komete Morehauz iz 1908. g. pokazale su da se u njenom repu nalazi otrovni cijanid. Strah je izazvan činjenicom da je 1910. Zemlja trebalo da prođe kroz rep Halejeve komete. Neki proračuni ukazivali su da će se kometa zariti u Zemlju u Masačusetsu ili Ajdahu. Jedan autor je tvrdio da će vodonik u repu komete pretvoriti Zemlju u buktinju. Prodati su milioni gas maski, desila su se mnoga samoubistva zbog paničnog straha. Strah je bio neosnovan. Rep komete je oko 10^{20} puta ređi od Zemljine atmosfere, tako da je koncentracija otrovnog gasa bila više nego zanemarljiva.





Gaj Julije Cezar

Nekoliko meseci nakon Cezareve smrti, 44 g. p.n.e. , pojavila se kometa koja je za mnoge predstavljala njegovu dušu.

Komete su često bile predmet inspiracije umetnika. Tako je Đoto pojavu Halejeve komete 1301. godine iskoristio da bi je na slici "Poklonjenje kraljeva" prikazao kao Vitlejemsku zvezdu, prilikom rođenja Isusa Hristosa. Nekada se smatralo da je do biblijskog potopa došlo posle pojave jedne komete.





– Komete uvek donose nesreću! Nije ni čudo što je jadna gospođa Galuchet iznenada umrla prošle noći!

(karikatura iz 1858. godine)

Dosta retko pojavljivale su se i pošalice na račun praznoverja vezanog za komete. Uglavnom je preovladavao panični strah.

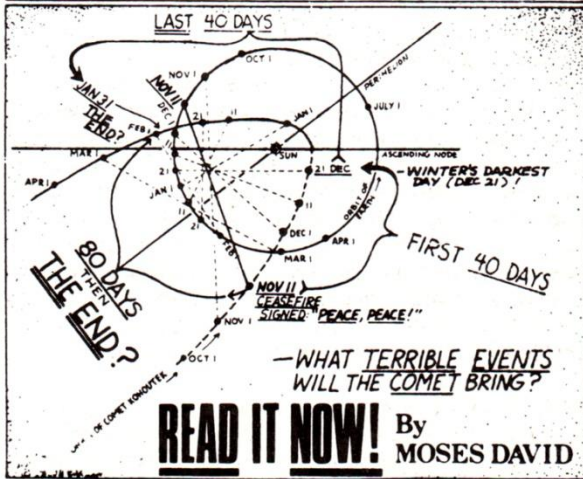
Tako je po tvrdnjama astroezoteričara pojava Pereirine komete najavila ubistvo Džona Kenedija 1963. godine. Slične su i tvrdnje da je Kohoutekova kometa 1973/74. najavila pad Ričarda Niksona nakon afere Votergejt.

Kohoutekova kometa



40 DAYS!

and "NINEVAH SHALL BE **DESTROYED!**"
 - WHEN THEY SHALL CRY "PEACE, PEACE" THEN COMETH
SUDDEN DESTRUCTION! COMET'S CHAOS?



Praznoverje u XX veku: u brošuri iz 1973. godine dolazak komete predskazuje sveopštu propast.

Bez obzira što je obrazovni nivo ljudi savremenog doba postao znatno viši praznoverja su i dalje prisutna. U brošuri organizacije "Božja deca" iz 1973. godine tvrdilo da Kohoutekova kometa iz te godine najavljuje smak sveta, koji je trebalo da se desi 31. januara 1974. godine.

Golim okom je sa Zemlje obično moguće videti 10 – 15 kometa u veku. U poslednjoj deceniji XX v. viđeno ih je nekoliko.

Posebno lepa bila je Hejl-Bopova kometa iz 1997. g. Njena pojava dovela je do masovnog samoubistva 38 članova religiozne grupe "Kapija raja" ("Heaven`s Gate"), koji su ispovedali NLO veru.

Smatrali su da će njihove duše otići iza ove komete, u čijem se jezgru nalazi NLO u kojem je Isus Hristos. Verovali su da se grešnom svetu bliži kraj i želeli su na taj način da ga napuste.



Do kraja XVI veka smatralo se da su komete pojave u Zemljinoj atmosferi i, verovatno, i otuda potiče strah od njihove pojave.

Inače, kasnija istraživanja pokazala su svu kontroverznost kometa.

1) Najbitniji deo komete je jezgro, čije su dimenzije nekoliko km (ne premašuju 50 km). Zbog toga su komete svrstane u mala tela Sunčevog sistema.



S duge strane, vodonični halo koji okružuje glavu komete može da dostigne dimenzije od nekoliko miliona km (prečnik Sunca je oko 1.4 miliona km). Uz rep (koji može biti dimenzija i po nekoliko stotina miliona km) veličina komete je takva da se one mogu tretirati kao najveća tela Sunčevog sistema.

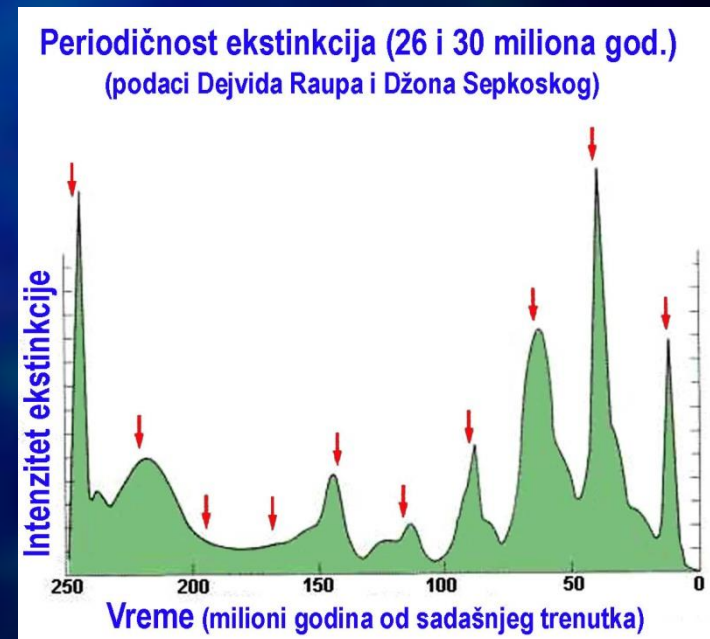
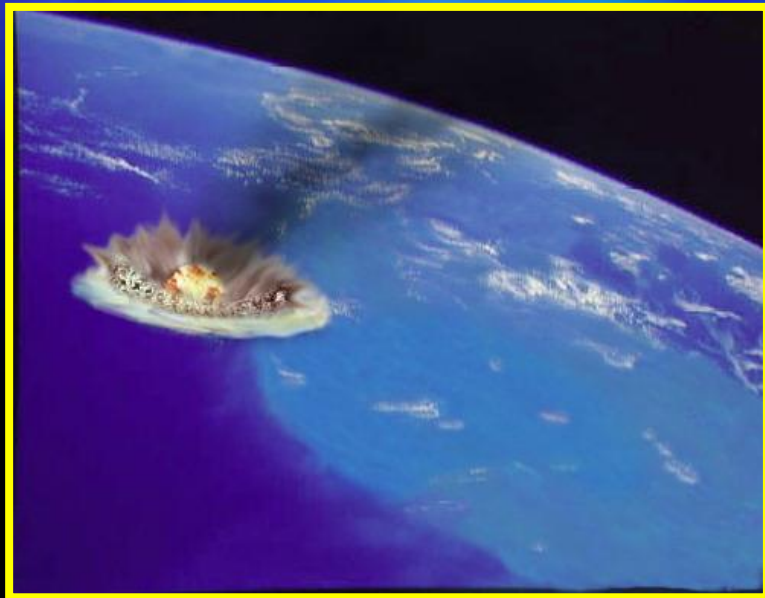
Najveća posmatrana komete, iz 1811. g., imala je prečnik kome (gasni sloj koji okružuje jezgro) oko 2 miliona km.

Vodonični halo Benetove komete iznosio je oko 20 miliona km.

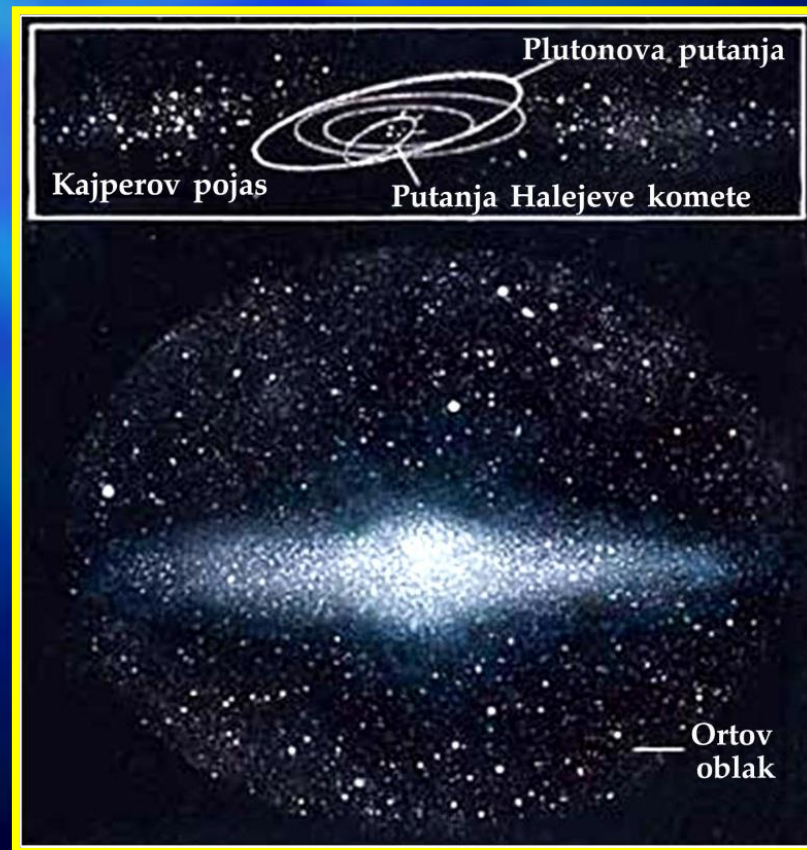
Velika komete iz 1843. g. imala je rep dužine 330 miliona km.



2) S obzirom na veličinu i masu, uticaj kometa na Zemlju je zanemarljiv. Npr. Zemlja je prolazila kroz rep kometa, a da to nije ostavljalo nikakve posledice. Kometa iz 1861. se Zemlji približila na 1.8 miliona km. Tom prilikom Zemlja je prošla kroz njen rep bez ikakvih posledica. Međutim, neposredan udar komete u našu planetu može biti poguban za živi svet na njoj, što se u njenoj istoriji više puta događalo.



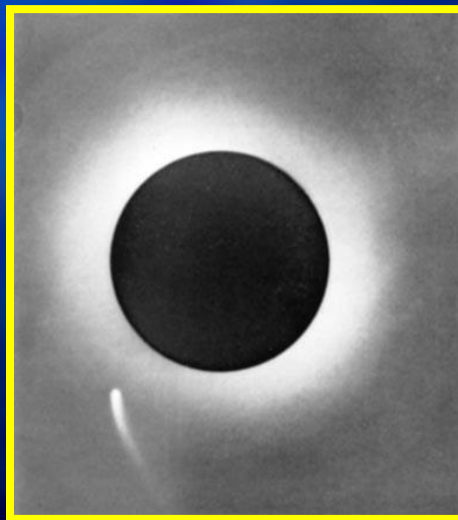
3) Komete spadaju u tela Sunčevog sistema sa jako izduženim putanjama tako da im periheli mogu biti vrlo blizu Sunca, a afeli vrlo daleko od njega, u Oortovom oblaku, koji se prostire do trećine rastojanja od najbliže zvezde. Neke od kometa su čak padale na Sunce. Prva kometa za koju se zna da je pala na Sunce bila je 1979 XI, koja je baš te godine pala na našu zvezdu.



Neke od kometa prilikom približavanja Suncu prolaze kroz njegovu koronu. Vrlo blizu Suncu (na rastojanjima oko 0.01 AJ) prilaze pod malim uglom komete tzv. Krocove grupe. Veruje se da su nastale raspadom jedne velike komete pre više vekova. Brojne manje komete iz ove grupe nisu preživele prolazak pored Sunca. Verovatno najpoznatija kometa Krocove grupe je Ikeja-Seki, koja je 1965. g. prošla pored Sunca na oko 1.2 miliona km. Njen sjaj je tada bio magnitude -10 i mogla je da se vidi i danju. Bila je jedna od najsjajnijih kometa prošlog milenijuma. Tada se njeno jezgro se raspalo na 3 dela.



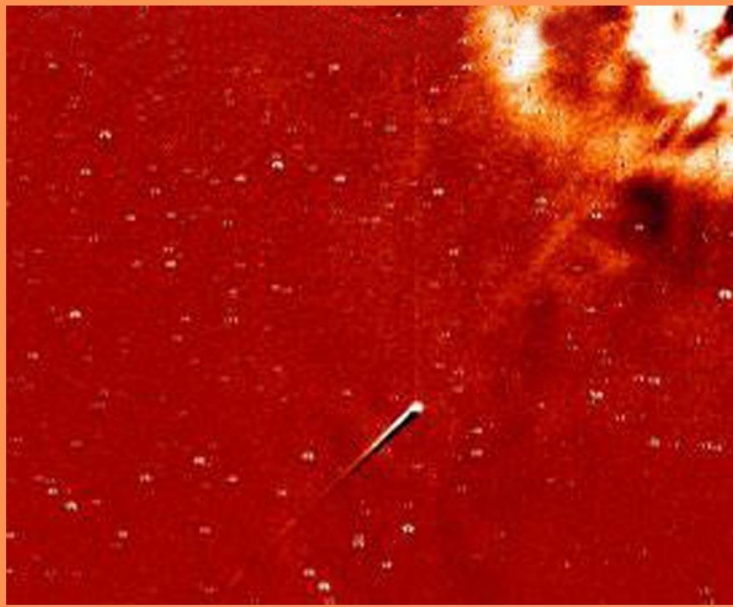
Kometa Ikeja-Seki iz 1965. godine



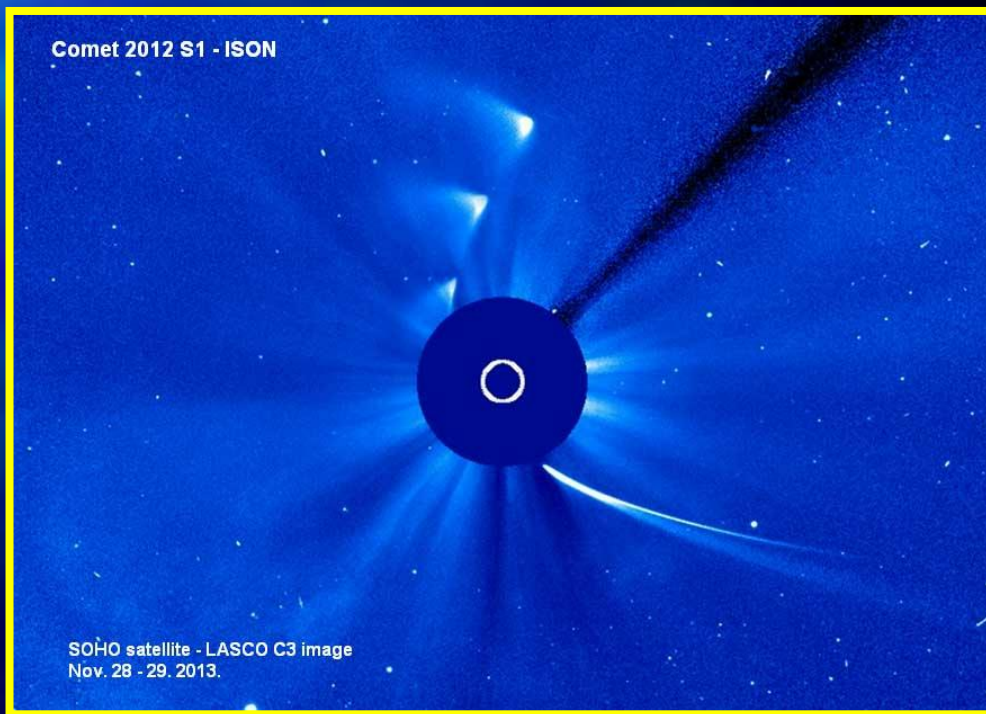
Snimak dve komete iz Krocove grupe napravljen sa satelita SOHO

Veće komete iz Krocove grupe prolazile su kroz koronu Sunca praktično neoštećene, iako je tamo temperatura dostizala i nekoliko miliona stepeni. Ne treba gubiti iz vida da je korona Sunca vrlo male gustine. Primer takve komete je C/2011 W3 (Lovejoy). Sa druge strane setimo se komete Ison, koja je najavljivana kao najsjajnija kometa ikad viđena. Nažalost, ona se raspala nakon prolaska kroz perihel (što sa Zemlje nije moglo da se vidi) i spektakl je izostao.

Kometa Lovejoy (2011.)



Comet 2012 S1 - ISON

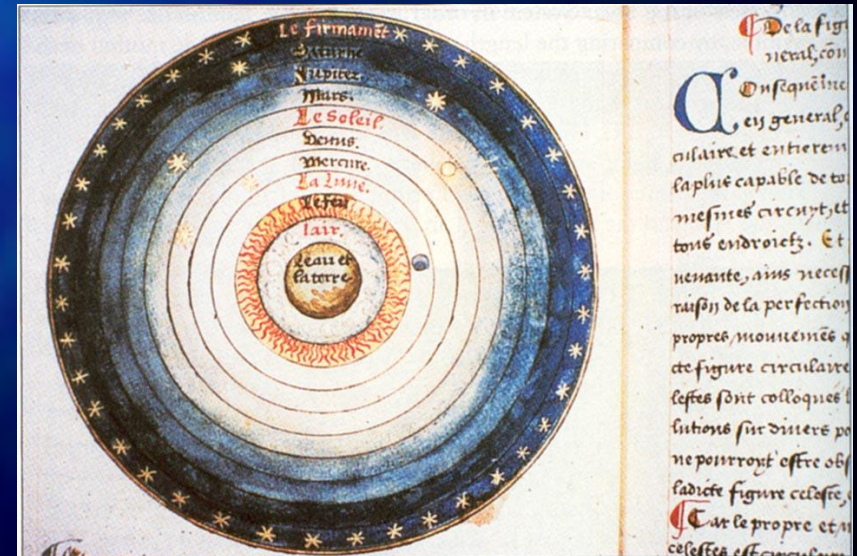


SOHO satellite - LASCO C3 image
Nov. 28 - 29, 2013.

Veliki grčki filozof Aristotel (IV v.p.n.e.) tvrdio je da je svemir podeljen na dve oblasti: područje sa “ove“ (sublunarno) i područje sa “one” strane Meseca. Sublunarno područje je promenljivo i puno kometa, dok je područje sa one strane Meseca nepromenljivo i naseljavaju ga planete i zvezde. Aristotel je tvrdio da su komete sublunarne izlučevine, “uzduh” sa Zemlje. Takvo učenje prihvatila je i crkva u srednjem veku.



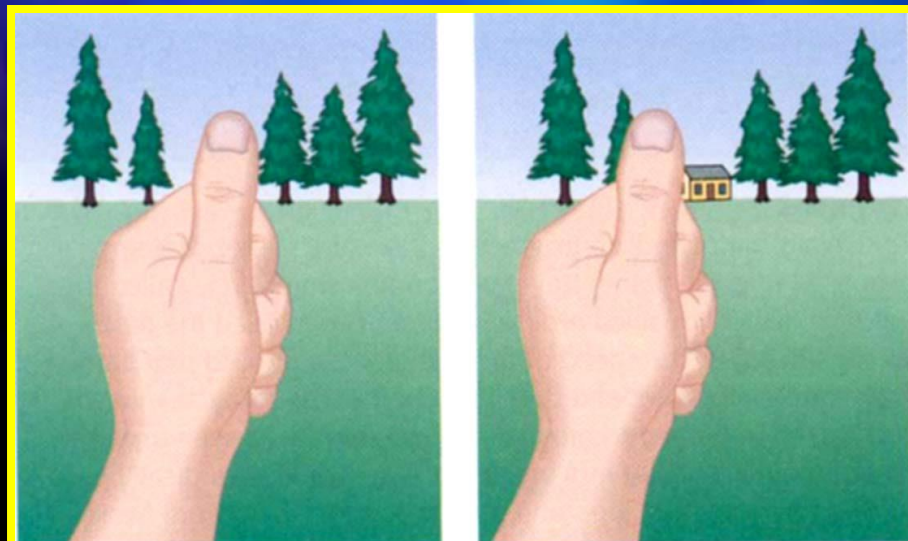
Do kraja XVI veka smatralo se da su komete pojave u Zemljinoj atmosferi, i otuda verovatno strah od njihove pojave.



Tiho Brahe

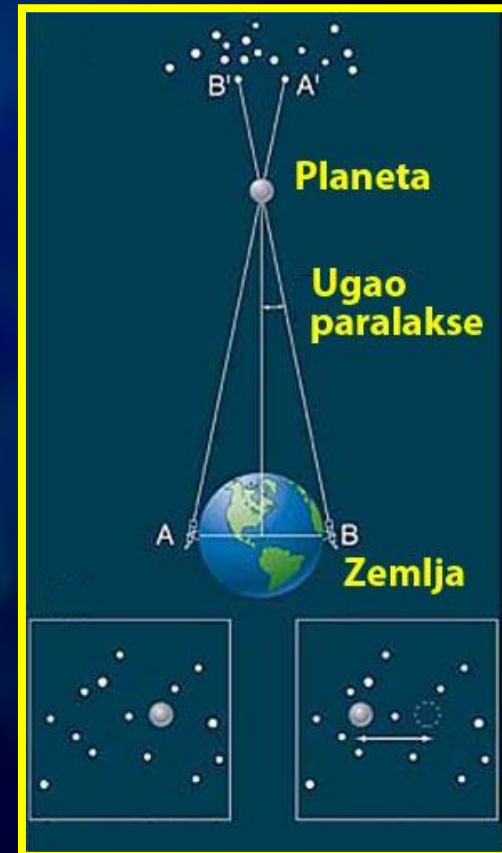


Međutim, Tiho Brahe je iz opservatorije Uraniborg na ostrvu Hvan posmatrao jednu kometu 1577. godine. Svoja merenja upoređivao je sa merenjima drugih astronoma u Evropi. Bio je zapanjen. Prilikom posmatranja iz različitih tačaka na nebeskoj sferi nije se uočavala paralaksa komete, ali je prisutna pri posmatranju Meseca.



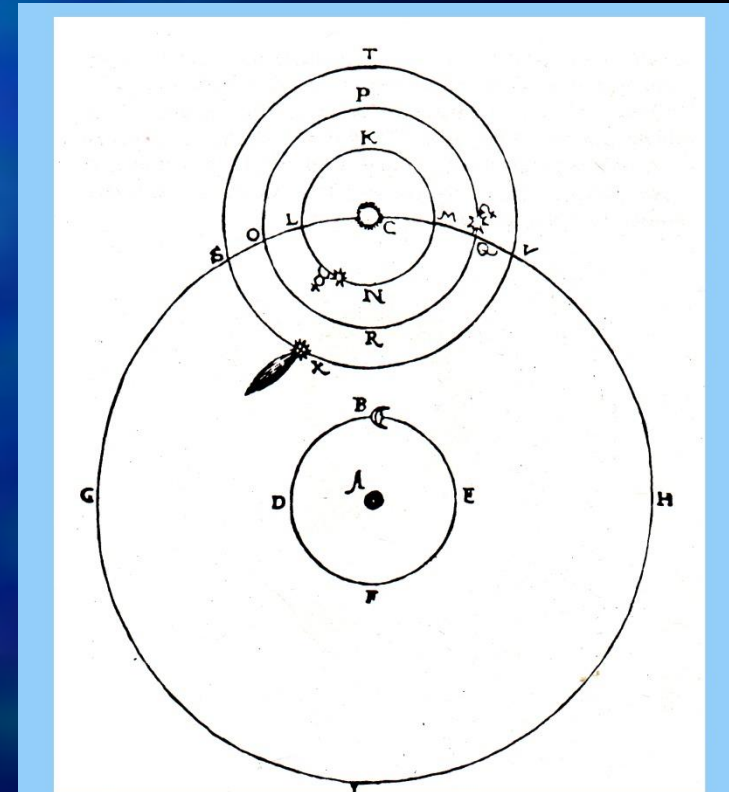
Pogled levim okom

Pogled desnim okom



Braheu je odmah bilo jasno: Aristotel nije bio u pravu – komete nisu u slojevima “uzduha”, isparenja sa Zemlje. One su dalje od Meseca. To je totalno poremetilo viđenje sveta kao harmonije kristalnih sfera i ustaljenog poretka na nebu. Tiho daje novo viđenje sveta: “geoheliocentrični” sistem.

Po ovom sistemu Zemlja je u centru sveta. Oko nje kruže Mesec i Sunce, ali oko Sunca kruže ostale planete. Komete takođe kruže oko Sunca. Ovaj sistem se nije najbolje uklapao u merenja i nije bio šire prihvaćen.



Da bi objasnio putanje kometa Tiho Brahe je pretpostavio da se kometa iz 1577. godine nalazi na putanji oko Sunca, oko kojeg se kreću i ostale planete, ali da se ono kreće oko Zemlje, oko koje se kreće i Mesec (Braheov sistem sveta)

Johan Kepler



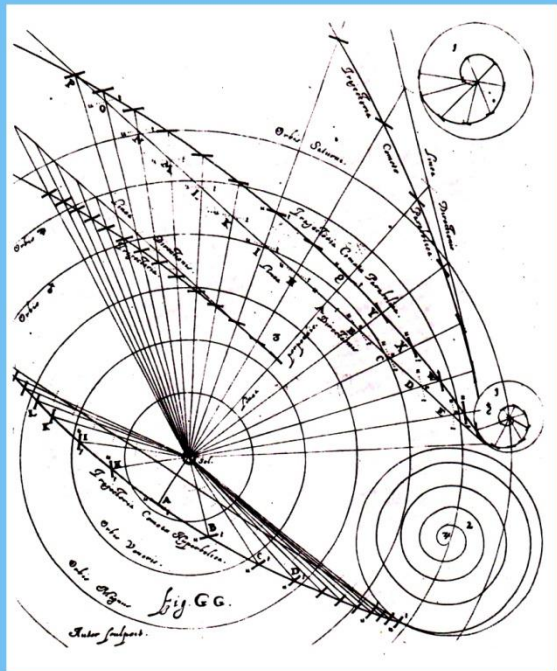
Johan Kepler, tvorac čuvenih zakona kretanja planeta, proučavao je Braheova merenja i došao do zaključka da se komete ne kreću po kružnicama, što bi značilo da nebeske kristalne sfere moraju da budu nepravilne. Naprotiv, zaključio je da su putanje kometa prave, što bi značilo da komete “probijaju” kristalne sfere. Komete su rušile geocentrični sistem sveta.

Naslovna strana *Kometografije*
Johana Havelijusa (1667.)



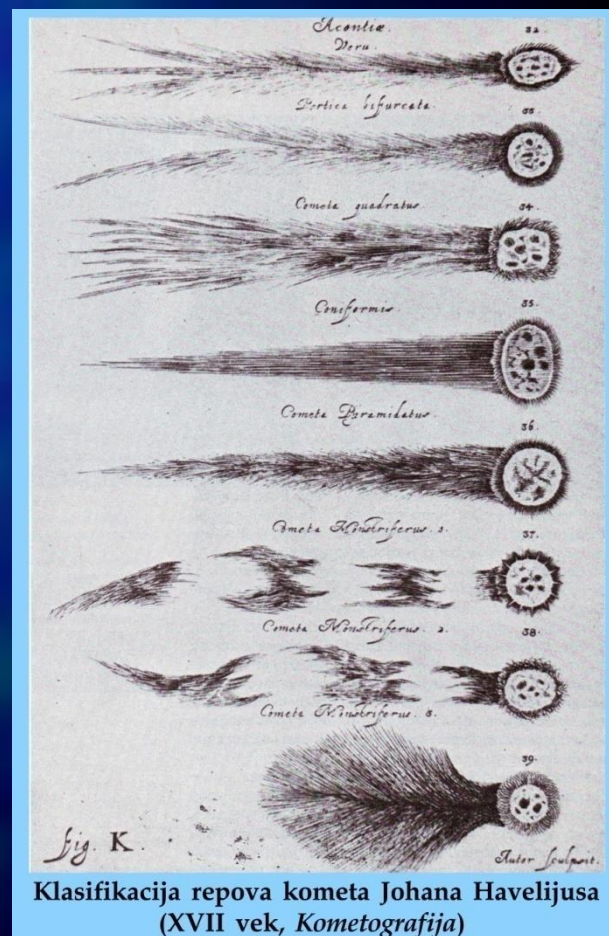
Johan Hevelijus je 1667. g. objavio knjigu “Kometografija”. U njoj je izneo tvrdnju da su komete diskolika tela koja su planete odbacila od sebe. One lutaju po Sunčevom sistemu.

Hevelijusov crtež putanje komete



Po Hevelijusu putanje kometa nisu baš prave, već se u određenoj meri zakrivljuju prema Suncu.

Hevelijus je u svojoj knjizi izvršio i klasifikaciju repova kometa.

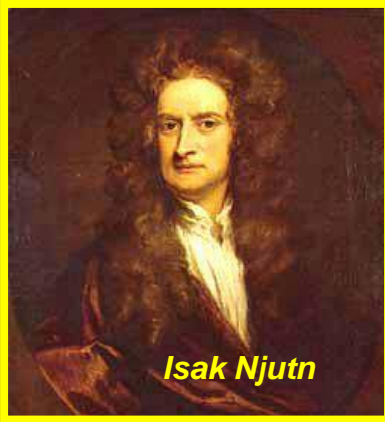


Klasifikacija repova kometa Johana Havelijusa (XVII vek, Kometografija)



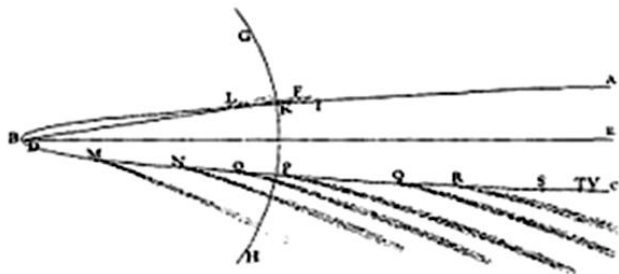
Edmond Halej

Edmund Halej je sa Hukom 1683. g. raspravljao o tome da li postoji prirodni zakon koji upravlja kretanjem tela u Sunčevom sistemu (Kristofer Vron je ponudio nagradu za otkrivanje takvog zakona). Tim povodom Halej se 1684. obratio Njutnu, koji ga je obavestio da je taj problem rešio. Halej ga je naterao da dovrši proračune.



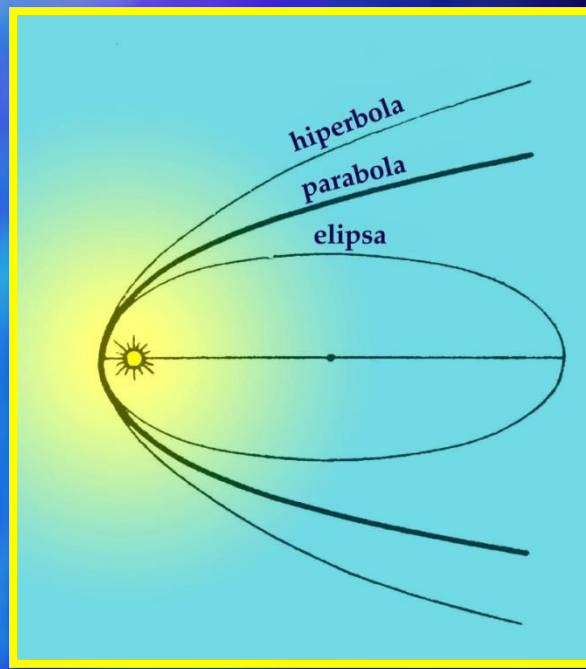
Isak Njutn

Halej je “dofinansirao” objavljivanje knjige “Philosophie Naturalis Principia Mathematica” velikog Isaka Njutna.



Na osnovu svog zakona opšte gravitacije i osnovnog dinamičkog zakona Njutn je objasnio eliptičnu putanju komete iz 1680. g.

Njutn je u *Principia* pravilno odredio putanju komete iz 1680. godine.

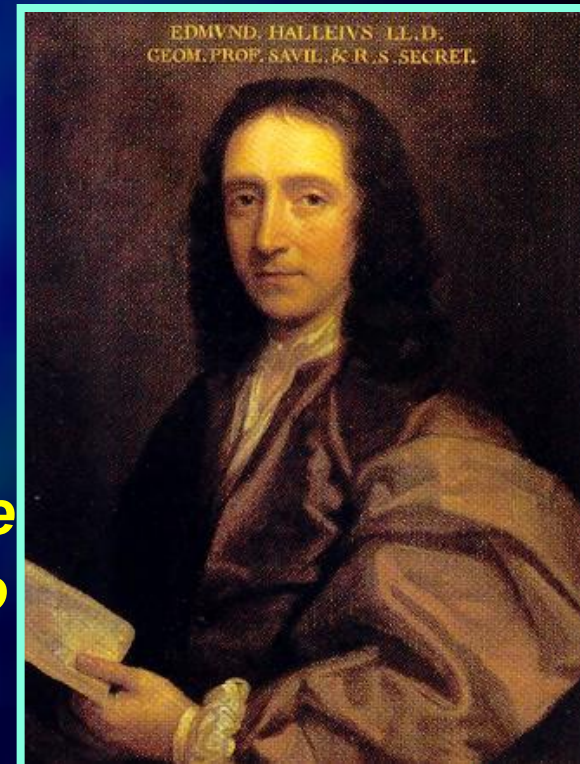


Iz Njutnove teorije sledilo je da su putanje kometa konusni preseci:

- 1) kada je energija kretanja (kinetička energija) komete veća od gravitacione energije privlačenja Sunca i komete njena putanja je **hiperbola*****
- 2) kada su ove dve energije jednake putanja komete je **parabola*****
- 3) kada je gravitaciona energija veća od kinetičke putanja komete je **elipsa*****

Uz pomoć Njutnovih zakona Edmund Halej (1656-1742) se svrstao u red najčuvenijih poznavalaca kometa . Bio je sin bogatog trgovca sapunom. Kao mlad je napravio katalog zvezda južnog neba. Prvi je zapazio pravo kretanje zvezda. Proučavao je i Zemljin magnetizam, kretanje vetrova na Zemlji, salinitet mora, shvatio je pravu prirodu polarne svetlosti. Zamislio je i lično koristio prvo ronilačko zvono. Pradio je čak i skice za porođajne stolove.

Od Kasinija je dobio podatke o kretanju Velike komete. Na pomorskom putovanju 1698-1701. odao se piću (uz čašicu je i umro 1742.) To mu nije smetalo da 1695. ustanovi da se pojave kometa iz 1531, 1607 i 1682 povezuju sa istom kometom čiji je period 75 ili 76 godina. Nagovestio je njenu pojavu 1758, što se i obistinilo, iako on to nije doživeo. Bio je to trijumf Njutnove teorije.



Kasnije je ova, verovatno najčuvenija, kometa nazvana po Haleju. Smatra se da se njena prva pojava desila 87. g.p.n.e. , mada neki autori tvrde da se njena pojava pomnije u kineskom analu iz 240. g.p.n.e. Do sada preko 20 puta prošla pored Sunca. Njen period obilaska oko Sunca je promenljiv (od 75 do 79 godina), ali je u većini slučajeva 76 g.

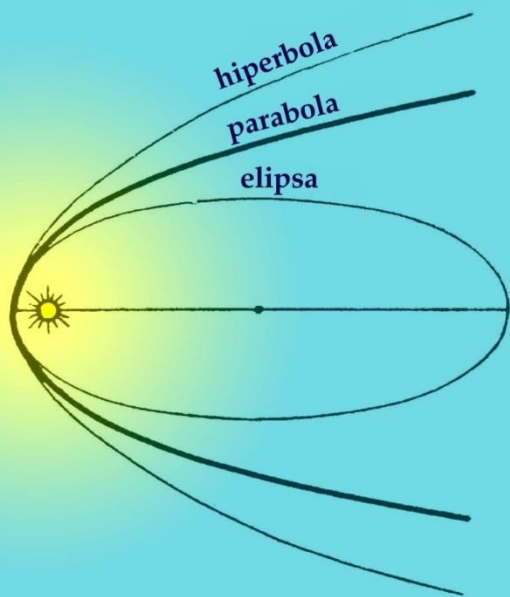
Nakon što je Halej trijumfalno pokazao ispravnost Njutnove teorije, nastupilo je pravo takmičenje “lovaca” na komete (Charles Messier, Caroline Hershel, Jean-Loius Pons, Johan Encke, itd.). Oni su otkrili veliki broj danas čuvenih kometa.

Halejeva kometa i Venera (1910.)



Halejeva kometa (1986.)



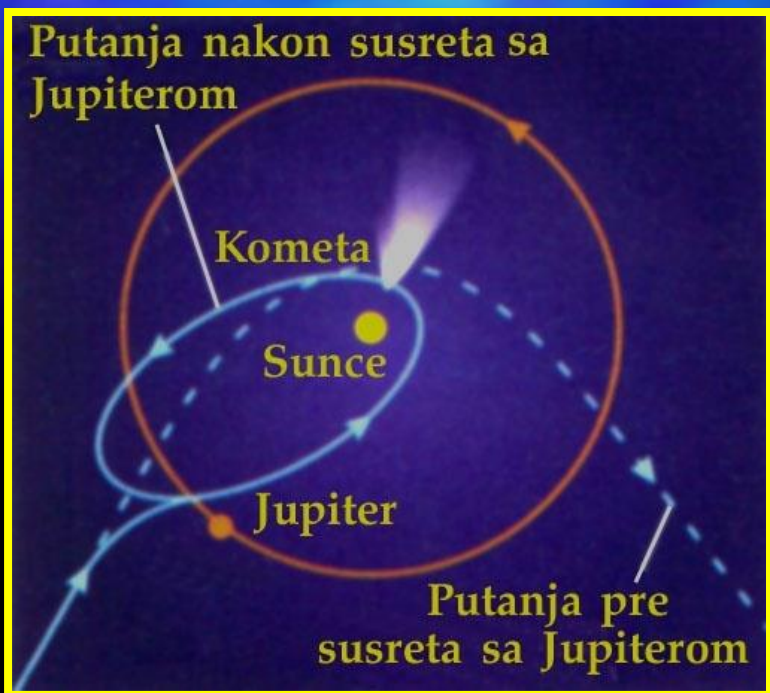


Komete sa eliptičnim putanjama kreću se manjim brzinama i prolaze više puta pored Sunca. To su periodične komete. Neperiodične komete imaju paraboličke ili hiperboličke putanje, kreću se većim brzinama i pored Sunca prolaze samo jednom. Za obe vrste kretanja Sunce se nalazi u žiži putanja.

Periodične komete se dele se na kratkoperiodične (period obilaska oko Sunca je kraći od 200 godina) i dugoperiodične (period duži od 200 godina). Trenutno nam je poznato preko 160 kratkoperiodičnih i oko 1500 dugoperiodičnih kometa.

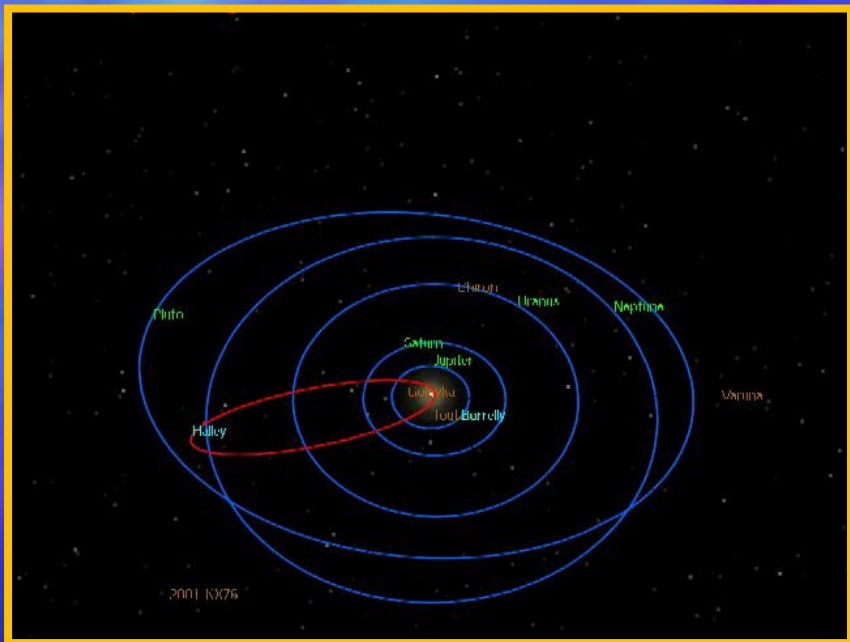
Proračuni pokazuju da granica između kratko i dugoperiodičnih kometa odgovara velikoj poluosi njihove orbite od $200^{2/3}$ AJ= 34.2 AJ.

Ovakva podela je uslovna: neke eliptičke putanje su jako izdužene tako da su bliske paraboličkim. Gravitacioni poremećaji od strane velikih planeta mogu uticati da periodična kometa postane neperiodična i obrnuto. Ovi gravitacioni poremećaji manifestuju se usporavanjem ili ubrzavanjem komete, uz promenu pravca njenog kretanja. Velike planete mogu privremeno i da zarobe komete (Laplas). To se događa kada komete uđu u sferu u kojoj je planetno privlačenje veće od Sunčevog.



Radijusi sfere dejstva planeta (u AJ) su:

Jupiter	0.322
Saturn	0.365
Uran	0.345
Neptun	0.580



Zbog perturbacionih uticaja putanje kometa su često poremećene, vijugave, sa promenljivim ekscentricitetom, posebno ako se duže nalaze u blizini velikih planeta. **Gotovo polovina kometa u prvom prolasku pored Sunca ima toliko poremećene putanje u planetarnoj zoni i tako velike brzine da zauvek odlaze iz S.s.**

One više nisu gravitaciono vezane za Sunce, ali nastavljaju da slede njegovo kretanje kroz Galaksiju. Verovatnoća da komete napuste Sunčev sistem opada sa brojem njihovog obilazaka oko Sunca (npr. nakon drugog obilaska ona je manja od $\frac{1}{4}$). Planete manje utiču na komete čije su orbite sa velikim nagibom u odnosu na ekliptiku i koje se kreću retrogradno.

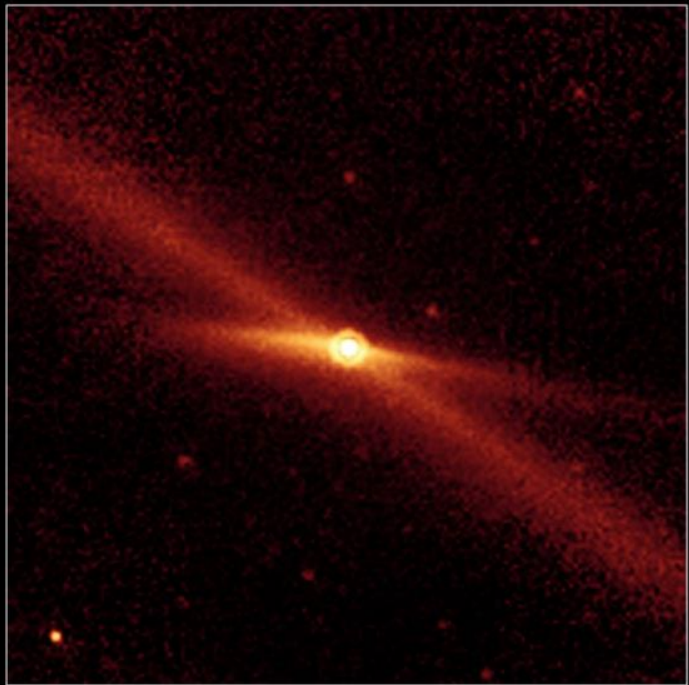
U zavisnosti od perioda revolucije, udaljenosti od Sunca, što je uslovljeno dominantnim uticajem neke od velikih planeta komete se dele u porodice:

- 1) Jupiterova porodica: najbrojnija (3/4 kratkoperiodičnih), afeli su blizu Jupitera, prosečna udaljenost je između Marsa i Saturna, periodi obilaska između 3.3 i 15 g., kreću se u direktnom smeru sa malim nagibom.**
- 2) Saturnova porodica: ima ih desetak, period obilaska 10-20 g.**
- 3) Uranova porodica: ima ih nekoliko, period obilaska 20-40 g.**
- 4) Neptunova porodica: ima ih desetak, periodi obilaska dostižu i preko 100 g. Njoj pripada Halejeva kometa.**



Sa povećanjem srednjeg rastojanja kometa od Sunca rastu periodi obilazaka, ekscentriciteti i nagibi putanja u odnosu na ekliptiku. Događa se da pojedine komete prelaze iz jedne u drugu susednu porodicu.

Najkraći zabeleženi period ima Enkeova kometa (3.3 godine), a najduži potvrđeni Greg-Melišova (164.3 g.).



Interesantno je da se period Enkeove komete postepeno smanjuje. To se objašnjava reaktivnom silom koja potiče od “isticanja” gasova i prašine sa “bočnih” strana jezgra. Pri svakom obilasku oko Sunca ona mu se sve više približava. Na osnovu trećeg Keplerovog zakona zbog toga joj se skraćuje period obilaska oko Sunca.

Postoje i druge podele periodičnih kometa. Npr. :

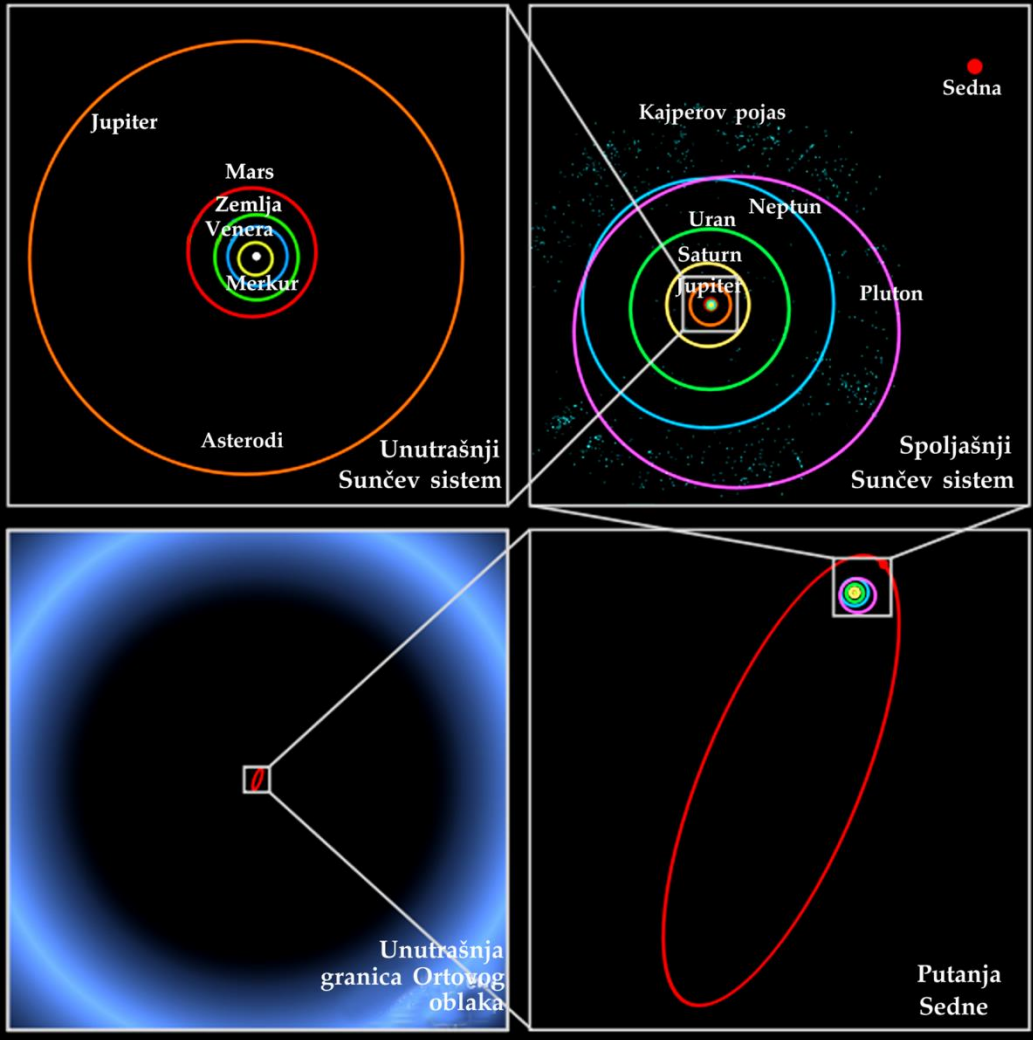
- 1) Kohoutekova vrsta – oko 100 kometa koje dolaze sa udaljenosti (35000-60 000 AJ). U blizini perihela imaju velike brzine.**
- 2) Halejeva vrsta – 16 kometa sa periodima između 20 i 200 g. Afel im nije mnogo dalji od Neptunove putanje.**
- 3) Pons – Vinekeova vrsta – oko 100 kometa sa kratkim periodima(5-20 g.) Trpe velike gubitke zbog perturbacija prilikom susreta sa velikim planetama.**
- 4) Enkeova vrsta – samo ta kometa (T=3.3 g.)**

Brzine kretanja kometa mogu biti različite. Npr. komete iz Krocove grupe prolaze kroz perihel brzinama i do 500 km/s. S druge strane rastojanja afela od Sunca mogu biti i $3 \cdot 10^{13}$ km. Njihova brzina tada može biti i manje od 1km/s. Iz tih oblasti komete do perihela mogu putovati milionima godina. Najduži izračunati period ima Delavansova kometa, koja je uočena 1914. godine, a njen period je 24 miliona godina.

Odakle dolaze komete?



Većina kometa sa parab. putanjama dolazi iz oblasti udaljene oko 50 000AJ (oko 0.8sg; 1sg=63240 AJ) od Sunca. Jan Ort (1950.) – Sunčev sistem okružuje skoro sferni kometni (Ortov) oblak. Taj “rezervoar” kometa je stabilan. Unutrašnja granica je na oko 5000 AJ, a spoljašnja na 130 000 AJ. Najviše kometa nalazi se na oko 50 000 AJ. Smatra se da u O.o. ima 100 milijardi kometa.



Srednje rastojanje Plutona od Sunca je 39.44AJ.

Iako je ovaj broj kometa ogroman, na komete otpada samo 0.0003% ukupne mase Sunčevog sistema. Po analizama Čebotajeva na oblak danas deluju 43 zvezde u sferi čiji je radijus 1.5 pc (1 pc=3.26163 sg=206 264.8062 AU). Od kako postoji S.s. kroz Ortov oblak je prošlo 3 000 zvezda na rastojanju od 50 000 AJ od Sunca i 20 000 zvezda na udaljenosti od 150 000AJ. One su perturbovale Ortov oblak i “pokretale” komete.

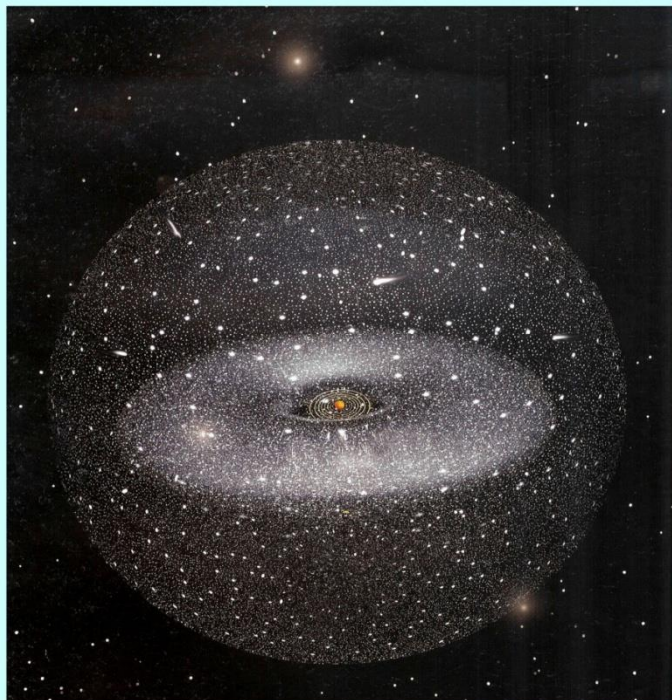
Raspodela mase u Sunčevom sistemu

Nebeska tela	Ukupna masa (%)
Sunce	99.866
Planete	0.134
Komete	0.0003
Sateliti	0.00004
Asteroidi	0.000 0001
Meteoroidi	0.000 000 000 001

Većina pokrenutih kometa je napustila S.s., a bliski prolasci zvezda (unutar 1000 AJ) upućivale su komete na orbite čiji su periheli blizu Jupitera, za šta su im potrebni milioni god.

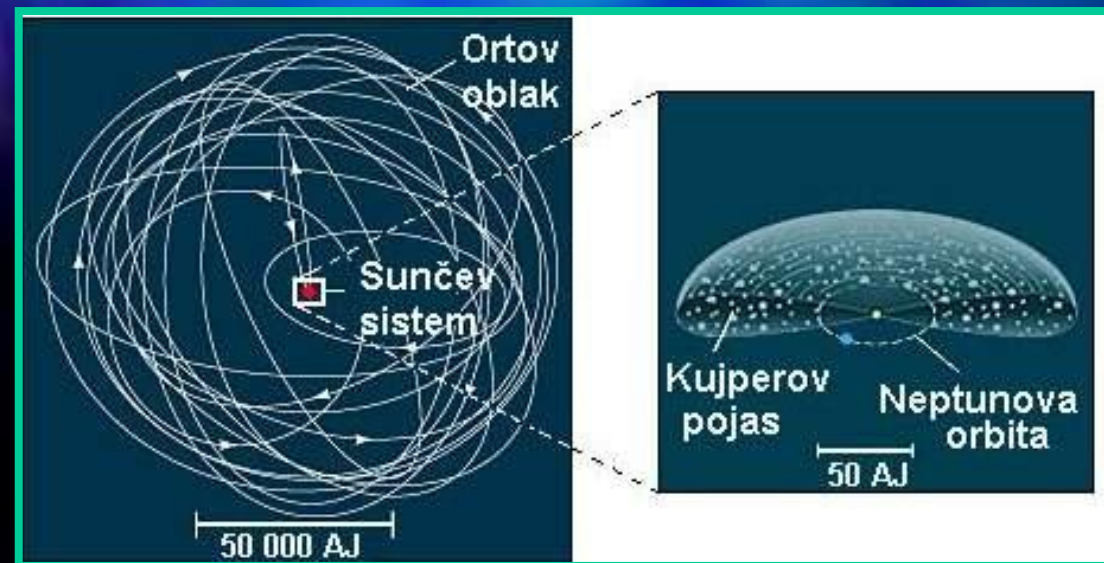
Na komete koje krenu ka unutrašnjosti S.s. počinju da deluju planete (pre svega Jupiter). Dolazi do uticaja na brzinu i smer kretanja komete (menja se prvobitna putanja). Ako kometa preseče putanju planete ispred planete dolazi do gubitka energije komete, a ako je preseče iza njena energija se povećava. Ova promena energije dovodi do promene brzine i orbite komete.

Ortov oblak



Mnogi autori smatraju da neperiodične, dugoperiodične i srednjeperiodične komete potiču iz Ortovog oblaka.

S druge strane, neki autori smatraju da kratkoperiodične komete ne potiču iz Ortovog oblaka, jer bi tada morale da imaju putanje sa najrazličitijim nagibima, što nije slučaj. Oni smatraju da ove komete potiču iz Kujperovog pojasa – relativno uske toroidalne oblasti oko ravni ekliptike koja se proteže od 35 do 1000 AJ od Sunca.

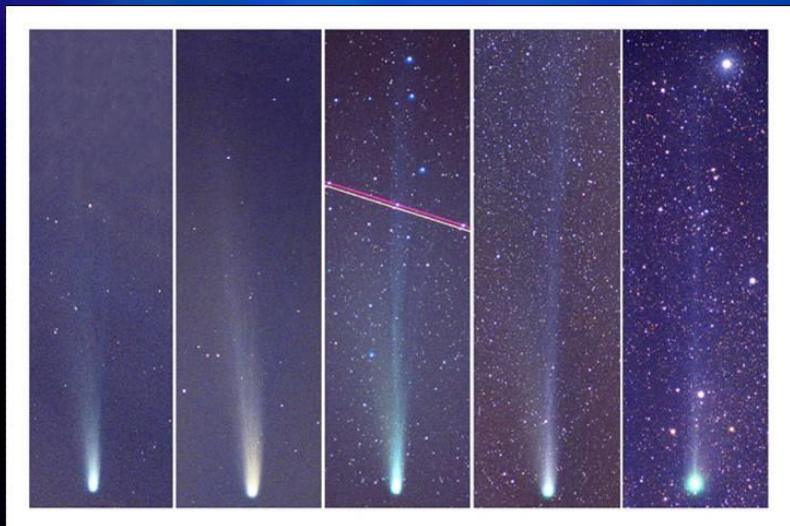




Koliko ima kometa?

**“Koliko je kometa na nebu?
- Koliko i riba u okeanu! (Kepler)”**

Prvi katalog kometa napravio je Halej 1705. godine. Sadržao je zapažanja za 24 komete. Vsehsvjatski procenjuje da je broj kometa 10^{11} – 10^{12} . U čuvenom “Katalogu kometnih orbita” Brajan Marsden navodi da je broj kometa sa izračunatim orbitama 1989. godine iznosio 1292, dok se u dokumentaciji “Minor Planet Center” od 9.5.2009. navodi podatak o 465 453 prolazaka kometa.



Broj otkrivenih kometa meri se u hiljadama i povećava se svake godine za preko sto. Danas se one uglavnom otkrivaju svemirskim sondama (npr. SOHO).

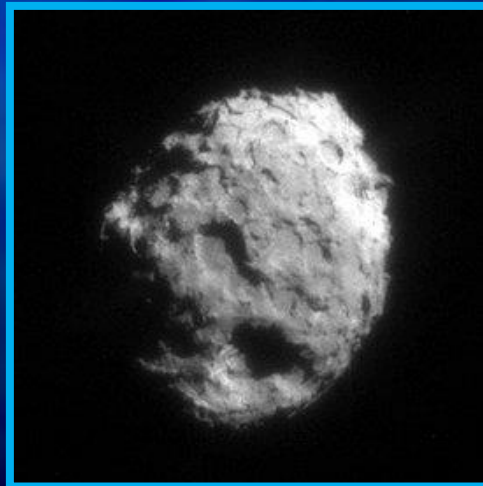


Kakva je građa kometa?

Danas se kvalitetnim instrumentima komete mogu uočiti na rastojanjima od Sunca koja nisu veća od 7 AJ. Tada izgledaju kao magličasta loptasta tela. Vizuelno se mogu pratiti na rastojanjima 2-3 AJ od Sunca. Najpre se uočava fotometrijsko jezgro u čijem se centralnom delu uočava pravo jezgro, mnogo manjih dimenzija i nepravilnog oblika.

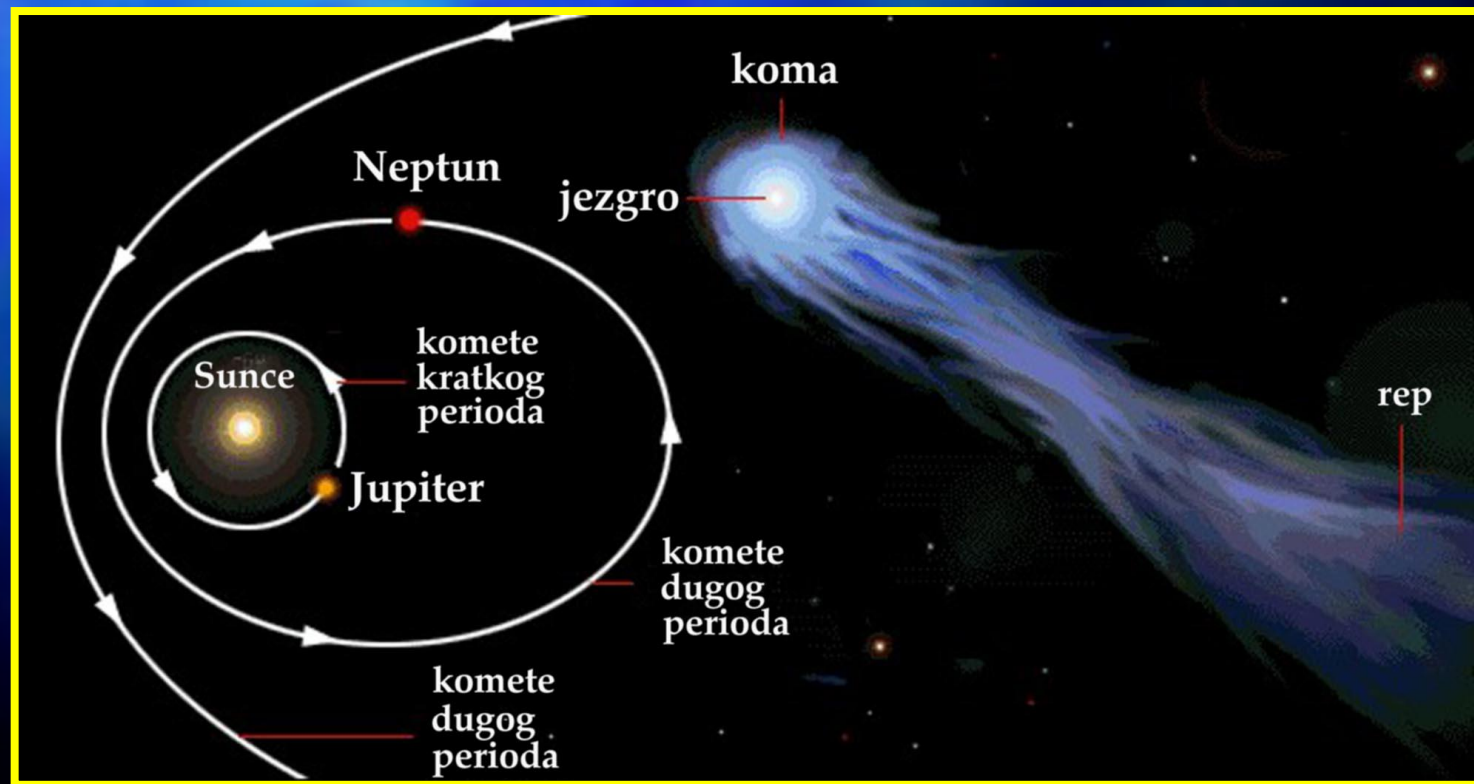


Kometā Holms (2007.)

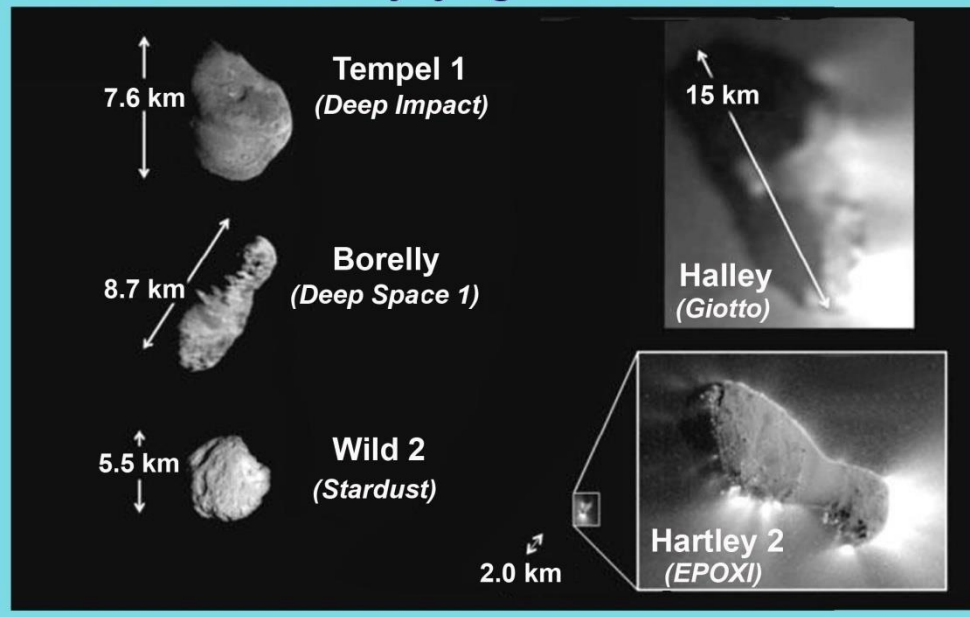


Jezgro komete Boreli

Svetlost , koju sa Zemlje vidimo kao fotometrijsko jezgro, je Sunčeva svetlost rasejana na kometnoj atmosferi koja je sa dosta prašine. Sa približavanjem Suncu dolazi do značajnih i brzih promena oblika komete: oko čvrstog pravog jezgra formira se oblak (koma) iz kojeg izlazi rep. Jezgro i koma čine glavu komete.



Dimenzije jezgara kometa



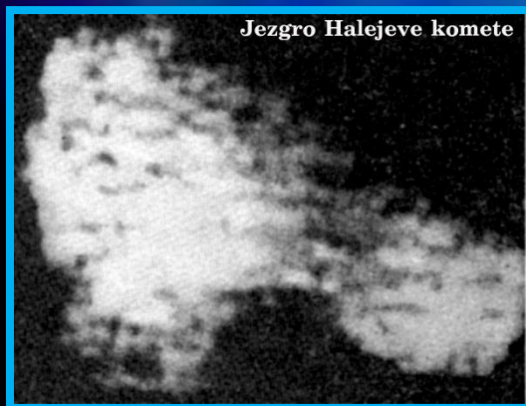
Dimenzije Halejeve komete su 16 x 8 x 8 km.

Poredjenje veličine jezgra komete Čurjumov –Gerasimenko i Beograda.



Jezgro se sa Zemlje ne vidi zbog malih dimenzija (od 100 m do par desetina km) i ekraniranosti koja potiče od kome.

Letelice "Vega" i "Đoto" snimile su jezgro Halejeve komete. Radi se o nepravilnoj gromadi niskog albeda (2-4%, a albedo asfalta je 7%). Tlo je zaprljano i crno, a na njegovoj osvetljenoj strani uočeni su mlazevi sublimiranog gasa i prašine.



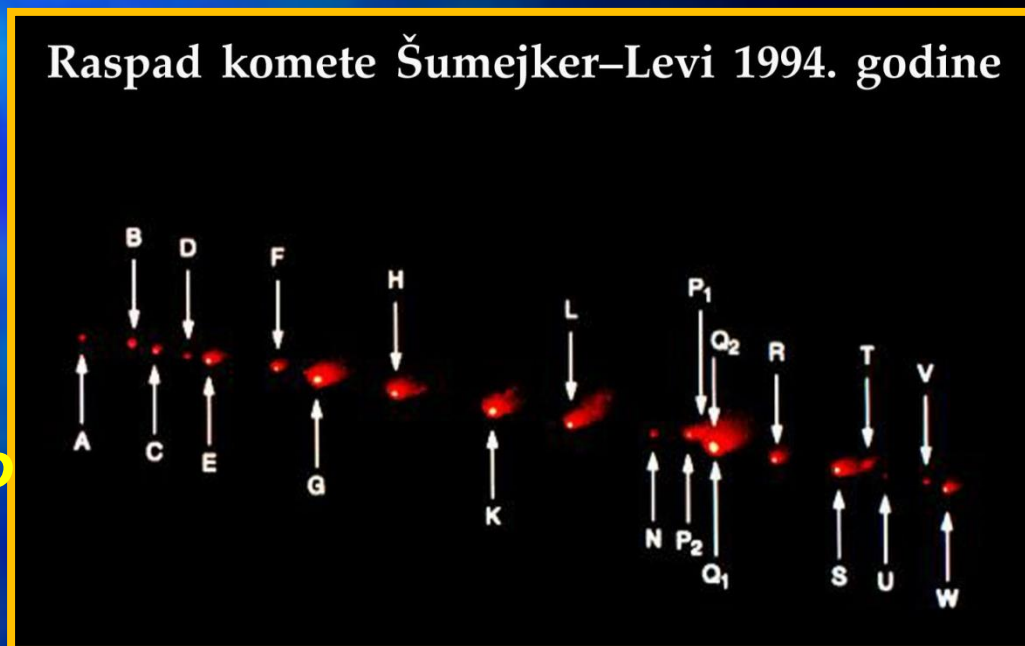
Ovi snimci, ali i najnovija istraživanja pomoću sonde File komete Čurjumov-Gerasimenko su na potvrdili “model prljave snežne grudve” F. Vipla (1950). Po njemu komete su aglomerati prašine, smrznutih gasova, kamena i leda. Dimenzije konstituenata jezgra su od mikrona do nekoliko desetina metara. Jezgro može da rotira oko neke sopstvene ose sa periodom od nekoliko sati. Gustina jezgra je relativno mala (oko $2\ 000\ \text{kg/m}^3$). U jezgru je skoncentrisan najveći deo mase.



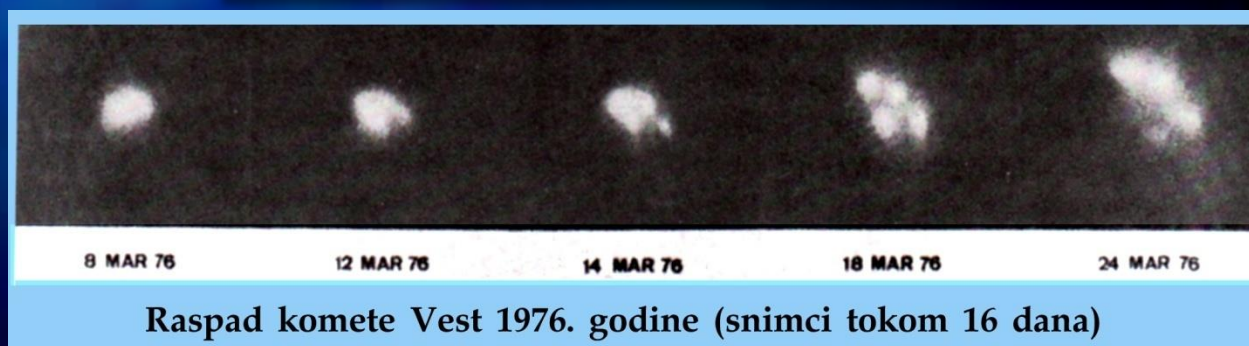
Gornja granica mase komete je $6 \cdot 10^{18}\ \text{kg}$. Masa kometa je male da bi mogle da utiču na kretanje planeta.

Jezgra nekih kometa su se raspadala, pa se može zaključiti da nisu kompaktna i da se lako drobe. Jezgro komete Bjeli 1846 raspalo se na dva dela na očigled posmatrača. Pri sledećem pojavljivanju 1852. umesto nje uočene se dve komete međusobno udaljene 1.5 miliona km.

Kometa Vest se raspala 1976. g. Njeni delovi danas kruže oko Sunca kao nezavisna tela. Jezgro komete Šumejker-Levi se pred pad na Jupiter raspalo na preko 20 fragmenata.

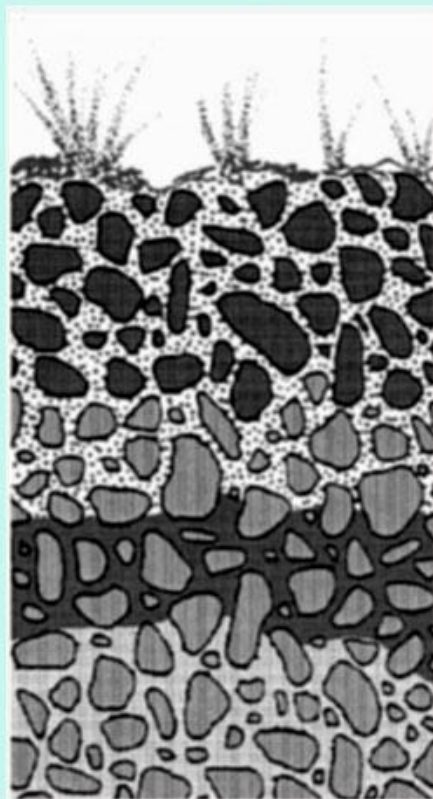


Mogu postojati i dvostruka i višestruka jezgra.



Prilikom isparavanja zaleđenog materijala tokom približavanja Suncu na površini jezgra ostaje kora od prašine debljine nekoliko cm. Ona je dobar termički izolator i to je jedan od razloga da su neke komete više puta preživljavale blizak prolazak pored Sunca. Debljina kore se menja zbog intenzivnih sublimacija sa približavanjem Suncu.

Slojevita struktura jezgra komete

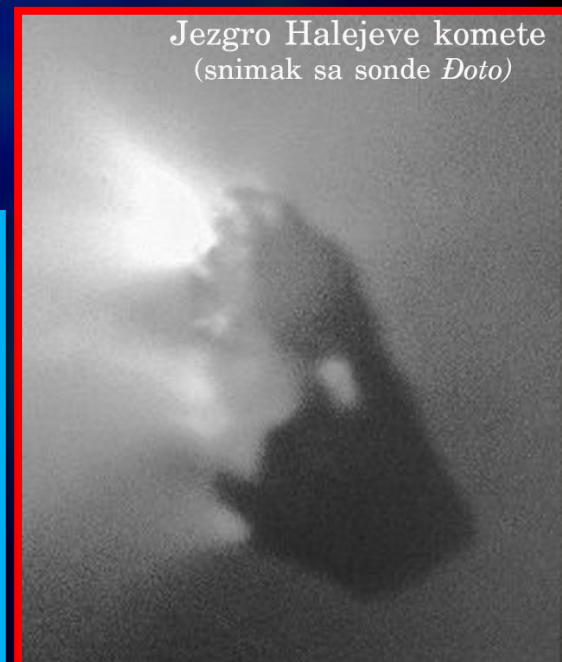
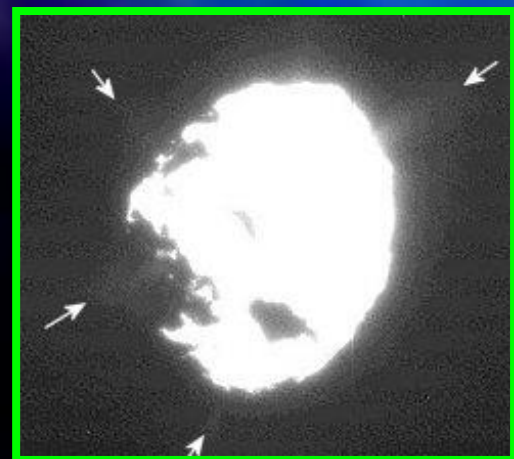


- ← **Izbačeni gas i prašina**
- ← **Porozni plašt od prašine**
- ← **Porozni sloj kristalizovanog leda ispunjen gasovima**
- ← **Granica kristalizacije**
- ← **Porozni sloj amornog leda ispunjen gasovima**
- ← **Sloj amornog vodenog leda i smrznutih gasova**
- ← **Primitivni sastav**

Promene debljine kore i njeno erodiranje utiče na zagrevanje slojeva ispod jezgra, dinamiku sublimacije, eksplozivnog isticanja gasova iz jezgra i promene sjaja komete.



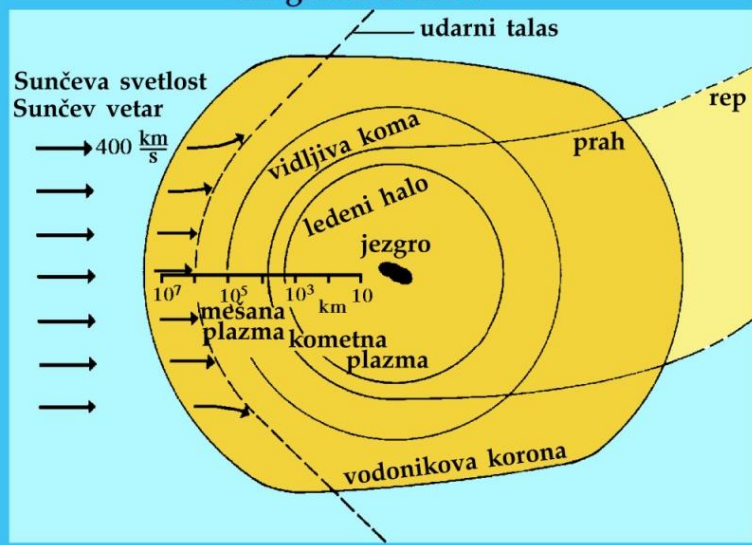
Kada se kometa približi Suncu na 2-3 AJ dolazi do intenziviranja sublimacije lako isparljivih supstanci iz jezgra. Formira se magličasta ovojnica jezgra, koma, koja ima ulogu atmosfere. Gasovi povlače za sobom i prašinu, pa se u komi nalaze gasovi, čestice prašine i ledena zrnca. Sa daljim približavanjem glava komete sve više raste. Na 0.9-1.6 AJ od Sunca glava komete dostiže najveće dimenzije (i do 200 000 km). Pod delovanjem Sunčevog zračenja molekuli u komi disosuju, a prilikom sudara sa brzim protonima solarnog vetra dolazi do jonizovanja atoma kome. Jonizovani gas se širi i stvara kolosalni oblak (halo), uglavnom od vodonika .



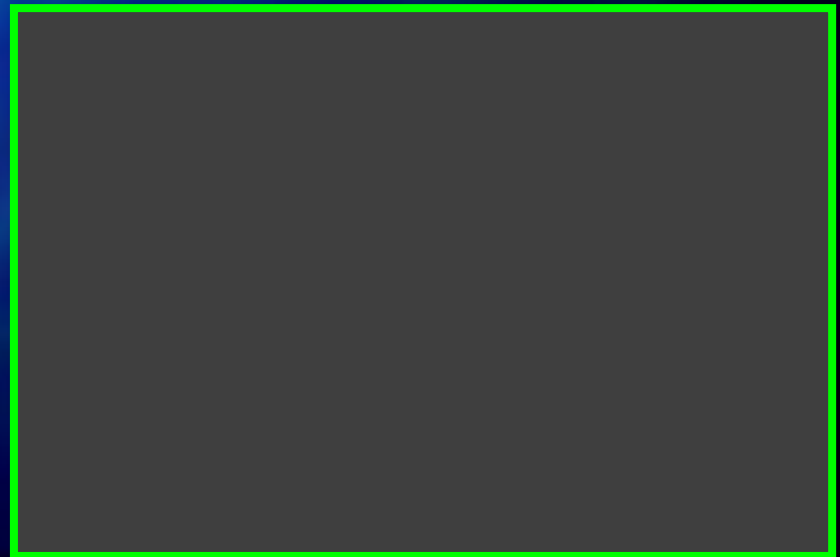
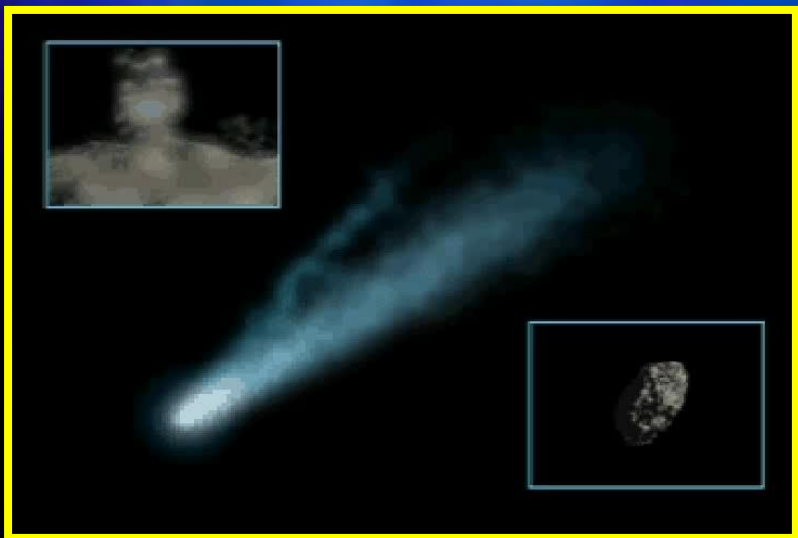
Malo jezgro gravitaciono slabo deluje na čestice iz kome. Približavanjem Suncu na njih sve jače deluje pritisak zračenja i solarni vetar. Zato je glava komete na većim rastojanjima od Sunca sferna i manjeg volumena, a kada se približi Suncu poprima oblik paraboloida. On je često stratificiran u obliku ljuski i sa zracima, eruptivnim izlivima i sl. (kometa Donati).



Uticaj Sunčevog zračenja i Sunčevog vetra na građu komete

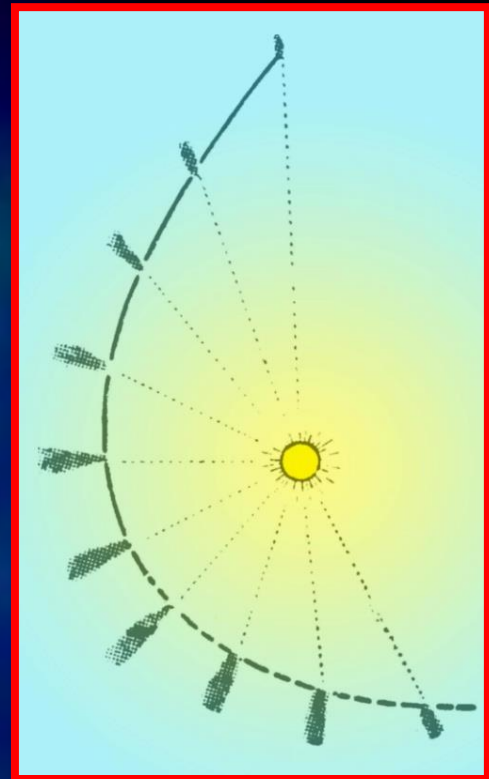


Približavanjem komete Suncu njena glava se izdužuje prelazeći postepeno u razređeni rep. On leži u ravni putanje, a dužina mu sve više raste (i po milion km dnevno), što je kometa bliže Suncu. To je uočio još Njutn. Rep nastaje sublimacijom materije iz jezgra. Njegov oblik i pravac pružanja zavise od međuplanetarnog magnetnog polja, S. zračenja, S. vetra, načina na koji se kreće glava komete i ubrzanja koje zračenje saopštava česticama različite veličine. Kod nekih kometa rep se nije pojavljivao ili se samo povremeno uočavao. Nakon prolaska komete kroz perihel, rep se skraćuje i iščezava.



Petrus Apianus (1531) je prvi srednjovekovni astronom koji je uočio da je rep komete okrenut od Sunca, mada se pominje da je to još u I v.p.n.e. utvrdio Seneka. Kada kometa oštro zaokreće oko Sunca njen rep se zakrivljuje i podseća na sablju.

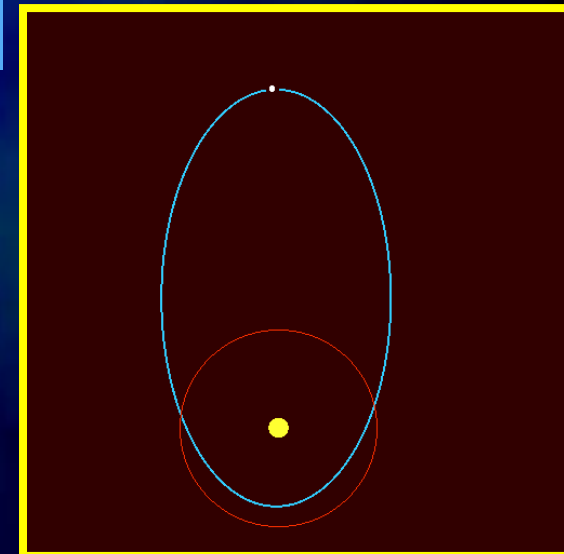
Relativno krupnije čestice raspoređuju se lepezasto u gotovo u istoj ravni.



Kometa Vest



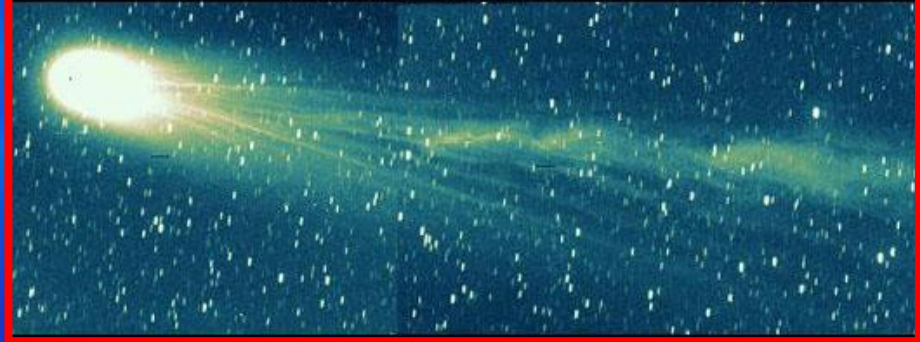
Turski prikaz Velike komete iz 1577.godine



Koncentracija čestica u repu je vrlo mala pa je kroz njega moguće videti zvezde u pozadini bez značajnijeg slabljenja sjaja. “Kometa je vidljivo ništa” (Babine)

Repove od prašine potiskuje Sunčevo zračenje, a plazmene repove Sunčev vetar, koji sa sobom nosi i magnetno polje. Plazmeni rep je po pravilu ređi od prašinastog, a magnetna interakcija plazmi Sunčevog vetra i kometnog repa može dovesti do stvaranja zrakastih i spiralnih formi.

Kometa Hijakutake



Kometa Ikeya (1968.)



Pored "glavnog" repa može se kod nekih kometa uočiti i anomalni rep (antirep). To je oblik iz glave komete, obično male dužine, koji se nalazi ispred nje i usmeren je ka Suncu. Pravi anomalni rep uočen je kod Kohoutekove komete 1973. god. Sastavljen je od krupnijih čestica (0.1-1mm) koje su u erupciji gasa izbačene sa čeone strane jezgra. Na njih repulzivna sila zračenja slabije deluje i ne oduvava ih efikasno od Sunca.



Antirep Kohoutekove komete (Skylab,1973.)

Arend-Rolandova kometa (1957) imala je izuzetno dug anomalni rep. Uočen je kada je Zemlja presecala ravan putanje komete. Analize su pokazale da se radi o pseudoanomalnom repu – lepezastom repu koji je usmeren od S., ali koji je posmatran pod takvim uglom da je u projekciji uperen ka S.



Pseudoanomalni rep Arend-Rolandove komete

U repu su čestice raznih veličina i prirode. Zato faktori koji utiču na stvaranje repa na njih različito deluju. Zbog toga komete nemaju iste repove, a i jedna kometa može imati veći broj repova različite dužine i oblika. Kometa de Šezo (1774) imala je rep od šest širokih traka.

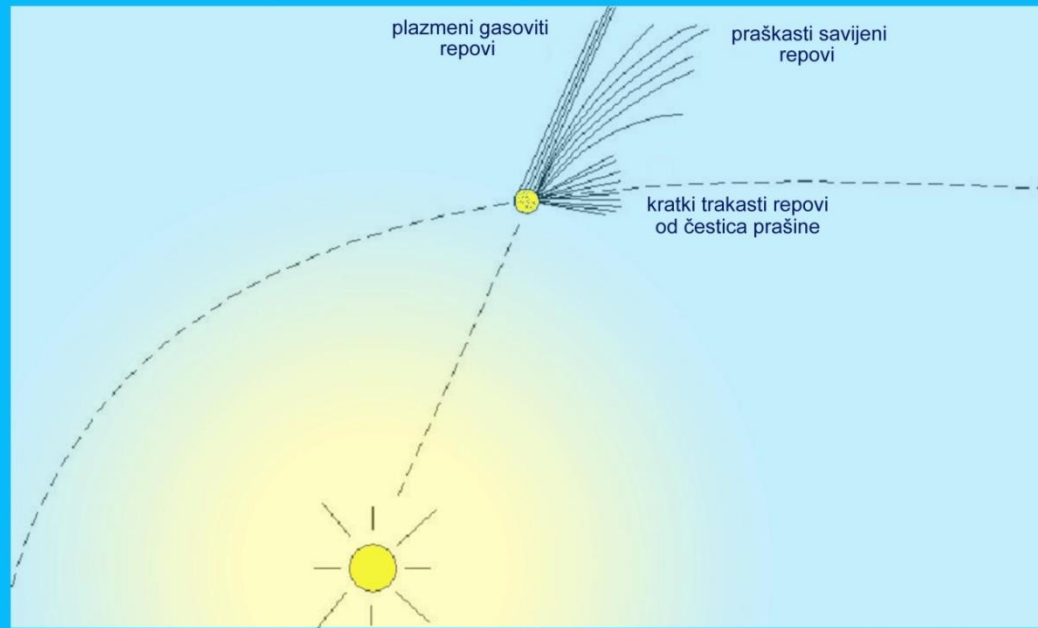
Postoje različite klasifikacije kometnih repova. F.A. Bredihin i S.V. Orlov su u okviru svoje mehaničke teorije podelili repove u tri kategorije:

I: Pravi plazmeni repovi

II: Savijeni prašinski repovi

III: Kratki prašinski trakasti repovi

Klasifikacija kometnih repova po Bredihinu i Orlovu



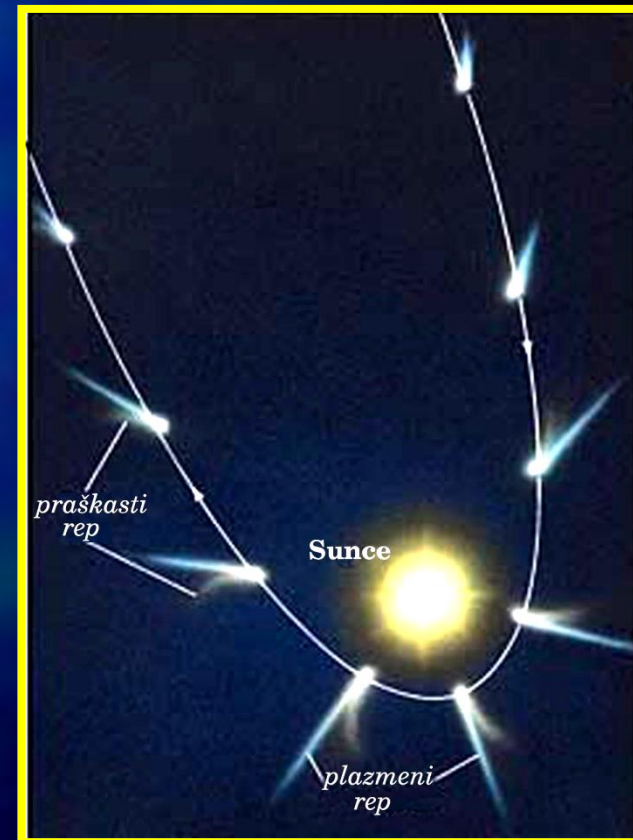
Hejl-Bopova kometa (1997.)



I: pravi plazmeni repovi. Nasuprot su Sunca duž radijus vektora komete. Sastoje se od čestica sa velikim ubrzanjem. Potiču od S. vetra. Mogu biti u obliku zrakova, simetričnih u odnosu na radijus vektor. Uočavaju se strujnice sa zgušnjenjima.



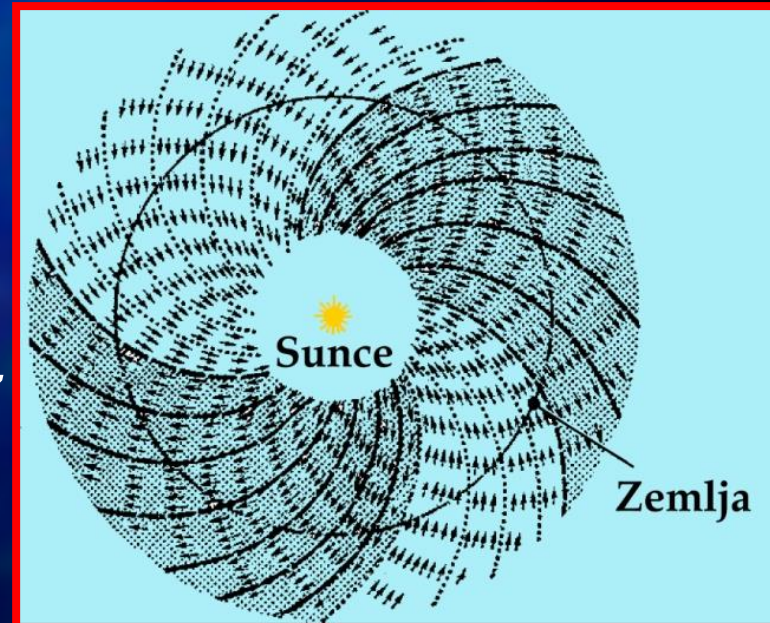
II: Jako savijeni prašinski repovi. Čestice su sa manjim ubrzanjem. Svetle odbijenom svetlošću. Nastaju delovanjem zračenja. Na krajevima se uočavaju trakasti sinhroni.



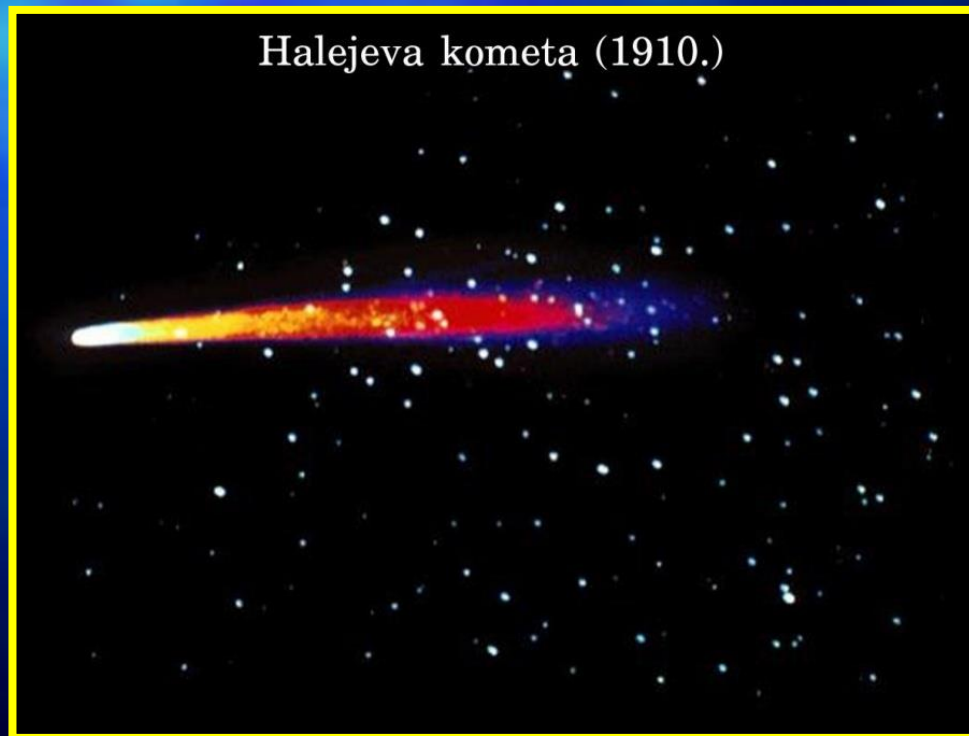
III: Kratki prašinski repovi u vidu pravih traka duž prednjeg dela putanje. Sastoje se od čestica koje se u oblacima povremeno izbacuju iz jezgra. Čestice su različitih veličina i različitih ubrzanja, pa se oblaci prašine razvlače u trake. Nastaju pod delovanjem zračenja.



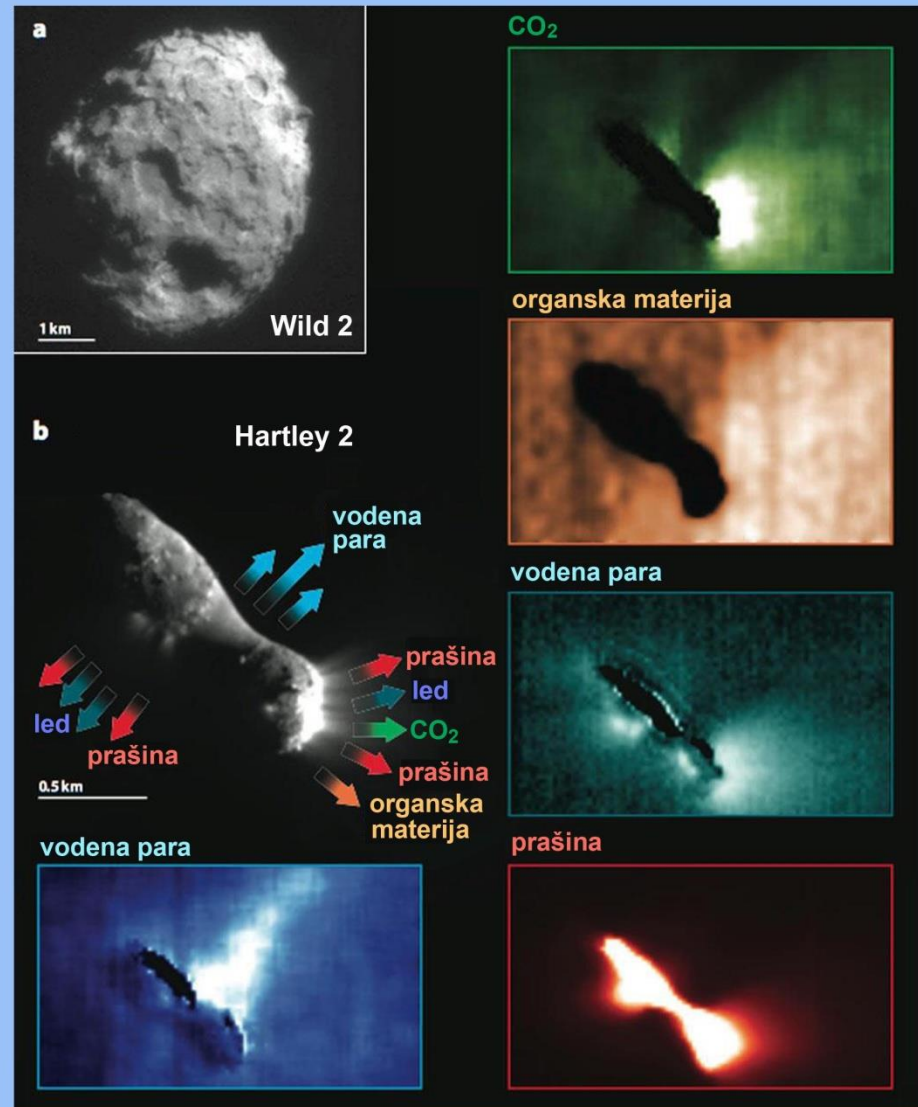
Sunčev vetar nosi i magnetno polje. Sa udaljavanjem od S. polje ima oblik spiralnih sektora, čiji broj zavisi od S. aktivnosti. Polje je suprotne orijentacije u susednim sektorima. Pri prolasku komete kroz granicu dva susedna sektora može doći do otkidanja celog repa ili njegovih delova.



Hemijski sastav kometa se ispituje na osnovu spektralne analize repa i glave i kometnih ostataka koji sagorevaju u atmosferi Zemlje. Spektri glave i repa nisu isti zbog različitih procesa u njima. Spektri se menjaju sa promenom udaljenosti od Sunca. Na većim udalj. spektri su neprekidni. Iz kome se emituju trakasti molekulski spektri slobodnih radikala CH, OH, CN, NH, CH₃, NH₂, HCN, CS, CO, koji u razređenoj atmosferi komete opstaju duže nego u Zemljinoj atmosferi.



Analiza malazeva kometa



U radio dijapazonu su otkriveni molekuli vode. Imaju i promenjiv sadržaj organskih molekula.

Među njima su metanol, cijanid, formaldehid, etanol, aminokiseline. Stardust Mission 2011. je potvrdila postojanje glicina. U meteoritima koji su kometnog porekla otkriveni su adenin, guanin – komponente RNA i DNA.

Ovakva otkrića idu na ruku teorijama da su baš komete “izvor” prebioloških materija na Zemlji.

Kod Kohoutekove komete 10-20% mase je zaleđeni cijanid. Upravo njegove linije se prve uočavaju, na rastojanjima oko 3AJ od Sunca. Linije atoma H,C,O,S,Ni,Cu,Ca,Cr uočavaju se kada su komete na rastojanjima manjim od 1 AJ od Sunca.



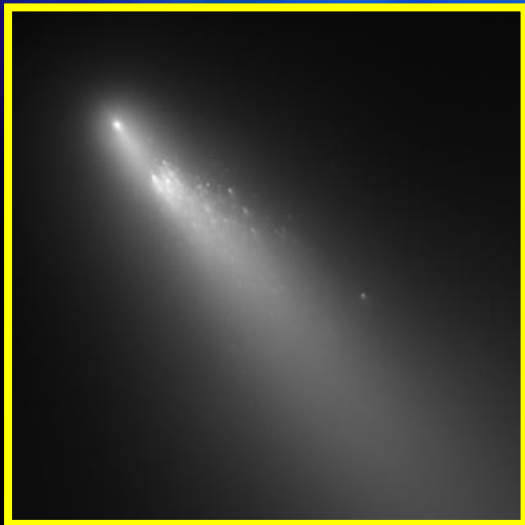
Svetlost kometa nije samo reflektovana Sunčeva svetlost. Prisutna je i rezonantna fluorescencija, kada molekuli reemituju svetlost iste frekvencije koju ima ekscitujuće zračenje sa Sunca.

Pobuđeni molekuli deekscituju se tako što se vraćaju na osnovne nivoe, na kojima su bili pre pobuđivanja. To je zbog što je koncentracija čestica u glavi i repu mala, pa su sudari, preko kojih bi se vršila delimična deekscitacija, retki. Osim toga na rastojanjima na kojima komete emituju fluorescencijom vreme između dve uzastopne apsorpcije fotona je duže od vremena deekscitacije.

Poreklo kometa: brojne su teorije. Flamarion - različiti su uzroci (od maglina, kondenzacija kosmičke materije, rezultat eksplozija i izbačaja, itd.). Lagranž – planetarni pristup (nastale istovremeno kad i S.s.). Laplas – međuzvezdani pristup (vode poreklo od materije izvan S.s., a Sunce ih je “načinilo” od međuzvezdane materije ili ih je kao formirane zahvatilo). Vsehsvjatski – hipoteza o eruptivnom poreklu (od materijala pri erupciji na satelitima, čija je II kosmička brzina manja).



Ort poreklo kometnog oblaka objašnjava eksplozijom Faetona, planete između Marsa i Jupitera. Najveći deo mase je napustio S.s. Delsem – komete su nastale kondenzacijom u protosolarnom oblaku, a velike planete su ih po principu praćke izbacile u spoljašnji deo S.s. Kameron – komete su se kondenzovale na mestu današnjeg oblaka. Vipl – Jupiter i Saturn su nastali istovremeno sa Suncem (imaju sličan hem. sastav. Unutrašnje planete su nastale u sudarima planetezimala, a Uran i Neptun iz kometezimala. Oni su perturbovali deo kometa: neke su uvučene u unutrašnji deo S.s., a deo je izbačen na velika rastojanja (Oortov oblak).



Gubitak mase kometa - tokom kretanja oko Sunca komete preko repova i kome, koja se “rastače”, gube svoju masu. Npr. Halejeva kometa je 1986. g. svake sekunde gubila 40 t vode i 10 t prašine. Procenjuje se da pri svakom prolasku komete gube 1/200 deo mase.

Prosečno "vreme života" kometa je od 100 do 300 revolucija. Neke žive i kraće, jer se pre toga raspadaju. Dakle, na putanji kometa se, zbog sublimacije, njen materijal osipa. Krupnije čestice nastavljaju da se kreću po putanji komete. Kada Zemlja preseče njihovu putanju, one sagorevaju u atmosferi Zemlje, što se vidi kao meteorski roj, pljusak ili potok.

Da se podsetimo:

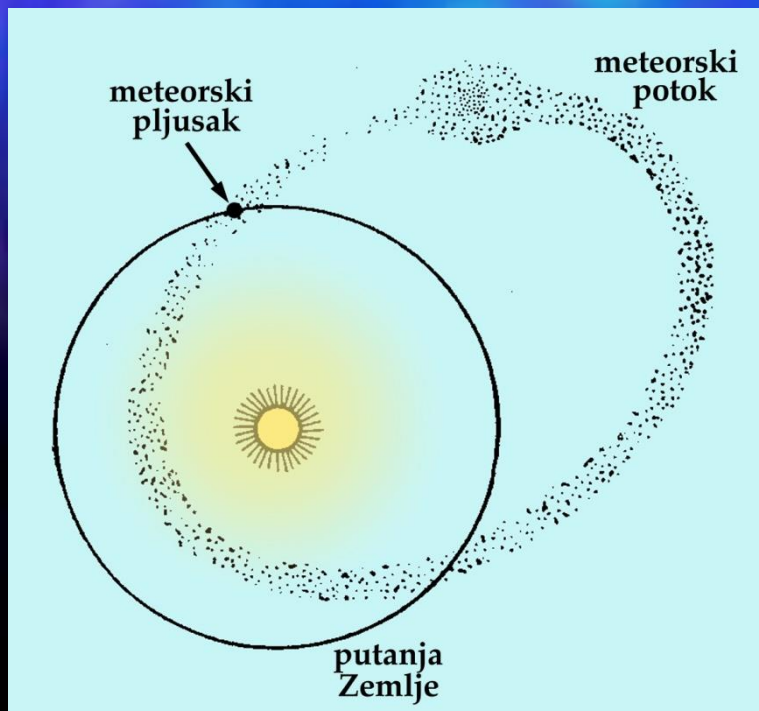
Meteoroid je čvrsto telo koje se kreće međuplanetarnim prostorom. Potiče od kometa i asteroida.

Meteor je svetlosna pojava u atmosferi Zemlje ("zvezda padalica"). Nastaje kada se meteoroid u atmosferi zagreje i usija zbog trenja, raspada, jonizuje okolnu atmosferu i pobudi je na svetljenje. Javlja se kao sporadik ili deo meteorskog pljuska. Veći i sjajniji meteori su bolidi.

Meteoriti su čvrsta tela koja ne sagore u potpunosti u atmosferi. Uglavnom potiču od asteroida koji su kompaktniji i drugačije građe od asteroida. Padovi velikih meteorita izazivaju eksplozije, stvaraju kratere (astroblemi).

Meteorski potok – područje meteoroida raspršenih po putanji roditeljske komete. Kod mlađih meteorskih potoka postoje zgušnjavanja i nehomogenosti (meteorski roj), a kod starijih čestice su homogenije raspoređene.

Meteorski pljusak – povećanje meteorske aktivnosti kada se putanja Zemlje ukršta sa meteorskim potokom. Meteori iz datog pljuska kao da dolaze iz jedne tačke na nebu (radijant).



Meteorski pljusakovi dobijaju ime po sazvežđu u kojem se nalazi radijant. Meteorski pljusak se javlja uvek u isto doba godine.

Meteorska oluja – ekstremno redak događaj kada Zemlja preseče meteorski potok u oblasti roja.

Godišnje na Zemlju padne $(0.5-6) \cdot 10^4$ t meteoritskog materijala.

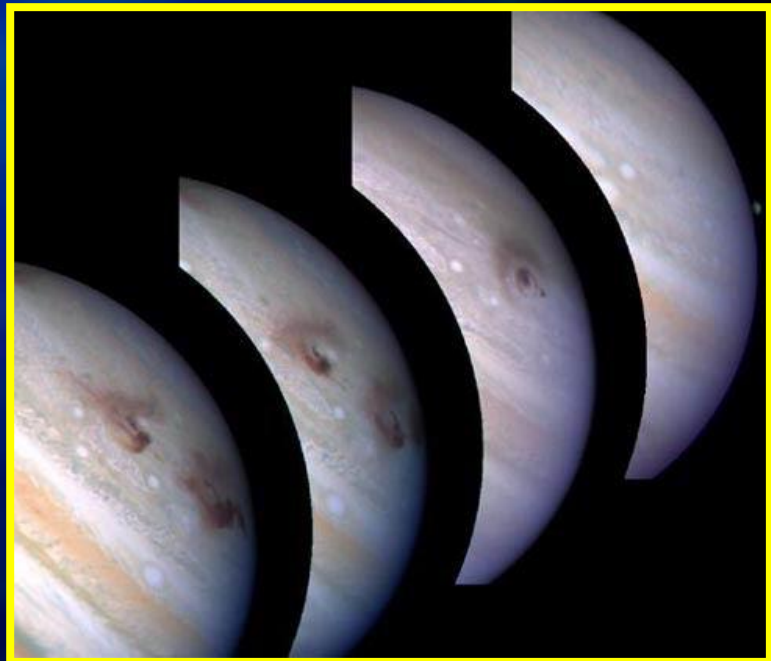
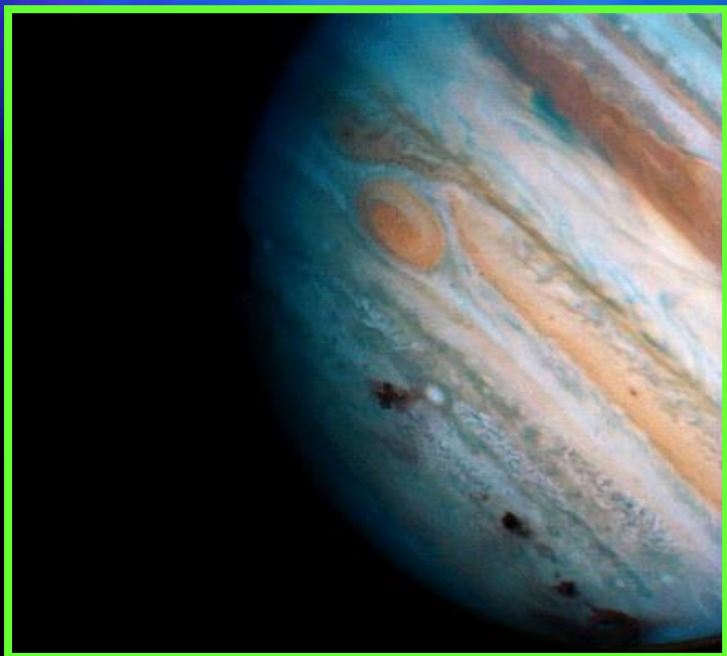
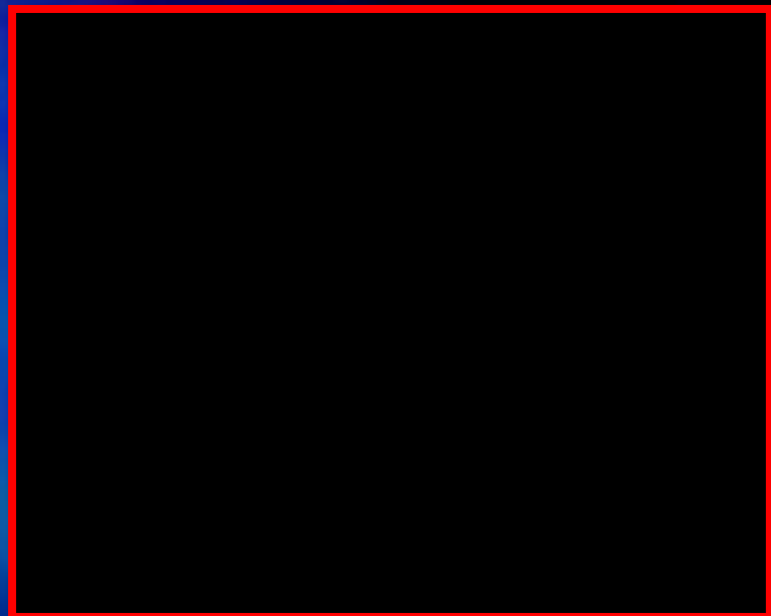
Meteorski potoci

Meteorski potok	Vreme aktivnosti	Datum maksim.	ZHR	Koordinate radijanata		Geocentric brzina (km/s)	Roditeljska kometa
				RA	DEC		
Kvadrantidi	27. XII - 7. I	3. I	45-200	15h16m	50°	35	1961 I
pi-Virginidi	13. II - 8. IV	3. III - 9. III	5	12h08m	3°	30	Grigg- Skjellerup
Liridi	16. IV - 25. IV	21. IV	12-100	18h08m	33°	48	1861, I (Thatcher)
eta- Akvaridi	21. IV - 12. V	5. V	20-50	22h24m	-1°	66	Halley
Sagitaridi	10. VI - 16. VI	11. VI	8	20h28m	-35°	30	-
delta - Akvaridi (N)	16. VII - 10. IX	13. VIII	10	22h56m	2°	40	-
delta - Akvaridi (S)	14. VII - 18. VIII	29. VII	20	22h36m	-17°	40	Machholz
alfa - Kaprikornidi	15. VII - 11. IX	1. VIII	6-14	20h26m	-8.3°	25	169P/NEAT
Perseidi	23. VII - 22. VIII	12. VIII	80	3h08m	58°	61	Swift-Tuttle
Orionidi	15. X - 29. X	21. X	20	6h20m	15°	66	Halley
Tauridi (N)	12. X - 2. XII	4. XI - 7. XI	7	3h36m	22°	26	Encke
Tauridi (S)	14. XI - 20. XI	30. X - 7. XI	7	3h32m	12°	30	Encke
Leonidi	14. XI - 20. XI	17. XI	5-15	10h12m	22°	72	Tempel-Tuttle
Geminidi	6. XII - 19. XII	13. XII	80-100	7h30m	32.6°	35	Phaethon
Ursidi	17. XII - 24. XII	22. XII	10-15	14h28m	76°	35-40	Tuttle?

Meteorski rojevi

<i>Meteorski roj</i>	<i>Vreme aktivnosti</i>	<i>Datum maksim.</i>	ZHR	<i>Koordinate radijanata</i>		Geocentrična brzina (km/s)
				<i>RA</i>	<i>DEC</i>	
omega - Skorpidi	19. V-11. VII	3. VI -6. VI	7	16h12m	-22°	25-30
Korvidi	25. VI-3. VII	27. VI	6	12h46m	-19.2°	?
alfa - Aurigidi	25. VIII - 6. IX	30. VIII	9	5h40m	41°	69
Drakonidi (Djakobinidi)	6. X-10. X	9. X	0.05	17h28m	54°	23
alfa - Monocerotidi	13. XI - 2. XII	21. XI	100	7h16m	-6°	?

*lako su prolasci kometa uglavnom bezazleni, mogući su i sudari kometa sa planetama. **Poznat je raspad komete Šumejker-Levi 9 i pad njenih delova na Jupiter, jula 1994. g. Na ovu planetu je 19. jula 2009. pala još jedna kometa.***



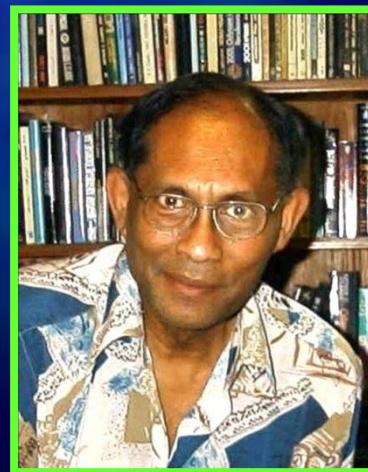
Udara kometa i asteroida ili njihovih delova u geološkoj istoriji Zemlje bilo je više. Posebno su bili česti u “epohi velikog bombardovanja” (počela pre 4.25 milijardi, a trajala oko 400 miliona godina). O tome svedoče i brojni krateri, mada ih je većina izbrisana u procesima erozije.

Najveći udarni krateri na Zemlji

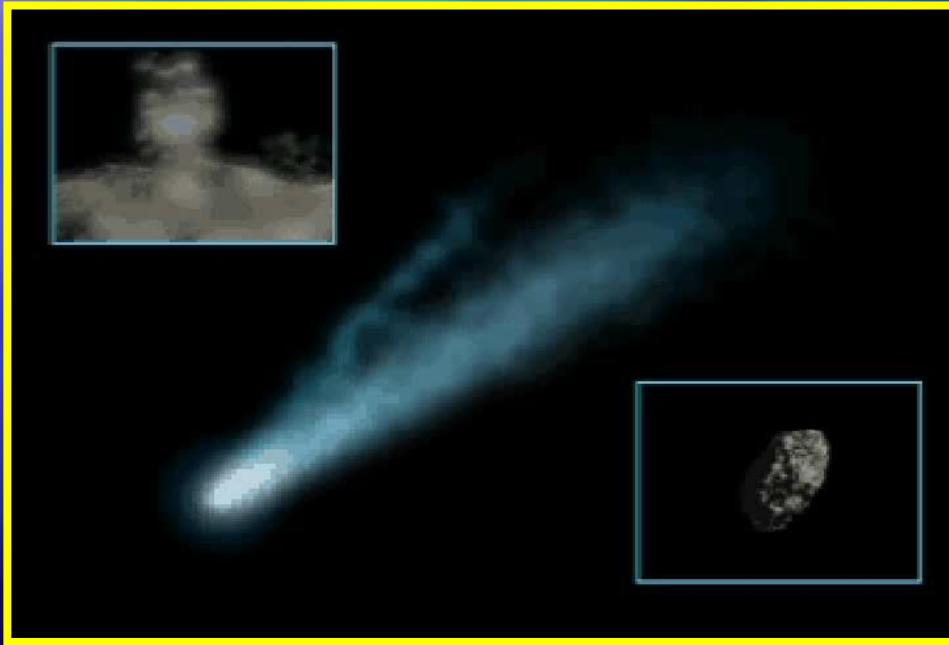


*Neki autori ističu da su komete, iako su u kosmičkom smislu beznačajne, mogu da imaju značajnu ulogu u formiranju života na Zemlji. **One obiluju organskim materijalima. Frimen Dajson ističe da su komete polazno obitavalište života, a ne planete. Njihova jezgra sadrže radiaktivne materijale, koji obezbeđuju energiju za sintezu složenih molekula.***

Fred Hojl i Čandra Vikramašinge tvrdili su da je život je na Zemlju dospelo baš preko kometa.



Prilikom udara organski molekuli bili su rasejani u okeanu, praveći od njega "primordijalnu supu". U povoljnim uslovima iz nje se razvio život. Ovi autori tvrde da i danas preko kometa na Zemlju dospevaju npr. virusi!



Hojl i Vikramašinge tvrde da su neke virusne pandemije posledice zasejavanja virusa gripa preko kometnih čestica koje dospevaju na Zemlju.



Pošto su jezgra kometa “aglomerati stena i leda” neki autori smatraju da su mora na Zemlji nastala brojnim padovima kometa u epohi velikog bombardovanja pre oko 4 milijardi godina.



Ovu hipotezu prate protivrečnosti. Npr. voda u Halejevoj kometi sadrži veće količine deuterijuma nego voda na Zemlji (na 1l “obične” morske vode dolazi 0.2 ml teške vode). Pokazuje da je odnos D/H kod 4 komete za dva puta veći u odnosu na vrednosti na Zemlji. Moguće je da su “ranije” komete bile drugačijeg sastava od “kasnijih”. Tela formirana dalje od Sunca imaju veći odnos D/H (komete).



U moguće donosioce vode spadaju i stenovite planetezimale (ugljenični hondriti iz asteroidnog pojasa), kod kojih prisutna voda nije imala isti odnos D/H kao kod kometa, već je on približniji odnosu kod današnje vode u okeanu. To sugerira da su oni bitan “donosilac” vode u okeanu.

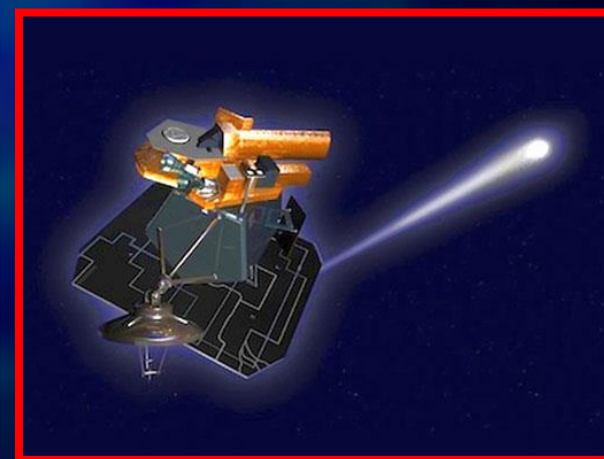
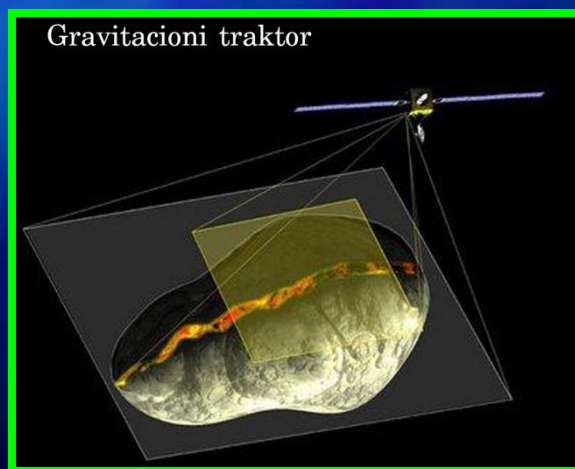
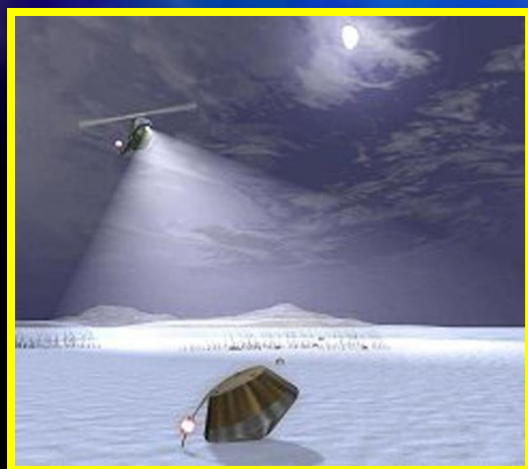
Neki autori smatraju da su okean i atmosfera Zemlje nastali degazacijom tla ili od vulkanskih erupcija kada je u atmosferu dospela vodena para.

Realna situacija je najverovatnije da su svi pomenuti procesi imali svoj doprinos u stvaranju današnje količine vode na plavo-zelenoj planeti.



Međutim, s obzirom na dimenzije i brzine kretanja kometa i asteroida, udari su često imali globalne ili kontinentalne katastrofalne posledice (izumiranje ogromnog broja živih vrsta, tektonske i klimatske promene, itd.). U tom smislu oni predstavljaju realnu opasnost po život na planeti.

Iz tih razloga danas se takvi objekti pomno otkrivaju i prate, a za koju deceniju će, verovatno, moći da se neutrališu (skretanje sa opasne putanje, pravovremeno razbijanje, itd.).



Na svu sreću danas su veliki udari manje verovatni, ali ipak su mogući (Sunčev sistem je u velikoj meri počišćen, jer su se mala tela već “ispucala”, a i putanje tela su se stabilizovale).



U pisanoj istoriji samo je jedan veći meteorit doveo do ozbiljnije katastrofe (Tunguska eksplozija, 1908).

Scenario Tunguske eksplozije



Meteoroid brži od zvuka sabija vazduh



Delimični raspad meteoroida



Širenje udarnog fronta i eksplozija

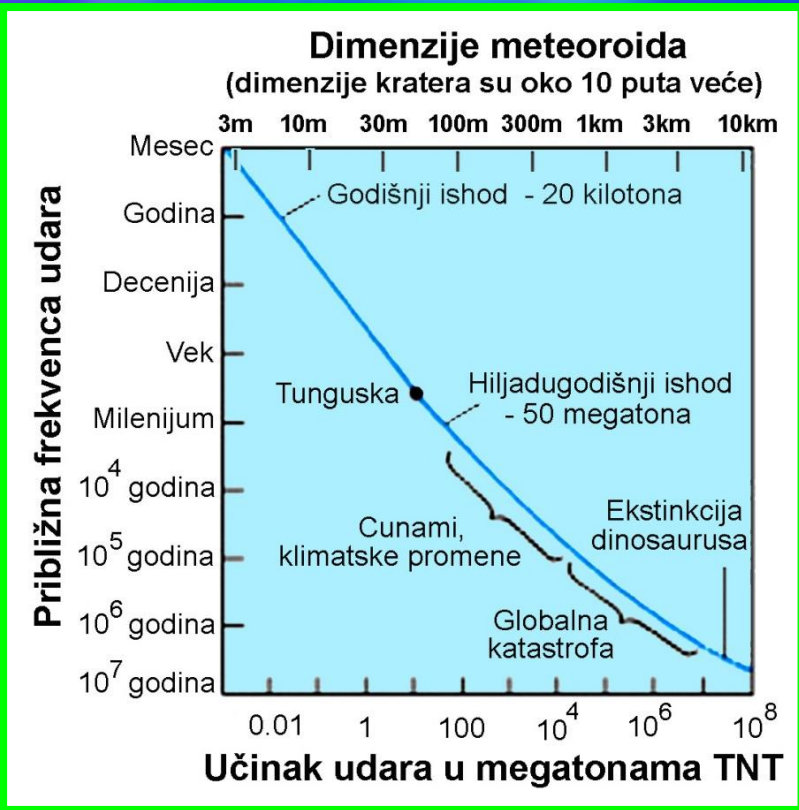


Udarni front dospeva do tla

Tungusko telo je bilo veličine do 50 m, a eksplozija je odgovarala eksploziji 10-100 puta jačoj od one u Hirošimi (18 kt TNT). Neki naučnici su tvrdili da je tungusko telo deo Enkeove komete, koja je u to vreme bila u perihelu.



Beringerov krater (Arizona) je prečnika 1.186 km. Udar je bio jačine 3-10 Mt TNT, a telo koje je pre 65 miliona godina dovelo do izumiranja dinosaurusa i 75% živih vrsta izazvalo je eksploziju od 100 miliona Mt TNT. Radi poređenja najsnažnija hidrogenska "car" bomba proizvela je eksploziju od 5 Mt.



Što su udarna tela veća to je manja frekvencija udara. Epik – povećanje mase udarnog tela za 10 puta odgovara povećanju intervala izm. sudara sa Zemljom 5-6 puta.



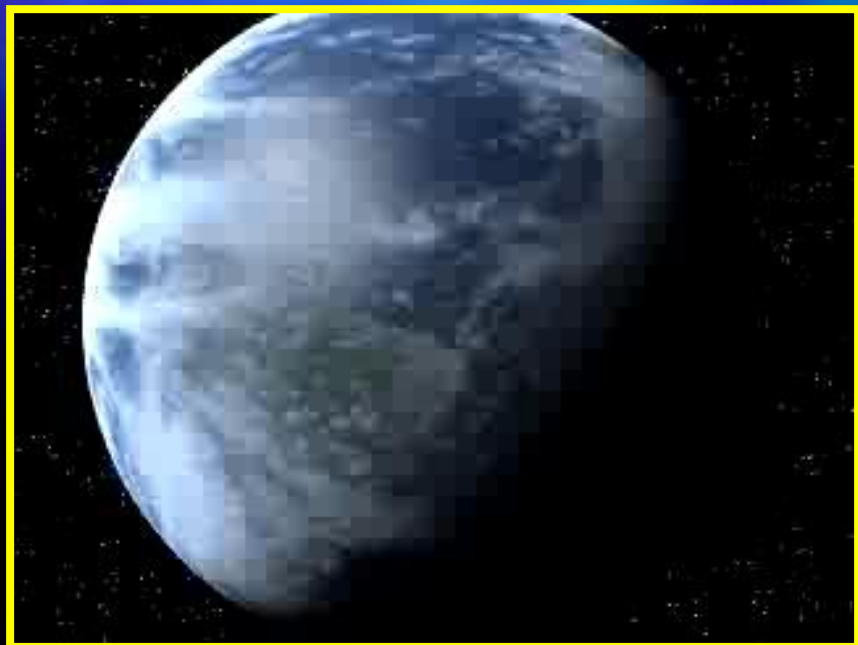
Veličina udarnog tela	Prouzrokovana šteta
75 m	Uništenje većeg grada (Njujork, Pariz,...)
350 m	Uništenje regiona veličine manje države ili cunami, ako je udar u okeanu
700 m	Uništenje države veličine Tajvana ili veliki cunami, ako je udar u okeanu
1.7 km	Udar utiče na ozonski omotač i klimu, izaziva cunami koji bi uništio priobalne gradove
3 km	Uništenje velike države, globalni požari i velike klimatske promene
7 km	Globalno uništenje, masovno izumiranje, dugoročne klimatske promene

Danas postoje službe koje redovno prate objekte čije su putanje takve da dolaze blizu Zemlje (NEO). Do 2008. godine otkriveno je 5400 asteroida u oblasti 195 miliona km od Sunca.

Kao potencijalno opasni tretiraju se objekti koji su veći od 140 m i koji prolaze unutar 7.4 miliona km od Z. orbite. Do sada ih je katalogizovano 950. Potencijalno opasni objekti “drže se na oku” i njihove putanje se računaju za narednih 100 godina.

Kinetička energija (ekvivalent u tonama TNT)	Dijametar asteroida	Dijametar kratkoperiodičnih kometa	Dijametar dugoperiodičnih kometa
1 Megatona	27 m	38 m	20 m
10 Megatona	58 m	81 m	44 m
100 Megatona	126 m	175 m	95 m
1000 Megatona	271 m	376 m	204 m
10 000 Megatona	585 m	811 m	440 m
30 000 Megatona	843 m	1.2 km	635 m
100 000 Megatona	1.3 km	1.7 km	948 m
Milion Megatona	2.7 km	3.8 km	2.0 km
10 Miliona Megatona	5.8 km	8.1 km	4.4 km
100 Miliona Megatona	13 km	17 km	9.5 km
300 Miliona Megatona	18 km	25 km	14 km
Milijarda Megatona	27 km	38 km	20 km

Pre bilo kakvih medijskih najava udara nebeskih tela u našu planetu treba proveriti šta o tome kažu relevantne službe. Nikakav sudar sa velikim telom ne očekuje Zemlju u narednih 100 godina.



Udari tela dimenzija nekoliko desetina kilometara (*kometa ili asteroida*) mogu dovesti do globalnih kataklizmi i masovnih ekstinkcija. Primer : ekstinkcija preko 75% vrsta života (uključujući i čuveno izumiranje dinosaurus), pre 65 miliona godina. Naša civilizacija još uvek nije dostigla nivo kada će moći da otklanja takve opasnosti. To danas može da uradi samo Brus Vilis, ali na filmu.

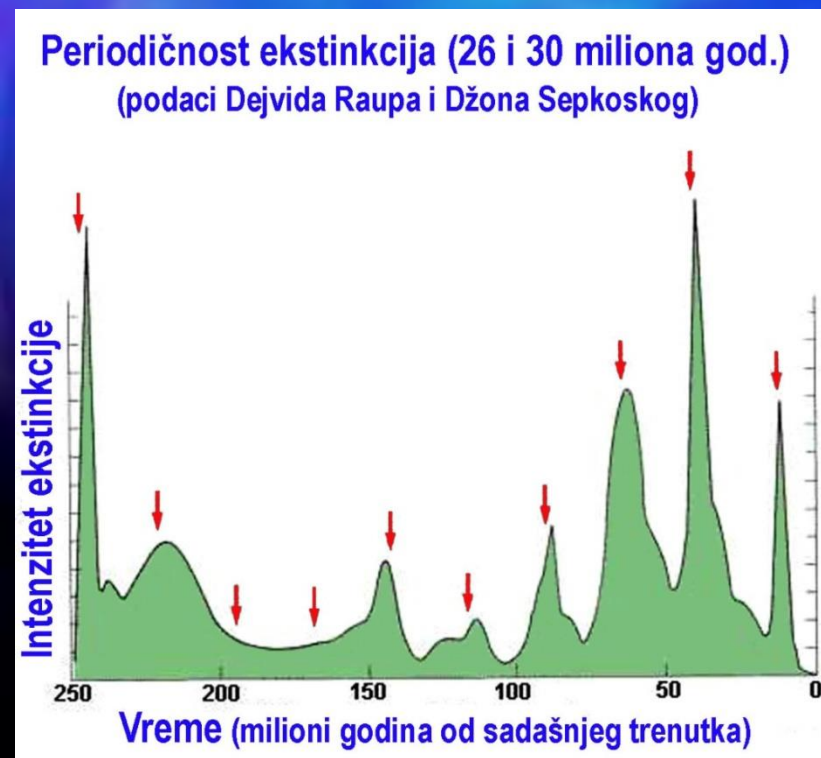


Paleontolozi Raup i Sepkoski su, na osnovu geoloških istraživanja, 1984. g. pokazali da se na Zemlji javljaju masovna izumiranja u pravilnim periodima od oko 26 miliona godina.

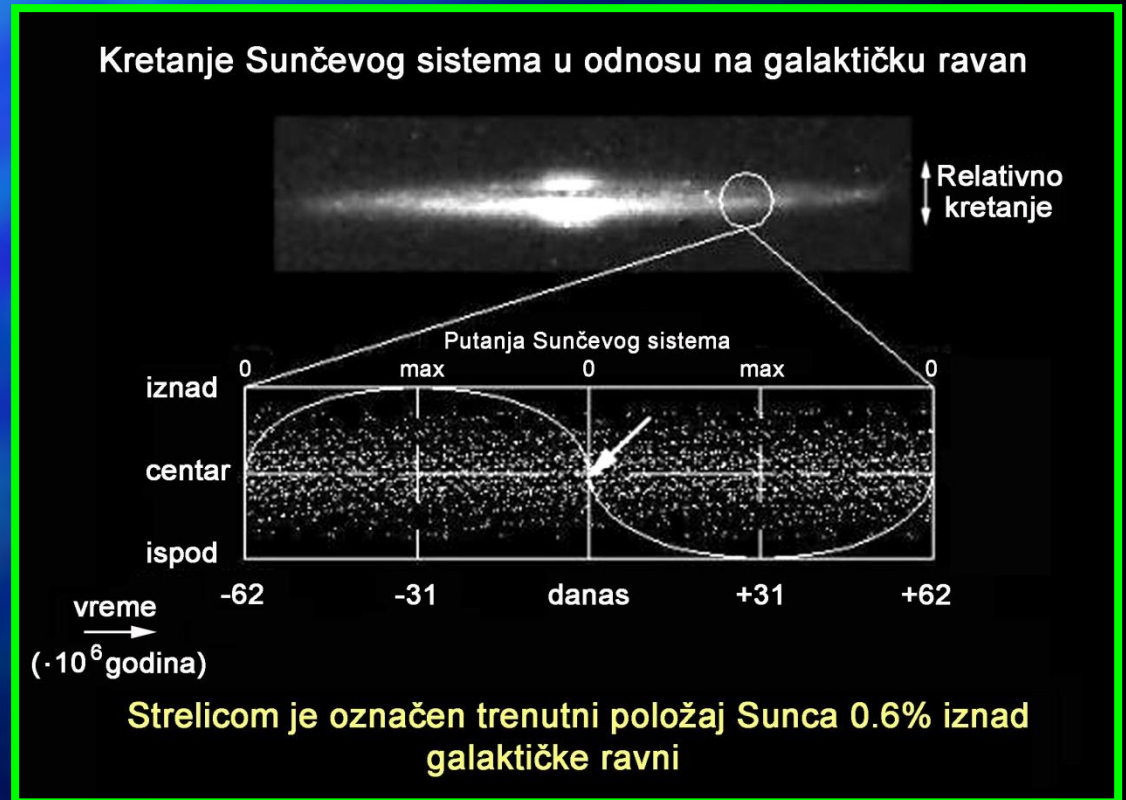
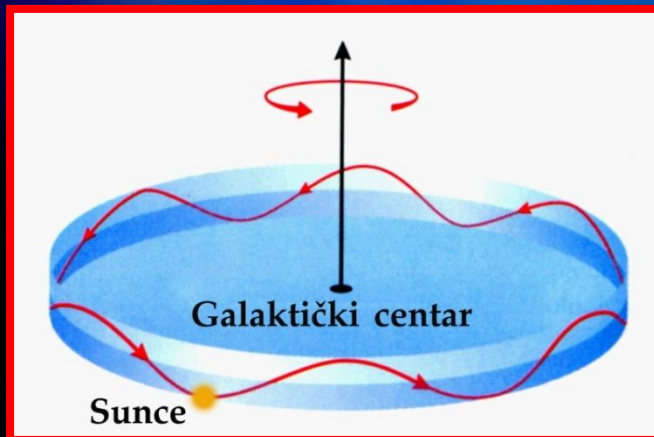
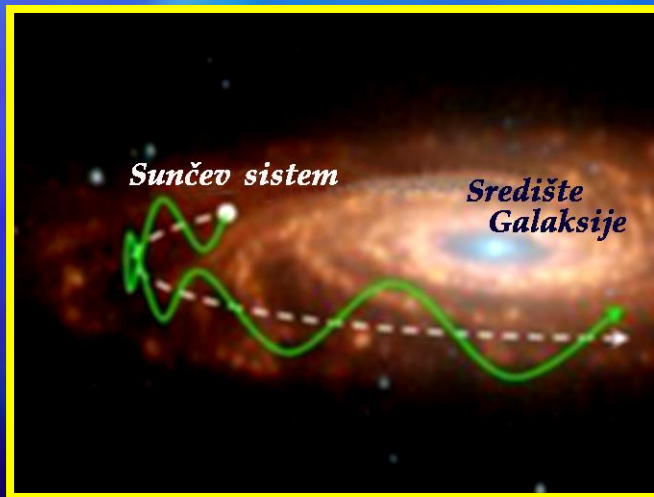
Nametalo se logično pitanje: Šta dovodi do periodičnosti ekstinkcija?

Luj Alvarez je ovu pravilnost pokušavao da objasni periodičnim kometnim “bombardovanjem” Z. do kojeg dolazi zbog periodičnog prolaska S. kroz galaktičku ravan.

Problem Alvarezove hipoteze bio je u tome što se dužine perioda ekstinkcija i “oscilovanja” Sunca oko galaktičkog diska nisu podudarale.



Naime, u toku svog kruženja oko galaktičkog centra Sunce se ljulja gore-dole, jer ga svaki put kada prođe iznad ili ispod galaktičke ravni zvezde iz ravni gravitacionom silom povlače nazad. Na taj način ono periodično, sa periodom od oko 32 miliona godina, prolazi kroz galaktičku ravan.

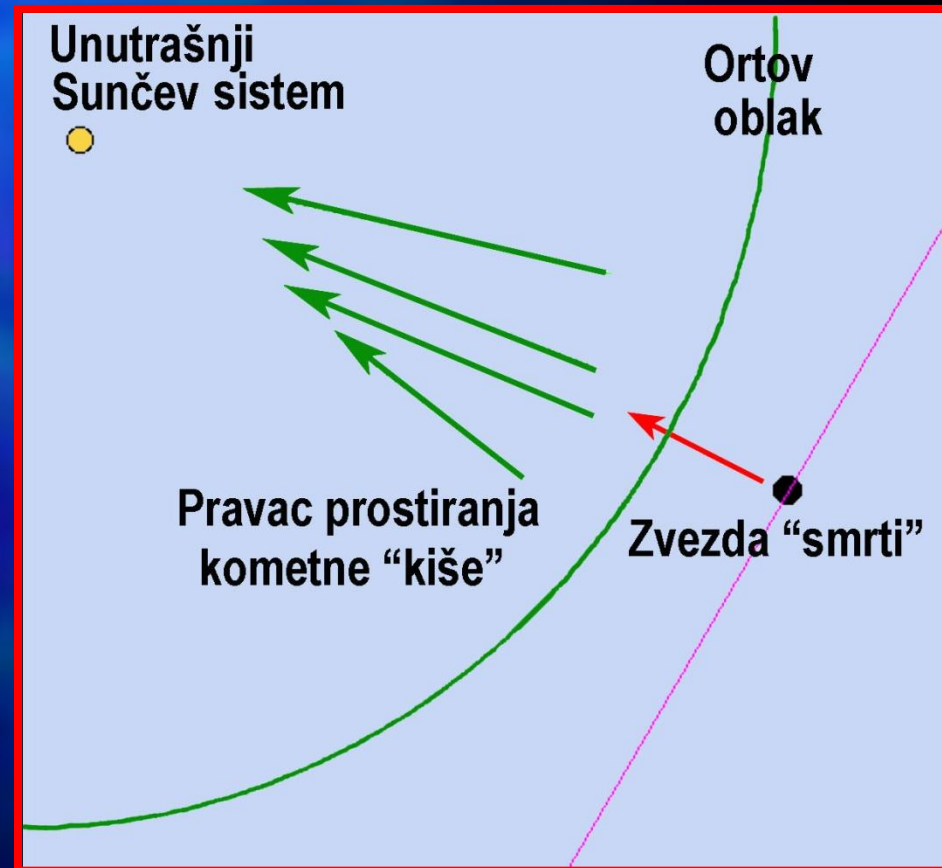


Pri takvom kretanju može doći do gravitacionih poremećaja (galaktička plima) u spoljašnjim delovima Sunčevog sistema. **Perturbacije su posebno izražene u Ortovom oblaku.**

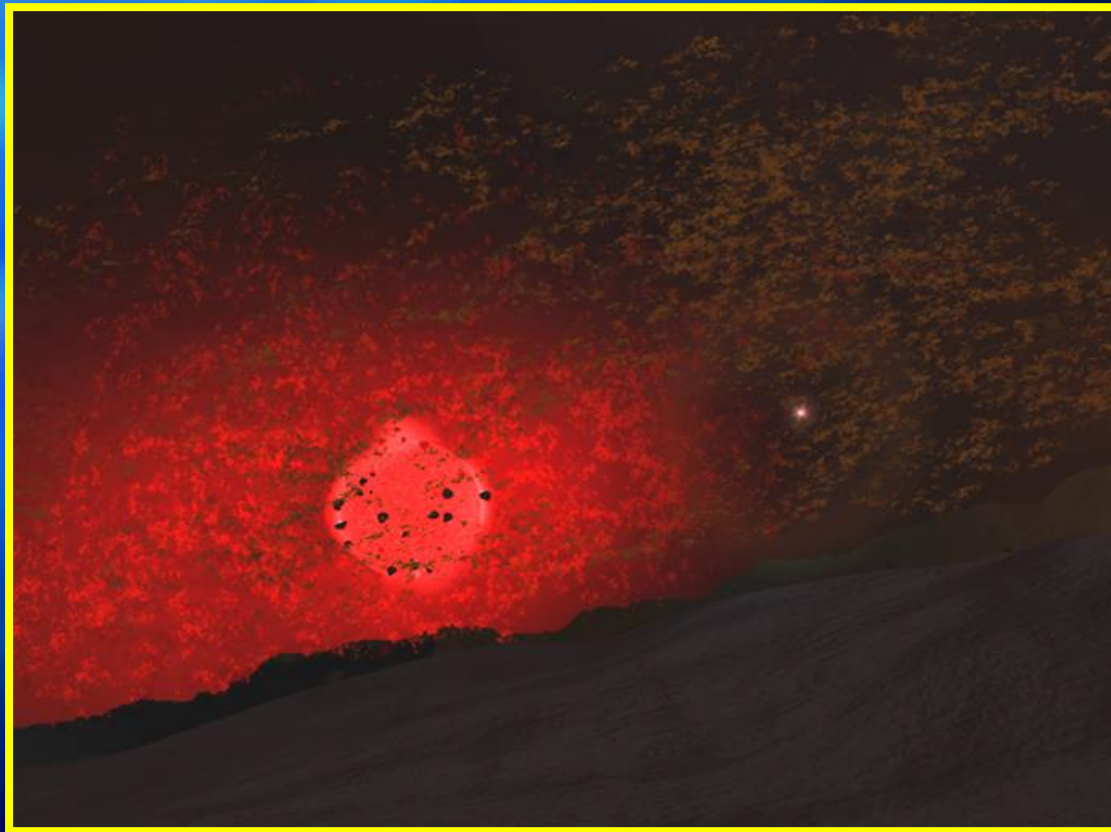
Po V. Klubeu i B. Nepijeu galaktička plima remeti putanje dugoperidičnih kometa koje potiču iz Ortovog oblaka. Kada se Sunce, prilikom “oscilovanja” oko galaktičkog diska, nađe blizu galaktičke ravni ili u njoj, zbog veće koncentracije okolnih zvezda, dolazi do poremećaja u sporom kretanju kometa. One dobijaju nova, inicijalna ubrazanja. Neke od njih menjaju tok svog kretanja i počinju da se kreću ka međuzvezdanom prostoru i napuštaju Sunčev sistem. Druge pak kreću ka unutrašnjem delu Sunčevog sistema, što povećava verovatnoću da će neke od njih udariti u Zemlju i dovesti do kataklizme.

Problem nesaglasnosti ovih perioda pokušao je da razreši Alvarezov saradnik Ričard Miler. Uveo je hipotezu da postoji dvojna zvezda Sunca, “zvezda smrti”, braon patuljak Nemezis (po grčkoj boginji osvete) koja peridično, kada se približi Sunčevom sistemu remeti Ortov oblak.

Prema proračunima njen perihel se nalazi na 8800, a afel na 167 000 AJ. Dužina velike poluose je oko 88 000 AJ (1.5 sg), a ekscentricitet putanje je 0.9. Procene njene mase su od $2 \cdot 10^{-4}$ do $7 \cdot 10^{-2} M_{\odot}$, a period obilaska oko Sunca je 26 miliona godina. Treba je tražiti u pravcu Hidre.

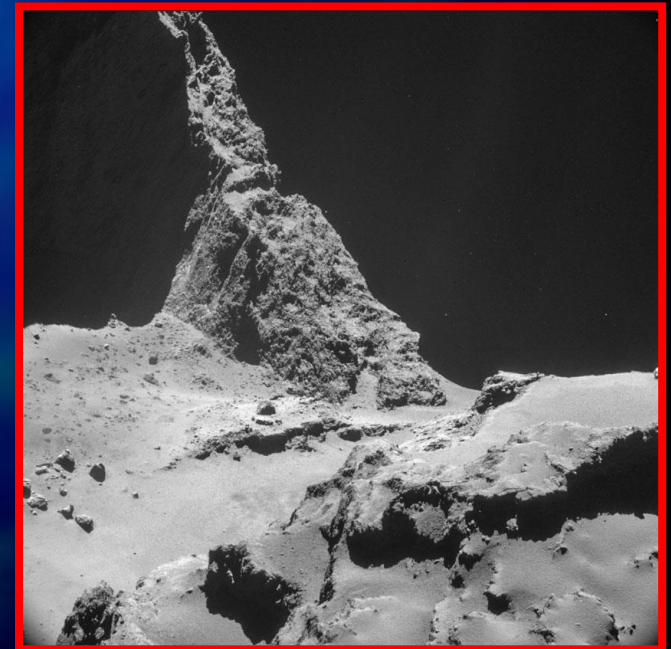


Računice pokazuju da Nemezis se trenutno nalazi u najudaljenijoj tački od Sunca (na polovini perioda ekstinkcija koji su odredili Raup i Sepkoski). Istraživano je nekoliko hiljada najbližih braon patuljaka i nijedan nije odgovarao procenama za Nemezis.



Do danas ova zvezda nije otkrivena.

***Bilo kako bilo, komete mogu,
ali i ne moraju da budu tako strašne!***



Bilo je to predavanje prof. Gajića



Hvala na pažnji!

