

KOMETE

SVEDOCI PROŠLOSTI

Astronomska opservatorija Institut za astronomska istraživanja, Beograd
Astronomsko društvo „Ruder Bošković”, Beograd

KOMETE

SVEDOCI PROŠLOSTI

Beograd
1986.

Izdavački savet: Dr A. Kubičela (Astronomska opservatorija, Beograd), Dr Đ. Jović (Institut „Boris Kidrič”, Vinča), Dr M. Kuzmanoski (Institut za astronomiju PMF, Beograd), M. Mitrović (Astronomska opservatorija, Beograd), Dr S. Sadžakov (Astronomska opservatorija, Beograd) i Dr Đ. Teleki (Astronomsko društvo „Ruđer Bošković”, Beograd).

Uređivački odbor: Dr Đ. Teleki (Astronomsko društvo „Ruđer Bošković”, Beograd), glavni i odgovorni urednik, mr J. Arsenijević (Astronomska opservatorija, Beograd), O. Atanacković, sekretar, dr M.S. Dimitrijević (Astronomsko društvo „Ruđer Bošković”, Beograd), dr Lj. Mitić (Astronomska opservatorija, Beograd), M. Mitrović (Astronomska opservatorija, Beograd), i mr Z. Knežević (Astronomska opservatorija, Beograd).

Urednici: Mr J. Arsenijević i dr Đ. Teleki

Izdaju: Astronomska opservatorija, 11050 Beograd, Volgina 7 i Astronomsko društvo „Ruđer Bošković”, 11000 Beograd, Kalemegdan – Gornji grad

SLIKE NA KORICAMA

PRVA STRANA: Halejeva kometa od 27. aprila do 9. juna 1910. godine

ZADNJA STRANA: Komete Đakobini – Ciner snimljena 13. jula 1972. godine

Štampa: Zavod za grafičku delatnost Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi”. Beograd, Bulevar vojvode Mišića 43/III, Tel.: 651-067.

SADRŽAJ

Uvodna reč

Poreklo i priroda kometa

V. Kršljanin „NASTANAK I POREKLO KOMETA”	7
Dr M. Dimitrijević „IZGLED I STRUKTURA KOMETA”	33
Mr I. Vince „STANJE MATERIJE U KOMETAMA”	45
Dr V. Vujnović „OTKUDA POTJEČE SVJETLOST KOMETA”	55
Dr M. Dimitrijević „UTICAJ KOMETA NA ZEMLJU”	63

Halejeva kometa u prošlosti i danas

S. Jankov „PROŠLOST HALEJEVE KOMETE”	69
Dr Đ. Teleki „UJEDINJENIM SNAGAMA U ISTRAŽIVANJE HALEJEVE KOMETE”	79
N. Čabrić „VIDLJIVOST HALEJEVE KOMETE IZ BEOGRADA”	99
Mr V. Protić—Benišek „PRVI PLODOVI ISTRAŽIVANJA HALEJEVE KOMETE U 1985—86. god.”	105

Neke zanimljivosti o kometama

N. Janković „KOMETA U SRPSKIM ZAPISIMA I LETOPISIMA”	111
M. Protić „SMRT JEDNE KOMETE”	121

Mr J. Arsenijević „NEKI PODACI O KOMETAMA”	125
Mr V. Protić–Benišek „POSMATRANJA KOMETA SA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU”	127
M. Prosen „ASTRONOMI – AMATERI I KOMETE”	135
M. Đokić „O NASTANKU TERMINA KOMETA I NEKI STARI POKUŠAJI OBJAŠNJENJA KOMETSKIH POJAVA”	141

UVODNA REČ

Ovaj zbornik članaka pripremljen je povodom 30. vidljivog povratka Halejeve komete 1985–86. god., ali se odnosi i na komete uopšte. Naslovom „Komete – svedoci prošlosti” želeli smo da naglasimo da su komete najbolji svedoci nastanka i prošlosti Sunčeva sistema. Naime, opravdano se pretpostavlja da su komete nastale od istog materijala kao i svi članovi Sunčeva sistema, ali je u njima najviše ostala konzervirana i netaknuta ona pramaterija koja je poslužila stvaranju ovog sistema. Sva ostala nebeska tela su pretrpela velike promene dok su stigla do sadašnjeg stanja i u njima je teško prepoznati osobine pramaterije od koje su nastale. A pošto je nastanak Sunčevog sistema još uvek enigma, cilj je da se što više prodre u prošlost i da se utvrdi kakva je bila pramaterija i šta se u njoj događalo. Veruje se da u tome veliku pomoć mogu pružiti baš komete. Zato se svim silama – sada i kosmičkim sondama – nastoji da se upozna kometino jezgro, koje verovatno nosi mnoge informacije o tajni prošlosti.

Neke poznate činjenice o kometama različito se tumače, a neke od pretpostavki se čak i dijametralno razlikuju, kao što je, na primer, slučaj sa pitanjem postojanja sopstvenog izvora zračenja kod kometa. To će se videti i iz izlaganja autora pojedinih članaka ovog zbornika. Namerno nismo išli na unificiranje teksta, želeći time da istaknemo različita mišljenja o kometama.

Neki podaci o Halejevoj kometi neće biti aktuelni za posmatrača komete posle prolaza kroz perihel. I pored toga ostavili smo u zborniku i te delove smatrajući da oni mogu poslužiti celovitom sagledavanju povratka Halejeve komete, a možda i pripremi za doček neke druge komete.

Najveći broj (9) autora su sa Astronomske opservatorije iz Beograda. Osim beogradskih kolega, svoje priloge su dali i autori iz Zagreba i Ljubljane. Svim autorima se zahvaljujemo što su svojim priložima omogućili izdavanje ovog Zbornika.

Nadamo se da će čitaoci ove knjige naći u njoj veliki broj informacija o kometama i da će sve to podstaći njihovu radoznalost za vasionске teme.

Kada ova sveska bude izašla iz štampe, marta 1986. godine, kosmičke sonde će biti već u blizini jezgra Halejeve komete i znaćemo više o kometama uopšte, a posebno o ovom nebeskom telu. O tim novim podacima najbrže ćete naći stručne informacije u časopisima, kao što su „Galaksija”, „Vasiona”, itd.

NASTANAK I POREKLO KOMETA

*„Koliko je kometa na nebu?
– Koliko i riba u okeanu.”*

Kepler

„Komete su vidljivo ništa.

Babine

„Kako izgleda, komete predstavljaju tela vrlo različitog porekla: neke od njih, (. . .) mogu biti magline, druge – kosmičke kondenzacije materije, treće mogu biti rezultat eksplozija i izbačaja, (. . .) i konačno, četvrte nisu ništa drugo do komadi miliona svetova koji su doživeli katastrofe u bezdanu nebeskih prostranstava.”

Flamarion

UVOD

Još početkom 17. veka Kepler je pravilno naslutio da su komete među najbrojnijim članovima Sunčeve zajednice. Na osnovu manjeg broja (oko 2000) onih koje su se Suncu dovoljno približile da bi postale vidljive sa Zemlje, vršeni su mnogi pokušaji da se proceni njihov ukupan broj. Vrlo često se tvrdi da u Sunčevoj okolini ima oko sto milijardi – čitava mala galaksija – kometa. Ipak, udeo u ukupnoj masi Sunčevog sistema i ovako ogromnog broja kometa, gotovo je zanemarljiv (Tablica 1). Prečnik čvrstog jezgra komete nije veći od nekoliko kilometara, a gustina džinovske kome koja se oko njega razvija u blizini Sunca, i gotovo nikad nije po razmerama manja od Zemlje, slikovito rečeno, iznosi milioniti deo zrna pšenice raspršen u bioskopskoj sali.

Tablica 1. Procentni udeo pojedinih tela u ukupnoj masi Sunčevog sistema.

NEBESKA TELA	UKUPNA MASA, %
Sunce	99.866
Planete	0.134
Komete	0.000 3
Sateliti	0.000 04
Asteroidi	0.000 000 1
„Meteorska” materija	0.000 000 000 001

Ipak, zbog mnogih svojih specifičnih osobina, komete se, u proučavanju Sunčevog sistema ne mogu zanemariti, i više od toga, objašnjenjem porekla, strukture i evolucije kometa, proverava se prihvatljivost i pouzdanost pojedinih teorija o postanku Sunčevog sistema. Mi danas još uvek nismo u stanju da sa sigurnošću postavimo teoriju o postanku Sunčevog sistema koja bi mogla da u celini objasni mnoštvo posmatračkih podataka do kojih smo došli poslednjih godina. No istovremeno, upravo posedovanje svih tih podataka stvara klimu pogodnu za formiranje jedne sveobuhvatne kosmogonijske teorije.

Što se tiče stvaranja partikularne teorije koja bi objasnila nastanak i poreklo kometa, situacija je još komplikovanija. S jedne strane ovakva teorija se mora oslanjati na opšte činjenice o Sunčevom sistemu, a s druge, mora biti izgrađena na osnovu našeg još uvek nepotpunog znanja o kometama. Jer komete posmatramo samo kada su veoma blizu Suncu. Koliko ih ima i kako se ponašaju u ostalim delovima Sunčevog sistema, ne možemo sa sigurnošću reći. A i prilikom svojih bliskih prolazaka, one su nam, sve do danas, bile dovoljno daleko da još ne budemo zadovoljni znanjima o njihovom sastavu i strukturi.

Spektakularnost i naročite osobine kometa, doprineli su pojavi mnoštva hipoteza o njihovom nastanku. Veliki broj ih je i danas u opticaju. Kroz njih je moguće sagledati vrlo širok i zanimljiv dijapazon kosmogonijskih ideja. Karakteristično je da su njihovi sadašnji zastupnici najčešće veliki naučni autoriteti, koji sa mnogo upornosti i argumenata brane svoje, međusobno često kontradiktorne, koncepcije. Za sada možemo samo govoriti o većoj verovatnoći da pojedina hipoteza odgovara stvarnosti, ali gotovo da nijednu od onih o kojima će ovde biti reči, ne možemo sasvim odbaciti.

Danas, verovatno, niko ne deli mišljenje Flamariona da može postojati više različitih uzroka nastanka kometa, ali koncepcije koje on pominje predstavljaju začetke savremenih raznovrsnih teorija. Krajem 18. veka Lagranž i Laplas utemeljuju dva osnovna pristupa na osnovu kojih i danas razvrstavamo sve hipoteze o nastanku kometa. Po onom, izvedenom iz radova Lagranža, a koji se naziva i „planetarnim“, komete imaju zajedničko poreklo sa Sunčevim sistemom i nastale su istovremeno kad i on ili tokom njegovog razvoja. Iz Laplasovih radova izveden je „međuzvezdani“ pristup nastanku kometa, po kojem one vode poreklo iz oblasti van Sunčevog sistema, a Sunce ih je načinilo iz međuzvezdane materije, ili ih je zahvatilo iz međuzvezdanog prostora. U okviru oba pristupa mogu se javiti hipoteze po kojima proces formiranja kometa i dalje traje, ili je pak, davno završen.

Čak se ni između dva ovako široka pristupa ne može napraviti definitivan izbor. Prvi, planetarni, danas je popularniji. Njegov najjači argument je u tome da bi komete koje dolaze iz međuzvezdanog prostora morale često imati izrazito hiperbolične putanje. Međutim, ovakve putanje nisu nikad posmatrane. Temeljni argument međuzvezdanog pristupa danas je u tome da komete sadrže neke molekule, kao što su acetonitril i cijanovodonik, karakteristične za međuzvezdane magline.

Kako bismo se lakše snalazili u pregledu teorija o nastanku i poreklu kometa, iznesimo najpre neke činjenice o evoluciji kometa i statistici kometnih orbita. O fizičkoj i hemijskoj strukturi kometa rečeno je više u drugim člancima.

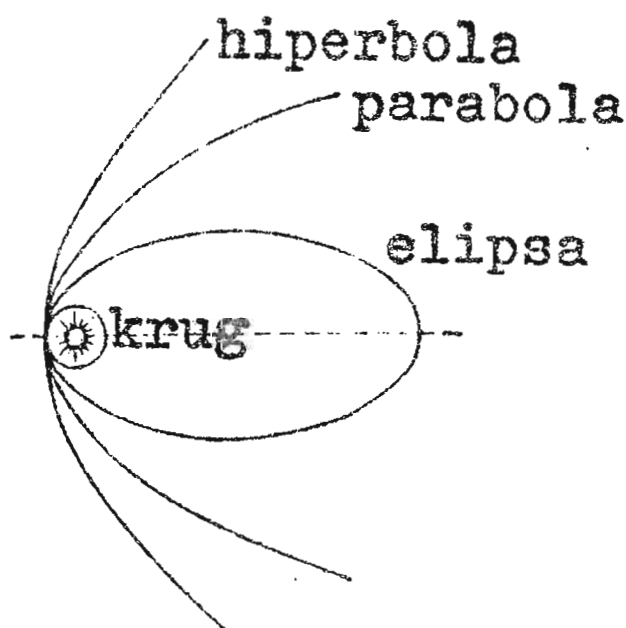
Putanje kometa i planetni poremećaji

Još od Njutna je poznato da se orbite tela u centralnom gravitacionom polju opisuju konusnim preseccima. Kao i planetne, i orbite kometa su po pravilu elipse, ali najčešće znatno izduženije od planetnih, i više nagnute u odnosu na ravan ekliptike. Među

orbitama planeta najveću izduženost – ekscentricitet (e) ima Plutonova orbita, $e = 0.256$, dok je e kod kometa najčešće blizu 1. Po veličini ekscentriciteta, konusni preseki su ovako podeljeni:

$e = 0$	krug
$0 < e < 1$	elipsa
$e = 1$	parabola
$e > 1$	hiperbola

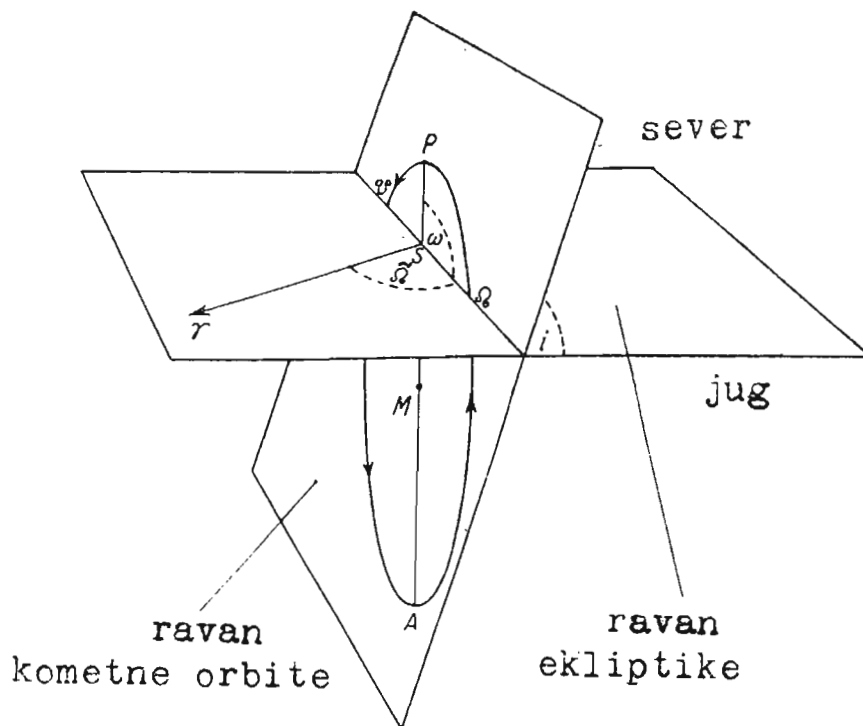
Vidimo da se orbite dele praktično na zatvorene (eliptične) i otvorene (hiperbolične), dok krug i parabola predstavljaju samo maloverovatne granične slučajeve.



Slika 1. Konusni preseki
– oblici kometnih orbita

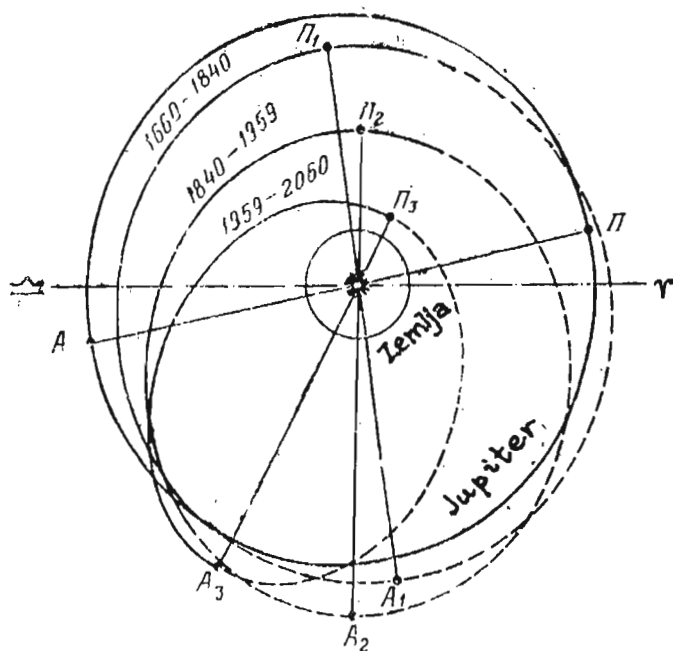
Orbitu jedne komete definiše 6 elemenata – brojeva, kojima su prikazani: veličina i oblik orbite (putanje), orijentacija ravni orbite u odnosu na ravan ekliptike, kao i vreme prolaska kroz perihel. Tačnost poznavanja svih ovih elemenata vezana je sa mogućnošću posmatranja komete na međusobno udaljenim delovima njene orbite, dakle i kada kometa nije sasvim blizu Suncu.

Međutim, ovakva gruba matematička podela zanemaruje postojanje planeta, među kojima neke (naročito velike) presudno utiču na oblikovanje kometnih putanja. Obračunavanje ovih uticaja (planetnih poremećaja) predstavlja vrlo složen problem nebeske mehanike, čija težina raste sa brojem planeta uzetih u račun. Zahvaljujući ovim uticajima, kao i činjenici da planete neprestano menjaju međusobne položaje, orbite kometa nikada u dva uzastopna prolaza nisu iste – stalno se menjaju i evoluiraju, i to tim više što kometa duže prolazi blizu velikih planeta. U skladu sa ovim, delovanje planeta je znatno manje na komete sa vrlo nagnutim orbitama (poznato je da sve orbite planeta približno leže u ravni ekliptike). Takođe, kometa sa retrogradnim smerom kretanja osećaće manje perturbacije, jer se mimoilazi sa planetama u suprotnom smeru (planete imaju direktnu revoluciju).



Slika 2. Putanja komete i njeni elementi

S = Sunce; γ = Tačka preseka nebeskog ekvatora i ekliptike; M = Centar orbite; P = Perihel (tačka orbite najbliža Suncu); A = Afel (tačka orbite najdalja od Sunca); Ω = Uzlazni čvor (tačka preseka orbite sa ravni ekliptike, kometa se kreće ka severu); Υ = Silazni čvor (tačka preseka orbite sa ravni ekliptike, kometa se kreće ka jugu); $a = PM = AM$ = Velika poluosa; $e = SM/PM$ = Ekscentricitet; $q = PS = a(1-e)$ = Udaljenost u perihelu; $q' = AS = a(1+e)$ = Udaljenost u afelu; $\tilde{\Omega}$ = Longituda uzlaznog čvora; ω = Argument perihela; i = Nagib orbite u odnosu na ekliptiku; $\tilde{\omega} = \tilde{\Omega} + \omega$ = Longituda perihela.



Slika 3. Evolucija orbite komete Čurjumova - Gerasimenka za period od 1660. do 2060. godine. U crtane su orbite Zemlje i Jupitera. Π_1, Π_2, Π_3 , i A_1, A_2, A_3 označavaju sukcesivne položaje perihela i afela kometne orbite.

Veliki uticaj na evoluciju kometnih orbita, s obzirom na njihovu izduženost, mogla bi imati eventualna transplutonska planeta, čije postojanje neki predviđaju, jer perturbacije Neptunove putanje nije moguće objasniti malom masom planete Pluton.

Uticaj velikih planeta na kometne putanje je toliko jak da se predviđa da mnoge komete pod njegovim dejstvom bivaju izbačene iz Sunčevog sistema, dok druge zauvek ostaju „zarobljenici” njegovog unutrašnjeg dela. Zabeleženi su i tzv. privremeni zahvati kometa na satelitske orbite od strane velikih planeta (u prvom redu Jupitera). Do ovoga ponekad dolazi prilikom bliskih susreta kometa sa ovim planetama. Pod „bliskim susretom” podrazumeva se ulazak komete u sferu dejstva planeta, tj. u sferu u kojoj je gravitacija planete veća od Sunčeve. Radijusi sfera dejstva pojedinih velikih planeta (u astronomskim jedinicama) iznose:

Jupiter	0.322
Saturn	0.365
Uran	0.345
Neptun	0.580

Najčešće u takvim slučajevima kometa zahvaćena gravitacionim poljem, samo jednom obiđe oko velike planete i zatim nastavlja put sa izmenjenom orbitom.

Među velikim planetama najjači uticaj na kometne orbite ima, iz razumljivih razloga, Jupiter. On je i najodgovorniji za nastanak kratkoperiodičnih kometa. Tipična ovakva kometa ima udaljenost u perihelu 1.5 a.j., nagib orbite 13° i period 7 godina. Većina kratkoperiodičnih kometa ima udaljenost u afelu 5.3 a.j., vrlo blizu orbiti Jupitera, i period manji od 13 godina (Jupiterova „godina” iznosi 11.86 zemaljskih). Zbog svega ovog, one su poznate kao Jupiterova „familija” kometa. Njoj pripada oko tri četvrtine poznatih kometa. Znatno malobrojnije familije su Saturnova, Uranova, Neptunova (Neptunovoj pripada i Halejeva kometa).

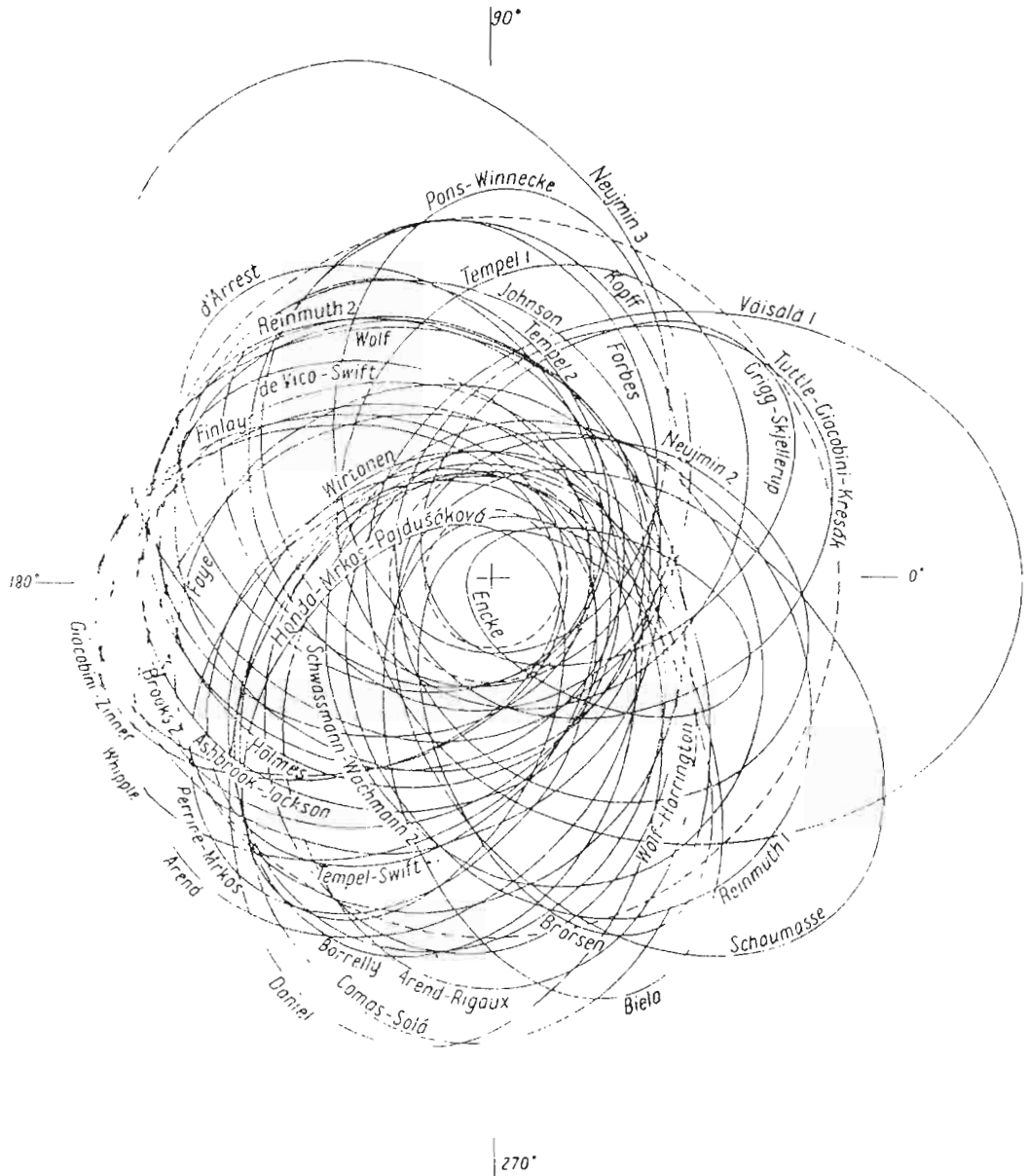
Zbog velike izduženosti putanja, više od polovine poznatih kometa nije posmatrano dovoljno dobro da bi im se putanja mogla razlikovati od parabole (odnosno da bi se moglo utvrditi da li je otvorena ili zatvorena). Da bi se olakšalo određivanje ostalih elemenata orbite, za ovakve komete se često uzima $e = 1$. (Inače, najveći utvrđeni ekscentricitet kod neke komete iznosi 1.006.) Dakle, kad kažemo da je orbita komete parabola, mi u stvari ne znamo kakva je. Ona može biti hiperbola, ili, još verovatnije, vrlo izdužena elipsa, sa vrlo velikim periodom, od možda nekoliko miliona godina. Uobičajeno je ovakve „neodređene” orbite zvati paraboličnim.

Komete vrlo dugog perioda i nove komete („novom” se naziva kometa na svom prvom prolasku u blizini Sunca) imaju orbite sa nagibima gotovo slučajno raspoređenim i među njima je približno jednak broj kometa sa direktnim i retrogradnim smerom revolucije.

Raspodela orbita kod dugoperiodičnih kometa nije sasvim slučajna -- izdvajaju se pojedine grupe sa orbitama sličnih karakteristika. Jedna od vrlo evidentnih grupa je Krocjova – suncedotičuće komete, sa sličnim prostornim položajem perihela i veoma malim udaljenostima u perihelu, između 0.005 i 0.009 a.j. (unutar Sunčeve korone).

Sve ovo je u direktnom kontrastu sa orbitama kratkoperiodičnih kometa sa periodom manjim od 30 godina. Naime, sve one imaju direktne orbite sa nagibom prema ekliptici od oko 13° . Problem je kako se rađa ova regularnost. U poslednje vreme je postignut veliki napredak u rešavanju ovog problema, ali definitivno rešenje još nismo dobili. U razmatranju se obično polazi od poznate orbite, pa se brzim kompjuterom ispita

šta se događa sa orbitom, računajući unazad ili unapred u vremenu tokom i do hiljadu uzastopnih prolaza. Nađeno je da pojedinačni susreti sa planetama, pre svega sa Jupiterom, nisu dovoljni da proizvedu značajan broj orbita sa kratkim periodom i malim nagibom, iz početnih dugoperiodičnih sa slučajnim nagibima.



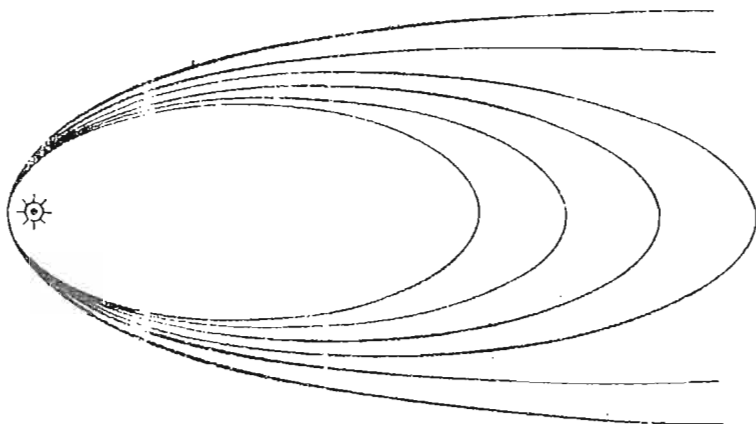
Slika 4. Orbite najpoznatijih kometa Jupiterove familije. U sastav ove familije ulazi većina poznatih kometa. Nagibi orbita prema ekliptici su na crtežu zanemareni. Isprekidanim linijama prikazane su orbite Zemlje, Marsa i Jupitera. Tačka A označava položaj Jupiterovog afela.

Verovatnije je da je prelazak komete u kratkoperiodičnu orbitu kumulativni rezultat mnogo ovakvih interakcija tokom dugog perioda vremena. Razume se, najmasivnija planeta, Jupiter, je najvažniji faktor u ovom mehanizmu.

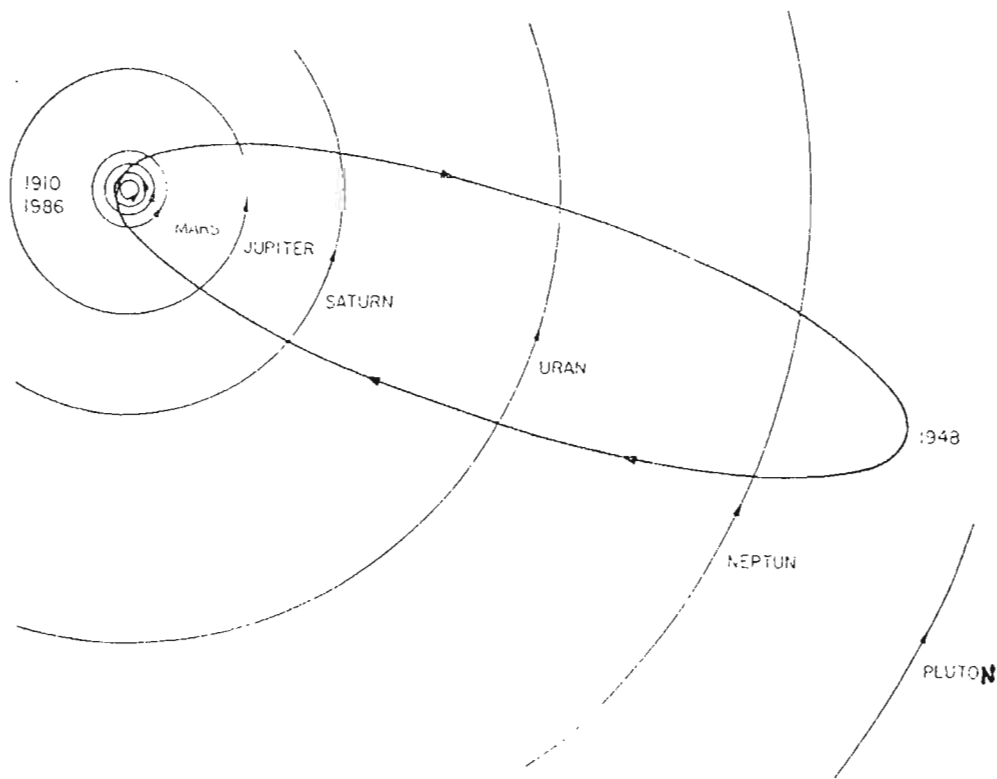
Navedimo ovde još neke novije rezultate kompjuterskih simulacija evolucije kometnih orbita. Na eventualne komete čije su putanje u Sunčevom sistemu daleko izvan planetnih, deluju dva osnovna mehanizma: zvezdane perturbacije i difuzija kometnih

orbita. Zvezdane perturbacije (uticaj bliskih zvezda) ne utiču na velike poluose kometnih orbita, ali mogu izmeniti njihove perihelne udaljenosti, tako da im se perihel nađe u unutrašnjem delu Sunčevog sistema, gde kometa može dalje biti izložena planetnim perturbacijama.

Utemeljivač difuzione teorije je K. Štejnš sa opservatorije u Rigi. Difuzija kometnih orbita je dugotrajan proces pod dejstvom planetnih perturbacija, kojim se smanjuje velika poluosa orbita bliskih paraboličnim, dok rastojanje u perihelu ostaje gotovo nepromenjeno. Ovakvo delovanje bi tokom više miliona godina moglo prevesti komete sa izvanplanetskih orbita na orbite skoncentrisane blizu Neptunove. Dalja evolucija iz ovog pojasa išla bi mnogo brže. Pri vrlo bliskom susretu sa Neptunom, kometa može biti po



Slika 5. Difuzija orbita (postepeno skraćivanje velike poluose, pod dejstvom planetnih poremećaja) dugoperiodičnih kometa je jedan od najvažnijih mehanizama u nastajanju kratkoperiodičnih kometa.



Slika 6. Orbita Halejeve komete prilikom dva poslednja prolaska kroz perihel. Položajem afela ona pokazuje pripadnost Neptunovoj familiji.

hiperboličnoj orbiti sasvim izbačena iz Sunčevog sistema, ili će biti upućena na kretanje unutar njega – gde pak može ili trpeti raznovrsne perturbacije od strane drugih velikih planeta, ili se kretati po stabilnoj eliptičnoj orbiti, pokazujući položajem afela pripadnost Neputnoj familiji, kao što to čini Halejeva kometa.

Ovakvo prikupljanje kometnih orbita usled difuzije, može se možda nastaviti i odigravati i u pojasevima između velikih planeta, generišući formacije nalik na asteroidni prsten, koje mogu biti stalni izvor kratkoperiodičnih kometa.

Smatra se da je gotovo polovina kometa u njihovom prvom prolasku kroz Sunčev sistem toliko visoko poremećena, da napuštaju Sunčev sistem zauvek, hiperboličnom orbitom. U drugom prolasku međutim, verovatnoća napuštanja Sunčevog sistema je neuporedivo manja.

Kada je eliptična orbita uspostavljena, procenjuje se da kometa pri jednom prolasku kroz perihel gubi približno dvestoti deo mase. U skladu sa ovim smatra se da srednje vreme života komete iznosi oko sto revolucija (a maksimalno oko trista), mada ima i kometa sa vrlo kratkim životom. Broj kometa koje preostaju posle N prolazaka kroz perihel srazmeran je $1/\sqrt{N}$, ali broj posmatranih kometa u srednjem ostaje isti, jer nestale zamenjuju nove, iz izvora koji zavisi od toga koju teoriju postanka prihvatamo.

TEORIJE O ZAJEDNIČKOM POREKLU KOMETA I SUNČEVOG SISTEMA

„Unutrašnji slojevi, fotosfera, hromosfera, gasovita korona, korona prašine, vetar, planete, kometni prsten . . . čine jedinstven objekat, jednu zvezdu. (. . .) Taj kompleks, potpuno međusobno povezan i u jakoj interakciji je naše Sunce.”

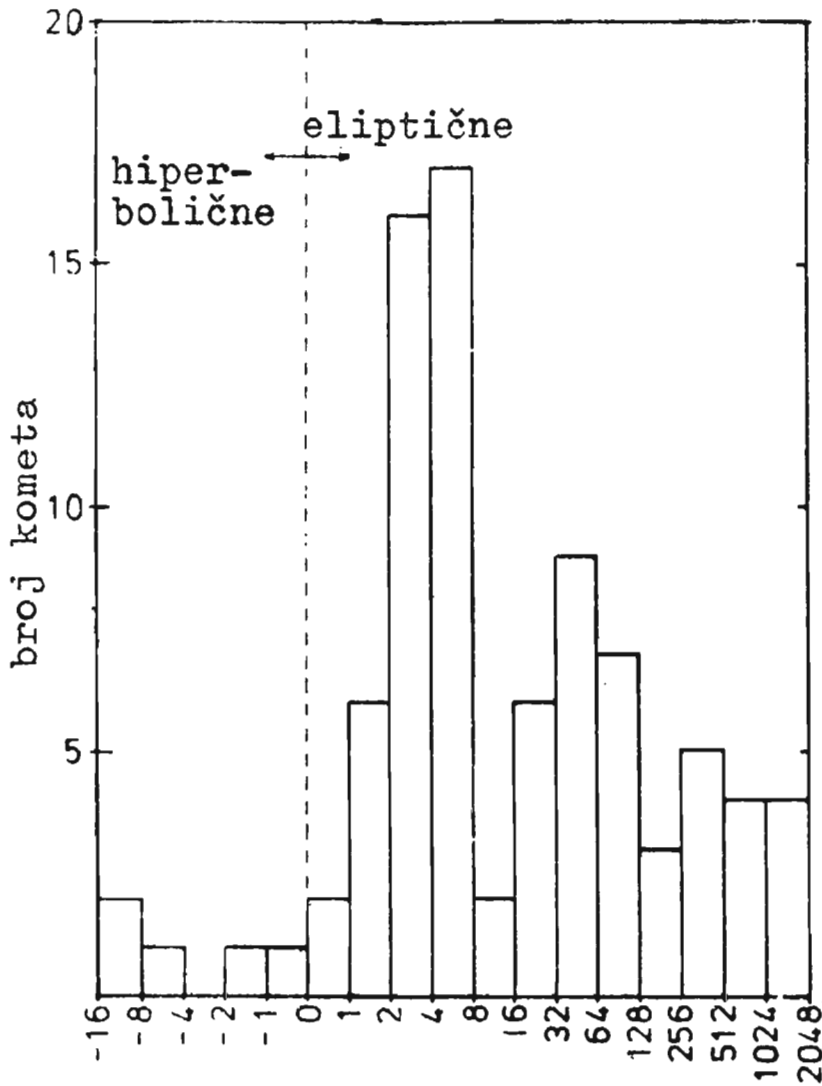
Ž – K. Peker

Ortov kometni oblak

Pitanje porekla posmatranih kometa oduvek je zanimalo naučnike i fantastičare. Zadržimo se ovde samo na naučnim koncepcijama razvijenim u našem veku, i to onim koje i danas imaju pristalice.

Još je Stremgren 1914. pokazao da kada se malobrojne hiperbolične putanje kometa vrate unazad u vremenu, iza Neptunove orbite, može se zaključiti da su ove putanje u početku bile eliptične i da su bile raspoređene daleko izvan planetnih orbita. U prilog ovome ide i verovanje da je vrlo mala verovatnoća da je neka od ovakvih kometa stigla iz međuzvezdanog prostora, jer bi u tom slučaju morala imati mnogo veću brzinu. Takođe, zapaženo je da sve orbite sa najvećim ekscentricitetom teže da imaju velike udaljenosti u perihelu.

Nešto kasnije je utvrđeno da postoji maksimum raspodele kometnih orbita bliskih paraboličnim za vrednost $1/a = 4 \times 10^{-5} \text{ a.j.}^{-1}$ (gde je a – velika poluos orbite). Kometama koje imaju ovakve orbite odgovara period od 4 miliona godina i udaljenost u afelu od 50000 a.j. ili 0.8 svetlosnih godina, što je jednako petini rastojanja do najbliže zvezde. Klasično objašnjenje ove pojave dao je 1950. jedan od najčuvenijih astronoma današnjice Jan Ort sa Univerziteta u Lajdenu (Holandija). On je postulirao postojanje oko Sunca ogromnog oblaka sačinjenog od kometa. Najveća koncentracija kometa u tome oblaku upravo je na udaljenosti od oko 50000 a.j. (Poluprečnik Plutonove orbite je oko



Slika 7. Raspodela kometnih orbita po $1/a$
 ($1/a$ – recipročna vrednost velike poluose)

40 a.j.). Ovaj „rezervoar” kometa poznat je kao Ortov oblak. On je postao ključni pojam kometne kosmogonije, i posle njegovog uvođenja nije mogla biti stvorena nijedna hipoteza o poreklu kometa koja se ne bi odredila u odnosu na postojanje Ortovog oblaka ili mehanizam njegovog nastanka.

U svom poznatom nedavnom radu, stručnjaci za kometnu astronomiju Marsden, Sekanina i Everhart su izračunali moguće prvobitne oblike za 110 orbita bliskih paraboličnim na osnovu svojih rezultata došli do zaključka da Ortov oblak realno postoji i da je dinamički stabilan. Period poluraspada mu je oko milijardu godina. Ali pošto paralelno sa raspadom dolazi do popunjavanja oblaka iz raznih izvora, on ne prestaje da postoji. Ovo je jedna od najnovijih, ali nužno indirektnih potvrda postojanja Ortovog oblaka. Udaljenost na kojoj se predviđa njegovo postojanje nažalost isključuje u bliskoj budućnosti mogućnost njegovog posmatranja ili direktnog izučavanja.

Gravitaciono dejstvo susednih zvezda perturbuje oblak, što uslovljava da se neke od kometa približavaju Sunčevom sistemu, gde bivaju zahvaćene dejstvom planeta. Tek poneka od ovih kometa prođe dovoljno blizu Sunca da bude opažena kao „nova” kometa. Da bi bio u skladu sa brojem novih dugoperiodičnih kometa koje su stvarno posmatrane, Ortov oblak mora, na osnovu rečenog, sadržati 100 milijardi kometa! Pritom, ukupna masa svih ovih kometa bila bi tek nešto malo veća od mase jedne osrednje planete, kakav je npr, Uran.

S obzirom na relativno malu učestanost zvezdanih perturbacija, ako bi samo one bile uzete u obzir, radijus oblaka bi imao preveliku vrednost od 100000 a.j. Međutim, uključivanjem perturbacionih efekata koje izazivaju ogromne obližnje mase međuzvezdane prašine i gasa, ovaj radijus se svodi na oko 50000 a.j., tako da je svaka kometa van ove granice praktično izgubljena za Ortov oblak.

Prema procenama Čebotarjeva, oblak sada trpi dejstvo 43 zvezde (uključujući i Sunce), u sferi srednjeg radijusa 1.5 parseka. Tokom postojanja Sunčevog sistema kroz oblak je, na udaljenosti do 50000 a.j. prošlo 3000 zvezda, a na udaljenosti do 150000 a.j. – 20000 zvezda. U skladu sa vremenom poluraspada oblaka od oko milijardu godina, prema Čebotarjevu, ovakva učestanost zvezdanih perturbacija ide u prilog tvrdnji da je oblak u vreme formiranja Sunčevog sistema imao masu veću za dva reda veličine. No ovakve perturbacije su uglavnom uticale da komete odlaze u međuzvezdani prostor, jer po tvrđenju Sekanine, samo vrlo bliski prolazi zvezda (unutar 1000 a.j.) su u stanju da izmene karakter orbite komete u Ortovom oblaku tako da ona dospe na putanju sa perihelom unutar radijusa Jupiterove putanje, kad jedino i može postati vidljiva sa Zemlje.

Neki autori predviđaju i mogućnost da u oblaku ima i „međuzvezdanih” kometa, nastalih u blizini drugih zvezda pa zatim izbačenih u međuzvezdani prostor (kao što neke komete bivaju po hiperboličnim putanjama izbačene i iz našeg Sunčevog sistema). Pominje se i mogućnost preklapanja kometnih oblaka dveju zvezda i time, zahvata ili rasipanja međuzvezdanih kometa. Posledica ovakvog stanja može biti izvesna naseljenost međuzvezdanog prostora kometama.

Obično se postojanje Ortovog oblaka razmatra u okviru teorija o zajedničkom poreklu kometa i Sunčevog sistema. No, treba napomenuti da se ponekad pominje i „međuzvezdana” koncepcija nastanka Ortovog oblaka, po kojoj on predstavlja agregaciju međuzvezdane prašine koju je Sunce pokupilo u svoju vrlo veliku sferu dejstva, jureći duž svoje orbite po Mlečnom putu, dok je prolazilo kroz jedan od ogromnih oblaka gasa i prašine koji naseljavaju galaktičku ravan.

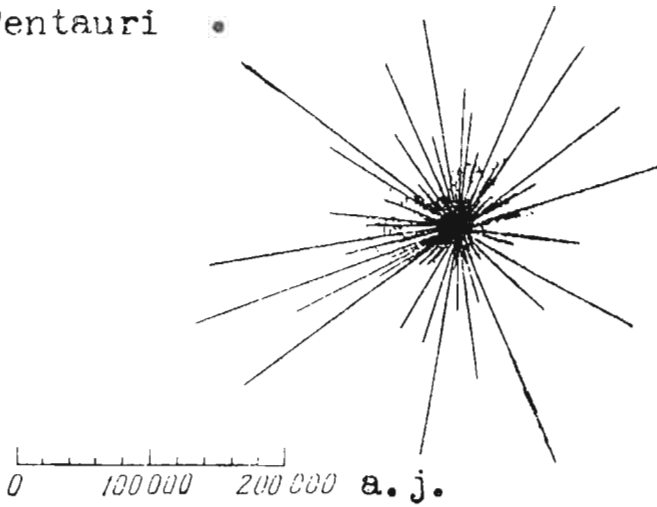
Raspad Faetona

„FAETON (φαεθων), epitet boga sunca Helija i ime njegovog nesrećnog sina, koji je, u želji da podražava oca, našao preranu smrt u vodama Eridana.”

Rečnik grčke i rimske mitologije (SKZ, 1979).

Prvobitno je Ort poreklo svog oblaka pripisao raspadu hipotetične planete Faeton, koja se navodno nalazila na orbiti između Marsa i Jupitera, a čiji bi vidljivi ostatak mogao biti asteroidni pojas koji i danas kruži na tom mestu. Ova koncepcija dočekana je sa

α Centauri •



Slika 8. Pogledamo li na Sunčev sistem sa neke od okolnih zvezda, mogli bismo, možda, (po jednom od zastupnika hipoteze o raspadu Faetona, Čurjumovu) registrovati ovakvu sliku: Orbite svih planeta su slivene u tačku, dok projekcije orbita bezmaloparaboličnih i dugoperiodičnih kometa pokazuju sliku eksplozije. Na crtežu je označen i položaj najbliže zvezde.

mного skepse i do danas gotovo napuštena. Zameraju joj se u prvom redu nepoznat mehanizam ovakvog događaja (iako se smatraju realnim nedovoljno teorijski razjašnjene eksplozije zvezda, pa čak i galaksija), kao i to da bi morao biti prostorno i vremenski relativno blizu Zemlji i sadašnjem vremenu.

Jedan od mogućih uzroka eksplozije predložio je Fesenkov. Po njemu, Faeton je prišao suviše blizu Jupiteru, pa je usled ogromnih plimskih dejstava došlo do unutrašnjeg pregrevanja planete, i do katastrofalne eksplozije.

Poslednjih godina, sa novim argumentima, hipotezu o raspadu Faetona pokušava da rehabilituje Van Flandern. On procenjuje da je Faeton bio 90 puta masivniji od Zemlje. Najveći deo njegove mase, u obliku asteroida, kometnih jezgara (odlomaka ledene kore) i meteorita, napustio je Sunčev sistem. Deo se zadržao na periferiji Sunčevog sistema kao Ortov oblak, a deo (hiljaditi deo mase) ostao je na staroj putanji. Tačnije, zbog planernih perturbacija, mogu se očuvati samo dve vrste orbita odlomaka: malo ekscentrične, kao kod asteroida, i bezmaloparabolične, kao kod kometa sa vrlo dugim periodom.

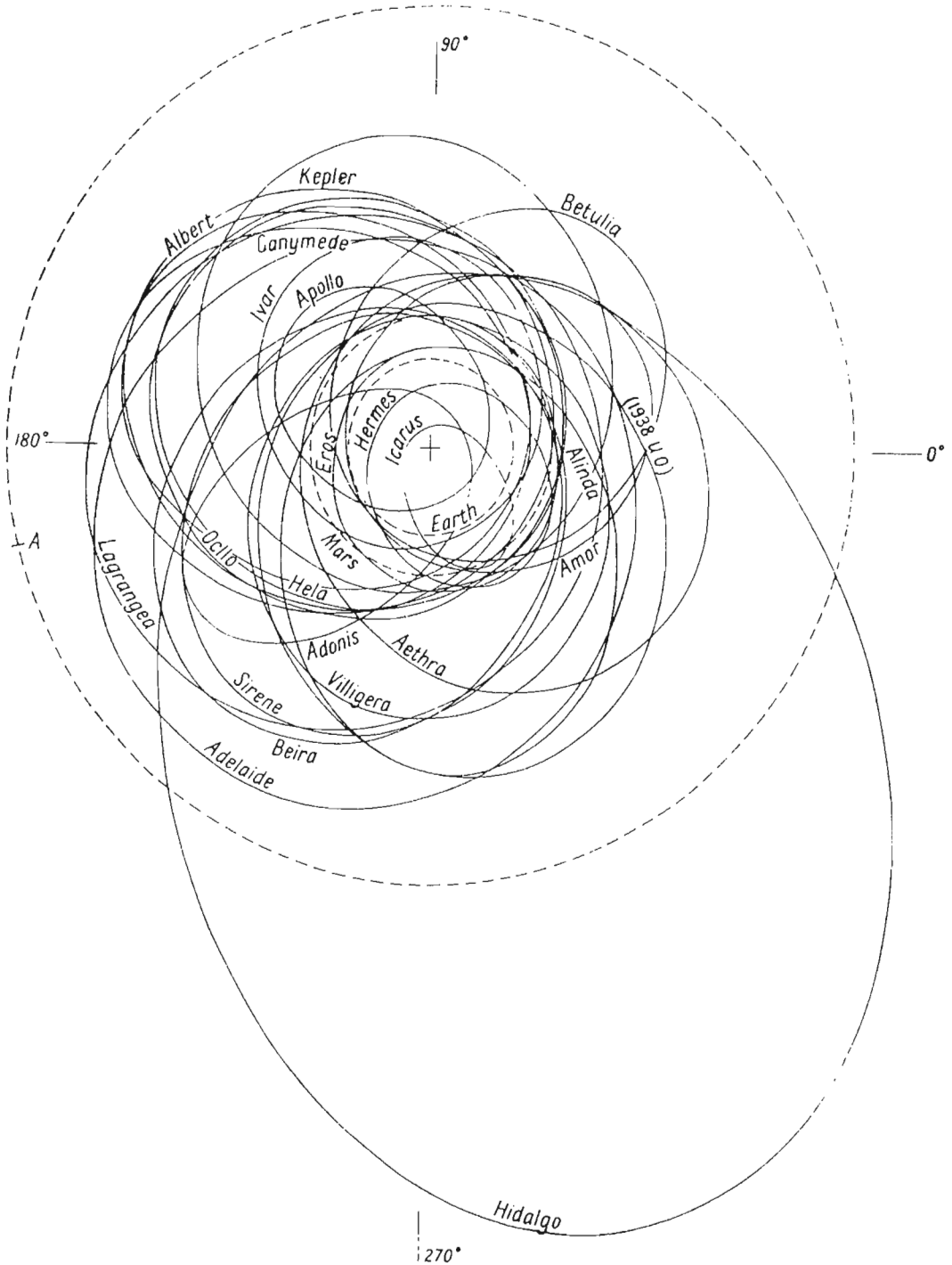
Još je Ort otkrio da su komete čiji je period oko 5 miliona godina, sada u svom prvom povratku u unutrašnji Sunčev sistem. U hipotezi raspada, po kojoj nastaju komete svih mogućih dužina perioda, samo one koje imaju period jednak intervalu vremena do raspada, mogu biti u svom prvom povratku. Na osnovu ovoga, po Van Flandernu, mogući raspad planete se dogodio pre oko 5.5 miliona godina.

Pomenute komete vrlo dugog perioda imaju sličnosti u položajima svojih perihela. Pravce ka perihelu je vrlo teško perturbovati, čak i prolaskom zvezda ili galaktičkim plimskim dejstvom. Ako bi se ovakve perturbacije eliminisale, pravci perihela bi težili preseku na vrlo malom prostoru u epohi hipotetičnog raspada.

Orbitalni elementi asteroida pokazuju „eksplozivna obeležja” slično veštačkim satelitima koji eksplodiraju u orbiti oko Zemlje. Uočena je i statistički značajna tendencija orbita dve najveće familije asteroida da se presecaju u zajedničkoj tački pre oko 5 miliona godina. Ni u jednoj drugoj epohi tendencija ka grupisanju nije toliko velika.

U davna vremena u tom pojasu, moglo se verovatno videti mnogo „repatih zvezda”. Ali postepeno je kometni led ispario i ostala je samo mineralna materija u obliku asteroida i meteorita.

Još se ponekad, u pojasu asteroida otkrivaju kratkoperiodične komete sa orbitama bliskim kružnim.



Slika 9. Asteroidi sa orbitama sličnim kometnim. Orbite nekih asteroida pokazuju velike sličnosti sa orbitama kratkoperiodičnih kometa. Ovo ukazuje na moguće zajedničko poreklo. Isprekidani krugovi prikazuju orbite Zemlje, Marsa i Jupitera, a tačka A položaj Jupiterovog afela.

Kosmogonija Sunčevog sistema i nastanak kometa

U današnje vreme najveću popularnost ima shvatanje da su komete nastale istovremeno i zajedno sa ostalim telima Sunčevog sistema – iz protosunčeve magline – oblaka gasa i prašine od kojeg su se akrecijom formirali Sunce i planete.

Veruje se da su komete sastavljene od najprimitivnijeg materijala u Sunčevom sistemu, vrlo malo izmenjenog od vremena nastanka Sunčevog sistema pre oko 4.5 milijardi godina. Njihovo proučavanje može nam stoga dati pogled u ranu istoriju Sunčevog sistema. Po najzastupljenijim shvatanjima o kosmogoniji Sunčevog sistema, mala tela – asteroidi i komete predstavljaju ostatke roja tela koja su poslužila kao „opeke” pri formiranju planeta. Asteroidi su kamenita tela unutrašnje zone, a komete – ledena tela spoljašnje zone.

Fesenkov razmatra „kometna zgušnjavanja” kao osnovu formiranja ne samo kometa, već i planeta, pa i asteroida, jer su ranije nastala (ovo se obrazlaže sličnostima u hemijskom sastavu kometa i međuzvezdanih maglina). Mehanizam stvaranja ovakvih zgušnjavanja bio bi sličan mehanizmu stvaranja protozvezda. Takođe, po njemu, malo je verovatno formiranje velikih planeta direktnim zgušnjavanjem, a verovatnije sudarima prvobitnih „kometnih zgušnjavanja”.

O velikoj učestanosti ovakvih sudara u vreme formiranja Sunčevog sistema svedoči po Fesenkovu, proučavanje ugljeničnih hondrita, meteorita koji se smatraju najstarijom poznatom materijom, jer u njima zastupljenost hemijskih elemenata, posebno inertnih gasova, odgovara kosmičkoj. Naime, proučavanje ovih meteorita sugerise da su se u najranijem periodu Sunčevog sistema događali česti periodi kratkog zagrevanja (posle kojih bi sledilo ponovno hlađenje) uslovljavajući formiranje vrlo složenih organskih sklopova (sve do građivnih elemenata DNK, što je neke navelo na misao da komete mogu biti nosioci života), a takođe i hondrula (loptica kristalne strukture). Ovo je najverovatnije posledica kometnih sudara. I tunguski fenomen najverovatnije ilustruje posledice jednog sličnog sudara (o tome vidi članak M. Dimitrijevića u ovom Zborniku).

Delsem tvrdi da je orbitna statistika saglasna sa samo jednom hipotezom – da su komete nastale zgušnjavanjem na nepoznatom, ali umerenom rastojanju (10–1000 a.j.) u spoljašnjoj zoni protosunčeve magline, i da su zatim izbačene u sferu radijusa oko 50000 a.j., obično zvanu Ortov oblak.

Safronov opisuje mehanizam izbacivanja kometa iz Sunčevog sistema. Po njemu, proučavanje procesa akumulacije velikih planeta dovodi do zaključka da su one u kranjem stadijumu svog rasta svojom gravitacijom izbacivale značajan broj čvrstih tela iz Sunčevog sistema. U tom stadijumu planete izbaciju za red veličine više mase nego što prikupljaju. Kao rezultat perturbacija od strane najbližih zvezda, manji deo ove izbačene materije može ostati na periferiji Sunčevog sistema, formirajući Ortov kometin oblak.

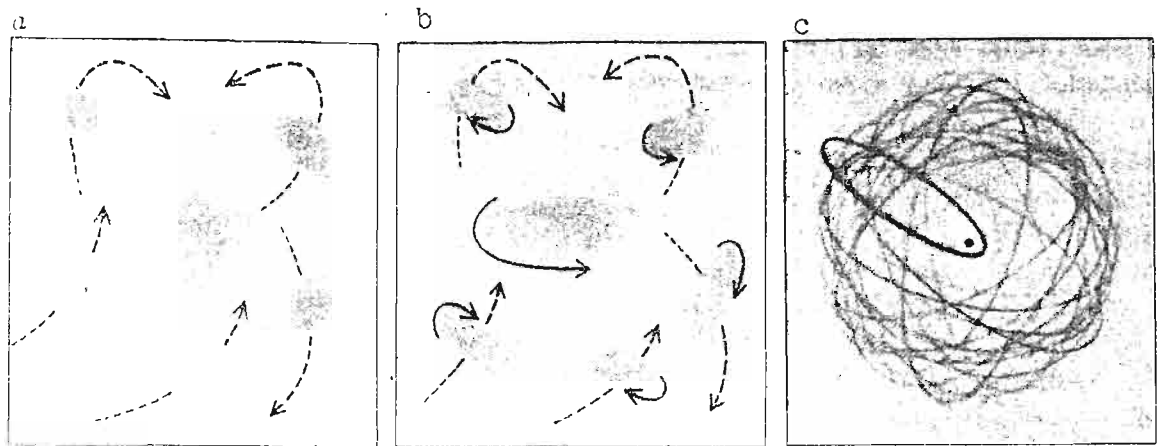
Najveći deo mase izbacio je u međuzvezdani prostor tada Jupiter, ali je kometni oblak stvorio uglavnom Neptun (oko polovine oblaka), pa i Uran – zbog njihovog vrlo sporog rasta. Po procenama Safronova, masa ovako dobijenog oblaka iznosila bi oko 3 Zemljine mase.

S obzirom da veći deo ovako izbačene materije potpuno napušta Sunčev sistem a da procene pokazuju da je Ortov oblak naseljen veoma velikim brojem kometa, jedan od najvećih savremenih stručnjaka za kosmogoniju Sunčevog sistema Kameron iz Harvard – Smitsonijanskog astrofizičkog centra sumnja u ovakvu koncepciju izbacivanja, primećujući da bi broj ovako izbačenih tela morao biti nerealno veliki.

On stoga nudi alternativnu koncepciju stvaranja kometa *in situ*, tj. na mestu samog današnjeg Ortovog oblaka. One bi se ovde mogle formirati od fragmenata protosunčeve magline koji nisu bili uključeni u prvobitno sažimanje.

No, iako je formiranje kometa „izneo” van granice unutrašnjeg Sunčevog sistema, mora se podvući da je Kameron jedan od utemeljivača planetezimalne koncepcije stvaranja planeta. Po ovoj koncepciji planete nastaju nagomilavanjem iz planetezimala – prvobitnih zgušnjavanja različitih dimenzija – od nekoliko milimetara do 1000

km. Nema kvalitativne razlike između planetezimala kometnih dimenzija i kometnih zgušnjavanja Fesenkova.



Slika 10. Nastanak kometa prema Kameronovoj hipotezi. Komete su se mogle formirati od malih fragmenata koji nisu mogli pratiti kolaps najvećeg dela protosunčevog oblaka, i koji su se kretali oko njega (a). Mali fragmenti, kao i najveći deo (od kojeg su docnije nastali Sunce i planete), su rotirali i obrazovali diskove, u kojima su se komete formirale istim putem, kao i planete (b). Docnije je verovatno zračenje zvezda isparilo gas iz tih „kometarnih maglina”, a komete su nastavile da se kreću po izduženim orbitama oko Sunca (c). S vremena na vreme neka prolazeća zvezda perturbuje orbite kometa, pa se neke od njih, po novim orbitama, približavaju Suncu.

Definitivan izbor između ponuđenih koncepcija moći će da bude načinjen tek kada bude razvijen potpuno tačan model gravitacionog kolapsa međuzvezdanog oblaka u planetni sistem.

Viplov kometni pojas

Pozivajući se na Braunovu klasifikaciju materije u Sunčevom sistemu, jedan od najpoznatijih stručnjaka za kometnu astronomiju Viplov sa Smitsonijanske astrofizičke opservatorije, izložio je sedamdesetih godina svoju dopunu kosmogonije Sunčevog sistema.

Po Braunu, materija Sunčevog sistema se može podeliti na tri klase: gasovitu, ledenu i „zemaljsku”. Gasovita se sastoji gotovo isključivo od vodonika i helijuma i od nje su izgrađeni Sunce i velike planete. U sastavu „ledene” materije dominiraju umereno laki elementi kao što su ugljenik, azot, kiseonik, dok se „zemaljska” odlikuje visokim sadržajem težih elemenata kao što su magnezijum, silicijum, gvožđe. Ova poslednja klasa dominira u sastavu unutrašnjih planeta – planeta Zemljinog tipa. Dugo se smatralo da ovoj klasi pripadaju i mnogobrojni Jupiterovi i Saturnovi sateliti, međutim, letovi „Vojadžera” otkrili su da u njihovom sastavu, naročito u sastavu Saturnovih satelita dominira „ledena” materija. Ovakva situacija nužno ukazuje na moguću vezu ovih satelita sa kometama, za koje je ledena materija („prljavi sneg” i zaleđeni ugljovodonici) karakteristična. Viplova zasluga je u tome što je prvi ukazao da se Uran i Neptun sastoje pretežno od ledene materije i što je naveo moguće kosmogonijske posledice ovakvog stanja.

Tablica 2. Relativne zastupljenosti (po masi) različitih elemenata u Sunčevom sistemu, po Braunu i Viplu

Tip materije	Gasovita	Ledena	Zemaljska
Elementi i atomske težine	H (1) He (4)	C (12) N (14) O (16)	Mg (24) Si (28) Fe (56) itd.
Sunce	1.0	0.015	0.0025
Planete Zemljinog tipa i meteoriti	U tragovima	U tragovima	1.0*
Jupiter	0.9	0.1	U tragovima
Saturn	0.7	0.3	U tragovima
Uran, Neptun i komete	U tragovima	0.85	0.15

*Uključujući kiseonik

Prema Viplovoj teoriji, Jupiter i Saturn su nastali gotovo istovremeno sa Suncem, na šta ukazuje njihov sličan hemijski sastav. Unutrašnje planete su nastale sudarnim nagomilavanjem iz planetezimala, a Uran, Neptun i komete iz kometezimala. Razlika između ove dve vrste „opeka” je u njihovom sastavu. Saturn u svojoj materiji ima 30% ledene komponente i „ledene” satelite. Ovo se objašnjava činjenicom da se formirao na većoj udaljenosti od Sunca.

Po svom formiranju, Uran i Neptun su perturbovali jedan deo kometa. Neke od njih su uvučene unutar Sunčevog sistema (tu su ili ostale na eliptičnim putanjama, ili ih je privukao npr. Saturn, ili su sublimisane toplotom Sunca, ili su pak izbačene u beskonačnost), a neke su odbačene na velike udaljenosti po izduženim orbitama, gde su formirale današnji kometni oblak, na više hiljada astronomskih jedinica od nas.

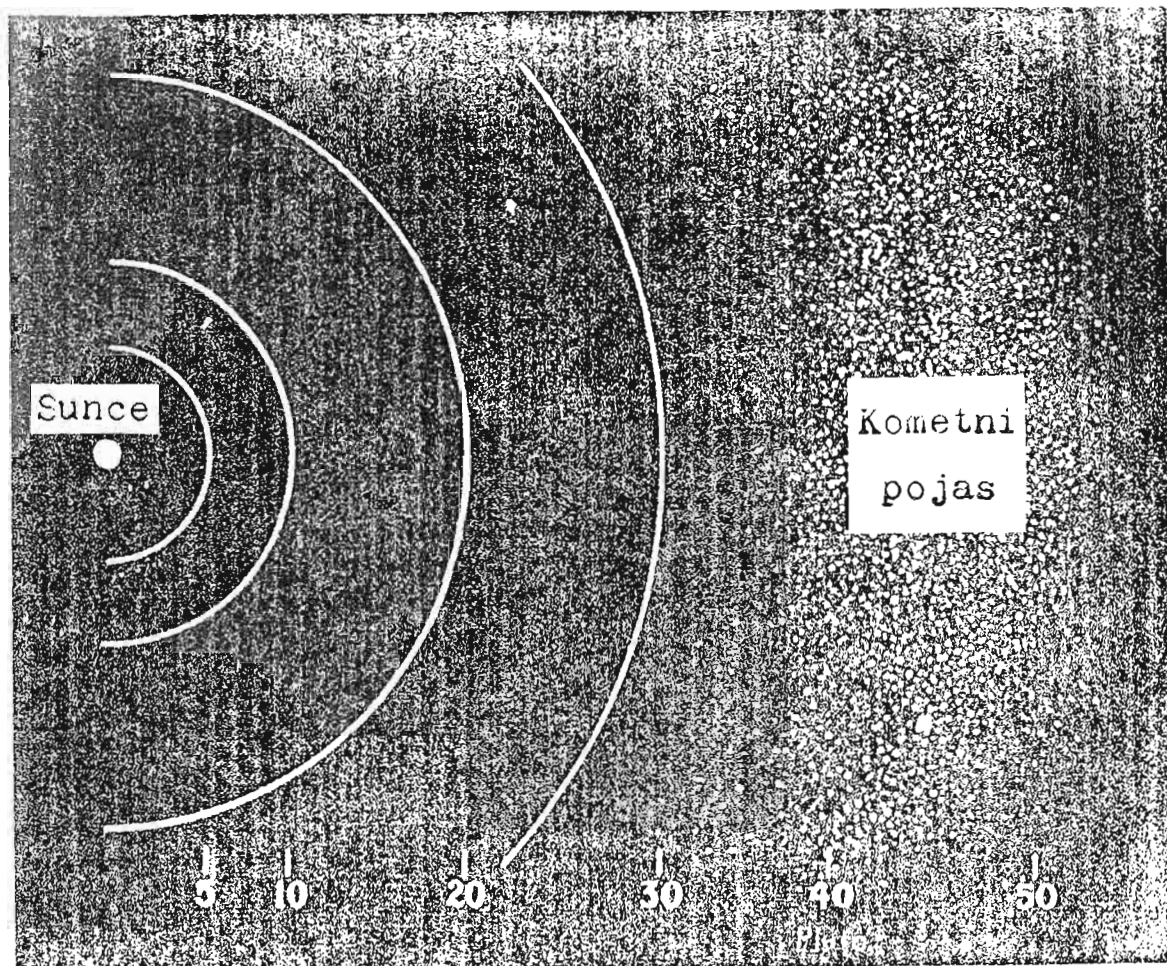
Preostale, neperturbovane komete su se formirale mnogo bliže, i trebalo bi da se još kreću na približno kružnim putanjama, negde iza Neptuna, čineći pojas, poput asteroidnog. Sam Vipl smatra da se zbog velike udaljenosti, slabog sjaja i malih dimenzija, ove komete ne mogu posmatrati drukčije, nego slanjem sonde u tu oblast. Međutim, hipoteza o Viplovom pojasu posebno je dobila na težini kada je postalo jasno da je masa Plutona 50 puta manja od Zemljine i da on zbog toga nije u stanju da izazove posmatrane perturbacije Neptunove orbite. Procenjuje se da bi pojas pak, mogao imati do milijardu kometa, sa ukupnom masom dva reda veličine većom od mase Plutona. Ovo je sasvim dovoljno da izazove posmatrane perturbacije Neptunove putanje, naročito ako je nagib pojasa prema ekliptici dovoljno mali.

Bejli je sistematizovao razloge zbog kojih je model Sunčevog sistema sa planetama, asteroidima i Ortovim oblakom, a bez kometnog pojasa, verovatno nekompletan:

1) Broj kratkoperiodičnih kometa je preveliki da bi mogao biti objašnjen posmatranim fluksom bezmaloparaboličnih kometa.

2) Perturbacije od strane džinovskih molekulskih oblaka u Galaksiji bi odnele većinu kometa iz kometnog oblaka.

3) Još nisu modelirane sile koje oblikuju kretanje spoljnih planeta (naročito anomalne perturbacije Neptuna).



Slika 11. Viplov kometni pojas. Viplova teorija predviđa postojanje, iza Neptunove orbite, primordijalnog pojasa sa oko milijardu kometa. Na slici su ucrtane orbite Jupitera, Saturna, Urana i Neptuna. Rastojanja su data u astronomskim jedinicama (1 a.j. = 149 500 000 km).

Vrlo privlačno rešenje ovih teškoća bilo bi postojanje gustog primordijalnog roja kometa koji okružuje planetni sistem, krećući se na nepromenjenim orbitama od njegovog postanka. Možda bi se ovaj roj mogao smatrati i gustim unutrašnjim jezgrom Ortovog oblaka.

Ove „nevidljive” komete bi, po Bejlju, možda mogle biti detektovane na neki od sledećih načina:

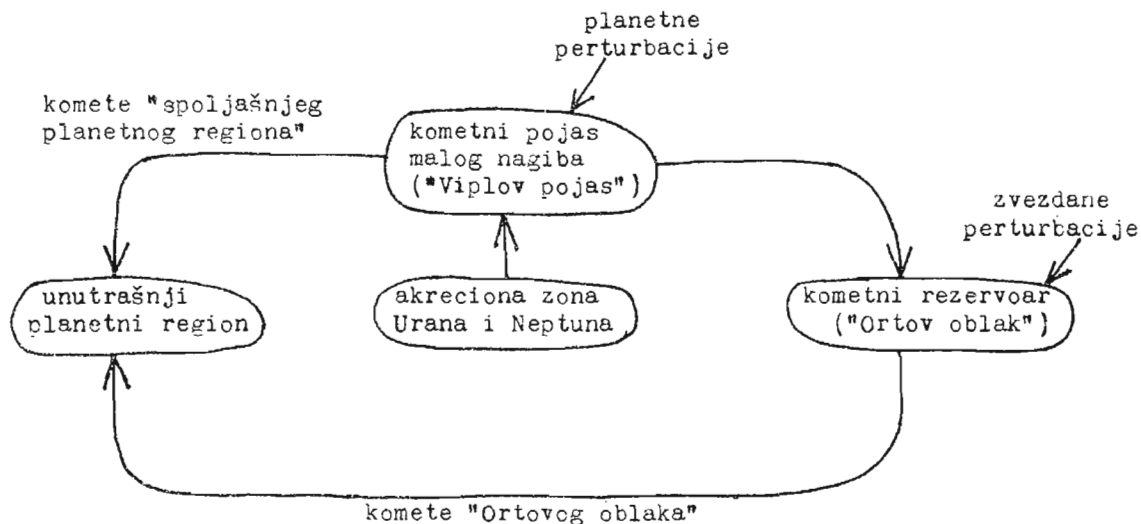
- 1) Preko njihove gravitacione sile.
- 2) Preko ukupnog zračenja.
- 3) Na osnovu slučajnih okultacija udaljenih zvezda.

U prilog teoriji kometnog pojasa idu i najnovije kompjuterske simulacije Fernandez i Ipa sa instituta Maks Plank. Numeričkim ispitivanjem akrecije i rasejanja tela od strane Urana i Neptuna tokom krajnjeg stadijuma njihovog formiranja, oni su zaključili da tela koja nisu zahvaćena akrecijom, dinamički evoluiraju u populacije dva oblika:

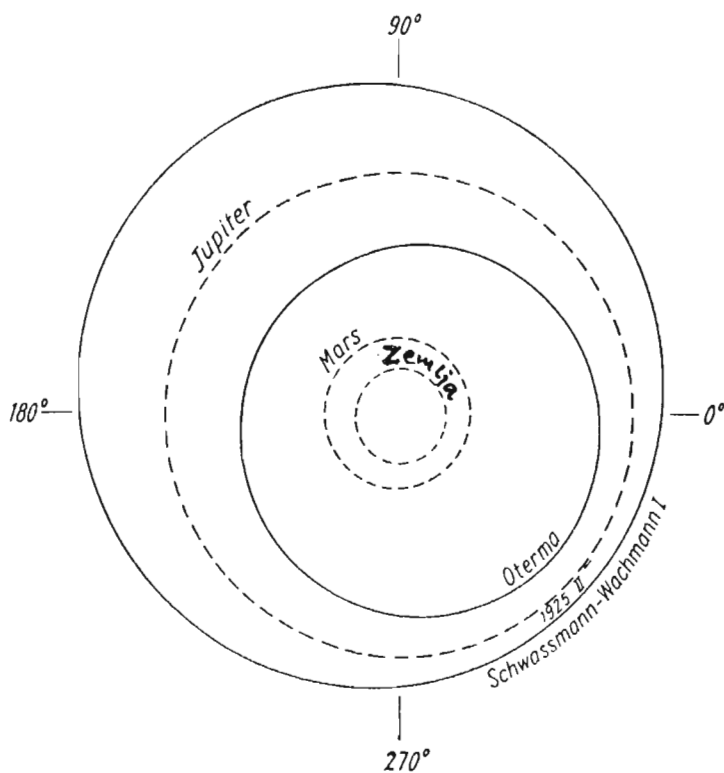
- 1) Kometni oblak, gde su komete izložene slučajnim zvezdanim perturbacijama.
- 2) Kometni pojas, tj. ravni sistem tela sa perihelima izvan planetnog regiona i dimenzijama putanja od reda 10 a.j. do reda 1000 a.j.

U najranije doba, po ovim autorima, pristizalo je iz kometnog pojasa mnogo kometa, ali se broj pristiglih vrlo brzo smanjivao, tako da je danas milion puta manji.

Dolazak kometa iz Ortovog oblaka počeo je da dominira posle 1.5–2 milijarde godina, tako da je danas broj njihovih dolazaka verovatno za red veličine veći od broja dolazaka iz kometnog pojasa.



Slika 12. Shema procesa nastanka i kretanja kometa u Sunčevom sistemu, prema Fernandezu i Ipu. Komete nastaju u oblasti Urana i Neptuna, odakle najčešće bivaju izbačene, ili u oblasti Viplovog pojasa. Pod dejstvom planetnih perturbacija, komete iz pojasa mogu biti odbačene još dalje, pa najčešće napuštaju Sunčev sistem. Jedan deo ih se ipak zadržava na velikoj udaljenosti, formirajući Ortov oblak. Da dospeju u unutrašnji planetni region, gde će biti primećene, komete mogu ili iz kometnog pojasa (pod dejstvom planetnih), ili iz kometnog oblaka (pod dejstvom zvezdanih perturbacija).



Slika 13. Komete sa planetnim orbitama. Tek nekoliko poznatih kometa sa malim nagibom i malim ekscentricitetom orbite, su možda jedini uočeni stanovnici eventualnih kometnih poja-seva između orbita planeta.

Kada komete iz kometnog pojasa uđu u region unutrašnjih planeta, većina ih je već evoluirala u kratkoperiodične orbite, što bolje objašnjava broj ovakvih kometa, nego zahvat od strane velikih planeta.

U poslednje vreme, a naročito u vezi sa već pomenutom teorijom difuzije kometnih orbita, spominje se mogućnost postojanja kometnih pojaseva i na drugim mestima u Sunčevom sistemu – recimo pojas približno kružnih orbita između putanja Jupitera i Saturna kao takođe značajan potencijalni izvor kratkoperiodičnih kometa.

Hipoteza Vsehsvjatskog

Mogućnost eruptivnog porekla kometa prvi je razmatrao Lagranž. Ipak, u naše vreme ova hipoteza se vezuje za ime poznatog kometnog astronoma Vsehsvjatskog sa Kijevske opservatorije, koji je uporno brani već nekoliko decenija.

Vsehsvjatski komete smatra najmlađim objektima Sunčevog sistema. On tvrdi da bi njihovo eruptivno poreklo lakše od drugih teorija objasnilo postojeću konfiguraciju orbita i veliki broj kratkoperiodičnih kometa. Potvrdom svoje koncepcije on smatra veliku ulogu vulkanske aktivnosti u prošlosti planeta. Mogućnost postojanja meteoritskih masa u jezgrima kometa, po njemu navodi na pretpostavku da su komete fragmenti kore i zamrznutih atmosfera planeta.

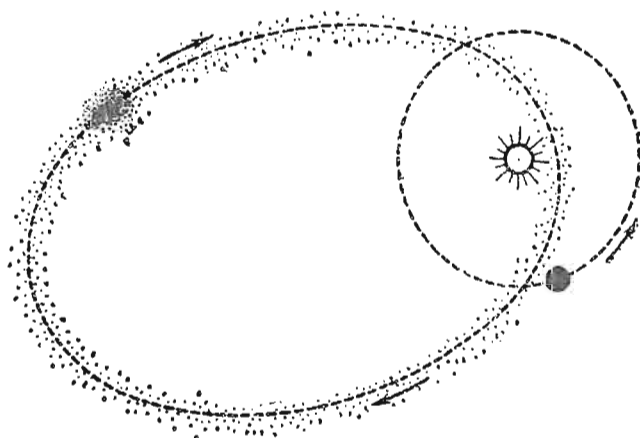


Slika 14. Vulkanska erupcija na Jupiterovom satelitu Io, snimak „Vojadžera”. Sovjetski astronom Vsehsvjatski smatra da su komete nastale kao posledica vulkanske aktivnosti, pre svega na satelitima velikih planeta.

Kada su drugi autori ukazali da su za napuštanje Jupitera i Saturna potrebne brzine od 67 i 42 km/s, što je za telo kometa dimenzija fizički neverovatno, Vsehsvjatski je izvor kometnih erupcija uglavnom „premio” na satelite velikih planeta, kod kojih je nužna znatno razumnija brzina napuštanja od oko 6 km/s. Po njemu, hipoteza da komete nastaju u blizini velikih planeta je u skladu sa činjenicom da one imaju prstenove. On predlaže da su prstenovi, kao i vulkanski oblaci koji okružuju Io – brzo evoluirajuće pojave. Saturnove prstenove on smatra skupom kometarnih meteorita koji gube ledenu komponentu sublimacijom. Treba pomenuti da je Vsehsvjatski, zahvaljujući ovakvom rezonovanju, još 1962. predvideo postojanje Jupiterovog prstena.

Naučnici koji ne negiraju u potpunosti hipotezu Vsehsvjatskog, smatraju prihvatljivijom mogućnost da bi se sitniji materijal eruptivnog porekla mogao ponekad kondenzovati formirajući kometu.

Jedan drugi zastupnik ove struje, Koval, predlaže mogućnost stvaranja novih kometa putem asteroidno–meteoritskog bombardovanja ledenih površina satelita velikih planeta.



Slika 15. Meteorski tokovi – kometni materijal rasut blizu kometnih orbita, posledica „odumiranja” komete. Po analogiji sa pojavama u plazmi, švedski nobelovac Alfen predlaže da bi redosled mogao biti obrnut, odnosno da komete nastaju kao zgušnjavanja u meteorskim tokovima. Skica prikazuje susret Zemlje sa jednim od meteorskih tokova.

Alfenova i druge hipoteze

Poznati švedski fizičar i astrofizičar, nobelovac Hanes Alfen izneo je, početkom sedamdesetih godina, prilično nestandardne hipoteze o nastanku kometa.

Opšteprihvaćeno je mišljenje da meteorski tokovi nastaju od kometnog materijala koji kometu gubi duž svoje orbite tokom brojnih obilazaka oko Sunca. U vrlo velikom broju slučajeva, po položaju orbita meteorskih tokova, zaključeno je od kojih bi komete oni mogli poticati. Baveći se mnogo godina fizikom plazme, Alfen pronalazi analogije između pojava u plazmi i među česticama u međuplanetskom prostoru, i na osnovu tih analogija predlaže novi mogući odnos između kometa i meteorskih tokova.

Prva analogija se odnosi na kretanje neutralnih čestica u električnom polju i kretanje čestica prašine u gravitacionom polju. Interakcija među česticama vodi formiranju strujnih tokova, tj. čestice teže da se kreću po sličnim orbitama, nasuprot opštem verovanju da ovakve interakcije proizvode stanje sa haotičnim kretanjem. Ovaj mehanizam Alfen predlaže za formiranje meteorskih tokova.

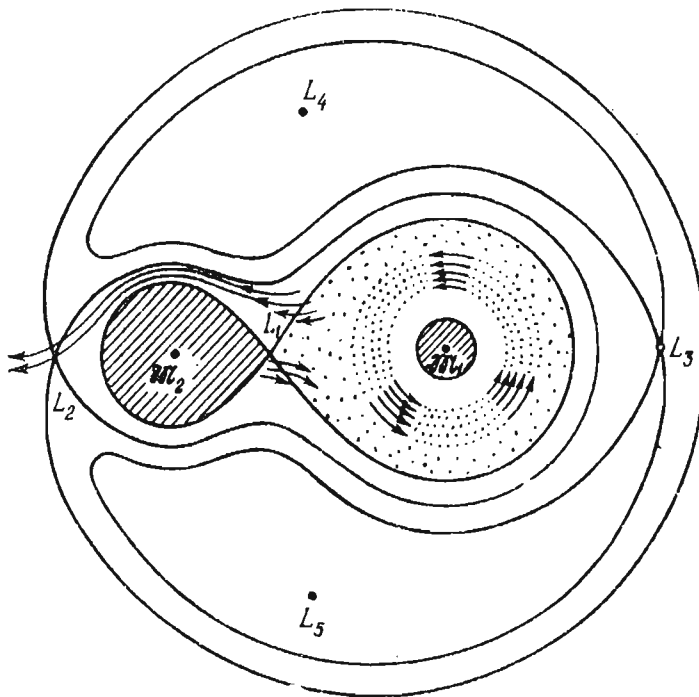
Druga analogija je između meteorskog toka u promenljivoj gravitacionom polju i snopa elektrona u promenljivoj električnom polju. Naime, ovakav snop teži „grupisanju”, tako da mu gustina u pojedinim regionima može porasti za mnogo redova veličine.

Na sličan način bi se kondenzacija mogla formirati i u meteorskom toku. Dakle Alfen predlaže proces obmut opšteprihvaćenom – formiranje kometa iz meteorskih tokova! Po njemu, ova mogućnost je posebno zanimljiva za kratkoperiodične komete čije je objašnjenje teorijom zahvata teže.

Analogije na koje je Alfen ukazao, imaju po svemu sudeći, veći principijelni nego konkretni kosmogonijski značaj. Delovanje ovakvih mehanizama sada se smatra nesumnjivim, a njihova zastupljenost – recimo pri formiranju planetnog sistema, verovatno značajnom. Naša dosadašnja (još uvek nedovoljna) znanja o gustinama meteorskih tokova ukazuju na to da se komete najverovatnije ne formiraju na ovaj način.

Navedimo još neke „egzotične” planetarne hipoteze o nastanku kometa.

Drobiševski iznosi pretpostavku po kojoj su Sunce i Jupiter prvobitno predstavljali dvojni zvezdu sa vrlo bliskim komponentama – tesan par. Kao što je uobičajeno kod ovakvih sistema, u toku evolucije je došlo do pretakanja dela materije sa Protojupitera na Protosunce. U jednom trenutku je došlo do raspada ove struje na fragmente, od kojih su



Slika 16. Isticanje materije jedne zvezde ka drugoj u „tesnom paru”. Jedna „egzotična” teorija o nastanku kometa predviđa da su Sunce i Jupiter nekad bili tesan par i da su komete proizvod sudara tela nastalih od prekinute struje materije između dveju zvezda. Shema prikazuje i ekvipotencijalne površi, kao i takozvane Lagranževe tačke (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5), u kojima su gravitacione sile dveju zvezda u ravnoteži.

se formirale planete i sateliti, među kojima veliki broj (oko 1000) Mesecu sličnih tela (Mesec, Merkur, Mars, Io, Evropa, Kalisto, Ganimed, Titan, Triton, Pluton itd.). Najveći deo ovih tela raspoređen je danas iza Plutonove orbite, pa bi za proveru ove hipoteze trebalo sprovesti detaljan pregled slabih zvezda duž pojasa ekliptike.

Za 4.5 milijardi godina postojanja Sunčevog sistema, po Drobiševskom, iz sudara ovih Mesecu sličnih tela mogle su se formirati komete. Materijal za njihovo formiranje bile bi zaleđene površine ovih tela.

Ima teorija koje formiranje kometa dovode u vezu sa asteroidima. Po nekim, komete nastaju iz raspada asteroida kad se ovi suviše približe velikim masama Sunčevog sistema. Po drugim, pak, komete su nastale iz međusobnih sudara asteroida.

Trebalo bi mnogo prostora da se detaljno procenjuju slabosti svake od hipoteza. Mi smo veću pažnju posvetili onima koje uspevaju da ponude objašnjenje za veći broj posmatračkih činjenica.

TEORIJE O MEĐUZVEZDANOM POREKLU KOMETA

„Problem porekla oko 1000 posmatranih (ili oko 200 000 sadržanih u Sunčevom sistemu) kometa je zamenjen problemom porekla 10^{11} kometa skoncentrisanih na ovom posebnom i neobjašnjivo velikom rastojanju od Sunca, gde je energija veze izuzetno slaba, mada još uvek različita od nule.”

R. A. Litlton

Ovoj grupi pripadaju prve hipoteze – Keplera i Heršela, kao i prva teorija, koju je dao Laplas. Na savremenim osnovama teoriju o međuzvezdanom poreklu kometa postavio je Litlton 1948, pa se i cela koncepcija često vezuje za njegovo ime.

Zajedničko većini zastupnika ove koncepcije je da uvođenje Ortovog oblika u teoriju smatraju veštačkim, i uglavnom ne prihvataju indirektno argumente o njegovom postojanju. (Ali, kao što ćemo videti, Ortov oblak nije ni ovde moguće potpuno izbeći). Sam Litlton tvrdi da dok se ne dokaže neprihvatljivost svih hipoteza koje ne nude tako smele i teško proverljive postavke, Ortova ostaje najmanje verovatna.

Napier sa Kraljevske opservatorije u Edinburgu, na osnovu znanja iz zvezdane dinamike, ukazuje da postoji mnogo efikasniji mehanizam za perturbovanje eventualnog Ortovog oblika, nego što su to interakcije sa prolazećim zvezdama. To su interakcije sa velikim masama kao što su magline ili grupe zvezda. Individualnim sudarima je potrebno $10^4 - 10^5$ puta više vremena da proizvedu isti stepen perturbacije.

Efekat velikih perturbujućih masa se dakle, mora uzeti u obzir, posebno otkako je nesumnjivo potvrđeno postojanje džinovskih molekularskih oblaka. Tipične dimenzije takvog oblaka su: masa – oko 5×10^5 masa Sunca i radijus oko 20 pc. Smatra se da ih ima oko 4000 u Galaksiji, raspoređenih uvek gotovo u samoj galaktičkoj ravni, i to u spiralnim granama. Znamo da je Sunce, krećući se takođe gotovo u galaktičkoj ravni, tokom svog života obišlo oko 25 puta oko centra Galaksije.

Numeričke simulacije pokazuju da i jedan susret sa ovakvim oblakom (a dosad ih je moglo biti oko 20) može imati drastične posledice po Ortov oblak, vodeći gubitku 20–60% kometa. Više ovakvih susreta (na razdaljinama 2–5 pc) potpuno bi opustošili Ortov oblak. „Preživeli” deo oblaka tokom svakog od ovih susreta primio bi veliku porciju energije, što bi doznije znatno olakšalo bekstvo kometa iz njega.

Dakle uslovi u međuzvezdanom prostoru, odnosno mogućnost sudara sa džinovskim maglinama kao da govore u prilog međuzvezdanog porekla kometa, odnosno njihovog zahvata iz međuzvezdanog prostora.

Litlton svoju teoriju bazira na prolasku Sunca sa planetama kroz homogeni međuzvezdani oblak. Tom prilikom Sunce stvara akrecione struje u kojima se čestice prašine i gasa fokusiraju. Posebno su značajni sudari fokusiranih struja, kod kojih se verovatnoće sudara čestica, a time i akrecije, umnogostručavaju.

Privučene od strane Sunca, čestice oblaka opisuju hiperbole sa Suncem u žiži. Ove hiperbole se presecaju duž linije paralelne vektoru relativne brzine Sunca u odnosu na oblak, koja prolazi kroz Sunce. Duž ove linije odvija se gravitaciono fokusiranje i akrecija koja dovodi do formiranja jezgara novih kometa. Pritom, pošto su sudari neelastični, čestice gube deo kinetičke energije, pa se hiperbolično kretanje može transformisati u

parabolično ili eliptično (u odnosu na Sunce). Gotovo potpuno odsustvo hiperboličnih orbita kod novih kometa objašnjava se poremećajnim dejstvom velikih planeta koje su ovu i neke druge međuzvezdane osobine kometnih orbita izgadile s viemenom.



Slika 17. Jedna od džinovskih maglina koje naseljavaju galaktičku ravan. Prolazak Sunca u blizini ovakve džinovske mase, imao bi drastične posledice po kometni oblak. Zastupnici „međuzvezdanih” hipoteza smatraju da komete nastaju od prašine i gasa, pod dejstvom Sunčeve gravitacije, prilikom njegovog prolaza kroz ovakvu maglinu.

Mek Kria je čitav mehanizam uopštio tako da važi i za slučaj nehomogenih maglina.

Smatra se da bi ovakva akrecija fizički zaista morala da se događa pri prolascima Sunca kroz magline, ali nije potpuno jasno da li tim putem nastaju baš komete. Takođe, danas se smatra da su komete nešto kompaktnije (manje i gušće) nego što bi se moglo očekivati po ovakvoj teoriji, pa će stoga značajna za konačno određivanje prema njoj biti provera da li kometna jezgra zaista sadrže i krupne stene.

Zbog ovih teškoća, poslednjih godina se forsira i hipoteza o mogućem zahvatu **čitavih kometa** iz međuzvezdanog prostora.

Po teoriji Fesenkova, koja je već pominjana, a koja je srodna planetezimalnim i kometezimalnim hipotezama, „kometna zgušnjavanja” mogu nastajati u međuzvezdanom prostoru na potpuno analogan način kao i zvezde. Primećeno je da se Orionova maglina, jedna od „kolevki” zvezda, sastoji uglavnom od velikog broja nehomogenosti koje sadrže gotovo svu masu. Analizom spektroskopskih podataka moguće je odrediti relativne brzine ovih nehomogenosti. Među njima postoje brzine slične kometnim. I po drugim autorima, uslovi u džinovskim molekularnim oblacima pogoduju stvaranju ledenih planetezimala od

nekoliko kilometara u prečniku. Fesenkov tvrdi da je stvaranje zgušnjena i nehomogenosti veoma rasprostranjena pojava u međuzvezdanom prostoru. Takve procese izazivaju: jezgro Galaksije sa svojim gravitacionim i magnetnim poljem, spiralni talasi gustine koji su odgovorni za strukturu Galaksije, udarni talasi iz eksplozija supernovih, i razni oblici turbulencije.

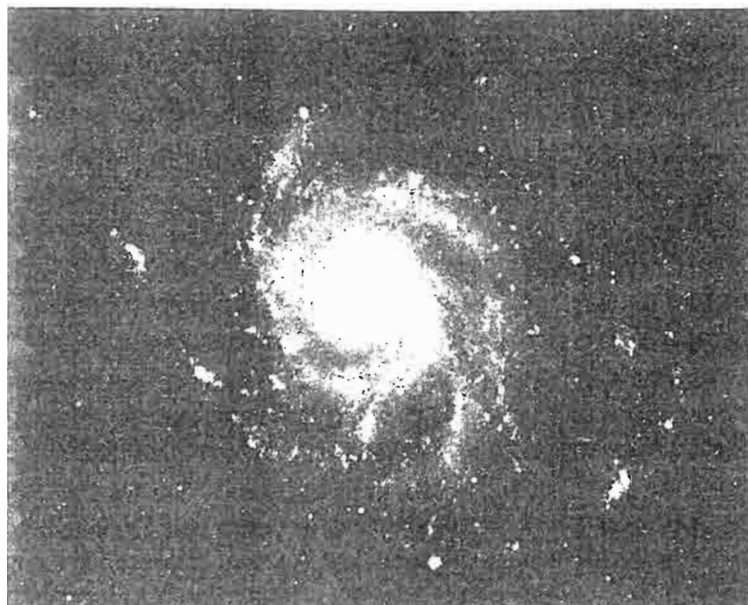


Slika 18. Velika maglina u Orionu, „kolevka zvezda”, sastoji se od nehomogenosti raznih dimenzija, od kojih neke imaju brzine slične kometnim. Neki astronomi smatraju da je i ovo dokaz da komete nastaju nezavisno do planetnih sistema, i da mogu poslužiti kao „opeke” za formiranje krupnijih tela.

Klube čak predlaže da bi međuzvezdane komete mogle nastati usled kolapsa materijala u galaktičkom jezgru i izbacivanja jednog njegovog dela, u obliku kometa, u spiralne grane. Komete bi nam u ovom slučaju mogle čak doneti informaciju iz blizine galaktičkog jezgra, inače tako nedostupnog posmatranjima!

U svakom slučaju, mnogi autori dozvoljavaju mogućnost postojanja velikog broja kometolikih tela u međuzvezdanom prostoru. Ove kosmičke komete kreću se duž galaktocentričnih orbita (unutar ili izvan molekulskih oblaka) sličnih onima koje opisuju zvezde.

Uzimajući da je udaljenost Sunca od centra Galaksije 10 kpc, da je njegova brzina 285 km/s, i da je masa Galaksije 1.9×10^{11} masa Sunca, možemo naći da je radijus Sunčeve sfere dejstva 60 000 a.j. Komete koje dospeju u ovu sferu mogu biti zahvaćene od strane Sunca (a uz perturbacije od strane Jupitera mogu biti i odbačene natrag). Po teoriji verovatnoće, najveći broj zahvata odigraće se na velikim udaljenostima od Sunca.



Slika 19. Spiralna galaksija slična našoj. Milijarde zvezda brzinama od po nekoliko stotina kilometara u sekundi kruže oko galaktičkog jezgra. Ima li među njima i „međuzvezdanih“ kometa?

Takve će komete, krećući se hiperboličnim orbitama, proći nedetektovane na velikim udaljenostima od nas. Komete zahvaćene na eliptične orbite mogle bi postati opservabilne jedino ako su im putanje veoma izdužene. Ostale će obilaziti oko Sunca uvek na velikoj udaljenosti, izvan planetnog regiona.

Prilikom jednog susreta sa džinovskim molekulskim oblakom moglo bi biti zahvaćeno na ovaj način oko 10^5 kometa, i to privremeno, na nekoliko miliona godina. Usled više sukcesivnih susreta, tvrdi Napier, formirao bi se kvazi-ravnotežni oblak oko Sunca, sa oko 10^{11} kometa, i sa najvećom koncentracijom na udaljenosti od oko 50 000 a.j. Ovo zapravo odgovara opisu Ortovog oblaka, ali ne primordijalnog, uvedenog *ad hoc*, već nastalog kao prirodna posledica uslova u međuzvezdanom prostoru.

Na kraju, umesto zaključka, citirajmo misao nobelovca Alfena: „Istorija Sunčevog sistema mora biti ponovo napisana na osnovu merenja na licu mesta.“ Danas smo upravo u takvoj poziciji, tačnije na početku tog velikog posla. Od sonđi upućenih ka Halejevoj kometi očekujemo mnoštvo novih podataka o njenom sastavu i strukturi. Ovo bi možda moglo konačno razrešiti dileme o poreklu kometa.

KOMETE KOD DRUGIH ZVEZDA?

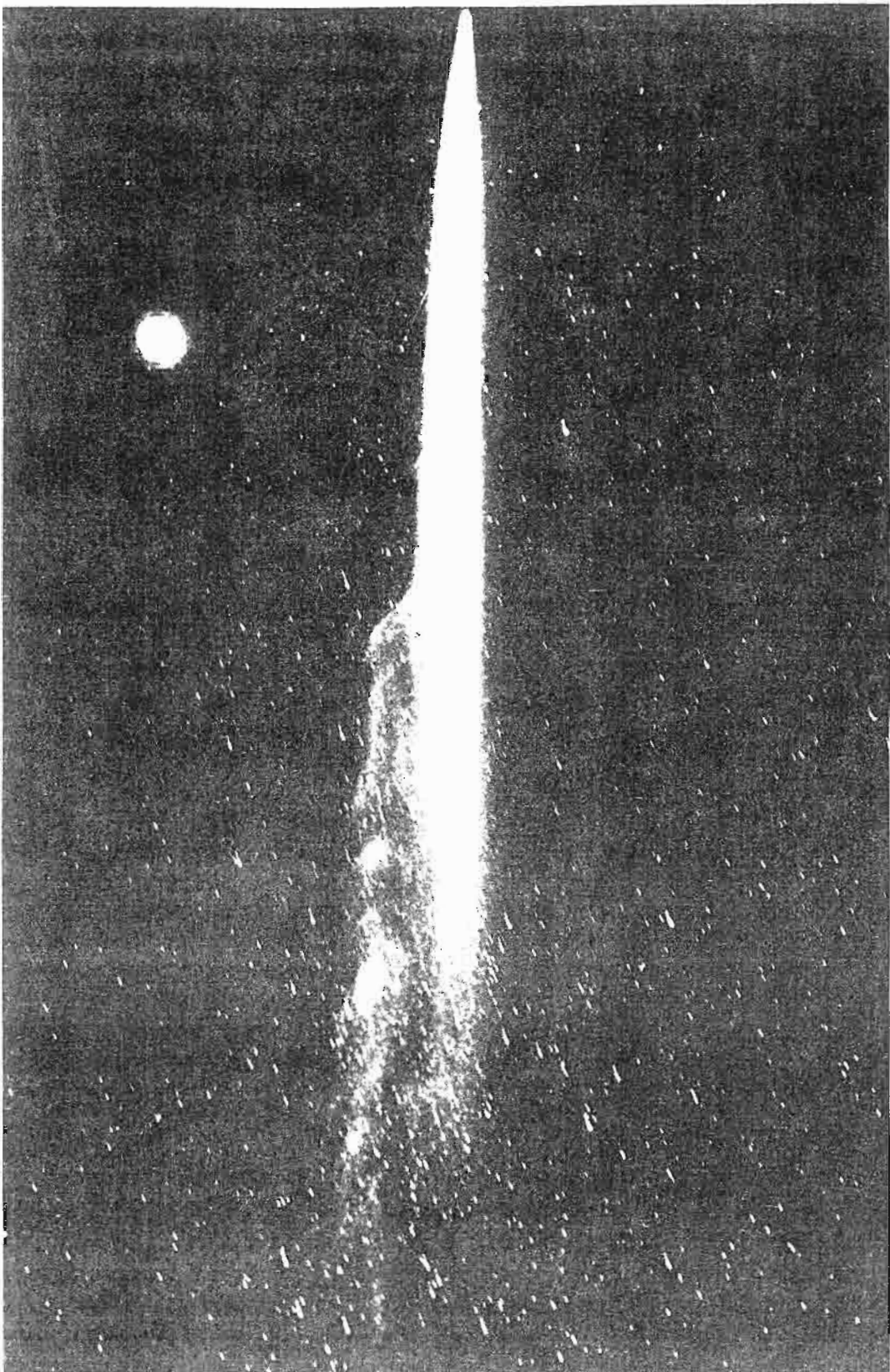
Gotovo niko ne negira tvrđenje da mnoge zvezde imaju planetne sisteme. Ipak, zbog velikih rastojanja između zvezda, postojanje drugih planetnih sistema još ne može biti posmatrački dokazano. Slično je i sa kometama, samo što su posmatrački problemi još teži. Međutim, Gam i Grinberg misle da su nedavno otkrili postojanje kometnih oblaka kod drugih zvezda.

Po njima, neke promene sjaja vrlo mladih zvezda mogu biti interpretirane kao dokaz upadanja lopti prašine kometne mase ili veće. Ukupan broj ovakvih lopti oko date zvezde može biti oko 10^{12} .

Većina ovakvih zvezda (pripadaju klasama Be, T-Tau, Herbig Ae i Be) ima nepravilne promene sjaja, a neke od tih promena se mogu opisati kao dugoperiodične promene vezane sa promenama neprozračnosti cirkumstelarne prašine na pravcu prema posmatraču. Ovo se manifestuje smanjenjem sjaja zvezde u vizuelnom domenu, u vremenu manjem od dana, do najviše nekoliko dana, pri čemu nema promena u fotosferskom linijskom spektru zvezde. Na prvi pogled jedino moguće objašnjenje ovakve pojave je da zvezda biva zaklanjena koncentracijom prašine koja prolazi ispred nje. Međutim, upad je verovatniji jer bi ovakve koncentracije morale imati vrlo velike dimenzije i biti na vrlo bliskim orbitama oko zvezde, što je zbog plimskog dejstva malo verovatno. Kod zvezda tipa YY Ori (iz klase T Tau), ovakav upad se može konstatovati i na osnovu pomaka spektralnih linija.

Karakter promena sjaja ukazuje da dimenzije upadajućih tela približno odgovaraju kometama, a i mogući broj im se slaže sa procenama o broju kometa u Ortovom oblaku.

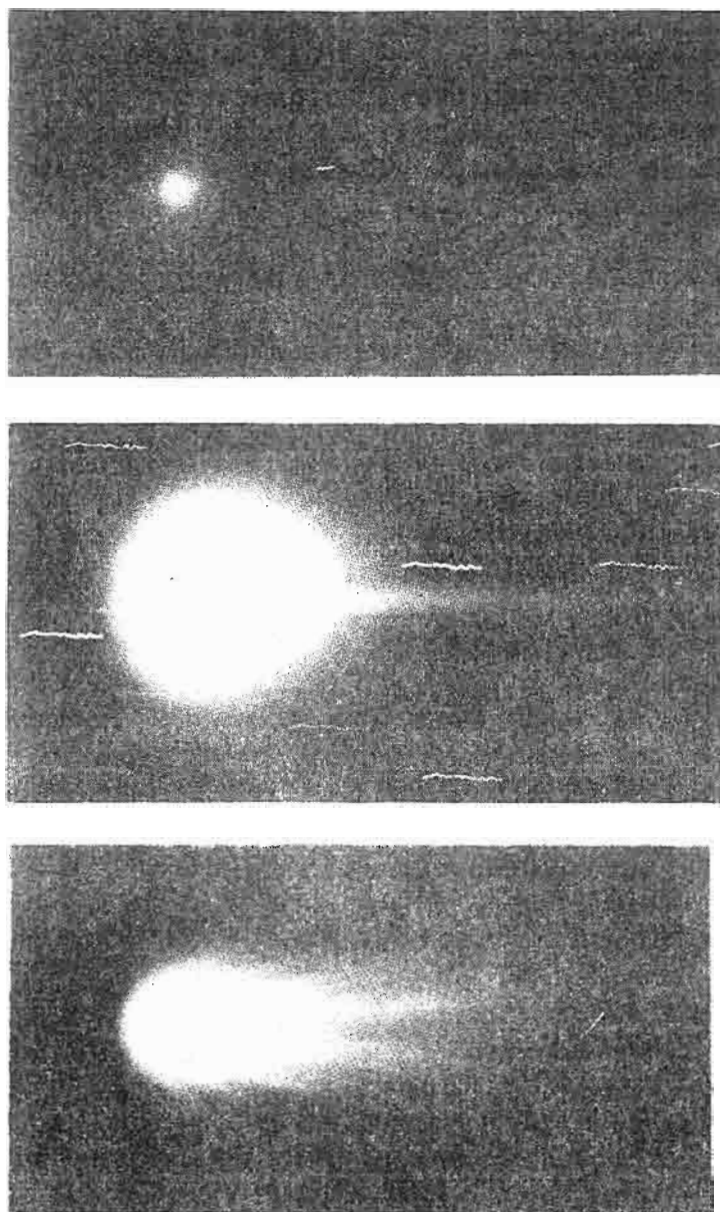




Halejeva kometa, snimljena 13. maja 1910. godine, sa dodatnim repom.

IZGLED I STRUKTURA KOMETA

Izgled komete stalno se menja, kao što se može videti na slikama 1a, b, c. Na velikom rastojanju od Sunca vidi se samo glava u obliku magličaste lopte. Sa približavanjem Suncu povećava se i prečnik glave i počinju da se formiraju drugi delovi



Slika 1. Izgled Brunsove komete (1911 V) (Lik opservatorija) a) Snimak od 17. septembra. Na njemu se vidi samo jezgro i centralni deo glave. b) 22. septembar. Iza okrugle glave vidi se slab trag repa u radijalnom pravcu Sunce-kometa c) 21. oktobar. Vidi se rep u obliku lepeze. Jačina svetla u repu u blizini glave je veća od jačine u glavi.

komete. Kada čovek ugleda kometu koja se neočekivano pojavi na noćnom nebu i raširi svoj veličanstveni rep možda će mu se učiniti da je to glavni deo komete. I zaista, upravo komete sa sjajnim repovima najrazličitijih oblika pobuđivale su sujeveran strah, a upravo zbog repa koji podseća na raspuštene kose one su i dobile ime. Ipak, sa fizičke tačke gledišta, rep je samo sekundarna pojava koja se razvija iz veoma malog jezgra, najvažnijeg dela komete.

Jezgro, koma, glava

Do danas još niko nije uspeo da ugleda jezgro komete, pošto je ono veoma malo i obavijeno svetlećom materijom koja neprekidno ističe iz njega. Centralno zgušnjeno koje se u difuznoj atmosferi komete vidi vizuelno ili na fotografijama naziva se fotometrijsko jezgro. Smatra se da se u njegovom centru nalazi pravo jezgro komete tj. njen centar mase. Ipak, kako je pokazao sovjetski astronom D.O. Mohnač ovo nije uvek tačno pa centar mase komete ne mora da se poklapa sa najsajnijom oblašću fotometrijskog jezgra. Ova pojava se zove Mohnačov efekat i izgleda može da objasni neka odstupanja u određivanju orbita kometa.

Magličasta atmosfera koja okružava fotometrijsko jezgro i postepeno se sliva sa fonom neba naziva se koma. Zajedno sa jezgrom, koma sačinjava glavu komete. Kada je kometa daleko od Sunca glava je simetrična, a sa približavanjem Suncu postaje ovalna izdužujući se sve više i više. Na kraju iz nje počinje da se razvija rep. Što se kometa više približava Suncu prečnik glave sve više raste, dostižući kod većih kometa i 1 do 2 miliona kilometara. U glavu komete srednje veličine stale bi lako sve planete Sunčevog sistema skupljene zajedno. Kod nekih, razmere glave su veće čak i od Sunca. Oko glave komete nalazi se svojevrсна nevidljiva korona, oblak vodonika (vodonična koma) čije dimenzije dostižu deset miliona kilometara. Atmosferu komete ne mogu da zadrže gravitacione sile malog jezgra i ona se neprekidno širi u kosmičkom vakuumu.

Dakle jezgro je najvažniji deo komete. Ipak njega do danas niko nije video i ne postoji jedinstveno mišljenje o tome kako ono izgleda. Još u doba Besela i Laplasa smatralo se da je jezgro komete čvrsto telo sastavljeno od lako isparljivih materija tipa leda ili snega, koje pod delovanjem Sunca brzo prelaze u gasovitu fazu. Ovaj klasični model jezgra komete, dopunjen je i razrađen u zadnje vreme. Najveće priznanje uživa Viplov model jezgra—konglomerata koje se sastoji od kamenih delova i zamrznutih gasova i vode. U takvom jezgru imamo naizmenične slojeve leda i prašine. Usled delovanja Sunčeve toplote gasovi, se probijaju na površinu povlačeći za sobom oblake prašine. To omogućava objašnjavanje nastanka kometnih repova od gasova i prašine, kao i sposobnost malih jezgara da izdvajaju takve količine gasova. Pored toga Viplov model jezgra — konglomerata objašnjava i uzrok nastanka negravitacionih sila usled kojih kometa odstupa od proračunate putanje. Naime struje gasova koje ističu iz kometnih jezgara stvaraju reaktivne (odbojne) sile koje dovode do perturbacija putanja mnogih kometa.

Ipak, paralelno sa ovim dobro razrađenim modelom, nastavljaju da postoje i modeli koji negiraju postojanje monolitnog jezgra. Jedan od takvih modela predstavlja jezgro komete kao roj pahuljica dok ga drugi predstavlja kao skup velikog broja komada od kamena i leda. Ipak izgleda da je teško da bi takva jezgra postojala. Snežni roj bi se brzo razveo pod dejstvom planetarnih perturbacija, a jezgro sastavljeno od ledenokamenih komada brzo bi postalo monolitno usled međusobnih sudara pojedinih delova.

U današnje vreme mase kometnih jezgara određuju se veoma približno, a verovatni dijapazon u kome se nalaze mase jezgara svih poznatih kometa, od gigantskih do

patuljastih, je ogroman. Od nekoliko tona (mikrokomete) do nekoliko stotina a možda i hiljada milijardi tona.

Pošto se komete kreću kroz Sunčev sistem i periodično prolaze blizu planeta i njihovih satelita, izgledalo bi da masu jezgra komete možemo odrediti na osnovu gravitacionog uticaja na orbite ovih tela. Ali mase kometa su toliko male čak i u odnosu na mase satelita, da do danas nije primećen merljivi gravitacioni uticaj koji prevazilazi grešku merenja. Na primer, Lekselova kometa je 1770 godine prošla između Jupiterovih satelita ali je oni nisu ni „osetili” i nastavili su da se kreću po svojim pređašnjim putanjama. Iste godine ova kometa je prišla Zemlji na rastojanje od 2,4 miliona kilometara. Ako bi masa kometnog jezgra bila uporediva sa masom Zemlje, godina bi se na našoj planeti uvećala za 2 sata i 47 minuta. Ipak merljivo uvećanje godine nije opaženo, dok se istovremeno period Lekselove komete smanjio za 2,5 dana. Ako bi se naša godina uvećala za 1 sekund, što je u ono doba bilo na granici merljivosti, masa jezgra komete bi bila 1/5000 Zemljine mase. Znači možemo tvrditi da je masa jezgra Lekselove komete bar 5000 puta manja od mase Zemlje.

Isto kao i masa, veoma su neodređene i geometrijske razmere jezgra. „Čisto jezgro” bez difuzne atmosfere koja ga okružuje, niko do danas nije uspeo da vidi i da izmeri. Velike nade astronomi su polagali u Halejevu kometu, koja se prilikom svog poslednjeg prolaska 18 maja 1910 godine, nalazila između Zemlje i Sunca te se za posmatrača sa Zemlje projektovala na Sunčev disk. Ali uprkos velikim naporima nijedan od mnogobrojnih posmatrača nije uspeo da ugleda jezgro. Ako se uzme u obzir najveća postignuta tačnost (posmatranje Antonijadija pomoću 83–santimetarskog refraktora Medonske opservatorije), jezgro Halejeve komete je manje od 5 km u prečniku. S.V. Orlov smatra da je njegov prečnik oko 2 km. U tom slučaju je potpuno jasno zbog čega niko nije uspeo da ga do danas ugleda čak ni pomoću velikih teleskopa.

Sada ćemo se malo pozabaviti komama, koje poput magličaste atmosfere okružuju jezgra kometa. Kod većine kometa koma se sastoji od tri osnovna dela koji imaju prilično različite fizičke karakteristike:

1. sloj najbliži jezgru – unutrašnja, molekularna, hemijska i fotohemijska koma
2. vidljiva koma ili koma radikala
3. ultraljubičasta ili atomska koma.

Na razmere ove tri kome veoma utiče rastojanje komete od Sunca. Kada se kometa nalazi daleko od Sunca kao i Zemlja, dijametar unutrašnje kome je $\sim 10^4$ km, vidljive $10^5 - 10^6$ km a ultraljubičaste $\sim 10^7$ km, tj. veći je od Sunca čiji je dijametar $1,4 \cdot 10^6$ km.

Posmatranja unutrašnje kome, koja nam mogu pružiti dragocene podatke o građi jezgra i njegovim fizičko–hemijskim svojstvima, nisu jednostavna. Molekuli koji je čine, zračne najvećim delom u radio i infracrvenoj oblasti spektra a kako su njene dimenzije male posmatranja pomoću radio teleskopa su veoma složena.

Kako se kometa približava sve više Suncu, prečnik vidljive glave raste iz dana u dan i obično dostiže maksimalne razmere u intervalu od 0,9 do 1,6 astronomskih jedinica od Sunca. Kada kometa priđe bliže Suncu prečnik glave počinje postepeno da se smanjuje. U srednjem, prečnik glave raste od 60 hiljada km kada se kometa nalazi na 4,5 astronomskih jedinica od Sunca pa do 106 hiljada km kada kometa dođe u oblast između 1,6 i 0,9 a.j. Zatim glava počinje da se smanjuje i na rastojanju od 0,4 a.j. ima prečnik od samo 80 hiljada km. Kada kometa počne da se udaljuje od Sunca glava ponovo počinje da raste i dostiže maksimalnu veličinu negde između orbita Zemlje i Marsa. Ako bi uzeli u obzir sve komete koje su posmatrane, dijametar glave se kreće od 6000 km pa sve do 1 milion km.

U toku kretanja komete po njenoj putanji, glava ima različite oblike. Dok je kometa daleko od Sunca njena je glava okrugla, pošto Sunčevo zračenje slabo deluje na

čestice koje je čine i oblik glave je određen izotropnim širenjem kometnog gasa kroz međuplanetarni prostor. Približavajući se Suncu glava komete postaje sve više ovalna dobijajući oblik paraboloida. Parabolički oblik se objašnjava efektom „vodoskoka”. Naime slično mlazevima iz vodoskoka, koji u polju Zemljine teže dobijaju oblik parabole, mlazevi kometnih gasova takođe dobijaju ovaj oblik pod dejstvom Sunčevog vetra. Osim promene oblika, u glavama kometa se pojavljuju i nestaju i različite strukturne tvorevine kao što su ovojnice, zraci, izlivi iz jezgra itd.

S.V. Orlov je predložio sledeću klasifikaciju glava kometa vodeći računa o njihovom obliku i unutrašnjoj strukturi.

1. Tip E; kometa sa jarkim komama ukvirenim sa strane Sunca, svetlećim paraboličkim omotačima, čija žiža leži u jezgru komete.

2. Tip C; komete čija je glava četiri puta slabija od glava tipa E i po spoljašnjem izgledu podseća na lukovicu.

3. Tip N; komete kod kojih nema ni kome ni omotača.

4. Tip Q; komete koje imaju slabi izbačaj prema Suncu, tj. anomalni rep.

5. Tip h; komete u čijoj glavi nastaju prstenovi koji se ravnomerno šire — halosi, sa centrom u jezgru.

Rep je najkarakterističniji i najlepši deo komete. On može dostići grandiozne razmere i biti duži od sto miliona kilometara, ali nije redak slučaj da se ovakav rep uopšte ne razvije. Rep komete sastoji se od prašine, gasova i jonizovanih čestica i gotovo uvek je upravljen na stranu suprotnu od one na kojoj se nalazi Sunce.

Šta je Njutn mislio o repu komete

Kako nastaju repovi kometa, je pitanje koje odavno interesuje naučnike. Isak Njutn je smatrao, proučavajući sjajnu kometu iz 1680. godine, da se rep komete razvija na sledeći način: „Približavajući se Suncu, materija glave komete se postepeno zagreva i počinje da isparava u etarsku sredinu koja ispunjava međuplanetarni prostor, i koja počinje i sama na taj način da se zagreva. Usled zagrevanja, međuplanetarni etar postaje razređen i kreće se u smeru suprotnom od Sunca, povlačeći za sobom isparenja komete, slično kao što topli vazduh, dižući se iz odžaka, povlači za sobom čestice goriva i pare. Sa mehaničke tačke gledišta, isparenja komete se odbijaju od Sunca i kreću očuvajući orbitalnu brzinu komete” Polazeći od ovakvog modela, Njutn je izračunao da se rep komete koju je posmatrao 25. januara 1680. godine mogao formirati za 45 dana.

Krajem prošlog i početkom ovog veka, ruski astronom F.A. Bredihin vršio je sistematsko proučavanje repova kometa. Na osnovu ovih istraživanja, objavio je najrazrađeniju mehaničku teoriju kometnih repova, i njihovu klasifikaciju na tri osnovna tipa.

I tip. To su pravolinijski repovi koji se prostiru duž radijus vektora suprotno od Sunca. Mogu da se sastoje i od skupa pojedinačnih struja ili zrakova, a duž takvih repova kreću se velikim ubrzanjima oblačne tvorevine jonizovane kometne materije. U spektrima repova I tipa posmatraju se joni CO^+ , N_2^+ , H_2O^+ itd.

II tip. Repovi ovoga tipa izgledaju kao jako zakrivljeni konus ili volujski rog. Na kraju takvih repova često se mogu videti trake dvojne strukture, upravljene ka jezgru komete. Ove trake dobile su naziv **sinhron**, pošto se pretpostavljalo da se one obrazuju prilikom istovremenog (sinhronog) izbačaja oblaka materije iz jezgra komete, pri čemu se čestice oblaka kreću pod dejstvom različitih sila odbijanja. Serija sukcesivnih izbačaja dovodi do nastanka nekoliko sinhrona u repu komete. Repovi II tipa imaju neprekidni spektar.



Slika 2. Kometa Morhauz (1908 III). Vidi se plazmeni rep I tipa sa zrakastim formacijama i izgibima.

III tip. To su kratki pravi repovi, koji predstavljaju jedan potpuni sinhron koji počinje od jezgra. Pri tome se ugao između ose repa i radijusvektora tj. linije koja spaja Sunce sa jezgrom komete, neprekidno uvećava.

Principi mehaničke teorije kometnih repova Bredihina, koji su zasnovani na razlikama u sili pritiska svetlosti koji deluje na čestice repa, nisu se mogli primeniti na plazmene repove ili repove tipa I po Bredihinu. Osim toga izvan ovakve podele ostali su anomalni repovi upravljani prema Suncu. Oni se sastoje od većih čestica prašine, čije su razmere 0,1–1 mm, i za koje je svetlosni pritisak mnogo manji od gravitacione sile Sunca. Najizraženiji anomalni rep imala je Kohoutekova kometa (1973 XII). Na to su prvi obratili pažnju američki kosmonauti koji su radili na Skajlabu – 3. Kada je, 29. decembra 1973. godine, kometa prošla perihel (tačka najbliža Suncu) svoje orbite, kosmonauti su primetili šiljak koji viri iz glave komete upravljen prema Suncu. Od 29. decembra 1973. do 4. januara 1974. godine ovaj anomalni rep su posmatrali saradnici univerziteta u Minesoti, u infracrvenoj obalsti spektra a kasnije je postao dostupan i za vizuelna i fotografska posmatranja u vidljivoj oblasti.



Slika 3. Kometa Mrkos (1957 V). Lepo se vide zrakaste strukture u repu.

Osim pravih anomalnih repova, komete često imaju i takozvane pseudoanomalne, koji su takođe upravljani prema Suncu i često imaju znatne dimenzije. Upravljenost ovakvih repova prema Suncu, posledica je uslova pod kojim se oni projektuju na nebesku sferu za posmatrača sa Zemlje, a ne realnim kretanjem krupnih čestica prema Suncu. Ovaj efekat je naročito izražen kada Zemlja prolazi kroz ravan orbite komete, pa posmatrač vidi materiju komete raspoređenu duž njene putanje. Njemu izgleda kao da se orbita materijalizuje i deo orbite upravljani ka Suncu izgleda mu kao pravi rep. Ovaj rep izgleda pravolinijski. Međutim, da je to pravi anomalni rep, koji se sastoji od krupnih čestica, one bi se po zakonima Keplera kretale različitim orbitalnim brzinama pa bi rep izgledao iskrivljen a ne pravolinijski. Ovakav rep imala je kometa 1882. II i kometa Arenda–Rolanda (1957 III).

Pored Bredihinove klasifikacije prema mehaničkoj teoriji, repovi kometa se mogu klasifikovati i na drugim osnovama. Na primer možemo ih klasifikovati prema agregatnom stanju materije kao što je to u činio M. Belton:

- I tip. plazmeni repovi
- II tip. repovi od prašine.



Slika 4. Kometa Arend–Roland (1957 III). 22. april. Vidi se pseudo anomalni antirep.

Osim slučajeva kada jedan od ovih tipova repa dominira u optičkoj i dinamičkoj slici komete, imamo i primere kada se ravnopravno razvijaju oba tipa. Pošto se repovi komete menjaju usled stalne promene fizičkih uslova duž njihove putanje u međuplanetarnom prostoru, neke mogu sukcesivno da imaju sve pobrojane tipove repova.

Često se u repovima (I tipa) mogu videti tanki pravolinijski zraci koji pod različitim uglovima izlaze iz jezgra. Najopštija svojstva ovih zraka su sledeća: širina zraka je samo ~ 2000 km (na granici razdvojne moći emulzije) a dužina može da dostigne 10 do 100 miliona km; oni su raspoređeni simetrično u odnosu na osu repa. Zraci najudaljeniji od ose repa su najkraći (oni su pod uglom od 60° i većim u odnosu na osu repa) a kako se približavaju osi sve su duži. Prostiranje zraka normalno na osu repa ima karakter zaklapanja, podsećajući na „lepezu koja tek što se nije sklopila”, ma da postoje i izuzeci. Često zraci imaju spiralni oblik (na primer u kometama Morhauza (1908 III), Tago–Sato–Kosaka (1969 IX), Benet (1970 II) i Kohoutek (1973 XII)). Ponekad su zraci jako iskrivljeni kao što je to bio slučaj u Hjumasonovoj kometi (1962 VIII).

Najverovatnije je da zraci predstavljaju kometnu plazmu koja je sabijena u vlakna pod dejstvom spoljašnjih magnetnih i električnih polja. Vlaknasta struktura kosmičke

plazme je veoma rasprostranjena pojava u prirodi. Javlja se u međuzvezdanoj sredini i maglinama, a mogu se posmatrati i zraci i tanka vlakna u Sunčevoj koroni, zrakasti oblici polarne svetlosti i na kraju zraci u kometnim repovima.



Slika 5. Kometa Arend-Rolanda, 24. aprila 1957. Vidi se pseudo anomalni rep upravljen ka Suncu.

Sunčev vetar u sudaru sa kometom

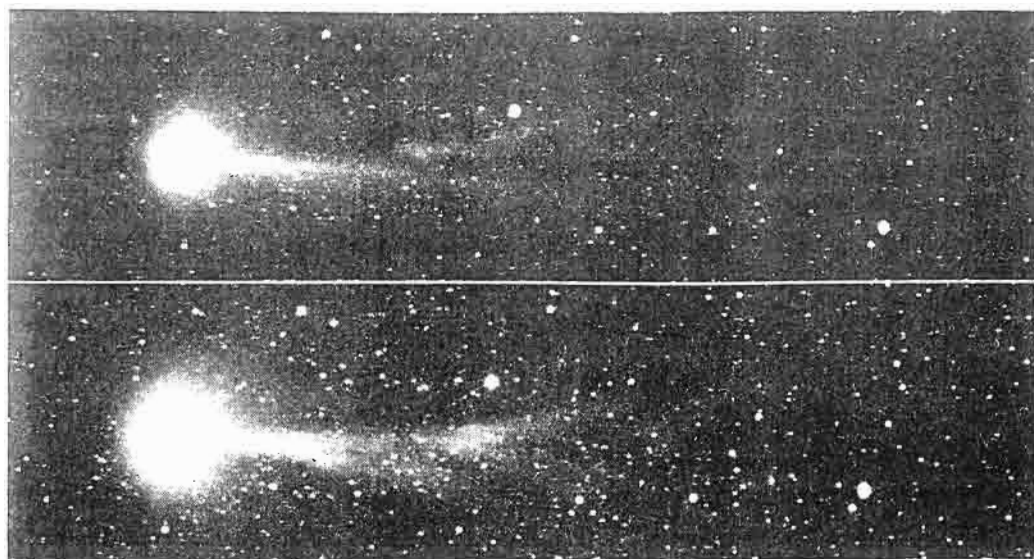
Ponekada se u repovima komete mogu posmatrati sistemi zraka povezani sa oblačnim tvorevinama koje se sa velikim ubrzanjem kreću u repu. Primer za ovu pojavu je Morhauzova komete (1908 III) kod koje su 15–17. oktobra 1908. godine, istovremeno viđeni nekoliko sistema zrakova, koji su izlazili iz glave komete i iz nekoliko oblačnih tvorevina koje su podsećale na posebne glave komete. Alfen je predložio sledeći mehanizam nastanka sistema zrakova u repovima komete.



Slika 6. Kometa Arend–Rolanđa 25. aprila 1957.



Slika 7. Primer zrakaste strukture u repu komete. Kometa Alkok 1959.



Slika 8. Oblačne tvorevine koje se brzo kreću kroz rep komete Vipl–Fedke–Tevzadze (1943 I) na dva snimka od 29. marta 1943.

Sunčani vetar sa linijama sila magnetnog polja „zamrznutim” u njemu, sudara se sa neutralnom glavom komete jonizujući deo gasa. Ovaj jonizovani gas deluje zakočno na Sunčani vetar te linije sila počinju da se savijaju, ponavljajući konture glave. Pošto se kometni joni mogu prostirati samo duž linija sila, ove se postepeno materijalizuju i postaju vidljive kao zraci. Oblačne tvorevine predstavljaju jonizovane glave koje su obrazovane unutar neutralne glave i izbačene iz nje Sunčevim vetrom i njegovim magnetnim poljem. Dugotrajna jonizacija neutralne glave dovodi do formiranja sukcesivnih jonizovanih glava i njihovog izbacivanja u rep gde ih posmatramo kao oblačne tvorevine. Kometni joni se kreću duž linija sila magnetnog polja okrećući se oko njih što objašnjava pojavu zakrivljenih zraka.

Na fonu difuznog svetljenja kome, često se javljaju sistemi koncentričnih svetlećih prstenova koji se šire. Ovakvi prstenovi nazivaju se halosi i šire se brzinom od 1–2 km/s, postepeno se slivajući sa fonom neba. Najizraženiji halosi bili su posmatrani u glavama sjajnih kometa. Prvi ih je otkrio Šmit u glavi sjajne komete Donati (1858 IV), a kasnije su viđeni i u glavama kometa Ponsa–Bruksa (1884 I), Haleja (1910 II), Alkoka (1963 V) i Honde (1955 V). Halosi se obično javljaju u periodu velikih promena sjaja komete, i traju u proseku oko 30 dana. Pošto uvek imaju sfernu simetriju na njihovo formiranje nemaju uticaj magnetne sile. D.M. Šulman je pretpostavio da halosi nastaju prilikom izbacivanja materije iz jezgra nadzvučnom brzinom. U tom slučaju javljaju se skokovi u gustini prema zakonima hidrodinamike. Ovi skokovi vizuelno se opažaju kao halosi.

U slučaju Morhauzove komete (1908 III) zapažena je pojava omotača koji se sažimaju. Omotači su rastajali približno na istom rastojanju od jezgra, i javljali su se svakih desetak minuta tako se istovremeno videlo više njih. Odmah posle pojave omotač bi počeo da se kreće prema jezgru, pri čemu su počinjali da se formiraju jedan ili dva bočna zraka. U blizini jezgra, omotač je postajao razmazan, pri čemu je oblik omotača celo vreme ostajao sferičan. Bočni zraci su odlazili prema repu i zaklapali se prema njegovoj osi, slivajući se sa glavnim repom I tipa. Omotači su u celini bili sastavljeni od CO^+ jona. Kod drugih kometa omotači koji se sažimaju nisu se videli tako lepo ali su zapaženi njihovi ostaci u obliku zraka koji formiraju karakterističnu „lukovičnu”

strukturu. Ovi omotači se formiraju pod uticajem Sunčevog vetra, ali fizički mehanizam njihovog nastanka nije do kraja jasan.

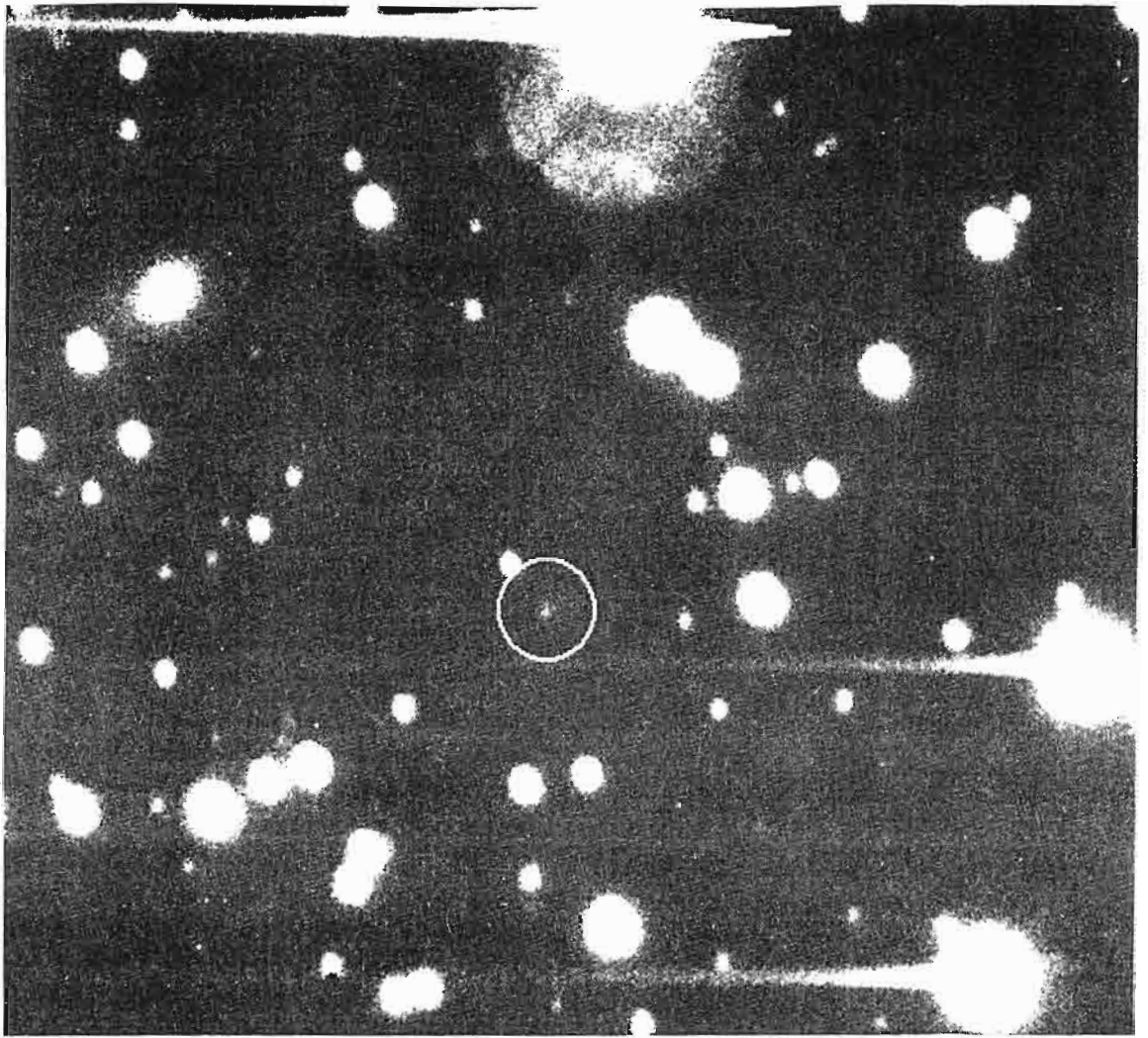
Kod Bruksove komete (1898 IV), 3. novembra 1898, i kod komete Tomita–Gerber–Honda (1964 VI) 4. jula 1964. godine, mogli su se zapaziti karakteristični repovi čiji



Slika 9. Turbulentna kretanja u repu komete Bruks (1898 IV).

je deo bio savijen u obliku grčkog slova omega. Nastanak takvih struktura u repovima komete, ukazuje na postojanje nehomogenosti velikih dimenzija u Sunčevom vetru.

Kao što se iz izloženog može zaključiti, velika raznovrsnost oblika kometnih repova i pojava u njima još traži detaljnu generalizaciju svih njihovih osobenosti i ranije izložene klasifikacije još ne pružaju zadovoljavajuće i konačno rešenje.



Snimak Halejeve komete 25. septembra 1984. godine sa teleskopom od 4 metra KIT PIK Opservatorije

STANJE MATERIJE U KOMETAMA

Stanje materije u kometama je određeno sastavom jezgra komete i spoljašnjim uslovima u prostoru u kome se kometa kreće.

Od čega se sastoji jezgro komete? Kako odrediti njegov sastav? Odgovori na ova pitanja su uvek bili, pa su i danas pravi izazov za istraživače.

Jezgro komete je sakriveno od direktnog pogleda, pa o njegovom sastavu možemo saznati samo posrednim putem, proučavajući glavu i rep komete. Hemijski sastav glave i repa možemo dobiti na osnovu spektralnih posmatranja. Međutim, iz toga dobiti hemijski sastav jezgra nije jednostavan zadatak. Naime, hemijski sastav glave i repa ne mora, pa se i ne poklapa sa hemijskim sastavom jezgra. Na površinu jezgra, u jezgru i oko njega odigravaju se burni fizički procesi i hemijske reakcije, o čemu svedoče velika glava i dugačak rep komete, koji preobrazuju prvobitnu informaciju, koja potiče neposredno od jezgra. Sastav jezgra možemo naći, ako smo u stanju da pratimo ove fizičke i hemijske procese. To je zadatak koji zahteva sistematičan, dugotrajan i uporan rad istraživača.

Spektar komete

Prvi čovek koji je posmatrao spektar komete bio je italijanski astronom Donati. On je otkrio 1864. godine, na slabom fonu neprekidnog spektra, tri široke trake plave, zelene i žute boje. Pokazalo se da ove svetleće trake potiču od zračenja molekula ugljenika (C_2). To je bio početak jednog plodnog istraživačkog rada u analizi sastava kometa pomoću spektroskopskih podataka.

Daleko od Sunca, iza Saturnove putanje, dok je rep komete još nerazvijen, a i glava mala, vidi se samo neprekidni spektar reflektovane Sunčeve svetlosti na česticama prašine ili rasejane na višeatomskim molekulima. Ovaj spektar se malo menja po strukturi sve dok kometa ne prođe zonu malih planeta. Kada kometa napusti zonu malih planeta, na rastojanju od oko tri astronomske jedinice (A.J.) od Sunca, obično se pojavljuje plava emisiona traka ciana. Ona se vidi po celoj komi. Nešto bliže Suncu (na oko dve astronomske jedinice) primećuje se emisija zračenja troatomskih molekula C_3 i NH_2 . Mesto emitovanja je više lokalizovano nego u prethodnom slučaju, i potiče uglavnom iz oblasti kome blizu jezgra. Kako se kometa približava Suncu nastaje sve veći broj emisionih traka raznih molekula. Na rastojanju od oko 1,8 astronomskih jedinica nastaje zračenje spektralnih traka molekula ugljenika. Blizu orbite Marsa u glavi komete pojavljuju se emisione linije nekih radikala (OH, NH, CH i dr.), a u repu emisija jona molekula CO^+ , N_2^+ , CO_2^+ , CH^+ , OH^+ , H_2O^+ itd. Približavanjem komete Suncu intenzitet ovih emisionih traka se povećava. Prve emisione linije atoma nastaju tek kad je kometa u blizini putanje Venere. To su dve čuvene rezonantne linije natrijuma u žutom delu

spektra. Ako kometa uđe u Sunčevu koronu mogu se u njenom spektru opaziti i spektralne linije drugih atoma npr. nika, gvožđa, bakra, kobalta, hroma, mangana, vanadijuma itd.

Na osnovu stogodišnjeg spektroskopskog posmatračkog materijala možemo reći da se u sastavu komete nalaze:

Organske materije (C, C₂, C₃CH, CO, CS, HCN, CH₃CN)

Neorganske materije (H, NH, NH₂O, OH, H₂O)

Metali (Na, Ca, Cr, Co, Mn, Fe, Ni, Cu, V, Si)

Joni (CO₂⁺, CH⁺, CN⁺, Na⁺, OH⁺, H₂O⁺) i

Prašina (silikati)

Roditeljski molekuli

Spektralna posmatranja su u znatnoj meri obogatila naše znanje o sastavu delova komete koji su pristupačni ovim posmatranjima. To su u prvom redu glava i rep. Međutim, ostaje da otkrijemo kakav je sastav jezgra koje nije pristupačno direktnim posmatranjima a predstavlja, izvor glave i repa. Ovaj problem u istraživanju kometa često se naziva problemom potrage za roditeljskim molekulima, odnosno onim molekulima od kojih potiču molekuli koji čine sastavni deo glave i repa komete.

Koji su roditeljski molekuli posmatranih molekula i atoma glave i repa? Ovo pitanje je postavljeno još tridesetih godina našeg veka, međutim, konačan odgovor ni danas nije dobijen. Zašto? U čemu je problem? Problem je u tome da atome i molekule, čiji spektar posmatramo, mogu „proizvoditi“ razna jedinjenja, od kojih treba izabrati ona koja i stvarno učestvuju u toj „proizvodnji“. Praktično to znači da treba odgovoriti na takva pitanja kao što je npr. ovo: da li je molekul NH nastao od hidrozina (N₂H₂) ili od amonijaka (NH₃)? Izbor pravog roditeljskog molekula spada u finesu istraživačkog posla. Na tim finesama se sukobljavaju razna mišljenja i na njima se bazira sledeći korak ka upoznavanju sastava jezgra komete.

Fizički modeli pomažu u istraživanju sastava jezgra

Za rešavanje nekih dilema oko sastava jezgra i stanja materije u njemu, istraživači su sačinili razne modele jezgra komete u laboratoriji i izložili su ih uslovima sličnim onima koji se javljaju na putanji kometa u međuplanetarnom prostoru. Proučavajući takva veštačka jezgra, istraživači su došli do veoma dragocenih podataka o kometama.

Klasičan model jezgra potiče još od Laplase i Besela. Oni su jezgro predstavili kao tvrdo telo, koje se sastoji od leda odnosno nekih zaleđenih jedinjenja. Ovaj modeli i danas čini osnovu mnogih savremenih modela.

Na modelima u laboratoriji lepo se može prikazati nastanak glave komete. Na primer, oko grudve suvog leda (zaleđen ugljendioksid C₂) na sobnoj temperaturi se veoma brzo stvara, sublimacijom (neposrednim prelazom materije iz čvrstog u gasno stanje), oblak gasa ugljendioksida. Posle izvesnog vremena grudva potpuno sublimira i „kometno jezgro“ potpuno nestaje. Slično se odvija proces stvaranja kome u vasionom prostoru. Jezgro od leda, veličine nekoliko kilometara ili možda desetine kilometara, približavajući se Suncu sublimira i stvara dobro vidljivu komu. Kometa, kako je poznato, ne sublimira sasvim u toku jednog prolaza blizu Sunca. U sprečavanju nestanka komete, pored veličine jezgra, veliku ulogu igra i sastav i struktura jezgra. Neki eksperimenti su pokazali da se u

jezgru, led, stenovita materija i prašina uzajamno prožimaju. Takvo jezgro već mnogo lakše može preživeti prolaz blizu Sunca. Približavajući se Suncu led sa površinskog sloja jezgra veoma brzo sublimira i ostavlja za sobom stenovitu, poroznu i prašnjavu površinu. Ova površina služi kao neka vrsta izolacije, koja sprečava toplotu da prodire u duboke unutrašnje slojeve jezgra. Sa ovakvom zaštitom brzina sublimacije se mnogo smanjuje. Tako je moguće da čak i komete sa relativno malim prečnikom jezgra, kao što je npr. Halley-eva kometa, „prežive” i više stotina, pa i hiljada prolaza blizu Sunca.

Neke komete se toliko približe Suncu da prolaze kroz njegovu koronu. Iako je temperatura Sunčeve korone veoma velika (milion stepeni) u unutrašnjosti dobro „zaštićenog” jezgra temperatura ostaje čak ispod minus sto stepeni Celzijusovih.

Eksplozije na kometama

U procesu stvaranja površinskog sloja, koji sprečava prodiranje toplote u dublje slojeve, mogu nastati i oblasti na površini, gde led ostaje zarobljen od strane čestica prašine. Takva mesta su potencijalni kandidati za izvor eruptivnih događaja na kometi. Naime, ovakav krhki sloj može vrlo naglo da se razruši i da odleti sa površine jezgra, postajući tako i sam izvor povećanog oticanja materije, i oslobađajući put Sunčevoj toploti ka dubljim slojevima gde se naglo može da odigra sublimacija do tada zaštićenog leda. Posledice ovakvih erupcija su vidljive kao brz porast sjaja nekih delova kome, a imaju doprinos i u stvaranju vlaknaste strukture repa.

Jezgro – kosmička laboratorija

Neki eksperimenti u laboratorijama, kao što je npr. bombardovanje protonskim snopom veštačkog jezgra komete, koje se sastoji od vode, metana i vodonika (H_2O , CH_4 i H_2), pokazali su da je iz ovakvog sastava moguće dobiti složenije molekule, kao što su npr. karbonid (CO NH_2), sirćetna kiselina (CH_3COOH) i aceton (CH_3COCH_3). Prema tome, nije nezamislivo da jezgro komete može poslužiti kao prirodna laboratorija za stvaranje veoma složenih hemijskih jedinjenja. Dakako, u mašti možemo otići jedan korak dalje od nauke: složeni molekuli su osnov za stvaranje jedinjenja, koja, ako se nađu u povoljnim uslovima, mogu postati gradivni elementi jednom novom obliku materije, koji se zove život. Da li su komete putujuće laboratorije u kojima su zaleđene klice života, koje su se stvorile pre više milijardi godina, zasad nije poznato.

Kora debljine 1 cm – kreator kosmičkog spektakla!

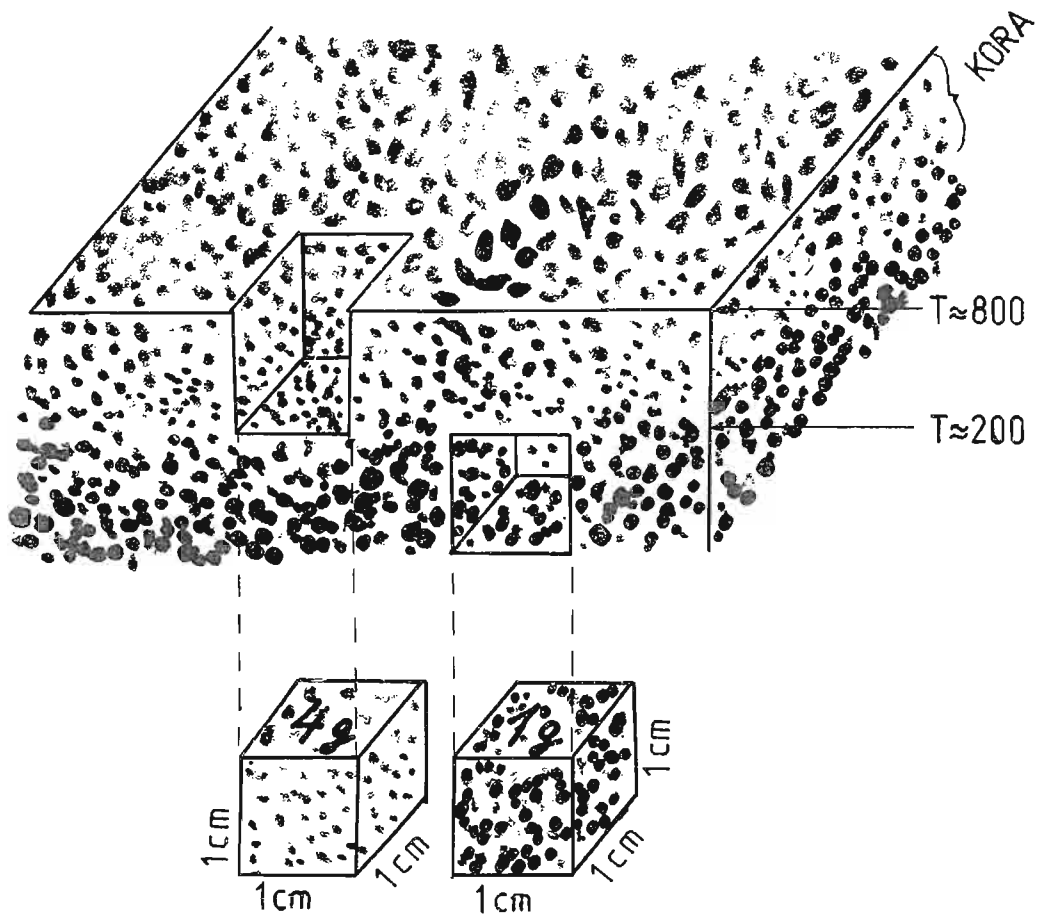
Vratimo se sada ponovo na površinski sloj jezgra komete. Ovaj sloj, koji stvara izolaciju protiv prodiranja uticaja Sunčevog zračenja u dublje slojeve jezgra, toliko se razlikuje po strukturi od unutrašnjosti jezgra da se može govoriti o postojanju kore jezgra.

Ideja da jezgro raspolaže korom potiče od Vipla iz 1950. godine. Kao spoljašnji sloj, kora je najaktivniji deo jezgra komete. Menja se u toku kretanja komete na putanji oko Sunca. U aktivnosti kore treba tražiti mnogo interesantnih promena u svim delovima komete.

Jedna od vrlo interesantnih pojava je, na prvi pogled nerazumljiva, razlika u sjaju komete prilikom dolaska ka Suncu i pri odlasku od Sunca. Naime, postoji razlika u sjaju

komete u periodima na istim rastojanjima od Sunca pre i posle perihela. Kometa može biti sjajnija pre perihela i obrnuto. Teorijska i eksperimentalna ispitivanja ukazuju na to da uzrok treba tražiti u strukturi kore, tačnije rečeno u promeni debljine ovog sloja. Debljina kore se povećava zbog sublimacije leda na unutrašnjoj granici kore, a smanjuje se zbog erozije čestica manjih dimenzija, koje mogu biti odnešene sa površine „vetrom“ gasa sublimiranog leda. U zavisnosti od odnosa brzine stvaranja i razaranja kore, može se njena debljina povećati ili smanjiti. Ako se debljina kore povećava sjaj komete će biti manji posle perihela, a ako se smanjuje onda u periodu posle perihela. Naravno, ovo je veoma uprošćena slika onoga što se stvarno događa u ovom površinskom sloju jezgra komete.

Izgled komete, veličina glave, dužina repa, u krajnjoj liniji zavise od strukture i termičkih osobina kore komete. Da bi stekli neku predstavu o kori komete, koja kreira oblik i strukturu glave komete, koja može da dostigne i veličinu od nekoliko stotina



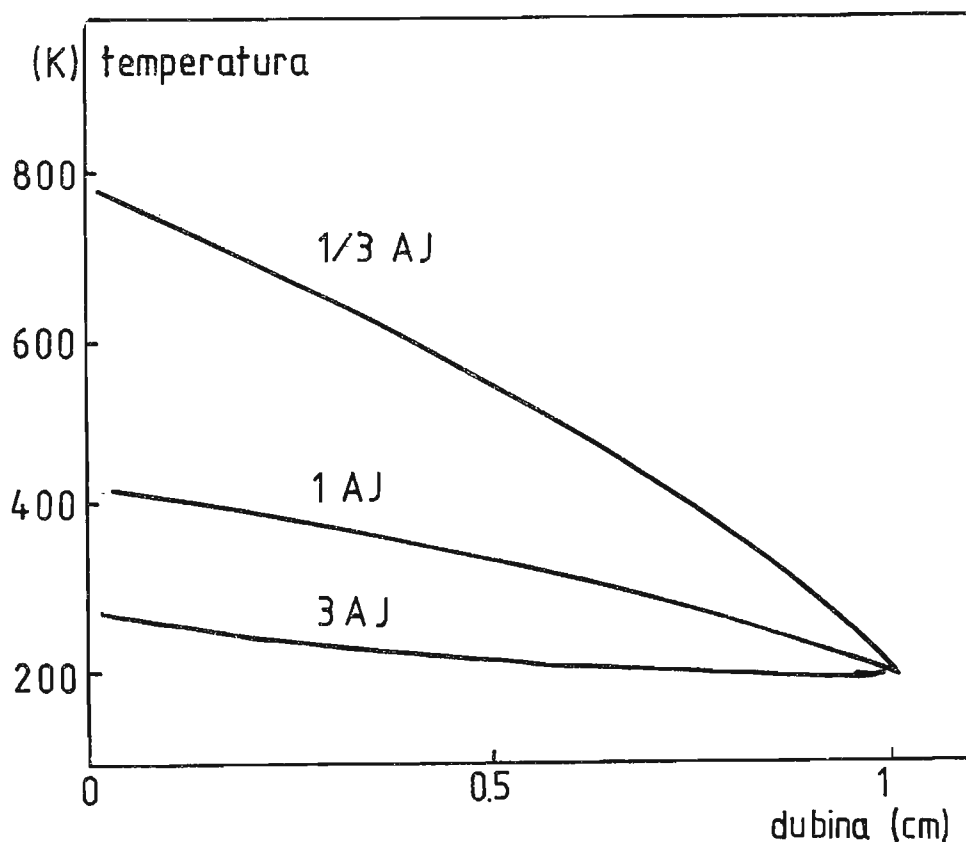
Slika 1. Presek površinskog sloja jezgra komete

hiljada kilometara u prečniku, i repa, čija dužina može biti i iznad sto miliona kilometara, na slici smo nacrtali njenu uprošćenu strukturu. Sa slike se vidi zaprepašujuć podatak: ovaj kreator svih tih spektakularnih pojava kod komete je debeo samo oko jednog centimetra.

Kora kao toplotni izolator

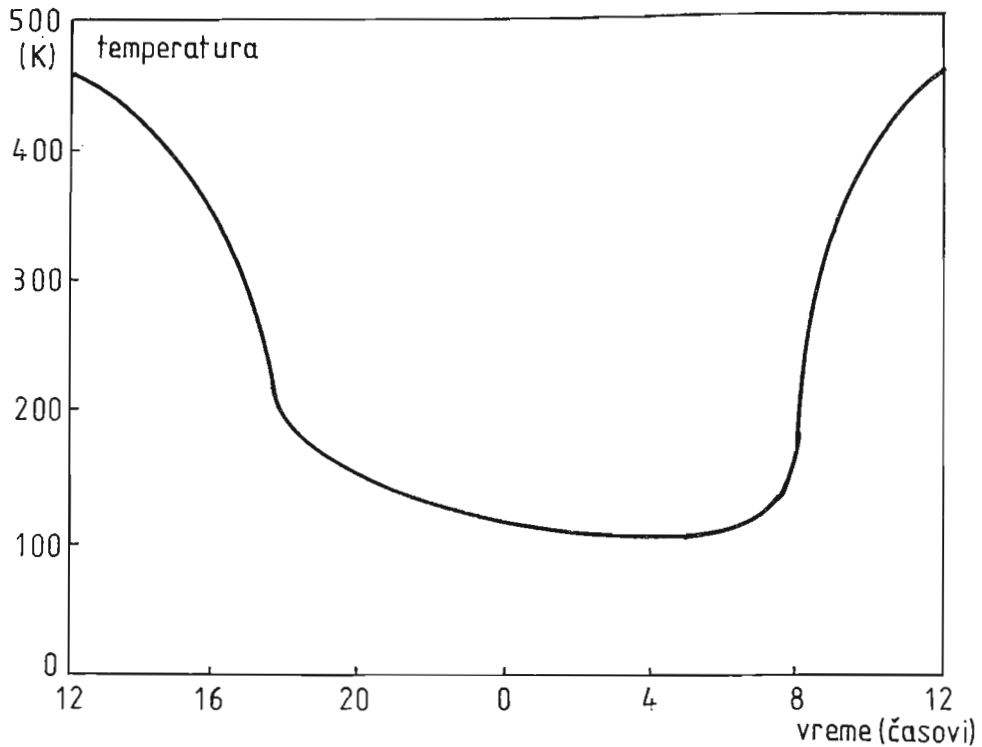
Ispitivanja pokazuju da je kora veoma dobar izolator toplote. Ovaj tanak sloj je sposoban da izoluje od toplote tako efikasno da je na dubini od jednog centimetra temperatura na tački smrzavanja vode, dok na površini kore okrenutoj ka Suncu temperatura može biti nekoliko stotina stepeni.

Ko je zainteresovan za promenu temperature sa dubinom i u zavisnosti od rastojanja od Sunca, može naći podatke na grafiku, sl. 2. Sa slike se vidi jedna interesantna pojava. Kako se kometa približava Suncu površinska temperatura kore veoma brzo raste, dok se na unutrašnjoj granici (na dubini od 1 cm) temperatura jedva povećava (ovaj rast temperature je toliko mali da se na slici i nije mogao prikazati).



Slika 2. Promena temperature u kori komete u zavisnosti od dubine i od rastojanja od Sunca

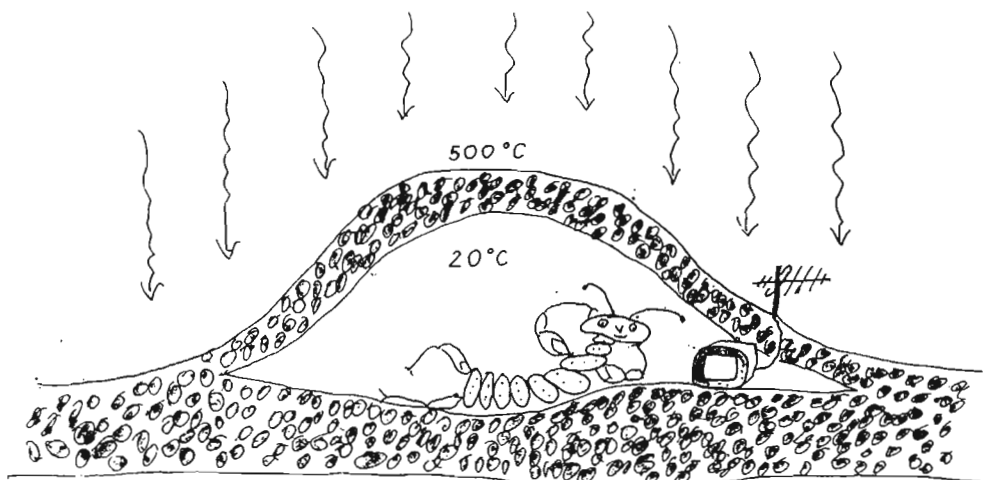
Zagrevanje kometinog „tla“ zavisi od osvetljenosti svetlošću Sunca. Pošto je kora jezgra komete veoma loš toplotni provodnik, temperatura površinskog sloja praktično zavisi samo od položaja te površine u odnosu na pravac Sunčevog zračenja. Zbog rotacije komete oko svoje ose osvetljenost jedne tačke na njenoj površini se menja u toku jednog kometinog dana. Zbog toga se menja temperatura površine kore. Promena temperature u toku jednog kometinog dana je prikazana na grafikonu na slici 3. Uzet je slučaj kada je kometa udaljena jednu astronomsku jedinicu od Sunca, tj. isto koliko i Zemlja, da bi lakše uporedili parametre. Sa grafikona se vidi da je u podne temperatura oko 500 stepeni, popodne se smanjuje i pri zalasku Sunca padne na 200 stepeni, a u toku noći se smanji



Slika 3. Promena temperature na površini jezgra komete u toku jednog kometinog dana. Kometa je udaljena od Sunca za jednu astronomsku jedinicu.

skoro do 100 stepeni. Ujutru, posle izlaska Sunca, temperatura naglo počinje da raste dok u podne ne dostigne opet 500 stepeni. Treba napomenuti da je temperaturska skala na grafikonu Kelvinova (nula stepeni na toj skali odgovara minus 273 stepeni na Celzijusovoj skali).

Zamislimo, kakvim bi mukama bio izložen hipotetični žitelj komete: noću je užasno hladno, a danju je nesnosna vrućina. Međutim, pametan stanovnik komete bi se snašao, izabrao bi najpovoljnije mesto u kori gde je temperatura uvek podnošljiva, npr. 20 stepeni Celzijusovih (pravo proleće!).



Slika 4. Izmišljeni stanovnik komete

Stanovnici komete bi imali i druge muke. Erozijska bi veoma brzo odnela krov nad njihovim glavama. Naime, erozija skine u proseku, oko jedan metar debeli sloj u toku jedne kometine godine. Ovaj proces je naročito brz kada sa kometa nalazi blizu Sunca. U tom, letnjem, periodu godine trebalo bi stalno voditi brigu o popravljanju krovova. Situacija nije jednostavna ni u toku zime, kad je kometa daleko od Sunca. Zima je veoma dugačka. Može da traje i nekoliko desetina, pa čak i nekoliko stotina puta duže od leta. Za te dane treba obezbediti grejanje, jer spoljašnja temperatura može biti veoma niska (npr. dvesto stepeni Celzijusovih ispod nule). Dakle lakše bi se zaštitio od toplote nego od hladnoće.

Da li kometa ima sopstveni izvor energije?

1966. godine Vipl i Stefanik, poznati istraživači komete, su objavili svoju pretpostavku o postojanju unutrašnjeg izvora energije u jezgri komete. Razmatrajući uzroke raspadanja jezgra komete ova dva istraživača su došla do te, na prvi pogled, neverovatne ideje da kometa ima unutrašnji izvor energije.

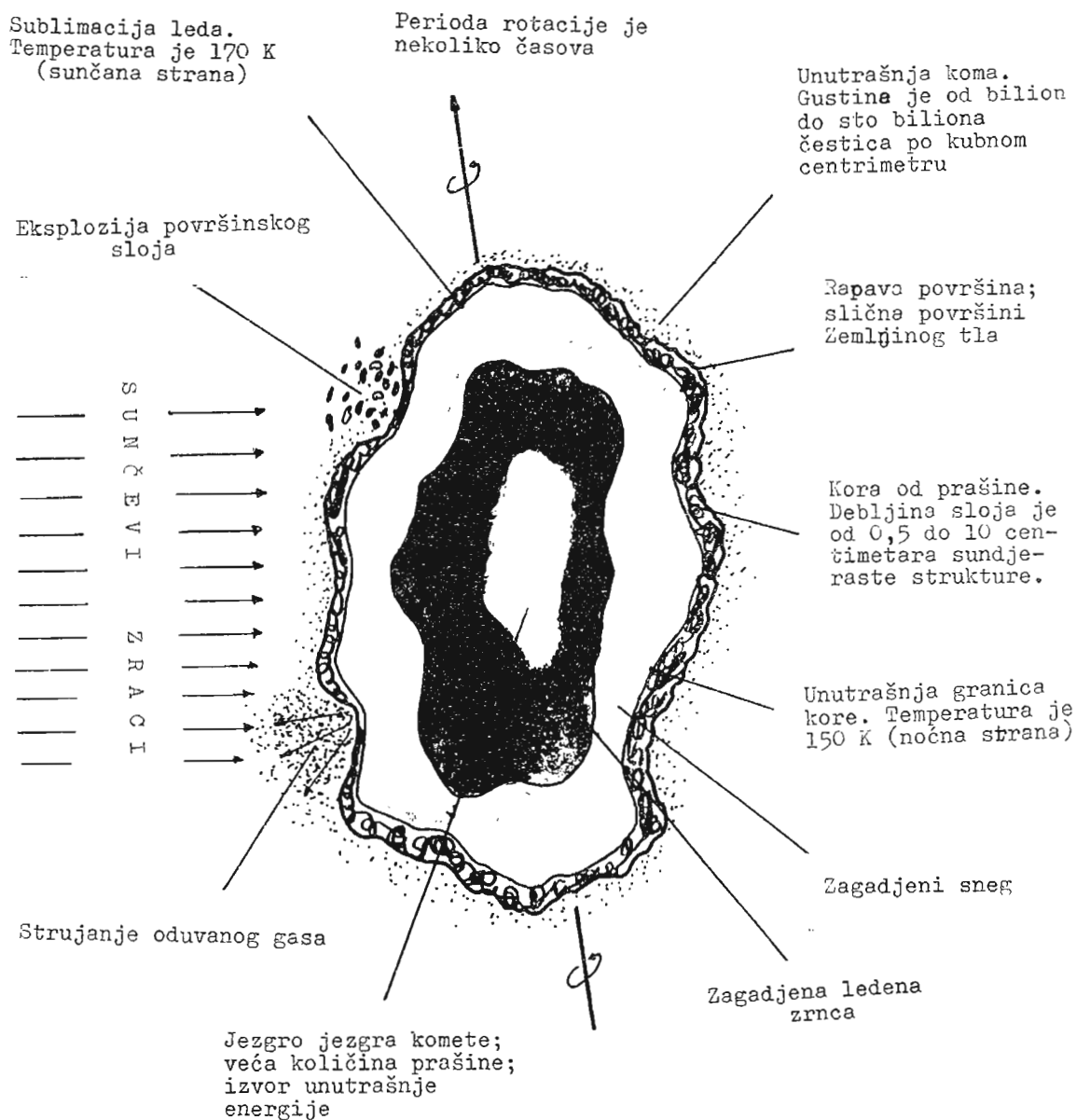
Tragajući za novim podacima koji bi potvrdili postojanje sopstvenog izvora energije jezgra, istraživači su sa većom pažnjom pratili aktivnost komete na njihovim orbitama. Tako je ustanovljeno da neke komete prerano, odnosno predaleko od Sunca, razvijaju komu. Tako je npr. kometa Švasman–Vahman razvijala svoju aktivnost već na udaljenosti Jupiterove orbite, što se ne može objasniti samo delovanjem Sunčevog zračenja na smešu materije kao što je kometino jezgro. Kometa Šuster 1975 II je još ranije pokazala svoju aktivnost; ona je ušla u oblast Saturnove orbite sa razvijenom atmosferom. Prerana aktivnost u smislu naglih povećanja sjaja atmosfere komete, naročito daleko od Sunca, ukazuju takođe na izvor sopstvene energije jezgra. Raspad kometinog jezgra na više od dva dela, ne može se objasniti u potpunosti drugim teorijama osim da se pretpostavi unutrašnji izvor energije. Potpuni nestanak nekih komete (npr. kometa Pajdušakova 1954 II, Bjela 1856 II, Alkok 1959 VI), može biti još jedan prilog ideji o postojanju unutrašnjeg mehanizma stvaranja energije, tj. da su se, zahvaljujući naglom oslobađanju unutrašnje energije, ove komete raspale na veći broj, za nas nevidljivih delova, a da nisu isparile kako se njihov nestanak objašnjava u klasičnoj teoriji.

Potruga za izvorom unutrašnje energije

Prve ideje o mogućim izvorima unutrašnje energije komete bile su usmerene ka radioaktivnim elementima. Radioaktivni elementi oslobađaju energiju prelazeći iz jednog elementa u drugi dok ne dostignu neradioaktivno stanje. Ispitivanja su pokazala da oni radioaktivni elementi koji mogu znatno doprineti stvaranju unutrašnje energije komete imaju relativno kratko vreme života. Prema tome, radioaktivni procesi su mogli imati značajnu ulogu kao izvori unutrašnje energije komete samo u ranoj istoriji Sunčevog sistema.

Činjenice pokazuju da komete i danas imaju rezerve unutrašnje energije. Logično je da treba naći takav izvor energije, koji može da bude na neki način konzerviran veoma dugo, a da se oslobađa tek pod određenim uslovima, npr. u blizini Sunca. Prilikom traganja za takvim izvorom energije jezgra, istraživači su došli do veoma zanimljivih ideja. Jedna od njih podrazumeva stvaranje energije prilikom prelaza amorfnog leda u kristalno stanje. Međutim, ideja je vrlo brzo naišla na nepovoljnu kritiku: nisu se mogli naći povoljni uslovi u procesu stvaranja jezgra, koji bi doprineli nastanku amorfnog leda.

Ova ideja o prelasku amornog leda u kristalno stanje, ipak je postala osnova za novu teoriju, koja se zasniva na ideji o formiranju zagađenih molekulskih lanaca u kristalu leda. Događaji koji su doveli do takvih kristala mogli su se odigrati na sledeći način. U vreme stvaranja jezgra kometa, pre nekoliko milijardi godina, Sunce je bilo mlada zvezda sa veoma jakim Sunčevim vetrom (Sunčev vetar je strujanje čestica gasa atmosfere Sunca u međuplanetarni prostor). U to vreme je ostatak primordijalnog oblaka (oblak prašine i raznih čestica ogromnih dimenzija od čega je nastao Sunčev sistem) bio je bogat molekulima vode i vodonika. U interakciji ovih molekula sa Sunčevim vetrom stvarali su se njihovi joni, koji su stupili u reakciju sa površinskim molekulima tek stvarajućih kristala leda. Tako su nastali zagađeni kristali vode. Zagađeni kristali imaju veću energiju veze nego čisti kristali. Tako, već u ranoj istoriji stvaranja Sunčevog sistema, jezgro komete je akumuliralo i konzerviralo energiju. Kako se oslobađa ova energija?



Slika 5. Šematski prikaz preseka jezgra komete

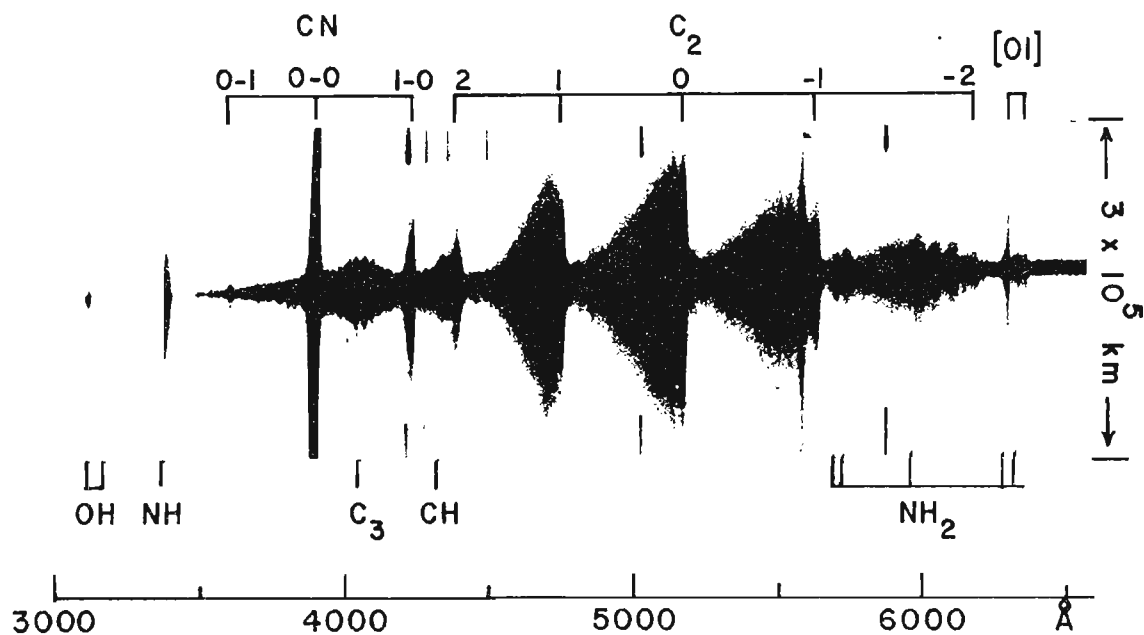
Oslobađanje energije je regulisano spoljašnjim uslovima, uglavnom temperaturom okoliine. Naime, zagađeni kristali leda se ponašaju kao poluprovodnici. Elektrostatičke sile u poluprovodniku nastoje da izazovu električnu struju, koja smanjuje elektrostatičku energiju kristala. U ovom procesu se oslobađa jedan deo „zamrznute” energije. U uslovima daleko od Sunca, vreme relaksacije oslobađanja ove energije je oko dvadeset milijardi godina. To je dovoljno veliki vremenski interval u poređenju sa starošću našeg Sunčevog sistema, tako da su čak i najstarije komete samo mali deo energije izgubile u toku svog života, ako se nisu približili Suncu.

Kada se kometa približi Suncu, zbog povećane temperature, oslobađa se elektrostatička energija jonizacije i molekularizacije u obliku toplotne energije, što može dovesti do lančane reakcije u oslobađanju akumulirane energije. Brzine ove reakcije definišu spoljašnju manifestaciju procesa oslobađanja energije. Veoma brzi proces može dovesti i do raspada jezgra komete, a proces umerene brzine podpomaže ranu aktivnost komete.

Tajna kometinog jezgra

Kometino jezgro je i dalje velika zagonetka. Zato se o njegovoj strukturi i sastavu stvaraju mnoge hipoteze. Mi smo naveli samo neke. Kratko ćemo napomenuti samo još jednu. F. Hojl i Vikramasin smatraju da je unutrašnjost komete u tečnom stanju – ovu pretpostavku koriste kada razmatraju nastanak života na Zemlji.

Nadamo se da će kosmičke sonde, koje će se približiti jezgru Halejeve komete, marta 1986. godine, sakupiti takve informacije o kometi, a posebno o jezgru, koje će nam pomoći da realnije prikazemo jezgro i fizičke procese u njemu.



Spektar komete Kobajashi-Berger-Milon 1975 h sa jakom emisijom neutralnih radikala



Slika Halejeve komete 18. aprila 1982., dobijena teleskopom sa više ogledala (MMT Teleskopom).
Koma je tada bila prečnika od oko 11 hiljada km.

OTKUDA POTJEČE SVJETLOST KOMETA ?

Svjetlost nebeskih tela

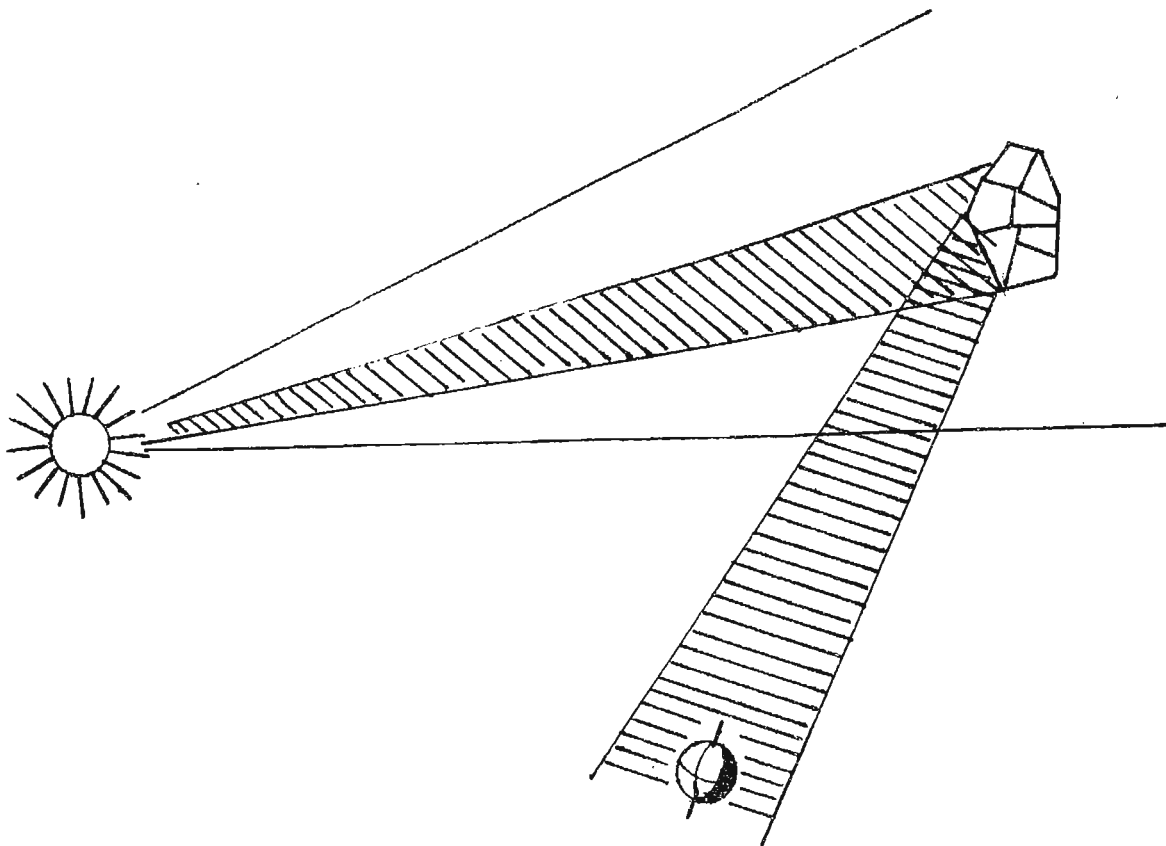
Pojava kometa kao raskošnog znaka na nebeskom svodu posljedica je mnogih okolnosti. Osobito iznenađuje i upada u oči, da se izgled kometa stalno mijenja i da komet ima bitno različit vid kada je bliže i kada je dalje od Sunca. Stoga se i na pitanje o izvorima njegove svjetlosti ne može dati jednostavan odgovor koji bi vredio za sve slučajeve. Nesumnjivo je da komet kao čedo Sunčeva sistema svijetli zbog blagotvornog utjecaja Sunčevih zračenja. Razlog zbog kojih komet sjaji treba tražiti u utjecaju Sunčeva zračenja na građu kometa.

Prema realnim pretpostavkama, komet nema vlastiti izvor energije, a znade se i zašto nema. Komet je tako malo tijelo da ne može posjedovati vlastiti, neovisan izvor energije. Daleko su vremena kada se nagađalo i pretpostavljalo da su kometi veliki poput zvijezda. Velike svemirske mase kao što su zvijezde, dobivaju toplinu iz termonuklearnog izvora energije. Čak ni planeti divovi kao što je Jupiter ne mogu imati termonuklearni izvor. Jedino planeti slični Zemlji, koji su izgrađeni od čvrstih tvari, svoj razvoj i građu zahvaljuju podgrijavanju radioaktivnim izvorom energije. Zemljina je unutrašnjost rastaljena zbog posljedica do kojih je došlo nakon radioaktivnog izdvajanja topline. Razlog je u tome što se radioaktivne tvari sadržane u stijenama raspadaju u roku od nekoliko milijardi godina, a u procesu raspada izdvaja se toplina. Dakle, na takvo planetsko tijelo utječe toplina radioaktivnog raspada u prvih nekoliko milijardi godina nakon što je planet izgrađen sakupljanjem iz međuzvezdane tvari. Najmanje poznato tijelo koje je posjedovalo značajni radioaktivnost jeste planetoid veličine od stotinjak kilometara.

Kometi nisu imali niti tu šansu. Ledovi i prašinaste materije od kojih su sačinjeni ne premašuju deset kilometara. Neznatna količina radioaktivne tvari ne predstavlja spomena vrijedan izvor energije, koji se uostalom iscrpio i na planetarnim tijelima sličnim Zemlji. Vrijeme sklapanja kometa iz međuzvezdane tvari davno je prošlo i bilo kakve zalihe topline davno su otpuštene u svemir (treba, međutim, napomenuti da ima i drugih mišljenja – vidi prethodni članak).

Kometi lutaju u hladnom prostoru. Temperatura površine jezgre jednaka je temperaturi okoline. Jedino zračenje dalekog Sunca predstavlja obećanje koje će dovesti do razgaranja kometske aktivnosti – kada se komet Suncu dovoljno približi.

Za nas komet počinje svijetliti onog trenutka kada ugledamo Sunčevu svjetlost odbijenu od njegove površine. Teleskop treba uperiti u pravom smjeru. Na velikoj udaljenosti od Sunca, komet djeluje kao reflektor (sl. 1). Zapravo, većinu predmeta među kojima se krećemo i živimo, zapažamo po toj osobini da reflektiraju dnevnu svjetlost. Kažemo: „Noću su sve krave crne”. Da bismo predmete zapažali, oni moraju biti osvjetljeni.



Slika 1. Na velikoj udaljenosti od Sunca komet jedino odbija Sunčeva svjetlost.

Kada komet stvarno postaje komet?

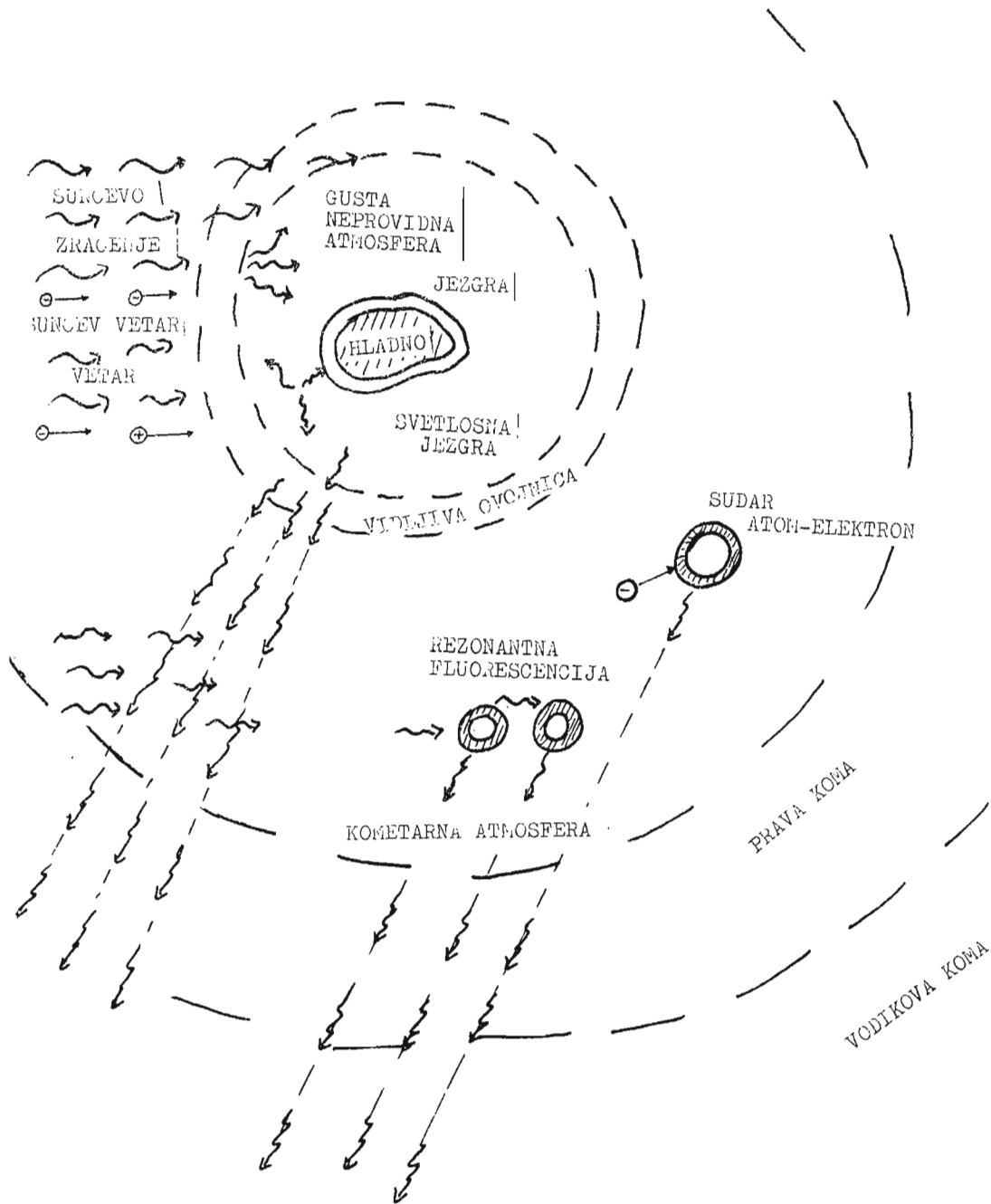
Bez obzira od čega je izgrađena kometska jezgra, sve dok je očvrstnuta i hladna, ona odbija Sunčevu svjetlost kao bilo koja druga prepreka. Odbijena svjetlost pokazuje spektar Sunca.

No to nije sva istina. Na svakoj temperaturi, ma kako ona bila niska, tijela zrače. Neosvijetljeni predmet u noći zrači pretežno zrake koje su oku nevidljive: infracrvene zrake. Obično kažemo da tijela zrače zato što su zagrijana. Hladno tijelo zrači i vidljivu svjetlost, ali je ona preslaba za naše oči. Da bismo zračenje vidjeli tj. da bi **vidljivo** zračenje bilo dovoljno jako da ga zapazimo, mora se temperatura tijela podići do njegova usijanja. Usijana tijela **svijetle**. Kada će se komet usijati od Sunčeva zračenja i on će sam zasvijetliti. Situacija nije baš jednostavna jer se zagrijavanjem, komet i njegova okolina radikalno mijenjaju. Površinski slojevi jezgre zagrijavaju se, tope i ispuštaju plinove i prah. Jezgru počinje obavijati koma, a iz glave se počinje izdvajati rep. Ove oblasti razvijenog kometa različitih su svojstava, pa i svjetlost koja tamo nastaje, nastaje zbog različitih uzroka i različitim putem. Fizička razlika tih oblasti preduvjet je za odvijanje fizički različitih mehanizama koji dovode do svjetlosti.

Ustanovili smo, dakle, da jedini izvor topline za komet jesu zračenja Sunca. Približavajući se Suncu, temperatura kometske jezgre raste. Pogledajmo što se događa u potpuno razvijena kometa. Jezgra je tada postala posve nevidljiva. Ona je obavijena komom. Koma se sama raslojava u nekoliko područja. To su: **svjetlosna jezgra**, **kometarna atmosfera** i **prava koma**; osim toga otkrivena je uz pomoć instrumenata smještenih izvan Zemljine atmosfere još i tzv. **vodikova koma**.

Svjetlosno zgušćenje najkompaktniji je dio kome. Za nj opažači obično izvještavaju kao o „jezgri“. Dimenzija je bitno većih od stvarne jezgre i ne može da bude njoj jednaka. To je ustvari fotometrijska jezgra – izgled joj na fotografskoj ploči podsjeća na jezgru.

Ova varka ima svoj fizikalni razlog. Kada gledamo Sunce, najdublji predio Sunca koji vidimo je fotosfera. Fotoni – čestice svjetlosti pristižu nam izravno iz fotosfere. Svi oni fotoni koji su pošli iz većih dubina, apsorbirani su do fotosfere. Mogu do nas stići samo oni koji su nanovo emitirani u fotosferi. Zato vidimo fotosferu. Isto se događa unutar kometske svjetlosne jezgre. To je svjetlosno zgušćenje posljedica topljenja i



Slika 2. Svjetlost kometa kada se komet nalazi u blizini Sunca

isparavanja površinskih slojeva jezgre. Svjetlosno zgušćenje (svjetlosna jezgra) javlja se već prije nego što je komet prišao Suncu na Zemljinu udaljenost. Oko kometске jezgre stvara se i nju obavija gusta plinovita atmosfera puna prašine. Sunčeva svjetlost koja uđe u takvu atmosferu, više praktički iz nje ne može da izađe. Slična je pojava prisutna u atmosferi Venere, koja je zbog toga na temperaturi znatno višoj nego što bi se očekivalo bez atmosfere. Zarobljeno zračenje luta atmosferom, difundira, i rezultiraju povišene temperature. To je efekt staklene bašte – staklenika. Temperature se, unutar guste atmosfere, međusobno malo razlikuju.

U praksi imamo sličnu situaciju u pećima za izradu opeka. Njih sa svih strana zagrijavamo vatrom, i toplina se širi kroz unutrašnjost tako da je sva masa za opeke na jednakoj temperaturi – mora i biti, jer inače proizvod ne bi valjao. Na sreću za komet, vrijeme koje on provede na stazi u blizini Sunca prekratko je da bi toplina prodrla duboko u ledeno–stjenovitu jezgru. Njezino središte ostaje hladno a samo dio površinskih slojeva trpi promjenu (sl. 2). Tako materija kometa ostaje sačuvana za drugi i iduće prelete oko Sunca.

Svjetlost koju vidimo kao fotometrijsku jezgru, raspršena je na prašini; područje iz kojega dolazi, vidljiva je ovojnica svjetlosne jezgre.

Svjetlosnu jezgru obuhvaća drugo područje – kometarna atmosfera – koje je manje gustoće. Dok se nutarnje područje kome moglo usporediti s neprozirnim Suncem, ovo se područje daje usporediti s atmosferom nekog planeta. No u svakom slučaju ne smijemo zaboraviti da i zagrijavanje nutarnjeg područja dolazi od Sunčeva zračenja, a nikako ne nekim posebnim izvorom energije na samom kometu. Dok su u unutarnjem dijelu kome na osnovi analize svjetlosti ne može saznati o kakvim se tvarima radi, jer je spektar Sunčev.

Mehanizmi svijetljenja materije u kometama

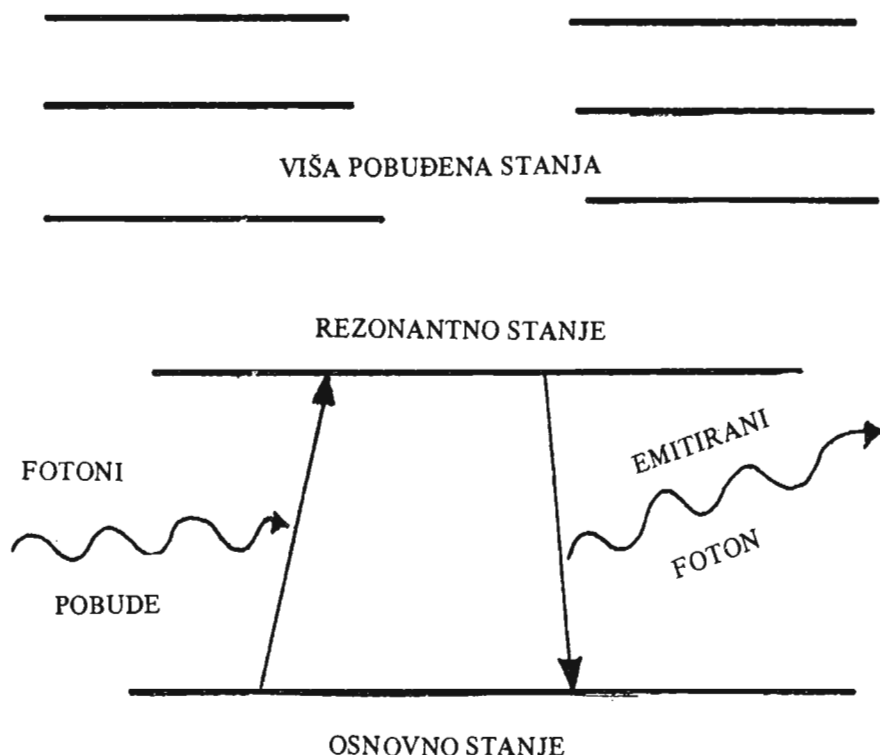
Kometarna atmosfera zrači spektralne linije. One otkrivaju da se tvari sastoje od raznih jednostavnih molekula, a približavanjem Suncu, uz molekule javljaju se atomi i ioni.

Mi se nećemo osvrnuti na molekularnu građu tvari, ne zanima nas o kojima se atomima i molekulama radi, već jedino nas zanima kojim mehanizmima dolazi do svijetljenja.

Što to znači da atomi i molekule „svijetle“? Da bi mogli svijetliti, moraju imati povišenu unutarnju energiju. Svjetlost zrače atomi i molekule kada prelaze iz stanja povišene u stanju niže energije. Valna duljina koju čestice svjetlosti imaju karakteristična je za atom odnosno molekulu koja zrači, stoga se na osnovi valnih duljina saznaje o kojima se atomima ili molekulama radi. To je interes kemijske spektralne analize svemirskih tijela. No, svjetlost ima i intenzitet, a on svjedoči o nečemu drugome: o tome kako se pobuđuju atomi i molekule. Interes fizikalne spektralne analize je u tome da sazna koji mehanizmi vode do pobuđivanja, a time i do svijetljenja.

U kometarnim atmosferama uočena su dva važna mehanizma. Eksperimentirajući sa svjetlošću u razređenim plinovima, Vud je početkom stoljeća učinio znamenit pokus. Hladne pare natrija obasjao je žutom natrijevom svjetlošću. Komora s parama natrija odjednom je zasvijetlila jasnom žutom svjetlošću. Taj je mehanizam nazvan **rezonantnom fluorescencijom**.

Fluorescencija je praćena procesom koji se odvija u atomu. Atom koji prebiva u osnovnom energetsom stanju, upija Sunčev foton čime se njegova energija skokovito mijenja, tj. atom prelazi u prvo više energetske stanje – ono se naziva rezonantnim (sl. 3). No pobuđeni atom ne može stalno ostati pobuđeni, već se nakon nekog vremena vraća u osnovno stanje. Pri tome mora izdati energiju u vidu fotona, dakle opet u vidu svjetlosti. Tako dolazi do svijetljenja koje imenujemo rezonantnom fluorescencijom. Atomi su bili obasjani, pa potom „fluoresciraju“; zrače svjetlost iste valne duljine s kojom su i pobuđeni. Naravno, iako su dobili zraćenje od Sunca tj. iz jednog smjera, njihovo zraćenje odlazi u bilo kojem smjeru a atom „zaboravlja“ upadni smjer svjetlosti! Zato i mi možemo vidjeti tu svjetlost, jer se ona širi od kometa na sve strane.

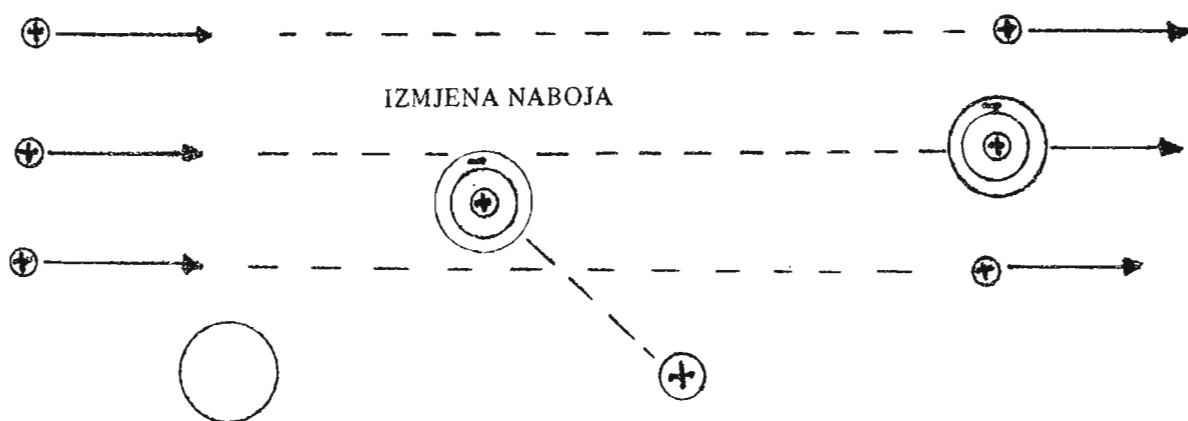


Slika 3. Mehanizam nastanka rezonantne fluorescencije

Ljestvica unutrašnjih atomskih energija dozvoljava i druge kombinacije. Upijanjem fotona veće energije, atomi mogu preći ne samo u prvo, nego i u dalja pobuđena stanja. No to ne ide unedogled. Ljestvica je unutar atomskih energija ograničena. Kod neke krajnje energije, atom se raspada na ion i elektron; elektroni se oslobađaju. To je proces ionizacije uz upijanje svjetlosti i zove se fotoionizacija. U gustijim dijelovima, upadna Sunčeva svjetlost dovodi do mnogih fotoionizacija, pa se mnogi atomi i molekule ioniziraju.

Slobodni elektroni veoma su pokretljivi. Njihova je osobina da vrlo efikasno udaraju u atome; u tim sudarima dolazi do pobuđenja atoma. A sudarom pobuđeni atomi opet mogu da svijetle! Tako smo stigli do još jednog mehanizma svijetljenja. U kometarnim atmosferama sudari između elektrona i atoma kojih je posljedica svijetljenje, konkuriraju rezonantnoj fluorescenciji. Međutim, na većim udaljenostima, u pravoj komi i dalje od jezgre, gdje je gustoća atoma i elektrona malena, rezonantna je fluorescencija jedini preostali mehanizam koji dovodi do svijetljenja.

Ne tako davno uočen je jedan važan mehanizam kojim nastaju ioni. Svako tijelo u Sunčevu sustavu susreće se sa Sunčevim vjetrom. Protoni koji struje u Sunčevu vjetru pogodnost su koja dovodi do ionizacije, pa nije čuono da se i u kometa javljaju ioni i to tim više, što je komet bliže Suncu. Na zanimljiv način u Sunčevu vjetru dolazi do ionizacije. Atomi i molekule kometa gube elektrone tako da ih „dobrovoljno” predaju Sunčevom vjetru. Što se događa? Proton iz Sunčeva vjetra prihvata jedan elektron od neutralnog atoma ili molekule (sl. 4). Proton s elektronom postaje neutralnim atomom vodika, a kako su neutralne čestice kometa izgubile jedan elektron – postaju ionima. Kometske čestice i čestice Sunčeva vjetra izmijenili su naboj. Proces se i zove **izmjena naboja** i veoma je uspješan proces poznat u atomskoj fizici. Većina kometskih iona nastala je tim putem.



Slika 4. Izmjena naboja utjecajem Sunčevog vjetra

Svijetljenju rijetkih plinova pogoduje ne samo pobuđivanje atoma već i njihova ionizacija. Prije svega, i ionizirane čestice mogu biti pobuđene, a zatim mogu i zračiti. One to i čine i na taj način saznajemo o njihovu prisustvu. No od iona opet može postati neutralni atom, neutralna molekula, ukoliko se susretne sa slobodnim elektronom. Prilikom vezanja elektrona i iona u neutralnu česticu, ona je često pobuđena. Spajanje elektrona i iona ponovo u neutralni atom ili molekulu također je važan proces koji vodi k svijetljenju.

Izgled kometa za posmatrača van zemljine atmosfere

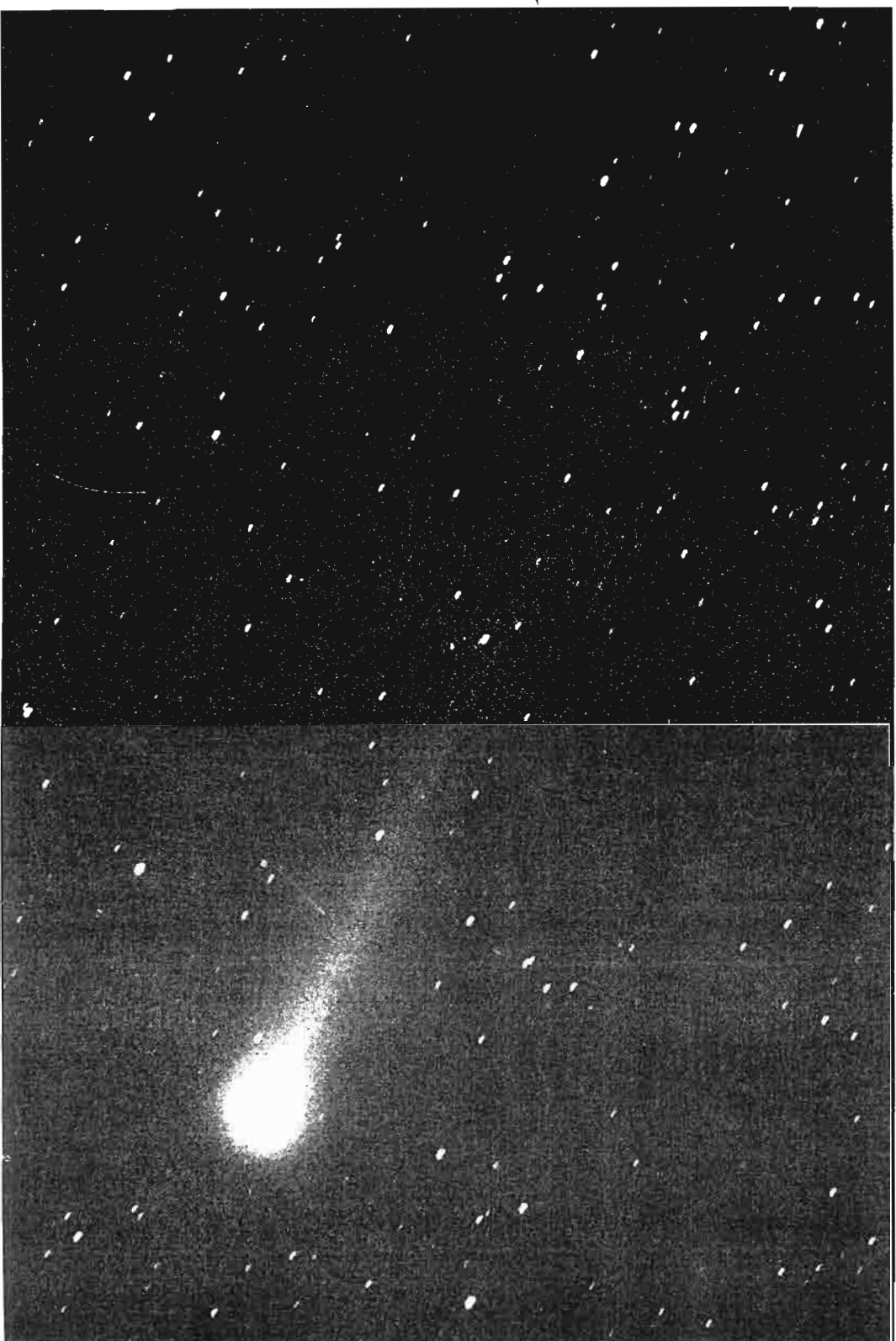
Pogled na komet mnogo je veličanstveniji iz svemira, iz laboratorije smještene u satelitu, nego sa zemlje. Izvan atmosfere u stanju smo ugledati i svjetlost koja ne prodire kroz atmosferu. Sunčeva svjetlost odbija se od dubljeg dijela kome a također i od prašine koja se nalazi u repu kometa. Svjetlost koja dolazi iz srednjih i vanjskih dijelova kome – a također i iz plina koji sačinjava rep kometa, izdvojena je u spektralnim linijama, pa se iz spektra daje pročitati o kojima se atomima i molekulama radi, a također, i na koji način dolazi do svijetljenja. Na najvećim udaljenostima od jezgre, nju obavlja vodikova koma. Postojanje tog vodikova oblaka otkriva rezonantna fluorescencija u dalekom ultraljubičastom području spektra; tu se nalaze Lajmanove spektralne linije koje je u laboratoriju teško opažati baš zato što ih upija zrak.

Možda bi trebalo reći da je svjetlosna građa kometa jako složena i neobična. Međutim, niti drugi članovi Sunčeva sustava nisu mnogo jednostavnije građe. Šta bi se dogodilo kada bismo iz svemira pogledali na Zemlju? Dnevna strana bi jasno odražavala Sunčevu svjetlost, osobito onda kada je pokrivena oblacima. Oblačni sloj Zemljine atmosfere u tome je sličan kometskoj svjetlostnoj jezgri. Na sreću, efekt staklenika je mnogo slabiji nego na kometu ili Veneri, a i isparavanje Zemljinih oceana i ledenih pokrova, ne bi ni u kojem slučaju pogodovalo životu, kada bi imalo bilo nalik isparavanju kometske jezgre. . .

Noćna strana Zemlje zrači spektralne linije, jer se u visokoj atmosferi zbivaju isti procesi koji se odvijaju i u kometanoj atmosferi i u pravoj komi. A još dalje, na nekoliko Zemljinih polumjer, oko Zemlje se širi vodikov oblak, nalik vodikovoj komi, koji isto zrači u dalekom ultraljubičastom području spektra. Bitne razlike u svemirskim pojavama – kometu i Zemlji – nisu u aktu svijetljenja i atomskim mehanizmima koji dovode do svijetljenja, već u intenzitetu pojava, dinamici materije koja sudjeluje u procesima. Kometska se tvar topi, isparava, isprašuje i obmata značajan obujam oko malene jezgre. Iako je sve poteklo iz jezgre u „suradnji” sa Sunčevim zračenjima, u razvijenog kometa prevladava prostrana atmosfera, a pažnju privlači dugačak rep. Jezgra je ostala zamotana, nevidljiva u struji gasova i prašinastom omotaču.

Jedna stara karikatura u kojoj čovek pred uperenim pištoljem ovako razjašnjava opasni nesporazum: „Nisam lopov, samo pokušavam da nađem pogodno mesto za posmatranje komete”.





Halejeva kometa 1982 i, januara 5. (17h14m – 17h40m ut). Snimio Herman Mikuž, Šmit kamerom 4.0/760 mm na Astronomskoj opservatoriji Crni Vrh nad Idrijom 1986. godine

UTICAJ KOMETA NA ZEMLJU

Pojava komete na nebu, mnoge navodi na pitanje u kojoj meri ovakvo nebesko telo može biti opasno za nas. Dovoljno je pogledati na spisak hemijskih jedinjenja koja su nađena u komama i repovima kometa i uveriti se da se među njima nalaze i veoma toksične supstance, kao na primer CN veoma otrovan i bezbojan gas. Mnoge komete ulaze unutar Zemljine orbite, pa postoji verovatnoća da dođu u bliži kontakt ili se sudare sa našom planetom. Šta će se desiti ako u našu atmosferu dospeju otrovne materije komete? U kojoj meri je opasan sudar komete sa Zemljom i kakva razaranja bi ovakav događaj izazvao?

Zemlja u kometinom repu

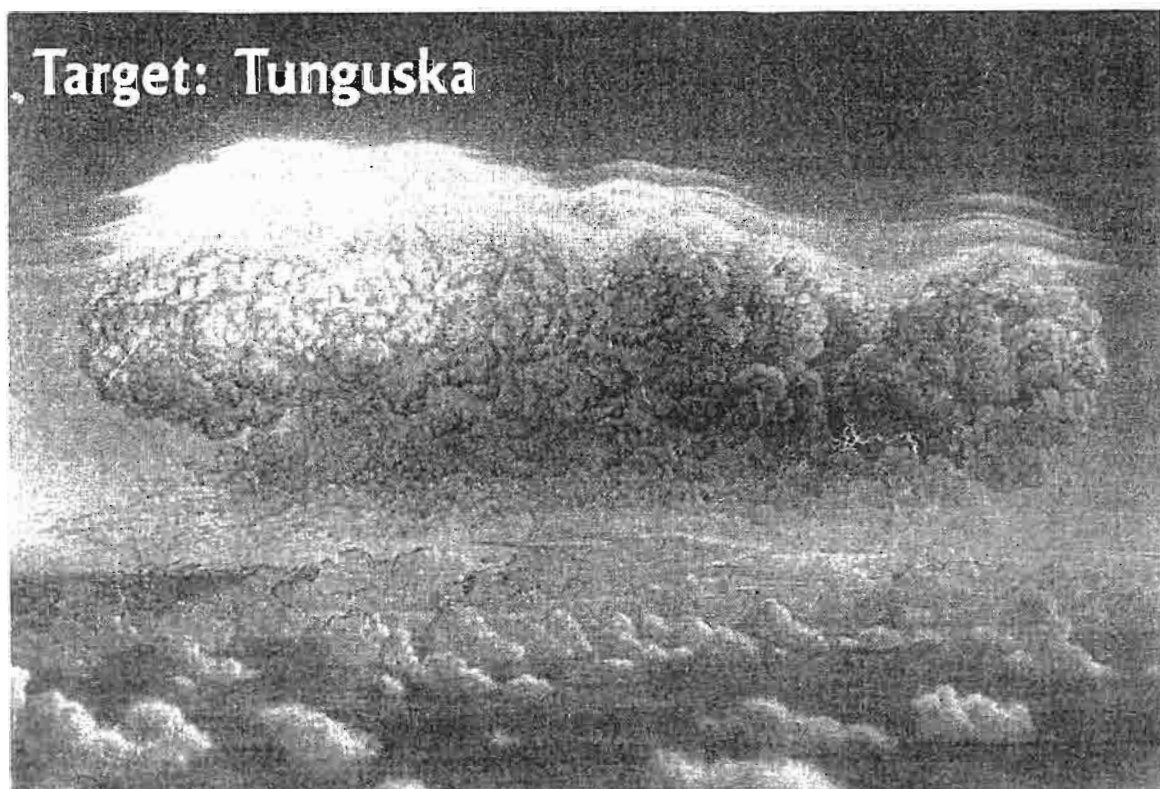
Maja 1910. godine, naša planeta je prošla kroz rep Halejeve komete. Nepotrebno je reći da se ništa ozbiljno nije dogodilo. Ipak najava ovakvog događaja izazvala je strah u javnosti i neki su proricali skorou propast sveta. Pojavili su se šarlatani koji su prodavali sredstva za zaštitu od smrtonosnih gasova. Ali opasnost od otrovnih gasova samo je prividna. Naime, materija komete je toliko razređena da je s pravom ponekad nazivaju vreća ničega. Naime u glavi komete, da ne govorimo o repu, gustina gasova je kao na visinama većim od 85 km. Zbog toga gasovi komete ne mogu da prodru duboko u našu atmosferu čak i ako dođe do bliskog susreta.

Sudar komete sa Zemljom

Mnogo realnija, mada veoma malo verovatna opasnost je da se kometa sudari sa Zemljom. Možda je misteriozni Tunguski događaj koji odavno raspaljuje maštu naučnika, bio jedan takav sudar. U 7 časova i 20 minuta, 20. juna 1908. godine u centralnom Sibiru, oko 1000 km severno od Irkucka odigrala se strahovita eksplozija. Tragovi požara videli su se u krugu od 18 km, a 30–40 km naokolo sve je bilo razoreno. Udar je polomio stabla koja su ležala oborena radijalno od centra eksplozije. Zvuk se čuo na daljini od 1000 kilometara a eksplozija je izazvala zemljotres pa je snimljen i seizmički talas. Neposredno pre eksplozije, velika vatrena kugla prešla je preko neba od jugoistoka prema severozapadu i ostavila gust trag od prašine. Iznad mesta eksplozije se video plamen i dim a usijana materija je bačena 20 kilometara u visinu. Noći posle eksplozije bile su izuzetno sjajne u zapadnoj Aziji i Evropi, a dve nedelje kasnije u Kaliforniji je izmerena slabija propustljivost atmosfere usled veće količine prašine.

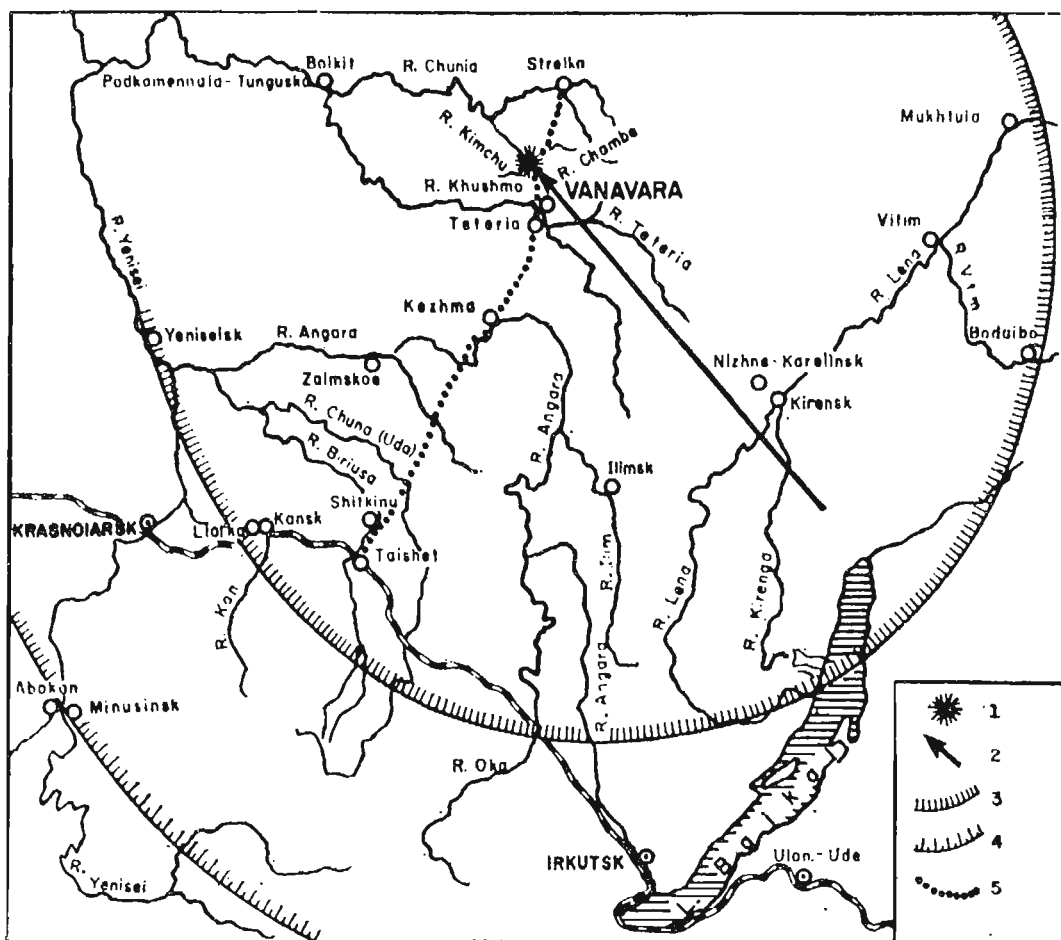


Slika 1. Francuska karikatura iz 1857. godine koja odražava strah od sudara komete sa Zemljom.

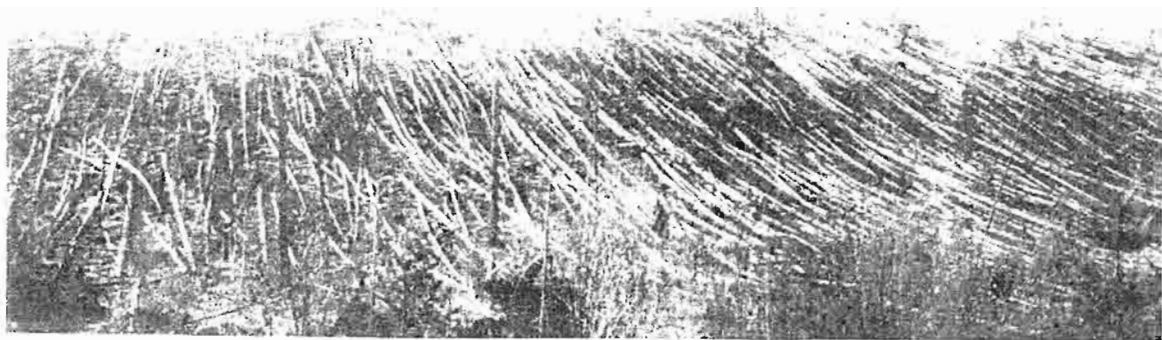


Slika 2. Tunguska eksplozija iznad Sibira 30. juna 1908. u 7^h14^m, prema slici Dona Devisa.

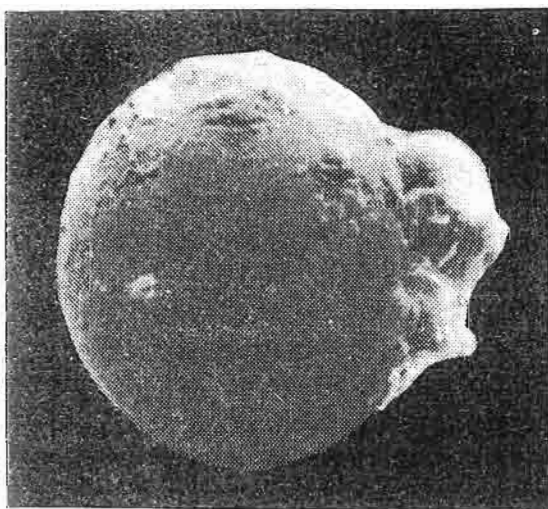
Tek 19 godina kasnije, L.A. Kulik je organizovao naučnu ekspediciju u oblast eksplozije obeleživši početak naučne ere ispitivanja Tunguskog događaja. Kada čovek čita kako su se smenjivala različita objašnjenja, može da posmatra kako se tokom vremena menjala moda u nauci. Kako su se menjale prilike, smenjivali su se vatreni bogovi, meteori od antimaterije, leteći tanjiri na nuklearni pogon i male crne rupe. Među različitim objašnjenjima sve veću popularnost stiče hipoteza da je ovaj događaj posledica susreta Zemlje sa kometom. Još 1908. godine je pisano da je „iza Angare pala ili planeta ili kometa” ali je tek 1926. godine objavljena hipoteza da je eksplozija posledica susreta sa kometom Pons–Vineke povezanom sa meteorskim potokom Bootida, a 1934. godine engleski astronom F.J. Vipl je izneo hipotezu da je Zemlju posetila mala kometa sa repom od prašine. Astronomi su smatrali da će „prljava grudva snega” koja čini jezgro komete biti razorena u gušćim slojevima atmosfere. Iznenadno isparavanje leda rezultiraće u jakoj eksploziji a u vazduhu će ostati samo prašina. Sjaj neba nad većim delom Evrope u toku nekoliko noći posle ovog događaja, može biti izazvan repom komete koji ležeći na atmosferi reflektuje svetlost na noćni deo planete. Posle 1934. godine, ljudi su se više puta vraćali na kometnu hipotezu o nastanku Tunguskog događaja. Prema različitim tumačenjima ovaj događaj je izazvala: Kometa Enke, koja se 1908. godine nalazila blizu Zemlje (1958); „po karakteristikama orbite i fizičkim svojstvima to je bila kometa” (1960); razlaganje slobodnih radikala u kometi dovelo je do „hemijske eksplozije”



Slika 3. Podaci o Tunguskoj eksploziji. Oznake predstavljaju: 1 – mesto pada, 2 – projekciju leta, 3 – granicu oblasti sa koje je pojava viđena, 4 – granicu dokle se pojava čula, 5 – put kojim se kretala Kulikova ekspedicija.



Slika 4. Hiljade stabala bilo je oboreno u strahovitoj Tunguskoj eksploziji. Ona su upravljena radijalno od centra ove eksplozije od 12 megatona.



Slika 5. Verovatni ostatak tela prečnika 300 mikrona koje je eksplodiralo u Tunguskom događaju.

(1960); „toplotna eksplozija” ledenog jezgra komete, odnosno burno isparavanje (1960); ista kometa koja je uništila Atlantidu (1963); eksplozivno drobljenje jezgra komete prilikom prolaska, „mehanička eksplozija” (1964); prolet komete 1874 II kroz atmosferu, izazvao je udarni talas (1965); disocijacija vode u kometi i eksplozija praskavog gasa (1966). . . Češki astronom L. Kresak, obnovio je 1978. godine hipotezu prema kojoj je komad Enkeove komete eksplodirao iznad Sibira.

Da li je ovaj veličanstveni događaj dovoljan razlog da se uplašimo komete? Tunguski događaj se odigrao na izolovanom terenu slabo naseljenom nomadima i od njega nije bilo velike štete. Ali da se nešto ovako zbilo iznad velike metropole situacija bi bila potpuno drukčija. Procene pokazuju da do sudara između Zemlje i komete može doći jednom u dve hiljade godina. Osim toga razorena oblast prečnika 40 km predstavlja samo 0.001% Zemljine površine. Kao što vidimo opasnost postoji ali je verovatnoća da nastradamo u sudaru Zemlje i komete veoma—veoma mala.

Komete nosioci bakterija i virusa?

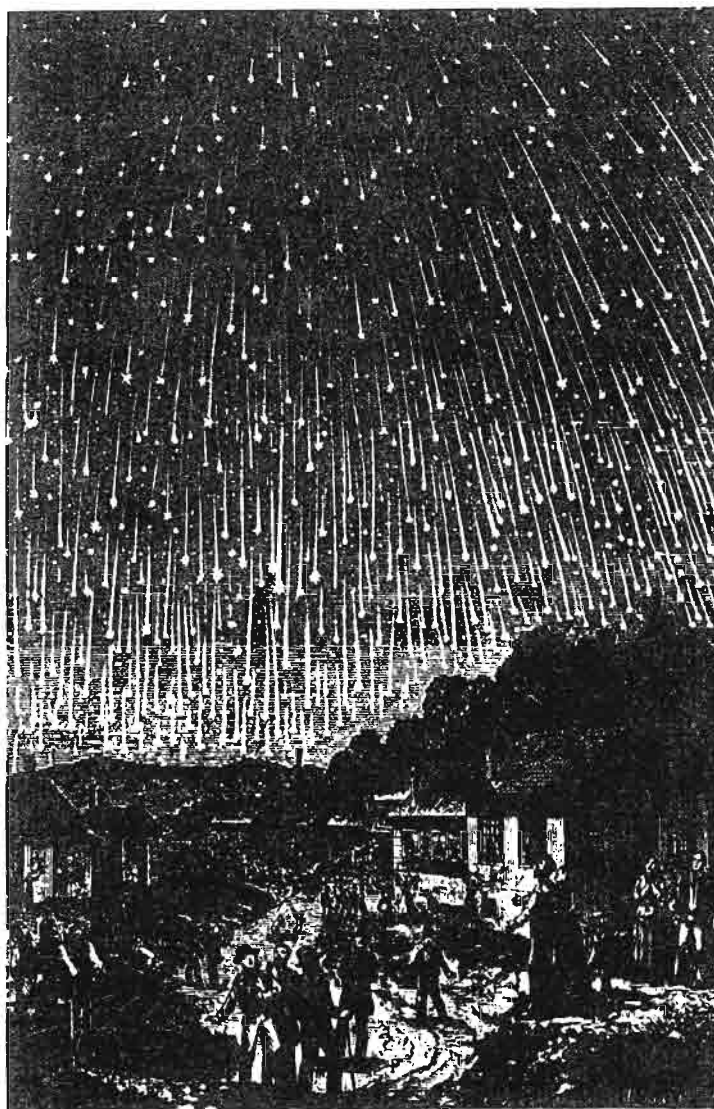
Postoji još jedan način na koji bi komete mogle da nas dovedu u opasnost. Naučnici F. Hojl i Vikramasing (1978) pretpostavili su da komete mogu da nose bakterije

i viruse. Razrađujući svoju hipotezu, oni u članku objavljenom u časopisu „Nju Sajentist“ (1978) analiziraju napad gripa u nekim školama u Engleskoj. Napadi su bili karakterisani veoma brzim prostiranjem kroz veliku oblast, uprkos činjenici da virus duže vremena prelazi kratka rastojanja na Zemlji. Autori zaključuju da je virus prošao kroz atmosferu i odjednom se našao u prostranoj oblasti. Autori produžuju istraživanja u ovoj oblasti, i čak ukazuju na eventualno vanzemaljsko poreklo epidemija srednjevekovne kuge.

Ove ideje su vrlo kontroverzne ali autori su priznati naučnici i iznose ih u jasnoj, razrađenoj formi. Hipotezu da komete mogu prenositi bakterije i viruse prihvatili su i drugi, pretpostavljajući da komete imaju važnu ulogu u širenju života kroz vasionu i da su možda odgovorne za nastanak života na Zemlji.

Da li su komete uticale na nastanak života na Zemlji?

F. Hojl i Vikramasing polaze od pretpostavke da je život kosmički fenomen i da se panspermija vrši pomoću kometa. Oni smatraju da je unutrašnjost kometa u tečnom stanju usled prisustva hemijskih i radioaktivnih toplotnih izvora (na primer ^{26}Al).



Slika 6. Drvorez koji prikazuje meteorski pljusak Leonida iz 1833. godine (Američki prirodnjački muzej).

Jednom istopljena, unutrašnjost ostaje istopljena u periodu koji je geološkog reda veličine. Uslovi u istopljenoj unutrašnjosti komete su veoma pogodni za razvoj autotrofnih anaerobnih bakterija. Osim toga u zaleđenim delovima komete vladaju uslovi pogodni za praktično beskonačno očuvanje gotovo svih oblika mikroorganizama koji danas postoje na Zemlji.

Pretpostavimo sada da je neka populacija bakterija postojala u oblaku materije iz koga se kondenzovalo Sunce i planete. Unutrašnje planete su se kondenzovale dok je Sunce bilo veoma toplo, na takvim temperaturama da je svaki eventualni trag života bio sigurno uništen. Spoljašnje planete Uran i Neptun, kondenzovale su se iz hladnijih, kometarnih tela. Tokom stvaranja Urana i Neptuna, tečna voda je mogla biti zadržana u znatnoj količini i značajnom vremenskom periodu u mnoštvu objekata planetarnih dimenzija. U takvim objektima u spoljašnjim delovima Sunčevog sistema, broj živih ćelija je mogao eksplozivno da se povećava. Deo ovih ćelija mogao je biti izbačen iz Sunčevog sistema efektom pritiska zračenja, a deo zadržan u kometama gde takve ćelije mogu da ostanu praktično beskonačno dugo. Kada kometa dođe u unutrašnji deo Sunčevog sistema, ove ćelije mogu naći put do planeta.

Da li ostaci komete, meteori, predstavljaju opasnost za Zemlju?

Ustanovljeno je da postoji veza između komete i nekih meteora. Da li sa tog aspekta komete mogu predstavljati neku opasnost za nas? Danas se zna da postoje dve vrste meteora u zavisnosti od njihovog porekla. Sjajni meteori (bolidi) potiču od asteroida. Kada padnu na Zemlju, njihovi ostaci se nazivaju meteoriti. Osim toga postoje meteori kometnog porekla. To su, kako smatra sovjetski astronom Svjehsvjatskij, komadi i čestice leda i slobodnih gasova. Oni nastaju eksplozijom jezgra komete, čiji ostaci nastavljaju da kruže oko Sunca. Kada preseku Zemljinu orbitu, usijavaju se i izgaraju u atmosferi postajući vidljivi. Javljaju se u vrlo velikom broju, kao meteorski pljuskovi. Ovakve meteorske kiše ponekad pružaju izuzetan spektakl kao što je to bio slučaj sa izuzetno jakom kišom Leonida iz 1833. godine (Sl. 6).

PROŠLOST HALEJEVE KOMETE

Već milenijumima jedna usamljena nebeska stena, gonjena silama jačim od sebe, luta prostranstvima Sunčevog sistema. Prolazeći pored Sunca upućuje se tamo gde se graniče carstvo Sunca i carstvo zvezda odakle je neumoljivi predstražar Neptun šalje ponovo gospodararu. Prilazeći zažarenom Suncu, posle sedam i po decenija lutanja, neugledna zamrznuta stena preobražava se polako u prelepu kometu. Paradirajući tako nebom Zemlje u vidu sjajne magličaste „zvezde” sa ogromnim repom, obilazi polako oko Sunca da bi se, gubeći u lepoti, ponovo uputila ka hladnim prostranstvima. Međutim, pouzdano, kao što su pouzdani zakoni prirode, opet će se vratiti. Kada ponovo dođe u blizinu Sunca, na Zemlji će živeti potpuno drugi ljudi. Tako ova velika lualica ima sjajnu priliku da zaključi delo jedne generacije, da se upozna sa prolaznošću ljudi i stalnošću čovečanstva.

Priča o ovoj kometi je stara gotovo kao i istorija civilizacije a njeni izvori se gube u dalekim izmaglicama prošlosti. Dugo je njen dolazak bio potpuno iznenađujući. Koliko je samo čuđenja i straha izazvala pojava komete u ljudima naviklim na nebesa na kojima dobroćudno žmirkaju nepromenljive zvezde i lenjo se kreću poznate planete. Tek u XVII veku engleski astronom Edmond Halej je uspeo da skine veo tajne koji je obavijao starog znanca. Predvideo je kometino kretanja u budućnosti i objasnio pojave u prošlosti! Od tada pa nadalje Halejevo ime se kreće među zvezdama zajedno sa kometom koja je po njemu nazvana.

Čovečanstvo je najzad moglo da odahne. Komete nisu donosioci nesreće i predznaci propasti sveta već su to nebeska tela koja se kreću po prirodnim zakonima. Ali i pored toga što su objektivno bezopasne, komete su izazivale dosta nesreće i uticale na sudbine mnogih ljudi i društava ne zbog pogubnog uticaja koji im je pripisivan već zbog bezumnog straha i masovnih histerija koje su često izazivale svojim pojavama.

O uzbudljivim pojavama Halejeve komete u prošlosti eho nam stiže još iz stare Kine i Grčke, ali je odbijajući se o gromade vekova toliko oslabio da danas ne možemo sa pouzdanošću tvrditi kada je prvi put zabeležena pojava ove komete. Mada postoji mogućnost da je ova kometa posmatrana još 1059. godine pre n.e. i 467 g. pre n.e., kada je pojava sjajne komete koja bi mogla biti Halejeva zabeležena istovremeno u Grčkoj i Kini, prvi pouzdan zapis datira dosta kasnije.

Taj prvi zapis o kometi koja se sa sigurnošću može identifikovati sa Halejevom kometom potiče iz antičke Kine 240 g. pre n.e. Ova pojava komete dogodila se kada je na vrhuncu moći bio znameniti car Čeng iz dinastije Cin koji je, da bi Kinu zaštitio od sve žešćih upada Huna i drugih azijskih nomada, započeo izgradnju Velikog kineskog zida.

Rimski pisac Plinije Stariji je, verovatno misleći na pojavu Halejeve komete 12 g. pre n.e., ovako opisao kometu: „Kometa . . . to je užasna zvezda, ona nagoveštava veliko krvoproliće u čemu smo videli primer u događajima koji su se zbili za vreme konzulstva Oktavijana.”

U Kini je, ove iste godine, pažljivo beleženo kretanje komete od sazvežđa Blizanaca preko Lava, Volara, Herkula, Znuje i Škorprije.

Prilikom sledećeg povratka 66 g. n.e. kometa je zloslutno zasijala nad zgarištem Rima. Rimski istoričar Svetonije Trankvil je pretpostavljao da su sva krvoprolića i zverstva za vreme Neronove vladavine bila prouzrokovana pojavom komete. Ona je navodno tako delovala na Nerona da ovaj nije mogao da se zaustavi u svojim čudovišnim zlodelima. Za razliku od Trankvila Neronov učitelj Seneka, koji je kasnije poginuo od ruke svog učenika, je izrekao genijalnu misao o prirodi kometa:

„Komete postaju vidljive kada se spuste prema nama i isčezavaju iz naših očiju kada se vrate u onu oblast iz koje su došle zaranjajući u bezdane prostora slično ribama koje se skrivaju u dubinama mora. Nema ničega čudnog u tome što su nam zakoni kretanja kometa još nejasni. Ta tela se pojavljuju tako retko i tako dugo treba čekati na njihove periodične povratke. Doći će vreme kada će, vrednim izučavanjem, istine koje su još skrivene postati očigledne svima.”

Trebalo je da prođe više od hiljadu godina da bi se pokazalo koliko je Seneka bio u pravu. Ostali svet je, međutim, i dalje ostao sa svojim strahovima. Tako je smrt mračnog rimskog imperatora Makrinusa koji se poklapa sa dolaskom Halejeve komete 218 godine proglašena za prirodnu posledicu ovog događaja. Sa mnogo manje predrasuda Kinezi su te godine opisali put komete kroz sazvežđa Kočijaša, Blizanaca, Lava i Devojke.

Dok su prolasci komete 295 i 374 godine zabeleženi samo u kineskim astronomskim analizama povratak Halejeve komete 451 godine je mnogo više uzbuđio Evropljane. Hunska najezda je ovoga puta pretila uništenjem Zapadnoj civilizaciji! I dok je nebo bilo u znaku komete na Katalunskim poljima su se sučelile legije rimskog generala Aecijusa i Huni predvođeni strašnim Atilom. Rimske legije bile su čvrste kao nekada Veliki kineski zid. Atila je poražen, ali nije samo njemu pojava komete donela nesreću. Nazirao se već i kraj Zapadnog rimskog carstva!

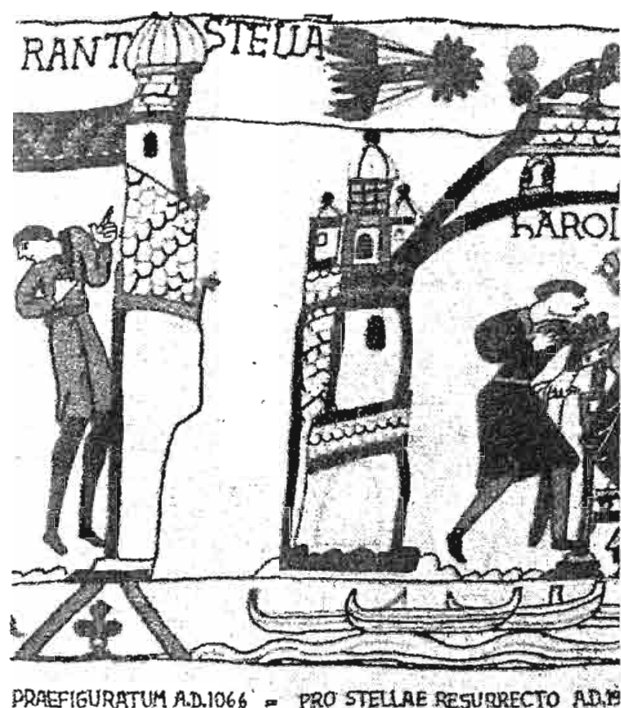
Naredni povratci 530, 607, 684 i 760 godine nisu obeležavali takve sudbinske događaje za vladare i narode pa su i manje dokumentovani, osim povratka iz 684 godine kada je napravljen i prvi poznati crtež Halejeve komete.

Godine 837 kometa se pokazala u svom punom sjaju. Na nebu je blještala sjajnija od svih planeta osim Venere a rep joj se protezao preko polovine vidljivog neba. Bio je to njen najbliži susret sa Zemljom! Koliko je nemira ova pojava izazvala u duši francuskog vladara Luja I Smirenog govori nam zapis jednog anonimnog hroničara tog doba: „... U sred bela dana pojavi se na nebu tajanstvena i žalosna slutnja neka. Kada ju je spazio car, koji je bio vrlo pažljiv prema takvim pojavama, nikako se nije mogao smiriti, dok nije pozvao sebi jednog poznatog naučara i mene. Čim sam se pojavio pred njim, stade me obletati pitanjima o tome šta ja mislim o takvom predskazanju. Zamolih ga da mi da vremena dok razmotrim izgled tog nebeskog tela i obećah mu da ću ga sutra izvestiti o svemu što budem našao. Car je uvideo da mi za to treba vremena kako ne bih na brzu ruku kazao nešto što ne bi bilo istinito, pa mi reče: „Otidi gore na terasu dvorca, pa se brzo vraćaj, da mi saopštiš sve što budeš zapazio, jer juče na tom mestu se nije videla nikakva zvezda niti si mi ti što rekao o tome.”

Ja sam, dakle, načisto da je to kometa samo mi ti reci šta misliš šta ona predskazuje. Rekao bih da ima nešto što ti kriješ od mene; izgleda kao da ona predskazuje promenu vladavine i smrt vladaoca nekog.”

Ludvig Smireni i njegov dvor, poste ovoga, odadoše se postu i molitvi a po svim crkvama i manastirima lupala su zvona bez prestanka. Luj Smireni ubrzo, nakon ovoga i umre a jedan drugi hroničar tog vremena je dodao malo kasnije: „... Ove se pojave

Muslimani su, sa mnogo više osnova nego papa, tvrdili da kometa liči na jatagan, omiljeno tursko oružje, i da kao takva predskazuje skoru propast Hrišćana. Argumenti prorokovih sledbenika su ubrzo stigli do papinih ušiju pa je ovaj u silnom strahu anatemisao kometu, kao đavolovog izaslanika, i naredio da u svim gradovima u podne zvone zvona kako bi se svi opomenuli na molitvu za izbjavljenje od turskog tiranstva.



Slika 2. Tapiserija na kojoj je prikazana Halejeva kometa prilikom povratka 1066. godine

Dari, član Francuske Akademije je, dosta kasnije, opisao te događaje rečima:

„Mehmed II snažnom mišicom svojom podiže mlad Mesec na zidine Carigrada; Dunav se ježi i muti od zveketa oružja, Grčka je okovana, Evropa drhti u strahu. A da bi užas krunisan bio, repatica jedna sa zažarenim licem, na vatrenim krilima svojim blješti na zapadu. A papa Kaliksto III, skrušen na dnu svoga prestola suznim očima čita molitve i proklinje kometu, uzrok tolikih užasa. . . Pogledaj na nebo nepogrešivi papo, ustani! . . vidiš li gde zvezda ide svojim putem a oružje Sibirjanin Janka zadržava pobjednika koji pada pod Beogradom. Repatica je vezana u Vasioni opštim zakonima zanavek; ne obazire se ona na vaše kletve, niti na Rim vaš.”

Novi povratak 1531 godine dočekan je sa nešto manje straha ali ne i sa manje pažnje. Astronom austrijskog cara Apian je revnosno pratio kretanje komete kroz sazvežđa Lava, Devojke i Vage. Pažljiva posmatranja vršena su i 1607 godine prilikom sledećeg povratka. Čak ni čuveni Kepler, koji je lično posmatrao ovu kometu, nije uspeo da dokuči njenu tajnu. Čovek koji će to uraditi je tek trebalo da bude rođen.

Halejevo otkriće

Edmond Halej rođen je 1656. godine u blizini Londona. Imao je sreće da živi u periodu burnih događaja u istoriji nauke. Neki od njegovih savremenika mogli su mu pričati o tragičnoj sudbini Đordana Bruna koga je, samo nekoliko decenija ranije.



Slika 3. Edmond Halej

inkvizicija spalila na lomači zbog jeretičkih ideja o vasioni i položaju Zemlje u njoj. Mnogi još nisu shvatali značaj Galilejevih otkrića koja je učinio prvi uperivši durbin u nebo. Otkrića Sunčevih pega, faza Venere, kretanja Jupiterovih satalita i strukture Mlečnog puta su bila poznata i pored toga što je Galilej, pod pretnjom crkve, morao da se zvanično odrekne svojih ideja. Čak ni matematička harmonija Keplerovih zakona o kretanju planeta nije bila dovoljna da u glavama mnogih Halejevih savremenika razbije dogmu o centralnom položaju Zemlje u svemiru. Štaviše, mnogi eminentni naučnici tog vremena su sa gnušanjem ili podsmehom odbacivali Kopernikovu heliocentričku ideju. Kada je Halej umro, 1742 godine, te zablude su, barem u naučnim krugovima, uglavnom bile razbijene zahvaljujući delimično i njegovom ličnom doprinosu. Mada ovaj doprinos nije bio mali ipak je ostao u senci genijalnog dela njegovog zemljaka i prijatelja Isaka Njutna. Moglo bi se reći da je jedno od najvećih Halejevih dela to što je na njegovo insistiranje i njegovim novcem štamapana Njutnova „Principia”, fundamentalno delo na kome se zasnivaju mnoga saznanja o svetu koji nas okružuje.

Sam Halej je bio čovek otvorenog uma prema novim idejama i izuzetno širokog interesovanja. Objavljivao je dela iz istorije i arheologije, proučavao je mogućnosti letenja

i hodanja pod vodom. Ipak oblast u kojoj je najviše dao i u kojoj je stekao reputaciju kao kraljevski astronom i direktor Griničke opservatorije je bilo proučavanje neba. Preduzimao je pomorska putovanja u daleke zemlje radi pozicionih posmatranja zvezda koje se ne mogu videti iz Engleske. Prvi je otkrio da zvezde nisu nepomične nego da imaju svoja sopstvena kretanja. Međutim, problem koji ga je, možda, najviše interesovao je bio vezan za privlačenje nebeskih tela i njihovo kretanje pod dejstvom tog privlačenja. Halej je bio upoznat sa Keplerovim zakonima koji opisuju kretanje planeta oko Sunca po zatvorenim putanjama – elipsama. Da li sličan zakon važi i za komete? To tvrđenje bi trebalo dokazati jakim argumentima. Planete i komete nemaju baš mnogo zajedničkog. Dok su planete kompaktne, kreću se u uskom pojasu neba–zodijaku i vide se sve dok ih ne sakrije sunčeva svetlost, komete su difuzne, promenljivog oblika, pojavljuju se po čitavom nebu i iznenada a zatim posle nekoliko desetina dana iščezavaju. Razlika u kretanju kometa i planeta bi se mogla objasniti ako, se pretpostavi da je putanja komete vrlo izdužena elipsa čija ravan se ne poklapa sa ravni zodijaka i da komete postaju vidljive tek onda kada se nađu najbliže Suncu. Ako je tako onda bi pojave jedne te iste komete trebale biti razdvojene jednakim razmacima vremena koji odgovaraju periodu obilaska komete oko Sunca.

I Halej se dao na veliki posao. Ispitivao je putanje većeg broja kometa koje su posmatrane u poslednja tri veka. Zaista, sjajna kometa koju je on lično posmatrao 1682 godine potvrdila je njegovu ideju. Putanja joj je bila vrlo slična putanjama kometa koje su posmatrane 1607 i 1531 godine, a intervali između pojavljivanja su ukazivali na period od približno 75 godina. Idući dalje u prošlost Halej je utvrdio da su komete koje su se pojavile 1456, 1378 i 1301 godinu imale slične putanje. Sada je Halej bio siguran da se radi o jednoj istoj kometi i u Astronomskom sinopsisu o kometama koji je publikovan 1705 godine predvideo je ponovnu pojavu ove komete oko 1758 godine:

„Sada me mnoge stvari navode da verujem da je kometa iz 1531 godine koju je posmatrao Apian ista ona koju su 1607 godine opisali Kepler i Longmontan ili ona koju sam ja lično video i posmatrao prilikom njenog povratka 1682 godine. Svi se elementi slažu osim što postoje male razlike u periodima obilaska oko Sunca; ali ove razlike nisu tako velike da ne bi mogle biti objašnjene fizičkim uzrocima. Na primer, na kretanje Saturna vrše uticaj druge planete, naročito Jupiter tako da se Saturnov period obilaska menja u intervalu od nekoliko dana. Mnogo više mora da je osetljiva na takve poremećaje kometa koja odlazi na rastojanje četiri puta veće nego što je rastojanje do Saturna i kod koje malo povećanje brzine može promeniti putanju od elipse u parabolu. Ideničnost ovih kometa potvrđuje i činjenica da je 1456. viđena kometa koja je prošla u retrogradnom pravcu između Zemlje i Sunca na skoro identičan način, i mada nije posmatrana astronomski na osnovu njenog perioda i putanje zaključujem da je to ista kometa koja se pojavila 1531, 1607, i 1682. Prema tome mogu sa dosta sigurnosti predvideti njen povratak 1758 godine. Ako se ovo predviđanje ostvari nema razloga da se sumnja da se i ostale komete vraćaju.”

Moglo bi se očekivati da će ovo predviđanje izazvati veliko interesovanje u astronomskom svetu, međutim nije. Godina 1758 je bila još daleko a sam Halej se nije mogao nadati da će je doživeti. Ali kako je vreme prolazilo uzbuđenje je raslo a središte interesovanja se premestilo iz Engleske u Francusku. Ovoga puta u koštac sa kometom su se uhvatili francuski astronomi Kleru i Laland zajedno sa saradnicom Hortenzijom Lepot. Godine 1757 odlučili su da tačno izračunaju kada će kometa biti najbliža Suncu. Ali za takav poduhvat bilo je potrebno uzeti u obzir poremećaje koje na kretanje komete vrše velike planete. Još je Halej primetio da ovi poremećaji znatno utiču na period obilaska komete ali praktičan način da se oni uzmu u obzir još nije postojao. Ništa zato. Za

matematičara kakav je bio Klero to je bio samo izazov. Pored toga trebalo je žuriti jer, ako je tačno Halejevo predviđanje, kometa je trebalo da se pojavi svaki čas. Sećajući se te trke sa vremenom Laland je napisao:

„Šest meseci smo računali od jutra do mraka, ponekad i za vreme obroka. Kao posledicu toga dobio sam bolest koja je izmenila moju konstituciju do kraja života. Pomoć gospođe Lepot je bila takva da bez nje ne bismo završili taj ogroman posao u kome je bilo potrebno računati rastojanje dve planete, Jupitera i Saturna, od komete posebno za svaki uzastopni stepen za vreme od 150 godina.”

Proračun je pokazao da će kometa biti najbliža Suncu sredinom aprila 1759. Rezultat je objavljen odmah. Bio je već novembar 1758! Lov je mogao da počne.

Čuveni francuski lovac na komete Mesier počeo je potragu još 1757. Svake vedre noći neumorno je pretraživao oblast neba u kojoj se očekivala pojava komete. Na nesreću vreme mu nije bilo naklonjeno krajem 1758 ali, najzad, 21. januara 1759. kometa se pojavila! Dvogodišnji trud je bio nagrađen. Može se zamisliti Mesierovo razočaranje kada mu je njegov poslodavac, takođe astronom, zabranio da objavi svoje otkriće. Naime ovako rana pojava komete se nije slagala sa njegovim proračunima. Mesier je kasnije to ovako prokomentarisao:

„Bio sam veran sluga gospodinu De l'Isle-u. Živeo sam u njegovoj kući i slušao sam njegova naređenja.”

Sve što je mogao da uradi bilo je da prati kometu kako polako nestaje u zracima Sunca.

Da nesreća bude veća Mesier i nije bio prvi koji je primetio kometu. Božićne noći 1758. kometu je posmatrao namački astronom – amater Polič.

Pokazalo se da je kometa bila najbliža Suncu sredinom marta 1759. tako da su Klero, Laland i gospođa Lepot pogrešili za mesec dana, što je prilično dobar rezultat kada se uzme u obzir da u to vreme nisu bile otkrivene planete Uran i Neptun koje takođe imaju uticaj na putanju komete. Odajući priznanje ovom velikom uspehu francuska akademija nauka nazvala je imenom Hortenzije Lepot cvet koji je u to vreme u Evropu prvi put stigao iz Japana.

A sama kometa nazvana je po imenu Haleja, čoveka koji je prvi razotrkio njenu tajnu. Više od ličnog Halejevog trijumfa bio je to trijumf nauke koju su stvarali svi velikani tog doba. Bila je to sjajna potvrda osnovnih postavki i novih pogleda na svet koji su duboko predodredili dalji razvoj čovečanstva.

Poslednji prolasci Halejeve komete

Sledeći povratak komete 1835. godine očekivan je, prema tome, sa punom uverenošću. U međuvremenu, 1781. godine, Viljem Heršel je otkrio postojanje još jedne velike planete sunčevog sistema – Urana, matematički metodi za izračunavanje putanja nebeskih tela su usavršeni i postojala su precizna posmatranja iz 1759. godine tako da je, sa punim pravom, očekivano da će predviđanja vezana za kometu biti tačnija od onih iz 1759. godine.

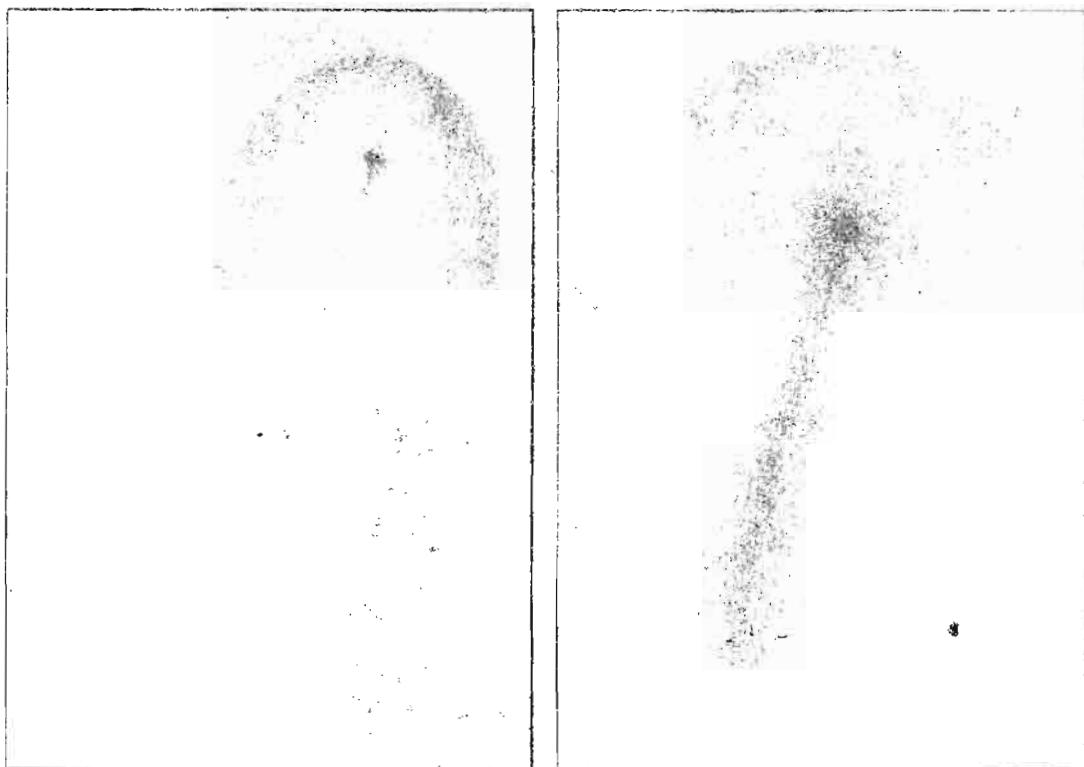
Interesovanje je bilo veliko, tako da je akademija nauka u Turinu raspisala nagradu za najbolju studiju o kretanju komete. Najveći takmaci bili su istaknuti astronomi tog vremena Ponteculon i Damoaso. Prvi je predvideo prolazak komete kroz tačku najbližu Suncu za 12. novembar 1835, a drugi za 4. novembar 1835. Mada su se Pontekulanovi računi pokazali kao tačniji nagrada je 1820. uručena Damoasou jer je prvi završio proračune. Međutim, Rozenberger, koji je u to vreme bio pomoćnik čuvenom Beselu na

Keningsbergskoj opservatoriji, nije bio potpuno zadovoljan ovim proračunima. Dok su njegovi prethodnici proračune vršili uzevši u obzir samo kretanje komete u 1759. godini Rozenberger je u račun uključio i položaje iz 1682. godine. Pored toga uzeo je u obzir položaje Merkura, Venere, Zemlje i Marsa i njihov uticaj na putanju komete. Halejeva kometa i Sunce, po njemu, trebali su da budu najbliži 11. novembra 1835.

I pored toga što su putanje određene sa zadovoljavajućom tačnošću, prividni sjaj komete nije bilo moguće predvideti tako da je lov na kometu počeo već krajem 1834.

Posmatranja su vršena uporedo iz Evrope i Južne Afrike gde je privremenu opservatoriju osnovao Džon Heršel, sin Viljema Heršela.

I konačno 6. avgusta 1835. astronomi su ponovo ugledali svoju staru poznanicu. Zasluga za ovo pripada Dimišelu i di Vicou sa Rimske Opservatorije. Ubrzo posle toga, u septembru, kometa je postala vidljiva i golim okom.



Slika 4. Crtež Halejeve komete iz 1835.

Ovoga puta pored praćenja položaja na nebu velika pažnja je posvećena i samoj strukturi komete. Doduše, instrumenti koji bi omogućili detaljnija ispitivanja još nisu bili razvijeni pa su astronomi morali da se zadovolje detaljnim opisanjima izgleda komete ili crtežima.

Posmatrajući aktivnost jezgra komete Besel je primetio: „Kako aktivnost raste finiji delovi odbačeni Sunčevim pritiskom struje i obrazuju rep koji postaje sve duži i sjajniji kako se kometa približava Suncu. Emisija iz jezgra ponekad ima oblik jakih struja a nekad je isticanje ravnomernije i rezultira u stvaranju omotača.”

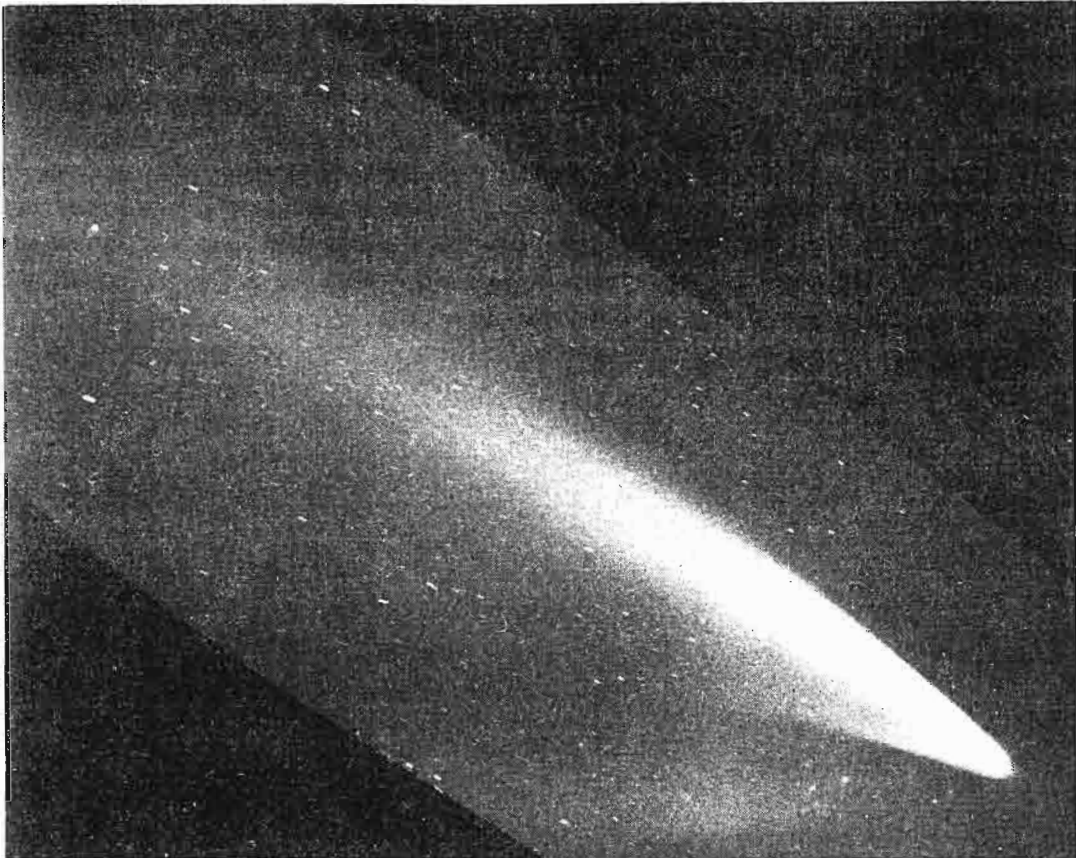
Očigledno, ovaj prolaz je predstavljao prekretnicu u tom smislu što su naučnici počeli da se interesuju za samu fiziku komete. Besel je bio na pravom putu ali pošto je 20. maja 1836. kometa prestala da bude vidljiva ostalo je da se sačeka njen sledeći povratak sa

nadom da će nova sredstva i astronomske tehnike koje su počele da se razvijaju pružiti odgovor na mnoga pitanja.

Prilikom sledećeg povratka bilo je verovatnije da će kometa biti registrovana na fotografskoj ploči nego vizualno. I zaista, prvi koji je objavio dolazak komete bio je Volf iz Hajdelberga pošto je prethodno 11. septembra 1909. detektovao lik Halejeve komete na fotografskoj ploči. Pored toga izmereni položaj komete skoro se potpuno poklapao sa položajem koji je predviđen na osnovu računa kometine putanje objavljenih na Griničkoj opservatoriji. Edmond Halej bi sigurno bio ponosan delom svojih naslednika! Kretanje komete je skoro potpuno počelo da se pokorava računima. Nije ni čudo, ovoga puta su uzeti u obzir poremećaji od još jedne velike planete — Neptuna, koja je u međuvremenu otkrivena.

Sa velikim oduševljenjem astronomi su prionuli na izučavanje Halejeve komete. Sa nestrpljenjem se očekivala primena novih fotografskih i spektroskopskih metoda.

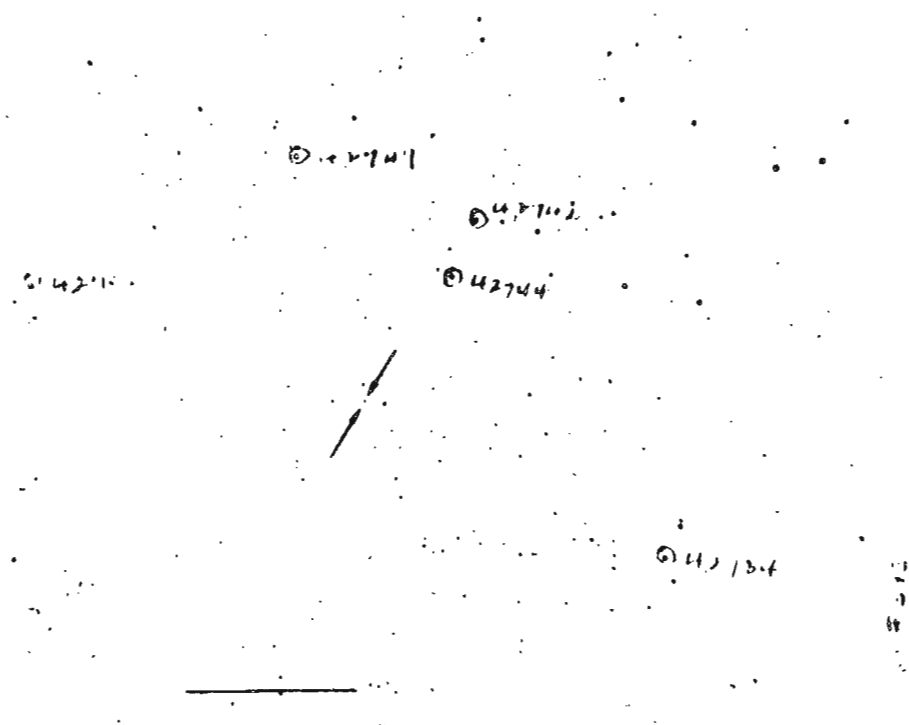
Doduše fizička priroda kometa za astronome nije više bila tolika tajna kao pre sedam decenija, jer su u međuvremenu ove metode primenjivane i na drugim kometama ali Halejeva kometa je bila nešto drugo. U krajnjoj liniji ona je uvek davala astronomima dovoljno vremena da se pripreme za njen spektakularni dolazak.



Slika 5. Fotografija Halejeve komete iz 1910.

Međutim, nisu se svi radovali kometinom dolasku. Precizni računi su pokazali da će se 18. maja 1910. kometa naći u ravni Zemljine orbite i to tačno na liniji između Zemlje i Sunca. To je značilo samo jedno. Postoji velika mogućnost da Zemlja prođe kroz kometin

rep! A ranija spektroskopska ispitivanja kometskih repova su pokazala da oni sadrže veću količinu otrovnih gasova! Halejeva kometa je ponovo uterala strah u kosti stanovnicima Zemlje. Opet su ljudi sa strahom gledali u nebo i očekivali smak sveta. Uzalud su astronomi upozoravali da takav događaj, čak i ako se dogodi, ne može bitno uticati na Zemlju. I kako je kometa postajala sve sjajnija i sjajnija neki su sa znatiželjom očekivali redak događaj dok su drugi očekivali propast sveta. I jedni i drugi su bili razočarani. Ništa se naročito nije dogodilo! Pojava komete na nebu je bila spektakularna ali svi očekivani efekti su izostali. Pojava je bila takve prirode da se ni do danas ne može pouzdano tvrditi da li je Zemlja zaista prošla kroz rep Halejeve komete ili nije. I dok se uzbuđenje stišavalo kometa se polako ali sigurno udaljavala. Zadnji put je viđena 15. juna 1911. kako nestaje u dubinama neba.



Halejeva kometa 30. maja 1911. Fotografiska magnituda oko 18^m

Joksimović. Poslednji petocifreni broj predstavlja kontrolni zbir svih brojeva u telegramu (ako je zbir šestocifren – kao u našem slučaju – tada se odbacuje prva brojka sa leve strane).

Posle prijema telegrama, zainteresovane opservatorije počinju posmatranje datog nebeskog objekta ili naznačene pojave. Na ovaj način se prvenstveno ostvaruje saradnja u praćenju novootkrivenih kometa i asteroida, a zatim i drugih objekata (recimo: novih zvezda) ili pojava. Dakle, saradnja se stvara posle datog događaja ili pronalaska. Ali niko nema obavezu da se uključi u posmatranje.

Ima, međutim, potreba da se unapred počne istraživanje neke očekivane pojave, da se organizovano traži neki objekat na nebu, da se zajednički istražuje poznata pojava, itd. Učešće u jednoj ovakvoj akciji već traži preuzimanje obaveza. Ovakvu saradnju mogli bismo nazvati višim vidom saradnje, jer ona podrazumeva dobru organizovanost i tačno razrađen plan akcije. Ovde se već uistinu, i na pravi način, značajno udružuju snage.

Kao što ćemo videti, takva će biti i saradnja u istraživanju Halejeve komete za vreme njenog sadašnjeg prolaza pored Sunca. Takvih udruživanja snaga za određena istraživanja ima više u sadašnjoj astronomiji. Ali bilo je takvih i u prošlosti. Uzmimo jedan primer.

Kada poređamo planete prema njihovim rastojanjima od Sunca, vidi se da između Marsa i Jupitera postoji velika praznina. Već je Kepler 1596. godine primetio tu činjenicu i izrazio svoje mišljenje da u spisku planeta možda nedostaje jedna planeta. Bode je 1772. godine, na osnovu poznatog Ticius–Bode-ovog zakona, pretpostavio da je ta nepoznata planeta na 2.8 astronomskih jedinica udaljena od Sunca. Pokušaji pojedinaca da se ta planeta nađe među zvezdama (u zodijačkim sazvežđima) nije donela rezultate i zato je 1798. godine odlučeno da 24 astronoma zajednički istražuju odgovarajući deo neba. Ali desilo se da je pre no što su oni započeli svoj rad, Pjaci našao neki objekat, koji je pre ličio na kometu nego na planetu. Za njega je, prema prvobitnim računima, dobijena Sunčeva daljina od 2.8 astronomskih jedinica. Telo se, međutim, izgubilo i tek su ga posle Gaussovog računa putanjskih elemenata, ponovo pronašli. Zatim je jedno za drugim otkriveno više ovakvih tela – tzv. asteroida ili male planete. Tako je postepeno stvorena međunarodna saradnja u praćenju postojećih i pronalaženju novih asteroida.

Potrebe nam ukazuju na neophodnost da udruživanja snaga bude što više i da njihova organizacija bude što čvršća. To se u poslednje vreme sve više ostvaruje, naravno, sa manje ili više teškoća. Ima nekoliko centara koji prikupljaju i distribuiraju podatke o raznim pojavama, a sve je više takvih astronomskih zajednica (konzorcijuma) – posebno kod istraživanja sa instrumentima na veštačkim satelitima i kosmičkim laboratorijama – koje obuhvataju veći broj istraživača i rade na strogo normiran način. U narednim redovima videćemo kako se udružuju snage za istraživanje Halejeve komete u periodu 1985–1987.

Međunarodna saradnja istraživanja Halejeve komete u prošlosti

Halejeva kometa se odavno prati. Prvi, ali dosta nesiguran, podatak o pojavi ove komete potiče iz 1404. godine pre n.e., a nalazi se u jednoj kineskoj hronici. Takođe u starim kineskim zabeleškama, i to iz 240. godine pre n.e., nalazimo prvi pouzdan podatak o postojanju ovog tela. Interesantno da o sledećem njenom prolazu, 164. godine pre n.e., nisu nađene kineske zabeleške, ali zato o tome saopštavaju korejski i japanski spisi. Od pojave 87. godine pre n.e. do danas, zabeleženi su svi prolazi ove komete pored Sunca.

U tim starim dokumentima ne nalazimo tragove neke saradnje u praćenju te pojave. To je i razumljivo. Ne samo zbog teškoća u komuniciranju (zamislimo samo

koliko je, recimo pre 2000 godina, trajalo putovanje jednog pisma), nego prvenstveno zbog toga što do kraja XVI veka komete nisu smatrane nebeskim telima. Tretirali su ih kao svetlosne pojave u atmosferi, ili kao zemaljska isparenja. Neka vrsta saradnje, razmena mišljenja, začela se tek pošto je Halej – na osnovu svojih računa kometskih putanja – predskazao pojavu ove komete za godine 1758/59. Tada su posmatrači blagovremeno počeli traganje. I stvarno, kometa je pronađena krajem 1758. godine (pronašao ju je jedan nemački amater–astronom). Naravno da je pri sledećem prolazu, 1835. godine, već bilo više međusobnog informisanja i bogatije razmene iskustava i rezultata.

Smatra se da prava saradnja na izučavanju Halejeve komete, ili barem jasno poimanje njene potrebe, počinje tek krajem prošlog veka. E.E. Barnard je 1890. godine objavio jedan članak o organizovanju mreže fotografskih teleskopa za posmatranje kometa. Cilj je bio: što duže posmatrati datu kometu, sakupiti što više fotografskih dokumenata, pratiti kometine promene, da bi se na osnovu svega izradio fizički model posmatranih pojava.

Barnardov predlog možda ne bi ni bio zapažen, da posmatranja Swift-ove komete 1892. godine nisu ukazala na dramatične promene u njenom repu. Te promene su bile tako brze i neobične, da je bilo potpuno jasno da je samo koordiniranom akcijom moguće pratiti evoluciju kometinih pojava. Barnard je 1905. godine konstatovao da treba imati „istoriju od časa na čas“ da bismo razumeli promene koje se dešavaju u kometi. Takvo saznanje je, naravno, prvenstveno posledica razvoja astronomske tehnike, koja je omogućila posmatranje dotle neviđenih detalja.

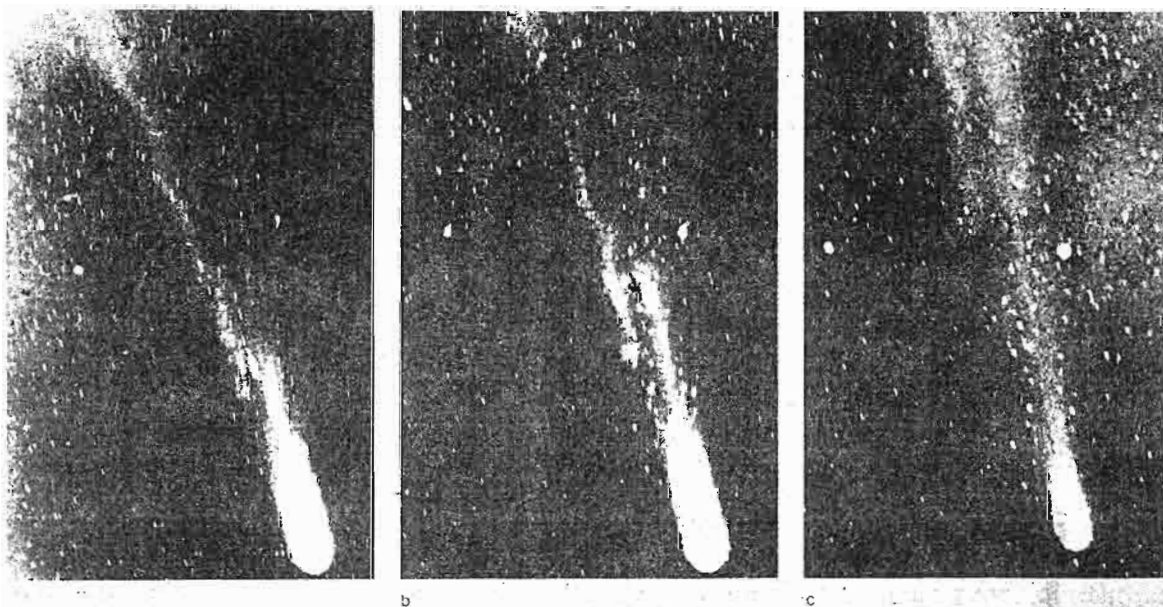
Dakle, pre pojave Halejeve komete godina 1909/10, bilo je već sazrelo shvatanje među astronomima da koordinirano treba raditi na praćenju te komete. Ali, kao što to često biva u životu, namere su jedna, a realizacija – posebno u punom obimu – druga stvar. Pogledajmo kako je bilo krajem prve decenije ovoga veka.

Avgusta 1908. godine, Američko astronomsko i astronautičko društvo je osnovalo Komitet za komete, čiji zadatak je bio da ispita mogućnost povećanja znanja o kometama, koristeći pritom Halejevu kometu u toku njenog prolaza pored Sunca 1909/10. Novembra iste godine Komitet je pozvao astronome sveta da kooperiraju u istraživanju Halejeve komete. Tražili su što je moguće duže posmatračke nizove podatka o kometinom repu, posebno o izlazećim masama, kao i o kometinoj glavi i jezgri (naročito o stvaranju gasovitog pokrivača i o mlazevima isticanja materije). Očekivani su astrometrijski, fotografski i spektroskopski podaci. Savetovane su one posmatračke metode koje mogu dati najbolje rezultate. Date su preporuke za izbor fotoploča, kao i za njihovo razvijanje i obradu. Komitet je zamolio astronome da mu pošalju kopije snimljenih fotografija, da bi one pomogle pri konačnoj obradi dobijenih podataka. Dakle, cilj je bio da se koordiniranom akcijom stvori jedna kvalitetno nova predstava o Halejevoj kometi odnosno o kometama uopšte.

I posle takvih priprema – ili bolje reći: dobrih namera – astronomi su pristupili traženju (pronalaženju) komete. Ona je pronađena 11. septembra 1909. godine, sa reflektorom od 72 cm (i eksponiranjem od jednog sata) na Opservatoriji u Hajdelbergu (bila je tada 15. prividne veličine). Od toga trenutka do poslednje fotografije, dobijene 15. juna 1911. godine, sakupljeno je oko 1500 fotografija o ovom telu. Mnogo, i to dobrih, snimaka je dobijeno sa velikim teleskopima, na kojima se jasno vidi razgranati rep. Na pojedinim fotografijama mogu se dobro analizirati detalji spoljnje kome i repa, a na nekima čak i detalji unutrašnje kome. Spektroskopska merenja su vršena i vizualnim i fotografskim metodama. Treba spomenuti da su prilikom ovog prolaza dobijeni prvi put fotografski snimci i spektri, pa je time počelo stvarno istraživanje fizičkih karakteristika Halejeve komete.

Neosporno je, dakle, da je sakupljen veoma veliki posmatrački materijal. Ali da li su ostvareni ciljevi? Opšti je zaključak: dosta je postignuto, ali je sigurno da se moglo osetno više. Razloge nepotpunog uspeha treba tražiti u nedostatku dva važna faktora: prvo, ne adekvatnoj saradnji pojedinih opservatorija, koje su učestvovala u kampanji, naročito u dostavljanju svojih podataka Komitetu, i, drugo, nedostatku dovoljne novčane i kadrovske potrebe za izvođenje planirane aktivnosti. Komitet je bio u mogućnosti da finansira samo jedan manji deo aktivnosti – jedna od takvih je posmatranje sa Havaja, odakle je vidljivost komete bila veoma dobra.

Komitet je 1915. godine objavio jednu publikaciju sa indeks–katalogom velikog broja fotografija Halejeve komete dobijenih na raznim delovima sveta, kao i neke rezultate posmatranja sa Havaja. Analizirajući svoj rad i rezultate, Komitet je zaključio da razloge malog uspeha treba tražiti u nedovoljnom planiranju, u slabom međusobnom komuniciranju i u želji nekih astronoma da svoje dobre podatke objave sami, u svojim monografijama. A, nažalost, te individualne želje se takođe nisu obistinile. Pojavile su se samo dve veće monografije – jedna tek 1931., a druga još kasnije, 1934, godine – ali se procenjuje da veliki deo dobijenih rezultata nije ugledao svetlost dana, ostao je da leži neobjavljen još i dan danas! A da bi se naslutilo šta se moglo uraditi – odnosno kakva je potreba jedne mreže stanica u svetu – neka posluži Sl. 1 i podaci dati uz nju.



Slika 1. Tri fotografije Halejeve komete, snimljene 6. i 7. juna 1910. godine u Yerkes Opservatoriji u SAD (slika a), u Honoluluu na Havajima (b) i u Beirutu (c). Između prvog i drugog snimka proteklo je 2.7 sati, a između druge i treće 12.5 sati. Znači da su snimci dobijeni u vremenskom rasponu od 15.2 sati. Vidi se odvajanje jednog pramena plazma-repa, koje je počelo 5. juna 1910. Za vreme kada su načinjeni ovi snimci, brzina odvajanja je bila 57 km u sekundi. Ovi podaci potvrđuju potrebu što permanentnijeg posmatranja svih pojava na kometi.

Sumirajući iskustva iz prošlosti može se zaključiti sledeće.

Razvoj astronomske tehnike daje sve veće mogućnosti za detaljno izučavanje komet, pa i Halejeve komete. Poznato je da su promene na kometama veoma brze, često i dramatične, što traži permanentno posmatranje ovih nebeskih tela. A to je nemoguće postići bez koordiniranog rada, bez dobre saradnje.

A kako ostvariti dobru i efikasnu saradnju? Svakako dobrim planiranjem – i kadrova, i instrumenata, i programa, i metoda rada, i sakupljanja podataka –, adekvatnim kontaktima sa svim učesnicima, materijalnim ulaganjem gde je to potrebno, kao i obezbeđenjem sredstava za zajednička istraživanja i objavljivanje rezultata. Pri tome se ne sme zanemariti ljudski faktor: ne treba uzurpirati pravo pojedinih astronoma da izrade svoj program i da na određeni način publikuju svoje rezultate. Dakle, treba ostvariti takvu saradnju u kojoj će svaki učesnik osetiti da je on saradnik u istraživanju, a ne radnik koji se izrabljuje.

Saradnja u istraživanju Halijeve komete u periodu 1985–1987

Halejeva kometa je bila i ostala veliki izazov za astronome. Zato je razumljivo da je kampanja za njeno sadašnje, ponovno otkrivanje počela dosta rano, već 1977. godine. Ali su svi pokušaji ostali neuspešni, sve do 16. oktobra 1982. godine. Tada je ovo nebesko telo, kao slab objekat 24. prividne veličine, pronađeno na daljini od 11.04 astronomske jedinice od Sunca odnosno 1620 miliona km od Zemlje. Na Sl. 2 dajemo snimak tog pronalaska. Ovaj pronalazak je delo jednog istraživačkog tima od 8 ljudi.

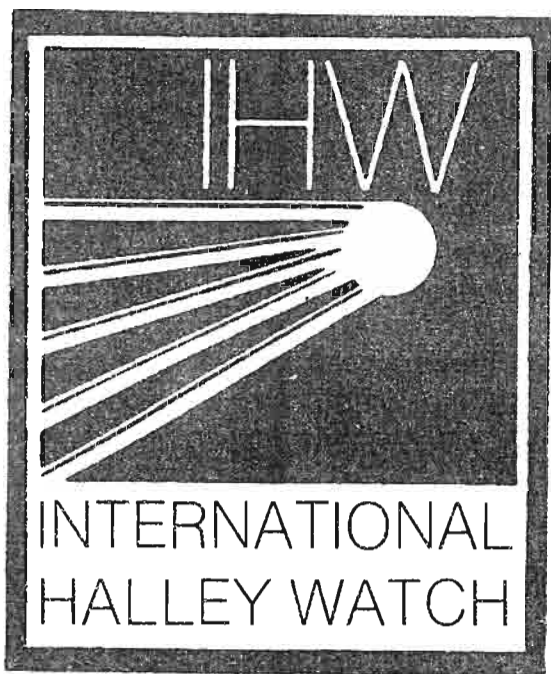


Slika 2. Na ovom snimku velikog teleskopa od 5.1 metra objektiva na Mount Palomaru u SAD, dobijena elektronskom kamerom CCD, ponovo je pronađena 16. oktobra 1982. godine Halejeva kometa. Položaj komete je označen krugom.

Gornje podatke navodimo iz dva razloga. Prvo zbog toga da ukažemo na moć savremene astronomske tehnike: kometa je pronađena kao daleki objekat, zvezdanog tipa, bez kome, više od tri godine pre njenog prolaza kroz perihel (toliko vremena pre prolaza kroz perihel nije dosad nijedna kometa pronađena). Kao upoređenje možemo navesti da je Halejeva kometa 1758. godine pronađena oko tri meseca, 1835. godine 3.5 meseca, a 1909. godine 8 meseci pre svog prolaska kroz perihel – dakle, na položajima osetno bliže Suncu, nego što je sada postignuto. I, drugo, da je sada u otkrivanju učestvovao relativno veliki tim istraživača što već samo po sebi govori o potrebi, i naravno o koristi, zajedničkog rada.

Međunarodno koordinaciono telo IHW

Neophodnu potrebu ujedinjenja snaga imala je pred očima i Međunarodna astronomska unija, kada je na svom Kongresu 1982. godine donela rezoluciju o organizovanom posmatranju Halejeve komete u periodu 1985/87. U prvom delu te rezolucije, Unija poziva odgovorne rukovodioce opservatorija da daju prioritet posmatranju ovog nebeskog tela, posebno u unapred naznačenim danima, kada se u rad uključuje najveći broj teleskopa. I, drugo, osniva se međunarodno koordinaciono telo – pod nazivom „International Halley Watch” (IHW – u prevodu: Međunarodno praćenje Haleja), sa zadatkom da organizuje i vodi posmatranja ove komete sa Zemlje, kao i da koordinira svoj rad sa kosmičkim programima. Cilj IHW-a je da se izbegne dupliranje aktivnosti na međunarodnom nivou i da podstakne učešće u planiranom programu. Na Sl. 3. vidimo amblem ove organizacije.



Slika 3. Zaštitni znak organizacije „International Halley Watch” (Međunarodno praćenje Haleja)

L. Fridman (JPL – Džet Propalzion Laboratori Kalifornijskog univerziteta u Pasadeni, SAD) je još u leto 1979. godine, predložio američkoj kosmičkoj agenciji NASA da se organizuje telo tipa IHW. Njegova osnovna namera je bila da podstakne naučna istraživanja Halejeve komete – sa Zemljine površine i iz Kosmosa – i da se istovremeno

nađu putevi da se izbegnu problemi u vezi saradnje iz perioda 1909/10. U institutu JPL Fridman je uskoro formirao jedan mali tim za prethodna istraživanja. Ta grupa ljudi je u toku rada uspostavila kontakt sa stručnjacima Godard Spejs Flajt Center (u Gribelt-u, SAD), koji su već predložili svetsku kooperaciju za posmatranje jon-repa Halejeve komete sa Zemljine površine i to kao dopunski deo jednog zamišljenog kosmičkog kometskog programa. Stručnjaci Godard centra su pred agencijom NASA podržali koncept IHW-ideje. U toku zime 1980. godine, NASA je imenovala jednu radnu grupu, na čelu sa J. Brandt-om, sastavljenu od američkih stručnjaka. Radna grupa je došla do saznanja da uspeh IHW-a u znatnoj meri zavisi od toga koliko će ta organizacija biti internacionalna – a da bi ona bila takva, u akciju treba privući inostrane stručnjake i postaviti ih na neka rukovođeća mesta.

U međuvremenu je L.Fridman, inicijator cele akcije, napustio institut JPL (posvetio se drugim zadacima) i novi rukovodilac JPL-tima je postao R.Njubern. A da bi unapredila aktivnost na ovom polju, agencija NASA je donela dve odluke: odredila je JPL za ru vodeći američki centar, a R.Njuberna za dejstvjućeg rukovodioca IHW. Istovremeno je započeta akcija da se za J.Rahe-a, direktora Remejs Opservatorije u Bambergu (Savezna republika Nemačka) koji je već „duboko zagazio” u organizaciju akcije IHW – odgovarajuće uključi u rukovođenje akcijom.

Plan uključenja ne-američkih stručnjaka je intenzivno nastavljen. Godine 1981. godine stvorena je Savetodavna grupa IHW, sastavljena od američkih i inostranih stručnjaka za komete. Istovremeno, R.Njubern je poslao 4500 pisma raznim stručnjacima, sa molbom da predlože članove ukupno 7 timova za pojedine oblasti istraživanja Halejeve komete. Savetodavna grupa je, na osnovu tih predloga, izabrala odgovarajuće specijaliste.

O planu akcije IHW se sve više raspravljalo na međunarodnim skupovima istraživača Vasiona. To je urađeno i u Dubrovniku, oktobra 1981. godine, za vreme Evropskog regionalnog astronomske sastanka. Kao plod svih tih razmatranja, neprekidno se usavršavao sam plan organizacije i akcije IHW, a, s druge strane, učvrstila se ideja da IHW treba da bude pod okriljem Međunarodne astronomske unije, kao najšire organizacije astronoma. Tako je došlo do već pomenute Unijine rezolucije, pa je IHW i formalno postala akcija svih astronoma sveta. A i drugih stručnjaka koji se bave kosmičkim istraživanjima.

U međuvremenu je završeno organizovanje IHW. Stvoreno je više tela – o organizaciji vidi Sl. 4. Rukovođeći centar je podeljen na dva dela: jedan je u Pasadeni (SAD), a drugi u Bambergu (Savezna republika Nemačka). Prvim centrom rukovodi R. Njubern, a drugim J.Rahe. Ove dve ličnosti su istovremeno i kolektivno rukovodstvo celog IHW – prva ličnost je zvanično rukovodilac za Zapadnu hemisferu, a druga rukovodilac za Istočnu hemisferu. Interesantno je napomenuti da generalno važi da svaka zemlja, institut, opservatorija ili univerzitet snosi troškove svojih saradnika odnosno aktivnosti centra lociranih u njima (zemlji, institutu, opservatoriji ili univerzitetu).

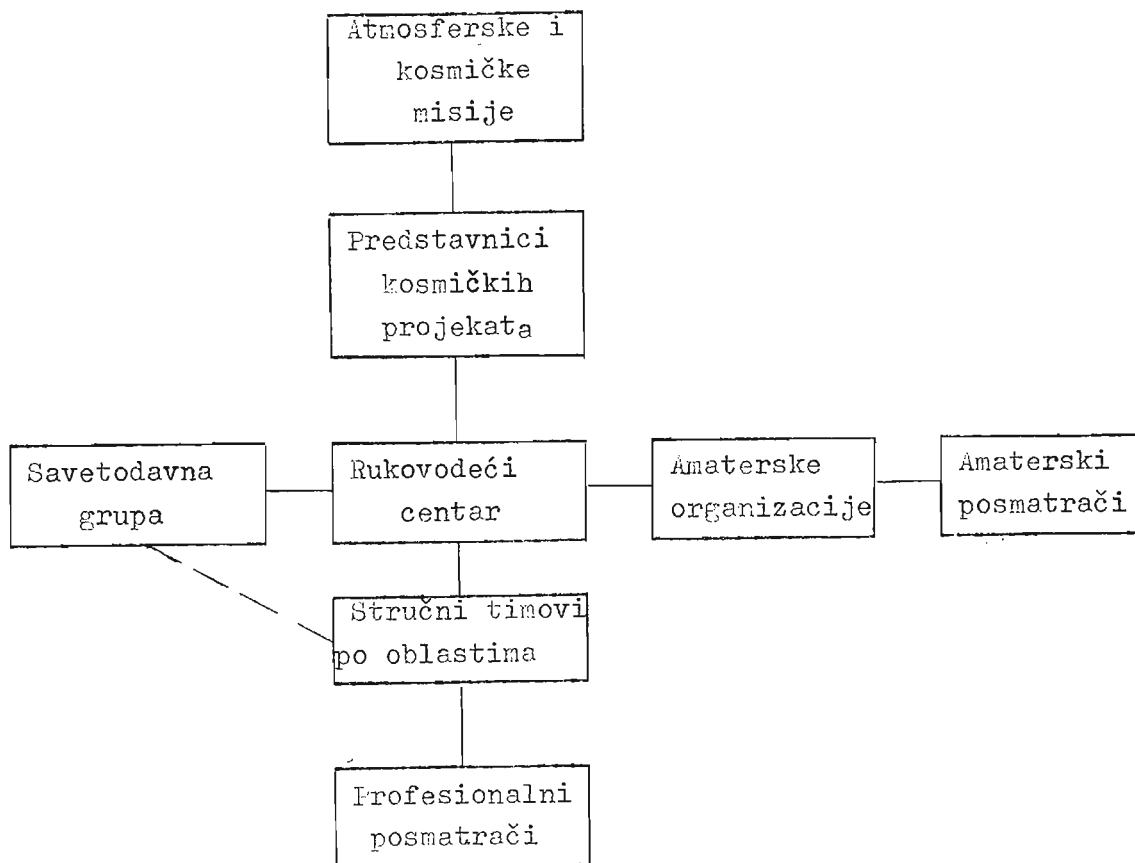
Pogledajmo sada, поближе, zadatke IHW, kao celine, i njenih radnih tela.

IHW pre svega ističe svoj međunarodni – dakle nadnacionalni – karakter. Drugo, IHW je prvenstveno odgovoran za posmatranje sa Zemljine površine (uključujući i posmatranja koja se vrše sa aviona, balona ili raketa). A ciljevi se mogu grupisati ovako:

- a) Stimulisanje, podsticanje i koordinacija naučnih posmatranja za vreme celog perioda kometine vidljivosti,
- b) Obezbeđenje pomoći da posmatračka tehnika i instrumenti budu standardizovani kada i gde god je to moguće,
- c) Obezbeđenje pomoći da podaci i rezultati budu adekvatno dokumentovani i arhivirani, i

d) Primanje i distribuiranje podataka svim naučnicima koji učestvuju u saradnji, kao i davanje informacija javnosti.

Ovi ciljevi se ostvaruju preko aktivnosti pojedinih tela IHW.



Slika 4. Organizaciona šema IHW.

Kada pogledamo organizacionu šemu IHW (Sl. 4) i razmislimo o važnosti pojedinih elemenata, moramo zaključiti da uspeh IHW--akcije zavisi od stručnjaka po oblastima i od profesionalnih posmatrača. Ako oni ne budu radili, tada sve pada u vodu. Profesionalni astronomi će obezbediti neposredna merenja, a timovi specijalista vršiće koordinaciju njihovog rada.

Naučni programi IHW

Kao što smo već ranije rekli, stvoreno je 7 timova stručnjaka. Ti timovi, sa najviše po 5 članova, su za sledeće istraživačke oblasti:

1. astrometrija,
2. infracrvena spektroskopija i radiometrija,
3. pojava većih razmera,
4. istraživanja blizu jezgra,
5. fotometrija i polarimetrija,
6. radio--istraživanja, i
7. spektroskopija i spektrofotometrija.

Sa ovim timovima sarađuje blizu 900 profesionalnih posmatrača iz 48 zemalja – među njima i iz Jugoslavije.

U programu pod nazivom „astrometrija” zadatak je neprekidno određivanje položaja Halejeve komete, kao i sjaja centralnog dela kometine glave (to je približno položaj jezgra). Ovaj zadatak je već započet 16. oktobra 1982. godine i trajeće sve dotle dok je kometa vidljiva. Iz tih podataka računace se putanjski elementi, i stvarace se model ponašanja jezgra. Oba podatka su od izvanredne važnosti za kosmičke programe. Posebno će biti potrebno obezbediti visoko–tačne podatke za period od 6. do 13. marta 1986. godine kada će se kosmičke sonde približiti kometinom jezgru. A da bi ti podaci bili dovoljno pouzdani, bilo bi veoma važno da se u januaru i u februaru 1986. – dakle neposredno pre susreta sa kosmičkim sondama – obezbedi što veći broj astrometrijskih merenja. Ali se to, nažalost, neće moći ostvariti jer će kometa od sredine januara do skoro kraja februara biti u konjukciji sa Suncem, na onoj strani od Sunca koja nije okrenuta Zemlji. Tako da će ostati samo nedelju ili dve da se astrometrijski pobliže odredi položaj komete zemaljskim instrumentima i da se na osnovu toga koriguje položaj kosmičkih sondi.

„Infracrvena spektroskopija i radiometrija” (ili jednostavno: infracrvene studije) naziv je druge istraživačke oblasti, koja traži upotrebu teleskopa većih otvora i visokotačnih pribora. Cilj je da se u infracrvenoj oblasti odredi veličina, prostorni raspored i sastav kometine „prašine” – i to na raznim daljinama od Sunca – kao i da se traga za novim gasovitim elementima. Posebno je važno ispitati prisustvo leda (od vode i metana), kao i silikata. Sve je ovo potrebno da bi se približili prirodni kometa, procesima pri stvaranju Sunčevog sistema, i vezi između kometa i međuzvezdane sredine. Istraživanja prisustva leda a i drugih elemenata od vanrednog je značaja za upoznavanje sastava na rubu Sunčevog sistema (odakle verovatno potiču komete), uključujući i atmosfere Titana, Urana, Neptuna, ali biće od koristi i za upoznavanje evolucije Zemljine atmosfere.

Treći program je nazvan „Pojave većih razmera”. Koristeći fotografije velikog polja, cilj je da se istražuju repovi od plazme i prašine. Važno je utvrditi ukupno trajanje plazma–repa (čija dužina u Sunčevoj blizini može biti oko 20 miliona km) i da se ispita aktivnost plazme u njemu. Posebno u vezi sa Sunčevim vetrom. Takođe će se analizirati struktura i razvoj komponente – repa od prašine. Mreža stanica treba da obezbedi razdvajanje pojava u vremenskim razmacima od najviše jednog sata – i to u periodu novembar–decembar 1985. i mart–april 1986. – i u još kraćim razmacima između 4. i 18. marta 1986. O važnosti postojanja podataka o kometinoj „istoriji od časa na čas” još je E. Barnard pisao pre osam decenija. Sl. 1 slikovito pokazuje te burne pojave u repu, zbog kojih se i vrše posmatranja u ovoj istraživačkoj oblasti.

„Istraživanja blizu jezgra” – je naziv četvrte discipline. Predpostavlja se da je kometino jezgro nehomogeno telo malog prečnika (svega oko 3 km), koje se sigurno ne može videti sa Zemljiņe površine. Prema tome o njemu možemo dobiti samo posredne podatke istraživajući finu strukturu centralnog dela kome. Iz njih bi trebalo obezbediti informacije o rotaciji, položaju rotacione ose, termofizičkim osobinama i površinskoj morfologiji jezgra, a zatim i o strujanju prašine i plazme oko jezgra. Naravno, u ovoj oblasti posebno intenzivna istraživanja se očekuju od kraja 1985. do sredine 1986. godine. Specijalne kampanje će se organizovati u nekim kritičnim trenutcima, kada je kometa u dobrom položaju za posmatranje, a naročito u vreme kada će kosmičke sonde biti u blizini jezgra.

Peta oblast je nazvana „fotometrija i polarimetrija” i ona se odnosi na vizuelni deo spektra. Tu se traži posebno dobra kooperacija u obezbeđenju standardizovane tehnike da bi se podaci mogli međusobno uporediti, a da bi se realno moglo komparirati i sa

rezultatima infracrvenih i radio-posmatranja. Glavni ciljevi su: kvantitativno merenje količine gasa i prašine pri raznim daljinama komete od Sunca, istraživanje kratkoperiodičnih promena u kometinoj aktivnosti, određivanje optičke dubine kome (posmatranjem zvezda kroz komu), kao i merenje veličine i apsorpcione moći čestica prašine. Da bi se ovi rezultati mogli postići potrebno je imati velike teleskope kada je kometa slabog sjaja i veći broj manjih teleskopa kada će kometa biti sjajnija (od kraja 1985. do leta 1986. godine).

„Radio-istraživanja” su šesta oblast. Naziv kazuje da će se merenja vršiti u radio-oblastima spektra. Predviđaju se: mikrotalasna spektroskopija i radarska radiometrija (pasivna i aktivna). Izučavajući spektralne linije (u radio-frekvenciji) od molekula u komi dobija se jedinstvena mogućnost za upoznavanje sastava jezgra. Analizom kontinuuma se može dobiti slika o prirodi zrnaste materije (prašine i leda) i kompleksnih plazma-procesa u komi. Radarska merenja mogu dati podatke o veličini i površinskim karakteristikama jezgra. Za radio-istraživanja treba obezbediti najveće radio-teleskope. Teškoće se očekuju kod radarskih merenja jer postojeći radarski sistemi teško bi mogli dobiti eho ako je jezgro manje od 4 km u prečniku (po svemu sudeći takav je baš slučaj kod Halejeve komete).

Posebna istraživačka grupa će se baviti spektroskopijom i spektrofotometrijom u vidljivom delu spektra, sa potrebom korišćenja krupnih teleskopa u većem delu vremena. Iz raznovrsnih istraživanja ove vrste treba očekivati određivanje hemijskog sastava, istorije razvoja i prirode kometine interakcije sa Sunčevim vetrom i radijacijom.

Ovo su oblasti u kojima će profesionalni astronomi vršiti svoja merenja i istraživanja.

Jugoslovenski astronomi planiraju svoj rad u dvema oblastima: u astrometriji kao i u fotometriji i polarimetriji Halejeve komete.

Aktivnost profesionalnih posmatrača i istraživača dopuniće uvek vredan i koristan rad amatera-astronoma. Njihova pomoć će biti dragocena, tako da i ovaj vid aktivnosti treba smatrati osnovnim i važnim. Naravno da amateri nisu snabdeveni skupim visokotačnim teleskopima i priborima, tako da se od njih prvenstveno očekuje doprinos u klasičnim astronomskim disciplinama – a to su vizuelna i fotografska posmatranja. Ti podaci će poslužiti – u prvom redu – da se vrši upoređenje sa odgovarajućim posmatranjima iz perioda 1909/10 (to će poslužiti za analizu evolucije ove komete). Podaci amatera se skupljaju preko centra u Pasadeni (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California 91109, USA).

Ako profesionalci i amateri budu dobro radili, tada će Rukovodeći centar biti srećne ruke. Šta je zadatak ovog Centra? Pre svega da koordinira aktivnost (i profesionalnu i amatersku) među raznim oblastima, kao i između IHW i raznih kosmičkih projekata. Drugi važan zadatak Centra je da prikupi sve podatke o Halejevoj kometi i da na kraju stvori Arhivu Halejeve komete (na ovom zadatku paralelno će raditi u Pasadeni i u Bambergu).

Savetovana grupa je sastavljena od 26 istaknutih stručnjaka iz 10 zemalja. Iskustvo članova te Grupe u istraživanju komete treba da bude garancija da će oni svojim savetima i autoritetom biti od velike koristi. Grupa je izabrala članove timova specijalista i sa njima će se povremeno (godišnje najmanje jedanput) sastajati da bi se procenio napredak u organizaciji posmatračke mreže i istraživanja.

Četvrti krak organizacione strukture IHW ukazuje na vezu sa kosmičkim programima. Ti programi nisu deo IHW-aktivnosti – što je svakako za žaljenje – ali se čine veliki naponi da saradnja između IHW i pojedinih kosmičkih projekata bude što jača. Veza se uspostavlja preko pojedinačnih predstavnika tih kosmičkih projekata. Zna se da će IHW snabdeti te projekte putanjskim elementima Halejeve komete, što će biti od

posebne pomoći onda kada kosmičke sonde treba da budu najbliže kometinom jezgru. U principu, kosmički programi pomoći će napore IHW, ali, ono što je najvažnije, podaci svih kosmičkih istraživanja takođe ulaze u planirani Arhiv, što će sigurno biti od ogromnog značaja.

Nacionalne organizacije istraživanja

Mnoge velike zemlje su zaključile da nije dovoljno da njihove opservatorije i stručnjaci budu pojedinačno vezani sa IHW, nego, zbog veće efikasnosti, njihovu aktivnost treba još organizovano potpomoći i koordinirati i u granicama tih država. Tako su Francuska, Sovjetski savez, Velika Britanija i Kina stvorili svoja koordinaciona tela. Tome treba dodati da je centar u Pasadeni istovremeno i američko koordinaciono telo.

Pogledajmo, kao primer, sovjetsko koordinaciono telo — čija je skraćena SOPROCH. Ona je stvorena 1981. godine, a već sledeće godine Sovjetska akademija nauka, kao nadležni organ, proglasila je sovjetski istraživački program kao regionalni u okviru IHW. Prema tome i sovjetska istraživanja se organizuju i vrše u okviru IHW. Centar sovjetskih zemaljskih istraživanja je u Kijevu, u Glavnoj astronomskoj opservatoriji Ukrajinske akademije nauka. U ovoj zemlji su stvorene dve mreže stanica: astrometrijska (od 13 opservatorija) i astrofizička (od 15 opservatorija).

Mogući plodovi IHW

O stvarnim plodovima IHW moći ćemo govoriti tek posle završetka te obimne kapanje posmatranja Halejeve komete. Zasad se, naravno, možemo ograničiti samo na procene — i to oslanjajući se prvenstveno na iskustva iz perioda 1909/10. Upoređujući sa periodom od pre 76 godina, može se tvrditi da je sadašnja organizacija znatno snažnija i materijalno obezbeđenija nego što je bila ranije. Znači da su stvoreni preduslovi, a ostaje sada samo „faktor čovek”. Videli smo kako je taj faktor bio odlučujući u periodu 1909/10: neki rezultati nikad nisu objavljeni, a kooperacija je bila slaba. A šta se može predvideti na tom polju? I ovde treba očekivati znatnije poboljšanje. Jer u poslednje vreme se jače ukorenila svest da treba što više i što brže publikovati, i da stvarnog napretka nema bez dobre saradnje i timskog rada. Da je to tako, ima više dokaza. Dakle, treba očekivati da će se Halejeva kometa, prilikom sadašnjeg svog prolaza pored Sunca, istraživati udruženim snagama. To što su se pod IHW našli svi istraživači, bez obzira kojoj državi pripadaju, govori o tome da politika verovatno neće negativno uticati na plan saradnje.

Ali, vratimo se faktoru „čovek”. Kod jedne, posebno tako glomazne organizacije kao što je IHW, učesnici obično pitaju: „Zašto treba da vam dam svoje podatke? ”. Rukovodioci IHW su pripremili ovakav odgovor: „Mi ne želimo dobiti Vaše podatke pre no što ih vi objavite na uobičajeni način!” To svakako umiruje posmatrača, jer oni zadržavaju svoja autorska prava, a kada su već nešto objavili, tada oni više ne mogu kontrolisati dalju sudbinu svojih podataka. A zašto treba dati podatke IHW—u? To je jasno: jer se organizovanje lakše dolazi do novih saznanja.

Dakle, po pravilu, IHW će koristiti samo publikovane podatke. Ali predviđaju se mogućnosti da se, prema dogovoru, odstupi od ovog generalnog stava. Naime, za potrebe kosmičkih projekata treba što brže obezbediti putanjske elemente komete, pa se planira da oni koji određuju položaje Halejeve komete odmah po dobitku posmatračkog rezultata -- ne čekajući njihovo publikovanje — dostave podatke centrima. Pritom ti posmatrači

zadržavaju svoja autorska prava i samostalno odlučuju da li će, kada i kako obelodaniti za širu astronomska javnost svoje rezultate. Treba, osim toga, očekivati da će se stvoriti i veći timovi istraživača koji će zajedno prikupljati i analizirati dobijene podatke i rezultate objaviti u međuinstitutskim časopisima. IHW će neprekidno primati obrađene, čak i neobrađene, posmatračke podatke, ali će oni biti tretirani kao tajni do 1. januara 1988. Posle toga počinje izrada jednog, tzv. Arhiva svih posmatračkih podataka, koji će biti objavljen 1989. godine (u obliku knjige, kao i na digitalno video--diskovima). Ovaj Arhiv neće biti zbornik analiza dobijenih u raznim članicama, ali će sadržati bibliografiju svih objavljenih radova. Arhiv će obuhvatiti sve redukovane podatke – verovatno u hronološkom redu. Ostaje još da se istraživači dogovore o formi objavljivanja podataka, i to u svakoj oblasti posebno. Arhiv, prema svemu, biće bogata riznica za buduća istraživanja.

IHW predviđa tzv. „Halejeve posmatračke dane”. To su dani kada se simultano posmatra u svim istraživačkim oblastima. Izabrani su takvi periodi koji obuhvataju razne delove kometine putanje u vreme kada Mesec nije iznad horizonta. Zatim birani su dani kada kometa treba da bude najbliža Zemlji, kao i kada kosmičke letilice treba da budu blizu kometina jezgra. Kao što se iz priloženog spiska vidi, prvi takvi Halejevi dani bili su između 9. i 11. decembra 1983., kada je kometa bila na 8.4 astronomske jedinice udaljena od Sunca, a poslednji će biti od 27. do 29. decembra 1987., kada će kometa biti na 7.6 astronomske jedinice od Sunca.

HALEJEVI POSMATRAČKI DANI

Period	Daljina od Sunca (u astronomskim jedinicama)
9–11 decembar 1983.	8.4
27–29 januar 1984.	8.0
23–25 mart 1984.	7.6
29–31 oktobar 1984.	5.8
21–23 decembar 1984.	5.4
13–15 februar 1985.	4.9
9–11 april 1985.	4.3
24–26 avgust 1985.	2.8
21–23 septembar 1985.	2.5
18–20 oktobar 1985.	2.1
3– 5 novembar 1985.	1.9
12–18 novembar 1985.	1.7
8–13 decembar 1985.	1.3
4– 6 januar 1986.	1.0
3– 6 februar 1986.	0.6
17–19 februar 1986.	0.6
4–18 mart 1986.	0.9
28–30 mart 1986.	1.1
6–13 april 1986.	1.3
3– 5 maj 1986.	1.7
1– 3 jun 1986.	2.1
1– 3 avgust 1986.	2.9
12–14 novembar 1986.	4.0
6– 8 januar 1987.	4.6
22–24 april 1987.	5.6
16–18 jun 1987.	6.1
27–29 decembar 1987.	7.6

I još da napomenemo da je organizacija IHW završena u 1984. godini. To je trebalo uraditi i zbog toga što je za tu godinu predviđeno posmatranje jedne komete (ime joj je Kromelin), koja je na nebu imala skoro istu putanju kao što će imati i Halejeva kometa u vreme kada treba da je susretnu kosmičke sonde. Iako je sjaj komete Kromelin skoro sto puta manji od onog koji se predviđa za Halejevu kometu, ona je dobro poslužila za testiranje funkcionisanja IHW-sistema. Prema prvim izveštajima, sistem je dobro funkcionisao. Radilo se u svih sedam disciplina, i sada je u toku obrada dobijenih podataka. Recimo samo da je u predviđenom periodu, između 25. i 31. marta 1984., u 16 zemalja sveta sa 34 opservatorije dobijen 231 kometin položaj. Najaktivnije su bile, u tim astrometrijskim merenjima, sovjetske opservatorije. U leto 1985. godine izašao iz štampe mini-Arhiv o svim prikupljenim podacima o kometi Kromelin.

Kosmički projekti za istraživanje Halejeve komete

Kao što smo već napomenuli, istraživanja Halejeve komete kosmičkim letilicama ne ulaze u IHW-program, ali postoji relativno dobra kooperacija između zemaljskih i vanatmosferskih merenja. A zašto kosmički programi nisu u IHW? Teško je na to dati jednoznačan odgovor, ali glavni razlog treba tražiti u dosta zatvorenim, da ne kažemo tajnim, aktivnostima kosmičkih agencija. U njihovim poslovima još nema takve otvorenosti kao u klasičnim zemaljskim astronomskim delatnostima. No, svejedno, važno je da je barem nekakva – iako nedovoljno jaka – koordinacija obezbeđena. Nadamo se da će ona dobro funkcionisati. Tim pre što je već napomenuto da su za kosmičke letilice neophodni podaci IHW-sistema, posebno kada je reč o položaju Halejeve komete u martu 1986.

I same kosmičke agencije su osetile da međusobno treba da koordiniraju svoju aktivnost. Zato su se u septembru 1981. sastali predstavnici agencija Sovjetskog saveza, Japana, američke NASA i zapadnoevropske ESA, i formirali međuagencijsku konsultativnu grupu (IACG). Ona radi na međusobnom obaveštavanju o mogućem povećanju efikasnosti rada i o saradnji sa IHW. Ali interesantno je napomenuti da su agencije formirale radne grupe samo za tri oblasti: prva za „okolinu” Halejeve komete (modeli gasa i prašine), druga za istraživanja plazme i treća za navigaciju letilica i za optimizaciju misija.

Očekujemo da će njihova međusobna saradnja biti uspešna. Jer ne treba zaboraviti jednu činjenicu: može IHW-sistem sjajno da funkcioniše, ali bez podataka odgovarajućih kosmičkih sondi nećemo biti u mogućnosti da učinimo dovoljno veliki novi korak u upoznavanju kometine prirode. Naravno, ne samo prirode Halejeve komete, nego, uopšte, prirode kometa kao nebeskih tela. Na to se već davno ukazuje. Zato je P. Svings (iz Belgije, koji u periodu 1964–1967 bio predsednik Međunarodne astronomske unije) još 1963. godine predložio agencijama NASA i ESRO (iz nje je nastala ESA) da organizuju barem jedan kosmički program za istraživanje kometa. Njegov predlog tada nije naišao na odziv i tek je velika popularnost Halejeve komete prosto prisilila kosmičke agencije da se pozabave i kometama.

U SAD se već odavno insistira da se organizuje kosmički „randevu” sa nekom kometom. U 1980. godini američka Nacionalna akademija nauka je, u dokumentu koji je raspravljao o strategiji istraživanja primitivnih tela Sunčeva sistema, veoma jasno istakla neophodnost uključenja kosmičke tehnike u istraživanje kometa. Stvorena je i lepa ideja da se ostvari randevu sa Halejevom kometom ili sa kometom Templ II posle prolaza sonde pored Halejeve. Ali kada je sačinjen finansijski plan, američki rukovodioci su ovakvu

misiju ocenili i rizičnom i skupom, tako da je ona odbačena. I to je razlog da su amerikanci izostali iz neposredne kosmičke trke za upoznavanje Halejeve komete. Tri agencije su odlučile da u blizini kometina jezgra pošalju sonde:

– Planeta–A je naziv akcije i sonde, koja je lansirana od strane Japanskog instituta za kosmičke i aeronautičke nauke (ISAS).

– sonda **Giotto** (Đoto) je plod saradnje zapadno–evropskih zemalja ujedinjenih u agenciji ESA (Evropska kosmička agencija), i

– sonde **Vega** su ostvarene u saradnji sovjetskog instituta za kosmička istraživanja (IKI) sa više institucija u okviru agencije Intercosmos (iz Bugarske, Čehoslovačke, Mađarske, Nemačke demokratske republike i Poljske) kao i iz Zapadne Evrope (iz Austrije, Francuske i Savezne republike Nemačke).

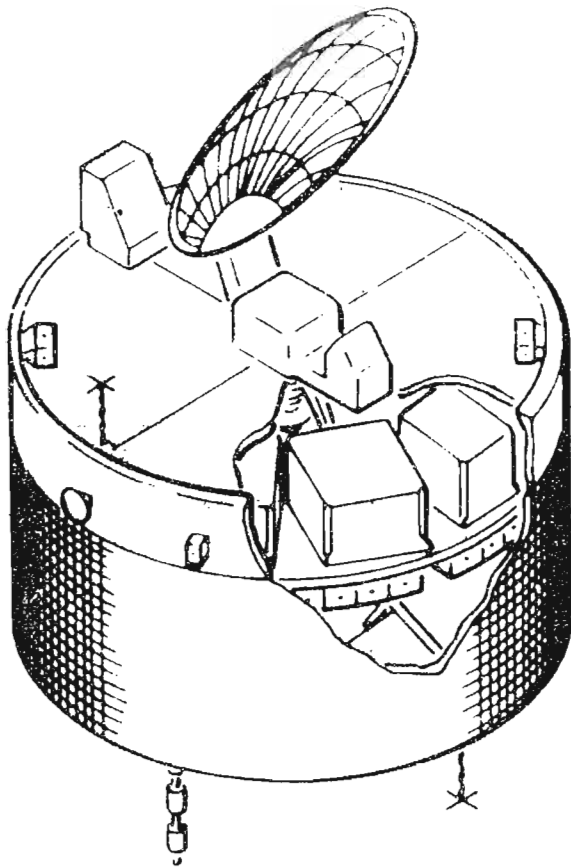
Jugoslavija, nažalost, ni u ovim neposrednim niti u posrednim kosmičkim istraživanjima Halejeve komete ne učestvuje.

U priloženoj tablici dajemo uporedni pregled nekih podataka o kosmičkim misijama.

Podaci o sondama i o njihovom susretu sa Halejevom kometom u martu 1986. godine.

Podaci	Vega–1	Planeta–A	Giotto	Vega–2
Dan prolaza pored jezgra	8. mart	8. mart	13. mart	oko 16. marta
Rastojanje od Sunca prilikom prolaza pored jezgra (u milionima kilometara)	124	124	129	139
Brzina prolaza (u km/sek)	77.7	oko 70	68.7	oko 77
Minimalno rastojanje, u ravni putanje, od kometina jezgra (u km)	oko 10000	10000–100000	500	verovatno 3000
Rastojanje iznad ili ispod kometine putanje ravni pri najmanjem rastojanju (u km)	oko 10000	10000–100000	?	verovatno 3000
Težina naučnog instrumentarija (u kg)	144.3	10	49.25	144.3

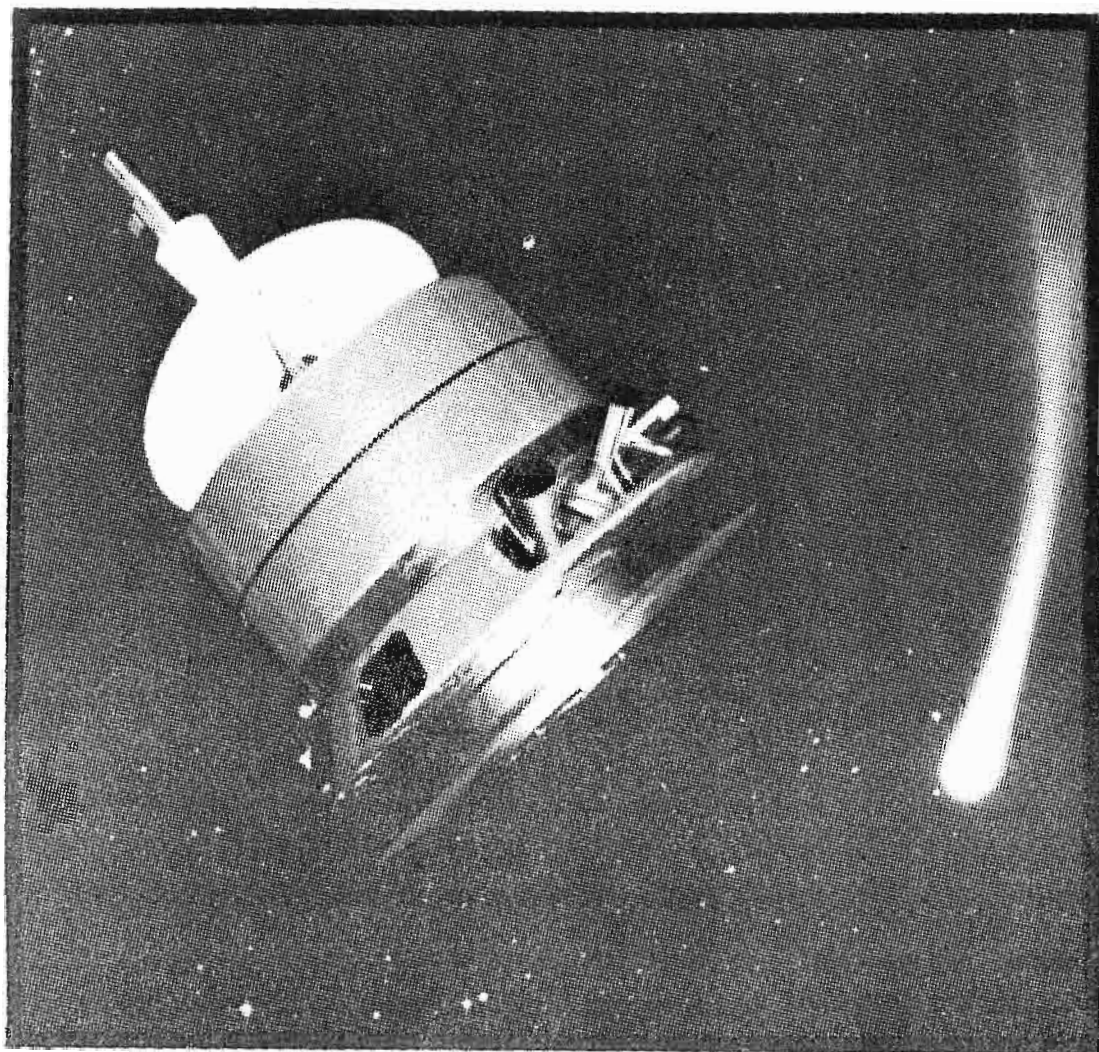
Japanski program Planeta–A – se ustvari sastoji iz istraživanja sa dve kosmičke sonde. U januaru 1985. godine lansirana je sonda, sa oznakom MS–T5, koja primarno ima druge zadatke, ali će se marta 1986. približiti Halejevoj kometi (od jezgra će biti udaljena oko 6 miliona km), i uključiti se u njeno istraživanje. Ali za upoznavanje Halejeve komete najvažnija je kosmička laboratorija „Planeta–A” (vidi Sl. 5), koja je krenula na put avgusta 1985. godine. MS–T5 i Planeta–A imaju iste instrumente, ali ova druga će se osetno više približiti jezgru nego prva. Ceo ovaj japanski program ima za prvenstveni zadatak da istražuje kometin rep, a kometu, kao celinu, da posmatra iz daljine.



Slika 5. Izgled japanske kosmičke sonde Planeta – A.

Zapadno-evropski Đoto-program je dobio naziv po umetniku Đoto di Bondone-u iz Firence, koji je 1301. godine video Halejevu kometu i nju je naslikao na jednoj fresci u Padovi. Ovaj program je najrizičniji jer planira prolaz pored kometina jezgra na rastojanju od svega 500 km, i to na prostoru između jezgra i Sunca. Kao što ćemo videti kasnije, rizik je velik zbog toga što je, s jedne strane, veoma teško sa dovoljnom tačnošću odrediti položaj kometina jezgra, i, s druge, neće li optika sondine kamere stradati od prašine pre no što stigne u blizinu jezgra. Vidi se da je program prvenstveno orijentisan ka izučavanju samog jezgra (veličina, oblik, površinske karakteristike, period rotacije, položaj rotacione ose, izliv materije) iz neposredne blizine. Ali ima i drugih zadataka: istraživanje kome (stvaranje i razvoj molekula gasa i čestica prašine), i drugo. Sonda (vidi Sl. 6 i 7) je krenula u susret Halejevoj kometi krajem jula 1985. godine.

Od svih kosmičkih programa najambiciozniji i najraznovrsniji je sovjetsko-međunarodni Vega-program (naziv potiče od povezivanja reči Venera i Galej – kako Rusi izgovaraju Halejevo ime). Program predviđa lansiranje dve sonde: Vega-1 i Vega-2 (Sl. 8), koji imaju i isti instrumentarij i iste zadatke. Obe sonde su već krenule. Sredinom juna 1985. su prošle pored planete Venere, na rastojanju od oko 30 000 km, i spustila na njenu površinu merne aparate (ovaj eksperiment se ostvaruje u okviru sovjetsko-francuske saradnje). Zatim su produžili ka Halejevoj kometi. Vega-1 će biti najbliže kometinom jezgru već 8. marta 1986., a Vega-2 oko nedelju dana kasnije (Vega-2 izvršava međunarodni program). Kod prolaza Vega-2 pored kometinog jezgra koristiće se iskustva stečena sa Vegom-1. Cilj Vega-programa je daljinska detekcija raznovrsnih pojava na kometi. To praktično znači da autori programa žele da upoznaju kometino „srce” sa većih daljina, a ne iz blizine. Kao što smo već u vezi Đoto-vog programa rekli, prašina može da bude veoma velika preporuka u upoznavanju jezgra. Đoto se približava jezgru na oko 500 km, a Vega će posmatrati sa osetno veće daljine. Kako Vega želi da nadoknadi

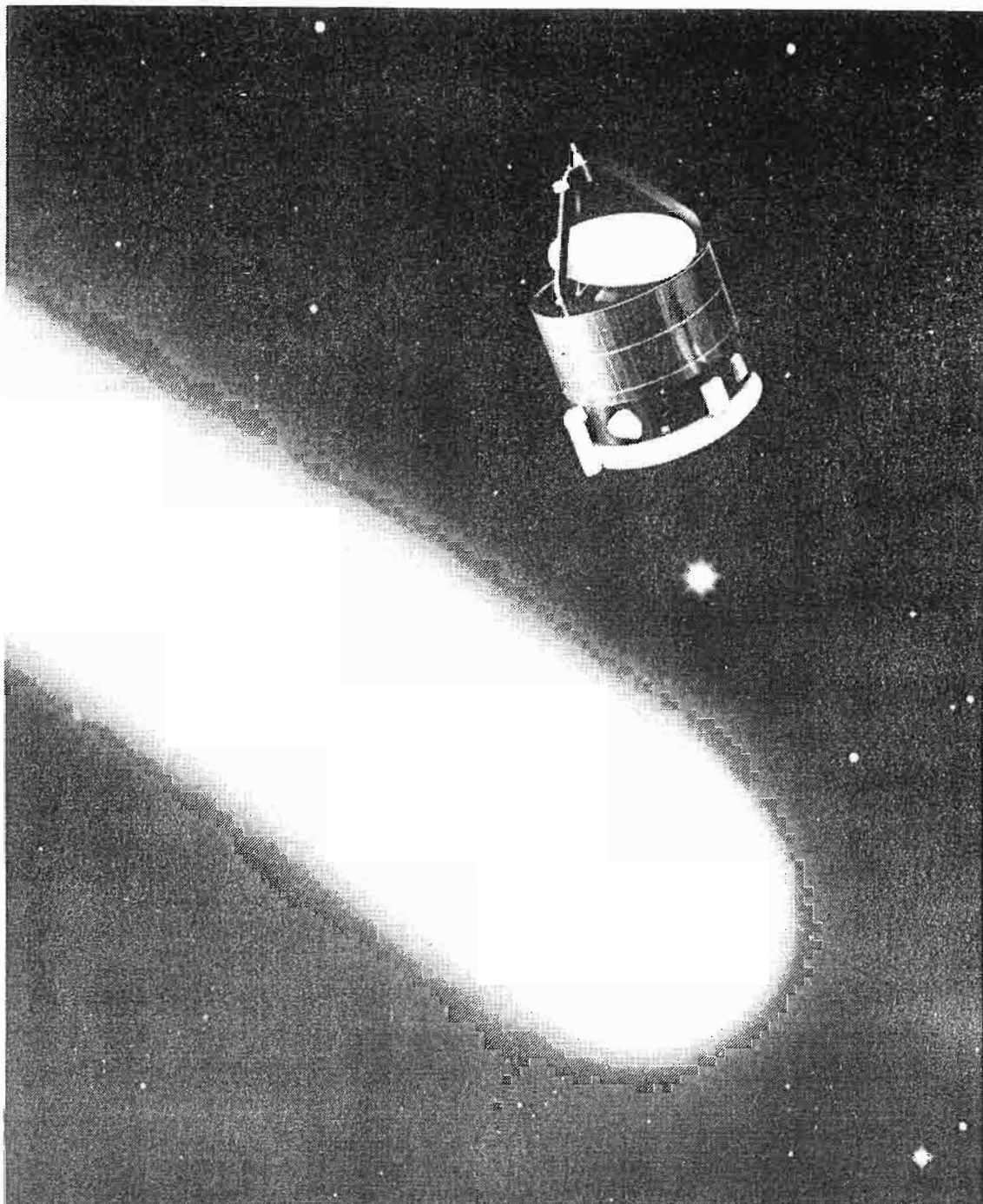


GIOTTO

Slika 6. Izgled zapadnoevropske kosmičke sonde Đoto u laboratoriji

Đoto-ovu moguću prednost blizine jezgra? Odgovor je: dužim i raznovrsnijim merenjima. Uzmimo samo primer jednog pribora, kamera – koja u obe sonde ima slične karakteristike. Kamere na Vegi će duže posmatrati jezgro – odnosno centralni deo kome – pa se predpostavlja da će se time dobiti kompletnija slika o jezgru (pitanje je, recimo, da li je za vreme relativno kratkog Đoto-vog prolaza pored jezgra moguće dobiti dovoljno informacija o rotaciji i o položaju rotacione ose jezgra). Zbog dužeg vremena integracije podataka, kamere na Vegi će sakupiti važne podatke o gasovitim komponentima CN i C₂, što Đoto ne može dati (Đoto-kamera je programirana samo za posmatranje OH-molekula).

Da dalje ne nabrajamo prednosti i slabe strane jednog ili drugog programa, i pojedinih instrumenata, samo da napomenemo da navedena tri predviđena kosmička programa na svoj način žele da ispituju Halejevu kometu i naravno svaki program nosi određeni rizik sa sobom.

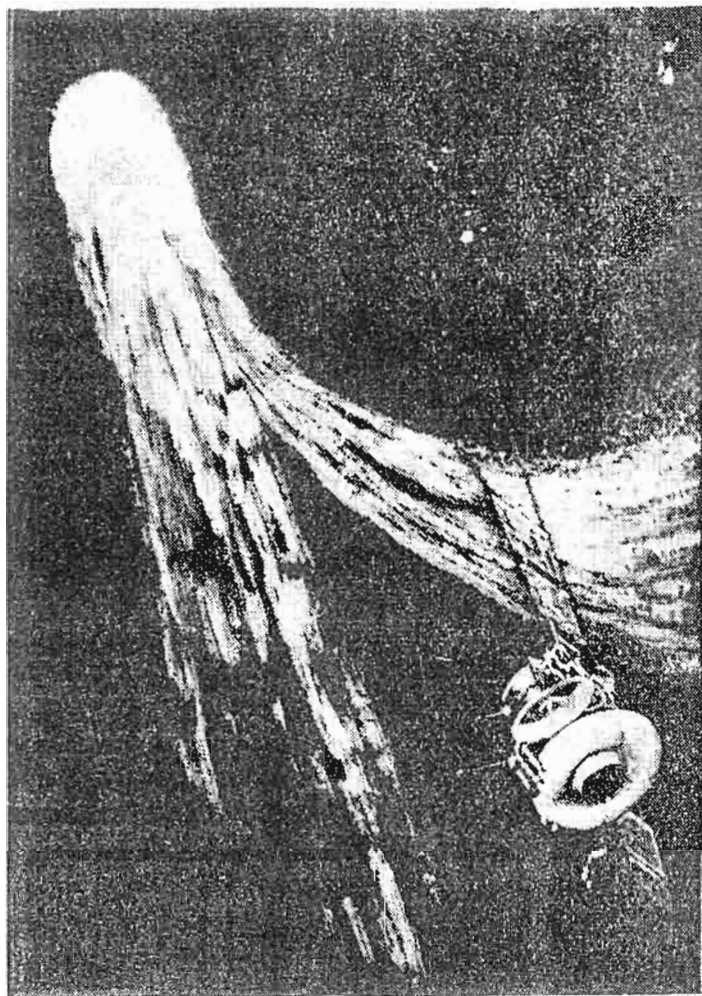


Slika 7. Umetnička predstava susreta kosmičke sonde Đoto sa jezgrom Halejeve komete (oko 4 časa pre no što budu međusobno najbliži)

Rečeno je da kod Đoto-sonde veoma važno odrediti tačan položaj jezgra. Da bismo razumeli ovaj problem, pogledajmo nekoliko podataka.

U kretanju Halejeve komete davno su uočene nepredvidiva odstupanja – kometa nekad žuri, a nekad uspori svoj let u prostoru – i na osnovu toga je F.V.Besel već 1835. godine skrenuo pažnju da u kretanju svih kometa igraju ulogu tzv. repulzivni (odbojni) efekti. To znači da osim gravitacionih sila – dakle, uticaja poznatih članova Sunčeva sistema – u kreiranju kometinih putanja učestvuju i tzv. ne-keplerovske sile. Koje su to? Tačnog i sveobuhvatnog odgovora nema. Računa se da glavne izvore tih sila treba tražiti u

samom jezgru — najverovatnije prvenstveno u sublimaciji vode i drugih molekula, koja je različita na raznim rastojanjima komete od Sunca.



Slika 8. Umetnička predstava susreta Halejeve komete i sonde Vega.

Uzimajući u obzir poznate gravitacione uticaje, izračunata je putanja Halejeve komete, na kojoj bi trebalo da se kreće u toku svog sadašnjeg prolaza pored Sunca. Kada je pronađena 1982. godine, ona je od predviđenog položaja bila udaljena na nebeskoj sferi svega 8 lučnih sekunada. To je relativno mala greška, ali ukazuje da putanju ipak ne znamo sasvim tačno — i to verovatno zbog nepoznavanja nęgravitacionih sila.

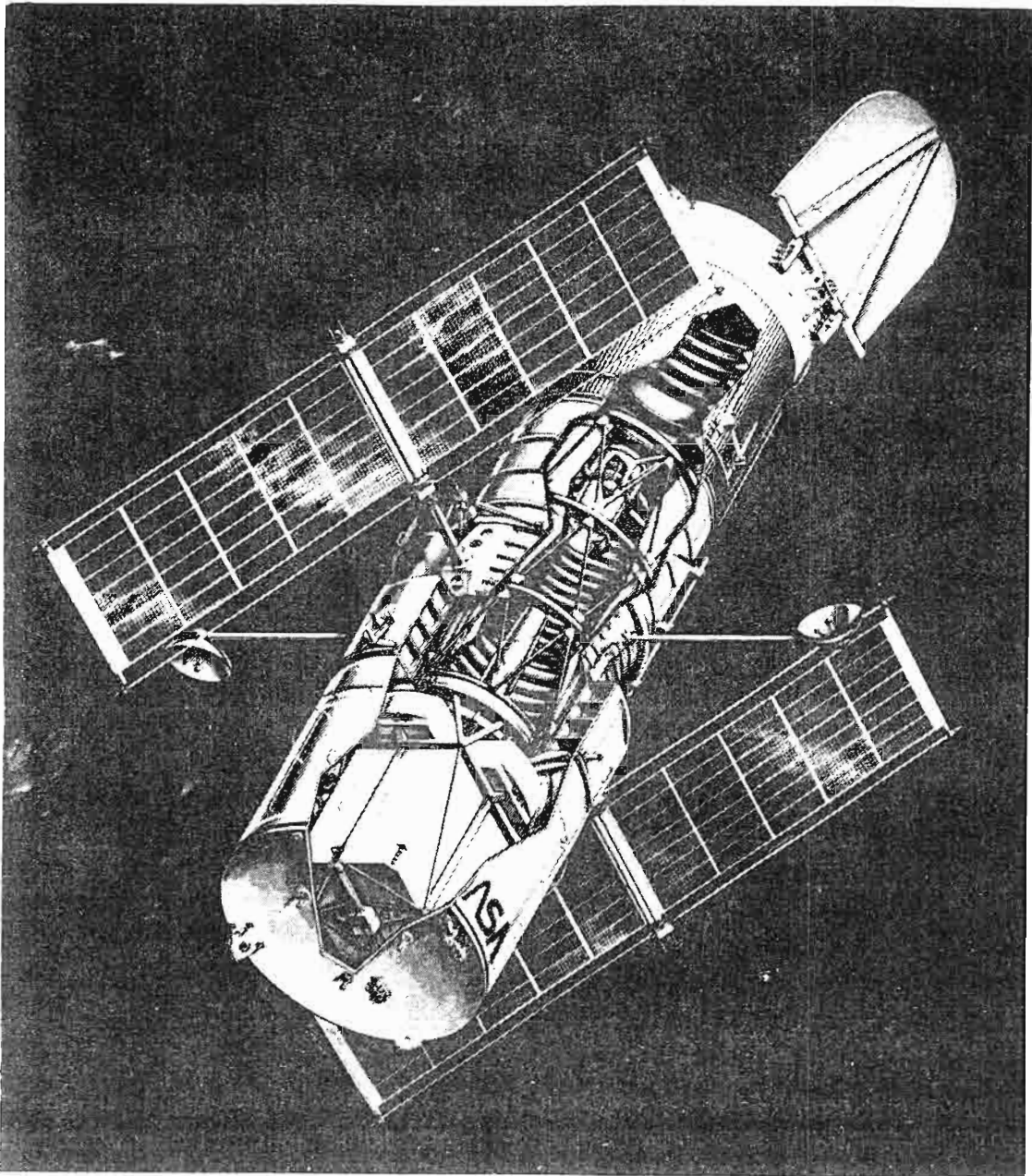
Procenjuje se da prostorni položaj jezgra Halejeve komete početkom 1985. godine bio poznat sa tačnošću od oko 100 000 km. Ova tačnost sigurno ne može da zadovolji potrebe kosmičkih agencija. Ali stanje krajem 1985. godine bilo je osetno bolje: nesigurnost je svega oko 2000 km. To je verovatno maksimalna tačnost što može da osigura IHW-mreža. Naravno i ta tačnost nije dovoljna za Đoto-sondu. Pomoć će se prvenstveno tražiti od sonde Vega-1. Ona će biti najbliža jezgru 8. marta 1986., pa će na osnovu njenog položaja i njenih merenih vrednosti biti moguće odrediti tačniji položaj jezgra — sa greškom možda manjom i od 100 km — a zatim će se popraviti položaj same Đoto-sonde, da stigne na precizno određeni položaj u odnosu na jezgro. Kao što znamo, Đoto-sonda doći će u blizinu jezgra oko 5 dana posle Vega-1. Ali za popravku putanje Đoto-sonde koristiće se ne samo podaci Vega-1, nego i informacije o merenjima Kosmičkog teleskopa (od 240 cm prečnika objektiva).

Programi Planeta--A, Đoto i Vega su planirani prvenstveno za istraživanje Halejeve komete. Sonda tih programa – ukupno pet – približiće se, kako, koji kometinom jezgru.

Ali, Halejevu kometu istraživaće ne samo ove, nazovimo ih, specijalne sonde, nego i neke druge kosmičke laboratorije koje već sada vrše, ili će u vreme glavne Halejeve kampanje, vršiti određena merenja u kosmosu. Evo nekih podataka o tome.

Kosmički teleskop prati kometu

NASA će uskoro lansirati Kosmički teleskop sa prečnikom glavnog ogledala od 240 cm (Sl. 9). To je moćan teleskop, koji će po svojim mogućnostima – ne zaboravimo da će se on nalaziti u bezvazдушnom prostoru – prevazići sve zemaljske teleskope. Pored



Slika 9. Verovatni izgled Kosmičkog teleskopa.

mnoštva raznih ciljeva, on će imati i zadatak da posmatra, naravno sa većih daljina, i Halejevu kometu. Već je rečeno da će i ovaj teleskop određivati položaj kometina jezgra, pa tako pomoći orijentaciju Đoto-sonde. U aprilu 1986. godine kada razdvojna moć kamere ovog teleskopa bude oko 30 km – a to je dovoljno da se izučavaju detalji rasporeda molekularne plazme i njihove promene u toku vremena – stvoriće se „film” o aktivnosti plazme kometine u toku aprila 1986. – ovo će dobro doći između ostaloga i za verifikaciju zemaljskih posmatranja (posle cele kampanje posmatranja Halejeve komete, biće verovatno moguće pouzdanije reći za koja istraživanja treba koristiti kosmičku, a za koja je dovoljna i zemaljska tehnika). Kosmički teleskop će imati mogućnosti da istražuje sastav komete – posebno je važno utvrditi prisustvo vode – zatim da odredi dimenzije komete i repa, itd.

Navedimo i to da će na jednom američkom šatlu biti postavljeni ultravioletni teleskopi koji će posebno istraživati Halejevu kometu u martu 1986. Od tih treba očekivati značajne podatke o sastavu, posebno o prisustvu vodene pare. Naime tri fotodisociaciona produkta vode – to su: H, OH i O – dobro se uočavaju u ultravioletnoj oblasti spektra. Kosmička ultravioletna opservatorija IUE je na osnovu merenja ova tri produkta već uspela dokazati da je voda glavni sastojak komete, da kometino jezgro ima u osnovi homogenu strukturu i da sve komete (barem one koje poznajemo) imaju približno isti sastav (razlika je samo u relativnom odnosu količine gasa i prašine, kao i prisustvu CO). Zato od daljih ultravioletnih istraživanja treba mnogo očekivati.

I druge kosmičke laboratorije, koje će u martu 1986. biti u kosmosu, imaju neke zadatke za istraživanje Halejeve komete. Svi ti kosmički podaci – i oni dobijeni specijalnim sondama i oni od drugih sonde – sigurno će potvrditi sadašnje uverenje da je komete neophodno istraživati ovom tehnikom. Bez kosmičke tehnike ne može biti znatnog napretka u upoznavanju Halejeve komete, i komete uopšte.

NASA planira posmatranje Halejeve komete i iz viših slojeva Zemljine atmosfere. Takva merenja imaju izvesnu prednost u odnosu na ona sa Zemljine površine. Ako se ta posmatranja ostvare, ona će dati jedine informacije o zračenjima u infracrvenom delu spektra – posebno u dalekim infracrvenim delovima.

Treba li ujediniti snage za istraživanje Halejeve komete?

Nastojali smo da na ovo pitanje – navođenjem niza argumenata – odgovorimo sa „da” Videli smo, naime, da komete tako brzo menja svoje karakteristike da je apsolutno potrebno sa više teleskopa i u različitim vremenima vršiti posmatranja. Za potpunije upoznavanje komete treba koristiti različitu tehniku – i na zemljinoj površini i u kosmosu. Kosmička tehnika treba pomoć zemaljske tehnike. A bez približavanja kometinom jezgru – a to je moguće samo kosmičkom tehnikom – nemoguće je očekivati brz napredak u upoznavanju komete.

Sve, dakle, govori u prilog ujedinjavanju snaga. A to se i ostvaruje. Veruje se da ni uspeh neće izostati. Ali bez obzira šta će na kraju biti, sigurno je da nikad u ljudskoj istoriji jedno nebesko telo nije dočekano tako organizovano, sa toliko istraživača, instrumenata i pribora, kao što je sada slučaj sa Halejevom kometom. Treba se nadati da će ova saradnja plodno delovati na buduće istraživačke planove, da će i u drugim istraživačkim oblastima doći do tako jakog, opšteastronomskog, ujedinjavanja snaga.

VIDLJIVOST HALEJEVE KOMETE U PERIODU novembar 1985. – maj 1986. godine

Mada se u ovom prolazu Halejeva kometa neće videti ni izbliza onako kao prilikom ranijih prolaza, ipak, kako je sledeći randevu zakazan tek za 76 godina, donosimo podatke neophodne za njeno posmatranje iz naših krajeva.

Zaista bi bilo bolje da Halejevu kometu možemo da posmatramo sa južne polulopte Zemlje, ali iako izostaje spektakl, oni uporniji i opremljeni bar dvogledom imaju priliku da krajem 1985. i početkom 1986. godine budu svedoci retke pojave. Podaci koje objavljujemo izračunati su na osnovu najnovijih merenja položaja Halejeve komete i iz toga usvojenih elemenata njene orbite.

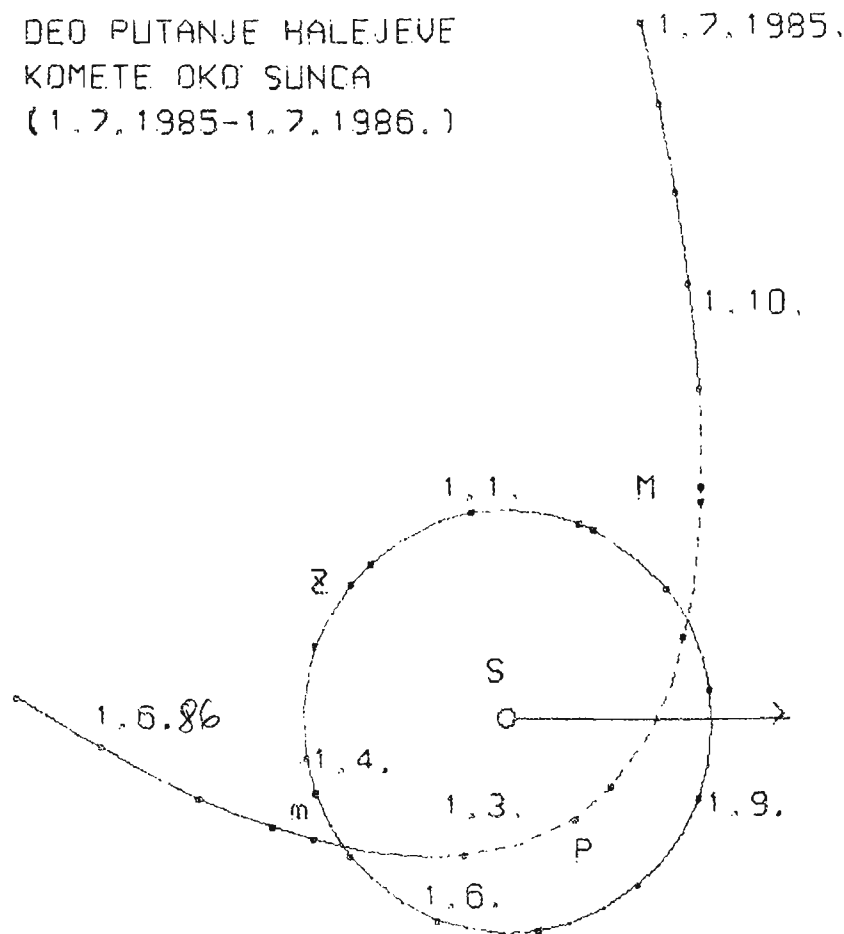
KOMETA IZ MESECA U MESEC

Novembar 1985. godine

Sjaj komete u centru raste, izražen u magnitudama (M_2 u Tabeli 1), pada ispod 10, što znači da se može posmatrati i snimati već i manjim teleskopima. Kako se menja rastojanje Halejeve komete od Sunca (R_s) i Zemlje (R_z) vidi se u tabeli. Oba podatka data su u astronomskim jedinicama (AJ). Astronomska jedinica je mera za rastojanje koja je približno jednaka srednjem rastojanju Zemlje od Sunca. Jedna astronomska jedinica ima nešto manje od 150 miliona kilometara.

Minimalno rastojanje komete i Zemlje, pre prolaska pored Sunca bilo je 27.11.1985. godine i iznosilo oko 95 miliona kilometara. Iako se čini velikim, treba reći da je ovo rastojanje relativno malo, mada se dešavalo da Halejeva kometa prođe pored Zemlje i na manjim udaljenostima. Posmatranja, u novembru 1985. godine bila su moguća praktično tokom cele noći.

DEO PUTANJE HALEJEVE
KOMETE OKO SUNCA
(1.7.1985-1.7.1986.)



Slika 1. Ovaj kompjuterski crtež predstavlja deo putanje Halejeve komete (deo elise) oko Sunca u periodu 1. jul 1985.-1. jul 1986. godine. U istom periodu prikazana je i putanja Zemlje (krug). Položaji komete i Zemlje obeleženi su svakog prvog dana u mesecu, a pored toga obeležena su još i tri karakteristična položaja: M (minimalno rastojanje između Zemlje i komete u njenom dolasku - 27.11.1985.), m (minimalno rastojanje Zemlje i komete u odlasku - 11.4.1986.) i P (Halejeva komete u perihelu - minimalnom rastojanju od Sunca - 9.2.1986. U tom trenutku Zemlja je u tački Z). Za procenu rastojanja može da posluži podatak da je poluprečnik kruga približno 150 miliona kilometara.

Decembar 1985. godine

Sjaj komete raste tako da je vidljiva i manjim teleskopima i durbinima. Kako ugao između komete i Sunca, gledano sa Zemlje, postaje sve manji i broj posmatračkih sati se smanjuje. Generalno rečeno komete se početkom decembra vidi od sumraka do oko ponoći, a krajem meseca svega par sati posle sumraka i sve niže iznad horizonta. Sjaj komete se povećava zato što je sve bliže Suncu, i rep joj postaje sve duži. Na nesreću, rastojanje između komete i Zemlje se postepeno povećava, pa komete nije onoliko sjajna koliko bi bila kada bi Zemlja bila u povoljnijem položaju. Nepovoljna okolnost je i to što se komete sve više približava ravni ekliptike (u kojoj Zemlja obilazi oko Sunca), a za posmatrače na severnoj polulopti naše planete povoljnija za posmatranje su ona nebeska tela koja se nalaze visoko iznad te ravni.

Tabela 1. Osnovni efemeridski podaci o Halejevoj kometi u periodu 1.11.1985.–28.5.1986. godine. Svi podaci osim podataka u posljednje dve kolone odnose se na Oh Svetskog vremena (TU). Oznake su: ALFA i DELTA (nebeske ekvatorske koordinate komete), Rz (rastojanje Halejeve komete od Zemlje u astronomskim jedinicama, (1 AJ iznosi oko 150,000,000 km), Rs (rastojanje komete do Sunca, u astronomskim jedinicama), M1 (ukupni sjaj komete u prividnim veličinama) i M2 (sjaj komete u jezgru). VISINA i AZIMUT komete se odnose na početak svitanja (podaci obeleženi zvezdicom) ili početak noći. Drugim rečima odnose se na trenutak kada se Sunce nalazi 6 stepeni ispod horizonta.

TABELA br 1

H A L E J E V A K O M E T A 1985/86											
DATUM	ALFA (h min)		DELTA ($^{\circ}$ ')		Rz (AJ)	Rs (AJ)	M1	M2	UGAD SA SUNCEM($^{\circ}$)	VISINA ($^{\circ}$)	AZIMUT ($^{\circ}$)
1.11.1985.	5	21	21	46	1.07	1.92	8.9	10.5	137.6	42*	79*
9.11.1985.	4	40	22	10	0.86	1.81	8.0	9.7	154.9	28*	94*
13.11.1985.	4	12	22	2	0.77	1.75	7.6	9.4	165.5	19*	103*
17.11.1985.	3	36	21	25	0.70	1.69	7.2	9.0	176.9	9*	111*
21.11.1985.	2	55	20	5	0.65	1.63	6.9	8.7	168.1	15	256
25.11.1985.	2	10	17	54	0.63	1.57	6.6	8.5	153.3	23	268
29.11.1985.	1	25	15	0	0.63	1.51	6.3	8.3	138.1	32	281
3.12.1985.	0	44	11	46	0.65	1.45	6.2	8.2	123.6	39	296
7.12.1985.	0	8	8	38	0.70	1.39	6.1	8.2	110.3	44	311
11.12.1985.	23	39	5	52	0.76	1.33	6.0	8.1	98.6	47	327
15.12.1985.	23	16	3	33	0.83	1.27	6.0	8.1	88.3	47	342
19.12.1985.	22	57	1	39	0.91	1.21	5.9	8.1	79.2	47	355
23.12.1985.	22	42	0	6	0.99	1.15	5.7	8.1	71.1	45	7
27.12.1985.	22	29	-1	12	1.07	1.08	5.6	8.0	63.6	43	17
31.12.1985.	22	18	-2	17	1.15	1.02	5.4	7.9	56.7	40	27
4.1.1986.	22	9	-3	13	1.22	0.96	5.2	7.8	50.2	36	35
8.1.1986.	22	1	-4	2	1.30	0.90	5.0	7.6	44.0	32	42
12.1.1986.	21	53	-4	47	1.36	0.84	4.7	7.4	37.9	28	48
16.1.1986.	21	46	-5	30	1.42	0.79	4.4	7.2	32.1	24	54
20.1.1986.	21	39	-6	13	1.47	0.73	4.1	7.0	26.3	19	60
24.1.1986.	21	32	-6	56	1.51	0.69	3.8	6.8	20.6	14	65
28.1.1986.	21	25	-7	42	1.54	0.65	3.5	6.6	15.1	9	69
1.2.1986.	21	18	-8	31	1.56	0.62	3.2	6.4	10.1	4	74
5.2.1986.	21	10	-9	24	1.56	0.60	3.0	6.2	6.7	NE VIDI SE	
9.2.1986.	21	3	-10	21	1.55	0.59	2.9	6.1	7.8	NE VIDI SE	
13.2.1986.	20	56	-11	22	1.52	0.59	2.9	6.1	12.3	4*	290*
17.2.1986.	20	49	-12	28	1.47	0.61	3.0	6.2	17.7	6*	294*
21.2.1986.	20	42	-13	38	1.41	0.64	3.2	6.3	23.3	8*	298*
25.2.1986.	20	35	-14	53	1.34	0.68	3.4	6.5	29.1	9*	302*
1.3.1986.	20	28	-16	14	1.26	0.72	3.7	6.6	34.9	11*	306*
5.3.1986.	20	21	-17	45	1.17	0.77	3.9	6.7	40.9	12*	310*
9.3.1986.	20	13	-19	27	1.08	0.83	4.1	6.9	47.0	12*	314*
13.3.1986.	20	4	-21	26	0.98	0.89	4.3	6.9	53.4	13*	319*
17.3.1986.	19	53	-23	49	0.88	0.95	4.4	7.0	60.4	13*	324*
21.3.1986.	19	40	-26	44	0.78	1.01	4.5	7.0	68.0	12*	330*
25.3.1986.	19	20	-30	24	0.68	1.07	4.5	6.9	76.8	11*	337*
29.3.1986.	18	52	-35	0	0.58	1.13	4.5	6.9	87.2	9*	346*
2.4.1986.	18	7	-40	28	0.50	1.19	4.5	6.8	100.0	5*	357*
6.4.1986.	16	56	-45	41	0.44	1.26	4.5	6.7	115.6	NE VIDI SE	
10.4.1986.	15	16	-47	29	0.41	1.32	4.6	6.8	132.5	NE VIDI SE	
14.4.1986.	13	35	-43	22	0.43	1.38	5.0	7.0	145.8	NE VIDI SE	
18.4.1986.	12	25	-35	59	0.48	1.44	5.5	7.5	149.1	NE VIDI SE	
22.4.1986.	11	41	-28	50	0.56	1.50	6.1	8.0	144.0	10	330
26.4.1986.	11	14	-23	9	0.67	1.56	6.6	8.5	136.6	19	338
30.4.1986.	10	57	-18	52	0.78	1.62	7.2	9.1	129.4	25	346
4.5.1986.	10	45	-15	38	0.90	1.68	7.7	9.5	122.9	29	355
8.5.1986.	10	37	-13	12	1.03	1.74	8.2	10.0	117.1	32	3
12.5.1986.	10	32	-11	19	1.15	1.79	8.6	10.3	111.8	33	11
20.5.1986.	10	26	-8	42	1.42	1.91	9.4	11.1	102.3	33	25
28.5.1986.	10	24	-7	4	1.68	2.02	10.1	11.7	93.9	31	37
5.6.1986.	10	24	-6	3	1.94	2.13	10.7	12.2	86.2	27	48

Januar 1986. godine

Halejeva kometa je veoma loše vidljiva početkom 1986. godine. U trenutku početka noći kometa će već biti negde između juga i jugozapada, nisko na horizontu i pošto joj sjaj raste mogla bi se videti, ali samo ako atmosfera pri horizontu bude veoma čista. To baš i nije nemoguće, pogotovu ako temperatura bude niska preko dana i ako se, naravno posmatranja ne vrše iz velikih gradova, ili u blizini velikih zagađivača atmosfere. Još bolji uslovi za posmatranje mogli bi da se očekuju sa većih visina.

Prvih dana 1986. godine kometa će „preseći” rastojanje na kome se Zemlja kreće oko Sunca, rep će joj postati još duži, a glava veća, no malo ugaono rastojanje od Sunca zaista onemogućuje njeno posmatranje ne samo iz naših krajeva već sa Zemlje uopšte.

Februar 1986. godine.

Prvih dana februara kometa se „seli” na jutarnje nebo. To znači da će se videti neko vreme, manje od sata, pre izlaska Sunca na istočnom delu horizonta. Mala visina komete ograničiće mogućnost da je nesmetano posmatramo, mada je sjaj komete u drugoj polovini februara najveći, i da se kojim slučajem nalazi više iznad horizonta mogla bi se veoma lepo videti i slobodnim okom. Posmatrača sa južne zemljine polulopte imaće priliku da znatno više uživaju u lepoti Halejeve komete i veoma dugom repu, koji će se u februaru prostirati do onolike veličine koliko bi na nebu zauzelo bar dvadesetak likova Meseca. Na najmanje rastojanje od Sunca kometa će stići 9.2.1986. godine, ali će u tom trenutku Zemlja biti upravo na suprotnoj strani u odnosu na našu zvezdu. Ovo se nije dogodilo u prošlom prolazu komete oko Sunca 1910. godine, a neće se dogoditi ni u narednom prolazu 2061. godine.

Mart 1986. godine

I u martu se kometa diskretno pomalja na jugoistočnom horizontu oko sat pre početka svitanja. Sjaj se postepeno smanjuje, ali pošto će početkom marta visina komete biti oko 13 stepeni (u trenutku svitanja) tada su šanse da se ona vidi slobodnim okom, ako to uopšte bude moguće, najveće. Iako ugaono rastojanje do Sunca sve više raste, zbog toga što sve više putanja komete odlazi ispod ravni ekliptike, vreme koje će nam stajati na raspolaganju da posmatramo kometu se smanjuje i krajem marta ona nestaje sa našeg horizonta. To će biti i najbolji trenuci posmatranja komete sa južne hemisfere. Oko 20.3.1986. godine Halejeva kometa ponovo „preseca” rastojanje na kome se Zemlja kreće oko Sunca.

April 1986. godine

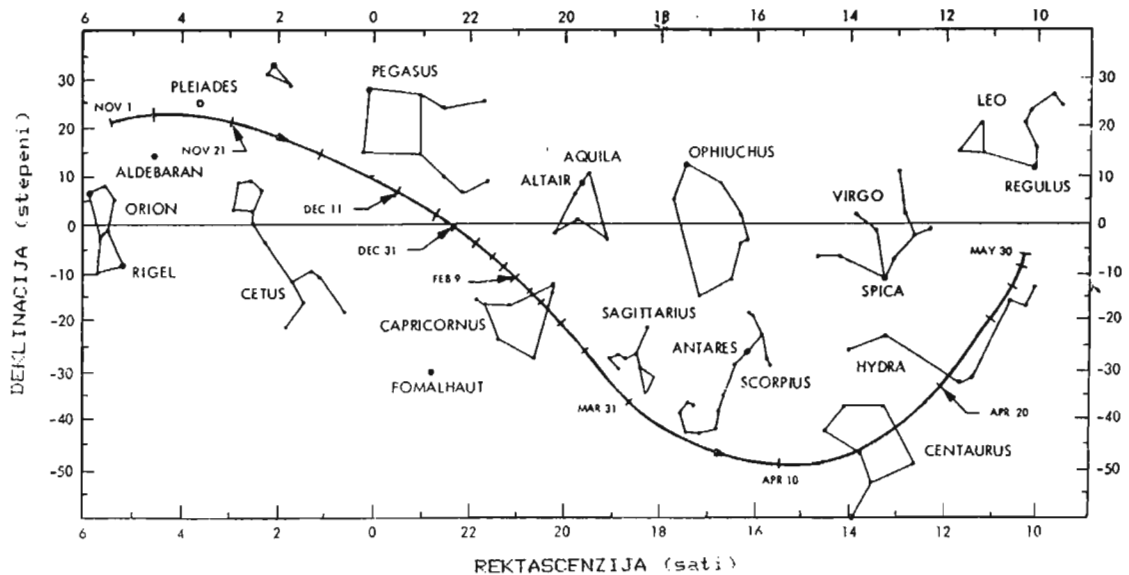
U provoj polovini aprila kometa se iz Jugoslavije, kao uostalom i iz cele Evrope, neće videti. Tek u drugoj polovini meseca ona će se ponovo pojaviti na noćnom nebu, naglo gubeći u sjaju. U međuvremenu, 11.4.1986. godine, kometa će proći ponovo relativno blizu naše planete. Ovog puta rastojanje će iznositi „svega” oko 60 miliona kilometara. U ovom prolazu Halejeve komete Zemlja neće, kao što je to bio slučaj 1910. godine, proći kroz njen rep. No iskustvo od prošlog „susreta” nam pokazuje da se čak ni tada ništa posebno ne bi dogodilo.

Majsko druženje sa kometom biće, za većinu „običnih” ljubitelja nebeskih pojava, i poslednja prilika da je makar i kroz neki teleskop (na primer onaj na terasi Narodne opservatorije, na Kalemegdanu) još nekoliko puta pogledaju. Veliki vremenski interval koji će nas deliti do ponovnog susreta sigurno je dopunski motiv za nešto manje noćnog sna i druženje sa najvećom kosmatom lualicom Sunčevog sistema.

KOMETI U TRAG

Pronaći na nebu objekt tako malog sjaja, kakvog će Halejeva kometa biti u većem delu ovog prolaska pored Sunca, nije ni malo jednostavan problem čak i za one koji u tome imaju izvesno iskustvo. Svima koji nisu često tragali za diskretnim nebeskim svetiljkama može se preporučiti relativno jednostavan postupak. Najpre je potrebno naći što bolju zvezdanu kartu, ili još bolje zvezdani atlas. Već i letimičan pregled podataka iz tabele br. 1 pokazuje da su u dovoljno bliskim vremenskim intervalima date nebeske koordinate (alfa i delta) Halejeve komete. Na svakoj zvezdanoj karti, ili atlasu nalaze se ucrtane zvezde u istim tim koordinatama. Alfa (rektascenzija) je po obodu karte, ili u osnovi dela neba predstavljenog u atlasu, a delta (deklinacija) se nanosi prema centru karte. Sledeći korak je da se koordinate iz tabele što preciznije unesu u kartu i uoče sjajnije zvezde koje se nalaze u njenoj blizini datog dana. Taj manji sektor neba može se precrtati i koristiti (slično orijentirima na zemlji pomoću kojih se opisuje položaj nekog tela) pri traganjima i posmatranjima komete. Za vežbu dobro je i pre nailaska komete upoznati oblast neba u kome će se ona videti.

Posmatranje dvogledom daleko povećava mogućnosti, ali treba navići na njegovo korišćenje za noćna posmatranja. Kao preka potreba nameće se da se dvogled osloni i učvrsti, kako slika ne bi podrhtavala.



Slika 2. Na ovoj slici je predstavljen „put” Halejeve komete kroz sazvežđa od 1.11.1985. do 30.5.1986. godine. Na horizontalnoj osi nanete su rektascenzije (u satima), a na vertikalnoj deklinacije (u stepenima). Slika je preuzeta iz THE COMET HALLEY HANDBOOK, NASA, 1981.

Pravo zadovoljstvo predstavlja trajno sačuvana uspomena na susret „za jednom u životu”, utoliko veće ako bi bila načinjena vlastitim rukama. Načiniti fotografiju komete, čak i kada se radi o jednoj od najvećih i najsajnijih nije, međutim nimalo lako. Za uspešan snimak neophodno je pratiti lagano pomeranje nebeskih tela (prouzrokovano rotacijom Zemlje) u toku produžene ekspozicije. Dužina ekspozicije zavisi od mnogo faktora, a odlučujući su prečnik upotrebljenog fotografskog sistema i njegova žižna daljina, kao i sam sjaj objekta snimanja. Za one koji nemaju iskustva u astrofotografiji, preporučujemo da se konsultuju sa profesionalcima, ili astronomima—amaterima, koji su se u ovoj oblasti već oprobali. Na mnoga pitanja u vezi sa ovom problematikom odgovore daje i knjiga Aleksandra Tomića: „ASTROFOTOGRAFIJA”, izdanje AAD Sarajevo, koja se može naći i u knjižarama. Ako i pored truda rezultat izostane ostaje uteha da će Halejeva kometa 1985/86. godine biti na meti mnogih astronoma i da će njeni snimci preplaviti mnoge stranice ne samo astronomskih časopisa.

HRONOLOGIJA PROLASKA HALEJEVE KOMETE

(važniji datumi i karakteristični položaji Halejeve komete u periodu od novembra 1985. do kraja maja 1986. godine)

- 01.11.1985. kometa je u blizini Krab magline u sazvežđu Bik
- 10.11.1985. kometa je oko 5 stepeni severno od najsajnije zvezde u sazvežđu Bik
- 16.11.1985. kometa se nalazi oko 3 stepena južno od Vlačića
- 17.11.1985. kometa ulazi u sazvežđe Ovan
- 25.11.1985. kometa prolazi oko 3 stepena južno od najsajnije zvezde u Ovnu
- 26.11.1985. prolazi oko 3 stepena južno i od druge zvezde po sjaju u Ovnu
- 27.11.1985. kometa ulazi u sazvežđe Ribe
- 27.11.1985. rastojanje Halejeve komete i Zemlje iznosi oko 95 miliona kilometara. Ovo je, pre prolaska pored Sunca najmanje rastojanje sa našom planetom
- 15.12.1985. kometa je oko stepen južno od treće zvezde po sjaju u Ribama
- 22.12.1985. kometa ulazi u sazvežđe Vodolija
- 30.12.1985. kometa prolazi blizu treće zvezde u Vodoliji
- 01.01.1986. rastojanje komete i Sunca je 1 astronomska jedinica, onoliko koliko prosečno deli Zemlju do najbliže zvezde
- 02.01.1986. kometa je oko 2 stepena južno od najsajnije zvezde u Vodoliji
- 26.01.1986. kometa prolazi na oko 1 stepen južno od druge zvezde po sjaju u Vodoliji
- 05.02.1986. kometa se nalazi oko 6 stepeni severno od Sunca
- 09.02.1986. rastojanje između Sunca i komete je najmanje (0.59 AJ – oko 88 miliona kilometara). U tom periodu Halejeva kometa će biti drugo telo po rastojanju od Sunca (bliži našoj zvezdi je jedino Merkur)
- 16.02.1986. kometa ulazi u sazvežđe Jarac
- 14.03.1986. kometa ulazi u sazvežđe Strelac; uslovi posmatranja, za „severnog” posmatrača postaju nemogući
- 11.04.1986. kometa se ponovo veoma približava Zemlji, ovog puta na oko 60 miliona kilometara
- 27.04.1986. kometa je u blizini druge zvezde po sjaju u sazvežđu Pehar; ponovo se pojavljuje iznad horizonta za posmatrača iz naših područja
- 30.04.1986. kometa prolazi oko 1 stepen južno od najsajnije zvezde u Peharu
- 02.05.1986. Halejeva kometa ulazi u sazvežđe Hidra; sjaj je sve manji i zato je sve teže njeno posmatranje

PRVI PLODOVI ISTRAŽIVANJA HALEJEVE KOMETE 1985. – 1986.

NEKI REZULTATI MEĐUNARODNE SARADNJE

Od prvog pokušaja da se posredstvom kosmičke laboratorije prouči iz neposredne blizine jedna kometa, proteklo je tek nekoliko meseci, pa ćemo se ovde zadržati na prikazu samo nekih od preliminarnih rezultata, jer detaljna analiza obilja prikupljenih podataka još nije završena.

Ta prva kometa, koja nam je omogućila ovakva proučavanja bila je, kao što je već poznato, kometa Đakobini–Ciner i ona će po tome biti trajno zabeležena u analima kosmičkih istraživanja te vrste, zajedno sa letilicom NASA–e ICE (International Cometary Explorer), upućenom prema njoj.

Do bliskog susreta (ICE je prošla kroz komu komete, na 8000 km od njenog jezgra) došlo je 11. septembra 1985. godine, pri čemu su instrumenti kojima je letilica bila opremljena, registrovali sve što je bilo moguće. Inače, ona je još avgusta 1978. godine bila upućena u orbitu oko Zemlje u cilju istraživanja magnetosfere, a potom korišćena za slična ispitivanja u Mesečevoj orbiti. I najzad, krajem 1983. usmerena je prema kometi Đakobini–Ciner. Od 13 instrumenata, različite namene, sedam je moglo biti iskorišćeno za proučavanje interakcije Sunčevog vetra i čestica atmosfere komete, uključujući i procese iz domena fizike plazme. ICE, inače, nije bila opremljena za neposredna snimanja, u ovom slučaju, jezgra komete.

Prve informacije koje je letilica uputila i koje su registrovane u istraživačkim centrima u Evropi i Americi, prevazilaze sva očekivanja. Osim potvrde o postojanju uticaja Sunčevog vetra na čestice u atmosferi komete (što je bilo poznato i ranije, na osnovu posmatranja sa Zemlje), došlo se i do nekih, sasvim novih i iznenađujućih saznanja: konstatovano je da je temperatura u turbulentnoj oblasti unutar magnetnog polja izuzetno visoka – milion stepeni Kelvina; utvrđene su tačno granice elektromagnetnog polja komete i zapažen visok nivo turbulencije oko samog njenog jezgra. Klasični „udarni front”, karakterističan za elektromagnetno polje oko planeta, nije registrovan. Nasuprot tome, registrovana je plazma u nisko–energetskom stanju, ali velike gustine. Na osnovu šumova u radiotalasima dobijen je čitav niz parametara koji su karakteristični za plazmu ove komete. Unutar plazmenog repa utvrđeno je sigurno prisustvo jona H_2O^+ i CO^+ . Zanimljivo je da se do istog rezultata došlo i na osnovu spektrografskih posmatranja CCD kamerama sa Kit Pik i drugih opservatorija. Simultana posmatranja komete sa opservatorije MakGrou Hil i ICE letilice pokazala su da je njena koma iznosila oko $90''$, tj. oko 30 000 km.

Istraživanja komete Đakobini–Ciner pomoću letilice ICE predstavljala su samo početnu fazu u aktivnostima koje su vezane za radove iz oblasti fizike kometa; eksperimenti pomoću kosmičkih automatskih letilica, od kojih su četiri upućene u susret Halejevoj kometi, treba da nam uskoro pruže odgovore na brojna pitanja o poreklu i nastanku ovih tela koja lutaju svemirom. To „uskoro” je mart 1986. godine, pri čemu Halejevoj kometi prilazi najbliže sonda Đoto Evropske kosmičke agencije – na samo 500 km od njenog jezgra. Letilica je snabdevena specijalnim uređajima od kojih su posebno važni: neutralni maseni i jonski maseni spektrometri, magnetometar i ultravioletni spektrometar, a poseduje i TV kamere za snimanje i odašiljanje kolor fotografija na Zemlju.

Dve sovjetske letilice, Vega 1 i Vega 2. opremljene su još i infracrvenim spektrometrom za područje 2.5 – 12 mkm, masenim analizatorom, analizatorom plazme i detektorom čestica visoke energije. Japanska letilica Planeta A opremljena je na sličan način za obavljanje najraznovrsnijih naučnih zadataka pri susretu sa Halley-evom kometom.

Tragično prekinuta misija kosmičkog šatla „Čelendžer” imala je niz zadataka u vezi sa istraživanjem Halley-eve komete: program je bio vrlo ambiciozno koncipiran, a odnosio se na izbacivanje automatskog satelita „Spartan”, opremljenog sa dva ultravioletna spektrometra i dodatnom aparaturom koji su trebali da u toku 48 časova prikupe najraznovrsnije podatke o sastavu i evoluciji gasova iz jezgra komete, o fotonskim emisijama u komi, postojanju vode, azota i ugljenika u njoj i jonizovanom repu, kao i mnoge druge, ne manje značajne za objašnjenje fizičko–hemijskog sastava i procesa kod kometa. Za razliku od drugih letilica, satelit „Spartan” je trebalo da izučava parametre Halejeve komete upravo zadnje nedelje januara 1986., neposredno pre njenog perihelskog prolaza, kada je i veoma promenljiva aktivnost komete. Nažalost, ti prvi, precizni podaci o kometi Halej nisu dobijeni. Danas, kada snamo zašto, manje žalimo zbog neuspeha misije „Spartan”, a neizmerno za hrabrom posadom Čelendžera.



Snimak Halejeve komete od 9. decembra 1985. godine astrografom „Askania” 125/1000 mm Beogradske Astronomske opservatorije
 ekspozicija: 10 m
 snimio: V. Protić – Benišek

U očekivanju informacija sa kosmičkih sonde, ovog puta, za razliku od ICE, specijalno opremljenih za istraživanja komete, ne sumnjamo da će bogatstvo naučnih rezultata biti takvo u detaljima da će ono svakako doprineti rešenju svega onog što je o kometama nepoznato.

U međuvremenu, obavljaju se najraznovrsnija posmatranja Halejeve komete sa Zemlje, među kojima su od posebnog značaja u oblasti infracrvene spektroskopije, fotometrije, istraživanja u blizini jezgra komete, radiometrijska merenja. i dr. Sva ova istraživanja pokazuju do sada veliku podudarnost sa rezultatima koji su dobijeni u susretu sa test-kometom Đakobini-Ciner.

Kada budemo došli do konačnih rezultata i novih saznanja o njoj na bazi svih prikupljenih podataka, Halejeva kometa biće daleko već izvan domašaja svih uređaja kojima čovek danas raspolaže na planeti Zemlji!

2. DOPRINOS BEOGRADSKE ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE

Posmatranjima Halejeve komete sa Astronomske opservatorije bila bi poklonjena posebna pažnja čak i da nije došlo do organizovane međunarodne saradnje u tome smislu. Jer, astrografska snimanja komete, kao posebne vrste nebeskih tela, ne samo da predstavljaju sastavni deo aktivnosti Opservatorije nego, kao što smo to već pomenuli, imaju i najdužu tradiciju na njoj: od prvih uspešnih fotografskih posmatranja, pa do danas, navršilo se ravno pola stoleća.

Ne posmatrati Halejevu kometu, čiji se prolazi nedaleko od naše planete ponavljaju u razdoblju od oko 75 godina, evo već punih 25 vekova, bio bi svakako propust koji je teško pravdati. Posebno i zbog toga što je kretanje komete preko nebeskog svoda, u periodu približavanja Suncu, bilo veoma pogodno za posmatrača sa severne Zemljine polulopte. A činjenica da je ova stara i svakako najspektakularnija kometa odabrana kao objekt koji treba svestrano proučiti, koristeći sva savremena tehnička dostignuća – samo je mogla povećati interesovanje astronoma da je prate što je moguće češće i duže.

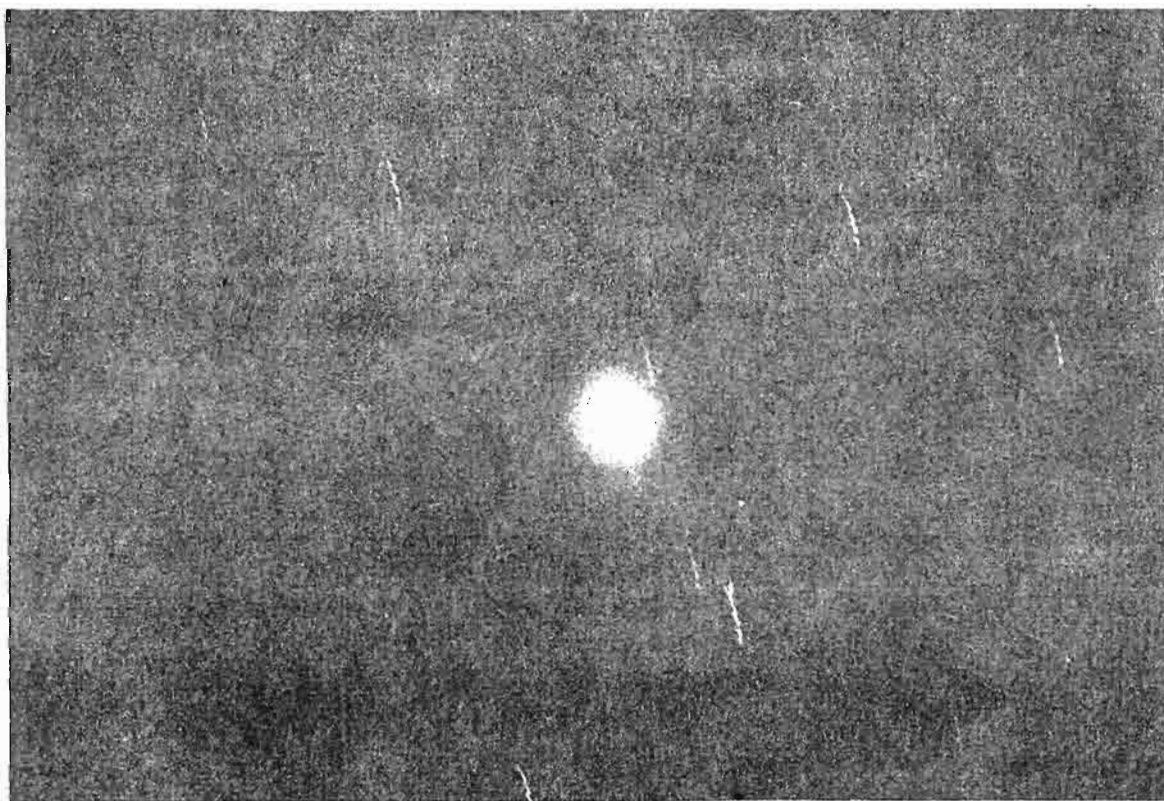
Dalekosežnim pripremama u tom smislu predhodila je obimna astronomska delatnost, vezana za kometu Đakobini-Ciner kao test-kometu koja je, po prvi put u istoriji istraživanja ovih objekata, izučena iz neposredne blizine pomoću kosmičke sonde ICE što je odabrana baš ona, puka je slučajnost. Mogla je to biti i bilo koja druga kratkoperiodična kometa, da su njena pojava i približavanje Zemlji pali u vreme kad i Halejeve komete.

Opređeljujući se za Međunarodni program posmatranja Halejeve komete (IHW), Opservatorija je prihvatila ne samo intenziviranje posmatranja, nego i svođenje na najkraće moguće vreme obimnih računskih radova koji prate posmatranja, da bi se utvrdili precizni položaji komete na nebu u datom trenutku i blagovremeno obavestio Međunarodni centar. U određenim intervalima trebalo je to ostvariti u toku 24 časa, pa čak i za kraće vreme.

Od svih predviđenih i preporučениh programa iz raznih oblasti istraživanja komete, beogradska Opservatorija je odabrala astrometrijski, prvenstveno zbog toga što takvoj vrsti istraživanja odgovara njena instrumentska oprema i tradicija.

Zahvaljujući povoljnim atmosferskim uslovima, na Astronomskoj opservatoriji uspešno je realizovan program posmatranja i komete Đakobini–Ciner i Halejeve komete.

Kometa Đakobini–Ciner posmatrana je u intervalu od skoro mesec dana, počev od 22.07 1985. pa do 19. avgusta 1985., uglavnom Askania fotovizuelnim ekvatorijalom 125/1000 mm. Među 61 učesnikom u praćenju komete Đakobini–Ciner, beogradska Opservatorija je na 27 mestu po broju posmatranja, a izvedeni astrografski položaji iskorišćeni su, zajedno sa rezultatima posmatranja drugih svetskih opservatorija, za određivanje precizne kometine putanje (orbite 31) neposredno pre njenog susreta sa letilicom ICE. Prema izveštaju Međunarodnog centra, zahvaljujući upravo takvoj aktivnosti svih astronoma u periodu od polovine leta do prvih dana septembra 85., postignuta je visoka preciznost orbite: putanja je određena sa greškom manjom od 100 km. Na osnovu ovako određene putanje komete, izvršeno je poslednje usmeravanje kosmičke sonde 8. septembra 85., tako da je ona 11. septembra prošla kroz jonizovani rep komete na svega 7900 km od jezgra, tj. oko 2000 km bliže nego što je to prvobitno bilo predviđeno.



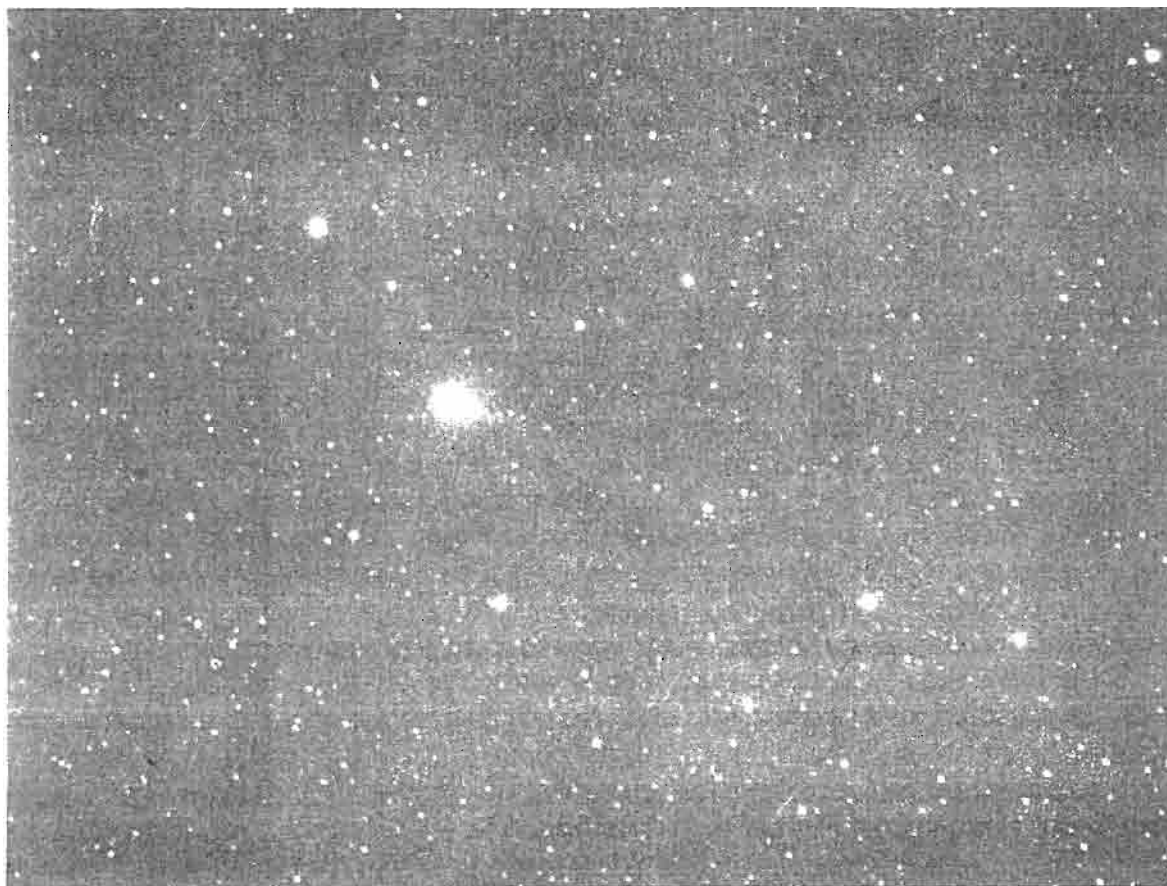
Halejeva kometa snimljena 5.12.1985. sa Astronomške opservatorije Sarajevo 30 cm teleskopom

14. septembra došlo je do jedne nsvakidašnje pojave: kometa Đakobini–Ciner približila se prividno na oko 2° Halejevoj kometi. Na našem snimku, zbog toga što je praćena kometa Halej, zapaza se difuzni trag komete Đakobini–Ciner, jer se ona, u toku 66 minutne ekspozicije, znatno brže kretala u pravcu jugoistoka.

Kometa Halej bila je svakako interesantnija od prethodne, pa se na Opservatoriji nastojalo da ona bude posmatrana što je moguće ranije. Nažalost, i pored znatno

produženih ekspozicija i praćenja prema njenom teorijskom kretanju u toku snimanja. kometa je prvi put nađena na ploči snimljenoj 11. septembra 85., a potvrđena na snimku od 14. septembra. Od tada pa do 21. januara 1986. bila je posmatrana 37 puta. Poslednjih nekoliko snimaka zahtevali su poseban napor, ne toliko pri snimanju, jer je kometa bila dovoljno sjajna (4^m7), nego zbog neophodnosti da se prilikom izvođenja njenih preciznih položaja, uzima veći broj uporišnih zvezda. A njih je bilo teško odabrati, jer se kometa tada nalazila nisko nad horizontom Beograda, na zapadnom nebu, prekrivenom stratusima i uz prisustvo gotovo punog Meseca. Pritom se vremenski interval između završetka večernjeg sumraka i zalaska komete sve više skraćivao, tako da je zadnji uspešan snimak načinjen samo 20 minuta pre njenog zalaza.

Kao i kod komete Đakobini–Ciner, ali daleko intenzivnije i u roku od 10–12 časova po snimanju izvedeni rezultati posmatranja dostavljani su teleksom Međunarodnom centru u Pasadeni, U.S.A.



Halejeva kometa snimljena 10. januara 1986, dvostrukim astrografom sa Astronomske opservatorije u Sarajevu

Prema najnovijem izveštaju Centra, u astrometrijskoj kompaniji praćenja Halejeve komete, počev od 16. oktobra 1982. godine, učestvovala su 104 opservatorije, a naša Opservatorija je, po broju svojih posmatranja na 47 mestu. Među 2604 položaja sa svih opservatorija, naši su takođe korišćeni za izvođenje sistema elemenata putanje komete neposredno pre njenog prolaza kroz perihel. Janaurska posmatranja, posebno, s obzirom na položaj komete u odnosu na Sunce, predstavljaju poslednja moguća posmatranja komete pre nego što dospe u njegovu blizinu 9. februara 1986.

Saradnici Astronomske opservatorije u Sarajevu su usepšno učestvovali u ovoj astrometrijskoj delatnosti i snimili 12 ploča, počev od 14. septembra 1985. godine sa tri instrumenta: teleskopima od 62 cm i 30 cm i dvostrukim astrografoim od 8.3 cm. Njihovi snimci komete Halley su veoma kvalitetni, ali s obzirom na to da oni nemaju odgovarajući pribor, prihvaćeno je da se, u okviru već postojeće višegodišnje saradnje, ti snimci premere na astronomskoj Opservatoriji u Beogradu, a izvedeni precizni položaji komete dostave Međunarodnom centru.

Kao poseban zadatak u okviru astrometrijske kampanje predviđena su i posmatranja okultacija zvezda kometama Đakobini—Ciner i Halej. Smisao ovih posmatranja je u suštini dvojak: ona omogućuju da se neposredno odrede položaji komete u jednom određenom trenutku i, drugo, da se utvrde dimenzije njenog jezgra. Efemeride okultacija za kometu Đakobini—Ciner bile su date na bazi 100 njenih astrometrijskih posmatranja u periodu 1972—1985 i obuhvatale su okultacije 32 zvezde. Za Halejevu kometu računata su efemeride okultacija 40 zvezda na osnovu orbita sa 1835 posmatranih položaja. Iz naših krajeva, i to u vrlo uskom pojasu, bilo je dostupno posmatranjima samo nekoliko njih. 9. decembra 1985. sa Opservatorije je usepšno posmatrana i snimljena okultacija zvezde BD +6^o520, prividne veličine 9.1. Na snimku se jasno vidi da je Halejeva kometa, prošavši prividno ispred nje, zaklonila zvezdu svojom komom, a ne jezgrom. Razlog tome je svakako još uvek nedovoljno precizna putanja komete u to vreme. Tačnije rečeno, da uticaji negravitacionih efekata (svetlosni pritisak i dr.) na njeno kretanje nisu bili sasvim pouzdano određeni.

Približavajući se sve više Suncu, kometa će za posmatrače na Zemlji uopšte ostati nevidljiva izvesno vreme, a pojavice se ponovo na istočnom delu neba i moći potražiti u praskozorje, dosta nisko nad horizontom.

Kako će tada izgledati i kakve će sve promene pretrpeti u toku svog prolaza kroz perihel koji se dogodio 9. februara ove godine, tačno u podne po našem vremenu, ostaje zasad neizvesno, jer čudljivo ponašanje kometa niko nije u stanju unapred da pronikne. Da li će Halejeva kometa, krenuvši na daleki put prema graničnoj oblasti našeg planetarnog sistema, i ovog puta, u ponovnom susretu sa Zemljom, zablistati punim sjajem, kao što se to dogodilo 1910. godine, pitanje je koje zaokuplja ne samo astronome, nego i sve one koji očekuju da je vide onako, kakvom je znaju prema fotografijama iz tog doba. Ili će kometa, možda, proći gotovo nezapaženo i udaljiti se, mahnuvši nam samo, u znak pozdrava, svojom srazmerno malom lepezom, koju je pokazala i pri dolasku?

U iščekivanju toga šta će se dogoditi, za astronome čitavog sveta nastupice trenutci kratkog predaha, ako se tako uopšte može reći, jer će se umesto posmatračkom radu, oni svakako posvetiti preliminarnim analizama dosad prikupljenih podataka o kometi i eventualnim pripremama i dopunama posmatračkih programa za vreme dok se ona još nalazi na dometu njihovih najmoćnijih teleskopa.

Nadamo se da će i tada Astronomska Opservatorija svojim rezultatima pružiti izvestan doprinos naporima naučnika da se Halejeva kometa u toku ove njene pojave što više i bolje upozna.

KOMETE U SRPSKIM ZAPISIMA I LETOPISIMA

U našem narodu komete su uvek bile posmatrane sa velikom pažnjom. Nije potrebno naglašavati da su one bile povod raznim praznovericama, jer je to u prošlosti bilo u celome svetu. Verovanje da je pojavljivanje komete na nebu predznak sreće ili nesreće za čovečanstvo, ili za poneke ljude, ostalo je još od starih Haldejaca, kao što potvrđuje Diodor sa Sicilije, mada su i u staro doba neki filozofi, na primer Arien, odbacivali ovo gledište kao pogrešno i neosnovano. U našem narodu obično se smatraše da komete prethode ratu, gladi i drugim nedaćama, a samo izuzetno u njima se vide vesnice dobrih događaja.

Neki od malobrojnih pismenih ljudi iz vremena pre i za vreme turske vladavine u našim krajevima, nađoše za vredno da zabeleže pojave kometa koje su posmatrali. Najčešće je zabeležena samo godina pojave komete, a ponekad se mogu naći i podaci o njihovom izgledu, položaju, veličini i tačnijem vremenu vidljivosti. Podaci o kometama uglavnom se nalaze u vidu beležaka u zapisima i letopisima. Ove beleške mahom su sasvim kratke, katkad sa pogrešno označenom godinom, ili nepotpune, tako da se u nekim slučajevima ne može sa sigurnošću utvrditi na koju pojavu se odnose. Našim piscima komete liče na koplje, uže, metlu, mač, a jednome od njih izgledaše kao da ovo nebesko telo ima nekakvo kube. Zato pojedinci upotrebljavaju za komete opisni izraz **zvezda s dugom** ili **zvezda s trulom** (kubetom), ali se najčešće sreće naziv **opašita zvezda**. Opaš je stara reč sa značenjem rep, te je opašita zvezda isto što i **repata zvezda**, izraz koji se sreće već pod godinom 1456. u jednom letopisu. Usamljen je izraz **zvezda pernašica**, koji se nalazi samo u jednome zapisu.

Na sledećim stranicama navešće se i rasmotriti, po hronološkome redu, pojave kometa koje su kod nas zabeležene i podaci o njima uporediti sa podacima koji nam stoje na raspoloženju u stranim izvorima.

Dve komete od 1456.

Kao što je već napomenuto, naši letopisci u mnogim slučajevima, kada se radi o kometama, zadovoljavaju se da pomenu samo godinu pojave, a ne mesec i dan. Usled toga, kao i usled računanja godina od stvorenja sveta, sa početkom od 1. septembra, često se dolazi u nepriliku kada treba identifikovati kometu koju oni navode. Ovo je naročito teško kada se u to vreme videlo više kometa u manjim vremenskim razmacima. Takav je slučaj i sa pojavom od godine 6964 i 6965 od stvorenja sveta.

Neki strani izvori saopštavaju kako su se 1456 godine, pre pojave Halejeve komete, koja je prošla kroz perihel juna ove godine, videle dve komete, „strašne, a boje crnkaste”. Pa i u jednom srpskom rukopisu koji se čuva u Češkom muzeju pod brojem 12, poznatom

pod imenom sečeničkog letopisa, od oko 1501 može se pročitati da su godine od stvorenja sveta 6964 stojale dve repate zvezde (u druga dva letopisa piše da su se pojavile, izišle), jedna od njih na istoku, a druga na zapadu. Drugi letopisi pod ovom godinom pominju samo jednu kometu.

Poznato je da se godine nove ere dobijaju kada se godinama od Adama oduzme 5508 ako se radi o datumu između 1 januara i 31 avgusta, a 5509, ako se radi o datumu između 1 septembra i 31 decembra, zbog početka godine 1 septembra. Pošto u navedenom slučaju nije dat dan i mesec pojave, ne bi se smelo tvrditi da li se u našim letopisima misli na pojave od 1455 ili 1456. Međutim, dve komete prostim okom vidljive istovremeno na nebu jesu izvanredna retkost, tako da ne može biti sumnje da su naši letopisi zabeležili pojave dveju kometa od 1456. Ove dve komete ne navode se u najnovijem katalogu kometa koji je izradio Balde, verovatno stoga što se nije smelo osloniti samo na jedan izvor. Naši podaci, međutim, potvrđuju da je ovaj izvor bio verodostojan.

Halejeva kometa od 1456

Više letopisa pod godinom 6964 pominje samo jednu kometu, opet ne navodeći tačnije vreme njene vidljivosti. Halejeva kometa prošla je kroz perihel 8 juna 1456. Bila je veoma velika i sjajna, repa dugog 57^o, a pričalo se kako joj boja beše slična zlatu. To je inače jedna od najvećih kometa, a pri svojim ranijim prolazima blizu Zemlje bila je mnogo veća i sjajnija, nekada bi se reklo strašnija, nego prilikom poslednja dva prolaza 1835 i 1910. Stoga su i naši letopisci morali upravo nju posmatrati i zabeležiti, te se njihova godina 6964 odnosi na godinu 1456 naše ere. Uostalom, 1455 godine nije nigde zabeležena pojava neke komete, dok se Halejeva kometa videla od maja do jula.

Deset naših letopisa sasvim ukratko beleži pojavu ove komete, dok jedan, onaj koji se pripisuje grofu Đorđu Brankoviću, sačuvan u latinskom prevodu, veli da se te godine pored komete pojavila i kuga (pestis) po svoj zemlji. Pored ovoga, i jedan letopis sačuvan u apokrifnom zborniku XVII veka navodi kako „Godine 6494 uhvati Mihail Siladević despota Đurđa u Kupiniku i veza ga u Beogradu. Te godine pojavi se repata zvezda i bi čuma po svoj zemlji” /Skoro istovetni tekst nalazi se u rodoslovu jedne rukopisne srbuljice, pisane između XV i XVII veka. Ostaje da se u vezi sa ovom kometom pomene „podgorički letopis”, pisan 1738, u kome se za nju kaže da „doseže do zemlje”, čime se svakako htelo reći da joj veoma dugi rep dopiraše do horizonta.

Godina 1456 bila je za Srbiju veoma burna. Krajem 1455 despot Đurađ Branković napadne mađarskog zapovednika Beograda Mihaila Siladija (to je onaj Siladević u letopisu), kojom prilikom pogibe Mihailov brat Ladislav. Mađari, da bi se osvetili, napadnu despota u Kupinovu (Kupinik), savladaju i zatvore na neko vreme u beogradsku tvrđavu, a ovaj događaj odjeknuo je širom despotovine. Sledeće godine, 1456, Mehmed Osvajač sklopi mir sa Đurđem i opsedne Beograd, tada u mađarskim rukama, ali u glavnom jurišu bude odbijen, te se ranjen povuče. Najzad, 24 decembra 1456 umre stari despot. Svi ovi događaji, tako važni za naš narod morali su biti dovedeni u vezu sa tako veličanstvenom pojavom na nebu, kao što je bila Halejeva kometa, te je stoga ona i zabeležena u mnogobrojnim letopisima. Pa i neki strani letopisi pominju da se ova kometa pojavila u vreme kada je Mehmed opsedao Beograd i da je zato papa bacio prokletstvo na nju i na neprijatelje hrišćanstva.

Prema tome, kod nas su zabeležene sve tri komete koje su se videle 1456: prvo dve istovremeno, a zatim treća, Halejeva. Vredi napomenuti da se Halejeva kometa, koja se

potom javljala 1531, 1607, 1682 i 1759, ne navodi više u letopisima. Njen prolaz 1682 zabeležen je u jednom zapisu (v. pod ovom godinom), a o prolazu 1835, kada je za školovane ljude kometa bila obična prirodna pojava, zemunski učitelj Sima Todorović piše u svojoj zapisnoj knjizi: „Godine 1835, 1 dana meseca oktobra videla se na istoku kometa zvana Halejeva (repata zvezda), koja je od nas udaljena 6 mil. milja, i 18 istoga meseca bi izgubljena”.

Kometa od 1457

„Letopis carem srbskim” iz druge polovine XVI veka, koji je objavio Stojan Novaković, pominje da se godine 6965 pojavila repata zvezda i da je bila čuma po svojoj zemlji. I u ovom slučaju dolazi se u istu nepriliku kao napred, jer se ne zna da li je letopisac mislio na kometu od 1456 ili 1457. To što kaže da je kometu pratila pojava kuge (čume) nije dovoljno da se ona identifikuje sa Halejevom, za koju se to isto tvrdi, jer se i za druge komete slično verovalo. Međutim, ukoliko se ne radi o pogrešno navedenoj godini, a nema razloga da se na to pomišlja, ovaj naš letopisac govori o kometi od 1457, a ne o Halejevoj. Ovo stoga, što je Halejeva kometa nestala za posmatrača sa Zemlje već jula 1456, te se, dakle, nije mogla videti između 1 septembra i 31 decembra 6965 godine po crkvenom računanju. Prema tome, u letopisu se radi o nekoj kometi koja se videla u toku prvih osam meseci 1457 godine.

U ovoj godini viđene su dve komete, obe zabeležene u kineskim analizama, a i u Evropi. Jedna od njih videla se 14 januara 1457, u oblasti Bika, pa se izgubila 23 januara. Druga je posmatrana, počev od 15 juna 1457, kako se kreće preko sazvežđa Vodolije, Pegaza, Bootesa, Andromede, Trougla, Blizanaca i Malog Psa. Za obe komete Kinezi su našli da imaju dužinu od oko pola lakta. Prema tome, naš posmatrač video je jednu od ovih dveju kometa, ali se ne može utvrditi koju.

Kometa od 1469 ili 1470

U maločas pomenutom letopisu koji se pripisuje Đorđu Brankoviću stoji da je videna kometa godine 6978. I to je sve. Opet se ne zna da li se radi o godini nove ere 1469 ili 1470. Prema raspoloživim podacima, samo iz Japana videla se jedna kometa, otkrivena sredinom oktobra 1469, dok je iz Evrope posmatrana kometa januara 1470. Ne može se nikako sa pouzdanjem utvrditi na koju kometu je mislio naš pisac. Osim toga, godine 1468 viđene su tri komete, a isto toliko i 1471, pa nije sasvim isključena ni mogućnost da se beleške u Brankovićevom letopisu odnosi na neku od njih, ako je godina pogrešno zabeležena za jednu jedinicu, što je dosta čest slučaj u našim starim rukopisima.

Kometa od 1473

Neki naši letopisi navode da se godine 6981 takođe videla kometa: „Javi se zvezda svetla s trulom”, odnosno „s trusom”. Trulo znači kube, te bi se ove reči odnosile na izgled komete, odnosno njenog repa, a trus je zemljotres, pa bi se ovako pročitani tekst imao razumeti kao da je u vreme kometine vidljivosti bio zemljotres. Prvo tumačenje izgleda, međutim, jedino pravilno, jer više odgovara duhu jezika kojim su pisani letopisi. Da je mislio o zemljotresu u vezi sa kometom, pisac bi svakako rekao: pojavi se svetla zvezda i bi trus, kao negde drugde za čumu. Uostalom, ako to nije bila neka kometa, već

izuzetno sjajna zvezda, ne znamo kakva bi pojava mogla doći u pitanje, sem neke nove, ali nijedna nije zabeležena te godine. Crteži kometa nekih astronoma u prošlosti takođe pokazuju izvesnu sličnost sa kubetom, te nema razloga da i kometa od 1473 ne ostavi na našeg posmatrača takav utisak. Stoga se može slobodno tvrditi da je u nekim letopisima pogrešno prepisana ova jedna reč.

Godina carigradske ere $\# \text{su} \eta \text{d} = 6981$ daje godinu od Hrista 1473, jer letopisi navode kao datum pojave 22 januar. Ove godine zaista je zabeležena pojava jedne komete, otkrivene 17 januara, te se ovaj naš podatak svakako odnosi na nju.

Istina, i 1472 bila je na nebu jedna velika kometa, a baš januara te godine razvio se njen veoma dugi rep, mada se kometa pojavila već decembra 1471. Stoga se ne sme sasvim isključiti ni mogućnost da se u rukopisima radi o slučajnoj grešci, da kao godina pojave treba da stoji $\# \text{su} \eta = 6980$, da je ono A na kraju suvišno. Ova kometa videla se dosta dugo na nebu, brzo se kretala, i upravo 21 januara rep joj se veoma produžio; bila je toliko sjajna, da se izgleda videla i pri punoj dnevnoj svetlosti. Putanju joj je izračunao Celoria, prema kome je baš 22 januara 1472 kometa bila udaljena od Zemlje samo 0,065 astronomskih jedinica, a prema Ložieu čak samo 0,033.

Kometa od 1551

U više naših letopisa zabeleženo je da se godine 7060 pojavila repata zvezda; u nekima stoji da se ova pojava dogodila ujesen, a drugi daju tačan datum: 18 oktobar. Prema tome, ovde bi se neosporno radilo o pojavi od 1551. Ali ove godine nigde nije zabeležena pojava neke komete, ni u zapadnoj Evropi, ni u Kini. Nema čak ni neke druge komete, vremenski bliske ovoj, koja bi mogla doći u obzir, pod pretstavkom da je godina unekoliko pogrešno zapisana. Stoga smemo zaključiti da je 1551 viđena i zabeležena jedna kometa samo u našim letopisima. U ono vreme još se nije obraćala tolika pažnja na komete da bi se svaka od njih zabeležila, a zatim, pošto se ova kometa videla ujesen, kada je u većem delu sveta moglo biti oblačno za duže vreme, nije nimalo neverovatno – naročito ako se videla kratko vreme – da je samo iz naših krajeva posmatrana.

Kometa od 1556

Jovan Sterija Popović saopštio je kako se u jednoj knjizi nalazi zabeleženo: „Va leto 7064 javi se opašita zvezda”. Isti podatak navodi se i u jednom letopisu.

Ne može biti sumnje da se ovde radi o velikoj kometi od 1556, za koju Hind, Heršel i Pingre misljahu da se beše pojavila jednom već 1264. Revolucija bi joj iznosila 292 godine. Govorilo se da je Karlo V zbog njene pojave abdicirao. Kroz perihel je prošla 22 aprila, a mogla se videti u toku celoga marta.

Kometa od 1569 (?)

U „Cetinjskom zborniku”, s kraja XVI veka, nalazi se jedan letopis, prema kojemu, godine 7077 „pojavi se zvezda koja se prostiraše preko celoga neba kao neko koplje”. To bi bilo između 1 septembra 1568 i 31 avgusta 1569. Iz raznih izvora znamo da u ovom vremenskom razdoblju nije bilo kometa. Za pojavu od 30 avgusta 1568 sumnja se da se radi o meteoru. Postoji, međutim, jedna kometa – pominju je Medler, Humboldt i kineski

anali – koja se videla novembra 1569, što odgovara godini od postanka sveta 7078. Stoga se kao najverovatniji nameće zaključak, ako ne mislimo da je naš posmatrač zabeležio kometu koju drugi nisu videli, da se radi o grešci u pisanju godine: mesto **† 303** = 7077 = 1568 (pošto se radi o novembru), trebalo bi da stoji **† 304** = 7078 = 1569. Nije, naravno, sasvim isključena ni neka druga greška u pisanju.

Kometa od 1577

O značajnoj za nauku kometi od 1577 postoje veoma zanimljivi podaci u jednom našem letopisu, gabrovskom. U njemu stoji da se godine 7086 pojavila kometa, koja se pružala kao uže, da je glavom bila nagnuta zapadu, a repom Carigradu. Pisac još dodaje da je na repu imala malu zvezdu, a pred sobom još tri zvezde naporedo, kao i da je sijala od 8 oktobra do 14 decembra uveče, kada je zašla za oblak.

Dosada se za ovu kometu smatralo da je otkrivena tek novembra 1577, po nekima od strane Tiho-Brahea 13 ovog meseca, a po Mestilin-u i pre ovoga datuma, najranije možda 5 novembra, ili čak i 1 novembra. Međutim, kao što se vidi. naš posmatrač, nepoznati letopisac, video ju je skoro mesec dana pre svih ostalih, još pre prolaza kroz perihel, koji se dogodio 26 oktobra 1577. U letopisu zabeležena godina van svake sumnje tačna je, jer to potvrđuju sva raspoloživa proveravanja: istoriska, hronološka i numerička. Da je i mesec kada je kometa prvi put viđena tačno zapisan takođe je sigurno, jer je ispisan celom rečju, a ne skraćeno. Jedino se ne može proveriti dan u mesecu, ali u svakom slučaju, čak i ako je pogrešno zapisan to mora biti koji od prvih dana oktobra, Pisac ove beleške u gabrovskom letopisu bio je dakle taj koji je prvi otkrio kometu od 1577.

Postoji neslaganje između opisa repa koji je dao naš posmatrač i crteža komete koji su ostvarili neki savremenici. Na ovim crtežima rep je pri kraju mnogo širi nego kod glave kometine, dok je po našem letopisu rep bio nalik na uže, dakle uzan i svuda približno iste širine. To međutim samo potvrđuje da oni kometu nisu videli u isto vreme. Naš pisac opisao ju je onako kao što je izgledala u početku, pod prvim utiskom, a kasnije se njen izgled promenio.

Kometa od 1664

U „Zborniku mitropolita Mihaila” nalazi se podatak o kometi koja se videla pred kraj 1664. U njemu se čita da se ove godine pojavila repata zvezda 5 decembra i da je mnogo dana ostala na nebu. Ova kometa, koja je izgleda otkrivena već 17 novembra u Španiji, postala je nevidljiva za nenaoružano oko početkom februara.

Kroz perihel je prošla 4 decembra 1664. Krajem decembra izgledala je široka, nalik na paunovo pero, dužine jedva dva puta veće od širine, a videla se do kraja marta naredne godine, samo u durbinu.

U jednom letopisu stoji da se kometa pojavila 7172 godine po carigradskoj eri, i to 1 decembra. To bi značilo 1663 godine nove ere, ali pošto pod ovom godinom nema zabeleženih kometa u katalozima, svakako da se u ovom letopisu radi o pogrešno označenoj godini.

Kometa od 1668

Za kometu koju je otkrio Egidus i koja je prošla kroz perihel 24 februara 1668, a čije otkriće Delambr pripisuje putniku Šardenu, u jednom našem zapisu stoji: „Pred Uskrs

pojavi se sa zapada znamenje na nebu, ispruženo kao koplje do polovine neba, široko kao duga, ali ne krivo kao duga već pravo kao koplje, i ostade 5 ili 6 dana javljajući se s večeri. Ovo je zapisano u jednom rukopisu manastira Ravanice (Vrdnika).

U zapisu, kao što se vidi, ne stoji da se radi o kometi (repatoj zvezdi), već o nekome znamenju; ali u ovome slučaju ne može biti sumnje kada se zna da se od ove komete, koja se pojavila marta 1668, iz Srednje Evrope video samo rep, dok je glava viđena, ali ne cela, iz Brazilije i Indije. Stoga pisac zapisa, ne videći je celu, nije smeo tvrditi da je to kometa, već je upotrebio opšti izraz znamenja (pojava, znak).

Ova kometa, veoma dugog repa, videla se samo kratko vreme u martu, a kako je Uskrs te godine bio 22 marta, to je naš posmatrač morao videti baš ovu kometu, mada nije znao o kakvoj se nebeskoj pojavi ustvari radi.

Kometa od 1680

U jednoj štampanoj knjizi u Goraždu nalazio se zapis koji glasi: „Godine 7183, pred rođenje Hristovo, pojavi se značajna zvezda s dugom”. To bi dakle bilo krajem decembra 1674. Ali u katalozima nema kometa pod ovom godinom. Najbliža po vremenu bila bi ona koja se pojavila 1672, ali ona nije bila vidljiva u decembru, kao ni komete od 1677 i 1678. Stoga je verovatno u zapisu godina pogrešna, i to mesto $\neq \text{spnr} = 7183$, trebalo bi da piše $\neq \text{spn} \ominus = 7189$, što daje godinu naše ere 1680. Ove godine posmatrana je kometa koja je prošla kroz perihel 17 decembra 1680 i bila vidljiva sve do 19 marta iduće godine; rep joj beše dug 80° , uzan i prav. Na crtežu ove komete, koji je izradio J.C. Strum takođe se vidi da joj je rep prav i veoma dug, pri kraju ne mnogo širi nego u blizini glave. Njegova svuda približno ista širina, kao i velika dužina, navedoše našega pisca da ga uporedi sa dugom, mada nije bio povijen.

Halejeva kometa od 1682

Napomenuto je ranije da je Halejeva kometa po drugi put zabeležena kod nas prilikom svoga prolaza od 1682. Beleška o tome nalazi se u letopisu Jefrema Jankovića Tetovca, baranjskog episkopa od 1694 do 1703, koji je umro 1718. U ovoj belešci stoji da se na zapadnom delu neba, uveče, a i u toku noći, videla velika zvezda. Rep joj beše sličan metli, kod zvezde (glave) tanak a dalje sve širi, a ova metla bila je velika kao duga. Pojavljivaše se mnogo dana, i to od 10 decembra pa do pred Božić. Još piše kako se kometa pojavila na veliko'zlo Turcima, ali da su tada i Srbi stradali i da su se rasturili po raznim zemljama.

Ovo je onaj prolaz komete koji je Halej posmatrao i po kome je ona nazvana njegovim imenom. Kroz perihelje prošla 14 septembra 1682, a videla se od 26 avgusta.

Kometa od 1683

Jedan naš pisac s kraja XVII veka, Atanasije đakon Srbin, kako se sam potpisivaše, u delu naslova „Vtoroe zapustenije Atanasija dijakona Serbina 1691–1699”, priča o događajima koje je sam preživio, i to počev od godine 1683, dok se za ranija izlaganja služio podacima iz starih letopisa. Govoreći o godini 1683, Atanasije veli: „Godine 7191 pojavi se na nebu znamenje. Zvezda sa zapadne strane koja beše slična metli. Filozofi ovu

zvezdu nazivaju imenom kometa. I Seneka, drevni filosof, reče da ako se nekada pojavi zvezda, to će se izvršiti promene u nekom carstvu. Kao što rekoše neki, pojava ove zvezde nagovestila je propast turskog carstva, što je i bilo u trećoj godini po pojavi ove zvezde...". Promena u turskome carstvu zaista je bilo, ali ono ne propade uprkos kometi. Baš ove godine, 1683 veliki vezir Kara Mustafa beše krenuo s vojskom na Beč, ali ga Poljaci potukoše. Za ovim porazom sledovahu drugi, tako da su savremenici počeli misliti da je slom Turske blizu.

Kometa koju je posmatrao Atanasije bila je u perihelu 13 jula 1683; otkrio ju je Flemstid, a elemente izračunao Plamer na osnovu posmatranja od 23 jula do 15 septembra.

Kometa od 1687

U jednom rukopisu karlovačke biblioteke mogao se pročitati sledeći zapis: „Godine 7195 pojavi se repata zvezda, u subotu uveče, sedme nedelje po prazniku svetih otaca, na dan 7 maja”. Po novom računanju godina, ovo bi bilo 1687, a te godine 7 maj zaista je pao u subotu, te je, dakle, podatak tačan.

Katalozi ne beleže pojavu komete pod ovom godinom, te nam ostaje kao jedini zaključak da je pisac ovoga zapisa jedini video pojavu od ove godine. Kombinacije sa nekom drugom kometom, od druge godine, pod pretpostavkom da je godina u našem zapisu netačna, ne izgledaju moguće.

Kometa od 1739

Dimitrije Tirol objavio je jedan rukopis, dobijen od prote Matije Nenadovića, koji mu ga ustupi s tim da ga nekako upotrebi. Rukopis je nađen u manastiru Opovu. U njemu se govori o porazima koje je Evgenije Savojski nanio Turcima, potom o njegovom zauzeću Beograda 1718 i nekim drugim bojevima između Austrijanaca i Turaka, posle kojih je zaključen mir na 25 godina. Zatim se priča kako je 1740 bio strašan zemljotres i da se Dunav dva puta zaledio. Dalje stoji: „1741 (godina je napisana po hrišćanskoj eri) pojavi se sa istoka svetla zvezda, ovakva (crtež), i ta se zvezda rađaše po zalasku Sunca, i izlažaše i zalazaše pre Sunca, i služaše 40 noći, a tih dana bi čuma u Beogradu, zajedno s nevernima, i tih dana mnoge crkve opusteše i kršteni rod zaplaka, jer Turci uzeše Srbiju”.

U ovome slučaju mora se prvo osvrnuti na istoriske događaje. Mir između Austrije i Turske, koji se u tekstu pominje, jeste požarevački mir od 21 jula 1718, koji je Austriji obezbedio vlast u severnoj Srbiji za izvesno vreme, tj. do izbivanja novoga rata 1737. Ovaj rat završio se njenim porazom, jer Turci razbiše austrijsku vojsku kod Grocke i zauzeše Beograd. Beogradskim mirom od 18 septembra 1739 Turci su povratili sve ranije izgubljene zemlje južno od Save i Dunava. Kao što se iz ovoga vidi, pisac rukopisa pogrešno je naveo godinu pojave komete, ako se ona, kao što on tvrdi, pojavila u vreme ulaska Turaka u Beograd i osvajanje Srbije. Ova dva događaja, jedan na nebu a drugi na Zemlji, za pisca su bila u tesnoj vezi, te moraju biti istovremena. Stoga ih treba staviti u godinu 1739, kada je Beograd ponovo zauzet od strane Turaka. Uostalom, ovo nije jedina piščeva greška: princ Evgenije zauzeo je Beograd 22 avgusta 1717 (a ne 1718), a mir je bio sklopljen na 24 godine. Osim toga, veoma jak zemljotres dogodio se u našim krajevima baš one godine kada se pojavila kometa, 1739, o čemu se nalaze potvrde u više zapisa. Zemljotres je bio 24 januara i ponovio se više puta u toku dana, te je izazvao veliki strah u narodu. Zna se takode da je 1739 bila jaka zima.

Prema svemu tome, potpuno je sigurno da se u gornjem rukopisu ne radi o nekoj kometi od 1741 – u katalozima ih nema zabeleženih pod ovom godinom – već o onoj koja se videla 1739 i koju je, 28 maja, otkrio Zanoti. Rukopis je svakako bio sastavljen dosta vremena posle događaja koji se u njemu opisuju, pa je pisac zaboravio tačne datume, ali je dobro zapamtio da je brzo jedno za drugim zauzet Beograd, bila jaka zima, dogodio se zemljotres i pojavila se kometa.

Kometa od 1744

O poznatoj kometi koja je prošla kroz tačku na putanji najbližu Suncu 1 marta 1744, a bila vidljiva od decembra 1743 do marta sledeće godine, sačuvana su kod nas dva podatka. Prvi, kraći, jeste zapis u jednome tipiku iz XVII veka crkve sela Uljanika u Slavoniji, koji glasi: „Da se zna kada je bila repata (pernašica) zvezda 1744 godine. Pojavila se sa zapadne strane i rodi godina”. Godina je i u originalu po novom računanju. Drugi podatak, opširniji, nalazi se u ravaničkom letopisu: „1744 javi se ovo znamenje na nebu: repata zvezda s večeri na zapadu, s glavom prema zapadu a repom prema jugu, i tako je izlazila i sijala dokle ne zađe: od 25 decembra do 15 februara; i tada se u zoru pokaza ova zvezda na istoku, s glavom gore a repom prema severu, i tako je izlazila sa zorom 7 dana i sijala, dok je ne osvoji dnevna svetlost” /

Kometa od 1744 bila je jedna od najsjajnijih. Na dan 9 januara glava joj beše po sjaju ravna zvezdama druge prividne veličine, 26 januara dostigla je skoro prvu veličinu, 1 februara bila je sjajnija od Sírirusa, a krajem ovog meseca bila je toliko sjajna, da se videla po danu, pri sunčevoj svetlosti.

Naš letopisac, kako sam navodi, posmatrao je ovu kometu od 25 decembra 1743 do 15 februara 1744 (datumi su po julijanskom kalendaru) na zapadnom nebu, uveče. Potom, ali ne kaže posle koliko dana, posmatrao ju je na istoku, ujutru, u toku sedam dana. Šteta je što pisac nije nastavio sa detaljnijim opisivanjem komete i posle njene privremene nevidljivosti, jer je ona tada naglo promenila izgled: rep joj je postao šestostruk i širio se kao lepeza.

Kometa od 1769

U rukopisu manastira rilskog nalazi se zapis u kome stoji kako je godine 1769 „bila neka čudna pojava na nebu: 13 avgusta izišla je zvezda i najavljivala zoru, dužine 10 sežana, a dotle nije bila toliko svetla, već kao druge zvezde”. Zapis nije mnogo jasan, naročito stoga što pisac veli da se ova pojava nije mnogo razlikovala od drugih zvezda. Pa ipak, ovde se mora raditi o kometi koja je bila u perihelu 7 oktobra 1769, a videla se već avgusta te godine. Otkrio ju je Mesie 8 avgusta.

Može se uzgred pomenuti da je ovu istu kometu posmatrao i opisao u jednoj maloj raspravi Jovan Rajić.

Kometa (?) od 1798

U rukopisu br. 41 Narodne biblioteke u Beogradu nalazio se sledeći zapis: „Neka se zna kada se pojavi zvezda 24 januara 1798, u nedelju posle podne u dva sata, pa do noći (trajaše)”. Iz teksta se ne vidi kakva je to zvezda bila, ali se mora smatrati da se radilo

o nekoj neuobičajenoj pojavi, kada je pisac nalazio za vredno da spomen o njoj ostavi potomstvu.

Ove godine pojavile su se dve komete, prva aprila a druga decembra, ali nijedna od njih nije se mogla videti u januaru. Datum je, međutim, tačan, jer je 24 januar zaista pao te godine u nedelju. Pošto pisac ne tvrdi da je to bila repata zvezda, moglo bi se pomišljati i na novu zvezdu, ali nema ni nova zabeleženih 1798 godine. Ne izgleda moguće niti da se radilo o nekom bolidu, jer se ovaj ne bi mogao tako dugo videti, a osim toga pisac za njega verovatno ne bi upotrebio izraz zvezda. Pitanje stoga ostaje otvoreno. Može se pomišljati i na kometu i na novu koje su se videle samo veoma kratko vreme. Kako je bila zima nije isključeno da astronomi zbog oblačnog neba nisu zapazili ovu pojavu, te je tako ostala nepoznata. Zanimljivo je da je i D'Angos video 18 januara jednu kometu, čija je pojava osporena.

Kometa od 1806 (Bjela)

Poslednja kometa koja će se ovde navesti jeste ona o kojoj govori zapis u jednoj štampanoj knjizi manastira svete Trojice kod Plevlja. U njemu prvo stoji da je bilo pomračenje Sunca 25 decembra 1805, zatim se i Mesec pomračio, a za ovim se pojavila „strašna zvezda koja je mnoge zadivila. To je bilo 14 januara”, dakle 1806, ali zapis je u pogledu datuma i reda pojava netačan.

Ovde je reč o poznatoj kometi Bjela, koja se kasnije raspala na očigled astronoma. U perihelu je bila 1 januara 1806. Otkrio ju je Pons 10 novembra 1805 i posmatrao do 9 decembra.

U starim srpskim rukopisima zabeležene su pojave dvedeset kometa – neke od njih na više mesta.

U većini slučajeva u našim rukopisima navode se komete koje su i drugi posmatrali, te beleške o njima nemaju naročitog značaja za astronome. Izuzetak čini kometa od 1577, zbog toga što je nju pre svih drugih otkrio jedan naš čovek, nepoznati pisac, koji je svoje posmatranje zabeležio na kraju gabrovskeg letopisa.

Značajno je takođe ono što je napred rečeno za komete od 1551, 1687 i za eventualnu kometu od 1798, za koje nemamo podatke da ih je kogod drugi posmatrao, jer nisu unete u kataloge kometa. Iz ovoga se može izvesti zaključak da su naši sunarodnici – ma koliko bile teške prilike pod kojima su u prošlosti živeli – imali smisla za posmatranje neobičnih nebeskih pojava i da su uviđali potrebu da o njima ostave trag na hartiji. Pošto nijedan od njih nije bio znalac na polju astronomije, to u njihovim beleškama ne možemo pročitati sve one podatke koje bismo želeli da nađemo, ali zbog toga im ne možemo zameriti.



Kometa Morhaus 1908. godine. Vidi se nepravilan plazma—rep.

SMRT JEDNE KOMETE

*„Poletev odatle određenog dana,
Kao mlad orlić, što napušta gnezdo,
Krenuće bez vođe, crtaće bez traga
Zračnu elipsu sred neba prostrana”*

Lamartin, Poet. harm.

27. februara 1826, ljubitelj astronomije Bjela upravio je kao obično svoj mali durbin u nebo. Oficir po zanimanju, poslekasarnske vreve, Bjela je, u slobodnim časovima, vedrih večeri, nalazio mira u posmatranju dalekih svetova u prostoru. Te večeri on je pažljivo pretraživao oblast sazvežđa Ovan. Pred njegovim pogledom lagano su promicale slabije i sjajnije zvezde. Katkad bi samo zasvetleo koji meteor . . .

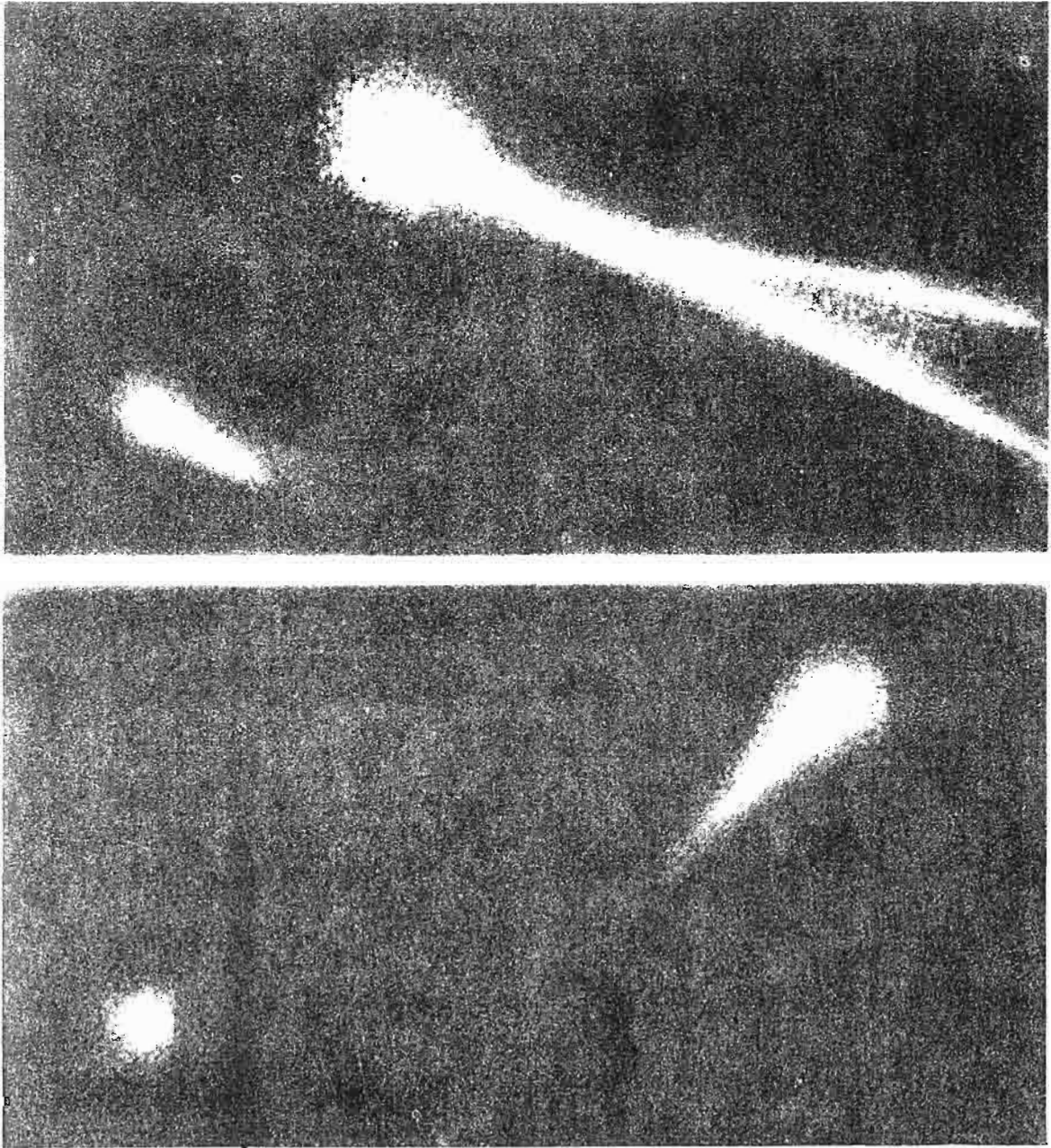
Najednom Bjelinu pažnju privukla je slabačka maglica sa izrazitim zvezdastim jezgrom. Ne razmišljajući dugo, Bjela joj je odredio položaj, pribeležio vreme posmatranja i ucrtao na nebeskoj karti.

Naredne večeri, Bjela je ponovo upravio durbin prema mestu na nebu, gde je dan ranije primetio magličasto telo. Na njegovo iznenađenje, maglina nije bila više tu. Pretražio je zato odmah neposrednu okolinu i ubrzo je otkrio nešto dalje prema istoku. Na osnovi toga Bjela je zaključio da posmatrano nebesko telo nije maglina, nego kometa. O svome otkriću obavestio je odmah pismom zvezdarnicu u Getingenu, sa koje su mu uskoro potvrdili da je nepoznato telo zaista kometarne prirode. U međuvremenu kometu su nezavisno otkrili i sa Marseljske opservatorije, ali je kometa pripala Bjeli kao ranijem posmatraču.

Bjelina kometa posmatrana je do maja meseca i to je omogućilo da se izračuna dovoljno tačna njena putanja. Pokazalo se da je u pitanju kratkoperiodična kometa, koja svoj put oko Sunca obavi za oko 6 i po godina. Sledejući primeru Haleja, potraženo je među ranijim pojavama kometa i tako utvrđeno da je kometa već bila posmatrana 1805 i 1772 godine.

U svom prvom predviđenom povratku kometa je ponovo posmatrana, ali je narednog puta, 1839 godine, prošla nezapaženo, uglavnom zbog toga što je u vreme najpovoljnijeg položaja za posmatranje prošla nedaleko od Sunca.

U zimu 1845 astronomi su je opet našli u blizini mesta na kome je, po njihovim računima; trebalo da bude. U to vreme kod komete se nije zapažalo ništa osobito: izgledala je kao nešto rasplinuta magličasta mrlja, sa slabim središnjim zgušnjem i kratkim repom. Januara 1846, međutim, nastupila je iznenadna promena, nezapamćena kod ranijih pojava kometa: Bjelina kometa se podelila na dve bliske, koje su svoj put kroz sazvežđa nastavile gotovo naporedo, ne menjajući brzinu i pravac kretanja. Jedna od njih bila je nešto sjajnija, a obe su imale izraziti rep.



Slika 1. Podela komete „Bjela” u 1846 god. na dve komete (gore) i izgled njihov u sledećem povratku 1852 god. (dole), prema crtežu astronoma Sekija. Kometa se posle 1852 godine više nije videla, a umesto nje 1872 god. pojavila se meteorska kiša.

Pojava komete 1852 godine očekivana je stoga sa velikim nestrpljenjem. Nažalost, i ovog puta uslovi za njeno posmatranje nisu bili povoljni, jer se kometa mogla videti tek pred zoru, kratko vreme pre Sunčeva izlaza. Ipak astronom Seki uspeva da je vidi krajem avgusta, najpre kao jednu, a sredinom septembra primećuje i drugi njen deo. Ali je rastojanje njihovo tada već bilo oko 2,5 miliona kilometara. Obe komete posmatrane su zatim još nekoliko puta. Niko pritom nije pomišljao da će to biti i poslednji njihov povratak.

1859 godine astronomi su bezuspešno tragali za Bjelinom kometom. I pored povoljnog položaja za posmatranje, kometa nije nađena. Ni kasnije, 1866 godine.

Prema računima, novembra 1872 trebalo je da kometa prođe vrlo blizu Zemlje, pa se pretpostavljalo da će tom prilikom svakako biti primećena. I utoliko je veće bilo

iznenađenje astronoma, kad se mesto komete 27 novembra te godine nebom osuo veličanstveni pljusak meteora – prava „zvezdana kiša“.

Još lepša pojava dogodila se u jednom od idućih susreta Zelje sa mestom na kome je trebalo da bude kometa, novembra 1885 godine. Isto tako i novembra 1892, iako je ovoga puta zvezdana kiša bila znatno slabija.

Na podlozi posmatranih pojava meteora, astronomi su odredili putanju čitavog meteorskog roja i utvrdili da se ona potpuno poklapa sa putanjom Bjeline komete. Ovo saznanje bilo je od izvanrednog značaja. Meteorski pljuskovi bili su, istina, i ranije posmatrani, ali se nije znalo kako nastaju rojevi meteora koji ih prouzrokuju. Ovog puta to se samo po sebi razjasnilo: tokom vremena komete se postepeno raspadaju, prestaju da postoje kao komete, a rasuto njihovo komađe obrazuje meteorski roj, meteorski potok.

Pokušajmo sad da objasnimo kako dolazi do raspadanja kometa, što prouzrokuje njihovu „smrt“. Toga radi setimo se da je jezgro kometa, kao njihov stvarni pretstavnik, sastavljeno iz čvrstih gromada. Sem toga, opomenimo se da je ono u vreme približavanja Suncu najjače izloženo zagrevanju i da tom prilikom ispušta iz sebe znatne količine gasova i para. Imamo li dalje u vidu i sve promene kroz koje kometa prolazi tokom svog bivstvovanja, tada nam neće biti teško da zamislimo ovakav proces njena raspadanja.

Isparavanje jezgra ne traje večito, nego postepeno slabi. Naporedo s tim njegove gromade postaju sve poroznije, šupljikave i srazmerno trošne i mestimice na njima se javljaju i pukotine. U takvim stanju one, očevidno, ne mogu kao celina dugo odolevati spoljnim uticajima, uslovljenim svakako i velikom brzinom kretanja, – jezgro se komada u više grumenova. Slične pojave događaju se nekad još za mladosti komete; češće kod kometa koje se jako približavaju Suncu. Svetli pramenovi i čvorovi, zapaženi u repovima nekih kometa, verovatno su posledica odronjavanja pojedinih perifernih delova jezgra i njihovog daljeg brzog raspadanja u sitnije komade.

Vremenom paspadanje se nastavlja ubrzanim tempom, i tek po koji krupniji, čvršći komad uspeva da se održi u punoj snazi. No sad se na poprištu nalazi drugi, ljući kometin neprijatelj: haotični međusobni sudari čestica. Oni u velikoj meri razrivaju njeno jedinstvo i pripremaju joj konačnu smrt. Komađe pritom gubi od svoje žive sile i nije više sposobno za grupni let oko Sunca: postepeno se razilazi duž čitave kometine putanje. Tako nastali roj, u početku mestimice gušći, rastura se i dalje, sve dok ravnomerno ne popuni okolni prostor. Povremeni prolaz Zemlje kroz roj, na mestu gde su se ukrštale njena putanja i putanja negdašnje komete, priređuje nam zanimljivu pojavu „zvezdane“, meteorske kiše.

Kao što vidimo, kometa vrlo bedno dočekuje svoj kraj. Nekada puna sjaja i raskošno opremljena, obavijena finim velom, komom, i koketno mašući svojom lepezom, svojim repom, na domaku Sunca, ona se najzad svodi na kakav krupniji stenoviti grumen, koji usamljen luta prostorom. A kao takva ona se zauvek gubi sa našeg obzorja. I ako kadgod, u slučajnom susretu za Zemljom, dospe kao meteor do Zemlinog tla, pružiće nam prilike da ispitivanjem utvrdimo od kakvog je materijala bilo sagrađeno jezgro iščezle komete.



Crtež komete Donati iz 1858. godine

NEKI PODACI O KOMETAMA

Komete u 1986. godini

Pored Halejeve komete u 1986. godini očekuje se pojava još 8 kometa (prema podacima iz publikacije „Naše nebo” 1986). Možda će osnovni podaci o ovim kometama podstaći neke ljubitelje astronomije da ih potraže na nebu.

Kometa BETIN (Boethin) će biti u perihelu u januaru, prvi put posle 1975. godine kada je otkrivena. Njena perioda obilaska oko Sunca je 11,24 godine.

Kometa AŠBRUK–DŽEKSON (Ashbrook–Jackson) otkrivena je 1948. godine i ponovo posmatrana 1978. Perioda je samo 7,47 godina. Ako se pojavi u januaru to bi bio njen šesti povratak.

Kometa HOLMS (Holmes) je prvi put posmatrana 1892. god. i ima periodu od 7,08 godina. U martu, kako se predviđa, biće njen sedmi posmatrani prolaz kroz perihel.

Kometa VIRTANEN (Wirtanen) ima vrlo kratku periodu od samo 5,5 godina. Prvi put je posmatrana 1947. godine i od tada je 5 puta bila zapažena za vreme svojih približavanja Suncu. Ova kometa se očekuje u martu mesecu.

Kometa KOŽIMA (Kojima) je otkrivena 1970. godine. Njen treći povratak očekuje se u aprilu. Ima periodu od 7,89 godina.

Kometa VIPL (Whipple) prvi put je posmatrana 1933. godine i od tada prilikom svakog od svojih povrata koji su se ponavljali sa periodom od 7,44 godine. Prvi put se nije pojavila 1985. Naknadno je zaključeno da se verovatno promenila njena perioda od 7,44 na 8,49 godina, i da je treba očekivati u junu 1986. godine.

U oktobru se očekuje povratak komete VILD (Wild) koja je takođe otkrivena 1933. godine. Njena perioda je 13,29 godina. Do sada su posmatrana dva prolaza kroz perihel.

Vrlo je verovatno da će pojava neke od ovih kometa izostati. Sigurno je, međutim, da će se neke nove koje nisu predviđene pojaviti 1986. godine. Obično se svake godine otkrije desetak novih kometa. U toku 1984. godine na primer, posmatrano je 22 komete i među njima bilo je 6 novih.

Katalozi kometa

Svi podaci o kometama i njihovim putanjama oko Sunca nalaze se u poznatom Marsdenovom katalogu. U ovom katalogu ima oko 700 kometa čije su putanje tačno izračunate. Sa eliptičnim putanjama ima ih oko 300.

Prvi katalog sa ukupno 24 komete uradio je Halej. Pripremajući ovaj katalog on je i otkrio kometu koja će kasnije dobiti i proslaviti njegovo ime.

U celoj istoriji posmatrano je oko 2000 kometa.

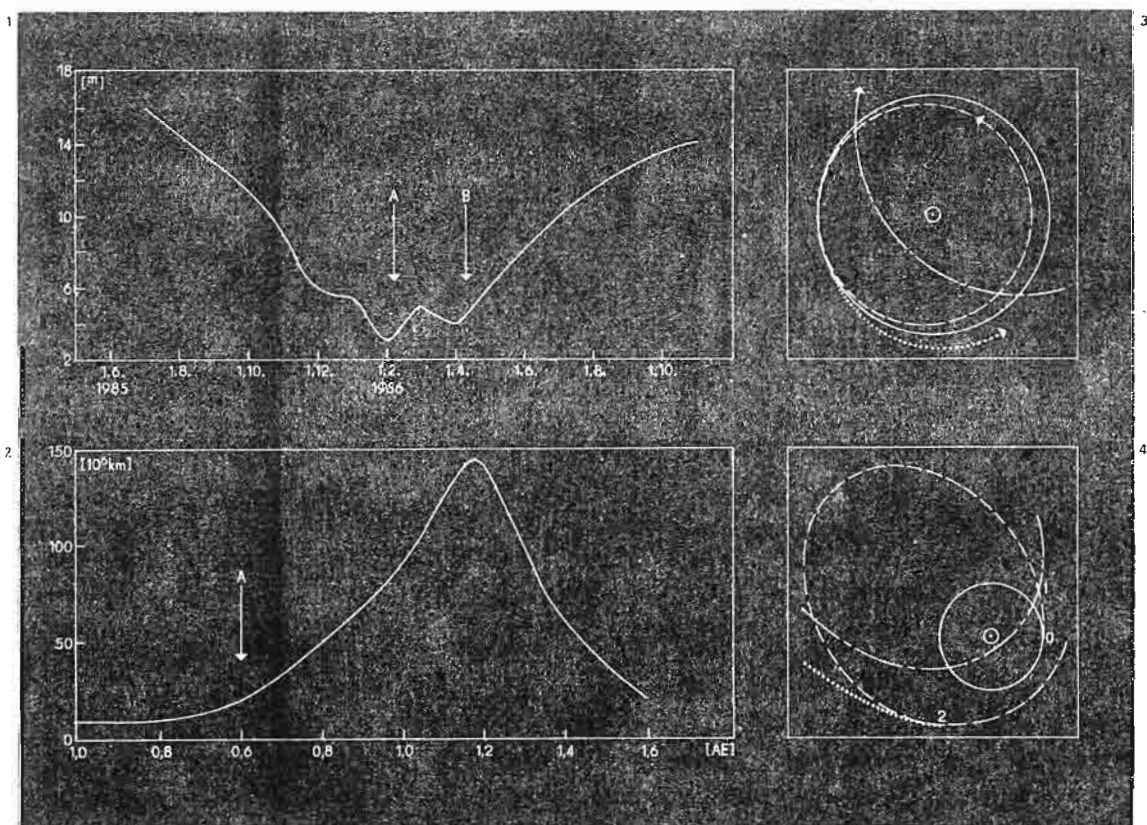
Apsolutni sjaj Halejeve komete

Halejeva kometa je jedna od najsjajnijih među kometama. Od nje su bile sjajnije kometa Benet 1969. godine (3.5 magnituda) i kometa Švasman–Vahman (2–5 magnituda). Kometa Vest 1975. godine je bila približno istog sjaja kao i Halejeva kometa, a komete Tago–Sato–Kosaka 1969. i Kohoutek 1973. bile su samo nešto malo slabije.

U najaktivnijim fazama Halejeve komete za vreme prolaza 1910–1911. iz komete je izbacivano i do $2,5 \times 10^{29}$ molekula u sekundi. Ovo govori o Halejevoj kometi kao jednoj od aktivnijih kometa. Apsolutni sjaj se smanjivao u toku njenih 29 prolaza kroz perihel.

Sve „stare“ komete tj. one koje su prošle kroz perihel više puta i izgubile deo svoje materije slabijeg su sjaja od „novih“ kometa, koje se posmatraju prvi put.

Neki astronomi smatraju da sjaj komete u izvesnoj meri zavisi od aktivnosti Sunca odnosno broja Sunčevih pega. Ta veza je ispitivana za kometu Mrkos i za kometu Enke ali rezultati još nisu pouzdani.



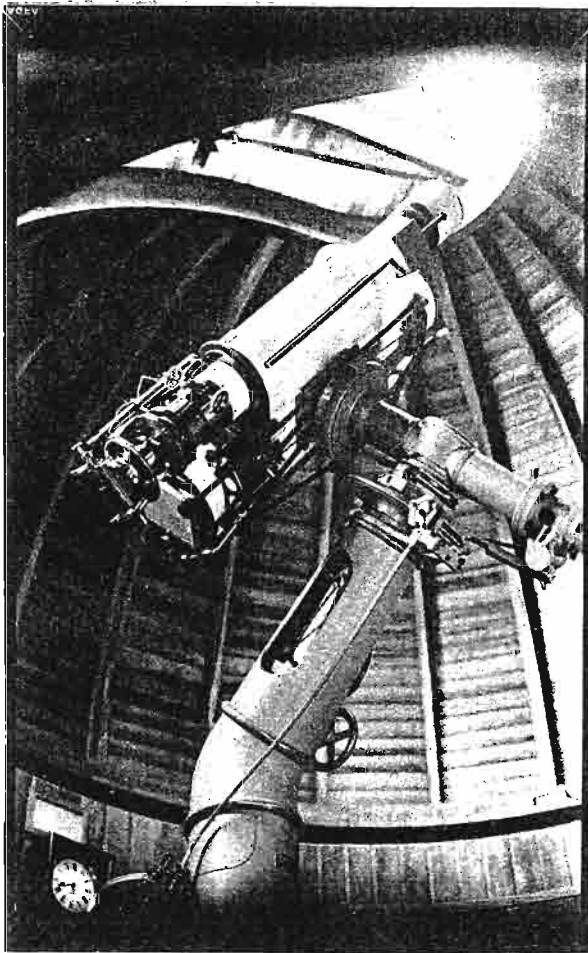
Verovatna promena sjaja Halejeve komete 1985/1986. (gornji grafik)

Moguća dužina repa Halejeve komete za vreme prolaza 1986. godine (donji grafik)

POSMATRANJA KOMETA SA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU

Za Astronomsku opservatoriju u Beogradu sadašnja pojava Halejeve komete značiće 50-tu godinu sistematskih posmatranja i traganja za ovim neobičnim članovima Sunčevog sistema.

Posle završenih priprema, u drugoj polovini 1935. godine, redovna posmatranja započeta su 1936. godine u okviru tek osnovane Grupe za male planete, komete i satelite. Nova Astronomska opservatorija raspolagala je za tu svrhu sa tri Cajsova vrlo pogodna instrumenta: tražiocem kometa od 20 cm prečnika objektiva astrografom za snimanje nebeskih objekata od 16 cm (sl. 1) i vizuelnim refraktorom od 20 cm, snabdevenim sa dve foto–kamere od 16 cm.



Slika 1. Astrograf Astronomske opservatorije u Beogradu

Kao što se već iz samog naziva može naslutiti, tražilac kometa je specijalno konstruisan astronomski durbin, svetlosno jak, lak0 pokretljiv i posebno podešen za duga pretraživanja neba. Vizuelno traganje za novim kometama predpostavlja da posmatrač raspolaže kartama neba na kojima su naznačene sve poznate magline, vidljive njegovim teleskopom. Na taj način, on može znatno lakše da utvrdi da li je magličasti objekt koji primećuje u polju vida instrumenta, kometa ili ne. Bez ovakvih karata— „sekcija neba” posmatrač bi gubio mnogo vremena u motrenju da li uočeni objekt menja svoj položaj u odnosu na okolne zvezde, jer se komete, često po izgledu nalik na magline, drukčije ne bi mogle odmah prepoznati. Zbog toga je posmatračkom radu ovim instrumentom Astronomske opservatorije predhodiła priprema takvih karata na osnovu postojećeg Drejerovog NGC kataloga u kome su, pored opisa izgleda, dati i položaji maglina na nebu.

Sistematsko posmatranje i traganje za novim kometama je naporan astronomski rad koji zahteva veliku upornost i strpljenje. Tog astronomskog zadatka prihvatili su se tada mladi saradnici Opservatorije: Milorad Protić i S. Đukanović (do rata), a kasnije i Milan Simić.

Hronološki, međutim, astrograf je prvi instrument na Astronomskoj opservatoriji sa kojim su započeta posmatranja kometa. Ovaj instrument bio je poveren takođe M. Protiću čija je astronomska delatnost upravo od tada praktično bila vezana za posmatranja i istraživanja tela Sunčevog sistema.

Na trećem instrumentu, refraktoru, započeo je posmatranja malih planeta, a povremeno i kometa Pero Đurković 1937. godine (do rata), a zatim su, izvesno vreme, učestvovali Zaharije Brkić i Branislav Ševarlić. I sam tadašnji direktor Opservatorije Vojislav Mišković uzeo je par puta u češća u posmatranjima ove vrste.

U posleratnom periodu, sem M. Protića, izvesno vreme na posmatranjima kometa radi Časlav Čepinac, a od 1972. godine Vojislava Protić—Benišek.

Tražilac komete

Sa tražiocem kometa koji je svakako u svojoj klasi bio značajan za ovu vrstu posmatranja, Opservatorija nije imala sreće. Kao instrument koji se zbog svojih optičkih osobina mogao koristiti i u vojne svrhe, rekviriran je „za specijalne ciljeve nemačke vojne sile” od strane okupatora.

U „Astronomskim i meteorološkim saopštenjima” N^o 2 od 31. decembra 1945. godine, u vezi s tim, nalazimo ovakvu belešku:

„Krajem avgusta 1944. godine došao je na Opservatoriju izvestan Jašek, civil, navodno astronom sa Opservatorije u Beču, sa jednim mehaničarem i nalogom nemačkih vojnih vlasti da demontira i odveze tražilac kometa. Nekoliko dana kasnije, 22. avgusta 1944., potpisao je narednik Berger revers o preuzimanju ovog instrumenta u kojem komanda mesta jamči za povraćaj i eventualni kvar na aparatu...” Nažalost, i pored svih nastojanja, nismo ni do danas uspeli da saznamo gde se nalazi ovaj oduzeti instrument.

Odnosjenjem tražioca kometa Opservatorija je ostala osiromašena ne samo u materijalnom pogledu, već prevashodno u astronomskom smislu: metodološki, ono što je omogućavao tražilac kometa, nije mogao nadoknaditi u punoj meri ni jedan drugi postojeći instrument, tako da je, sticajem okolnosti, težište astronomskog rada na kometama prebačeno isključivo na fotografska posmatranja, uz povremena vizuelna pretraživanja neba, znatno napornija, a i manje efikasna, durbinom za praćenje na astrografu.

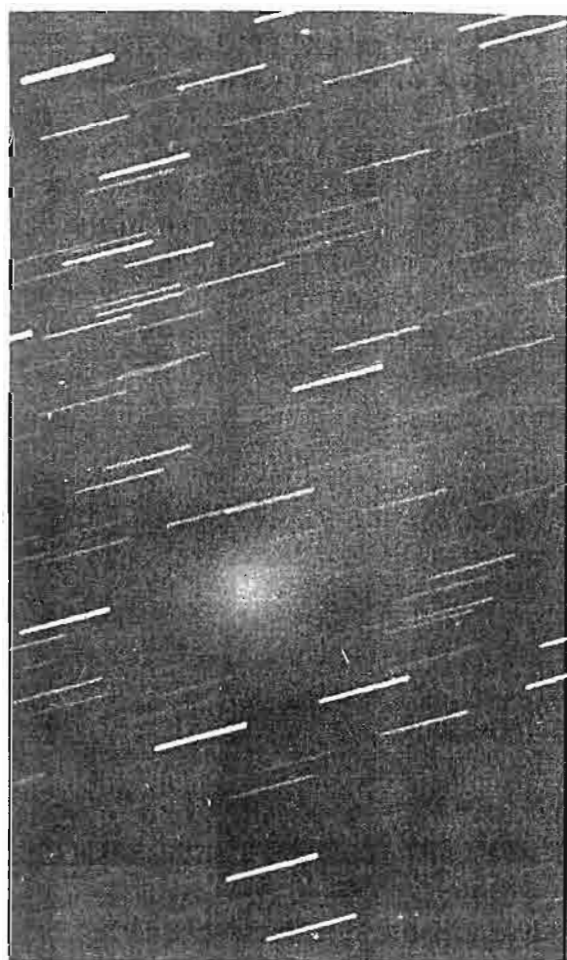
Refraktor Askania

U kupoli nekadašnjeg tražioca kometa postavljen je posle rata fotovizuelni refraktor Askania, sa objektivima od 13.5 i 12.5 cm. koji se sada koriste za fotografsko posmatranje kometa. Trenutno to je i jedini instrument Opservatorije, na kome se, pored ostalog, obavljaju u novije vreme redovna posmatranja te vrste.

Šta je posmatrano?

Tokom 50—godišnjeg angažovanja na tome planu, posmatran je veliki broj kometa: stare, već poznate kratkoperiodične i sve novootkrivene koje su se po svome položaju na nebu i po sjaju bile dostupne našim instrumentima.

Prva kometa koja je posmatrana sa Opservatorije bila je i prva pronađena kometa u 1936. godini: 1936a—Pelitier (Sl. 2). Dva njena astrografska snimka od 22. maja 1936. sa ekspozicijom od 3^h označila su početak jedne relativno bogate posmatračke aktivnosti u oblasti astrografije kometa, jer je posle nje, tokom proteklih decenija uspešno posmatrano 40 različitih kometa i određeno 328 preciznih astrografskih položaja, pri čemu su, u nekoliko slučajeva, oni iskorišćeni i za određivanje putanjskih elemenata.



Slika 2. Kometa Peltije iz 1936. godine — prva kometa posmatrana na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu

Obzirom na to da su optičke mogućnosti naših instrumenata male i da se čak i dugim ekspozicijama kod ovih objekata može dostići maksimalno 14 prividna veličina (njihov ukupan sjaj), mnoge druge, slabijeg sjaja no što je predviđeno, nisu ostavile nikakvog traga na snimcima.

Evo pregleda svih posmatranih kometa sa Astronomske opservatorije u Beogradu (originalni nazivi):

1936a – Peltier	1952d – Peltier
1937b – Whipple	1953a – Mrkos–Honda
1937f – Finsler	1953c – Pons–Brooks
1939a – Kezik–Peltier	1954f – Vozarova–Kresak
1939c – Pons–Winnecke	1953g – Abell
1939d – Jurlof–Achmarof–Hassel	1955e – Mrkos
1939h – Rigollet	1955f – Bakharev–Macfarlane–Kriene
1940c – Cunningham	1955g – Honda
1940e – Okabayashi	1956h – Arend–Roland
1941a – Friend–Reese–Honda	1969i – Bennett
1941c –	1969g –
1942f – Oterma	1973f – Kohoutek
1942g – Whipple–Fedtke	1975h – Kobayashi–Berger–Milon
1946a – Timmers	1976e – d’Arrest
1946c – Giacobini–Zinner	1977m – Kohler
1947 – Jakovkin	1978 – Wild 2
1947 – Rondania–Bester	1979c – Bradfield
1948a – Mrkos	1979 l – Bradfield
1948 – Honda–Bernasconi	1980u – Panther
19511 – Schaumasse	1982 f – Chyrimov–Gerasimenko

Najveći broj posmatranja kometa realizovan je na dva instrumenta: astrografu – 244 položaja i Askania refraktoru – 57.

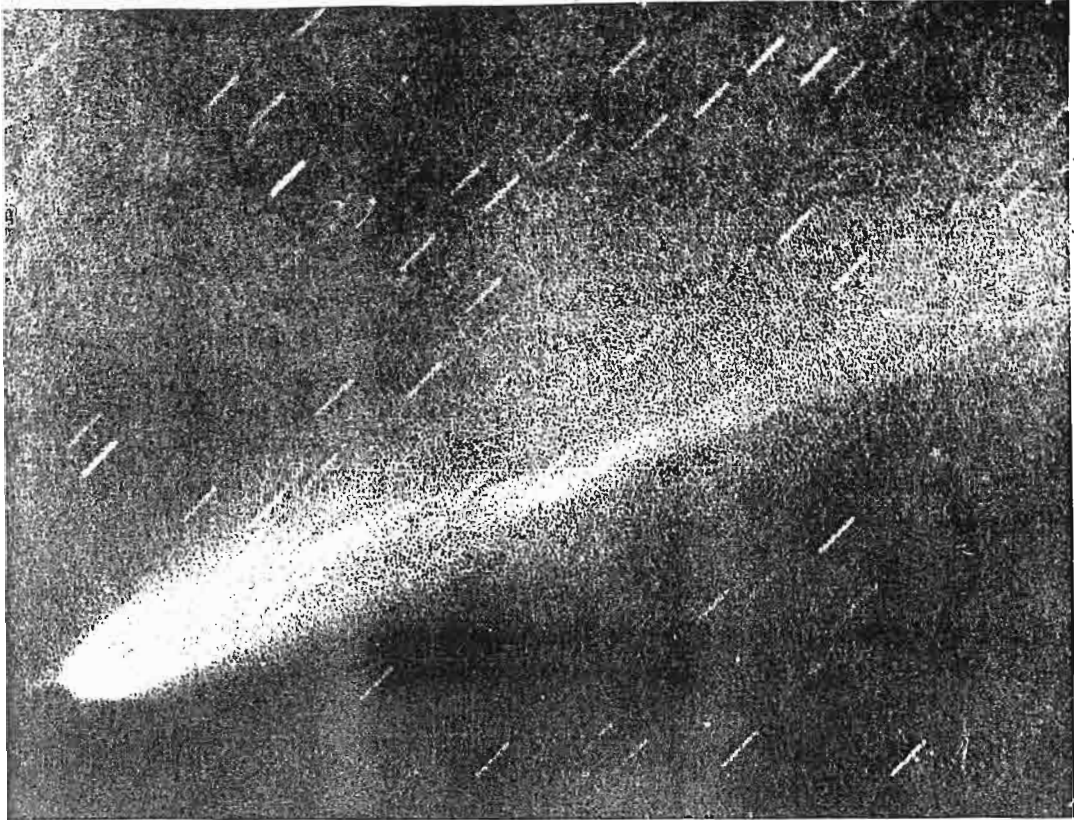
Učešće posmatrača vidi se iz sledećeg pregleda:

M. Protić	202	P. Đurković	8
V. Protić–Benišek	57	B. Švarlić	8
Č. Čepinac	40	V. Mišković	2
Z. Brkić	11		

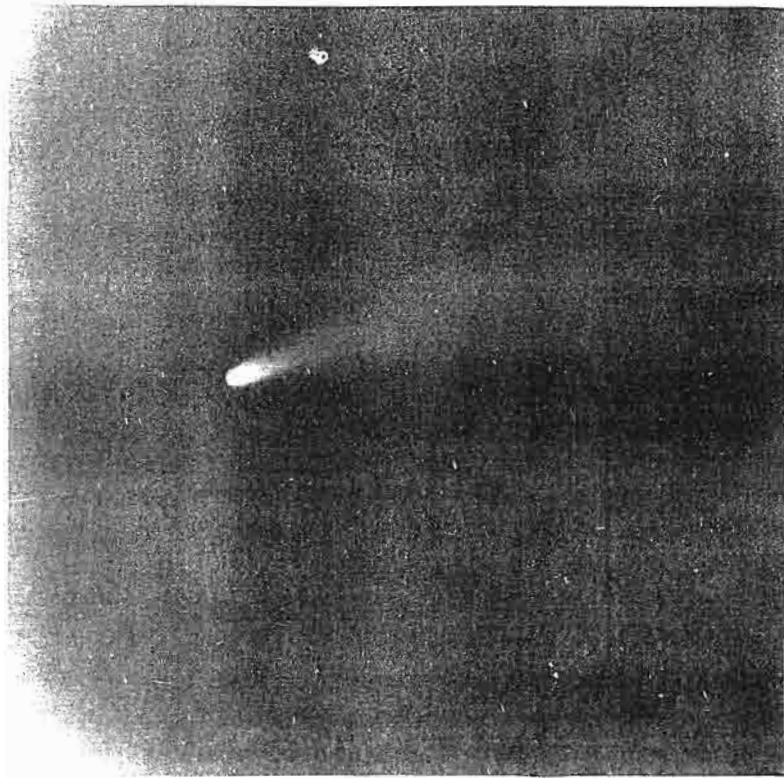
Zanimljivije komete

Od nekoliko posmatranih sjajnijih kometa posebno izdvajamo kometu 1956h–Arend–Roland (Sl. 3), koja je dugo praćena i za koju se može slobodno reći da je bila spektakularan objekt, nalik na Halejevu kometu, vidljiva slobodnim okom već u sumrak. Kometa je bila izuzetno sjajna u noći 27/28. aprila 1957. godine: razbuktala se, imala širok, lepezasti rep, a, neočekivano, pojavio se i mlaz kometske materije, usmeren od jezgra u pravcu Sunca (na suprotnu stranu od njenog pravog repa), što se dobro uočava na slici. Već u toku naredne noći mlaza nije više bilo.

Kometa Benet (1969i) (Sl. 4), koja se dugo mogla posmatrati iz naših krajeva, predstavljala je takođe sjajan i slobodnom oku pristupačan objekt, sa repom dugim nekoliko stepeni. Mogla se snimiti i običnim fotoaparatom bez optike.



Slika 3. Kometa Arend-Roland iz 1956. godine



Slika 4. Kometa Benet iz 1969. godine

Obe ove komete, kao i Peltije-ova iz 1936. godine, pripadaju grupi neperiodičnih kometa i posle ovog susreta sa Zemljom iščezle su možda zauvek iz našeg sunčanog sistema; ili, ukoliko su periodične, trajanja njihovih sideričkih revolucija premašuju hiljade godina.

Za kometu Rigole, otkrivenu 1939 godine, utvrđeno je da je identična sa kometom koju je pronašla C. Heršel 1783. godine, a kojoj je ovo bio drugi povratak u blizinu Sunca. Zasad, to je kometa koju karakteriše najduža poznata revolucija od 156 godina, tj. više od dvostrukog trajanja kod Halejeve komete. Kad je u afelu (najdalji prolaz), kometa se nalazi na oko 57 a.j. od Sunca, odnosno na daljini od preko 8.5 milijardi km!

Zanimljiva epizoda vezana je za otkriće komete Mrkos 1948a 10. januara 1948 godine, pred svitanje, M. Protić je, tragajući za kometama, snimio oblast neba u sazvežđu Serpens. Na razvijenoj ploči, oko 2.5 stepena od njenog središta, zapazio je difuzni, magličasti objekt, 10 prividne veličine, čiji položaj nije odgovarao ni jednoj od poznatih maglina. Ali, naredna jutra bila su oblačna i sve do 20. januara on nije uspeo da snimi tzv. kontrolnu ploču, koja bi mu omogućila da utvrdi stvarno postojanje objekta. I upravo tog dana, dok se ploča sušila, stigao je telegram iz Međunarodnog centra u Kopenhagenu, da je 19. januara izjutra A.Mrkos, sa čehoslovačke opservatorije Skalnaté Pleso, vizuelno otkrio novu kometu. A ona se nalazila tačno na tragu Protićevog objekta!

U to vreme, međutim, prema usvojenom načelu, novopronađene komete imenovane su i priznavane astronomu koji prvi dostavi Centru obaveštenje o svom otkriću. I tako je, zbog predostrožnosti našeg astronoma, otkriće pripisano njegovom čehoslovačkom kolegi. Ipak, astrografski položaj od 10. januara Beogradske opservatorije i nekoliko drugih koji su dobiveni sa ostalih svetskih opservatorija ubrzo posle saopštenog otkrića, poslužio je kao siguran oslonac za određivanje preliminarne putanje ove komete. Kasnije se ispostavilo da je ona kratkoperiodična i da pripada kometama Jupiterove grupe.

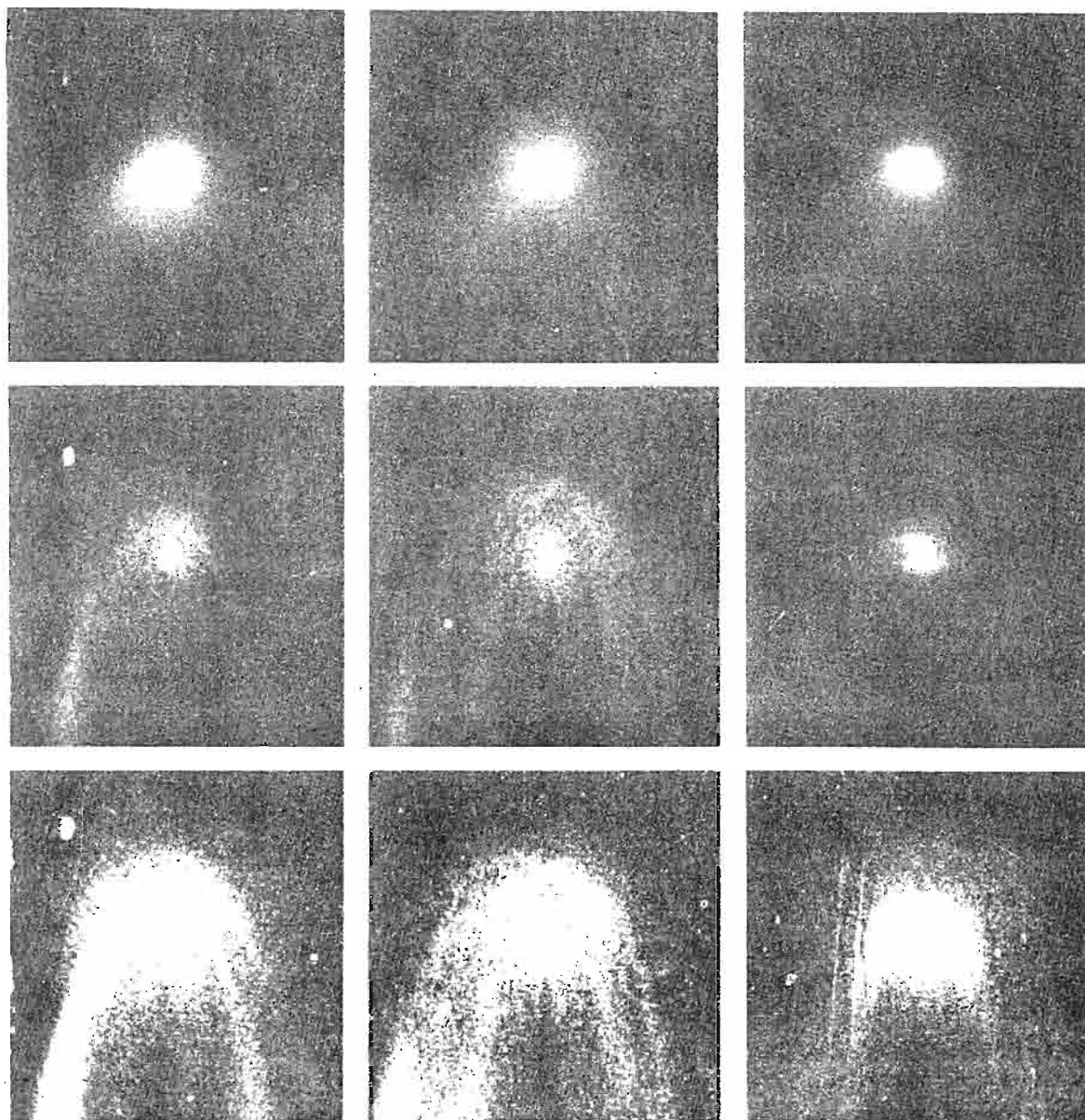
Pre desetak godina, tačnije krajem 1973. i početkom 1974. godine, najavljen je u brojnim člancima, časopisima, a posebno u novinskim stupcima širom sveta „nebeski događaj stoleća”, pojava komete koju je 28. januara 1973. godine otkrio čehoslovački astronom Ljuboš Kohoutek sa opservatorije u Hamburgu, i koja je svojim sjajem trebalo da nadmaši mnoge dotad viđene (u to vreme Halejeva kometa bila je još daleko, a zaboravilo se, izgleda, na njenu pojavu u 1910. i povratak njen krajem ove godine). I u našoj javnosti bilo je izuzetnog publiciteta oko pojave ove komete. Međutim, na veliko iznenađenje, pre svega onih profesionalnih astronoma koji su na osnovu svojih računa očekivali da će, došavši nadomak Suncu zablistati na nebu, „kometa veka” bila je gotovo na granici vidljivosti slobodnim okom (5–6 prividne veličine) i mogao je primetiti samo onaj, ko je znao gde se ona tačno nalazi. Obazriviji međutim, koji su uzimali u obzir čudljivo ponašanje kometa u tome pogledu, nisu se prevarili: kometa je imala sitno jezgro, koje ni procesi koji prate razvoj kometa u toku njihovog približavanja Suncu nisu preobrazili, i ostalo je onakvo, kao što je moćnim astronomskim durbinima u svetu, pa i kod nas, bilo zapaženo još u početku.

Bila je to samo još jedna od mnogih kometa koje ni po čemu ne ostavljaju naročiti utisak, niti se pamte, — još jedno „jedva vidljivo ništa” u prolazu bez povratka kraj našeg Sunca! Zašto smo je onda ovde uopšte i pomenuli? Zbog senzacionalnog, gotovo nenormalnog publiciteta koji je doveo do toga, da i sada u 20. veku ljudi strahuju od „smaka sveta”, jer se u pričama o ovoj kometi išlo čak dotle da može doći i do njenog sudara sa Suncem, pa i Zemljom, a samim tim i do katastrofalnih posledica.

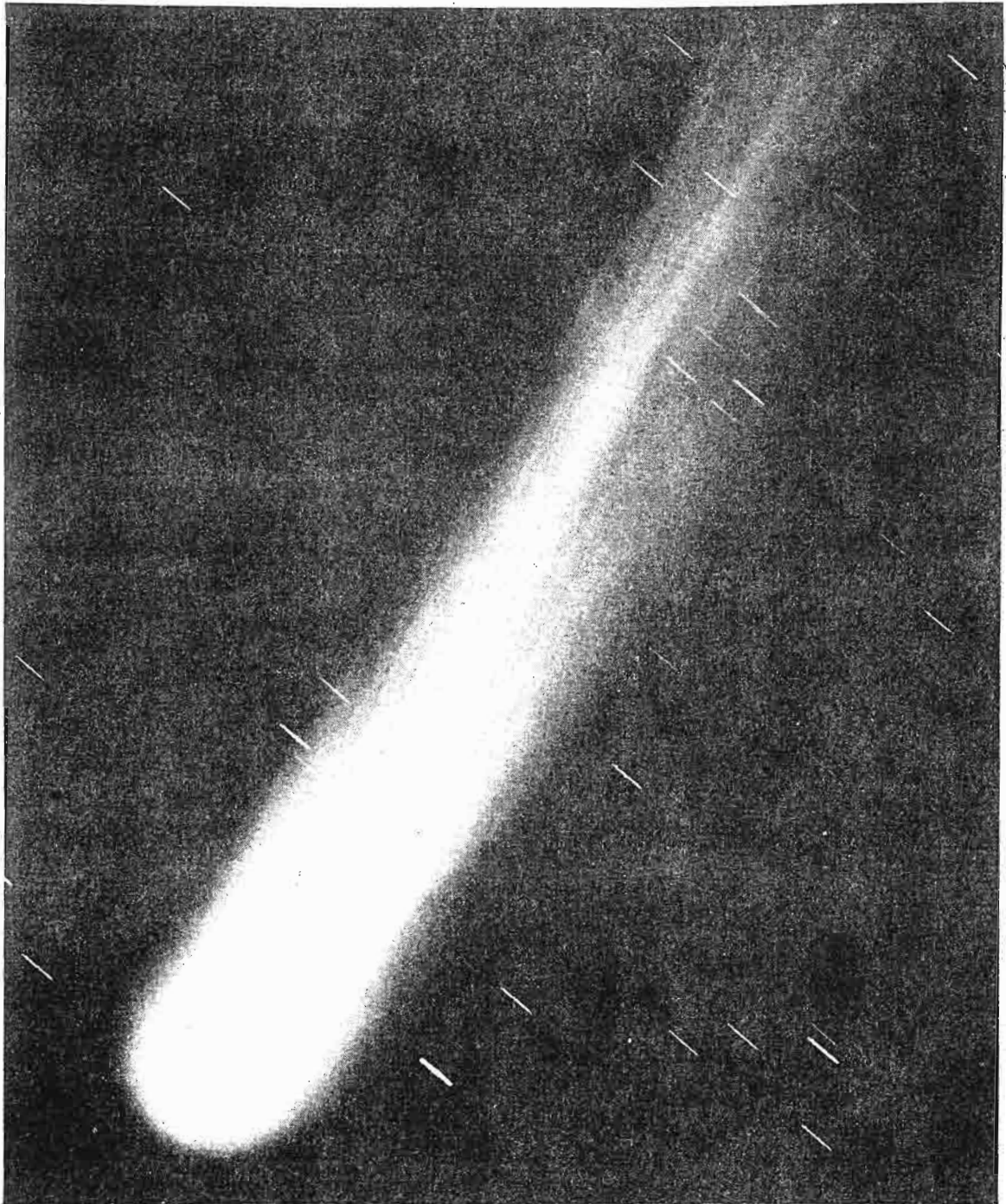
I zato se može postaviti pitanje: da li će ovaj povratak Halejeve komete biti za posmatrača sa Zemlje u stilu njene čuvene pojave iz 1910, ili će nas ona, „najslavnija od slavni lepota neba” razočarati?

Beogradska opservatorija, i pored svoje skromne tehničke opreme, pridružila se armiji astronoma i ostalih istraživača u iznalaženju odgovora na brojna pitanja što ih komete postavljaju već samom svojom pojavom.

Bez obzira na sva iznenađenja koja nam Halejeva kometa može prirediti, sudeći po pripremama koje su izvršene ili su u toku, može se sa velikom verovatnoćom očekivati da će ovaj susret sa njom doprineti konačnom rešenju porekla kometa koje su dugo bile velika zagonetka našeg planetarnog sistema.



Fotografska posmatranja Halejeve komete 1910 sa opservatorije Maunt Vilson (gornja tri snimka). Isti snimci digitalno obrađeni (srednji i donji red)



Kometa Benet iz 1970. godine

ASTRONOMI–AMATERI I POSMATRANJE KOMETA

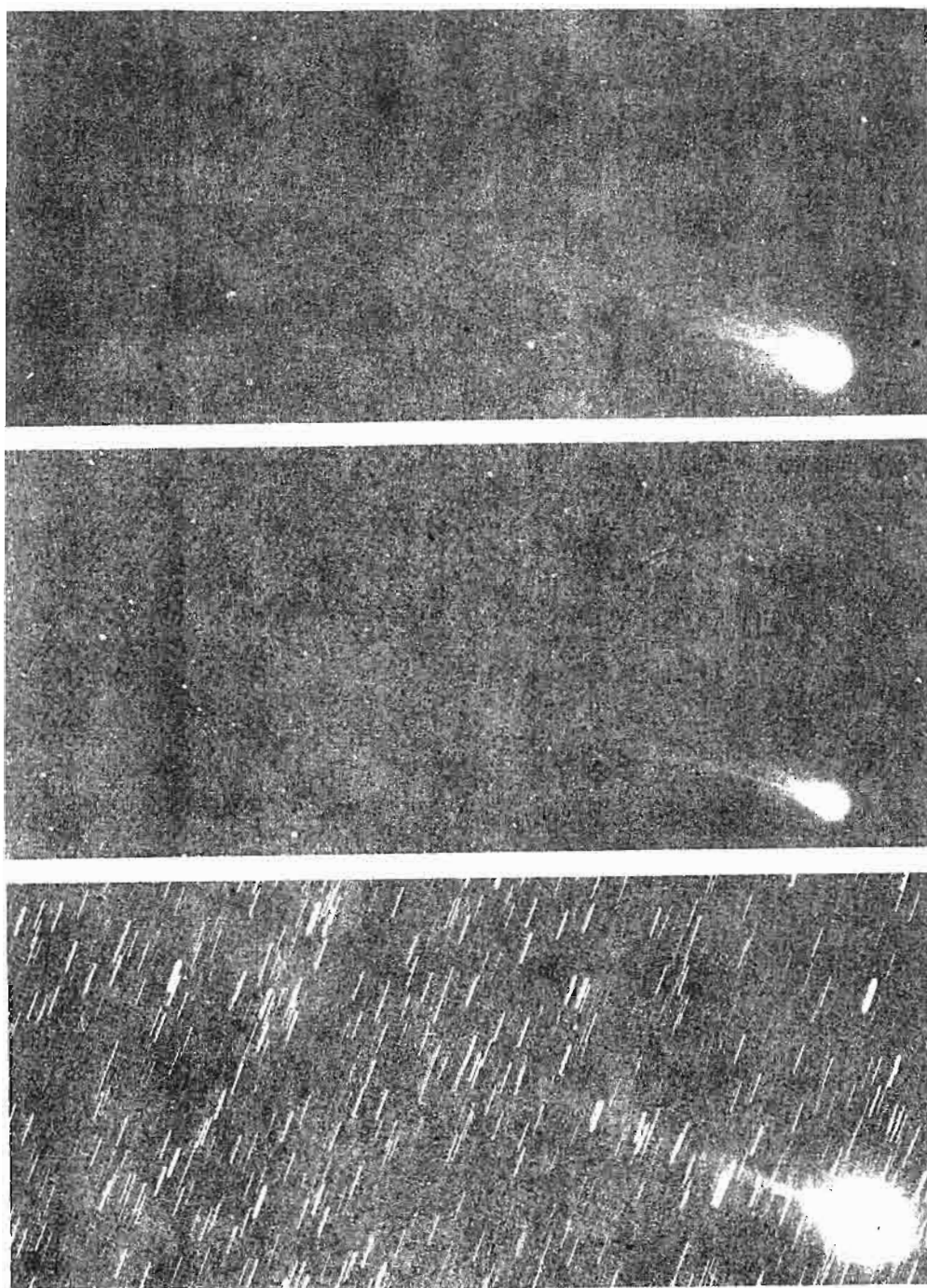
Astronomija – nauka o Vasioni, nije se razvijala i bogatila samo značajnim delima profesionalnih astronoma nego, takođe, velikim otkrićima i idejama kao i posmatranjima astronoma amatera. Ovi ljubitelji astronomije različitih profesija, u svom slobodnom vremenu se velikom ljubavlju; radnim entuzijazmom, zadovoljstvom ali i disciplinom, predaju posmatranju neba dajući svoj doprinos astronomiji. Radeći običnim dvogledom, manjim teleskopom ili prosto fotoaparatom oni posmatraju a ponekad dolaze i do otkrića koja profesionalni astronomi zbog prezauzetosti svojim stručnim poslovima jednostavno ne stižu. Tako amateri posmatraju meteore, promenljive zvezde, mesec, planete, planetoide itd. Velike zasluge takođe imaju u izučavanju, a naročito u otkrivanju kometa čemu treba posvetiti veoma mnogo vremena. Amateri su otkrili većinu kometa i upravo su oni doprineli popularizaciji ove vrste nebeskih tela.

Doprinos amatera je najznačajniji u otkrivanju novih kometa. Jer, što se ranije otkrije kometa u toku približavanja Suncu i ranije počnu sistematska posmatranja to se dobija više podataka o njenom kretanju, razvoju, i delovanju međuplanetarne sredine.



Slika 1. Vilijam Brandfield, poznati lovac na komete, sa svojim teleskopom u svom domu u Australiji.

Skoro sve komete koje su bile sjajnije od 12. zvezdane magnitude otkrili su amateri. Pri tome svakako treba reći da su u razvijenim zemljama astronomi—amateri opremljeni dovoljno moćnim instrumentima, skoro kao profesionalni astronomi na manjim opservatorijama. Oni koriste odlične fotokamere i svetlosno jake teleskope tako da lako otkrivaju čak i slabije komete. Prema statističkim podacima, astronomi—amateri su pomoću manjih teleskopa, ili čak samo golim okom, otkrili 98% dugoperiodičnih kometa u proteklom 19. stoleću i skoro 75% u našem 20.



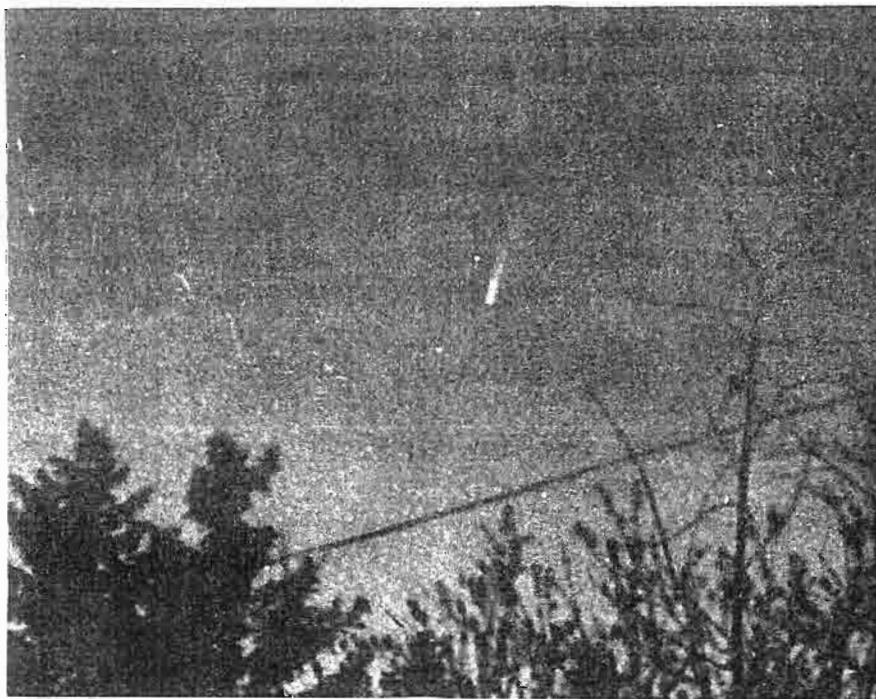
Slika 2. Tri snimka komete Bradfield 1979 I. Prvi, odozgo na dole, snimljen je 27.12.1979 (7 minuta ekspozicije), drugi je dobijen 29.12(28 minuta) a treći 16.01.1980.(26 minuta).

Ovom prilikom ćemo upoznati nekoliko poznatih amatera—astronoma, lovaca na komete, koji su se istakli svojim istraživanjima kometa.

Najviše uspeha u otkrivanju novih kometa u poslednjih tridesetak godina imaju, bez sumnje, japanski amateri. Rekord među njima je Honda, on je otkrio čak 12 kometa. Slede Seki sa 6 kometa, Ikeja sa 5, Fudžikama i Sato sa po 4 i dr. Poslednjih godina je svojim snažnim dvogledom Alkuk otkrio 4 komete.

Ipak, u poslednje vreme, najsrećniji lovac na komete je svakako australijanac Bradfild, inženjer raketne tehnike koji u blizini mesta Adelaida ima svoju astronomsku opservatoriju. Posmatra 15cm teleskopom koji je sam izradio i fotokamerom, Sl. 1. U mestu gde živi nisu dobri uslovi za posmatranje. Zbog toga je prinuđen da posmatra daleko od svoje kuće. Zahvaljujući ovim žrtvama uspeh nije izostao. Od 1972. do 1981. on je otkrio čak 11 novih kometa, više od jedne godišnje. Jedna od kometa koja nosi Bradfildovo ime prikazana je na Slici 2.

Ako bi se desilo da neki naš astronom—amater otkrije njemu nepoznati difuzni objekat treba da prouči da li se prema kretanju, eventualnom repu i drugim osobinama možda radi o kometi. Ako nema podataka o nekoj kometi koja treba da se pojavi i detaljne zvezdane karte onda se mora obratiti nekoj astronomskoj opservatoriji, na primer u Beogradu, Zagrebu, Ljubljani, Sarajevu i dr. i potražiti neophodne podatke. Ako je pak posmatrač uveren da je otkrio novu kometu treba da telefonira, ili još bolje telegrafiše najbližoj astronomskoj opservatoriji pri čemu mora dati tačne podatke o svom posmatranju.



Slika 3. Komet Benet snimljena aprila 1970 fotoaparatom u Beogradu

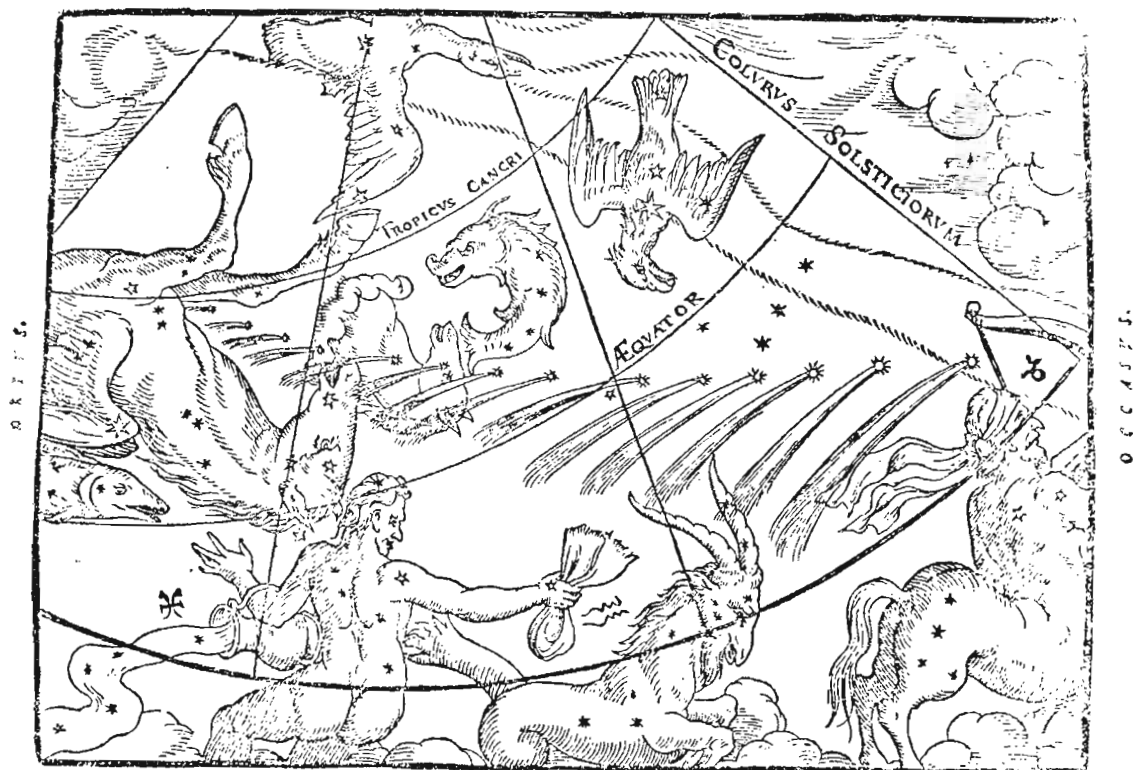
Prema statistici, svaki amater—astronom, koji je dovoljno istrajan u posmatranju i sistematski pretražuje nebo ima šansu da otkrije novu kometu posle 200—400 sati posmatranja. Naravno, ukoliko je srećnije ruke, to se može desiti i sa mnogo manje truda. Dešavalo se da posmatrač otkrije novu kometu i posle nekoliko noći posmatranja.

Jedan od poznatih lovaca na komete u našem stoleću je amerikanac Lesli Peltje. Od 1917 godine, kada je kao šesnaestogodišnji dečak prvi put pogledao kroz teleskop, 15cm refraktor, on je stalno pretraživao nebo i do 1945. godine otkrio 11 novih kometa.

„MAGNET ZA KOMETE”

Najviše kometa u toku svog radnog veka otkrio je francuz Pons. Pons je počeo kao čuvar na Marsejskoj opservatoriji, zatim je studirao astronomiju, montirao teleskop i sa njim posmatrao komete profesionalno. Postao je apsolutni rekorder po broju otkrivenih kometa. Prvu kometu je otkrio 1801 godine. U sledećih 25 godina otkrio je 36 novih kometa. Ljudima je izgledalo kao da je nečim privlačio komete pa su ga savremenici prozvali „magnet za komete”.

Mnoge komete su otkrivene na astronomskim opservatorijama u Čeholovačkoj. Vredni, uporni i strpljivi ljudi ove zemlje mnogo su dali astronomiji a posebno kometnoj. Kada se 1577 godine pojavila na nebu velika svetla kometa sa dugim repom, Slika 4. i Slika 5., u Pragu je kometu posmatrao Tadeuš Hagecius, po profesiji lekar. Istovremeno je ovu kometu posmatrao i slavni astronom Tiho Brahe. Posle smrti Braheove u Pragu se kao Begunac našao Kepler i u njegove, prave, ruke došla su sva ova posmatranja komete iz 1577 godine. Kada je uporedio Hageciusova i Braheova posmatranja Kepler je zaključio da su zabeležene promene prividne putanje velike komete u odnosu na zvezde bile skoro sasvim jednake kod oba posmatrača. Iz ovoga je sledio zaključak da su komete nebeska



Slika 4. Velika kometa iz 1577 koja je prošla kroz perihel 27. oktobra i posmatrana sve do 26 januara 1578. Slika prikazuje prividnu putanju komete kroz sazvežđa, po T. Hagecijusu, Prag 1578.

Neue Zeitung von dem Cometen/
 So jetzt im Nouember dieses 1577. Jar erschienen/ vnd
 beschreibung der bedeutung desselbigen.



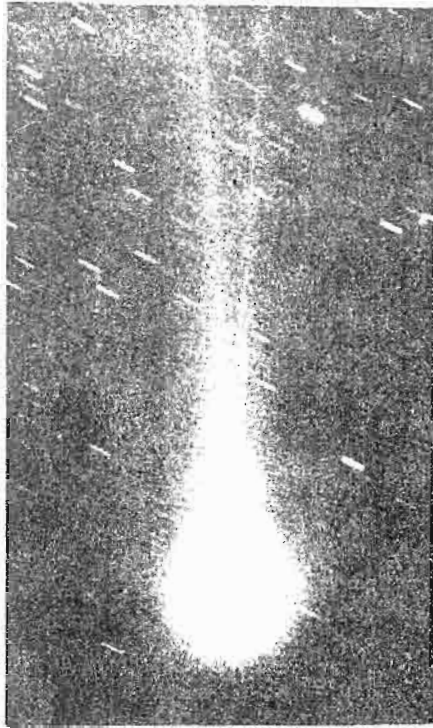
Als man zalt 1577. Jar im Nouember/erscheint ein

Slika 5. Velika kometa iz 1577. godine koju je naslikao nepoznati autor. Štampano u Augzburgu.

tela koja se u prostoru kreću na rastojanjima koja su veća od rastojanja Mesec—Zemlja, što je bilo u suprotnosti sa dotadašnjim mišljenjem da su komete fenomeni koji nastaju u atmosferi Zemlje. Pomenimo još da je velika kometa iz 1577 godine posmatrana takođe i iz slovenačkog područja. O tome svedoči zanimljiva knjižica „Opis repatice leta 1577”. u kojoj ljubljčanin Jakob Štraus, lekar i profesor fizike bečkog univerziteta, detaljno opisuje posmatranje nesvakidašnje komete. Knjižica se čuva u Narodnoj i Univerzitetskoj biblioteci u Ljubljani.

Među lovcima na komete poznata je Karolina Heršel, sestra slavnog Vilijama Heršela, astronoma koji je otkrio planetu Uran. Karolina je pored drugih nebeskih tela posmatrala i komete i 1786 godine otkrila prvu. Do 1797 godine otkrila je još 7 novih kometa. Kometa koju je otkrila 1795 bila je kasnije meta Ponsovih posmatranja 1805 i 1818 posle toga je bilo ustanovljeno da se radi o periodičnoj kometi koja je zatim dobila ime Enkeova kometa i još je uvek među poznatijim sjajnim kometama.

Čak je i Halejevu kometu, čiji je povratak Halej predvideo za 1758 godinu, otkrio krajem te godine astronom—amater, nemački seljak, J.Palič iz okoline Drezdena. Kometu je otkrio svojim malim teleskopom žižne daljine 2,5 metara. To je bio i prvi primer uspešnog traganja za nekom nagoveštenom kometom, i prvi uspeh upotrebe teleskopa u traganju za kometama u rukama jednog amatera.

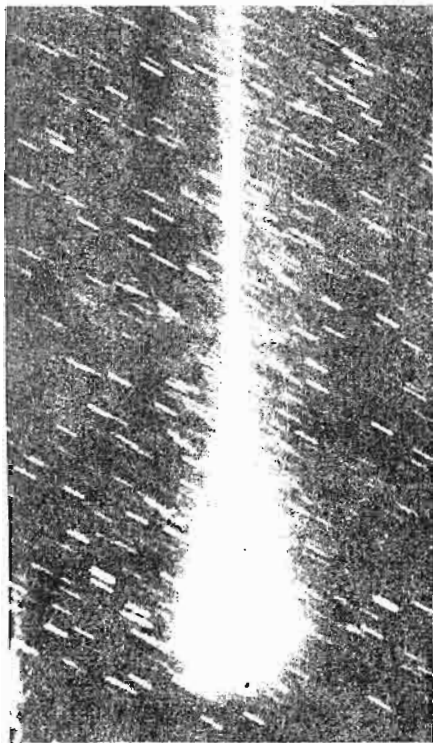


15 min. 103 a-O

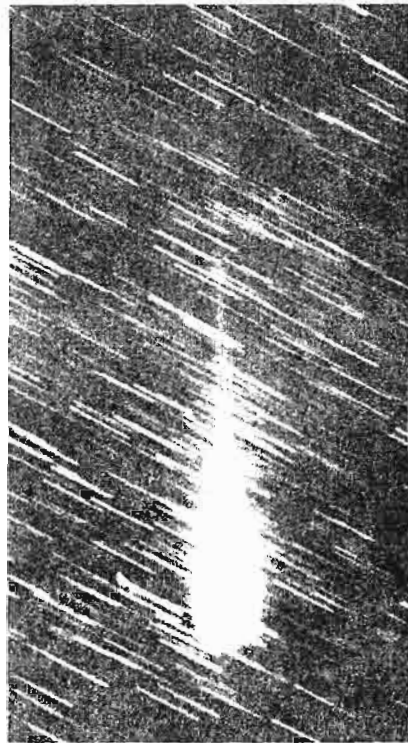


45 min. 103 a-E + GGII

OCT. 21 UT



15 min. 103 a-O



45 min. 103 a-E + GGII

OCT. 26 UT

Fotografije komete Djakobini-Cinner 21. i 26. oktobra 1959. godine

O NASTANKU TERMINA KOMETA I NEKI POKUŠAJI OBJAŠNJENJA KOMETSKIH POJAVA

Kao mnogi termini koji pripadaju različitim oblastima znanja reč kometa je preuzeta iz grčkog jezika. Grčka reč *κομη'της* (kometes) znači dugokos i poslužila je kao terminološka oznaka za nebesko telo koje je prema antičkom grčkom mitu postalo na taj način što se Elektra, jedna od sedam Plejada čiji je sin Dardan bio osnivač grada Troje, videći ovaj grad u plamenu i rasplevši od toga kosu pojavila na nebu među zvezdama kao kometa.

Džordž Šamber, u svom katalogu kometa registrovanim sa nedovoljnom tačnošću da bi se njihove orbite mogle izračunati, navodi pojavu komete oko godine 1194 pre naše ere, dakle u vreme kada se mogao odigrati trojanski rat, a, ceni se da se taj rat odigrao između 1350. i 1100. godine pre naše ere.

Grčkom mitu o postanku kometa odgovara ono što se u našem narodu priča: da je kometa majka koja po nebu luta za svojom umrlom decom pri čemu se pojava repa kod komete objašnjava na isti način kao u grčkom mitu.

Mit je, kao što se vidi, poslužio da se određena uočena prirodna pojava protumači i to na taj način što se dovodi u vezu sa pojavama u ljudskoj sferi. Takođe treba zapaziti da je u navedenim mitovima postupak komete povezan sa tragičnim događajima (propast Troje, smrt dece) tako da su pojave kometa od antičkih vremena pa takoreći do sadašnjosti predstavljale simbole događaja takve vrste, naime ratova, bolesti i smrti. Kao karakterističan primer u kojem se kometa koristi kao simbol predstojećih dramatičnih događaja je stih: „Sve barjaci krvavi idoše” iz poznate pesme Filipa Višnjića, gde krvavi barjaci označavaju komete, pošto se, mada, ređe u narodu komete nazivaju zastavušama i barjaktarušama. Iako, kako ističe Nenad Janković u delu „Astronomija u predanjima, običajima i umotvorinama Srba”, Beograd, 1951 u vreme Prvog ustanka i nekoliko godina pre njega nije bilo pojava kometa koje su se mogle videti golim okom Višnjić je „taj motiv uneo u svoju pesmu stoga što je znao, kao i u slučaju pomračenja za opštenarodno verovanje da komete pretskazuju rat i slične krupne događaje”. Atanasije Stojković u svome delu „Fisika” izdatom na samom početku prošlog veka u vremenu od 1801 do 1803 godine pripisujući u duhu prosvetiteljstva ovakvo tumačenje pojava kometa sujevnim i neukim ljudima kaže: „Ako je ovakva zvezda pojavila se, a u isto vreme ili malo zatim dogodi se da po tečeniju obščem sveta narodi u vojsku zapletu se, da smertonosne bolesti, zemljetrjasenje ili ščogod ovakvo bude, to je abije (odmah) vsemu tomu morao kometa pričina (uzrok) biti. Jest li repata zvezda na oči došla, abije je morao kakov veliki muž ili roditi se ili umreti.”

Tako je pojava komete krajem maja 1456 godine (bila je to Halejeva kometa) vidljive u toku čitavog juna meseca te godine protumačena od strane savremenika kao vesnik pada Konstantinopolisa (Carigrada) pod tursku vlast, a protumačiće se i kao vesnik turskog poraza kod Beograda koji se dogodio u avgustu mesecu iste, 1456. godine.

Smatra se najstarijom poznatom teorijom postanka kometa ona koja se pripisuje Anaksagori i Demokritu i po kojoj su prema Aristotelovom delu „Meteorologika” „komete objedinjenja lutajućih zvezda (ili planeta), kada se kreću u redu, one izgledaju kao da se međusobno dodiruju.” Smatra se, takođe, da se ovakvo stanovište moglo pojaviti pre nego što su i planete i komete bile sistematski posmatrane. Naime, Anaksagora je živeo u vreme od oko 499. do oko 428. godine pre naše ere, a Demokrit od oko 460. do oko 370. godine pre naše ere. Kao što se vidi u ta je vremena, u V-om i IV stoleću pre naše ere, a računa se još i ranije sa Hesiodom, prevaziđen mitski pristup u poimanju prirode i razjašnjavanja pojava u njoj.

Kritikujući Anaksagorino i Demokritovo učenje o kometama Aristotel u navedenom delu „Meteorologika” ističe da sve lutajuće zvezde (planete) u svojim kretanjima ostaju unutar zoodijačkog kruga, dok se komete mogu često videti van njega. Takođe se ne retko pojavljuje više od jedne komete istovremeno, a ne postoji više od pet lutajućih zvezda (planeta), (u vreme Aristotela, IV vek pre naše ere, znalo se samo za pet planeta, naime, onih koje se mogu videti golim okom), i one se sve često vide nad horizontom istovremeno.

Izlažući svoju verziju postanka kometa Aristotel smatra „da krajnji deo okolozemnog sveta, koji se nalazi ispod (oblasti) kružnog kretanja predstavlja suho i toplo isparenje” koje se zajedno sa bliskim vazduhom kreće oko zemlje usled pomeranja i kružnog kretanja neba, a pri tom često tamo gde se dobije potrebna smesa u koju kada prilikom kretanja navise dospe vatra nastaje kometa čiji oblik zavisi od konture kakvu ima isparenje. Dakle, prema Aristotelu komete su atmosferskog porekla. To će stanovište biti prevaziđeno tek u vreme oštre reakcije na Aristotelova učenja koja su bila u toku čitavog srednjeg veka dominirajuća.

U našem narodu dugo se za komete upotrebljavala reč repatica ili zvezda repatica.