

ŽIVOJIN ČULUM – JAROSLAV FRANCISTI

halejeva kometa

II IZDANJE

**Astronomsko društvo Novi Sad–„ADNOS“
u saradnji sa Društvom studenata FTN „Mašinar“**

1986.

S A D R Ž A J

I DEO	
POJAVA I KRETANJE KOMETA U KOSMOSU	Strana
1. IZNENADNA POJAVA KOMETE NA NEBU _____	1
2. IZGLED KOMETE NA NEBU _____	2
3. KRETANJE KOMETA U PROSTORU	
- Putanje (trajektorija, orbite) komete _____	7
4. UTICAJ BRZINE KOMETE NA OBLIK NJENE PUTANJE _____	10
5. PERTURBACIJE KRETANJA KOMETA _____	11
6. ZAROBLJAVANJE KOMETA U SUNČEVOM SISTEMU _____	13
7. ODREĐIVANJE POLOŽAJA KOMETA U PROSTORU _____	15
8. PORODICE KOMETA _____	17
9. KATALOZI KOMETA _____	21
10. KAKO KOMETE DOBIJAJU IMENA	
- Opšte o označavanju kometa _____	23
- Primeri kometa koje nose imena otkrivača _____	25
- Primeri kometa koje ne nose imena otkrivača _____	27
11. LOVCI NA KOMETE _____	27
- Žan L.Pons _____	28
- V.R.Bruks _____	31
- Edvard E.Barnard _____	33
- Šarl Mesije _____	34
- Žan F.Gambar _____	35
- Ernest V.Tempel _____	35
- Čarls D.Perajn _____	36
- Vineke _____	36
- Minor Honda _____	37
- Mišel Đakobini _____	39
- Antonjin Mrkos _____	39
- Viljem Bredfild _____	40
- Lesli Peltije _____	40
- P.F.A. Mešen _____	41
- Karolina L.Heršel _____	41
- De Viko Frančesko _____	42
- Griqorij N.Neuimin _____	42
- Đovani B. Donati _____	43
- Fred L.Vipl _____	43

	Strana
- Tsutomu Seki	43
- Ljudmila Pajdušakova	45
- Džordž Alkok	45
- Kaoru Ikeja	45
- Luboš Kohoutek	46
- Mikloš Lovaš	46
12. SPECIJALNA PRIZNANJA I NAGRADE ZA OTKRIVAČE KOMETA	48

II DEO

SASTAV KOMETA

13. PRVI POKUŠAJI SAZNANJA O SASTAVU KOMETA	50
14. ETAPE U RAZVOJU SAZNANJA O SASTAVU KOMETA	
- Disperzija svetlosti, spektar i spektralna analiza	51
- Vizuelna spektroskopija	53
- Vizuelna spektroskopija kompletnim spektroskopom	54
- Fotografaska spektroskopija kompletnim spektroskopom bez kolimatora	55
15. FIZIČKO OBJAŠNJENJE SPEKTRA KOMETA	57
16. SJAJ KOMETA	59
- Vizuelno i fotometrijsko merenje sjaja	60
- Prividna veličina komete	61
17. FORMIRANJE REPA KOMETE	
- Optička teorija	63
- Mehanička teorija	63
18. REŠENJE ZAGONETKE O ODBOJNOJ SILI SUNCA I POSTANAK REPA KOMETE	67
- Primeri raznih oblika repova komete	68
19. JEZGRO KOMETE I POSTANAK NJENOG REPA	74
20. POREKLO KOMETA	76
21. MOGUĆNOST SUDARA KOMETE I ZEMLJE I POSLEDICE	78
- Velika eksplozija u Sibiru	79

III DEO

KOMETE KROZ ISTORIJU

22. POJAVA KOMETA OD NAJDAVNIJIH VREMENA DO POČETKA XVIII VEKA	89
- Kineska posmatranja kometa	89

- Prva zabeležena pojava komete koja je kasnije nazvana Halejeve kometa	91
- Senekina proročanstva	93
- Komete i astrologija	95
- Pojava Halejeve komete od početka nove ere do početka XVIII veka	95
- Merenje položaja komete na nebu	103
- Napadi na astrološka tumačenja pojava kometa	103
- Posmatranja kometa koja su omogućila otkriće njihove periodičnosti	107
- Kometa koja je istovremeno zapanjila svet i ušla u istoriju astronomske nauke	112
- Edmond Halej i njegova kometa	116
- Povratak Halejeve komete 1759.	125
- Nova era astronomije kometa	127
- Sujeverje prati naučna otkrića XVIII i XIX veka	127
23. ZNAČAJNIJE KOMETE U XVIII VEKU	128
- Spis Jovana Rajića "Astrologičeskoje opisanije o kometah i svojstvah tehže" i njegovo posmatranje sjajne komete iz 1769.	131
- Lekselova kometa	138
- Praćenjem komete otkrivena planeta Uran	139
24. ZNAČAJNIJA NAUČNA OTKRIĆA O POJAVAMA KOMETA U XIX VEKU	141
25. ZNAČAJNIJE KOMETE XIX VEKA	
- Vino kometa	145
- Enkeova kometa	145
- Kromlinova kometa	150
- Kometa Bjela	154
- Povratak Halejeve komete 1835.	157
- Velika Martovska kometa iz 1843.	161
- Donatijeva kometa iz 1858.	163
- Velika kometa iz 1861.	165
- Tempelova kometa iz 1864.	165
- Kodža kometa 1874.	167
- Velika septembarska kometa iz 1882.	167
SUJEVERJE U VEZI S POJAVAMA KOMETA KRAJEM XIX VEKA	169
26. ZNAČAJNIJE KOMETE XX VEKA	
- Velika januarska kometa 1910.	170
- Povratak Halejeve komete 1910.	173

	Strana
- Halejeva kometa 1910.godine u beogradskoj i novosadskoj dnevnoj štampi	183
- Posmatranje Halejeve komete 1910. sa astronomske opservatorije u Beogradu	206
- Dvojniki Halejeve komete iz 1957. Kometa Arend-Roland	207
- Kometa Mrkos - 1957 V	211
- "Sestra" komete iz 1882.godine Kometa Ikeja-Seki	212
- Benetova kometa	216
- "Kometa stoleća" - Kohoutekova kometa Neostvareni spektakl na nebu	218
- Velika kometa iz 1976.godine - Kometa Vest	218
- Bliski susret sa kometom IRAS-Araki-Alkok	233
27. PREGLED POSMATRANIH KOMETA DO 1980.	237
IV DEO	
U SUSRET HALEJEVOJ KOMETI 1985.	
28. POTRAGA ZA HALEJEVOM KOMETOM 1977-1982.	242
29. PROGRAM ZA MEĐUNARODNO POSMATRANJE HALEJEVE KOMETE (IHW)	248
- Organizacija IHW	249
- Amaterska posmatračka mreža	255
30. KOSMIČKE LETILICE ZA ISTRAŽIVANJE HALEJEVE KOMETE	
- Prvi projekti letilica za istraživanje kometa	257
- Tri projekta za istraživanje Halejeve komete kosmičkim letilicama (sondama)	263
31. KRETANJE HALEJEVE KOMETE U SUNČEVOM SISTEMU I NJENO KRETANJE PO NEBU U PERIODU 1974-1987.	273
32. MOGUĆNOST POSMATRANJA HALEJEVE KOMETE SA POVRŠINE NAŠE PLANETE I JUGOSLAVIJE U PERIODU 1985-1986.	282
P R I L O Ž I	
I - UPUTSTVO KAKO SE TRAŽE KOMETE	
- Uvod	291
- Vizuelno traženje kometa	293
- Fotografsko traženje kometa	300
- šta se vidi kada se otkrije kometa	302
- Kako se sastavlja šifrovan telegram o otkriću komete	303
II - ASTRONOMSKI OPTIČKI INSTRUMENTI	
- Uvod	305

	Strana
- DURBINI	305
- Galilejev ili holandski durbin	306
- Astronomski ili Keplerov durbin	308
- Uvećanje durbina	309
- Svetlosna efikasnost objektiva durbina	310
- Razdvojna moć durbina	311
- Vidno polje durbina	312
- Okular (Ramsdenov)	313
- Montaža durbina (teleskopa)	315
- DURBINI SA PRIZMAMA (DOGLEDI)	317
- TELESKOPI	319
- Njutnov teleskop	320
- Kasegrenov teleskop	321
- Šmitov teleskop	323
- ANALIZA SNIMLJENIH ASTRONOMSKIH PLOČA (NEGATIVI)	
- Blink komparator	325
- Uredjaji za odredjivanje koordinata sa snimka	327
 III - IHW UPUTSTVO ZA VIZUELNO POSMATRANJE	
- Metode za odredjivanje sjaja komete	328
- Merenje prečnika kome	330
- Stepem kondenzacije	331
- Vizuelno posmatranje repa	331
- Odredjivanje pozicionog ugla	331
- Crtanje izgleda komete	332
- Izveštaj vizuelnih posmatranja	333
 IV - IHW UPUTSTVO ZA FOTOGRAFISANJE	
- Uvod	336
- Hipersenzitivizacija KODAK TECHNICAL PAN FILMA 2415	336
- Obrada filma	337
- Snimanje kometa	338
- Kalibracija filma	338
- Fotografisanje repa	339
- Izveštaj o fotografisanju	340
 V - NAJVAŽNIJE FIZIČKE I HEMIJSKE POJAVE KOJE SU ODIGRALE ZNAČAJNU ULOGU U PROUČAVANJU KOMETA	343

TABELE

Ia - Osnovni podaci o nekim poznatijim i značajnijim kometama koje su se pojavile više puta	365
Ib - Elementi putanje za neke poznatije i značajnije komete koje su se pojavile više puta	367
IIa - Osnovni podaci o nekim poznatijim i značajnijim kometama koje su se pojavile samo jednom	369
IIb - Elementi putanje za neke poznatije i značajnije komete koje su se pojavile samo jednom	371
III - Komete koje nose ime "Velika"	373
IV - Komete koje su prošle pored Zemlje na udaljenosti ispod 10 miliona km	374
V - 10 kometa koje su prošle pored Sunca na najmanjem rastojanju - Krojcova porodica kometa	375
VI - 10 kometa koje su prošle pored Sunca na najvećem rastojanju	376
VII - 10 kometa sa najkraćom periodom	377
VIII - 10 kometa sa najdužom periodom	378
IX - Komete kod kojih je posmatran raspad jezgra na više delova	379
X - Veze poznatijih kometa sa meteorskim rojevima (potocima)	380
XI - Pregled svih posmatranja Halejeve komete	381
- FIZIČKE OSOBINE I DRUGE KARAKTERISTIKE HALEJEVE KOMETE	383
PROGRAM ZA KUĆNI RAČUNAR "SINCLAIR SPECTRUM" ZA IZRAČUNAVANJE POLOŽAJA KOMETE NA NEBU	384
SYNOPSIS	392
LITERATURA	393
REGISTAR IMENA	396
REGISTAR PREDMETA I POJMOVA	400

P R E D G O V O R

Poznato je da je razvoj živih bića i ljudske civilizacije na Zemlji omogućio čitav niz prirodnih uslova, sastav atmosfere, temperatura, voda itd. koji vladaju na ovoj planeti. Međutim, treba imati u vidu da je za razvoj naše civilizacije od velikog značaja i prozračnost Zemljine atmosfere. Naime, ona je omogućila da čovek od najranijih vremena u vedrim noćima posmatra nebeska tela i tako tokom čitavog razvoja svoje civilizacije upoznaje tajne svemira.

Naš daleki predak je posmatrao nebo iz praktičnih razloga. Sa neba je sijalo Sunce dajući svetlost i toplotu, sa neba je padala kiša, sneg, dolazilo nevreme i tu su bili izvori svih meteoroloških pojava značajnih za život čoveka na Zemlji. Ljudi su u tim starijim vremenima živeli nomadskim životom i zajedno sa svojim stadom selili se u potrazi za hranom. U odlasku i povratku kroz teško prohodne i besputne prašume jedini putokaz su bile zvezde. Stoga su oni pažljivo posmatrali zvezdano nebo i još tada zapazili da se zvezde, na izgled haotično rasporedjeje na nebu, mogu grupisati u pojedine grupe. Tako su otkrili grupe zvezda - sazveždja i time postavili osnove za posmatranje zvezdanog neba.

Izlivanje Nila iz korita i postanak plodnog mulja posle njegovog povratka u korito bilo je značajno za zemljoradnju u starom Egiptu i Mesopotamiji. Posmatranjem zvezde Sirijusa bilo je omogućeno predviđanje ove značajne pojave. Sem praktičnih ciljeva naši preci pažljivo su posmatrali nebo sa ciljem da upoznaju pojave na njemu, posebno kretanje nebeskih tela, i da po verovanju naših predaka tako saznaju "volju bogova". Tako je još u drevnim civilizacijama Egipta i Mesopotamije nastala astrologija, lažna nauka o proricanju budućnosti na osnovu položaja nebeskih tela. Međutim, vrlo rano od nje se odvojila najstarija nauka, astronomija, koja je nebeska tela i pojave proučavala na naučnoj osnovi.

Ljudi su prvo upoznali prividno dnevno i godišnje kretanje Sunca i Meseca na nebu. Ova saznanja pre više hiljada godina su omogućila izradu prvih tačnih kalendara u Vavilonu i Egiptu. Naši su preci od tada mogli da predvide unapred kretanje Sunca i Meseca, pa čak i njihova pomračenja, ali kretanje "sjajnih zvezda" na nebu - PLANETA (na grčkom - lutajuće zvezde), bilo je velika zagonetka hiljadama godina. Planete se na nebu kreću po petljama različitih veličina i različitim brzinama tako da se njihov položaj nije mogao

unapred predvideti. Pored planeta, na nebu su se pojavljivale iznenada komete, nebeska tela sa sjajnom glavom i dugačkim repom. Ovaj rep je bio različitih dužina, oblika i boja, i svojim izgledom je širio strah i užas među ljudima, jer se verovalo da pojava komete znači neku nesreću, rat, epidemiju i slučajno. Zato u to vreme astrolozi posmatraju kretanje kometa i planeta sa ciljem da saznaju budućnost.

Posle više hiljada godina rešena je tajna kretanja planeta. U II veku pre naše ere Ptolomej je uspešno objasnio kretanje planeta po petljama svojim Geocentričnim sistemom sveta i teorijom epikikala. Od tada se položaj planeta na nebu mogao izračunati unapred, pa one više nisu bile tajanstvena nebeska tela.

Kada je Kopernik 1543. godine umesto geocentričnog zasnovao heliocentrični sistem sveta, po kome je Sunce a ne Zemlja centar Sunčevog sistema, astronomija je "stala na noge" i snažno zakoračila. Tako je izvršena revolucija ne samo u astronomiji već i u nauci uopšte. Tajanstveno kretanje planeta dobilo je svoje prirodno objašnjenje.

Medjutim, komete su i dalje dolazile iznenada, izazivajući paniku i strah među ljudima. Bilo je potrebno daljih skoro 2000 godina da bi se rešila tajna iznenadne pojave kometa. Tek u XVIII veku Edmond Halej je pronašao periodičnost komete iz 1531, 1607. i 1682, koja od tada nosi njegovo ime. Kometa ima periodu oko 76 godina i posmatrana je počev od 239. godine pre naše ere.

Halejeva kometa je poslednji put posmatrana od 11. septembra 1909. do sredine juna 1911. godine. Kroz perihel, odnosno tačku na njenoj putanji najbližu Suncu, prošla je 20. aprila 1910, a ispred Sunca 19. maja te godine. Glava joj je u tom trenutku bila od Sunca udaljena 128 miliona kilometara, a od Zemlje 23 miliona kilometara. Rep komete je tada bio usmeren od Sunca prema Zemlji tako da je Zemlja prošla kroz njen rep, bez ikakvih štetnih posledica. Ovo je razumljivo, pošto je gasoviti rep komete mnogo redji od atmosferskog omotača Zemlje.

Kroz svoj afel, odnosno najveće rastojanje od Sunca, Halejeva kometa je prošla 1948. godine, što znači da se od Zemlje do afela udaljavala oko 38 godina. Od te godine se vraćala i 1966. godine je prošla pored Neptuna, 1978. pored Urana, a 1983. pored Saturna. Od tada se Halejeva kometa kretala prema Jupiteru i pored njega je prošla januara 1985. godine. U prostor između Zemlje i Sunca ući će početkom januara 1986. godine. Najbliža Suncu biće 9. februara, a

pored Zemlje će proći 15. aprila 1986. godine.

Tako će se posle 76 godina na nebu ponovo pojaviti sjajna Halejeva kometa, koja je u periodu između 1909. i 1911. godine izazvala istovremeno čuđenje, divljenje i strah ljudi na Zemlji. Međutim, ovoga puta ona će biti detaljno ispitana, pri čemu će se primeniti savremena naučna i tehnička dostignuća. Kosmičke letilice sa posadom i bez nje, snabdevene astronomskim i drugim naučnim instrumentima, omogućiće posmatranje i fotografisanje komete iznad atmosfere kako bi se uklonile atmosferske i druge smetnje za uspešno posmatranje i naučna istraživanja.

Interesantno je napomenuti da će ljudi rođeni krajem devetnaestog i početkom dva desetog veka imati izuzetnu priliku da po drugom put vide Halejevu kometu.

Koristeći ovu retku i izvanrednu priliku, autori će u ovoj knjizi upoznati čitaoce sa kometama uopšte i posebno sa Halejevom kometom.

U prvom delu dati su osnovni pojmovi o kometama, njihovom izgledu na nebu i kretanju u Kosmosu. U vezi sa imenima kometa u posebnom poglavlju date su kratke biografije najpoznatijih lovaca na komete.

U drugom delu govori se o sastavu komete počev od prvih saznanja o sastavu kometa do današnjih dana. Na kraju ovoga dela date su teorije o poreklu komete i mogućnosti sudara komete i naše planete. U posebnom poglavlju obradjena je i poznata "Velika eksplozija u Sibiru".

U trećem delu iznesena su otkrića i posmatranja poznatijih i značajnijih kometa u istoriji čovečanstva od najstarijih kineskih zapisa do danas. Oude su dati i važniji podaci iz istorije epohe u kojoj se pojavila kometa, kao i uticaji koje je ona ostavila na ljude toga vremena. Među ovim kometama je i čuvena Halejeva kometa koja je ime ovoga engleskog astronoma dobila 1705. godine kada je on otkrio da je to periodična kometa koja se svakih 76 godina ponovo vraća u blizinu Sunca. Od 239. god. p. n. e. do danas Halejeva kometa je posmatrana 28 puta. Na kraju ovoga dela dat je pregled ukupnog broja svih posmatranih kometa do 1980.

Četvrti deo posvećen je pojavi Halejeve komete 1985-86. počev od prvih posmatranja komete iz 1982., programa IHW za međunarodno posmatranje, do planova za istraživanje komete kosmičkim letilicama.

U prilogu knjizi data su uputstva za one čitaoce koji žele da se upoznaju sa metodama za traženje kometa, instrumentima za njihovo

posmatranje i IHW metodama. U posebnom prilogu dati su važniji podaci iz fizike i ostalih prirodnih nauka neophodnih za potpunije razumevanje izlaganja o kometama, naročito o njihovim fizičkim osobinama i sastavu. Čitaocu se preporučuje da pre čitanja odeljka "Etape u razvoju saznanja o sastavu kometa" pažljivo pročita ovaj prilog.

Na kraju knjige date su tablice sa podacima o značajnijim kometama i program za kućni računar "SINCLAIR ZX Spectrum" za izračunavanje položaja Halejeve komete na nebu za bilo koje mesto na Zemlji u periodu od 1. septembra 1985. do 1. oktobra 1986. godine.

Pri sakupljanju materijala za pisanje ove knjige autorima su pomogli: Gerhard Schwehin (Ruhr - Universität Bochum, BRD), Paskal Sotirovski (Observatoire de Paris - Meudon, France), Julius Sykora (AU SAV Skalnaté Pleso, ČSSR), Milan Bélić (SUAA, Hurbanovo, ČSSR), Marie-Julie Meynet (Observatoire de Marseille, France), R. Feldman (Observatoire de Nice, France) i drugi.

Pri prevodu stranih tekstova pomogli su nam Rajka Đajić-Jovanović i Ivan Maurić.

Tehnički saradnik koji je prekucao rukopis i u velikoj meri doprineo da knjiga što lepše izgleda je Sanja Stefanović.

Crteže u knjizi je nacrtao Sava Božić.

Svima njima autori najsrdačnije zahvaljuju.

Recenzenti Nikola Milinski i Đura Paunić pažljivo su pregledali rukopis i dali korisne primedbe koje su nam bile vrlo korisne pri konačnom oblikovanju knjige.

Autori zahvaljuju izdavaču knjige kao i radnicima u štampariji koji su pomogli da ova knjiga na vreme bude odštampana.

U Novom Sadu, aprila 1985.

Ž. Čulum

J. Francisti

I D E O

POJAVA I KRETANJE KOMETA U KOSMOSU

I. IZNENADNA POJAVA KOMETE NA NEBU

Svakodnevne nebeske pojave kao što su zvezdano nebo, Sunce, Mesec i planete koje se stalno i pravilno ponavljaju pred očima ljudi, ne izazivaju kod njih naročitu pažnju. Naviknuti na ove pojave, ljudi postaju prema njima ravnodušni. Medjutim, iznenadna pojava na nebu izaziva čudjenje, radoznalost a često i strah ljudi.

Svojom iznenadnom pojavom na nebu, komete su vekovima privlačile pažnju ljudi. Njihova pojava izazivala je strah ljudi još od najstarijih vremena, jer su smatrane vesnicima nesreća koje treba da zadese čovečanstvo. Stoga su ih pisci od najstarijih vremena crtali u obliku ognjenih mačeva, odsečenih ljudskih glava sa dugom kosom, krvavih sabalja, veštica i dr. Slične crteže nalazimo kroz ceo srednji vek, čak i u XIX veku. Na slikama 1-3 prikazani su primeri takvih crteža za komete iz 1456 (sl.1), 1528 (sl.2) i 1577. godine (sl.3)

Još od najstarijih vremena ljudi su pokušavali da objasne poreklo kometa. Jedni su objašnjavali da one izlaze iz Zemlje i sagorevaju podižući se ka nebu, dok drugi smatraju da su komete duše velikih ljudi koje napuštaju Zemlju. Tako su Rimljani mislili da je kometa koja se pojavila 44. godine pre n.e. duh Cezara koji je umro te godine. Čuveni rimski pesnik Ovidije, rođen godinu dana posle Cezareve smrti, u svom velikom delu "Metamorfoze", posvećenom rimskom caru Avgustu, Cezarevom nasledniku, piše: "Venera izlazi sa nebeskog svoda, nevidljiva za sve poglede i zaustavlja se u sredini Senata. Iz Cezareva tela, ona odvaja njegovu dušu, sprečava je da ne ispari i odnosi u region zvezda. Pri uzdizanju boginja učini da se transformiše u božansku supstancu i da se zapali. Pošto je umakla iz njegovih grudi, duša je odletela iznad Meseca i postala sjajna zvezda koja u dugom prostoru vuče svoju zapaljenu kosu". Već ovaj primer jasno pokazuje sa koliko je fantazije objašnjavana iznenadna i kratkotrajna pojava komete početkom nove ere.

Kroz ceo srednji vek pojavama kometa davana su zastrašu-



SLIKA 1 - Crtež komete iz 1456.



SLIKA 2 - Crtež komete iz 1528.



SLIKA 3 - Crtež komete iz 1577.

juća značenja, kao predznacima o bliskom smaku sveta. Pojavu kometa na nebu koristila je i srednjovekovna religija da uplašanim ljudima tumači ovaj događaj kao kaznu božju za njihovo nepoštovanje crkve.

U našem narodu kometa se naziva zvezda repatica ili samo repatica. Verovalo se da su komete vesnici bolesti, kuge, gladi, pomora i drugih bolesti. *U starim srpskim letopisima se tvrdi da je Halejeva kometa, koja se pojavila 1456. godine, donela kugu.* Interesantna je i fantastična narodna priča po kojoj su komete majke kojima su sva deca pomrla. Lutanje kometa po nebu je lutanje majki za njihovom decom. Rep komete je kosa koju je majka rasplela od žalosti za decom.

Koliko je pojava kometa bila zagonetna, najbolje pokazuje i to što su je i učeniji ljudi u srednjem veku često pogrešno tumačili. Na primer, poznati astronom Kepler početkom XVII veka je smatrao da su komete zračenja koja dolaze iz Zemlje i ostalih planeta.

Tek krajem sedamnaestog i početkom osamnaestog veka, zahvaljujući radovima Tiho Brahea, Njutna i Keplera, komete su dobile svoje naučno tumačenje.

2. IZGLED KOMETE NA NEBU

Komete su specifična nebeska tela posebnog izgleda, koje se iznenada pojavljuju na nebu. Velikim teleskopima komete se najčešće otkrivaju kada se nalaze između orbita Marsa i Jupitera odnosno na rastojanju od Sunca od 2 do 5 a.j. Poznato je da se u ovom području Sunčevog sistema nalazi pojas planetoida (asteroida). Većina kometa je maloga sjaja, pa se kroz teleskop vide slično kao i planetoidi, a često im je i dnevno kretanje po nebu skoro istog iznosa. Zbog toga je u prvi mah teško razlikovati kometu od planetoida. Tako da je, na primer, 1801. god. planetoid Ceres u prvo vreme smatran novom kometom.

Veće komete vide se na velikom rastojanju od Sunca kao slabe magličaste okrugle mrlje prečnika nekoliko lučnih sekundi. U nekim slučajevima ova maglina veoma liči na mali disk neke udaljene planete. Zbog ovoga je 1781. god. V. Heršel, kada je otkrio planetu Uran, u prvo vreme verovao da je otkrio novu kometu.

Stoga je potrebno da već ovde navedemo osnovne razlike iz-

medju kometa i planeta odnosno planetoida. Glavne karakteristike kometa su:

- magličast izgled, sa repom ili bez repa;
- veoma izdužene eliptične i parabolične putanje;
- veoma različiti nagibni uglovi izmedju ravni putanja kometa i ravni ekliptike (planete se sve približno kreću u ravni ekliptike);
- različit smer kretanja (komete se kreću i u raznim smerovima, a planete sve u jednom smeru).

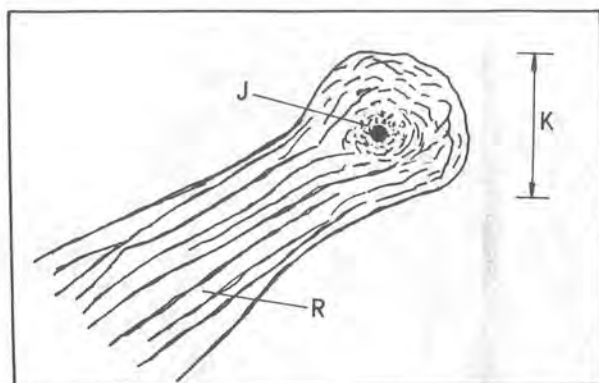
Približavanjem komete ka Suncu prečnik i sjaj maglice polako raste. Na odredjenom rastojanju, kod većine kometa u blizini orbite Marsa, u središtu maglice zapaža se svetlije zgrušnjenje koje se zove JEZGRO (slika 4-J). Ostali deo maglice zove se OMO- TAČ ili KOMA. Jezgro i koma zajedno čine GLAVU KOMETE.

Komete imaju glave različitih dimenzija. Ako je glava manja od 4000 km, kometa spada u male, a ako ima glavu preko 100000 km - to je velika kometa. Najveći prečnici kometa veći su čak i od prečnika Sunca. Kada je u blizini Sunca, glava komete može dostići uglovni prečnik Sunca i Meseca ($0,5^{\circ}$), a poznata Lekselova kometa iz 1770. god imala je glavu prečnika čak $2,5^{\circ}$.

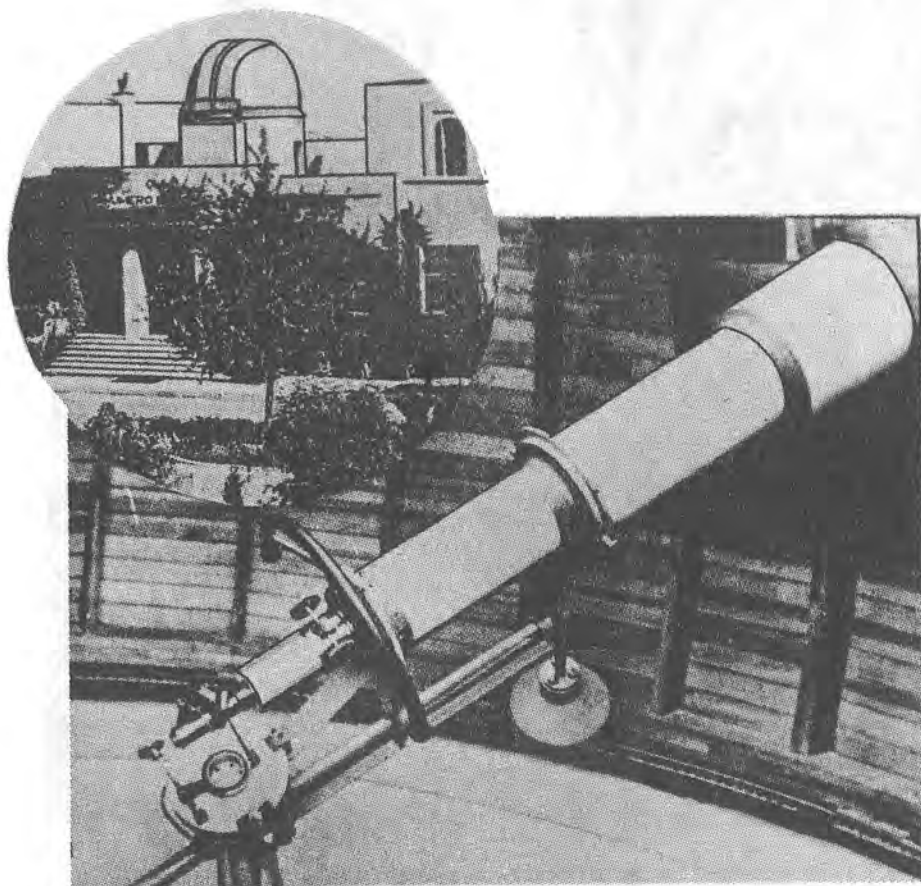
Jezgro komete može imati veličinu od samo nekoliko km do više hiljada km. Najčešće se ono ne nalazi u samom središtu glave, već je nešto bliže strani na kojoj je Sunce. Jezgro sačinjava materijal u rastresitom stanju od čestica gasa i prašine veličine pola mikrona pa do komada materijala od nekoliko desetina metara. Kod nekih kometa postoje dva, tri i više jezgara. Sporedna jezgra najčešće brzo isčeznu, ali ima slučajeva da su se mogla posmatrati i više meseci.

Približavanjem komete Suncu, na odredjenom rastojanju koje zavisi od veličine i sastava komete, a kod većine kometa u blizini perihela, iz omotača (kome) razvija se rep (R). Dužina repa na nebu može biti i preko 60° , što znači da je njegova dužina u svemiru čak preko 100 miliona km. Medjutim, nisu retki slučajevi kometa kod kojih se rep ne pojavljuje, a postoje i komete kod kojih se rep javlja povremeno. Detaljnije o pojedinim delovima komete biće reči kasnije.

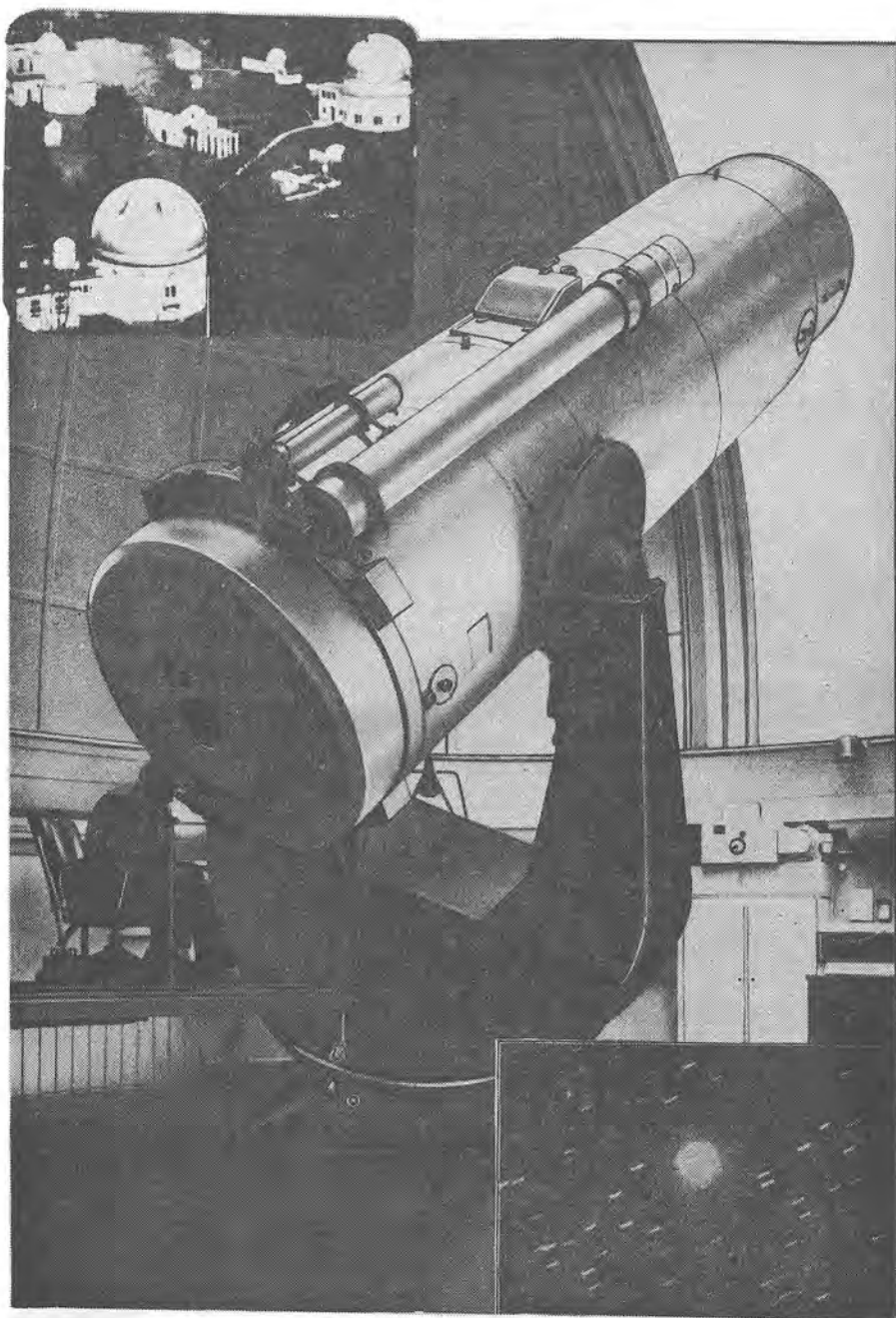
Termin "KOMETA" u neposrednoj je vezi sa izgledom komete na nebu. Drevnim Grcima komete su izgledale kao zvezde sa kosom, pa su od reči "κόμη" (kosa) ova nebeska tela nazvali "κόμητη", što znači "KOSMATA ZVEZDA". Sačuvan je podatak da je Aristotel u IV ve-



SLIKA 4 - Osnovni delovi komete



SLIKA 5 - Durbin-tražilac komete, otvora 20cm (Beogradska opservatorija)



SLIKA 6 - Šmitov teleskop otvora 80cm, sa opservatorije Hamburg-Bergedorf

ku p.n.e. komete nazivao "KOMETES" ($\kappa\omicron\mu\eta\tau\eta\varsigma$), a njegov učenik Teofrast je zapisao da naziv "Kosmata zvezda" potiče još od Egipćana. Izraz kometa od Grka su preuzeli kasnije Rimljani, od kojih se zatim proširio po celoj Evropi. Zanimljivo je da se kod Slovenskih naroda za kometu najčešće koristi izraz "REPATICA". Tako i kod Srba kometa se zove "REPATA ZVEZDA", "REPATICA", a neki put i "ZASTAVUŠA" i "BARJAKTARUŠA", jer je izgled komete narodu bio sličan zastavi (barjaku).

3. KRETANJE KOMETA U PROSTORU

PUTANJE (TRAJEKTORIJE, ORBITE) KOMETA

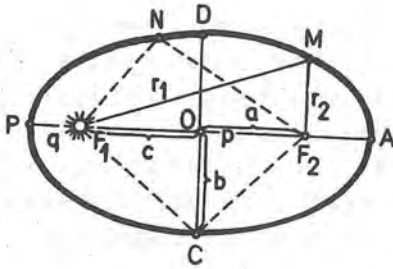
Pri proučavanju kretanja komete u prostoru nailazi se na teškoće jer se ona može posmatrati na nebu samo ograničeno vreme koje za razne komete iznosi nekoliko dana, češće nekoliko meseci, a nekad i jednu do dve godine. Pored toga, ona se jednog dana iznenada pojavi u jednoj oblasti neba, a već narednog dana na drugom mestu, sa često izmenjenim oblikom. Kada se približi Suncu, zbog jake sunčeve svetlosti postaje nevidljiva, a kada se ponovo udalji od Sunca, ubrzo isčezne, tako da njeno posmatranje postaje nemoguće.

Direktno posmatranje položaja kometa u odnosu na zvezde vrši se teleskopima manje ili srednje veličine, koji imaju mikrometar (sl.5), ili se koriste merenja sa fotoploče snimljene oblasti neba u kojoj se nalazi kometa.

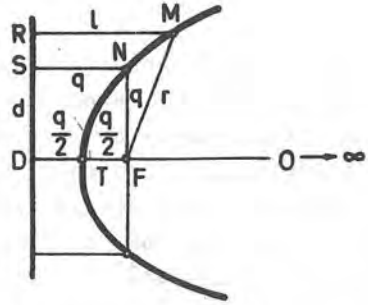
U manjim teleskopima kometa se vidi kao svetla tačka i tada se lako može pratiti njeno kretanje na nebu. Veći teleskopi daju lik komete u obliku male, gotovo kružne maglice, nazvane magličasto jezgro. Stoga se u ovom slučaju teleskopom prati svetla tačka u sredini ove maglice (sl.4). Posmatranjem kretanja kometa na nebu i utvrđivanjem nekoliko njenih uzastopnih položaja kao svetlih tačaka, matematički je utvrđeno da putanja komete može da bude jedan od konusnih preseka: elipsa, parabola ili hiperbola.

E l i p s a je geometrijsko mesto tačaka čiji zbir radius vektora $F_1M = r_1$ i $F_2M = r_2$, koji spajaju ma koju tačku M sa dve stalne tačke žiža ili fokusa F_1 i F_2 , ima stalnu vrednost jednaku velikoj osi elipse $PA = 2a$ (sl.7).

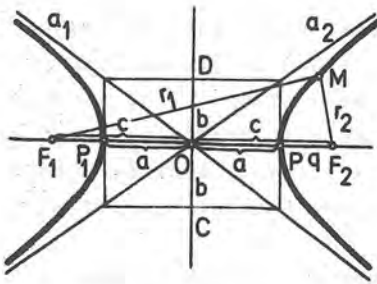
Prema poznatom Keplerovom zakonu za kretanje nebeskih tela oko Sunca po eliptičnoj putanji, u jednoj žiži elipse F_1 nalazi se



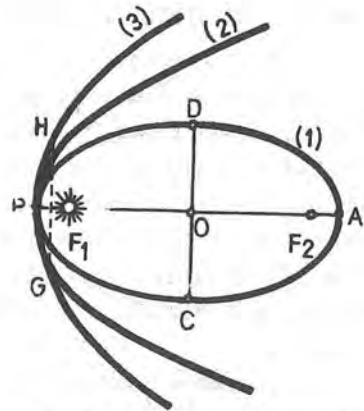
SLIKA 7 - Eliptična putanja



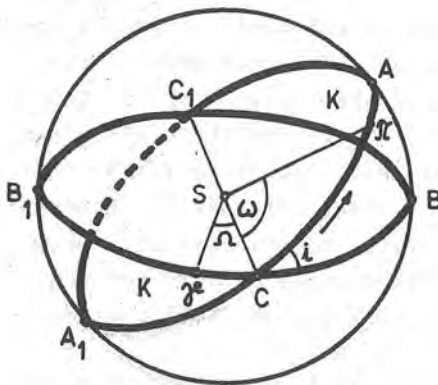
SLIKA 8 - Parabolična putanja



SLIKA 9 - Hiperbolična putanja



SLIKA 10 - Eliptična, parabolična i hiperbolična putanja sa zajedničkim perihe- lom



SLIKA 11 - Određivanje položaja komete u prostoru
- elementi putanje komete

Sunce. Najbliža tačka Suncu P naziva se *perihel*, a najdalja A = *afel*. Odstojanja c centra O elipse od pojedinačnih žiža F_1 i F_2 nazivaju se *žižne daljine* elipse. Duž CD je mala osa elipse, pri čemu je $CD = 2b$, gde je b mala poluosa elipse.

Prema definiciji elipse izlazi

$$r_1 + r_2 = 2a.$$

Razumljivo je da to važi za svaku tačku elipse, pa je $F_1N + F_2N = F_1C + F_2C = F_1P + F_1A = \dots = 2a$.

Na osnovu ove definicije, elipsa se može jednostavno konstruisati. U žižama na papiru se zabodu ekserčići za koje se vežu krajevi konca čija je dužina veća od rastojanja žiža $2c$. Kada se olovka sa vrhom na papiru kreće tako da stalno zateže konac, njen vrh opisuje elipsu. Na terenu se za kočice u žižama veže uže duže od $2c$ i tada vrh klina koji stalno zateže uže opisuje elipsu.

Za oblik elipse važno je znati njenu *ekscentričnost* e, koja predstavlja odnos žižne daljine c i velike poluose elipse, dakle $e = \frac{c}{a}$. Kada se ekscentričnost smanjuje, elipsa se približava krugu i za $c = 0$ ekscentričnost $e = 0$, žiže se poklapaju i elipsa prelazi u krug. Kometa se u Sunčevom sistemu ne kreće po kružnoj liniji jer su takva kretanja moguća samo pod idealnim uslovima koji bi vladali u nekoj zamišljenoj vasioni.

Pri povećavanju ekscentričnosti elipsa se izdužuje, i takve su najčešće putanje kometa. Iz slike se vidi da je za elipsu uvek ekscentričnost manja od jedinice, dakle, $e = \frac{c}{a} < 1$.

Parabola je geometrijsko mesto tačaka jednako udaljenih od date tačke žiže ili fokusa F (sl.8) i date prave d koja se naziva *direktrisa*, dakle, $r = 1$. Rastojanje FD žiže od direktrise q je *parametar parabole*. Teme parabole T polovi njen parametar. Iz same definicije parabole se vidi da je vertikalna duž povučena iz žiže do grane parabole jednaka njenom parametru. Parabola se može smatrati elipsom kod koje su centar O i druga žiža F_2 beskrajno udaljeni. Pri beskrajnom udaljavanju žiže F_2 u desnu stranu, elipsa se sve više otvara i prelazi u parabolu sa jednom žižom.

Pošto je tada $OF = OT$, *ekscentričnost parabole je jednaka jedinici*, dakle, $e = \frac{OF}{OT} = 1$.

Ilipera je geometrijsko mesto tačaka za koje je

razlika rastojanja radijus vektora r_1 i r_2 (sl.9), koji spajaju ma koju tačku hiperbole sa dve stalne tačke žiže ili fokusa, uvek ista i jednaka realnoj osi hiperbole $P_1P = 2a$.

Duž CD je imaginarna osa hiperbole i odgovara maloj osi elipse. Prave a_1 i a_2 , koje prolaze kroz centar hiperbole i dodiruju grane hiperbole u beskrajnosti, nazivaju se *asimptote hiperbole*. Tačke P_1 i P su temena hiperbole. Sve ostale oznake iste su kao kod elipse i označavaju odgovarajuće elemente hiperbole.

Prema definiciji hiperbole može se napisati

$$r_1 - r_2 = 2a$$

Iz slike 9 se vidi da je $c > a$, pa je *ekscentričnost hiperbole veća od jedinice* tj. $e = \frac{c}{a} > 1$.

Pri proučavanju kretanja kometa važno je utvrditi da li je njena putanja elipsa, parabola ili hiperbola i šta je uslovilo da putanja ima baš taj oblik. Da bi se ovo bolje shvatilo, potrebno je da se nacrtaju ove tri krive sa zajedničkim perihelom P (sl.10). Kao što se vidi, grane elipse (1), parabole (2) i hiperbole (3) u perihelu do preseka sa pravom GH koja prolazi u blizini Sunca, gotovo se poklapaju. Ovo otežava određivanje oblika putanje pošto su baš u toj oblasti komete nevidljive zbog blizine Sunca i ne mogu se posmatrati. Stoga se ovaj problem rešava matematički na osnovu preciznog posmatranja njenih nekoliko uzastopnih položaja. U pomenutoj oblasti parabolično kretanje komete može se zameniti njenim kretanjem po najbližoj elipsi ili hiperboli. Parabola koja prolazi kroz zajednički perihel može se smatrati kao granična putanja između svih mogućih eliptičnih ili hiperboličnih putanja po kojima kometa može da se kreće.

4. UTICAJ BRZINE KOMETE NA OBLIK NJENE PUTANJE

Duž putanje kometa se kreće promenljivom brzinom. Na velikom rastojanju od Sunca kometa ima manju brzinu, a kako se približava Suncu, tako joj brzina raste da u trenutku prolaska kroz perihel dostigne najveću vrednost.

Oblik putanje komete zavisi i od njene promenljive brzine. Ako bi se kometa kretala jednakom brzinom v , odnosno uniformnim kretanjem, njena putanja bila bi kružna linija. Medjutim, kao što je rečeno, ovo je nemoguće jer se komete kreću promenljivom

brzinom. Kada je brzina kretanja komete relativno mala, ona se kreće po elipsi čija je ekscentričnost mala, tako da je približno kružna linija. Povećavanjem brzine kretanja eliptična putanja se izdužuje i to utoliko više ukoliko je njena brzina veća.

Kada u graničnom slučaju brzina komete dostigne vrednost $v\sqrt{2}$, eliptična putanja komete prelazi u paraboličnu. Kometa dolazi iz beskrajnosti, odnosno ogromne udaljenosti od Sunca, bez početne brzine, kreće se po paraboličnoj putanji kroz Sunčev sistem, obilazi oko Sunca i zatim se vraća u beskrajnost.

Još većom brzinom kometa se kreće po hiperboličnoj putanji. U ovom slučaju kometa je imala neku početnu brzinu u beskrajnosti, odnosno, na ogromnom odstojanju od Sunca. Hiperboličnom putanjom kometa prolazi kroz perihel i vraća se u beskrajnost.

Na osnovu izloženog može se zaključiti da komete koje opisuju eliptične i parabolične putanje pripadaju Sunčevom sistemu. Komete hiperboličnih putanja pripadaju susednim zvezdama koje su mogle da napuste zahvaljujući svojoj izvanredno velikoj brzini. Pošto obidje Sunce, ova kometa ponovo odlazi u međuzvezdani prostor i verovatno se neće više vratiti u Sunčev sistem.

Razumljivo je da sve ovo što je izloženo o uticaju brzine komete na oblik njene putanje vredi samo u slučaju kad se pored Sunca ne uzme u obzir i uticaj planeta Sunčevog sistema, koje svojim delovanjem mogu da promene brzinu komete.

Treba imati u vidu da se, kao što će se videti, prema poznatom drugom Keplеровom zakonu (Kepler Johan - *Kepler Johannes, 1571-1630*), komete kreću sve manjom brzinom ukoliko su udaljenije od Sunca, tako da se na udaljenom delu njihove putanje mogu duže posmatrati. Medjutim, zbog velike udaljenosti posmatranje je otežano zbog malog sjaja komete. Kada se kometa približi Suncu posmatranje je povoljnije, ali zbog njene veće brzine ograničeno je na nekoliko sedmica ili meseci.

5. PERTURBACIJE KRETANJA KOMETA

Do sada smo razmatrali kretanje kometa u Sunčevom sistemu zanemarujući uticaj planeta i njihovih satelita na ova kretanja. Prema poznatom Njutnovom zakonu gravitacije (Njutn ser Isak - *Newton, Sir Isaac, 1642-1727*), sva tela u vasioni se uzajamno

privlače silom koja je upravo srazmerna proizvodu njihovih masa, a obrnuto srazmerna kvadratu njihovog medjusobnog rastojanja. Matematički, ovaj zakon se izražava jednačinom

$$F = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

gde je F sila gravitacije, m_1 i m_2 mase tela, r njihovo medjusobno rastojanje, k univerzalna gravitaciona konstanta koja predstavlja silu kojom se privlače jedinične mase na jediničnom rastojanju.

Gravitacionom silom Sunce privlači kometu kada se nadje u sferi njegovog delovanja. Kada ne bi bilo planeta i njihovih satelita, kometa bi se kretala prema Suncu povećavajući stalno i postepeno brzinu na svojoj parabolichnoj putanji. Brzina koju bi kometa dobila obilazeći Sunce u njegovoj blizini bila bi dovoljno velika da se kometa po parabolichnoj putanji vrati u kosmos odakle je došla.

Medjutim, prisustvo planeta u Sunčevom sistemu utiče na kretanje kometa. Putanje kometa presecaju putanje planeta, pa komete prolaze vrlo blizu planeta, tako da dolaze pod uticaj njihovog privlačnog delovanja. Usled ovog delovanja nastaju ubrzanja ili usporenja u kretanju kometa. Ova pojava naziva se *poromećaj* ili *perturbacija* kretanja kometa. Kada je delovanje planete u smeru kretanja komete, nastaje ubrzavanje, dok se u protivnom kretanje komete usporava.

Kada ukupna ubrzanja koja potiču od planeta prevladaju usporavanja, kometa postiže brzinu veću od parabolichne, po hiperbolichnoj putanji zauvek napušta Sunčev sistem, oslobadja se uticaja Sunca i dolazi pod uticaj neke druge zvezde. Naprotiv, kada ukupno usporavanje nadvlada ubrzavanje koje potiče od planeta i njihovih satelita, kometa sa parabolichne putanje prelazi na kretanje po eliptichnoj putanji koja je utoliko više izdužena ukoliko je veće usporavanje u odnosu na ubrzavanje.

Pošto prema Njutnovom zakonu gravitacije dejstvo gravitacione sile zavisi od mase tela, potrebno je da se razmotri delovanje Sunca i planeta na odredjenu masu komete za ista rastojanja. Zbog ogromne mase Sunca u odnosu na planete, sila njegovog delovanja na kometu je oko 750 puta veća od sile kojom sve ostale

planete zajedno deluju na tu kometu na istom rastojanju. Sunce svojom ogromnom masom suvereno vlada u svom sistemu i svojim delovanjem primorava komete da se kreću oko njega po eliptičnim, paraboličnim ili hiperboličnim putanjama, tako da se Sunce nalazi u jednoj njihovoj žiži.

6. ZAROBLJAVANJE KOMETA U SUNČEVOM SISTEMU

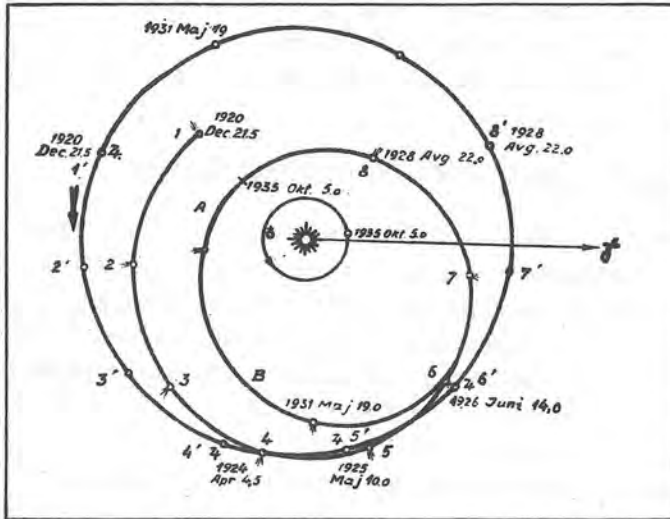
Razumljivo je da najveće perturbacije kretanja kometa izazivaju najveće planete Sunčevog sistema: Jupiter, Saturn, Neptun i Uran. Sila delovanja planete Jupiter je oko 1000 puta manja od Sunčeve, Saturna oko 3500, Neptuna oko 20000 i Urana približno 23000 puta. Radi uporedjivanja sa ostalim planetama navešće se da je sila delovanja Zemlje manja oko 330000, a najmanje planeta Merkur oko 6 miliona puta u odnosu na Sunce.

Kao što se vidi, najveće perturbacije kretanja kometa potiču uglavnom od Jupitera i Saturna, a takodje i od Neptuna i Urana kada im se kometa dovoljno približi. Kada se kometa približi jednoj od ove četiri velike planete, planeta svojim uticajem transformiše kometinu putanju u elipsu po kojoj se ona dalje kreće u Sunčevom sistemu kao kratkoperiodična kometa. Ova pojava poznata je pod imenom *zarobljavanje kometa*.

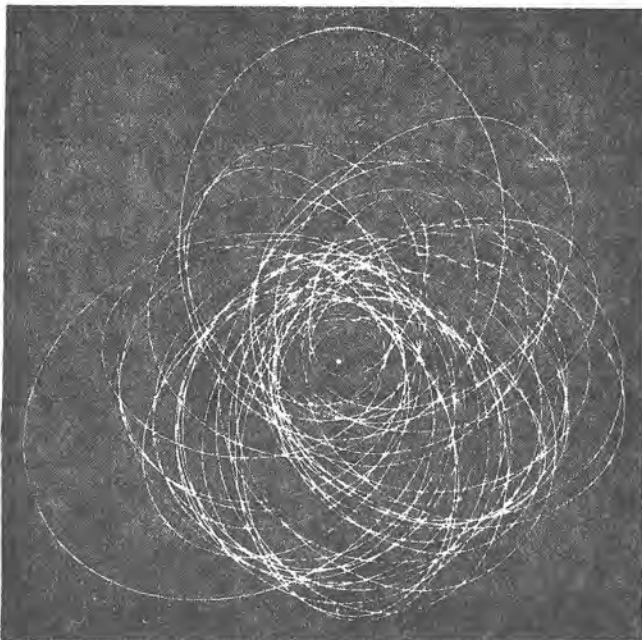
Prema načinu kretanja oko Sunca komete se mogu podeliti u dve grupe: periodične i neperiodične. Periodične komete se vraćaju, a neperiodične se ne vraćaju. To znači da se periodične komete kreću po veoma izduženim eliptičnim putanjama, a neperiodične po paraboličnim i hiperboličnim putanjama.

Do maja 1982. god. posmatrano je 1109 pojava kometa, od toga 710 različitih. Od ovoga broja 316 kometa (44%) ima paraboličnu putanju, 290 kometa (41%) ima eliptičnu putanju, a 104 komete (15%) kreću se po hiperboličnoj putanji. Od 710 do sada posmatranih kometa sa periodom manjom od 20 godina, odnosno kratkoperiodičnih ima 104 kometa (15%) ali je samo 78 kometa (11%) posmatrano više puta. Dugoperiodičnih kometa sa periodom manjom od 200 god. ima 17 (2%), a sa periodom od 200 do 1000 god. 41 kometa (6%). Detaljniji podaci o ovim kometama nalaze se u *CATALOGUE OF COMETARY ORBITS* od Brajana Marsdena (*Brian Marsden*), o čemu će biti više reči u poglavlju KATALOŽI KOMETA, na strani 21.

Zapaženo je da se najveća odstojanja (afeli) kratkoperio-



SLIKA 12 - Promena putanje komete Švasman-Vahman pod uticajem Jupitera



SLIKA 13 - Putanje za neke poznatije kratkoperiodične komete

dičnih kometa od Sunca nalaze najčešće u blizini putanje neke od velikih planeta, što je posledica zarobljavanje kometa, čime je određeno vreme trajanja njihovog obilaska oko Sunca. Prema vremenu trajanja obilaska pojedinih kometa oko Sunca, kratkoperiodične komete su podeljene u porodice koje će se prikazati tabelarno, pošto se prethodno prouči problem određivanja položaja kometa u prostoru.

Na slici 12 prikazana je promena putanje komete Švasman-Vahman pod uticajem Jupitera, u periodu od 21,5 decembra 1920. do 5,0 oktobra 1935. godine. Putanja Jupitera je $1^{\circ}.2', \dots 8'$, a putanja komete $1, 2, \dots 8$.

Na slici 13 prikazane su putanje za neke poznatije kratkoperiodične komete: Date su putanje za 30 kometa: *Vaisala 1, Tuttle-Giacobini-Kresak, Schaumasse, Reinmuth 1, Grigg-Skjellerup, Brorsen, Biela, Koff, Forbes, Johnson, Tempel 2, Wolf-Harrington, Arend-Rigaux, Wolf, de Vico-Swift, Finlay, Wirtanen, Faye, Honda-Mrkos-Pajdušakova, Schwassmann-Wachmann 2, Holmes, Ashrook-Jackson, Brooks 2, Perrine-Mrkos, Tempel-Swift, Borrelly, Comas-Cola, Daniel, Arend, Whipple i Giacobini-Zinner*. Crtež iz knjige *The Nature of Comets, N. B. Richer, Leipzig 1963*.

7. ODREĐIVANJE POLOŽAJA KOMETA U PROSTORU

Za određivanje položaja komete u prostoru za jedan određeni trenutak potrebno je poznavati njeno kretanje. Radi toga treba da se odrede oblik, dimenzije i orijentacija njene putanje u prostoru, kao i trenutni položaj komete na tako određenoj putanji.

O b l i k p u t a n j e određuje njena *e k s c e n t - r i ž n o s t* (ili *e k c e n t r i c i t e t*) $e = \frac{c}{a}$ (sl. 7, 8 i 9).

D i m e n z i j e p u t a n j e (eliptične ili hiperbolične) određene su *dužinom velike ose* - $2a$ ili *velike polu ose* - a . Kod parabolične putanje *odstojanje perihela* - q (sl. 6) potpuno određuje njene dimenzije. Veličine a i q izražavaju se u astronomskim jedinicama (a.j.), odnosno srednjim odstojanjem Zemlje od Sunca koje iznosi 149,6 miliona kilometara. Nekada je potrebno da se zna *odstojanje afela* - p , koje se dobija kao razlika između dužine velike ose i odstojanja njenog perihela, dakle, $p = 2a - q$.

Pri ovakvom odredjivanju daljine afela nailazi se na teškoće zbog mogućih grešaka u izračunavanju dužine velike ose iz ekscentričnosti putanje komete. Stoga se afel eliptične putanje može dovoljno precizno odrediti samo za periodične komete, posmatranje u njihovom povratku.

Ravni orijentacija putanje komete u prostoru može se odrediti sa tri dalja elementa. Radi upoznavanja ovih elemenata treba ravan K (sl.11), koja sadrži putanju komete, produžiti do preseka sa nebeskom sferom. Ovaj presek je veliki krug CAC_1A_1 u čijem se centru nalazi Sunce S . Prolazeći kroz centar S ovaj krug seče trag ravni ekliptike CBC_1B_1 na nebeskoj sferi u dve dijametralno suprotne tačke C i C_1 koje se nazivaju *čvorovi*. Tačka C u kojoj kometa prelazi sa južne na severnu stranu ekliptike naziva se *uslazni čvor* Ω komete. Opštije, simbolom Ω označava se ugao $SC\gamma$ naziva *longituda uslaznog čvora* koji se meri od početne tačke γ u ravni ekliptike. Produžena prava povučena od Sunca prema perihelu, odnosno velika osa eliptične putanje komete, prodire nebesku sferu u tački Π . Ugao $CS\Pi = \omega$ meren u ravni kometine putanje naziva se argument latituda (širine) perihela ili jednostavnije *argument perihela*. $Sa\Pi = \Omega + \omega$ označava se *longituda perihela* i kao što se vidi predstavlja zbir dva ugla koji nisu u istoj ravni. Ugao i između ravni putanje komete CAC_1A_1 i ravni ekliptike CBC_1B_1 naziva se *nagib putanje (inclinacija)*. Ovaj ugao može da ima sve vrednosti od 0 do 180° . Kada ovaj ugao postane veći od 90° , kretanje komete je suprotno od kretanja planeta i kaže se da je ono *retrogradno*.

Šesti element služi da se odredi položaj komete na njenoj orbiti. Ovo se može uraditi ako je poznat bar jedan položaj komete u tačno odredjenom trenutku. Usvojeno je da se za ove potrebe daje *trenutak prolaza kroz perihel* - T . Najčešće se vreme prolaska kroz perihel daje u svetskom vremenu (UT - *Universal Time*, vreme koje se meri od ponoći Griničkog vremena). U praksi se često T daje i u efemeridnom vremenu ili u trenutku jedne odredjene epohe.

Iz navedenih elemenata mogu se izvesti i drugi, kao što su *perioda revolucije* P komete oko Sunca izražena u zvezdanim (sideričnim) godinama i *srednje dnevno kretanje* u predstavljenom lukom, izraženo u sekundama ili

stepenima, koji kometa obidje za 24 časa srednjeg vremena kao da izvršava svoju revoluciju oko Sunca uniformnim kretanjem.

Kao što se iz izloženog vidi, za poznavanje putanje komete u prostoru uopšte je potrebno da se poznaje šest elemenata. Međutim, u slučaju parabolične putanje potrebno je pet elemenata, pošto je ekscentričnost parabole uvek jednaka jedinici,

Koristeći moćne teleskope i ostale savremene astronomske instrumente, danas postoji mogućnost da se fotografski otkrije kometa koja je još na velikom rastojanju od Sunca, tako da će kroz perihel proći kroz nekoliko meseci. Na fotografskoj ploči ona se vidi kao približno kružna maglica veoma malog sjaja ($16-20^m$) i dimenzija svega nekoliko lučnih sekundi. Otkrivanje komete više meseci pre prolaska kroz perihel i savremeni računari omogućuju astronomima da za kratko vreme izračunaju putanju i buduće položaje komete na nebu (t.zv. efemeridu komete), što je od velikog značaja za dalje posmatranje komete.

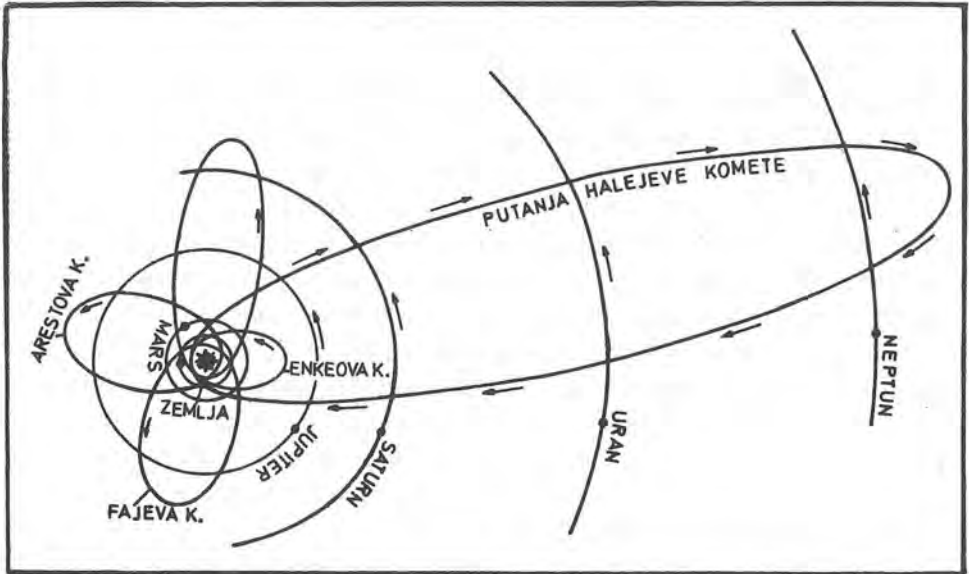
Elementi putanje i osnovni podaci za neke poznatije i značajnije periodične i neperiodične komete dati su u tabelama na kraju ove knjige. U cilju racionalizacije prostora i što kompleksnijeg sagledavanja jedne komete čitalac će biti upućen na tabelu rimskom cifrom stavljenom u zagradu, pri čemu rimska cifra označava broj tabele, a arapska redni broj. Na primer, oznaka (Ia 11) odnosi na kometu *wolf*, a (VI 4) na kometu *west*, itd.

Na slici 14 prikazane su putanje poznatijih periodičnih kometa : Enke, Faj i Arest u poredjenju sa putanjom čuvene Halejeve komete.

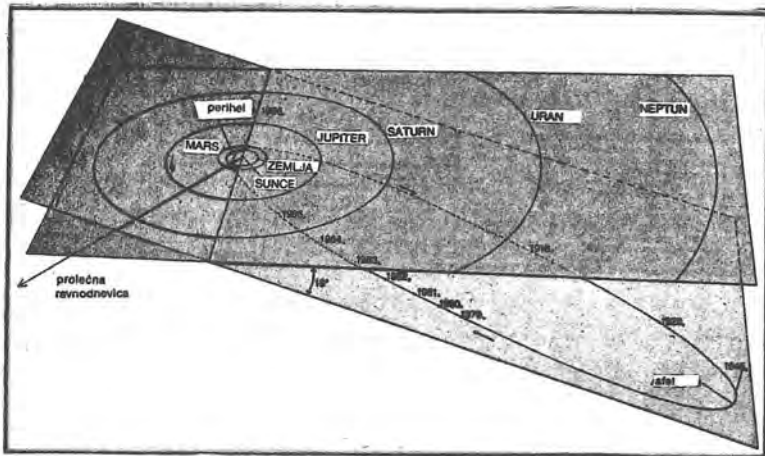
Na slici 15 prikazan je položaj Halejeve komete u prostoru. Važno je uočiti da je ravan orbite komete nagnuta u odnosu na ravan ekliptike za 18° i da se kometa kreće retrogradno t.j. suprotno od smera kretanja planeta oko Sunca.

8. PORODICE KOMETA

Poznata rastojanja perihela i afela četiri velike planete, odnosno granice oblasti u kojima se one kreću oko Sunca, data su u tabeli I:



SLIKA 14 - Putanje poznatijih periodičnih kometa



SLIKA 15 - Položaj Halejeve komete u prostoru

TABELA 1

Planeta	Perihel a.j.	Afel a.j.
<i>Jupiter</i>	4,9	5,5
<i>Saturn</i>	9,0	10,1
<i>Uran</i>	18,3	20,1
<i>Neptun</i>	29,9	30,4

a.j. - astronomska jedinica
(srednje rastojanje
Zemlja - Sunce)

a.j. = 149,6 miliona km

Treba imati u vidu da se velika osa eliptične putanje ovih planeta premešta iz veka u vek tako da variraju njihove ekscentričnosti, a time i granice koje obuhvataju njihove eliptične putanje.

Upoređujući rastojanja afela četiri velike planete sa rastojanjima afela kometa datih u tabeli 1b, vidi se da se kratkoperiodične komete grupišu se u blizini velikih planeta, zanemariivši nagibe (*inklinacije*) njihovih putanja.

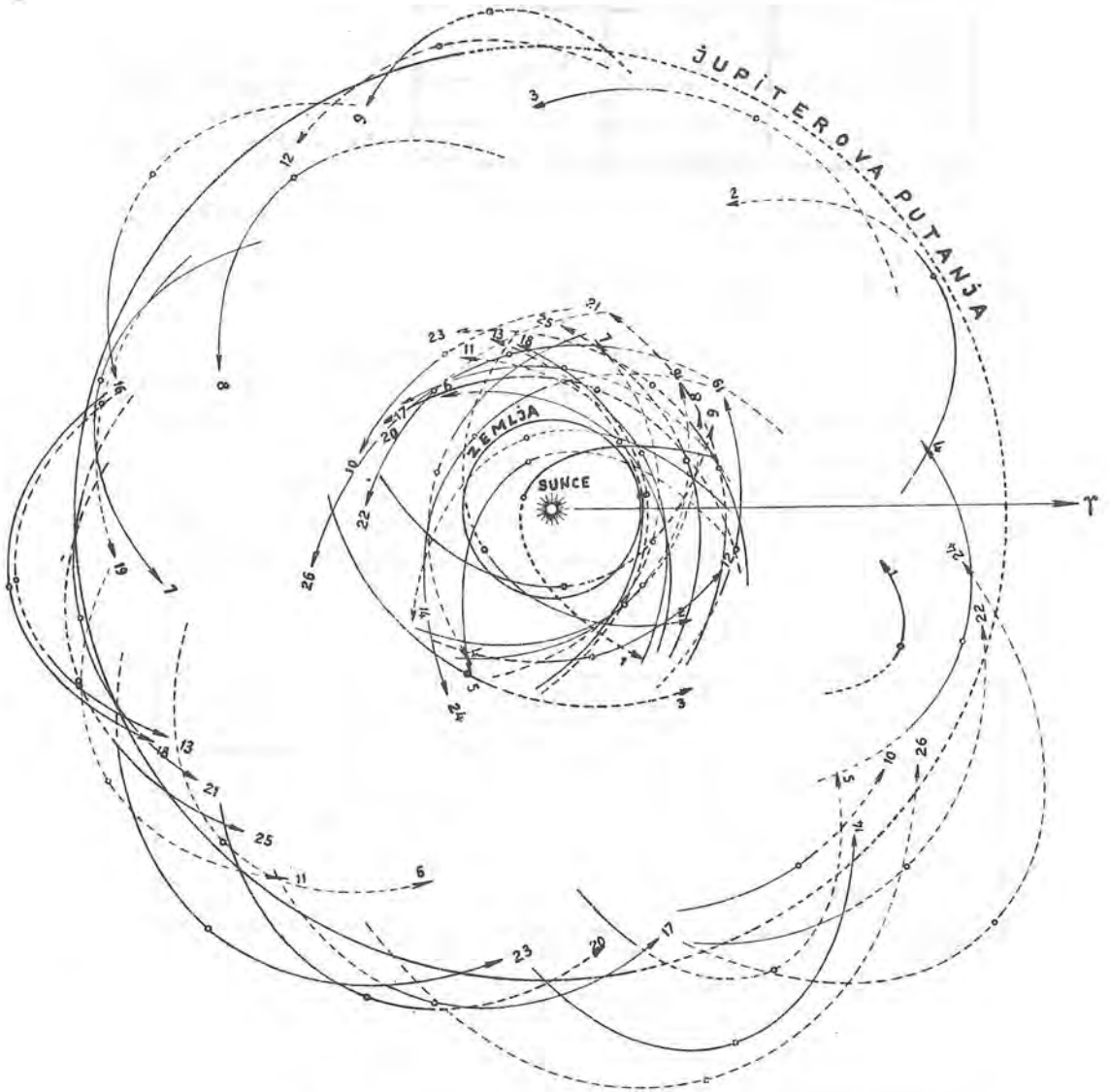
U tabeli 2 date su porodice kometa za četiri velike planete, broj do sada posmatranih kometa u pojedinim porodicama i vremena trajanja obilaska oko Sunca, odnosno periode njihove revolucije.

TABELA 2

Naziv porodice	Broj do sada posmatranih kometa	Perioda revolucije izražena u godinama
<i>Jupiterova</i>	87	<i>Ispod 16</i>
<i>Saturnova</i>	12	10 - 20
<i>Uranova</i>	3	20 - 40
<i>Neptunova</i>	10	50 - 120

Neptunovoj porodici pripada i čuvena *Halejeva kometa*.

Kao što se vidi iz tabele 2, odlučujuću ulogu u zarobljavanju kometa ima planeta Jupiter, što je posledica njegove velike masé u odnosu na ostale planete Sunčevog sistema. Kada kometa po paraboličnoj putanji prodje kroz svoj perihel i nastavi kretanje kroz Sunčev sistem, dolazi pod uticaj Jupitera i ostalih planeta. Prošazeći pored Jupitera, usled njegovog delovanja, kometa usporava kretanje i sa parabolične putanje prelazi na eliptičnu,



SLIKA 16 - Putanje najpoznatijih kometa Jupiterove porodice. Opšta karakteristika ovih kometa je kratka perioda (3-7 godina) i da se njihovi afeli nalaze u blizini Jupitera.

čija se velika osa skraćuje i tako u svom afelu kometa postaje zarobljena i kao kratkoperiodična pripada Jupiterovoj porodici. Isto ovo važi i za ostale tri velike planete. Kada se nekoj od njih dovoljno približi kometa, tako da dodje pod uticaj delovanja te planete, nastaje zarobljavanje komete. Tako su kao posledice zarobljavanja nastale porodice kometa četiri velike planete.

Francuski matematičar i nebeski mehaničar Laplas (*Laplace, Pierre Simon, 1749 - 1827*) postavio je teoriju zarobljavanja; pretpostavljajući da komete dolaze iz medjuzvezdanog prostora nastojao je da odredi verovatnoću njihovog zarobljavanja od strane Jupitera čiji uticaj znatno nadmašuje delovanje svih ostalih planeta. Danas neki poznati astronomi (na primer, *Rasal 1920*) smatraju da postoji samo Jupiterova porodica kometa.

Na slici 16 prikazane su putanje najpoznatijih kometa Jupiterove porodice. Da slika ne bi bila zamršena nisu nacrtane cele putanje već samo njihovi perihelski i afelski delovi. Delovi putanje iznad ekliptike obeleženi su punim a delovi putanje ispod ekliptike isprekidanim linijama.

9. KATALOZI KOMETA

U cilju detaljnijeg ispitivanja kometa, identifikacije novopronadjene komete sa kometama koje su ranije pronadjene, izračunavanja promena orbitalnih elemenata usled gravitacionog uticaja planeta, odredjivanja trenutka prolaza kroz perihel itd., potrebno je imati KATALOG (Grčki=spisak) posmatranih kometa.

Prvi katalog kometa napravio je Edmond Halej i objavio ga 1705.god. u "Transakcijama" kraljevskog društva pod naslovom "ASTRONOMIAE COMETICAE SYNOPSIS" (Prikaz astronomije kometa). Koristeći opise posmatranja kometa iz istorijskih hronika iz perioda od 1337. do 1698.god. Halej je izračunao putanjske elemente za 24 komete. Ovaj katalog ima veliki značaj za astronomiju jer je omogućio otkriće periodičnosti kometa. Detaljnije o ovome katalogu biće reči u poglavlju "Edmond Halej i njegova kometa", na strani 116.

Drugi katalog kometa, pod nazivom *VERZEICHNIS DER COMETEN BAHNEN* objavio je 1847.god. poznati nemački astronom Gale (*Johann Gottfried Galle, 1812-1910*) direktor opservatorije i profesor univerziteta u Breslavi (danas grad Vroclav u jugozapadnom delu Po-

ljske). U poslednjem izdanju ovoga kataloga, štampanog 1894. godine, dati su putanjski elementi za 178 kometa koje su posmatrane od 371. do 1893. godine. Podsetimo se da je Gale u istoriji astronomije zapisan kao čovek koji je 23. septembra 1846. otkrio planetu Neptun na osnovu proračuna poznatog francuskog astronoma U. Leverjea (*Urbain Jean Joseph Le Verrier*).

Galeov katalog, u dva maha, 1925. i 1932. godine, dopunio je engleski astronom sa Griničke opservatorije Enrju Klod Kromlin (*A.C. Crommelin, 1865-1939*). Ovi dodaci Galeovom katalogu objavljeni su u " *Memoarima* " engleskog astronomskeg društva, i sadrže putanjske elemente za sve komete koje su bile posmatrane u periodu od 1893. do 1931. godine. Kako su tada podaci o posmatranim kometama bili objavljeni u više raznih publikacija, i stoga nepraktični za korišćenje, poznati japanski astronom Jamamoto (*Issei Yamamoto, 1889-1959*), direktor opservatorije Kvasan kod Tokija, objedinio je sve ove kataloge kometa i neposredno pred II svetski rat objavio "OPŠTI KATALOG KOMETA" u dva toma.

Posle II svetskog rata, francuski astronomi F. Balde i Mile G. de Obaldija, sa opservatorije u Marselju, izdali su novi katalog kometa. Njihov katalog *CATALOGUE GENERAL DES ORBITES DE COMETES DE L'AN - 466 A 1952* štampan je u Parizu 1952. U njemu su date pojave 763 kometa, od kojih su 540 različite (neke komete su se pojavljivale više puta), u periodu od 466. god. pre naše ere do 1952. godine.

Najbolji i najtačniji katalog kometa sastavio je Brajan Marsden (*Brian G. Marsden*), direktor američkog centra za male planete i Biroa za astronomske telegrame Smitsonijanske opservatorije u Kembridžu, Masačusets u SAD. Prvo izdanje *CATALOGUE OF COMETARY ORBITS* štampano je 1972, drugo 1975, treće 1979. i četvrto 1982. godine. Katalog je izdala Medjunarodna astronomska unija (IAU) tako da je to danas zvanični katalog koji koriste astronomi u celom svetu. U njemu se nalaze podaci za 1109 pojava kometa, od kojih su 710 različite komete, posmatrane od 239. god. p.n.e. pa do kraja maja 1982. godine, odnosno u periodu od 2221 godine. U ovaj katalog Marsden je uvrstio samo pojave kometa za koje postoje pouzdana posmatranja koja su omogućila izračunavanje putanje komete.

Za sve komete u katalogu, daje se : kataloška oznaka komete; T - trenutak prolaza kroz perihel u vremenu UT; elementi putanje: q, e, ω, Ω, i P - period obrtanja oko Sunca (samo za periodične ko-

mete čija je perioda manja od 200 godina); epoha; broj posmatranja komete; naziv komete po imenu otkrivača, ime kalkulatora koji je izračunao putanju i litetaturu u kojoj su objavljeni proračuni putanje komete. Pored ovoga "Opšteg kataloga", u Marsdenovom katalogu se nalazi i tablica sa periodičnim kometama koje su posmatrane više puta, tablica sa periodičnim kometama koje su posmatrane samo jedanput, tablica kometa sa eliptičnim putanjama, tablica kometa sa hiperboličnim putanjama, tablica sa negravitacionim parametrima kometa, i čitav niz drugih tablica. Imajući u vidu kvalitet i sadržaj ovoga kataloga kometa, jasno je da je on danas osnovno štivo za sva stručna istraživanja u vezi sa kometama, njihovim putanjama, izračunavanjem uticaja planeta na njihove putanje, za identifikaciju novopronadjenih kometa sa nekom kometom koja je ranije posmatrana, kao i za sva druga istraživanja u vezi sa kometama.

10. KAKO KOMETE DOBIJAJU IMENA

OPŠTE O OZNAČAVANJU KOMETA

Kada neki posmatrač otkrije novu kometu, potrebno je da o tome odmah obavesti Medjunarodni centar za astronomske telegrame (*Central Bureau for Astronomical Telegrams Cambridge, USA*). Pošto ovaj centar dobija informacije o svim otkrićima i posmatranjima kometa u svetu, direktor Brajan Marsden na osnovu prispelih izveštaja može lako odrediti koji je posmatrač u svetu prvi zapazio novu kometu, odnosno ko je njen otkrivač. Tada pronadjena kometa pored imena otkrivača, na primer Kohoutek, dobija i oznaku po kojoj će se obeležavati u periodu narednih posmatranja. Oznaka se sastoji od godine otkrića i slova po abecednom redu, koje odgovara broju komete otkrivene u toj godini. Na primer, kometa Kohoutek 1973 f, znači da je to kometa koju je otkrio astronom *Luboš Kohoutek* 1973.g. i da je to šesta kometa otkrivena te godine (a-1, b-2, c-3, d-4, e-5, f-6). Ovakvu oznaku dobija svaka otkrivena kometa u toku godine i kada je to odranije poznata kometa koja već ima svoje ime i oznaku. Tako je, na primer, čuvena Halejeva kometa, pri povratku 1910.g. kada je prvi put ponovo posmatrana (od 1835.g.), 11. septembra 1909.g. (*Max Wolf*, opservatorija u Hajdelbergu) bila treća kometa otkrivena te godine pa je dobila oznaku "1909 c". Ista kometa, pri povratku koji se očekuje 1986.g. ponovo je otkrivena (od 1911.g.) 16. oktobra 1982. godine (*D.C. Jewitt, G.E. Danielson*, Palomarska opservatorija) kao deveta kometa pronadjena te godine, tako da je sada dobila oznaku "1982 i".

Na osnovu prvih izveštaja o posmatranju nove komete, koje šalju opservatorije širom sveta u Medjunarodni centar za komete, izračunava se približna putanja komete i efemerida. Ovi podaci se odmah objavljuju u specijalnom cirkularu koji se šalje svim opservatorijama u svetu koje se bave posmatranjem kometa. Na opservato-

wul ny telus 201 1647 23/03 zcie dtx825 swv001 18826 wvny co aaaa 000 adelaide 22 4 0727	MAR 3 21 47
satellites newyorkvlawul	
bradfield comet bradfield 19501 60303 778// 21301 14702 01094 94701 37097 19501 60303 799// 21306 14703 01094 96807 37103 bradfield	
col 19501 60303 778// 21301 14702 01094 94701 37097 19501 60303 799// 21306 14703 01094 96807 37103	

SLIKA 17 - Kopija telegrama kojim je australijski amater Bradfield 3.marta 1976. obavestio Medjunarodni centar o svom otkriću nove komete

Circular No. 2923				
CENTRAL BUREAU FOR ASTRONOMICAL TELEGRAMS INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION				
POSTAL ADDRESS: CENTRAL BUREAU FOR ASTRONOMICAL TELEGRAMS SMITHSONIAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY CAMBRIDGE, MASS. 02138 U.S.A. CABLE ADDRESS: SATELLITES NEW YORK Western Union RADIO SATELLITES CAMBRIDGE				
COMET BRADFIELD (1976d)				
William A. Bradfield, Dernancourt, near Adelaide, reports the discovery of another comet. The available observations are:				
1976 UT	α_{1950}	δ_{1950}	m_1	Observer
Mar. 3.778	21 ^h 30 ^m .1	-47°02'	9	Bradfield
3.799	21 30.6	-47 03	9	"
4.726	21 47.8	-48 08	9	"
4.85417	21 50.3	-48 15	8	Candy
W. A. Bradfield (Dernancourt). Diffuse without condensation. M. P. Candy (Perth Observatory, Rickley). Position is from corrected circle readings. Comet diffuse with condensation.				

SLIKA 18 - Cirkular Medjunarodnog centra kojim se obeštavaju sve zainteresovane opservatorije o otkriću nove komete

rijama se na osnovu ovih podataka vrši dalje posmatranje komete, tako da se na kraju, kada Centar prikupi sva detaljna i mnogobrojna posmatranja iz celog sveta, pomoću jednog računara vrši izračunavanje tačne putanje komete i tačnih efemerida.

Po svršetku jedne kalendarske godine, kada se obrade i srede sva posmatranja svih kometa posmatranih i otkrivenih u toku te godine, novootkrivene komete se zavode u postojeće kataloge kometa. U ovim katalogima evidencija kometa je najčešće takva, što se komete redjaju hronološki na osnovu vremena (trenutka) kada je kometa prošla kroz perihel. Odnosno, komete se označavaju sa dva broja: godinom prolaza kroz perihel i rimskim brojem koji pokazuje koja je po redu to kometa koja je te godine prošla kroz perihel. U našem primeru, Kohoutekova kometa "1973 f" u katalogima nosi oznaku "1973 XII", što znači da je to kometa koja je 12-ta po redu 1973.g. prošla kroz perihel. Ako se utvrdi da je kometa periodična i da ima periodu kraću od 200 god., tada se ispred oznake komete dodaje veliko slovo latinice P sa kosom crtom. Na primer *P/Encke*, *P/Halley* itd. Svake kalendarske godine centrala IAU objavljuje tzv. DEFINITIVNE OZNAKE KOMETA za komete koje su prošle kroz perihel pre dve godine. Na primer, Halejeva kometa iz 1910.god.ima definitivnu oznaku "1910 II *P/Halley*" što znači: "druga kometa koja je 1910.godine prošla kroz perihel-periodična kometa Halej".

PRIMERI KOMETA KOJE NOSE IMENA OTKRIVAČA

Pronalazak nove komete najčešće je rezultat planskog rada "lovca na komete" koji je više stotina časova proveo uz teleskop sistematski pretražujući nebo. Tako je za otkriće nove komete potrebno prosečno 200-300 časova posmatranja (vidi poglavlje "Kako se traže komete"). Zato je razumljivo da se za ovaj veliki trud i težak posmatrački rad otkrivaču komete daje odgovarajuće priznanje. U astronomiji ovo ima dugu tradiciju koja je vezana još za prve otkrivače kometa u XVIII veku, tako što je običaj da se novoj kometi daje ime otkrivača. Na primer, već spomenuta kometa koju je 7. marta 1973.g. otkrio čehoslovački astronom Luboš Kohoutek nosi njegovo ime (čuvena "*Kometa Kohoutek*"). Ovakvih kometa ima veliki broj: kometa koju je pronašao 6.marta 1815.g. poznati nemački astronom Vilhelm H. Olbers (1758-1840.) nosi njegovo ime. Kometu *Haye* pronašao je 22. februara 1843.g. francuski astronom Avgust

H.Faj (1814-1902); čuvenu kometu *Biela* pronašao je austrijski astronom amater Vilhem Bjela (1782-1856), u noći 27.februara 1826; kometu *Comas Solá*, pronašao je 5.februara 1926. španski astronom Komás Solá (1868-1937); kometu *Toba*, pronašao je 7.marta 1971.god. japanski astronom amater Toba i.t.d.

Neki "lovci na komete" vrlo su uspešni u ovom poslu, tako da nije redak slučaj da jedan posmatrač otkrije i više kometa (vidi poglavlje "Lovci na komete"). Na primer, poznati pronalazač komete Vilhem E.Tempel (1821-1889) otkrio je 13 kometa, od kojih tri periodične nose njegovo ime: *Tempel-1* (1867), *Tempel-2* (1869) i *Tempel-3* (1873).

Dosta često, jednu kometu pronadju nezavisno jedan od drugoga dva astronoma. Na primer, poznati američki astronom amater Leslie Peltije otkrio je novu kometu 12. augusta 1932.g., a nezavisno od njega istu kometu je otkrio i astronom Fred Vipl sa Harvardske opservatorije. Zato se ova kometa zove *Peltier-Whipple*.

U otkrivanju kometa neki astronomi rade i timski, u paru, pa postoje slučajevi da dva astronoma zajedničkim traganjem pronadju kometu. To je slučaj sa poznatom kometom *Arend-Roland*, koju su zajedno otkrila dva belgiska astronoma Arend i Roland 8. novembra 1956.g. Veoma uspešan posmatrački par bili su i nemački astronomi Švasman i Vahman sa opservatorije Hamburg-Bergedorf, čija imena nose komete pronadjene 1925, 1929 i 1930. godine.

Ima slučajeva da jednu kometu otkriju nezavisno jedan od drugoga i više od dva astronoma, na primer tri, četiri ... U takvom slučaju kometa dobija ime samo prve trojice posmatrača. Ovakva kometa je, na primer, kometa *Honda-Mrkos-Pajdušakova* koju su otkrili nezavisno jedan od drugoga 1948.g. 3.decembra japanski astronom amater Minor Honda (Kurasiki, Japan), 6. decembra Ljudmila Pajdušakova (Skalnate Pleso, Čehoslovačka) i 7.decembra Antonjin Mrkos (opservatorija Kleč, Čehoslovačka).

Pored ovoga postoje i komete koje je takodje nezavisno jedan od drugoga otkrilo više posmatrača, ali pri raznim kometinim prolazima kroz perihel, odnosno, pri raznim vremenskim vidljivostima komete. Na primer, to je slučaj sa kometom *Giacobini-Zinner*. Kometu je prvi pronašao 20.decembra 1900.g. francuski astronom M. Đakobini sa opservatorije u Nici. Pri sledećem prolazu kroz perihel 1907.g. kometa nije bila vidjena, tako da je tek pri trećem povratku ponovo otkriva 23.oktobra 1913.god.nemački astronom Ciner (Bamberg opserva-

torija). U prvo vreme mislilo se da je Ciner otkrio novu kometu, pa je ona dobila njegovo ime. Međutim, kasnije je utvrđeno da je to ista kometa koju je 1900.g. otkrio Đakobini. Od tad ova kometa nosi imena ova dva astronoma.

Ima kometa koje su astronomi nekoliko puta pronalazili, pa su se posle toga komete gubile, te nisu posmatrane po deset i više godina, onda se ponovo pronalazile, pa se ponovo gubile. Ovakva je na primer, kometa *Tuttle-Giacobini-Kresak*. Prvi ju je pronašao 2. maja 1858.g. H. Tuttle sa opservatorije Kembridž u Americi. Kometa se mogla posmatrati vrlo kratko, svega 28 dana, tako da se zbog nedovoljnog posmatračkog materijala nisu mogli izračunati tačni putanjski elementi komete, pa kometa nije bila vidjena pri kasnijih 7 prolaza kroz perihel. Tek 1. juna 1907.g. kometu je ponovo otkrio francuski astronom Đakobini (Opservatorija u Nici). Iako su se računanjem efemerida za ovu kometu, bavili najbolji astronomi tog doba (V.H. Piking, A.C.D. Kromlin) kometa se ponovo gubila astronomima iz vida, tako da nije posmatrana pune 44 godine; 24. aprila 1951.god. kometu pronalazi čehoslovački astronom Ljubor Kresak (Skalnate Pleso). Od tada ova kometa nosi imena ove trojice astronoma.

PRIMERI KOMETA KOJE NE NOSE IMENA OTKRIVAČA

Odstupanje od pravila da se kometama daje ime otkrivača postoji samo u četiri izuzetka: *Halejeva kometa*, *Enkeova kometa*, *Lekselova kometa* i *Kromlinova kometa*. To su komete koje ne nose ime svojih neposrednih otkrivača na nebu, već astronoma koji ih najčešće nikada u životu nisu ni videli, ali zato imaju drugih zasluga veoma značajnih u vezi sa ovim kometama. Ove komete su otkrivene u XVIII i XIX veku i pošto su to značajne komete a imaju i vrlo zanimljivu istoriju, podatke o njima daćemo pri izlaganju o kometama iz tog perioda. Sem toga, Halejevoj kometi biće posvećeno posebno poglavlje na strani 116.

11. LOVCI NA KOMETE

Verovatno da ne postoji nijedna naučna oblast u kojoj su amateri dali tako veliki naučni doprinos kao u astronomiji. A u astronomiji najveći doprinos astronoma amatera je u otkrivanju novih kometa.

Mnogi poznati "lovci na komete" počeli su kao astronomi amateri, da bi kasnije postali profesionalni astronomi. Drugi su se celoga života bavili astronomijom amaterski, dok su po profesiji bili lekari, advokati, inženjeri, radnici... ali svojim dugogodišnjim predanim amaterskim astronomskim radom dali su veliki doprinos razvoju astronomije, tako da se u istoriji astronomije nalaze ravnopravno rame uz rame sa profesionalnim astronomima. I danas, iako profesionalni astronomi imaju mnogo veće i bolje instrumente nego astronomi amateri, tako da je razlika u kvalitetu danas mnogo veća nego što je bila u prošlosti, većinu novih kometa i dalje otkrivaju astronomi amateri.

Najuspešniji "lovac na komete" u istoriji astronomije takođe je počeo kao astronom amater, a njegova biografija spada u najzanimljivije biografije u astronomiji.

Priča o njemu počinje jednog prohladnog jesenjeg dana 1801. god. na opservatoriji u Marselju.

"U kancelariju direktora opservatorije tiho je ušao čovek od oko 40 godina, skromnog izgleda, držeći u ruci iznošenu kapu. Stao je zbunjeno kod vrata, nervozno se premeštajući sa noge na nogu, nikako ne mogavši da kaže zašto je došao.

- Izvolite, žane! - Ljubazno mu se obrati direktor - u čemu mogu da vam pomognem?

- Pa ovaj ... kako da kažem... ja sam, znate, ovde portir oko dve godine - bojažljivo počeo da govori pridošlica - pa tako kada nema nikoga, ja često sam gledam kroz teleskop. Vaši astronomi se ne ljute, pa bih vas molio gospodine direktore, da mi dozvolite da dolazim svako veče. Ja znate,, nikome ne bih smetao ...

Iznenadjen interesovanjem svoga portira za astronomiju, direktor se dobroćudno nasmešio i rekao: - Kad god imate vremena, slobodno dolazite i gledajte kroz teleskop, žane!"

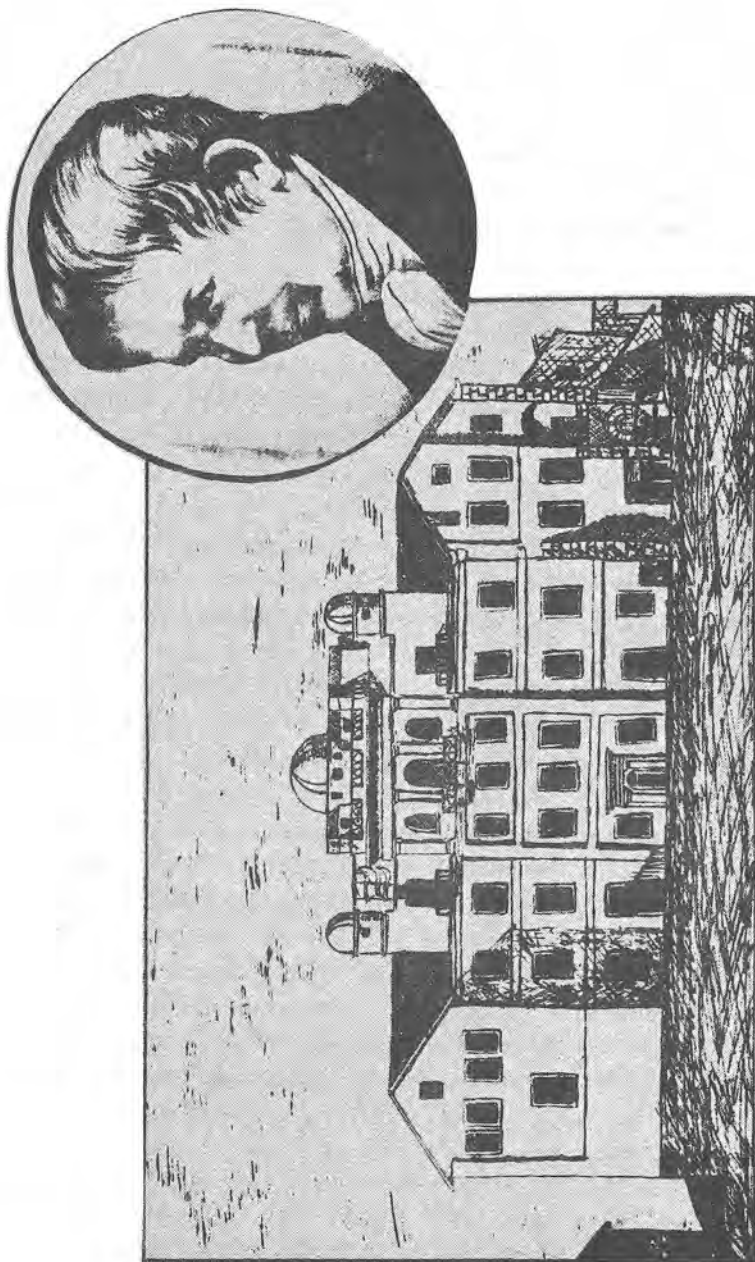
Od toga dana je *Ž a n L u j P o n s* (1761-1831) počeo redovno svake večeri dolaziti na opservatoriju. Danju je radio kao portir, a uveče odlazio u kupolu sa teleskopom, gde je provodio svoje slobodno vreme. Spavao je veoma malo, samo da bi što više vremena proveo uz teleskop. Baveći se svakodnevno astronomijom, Pons je polako ulazio u njene tajne. Pažljivo je slušao stručne razgovore astronoma i sa velikim žarom čitao svaku astronomsku knjigu koju bi mu dali astronomi. Naročito je voleo da čita knjige o kometama, jer njegova specijalnost će biti pronalaženje novih kometa.

Ispoljivši izuzetne radne navike, noćima teleskopom pretražujući nebo, Žan Luj Pons je pokazao da ima izuzetan talenat za astronoma posmatrača. Godišnje je pronalazio po nekoliko komete, tako da su ga ubrzo svi na opservatoriji zvali "lovac na komete".

Debeljuškasti astronom Buržije voleo je dapravi viceve na njegov račun. Čim bi se Pons pojavio, on bi dobacio kolegama: - *Gospodo! Evo Ponsa! Noćas da mu ne smetamo, "rodiće" još jednu novu kometu!* A Pons je pronalazio nove komete jednu za drugom, tako da mu niko nije bio ravan.

U periodu od 1801. do 1826.god., dakle za samo 26 godina, Pons je otkrio čak 30 komete, što nikome ni pre ni posle njega nije pošlo za rukom. Ukupno je pronašao 37 komete i u istoriji astronomije je zapisan kao najveći "lovac na komete" svih vremena. Na osnovu njegovih posmatranja određene su putanje za 30 komete. Te komete se nalaze u katalogima komete i nose Ponsovo ime, pa neki autori smatraju da je Pons otkrio samo 30 komete (neki navode 31). Prvu kometu otkrio je 11.jula 1801.god.(1801)*). Iduće godine, 26 augusta, otkriva drugu (1802) a 7. marta 1804.god. treću kometu (1804). U toku 1805.god. otkriva dve komete: 20. oktobra (1805, *P/Encke*, *Pons-Huth-Bouvard* i 10. novembra (1806 I, *P/Biela*). 1806. god. jednu kometu otkriva 10. novembra (1806 II), a 1808.god. ponovo dve komete: 25. marta (1808 I) i 24. juna (1808 II). Devetu kometu otkrio je 23. augusta 1810. (1810), desetu 16. novembra 1811 (1811 II) a jedanaestu kometu 21. jula 1812. (1812, *P/Pons-Brooks*). Iduće godine otkriva dve komete: 4. februara (1813 I) i 3. aprila (1813 II). Četrnaestu kometu otkrio je 22. januara 1816. (1816) a petnaestu kometu 26. decembra 1817. (1818 II). Iduće godine otkriva tri komete: 23. februara (1818 I, *P/Crommelin*), 26. novembra (1819 I, *P/Encke*) i 28. novembra (1818 III). Devetnaestu kometu pronalazi 12. juna 1819, a dvadesetu 21. januara 1821.god. (1821, *Niccollet-Pons*). Iduće godine otkriva dve komete: 31. maja (1822 III) i 13. jula (1822 IV). U toku 1825.god. pronalazi tri komete: 9. avgusta

*) U zagradi iza datuma otkrića biće data katalogska oznaka komete, a ukoliko je u pitanju periodična komete biće navedeno njeno ime. Ime će se dati i za svaku kometu koja ima više otkrića.



SLIKA 19 - Opservatorija u Marselju na kojoj je radio Žan Luj Pons
(slika u uglu desno)

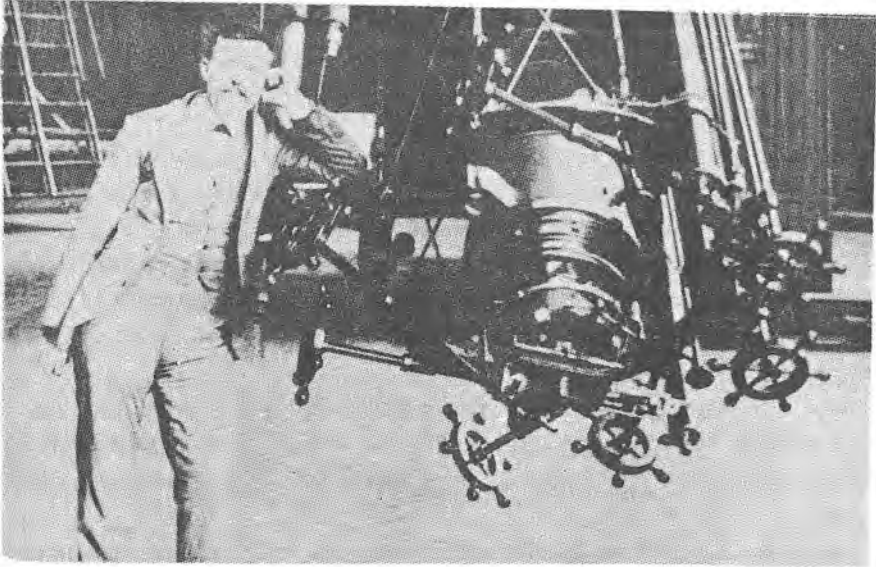
(1825 II), 15. jula (1825 IV) i 7. novembra (1826 II). Iduće godine takodje tri komete: 7. augusta (1826 IV), 22. oktobra (1826 V) i 26. decembra (1827 I). Poslednje dve komete pronašao je 1827. godine: 21. juna (1827, *P/Pons-Gambart*) i 3. augusta (1827 III), kada je imao 66 godina.

Koliko je teško pronaći samo jednu kometu, najbolje ćemo razumeti ako se podsetimo da je za ovo obično potrebno neprekidno 200 - 250 sati posmatrati kroz teleskop. A mnogo puta Pons je posmatrao i mnogo više časova. Napomenimo da je sve komete pronašao vizuelno, pošto u njegovo vreme još nije postojala fotografija. Tek 61 godinu posle njegove smrti prvi put je fotografski otkrivena jedna kometa (1892).

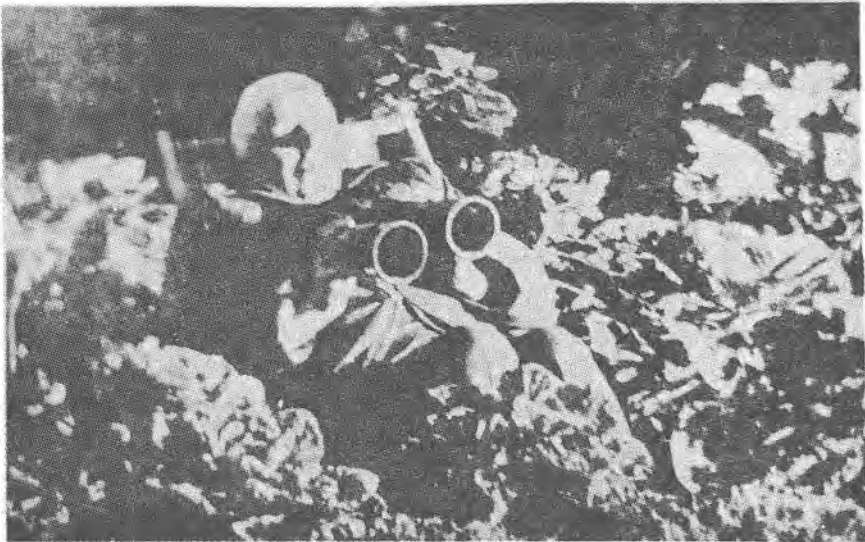
Žan Luj Pons nije ostao portir celog života: 1830. god. postao je pomoćnik direktora opservatorije u Marselju, a neposredno pred smrt naimenovan je za direktora opservatorije grada Luka kod Firence.

Na drugom mestu po broju otkrivenih kometa nalazi se američki astronom *B r u k s (B r o o k s) V i l j a m R o b e r t (1844 - 1921)*. Bruks je rođen u Engleskoj (Mejdston), ali kada je imao 13 godina njegova se porodica preselila u SAD. G. 1870. preselio se u grad Felps (država Njujork), u čijoj je okolini proveo ceo život. Imao je 30. godina kada je napravio svoj prvi teleskop, mali refraktor prečnika 5 cm. Ubrzo zatim pravi refraktor od 15cm. Kako se povećavalo njegovo znanje iz astronomije, tako je pravio sve veće instrumente. G. 1882. napravio je reflektor prečnika 23cm, što je u to vreme bio već solidan profesionalan teleskop. God. 1888. postaje upravnik opservatorije u gradu Ženevi (u blizini Felpsa), koju je izgradio ljubitelj astronomije Vilijam Smit. Dve godine kasnije postaje profesor astronomije na Koledžu u Ženevi (SAD).

U periodu od 1883. do 1912. godine (za 28 godina) Bruks je otkrio 22 nove komete (neki autori smatraju 24). Prvu kometu pronašao je 22. februara 1883. god. (1883 I, *Brooks Swift*) a drugu, 2. septembra iste godine (1884 I, *P/Pons - Brooks*); 1885. god. pronalazi dve komete: 1. septembra (1885 III) i 26. decembra 1885 (1885 V). Iduće godine otkriva tri komete: 1. maja (1886 III), 23. maja (1886 IV, *P/Brooks I*), i 28. aprila (1886 V); 1887. god. ima dve nove komete: 23. januara (1887 II) i 25. augusta (1887 V, *P/Olbers*). U naredne tri godine otkriva svake godine po jednu kometu: 8. augusta 1888. (1888 III), 7. jula 1889. (1889 V, *P/Brooks 2*) i 20. marta 1890. (1890 II).



SLIKA 20 - Edvard E. Barnard - pored teleskopa na Lik opservatoriji



SLIKA 21 - Džordž Alkok - jedan od najboljih astronoma amatera u XX veku

U 1892. pronalazi dve komete: 28. augusta (1892 VI) i 20 novembra (1893 I). Petnaestu kometu je pronašao 17. oktobra 1893. (1893 IV), a dve godine kasnije, 22. novembra, šesnaestu kometu (1895 III). Sledeće komete pronalazi: 21. oktobra 1898. (1898 X), 24. jula 1900. (1900 II, *Borrelly-Brooks*), 15. aprila 1902. (1902 I), 15. maja 1903. (1904 I), 26. januara 1906. (1905 VI) i poslednju, 22. kometu, 21. jula 1911. godine (1911 V), kada je imao 67 godina.

U istoriji astronomije Bruks je poznat po tome što je jedan od prvih astronoma koji su počeli koristiti fotografiju.

Treći najuspešniji "lovac na komete" je poznati američki astronom *Edvard E. Barnard* (1857-1923). On je ušao u legendu američke astronomije kao jedan od najvećih astronoma posmatrača svih vremena. U mladosti je radio kao fotograf u Nešvilu. Čitajući popularne astronomske knjige on se zainteresovao za ovu nauku, tako da u 24. godini kupuje mali refraktor od 13cm, kojim počinje da posmatra nebo. Već 18. septembra 1881. god. pronalazi svoju prvu kometu (1881 VI), a godinu dana kasnije, 14. septembra i drugu kometu (1882 III). Od 1883. do 1887. god. studirao je na univerzitetu u Nešvilu. Još u toku studija istakao se kao izvanredan posmatrač: teleskopom od 15cm pronalazi 7 kometa i nekoliko maglina. Komete je pronašao sledećim redom: treću kometu 17. jula 1884 (1884 II, *P/Barnard 1*). U toku 1885. god. pronalazi dve komete: 8. jula (1885 II) i 4. decembra (1886 II). Šestu kometu pronalazi 5. oktobra (1886 IX, *Barnard-Hortwig*), a sedmu 24. januara 1887. (1886 VIII). Iste godine pronalazi još dve komete: 17. februara (1887 III) i 13. maja (1887 IV). Po završetku studija odlazi na LIK-ovu opservatoriju (Mount Hamilton, Kalifornija), gde ostaje osam godina (1887-1895). Ovdje je pronašao 11 kometa. U toku 1888. god. dve: 3. septembra (1889 I) i 31. oktobra (1888 V). Iduće godine takodje dve komete: 1. aprila (1889 II) i 24. juna (1889 III, *P/Barnard 2*). U toku 1890. god. pronalazi jednu kometu 7. oktobra (1890 V, *P/d'Arset*), a 1891. god. čak pet kometa: 30. marta (1891 I, *Barnard-Denning*), 2. maja (1891 II, *P/Wolf*), 2. augusta (1891 III, *P/Encke*), 28. septembra (1891 V, *P/Tempel-Swift*), i 3. oktobra (1891 IV). Svoju dvadesetu kometu pronašao je 13. oktobra 1892. god. (1892 V, *P/Barnard 3*); 1895. god. odlazi na Jerkes opservatoriju kod Čikaga gde ostaje da radi do kraja života. Medjutim, povremeno odlazi da radi i na Mount Wilson opservatoriju u Kaliforniji, koja je tada imala najveći teleskop na svetu (prečnika 2,5m).

Dvadeset prvu kometu pronalazi 10.jula 1918. (1918 V, P/WOLF), a dvadeset drugu 11.aprila 1921.god. (1921 III, P/PONS-WINNECKE).

Svetsku slavu Barnard je stekao 1892.god., kada je sa Likove opservatorije otkrio peti Jupiterov satelit. Barnard je naročito poznat po mnogobrojnim izvanrednim fotografijama Mlečnog puta, zvezdanih jata, maglina, kometa itd. Snimajući Mlečni put 13.oktobra 1892, bio je prvi astronom koji je otkrio novu kometu fotografskim putem (1892 V). Sa oko 900 naučnih radova i saopštenja Barnard spada medju najveće astronome posmatračke svih vremena.

Četvrti najuspešniji "lovac na komete" je poznati francuski astronom Š a r l M e s i j e (Ch.Messier, 1730-1817). Po obrazovanju Mesije je bio samouk. Svoju astronomsku karijeru počeo je 1751.g. kao crtač i prepisivač kod poznatog astronoma Žožefa Delila, na Pomorskoj opservatoriji u Parizu (koja se nalazila u okviru samostana Kluni (Hotel de Cluny)). Od 1753.godine Mesije je postao astronom posmatrač na ovoj opservatoriji. Posmatrao je golim okom, i pomoću dosta skromnih instrumenata: Njutnovog teleskopa žiže 30,5 cm, "astronomske trube" (tip dogleda) i sa dva ahromatska refraktora žiže 0,9 i 1,5m, čiju je optiku izradio D. Dolon, poznati optičar koji je u ono vreme imao najbolja sočiva. Mesije je prvi put postao poznat u astronomskim krugovima 1759, kada je 21. januara prvi u Francuskoj (mesec dana posle G.Paliča iz Drezdena) pronašao Halejevu kometu pri njenom prvom predviđenom povratku.

U svojoj astronomskoj karijeri, dugoj preko 60 godina (posmatrao je do svoje 82.g. kada je oslepeo), Mesije je posmatrao najmanje 38 kometa. Od ovog impozantnog broja on je pronašao najmanje 19, dok neki autori smatraju 21.kometu. Na osnovu njegovih posmatranja odredjena je putanja za 13 kometa, otkrivenih u periodu od 1760. do 1798.godine. Ove komete se nalaze u katalozima kometa i nose Mesijeovo ime. Prva kometa otkrivena je 26.januara 1760. (1759 II), druga 28.septembra 1763.(1763), treća 3.januara 1764. (1764), četvrta 8.marta 1766.(1766 I) a peta 8.augusta 1769.(1769). Sledeća kometa je poznata kometa *Lexell* (1770 I), koju otkriva 14.juna 1770. Iduće godine, 1.aprila, otkriva sedmu kometu (1771), a osmu dve godine kasnije, 13.oktobra (1773). Devetu kometu Mesije pronalazi 27.oktobra 1780. (1780 I), desetu 7.januara 1785.(1785 I, *Messier-Méchain*), jedanaestu 26.novembra 1788.(1788 I), dvanaestu 27.septembra 1793. (1793 I) i trinaestu 12.aprila 1789.god.(1798 I), kada je imao 68 godina.

U historiji astronomije Mesije ima veoma značajno mesto. Sve do prve polovine XVIII veka komete su bile otkrivene slučajno. Mesije je jedan od prvih astronoma koji je organizovano tražio komete. On je prvi počeo obavljati stručna posmatranja kometa u kojima je davao izmerene dimenzije komete, sjaj komete, zapažene promene u repu i glavi, i na kraju, crtao je položaj komete na zvezdanu kartu. Zato njegova posmatranja imaju veliki naučni značaj i, zahvaljujući njima, mnogo godina posle Mesijeove smrti bilo je moguće izračunati putanje za komete koje je on posmatrao.

Da bi olakšao pronalaženje novih kometa, odnosno omogućio bržu i sigurniju identifikaciju kometa u odnosu na poznate magline na nebu (komete se na velikoj udaljenosti vide kao magličasti objekti-magline), od 1758.g. do 1781.g. Mesije je sastavljao svoj čuveni katalog maglina.

Podsetimo se da se u njemu nalaze 103 magline koje se vide na nebu, a čija je magnituda 6-9^m. Od ove 103 magline Mesije je pronašao preko 60. Katalog je prvi put objavljen kao datak poznatom godišnjaku "*Connaissance des Tempas*" za 1784. godinu. Zanimljivo je da je Mesije u katalogu napravio jednu grešku, smatrajući da je jedna kometa maglina. Naime, za maglinu pod brojem 91 kasniji posmatrači su ustanovili da je nema na mestu na kome ju je posmatrao Mesije, tako da se pretpostavlja da je to bila neka kometa.

Mesijeov katalog maglina postao je osnovni priručnik svakog kasnijeg "lovca na komete", a to je još i danas. Naravno, kasnija izdanja su pretrpela neke manje izmene i dopune, tako da u današnjem izdanju katalog ima 110 objekata.

Na petom mestu, sa 13 otkrivenih kometa, nalaze se astronomi: GAMBAR, TEMPEL, VINEKE I PERAJN.

Ž a n F e l i k s A d o l f G a m b a r (Gambart, 1800-1836) francuski astronom, sa 19 godina se zaposlio kao astronom na opservatoriji u Marselju, a već u 22. godini postao je njen direktor. Za vreme svog kratkog života (36 godina), pored posmatranja bavio se i izračunavanjem kometskih putanja, a značajna su i njegova mnogobrojna posmatranja pomračenja Jupiterovih satelita. Njegovo ime nosi pet kometa. Prva kometa otkrivena je 12. maja 1822. (1822 I), druga 19. maja 1825. (1825 I), treća 21. juna 1827. (1827 II, P/Pons-Gambart) četvrta 19. jula 1832. (1832 II) i peta kometa 8. marta 1834. (1834).

E r n e s t V i l h e m T e m p e l (1821-1889) je pore-

klom Nemač, ali je čitav život proveo van Nemačke. U mladosti je radio kao litograf u Veneciji. Čitajući popularne knjige zainteresovao se za astronomiju, kupio mali teleskop i počeo da posmatra nebo. Bio je vrlo uspešan astronom amater sve do 1860.g., kada postaje asistent na opservatoriji u Marselju. Jedanaest godina kasnije (1871), na poziv poznatog italijanskog astronoma Đ .Skaparelija odlazi na opservatoriju Brera kod Milana. Tu ostaje 4 godine, a onda prelazi na opservatoriju Arčeti (kod Firence), čiji je direktor tada bio Đ .B. Donati jedan od najpoznatijih stručnjaka za komete. Tempel je bio veoma dobar posmatrač i u periodu od 1859. do 1877.god. (18 godina) otkrio je 13 kometa: 2.aprila 1859.(1859), 24.oktobra 1860.(1860 IV), 5.novembra 1863.(1863 IV), 5.jula 1864.(1864 II), 19.decembra 1866.(1866, P/Tempel-Tuttle), 3.aprila 1867.(1867 II, P/Tempel 1), 12.oktobra 1869.(1869 II) 27.novembra 1869.(1869 III, P/Tempel-Swift), 14.jula 1871.(1871 II), 3.novembra 1871.(1871 V), 3.jula 1873.(1873 II, P/Tempel 2), 2.februara 1875.(1875 I, P/Pons-Winnecke) i 2.oktobra 1877.(1877 V). Pored kometa Tempel je otkrio još pet planetoida, nekoliko maglina i zvezdanih jata.

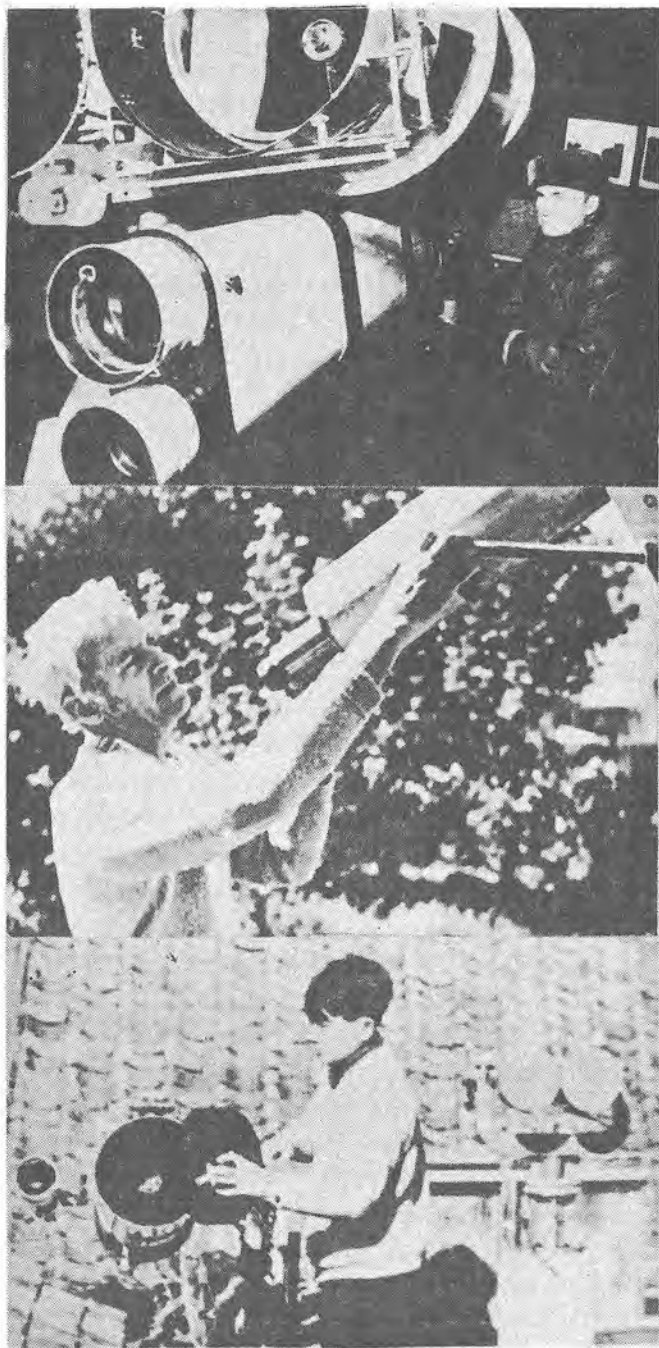
P e r a j n Č a r l s D i l o n (Perrine Ch.D., 1867-1951) američki je astronom koji drži rekord u broju kometa otkrivenih za tri godine. On je sa opservatorije Lik (Maunt Hamilton, Kalifornija), u periodu od 1895. do 1898.godine (za nepune tri godine) otkrio 10 kometa. Prvu kometu pronalazi 17. novembra 1895. (1895 IV), iduće godine tri nove komete: 15.februara (1896 I, *Perrine-Lamp*), 3.novembra (1897 I) i 9.decembra (1896 VII, *Perrine-Mrkos*). U toku 1897.pronalazi dve komete: 29.juna (1897 II, P/d'Arrest) i 17.oktobra 1897.(1897 III). U toku iduće godine pronalazi čak četiri komete: 2.januara (1898 II), 20.marta (1898 I), 15.juna (1898 VI) i 13.septembra (1898 IX, *Perrine-Chafardet*). U toku 1899.god. pronalazi još dve komete: 7.maja (1899 IV, P/Tempel 2) i 11.juna (1899 II, P/Holmes). U toku 1909.god. odlazi u Argentinu gde postaje direktor na opservatoriji u Kordobi. Za vreme pojave Halejeve komete 1909-1911.god. sa ove opservatorije snimio je veliku seriju izvanrednih fotografija komete i detaljno ispitivao promene na kometi, njen položaj na nebu i sjaj. Medjunarodni ugled stekao je otkrićem šestog (1904) i sedmog Jupiterovog satelita (1905.g.).

V i n e k e (Winnecke), astronom opservatorije u Strazburu, u periodu od 1867. do 1878.god. (11 godina) otkrio je 13 kometa.

Prvu otkriva 26. septembra 1867. (1867 II, *Baeker-Winnecke*), a iduće godine dve komete: 13. juna (1868 II) i 17. jula (1868 III, *P/Encke*). Sledeću kometu otkriva 10. aprila 1869. (1869 I, *P/Pons-Winnecke*). U toku 1870. pronalazi tri komete: 30. maja (1870 I, *Winnecke-Tempel*), 31. augusta (1870 III, *P/d'Arrest*) i 24. novembra (1870 IV). Iduće godine pronalazi osmu kometu 7. aprila (1871 I), a devetu kometu 10. novembra 1873. (1873 VII, *P/Crommelin*). 1874. pronalazi dve komete: 21. februara (1874 I) i 12. aprila (1874 II). Dvanaestu kometu pronašao je 6. aprila 1877 (1877 II) a trinaestu 19. jula 1878. (1878 III, *P/Tempel 2*).

Na šestom mestu, sa 12 otkrivenih kometa, nalaze se Japanac MINOR HONDA i francuski astronom ĐAKOBINI.

M i n o r H o n d a je jedan od najuspešnijih "lovaca na komete" u XX veku. On je 12 kometa pronašao u periodu od 1940. do 1968. godine (tj. za 28. godine). Vrlo mlad se istakao i pokazao kao talentovan i dobar posmatrač, pa ga je poznati japanski astronom Isei Jamamoto 1938. god. pozvao na opservatoriju za posmatranje zodijske svetlosti kod grada Hirošime. Ovde se Honda pored svojih redovnih posmatranja počinje baviti i traženjem kometa. Već 1940. pronalazi dve komete: 30. septembra (1940 III, *Okabayasi-Honda*) i 31. decembra (1941 II, *Friend-Reese-Honda*). Na početku rata je mobilisan i upućen u Singapur. Za vreme rata od priručnog materijala pravi mali teleskop otvora 7 cm i u slobodnim časovima traži komete. U junu 1942. otkriva kometu koja je posle rata identifikovana kao poznata kometa *Grigg-Skjellerup*, pa mu ovo otkriće nije priznato. Posle rata vraća se u opustošenu Hirošimu, danju radi u polju a noću posmatra nebo jednim malim teleskopom. Svoju treću kometu otkriva 13. novembra 1947. (1947 X). Japan je tada bio pod američkom okupacijom i praktično odsečen od sveta, pa japanski astronomi uz mnogo komplikacija jedva uspevaju da otkriću obaveste Međunarodni centar. Pronalaženje ove komete tako omogućuje ponovnu pojavu japanskih astronoma u Međunarodnoj astronomskoj uniji. U toku 1948. god. Honda otkriva dve komete: 3. juna (1948 IV, *Honda-Bernasconi*) i 3. decembra (1948 XII, *P/Honda-Mrkos-Pajdušakova*). Te godine dobija medalju Japanskog astronomskog društva za zasluge u pronalaženju novih kometa. Kasnije prelazi na opservatoriju Kura-siki gde nastavlja rad na pronalaženju kometa. Šestou kometu otkriva 12. aprila 1953 (1953 III, *Mrkos - Honda*), sedmu 29. jula 1955. (1955 V), osmu 28. aprila 1962 (1962 IV), a devetu kometu 6. juna



SLIKA 22 - Tri najpoznatija lovca na komete iz XX veka
(odozgo naniže): A. Mrkos, V. Bredfeld i T. Seki

1964. (1964 VI, *Tomita-Geber-Honda*). U toku 1968. god. otkriva tri komete: 25. aprila (1968 IV, *Tago-Honda-Yamamoto*), 6. jula (1968 VI) i 30. augusta (1968 IX).

Pored ovih kometa Honda je otkrio pet Novih, medju kojima je verovatno najpoznatija Nova u Labudu 1975. godine.

Poslednjih godina više se ne bavi astronomijom već radi kao dečji vaspitač u svom rodnom gradu Kurasiki. On ima veliku zaslugu za širenje amaterske astronomije u Japanu, gde je neka vrsta nacionalnog junaka. Još za života postao je legenda i ugledajući se na Hondu hiljade mladih Japanaca počinje da se bavi astronomijom. Kao rezultat ovoga, u drugoj polovini XX veka Japan postaje vodeća nacija u svetu po broju otkrivenih kometa. Od 42 nove komete otkrivene u periodu od 1961. do 1970. god. Japanci su otkrili 26,

M i š e l Đ a k o b i n i (*M. Giacobini*) je francuski astronom koji je radio na opservatorijama u Nici i Parizu. U periodu od 1896. do 1913. (17 godina) on je otkrio 12 kometa : 4. septembra 1896. (1896 V, *P/Giacobini*); 19. juna 1898. (1898 V); 29. septembra 1899. (1899 V); 1900. dve komete: 31. januara (1900 I) i 20. decembra (1900 III, *P/Giacobini-Ziner*); 2. decembra 1902 (1903 II); 15. januara 1903. (1903 I); 18. decembra 1904. (1904 II); 26. marta 1905 (1905 III); 7. decembra 1905 (1906 I); i 1907. god. dve komete: 9. marta (1907 I) i 1. juna (1907 III, *P/Tuttle-Giacobini-Kresak*). Objavio je i značajno delo o dvojnim zvezdama.

Na sedmom mestu, sa 11 otkrivenih kometa, nalaze se takodje dva "lovca na komete" iz XX veka : ANTONJIN MRKOS i VILJAM BREFIELD.

A n t o n j i n M r k o s je čehoslovački astronom koji je radeći na opservatorijama Skalnaté Pleso i Lomnický štít na Visokim Tatram (severoistočni deo Slovačke), od 1947. do 1959. god. (za 12 godina), pronašao 11 kometa. Prvu kometu pronašao je 20. decembra 1947. (1948 II). Iduće godine otkriva dve komete: 15. februara (1948 V) i 3. decembra (1948 XII, *P/Honda-Mrkos-Pájdúšákova*). U toku 1952. god. takodje dve komete: 27. aprila (1952 V) i 28. novembra (1953 II). Šestu kometu je otkrio 12. aprila 1953. (1953 III, *Mrkos-Honda*), a 1955. god. još dve komete: 12. juna (1955 III) i 19. oktobra (1955 VII, *P/Perrine-Mrkos*). Devetu kometu otkriva 12. marta 1956. (1956 III), desetu 29. jula 1957. (1957 V) i jedanaestu kometu 3. decembra 1959. (1959 IX). U to vreme Mrkos je bio jedan od saradnika poznatog čehoslovačkog astronoma Antonjina Bečvara pri izradi zvezdanog atlasa "ATLAS COELI", koji najčešće koriste pri radu "lovci na komete" u drugoj polovini XX veka.

Mrkos je još uvek aktivni astronom, iako se ne bavi više otkrivanjem kometa. On je već desetak godina upravnik opservatorije Kletč (kod grada češke Budějovice, na oko 150 km južno od Praga). Mrkos sa još dvoje mladih saradnika bavi se fotografisanjem planetoida Maskutovim teleskopom otvora 62,5 cm. I u ovome poslu je vrlo uspešan. Do 1982. god. pronašao je 44 nova planetoida.

V i l j a m B r e d f i l d, australijski astronom amater, po zanimanju inženjer za raketne motore, danas je najuspešniji "lovac na komete". Sa svoje male opservatorije u mestu Dernakort (oko 50 km severno od grada Adelaida u Južnoj Australiji), od 1972. do 1980. god. (za 8 godina), pronašao je čak 11 kometa. On je najveći "lovac na komete" koji je ikada postojao na južnoj Zemljinoj hemisferi i pošto se M. Honda i A. Mrkos više ne bave traženjem kometa Bredfild je jedini savremeni pronalazač kometa koji može da ugrozi rekorde Mesijea, Tempa, Gambara i drugih legendarnih "lovaca na komete". Prvu kometu je otkrio 12. marta 1972 (1972 III), posle 260 sati traženja. Drugu kometu pronalazi 12. februara 1974. god. (1974 III), a iduće godine još dve komete: 12. marta (1975 V) i 11. novembra (1975 XI). Naredne godine takodje dve komete: 19. februara (1976 VII) i 3. marta (1976 V). Godinu dana ne otkriva nijednu kometu, ali 1978. god. otkriva dve: 24. januara (1978 VII) i 10. oktobra (1978 XVIII). Iduće godine ponovo dve komete: 24. juna (1979 VII) i 24. decembra (1979 X). Jedanaestu kometu otkrio je 18. jula 1980. (1980 XV). Bredfild i dalje traži komete. Zanimljivo je da je svih 11 kometa otkrio on jedini, što je vrlo retko u XX stoleću. Najčešće novu kometu u isto vreme otkrije više posmatrača, a to što je Bredfild usamljen "lovac na komete", smatra se da je zato što se na južnoj polulopti nalazi mnogo manje posmatrača nego na severnoj polulopti Zemlje pa je on u povoljnijem položaju nego ostali posmatrači.

Na osmom mestu sa 10 otkrivenih kometa nalazi se poznati američki astronom amater *L e s l i P e l t i j e*. On je ove komete pronašao u periodu od 1925. do 1954. godine (29 godina). Astroonomijom se počeo baviti 1917. god., u 16. godini posmatrajući promenljive zvezde. To će mu kasnije postati uža specijalnost, u kojoj će dati značajan naučni doprinos. Sva astronomska posmatranja obavljao je sa svoje male opservatorije u gradu Delfos (Ohajo, SAD), pozajmljenim teleskopom otvora 15 cm, koji je dobio od Pristonskog univerziteta 1922. godine (ovim teleskopom je pre nekoliko godina Daniel otkrio tri nove komete). Peltije je bio odličan posmatrač, a po rečima

direktora opservatorije Harvardskog univerziteta on je u prvoj polovini XX veka bio "Najistaknutiji astronom među amaterima u svetu". Njegovo ime nosi 10 kometa, iako neki smatraju da je otkrio 11. Prvu kometu otkrio je 14. novembra 1925. (1925 XI, *Wilk-Peltier*), drugu 18. februara 1930. (1930 I, *Peltier-Schwassmann-Wachmann*), treću 13. jula 1932. (1932 V, *Peltier-Whipple*), a iduće godine, 16. februara, svoju četvrtu kometu (1933 I). Tri godine kasnije 15. maja otkriva petu kometu (1936 II), šestu 17. januara 1939. (1939 I, *Kozik-Peltier*), sedmu 27. novembra 1943. (1944 I, *van Gent-Peltier-Daimaca*), osmu 22. novembra 1945. (1945 VI, *Friend-Peltier*), devetu 20. jula 1952 VI) i deset u kometu 26. juna 1954. godine (1954 XII, *Kresak-Peltier*).

Medju najuspešnijim "lovcima na komete", na devetom mestu, sa isto toliko otkrivenih kometa nalazi se francuski astronom MEŠEN.

M e š e n (*Méchain P.F.A.*, 1744-1804) bavio se astronomijom i geodezijom. Bio je saradnik Delambra u grandioznom projektu Francuske akademije nauka na merenju luka meridijana između Denkerka i Barcelone u periodu 1792-1797. godine. Cilj ovih merenja bilo je precizno utvrđivanje jedinice za merenje dužine-metra. (metar je definisan kao desetomilioniti deo četvrtine Zemljinog meridijana. U periodu od 1781. do 1799. (18 godina) on je otkrio devet kometa: 1781. otkrio je dve komete, 8. juna (1781 I) 9. oktobra (1781 II). Dve komete pronalazi i 1785. god.: 7. januara (1785 I, *Messier-Méchain*) i 11. marta (1785 II). Iduće godine pronalazi petu kometu 17. januara (1786 I, *P/Encke*), a 10. aprila 1787. god. šestu kometu (1787). Sedmu kometu otkrio je 9. januara 1790. (1790 II, *P/Tuttle*), a poslednje dve komete u toku 1799. god.: 7. augusta (1799 I) i 26. decembra (1799 II).

Na desetom mestu, sa osam otkrivenih kometa, nalazi se KAROLINA L. HERSEL.

K a r o l i n a L u k r e c i j a H e r š e l (*Herschel, C.* 1750-1848) rođena je sestra i saradnik poznatog astronoma Viljama Heršela. Ova vredna žena čitav svoj život je pomagala bratu pri njegovim posmatranjima i izradama mnogobrojnih teleskopa, a i sama je bila veoma dobar posmatrač. Ona je živela u isto vreme kada i Mesije i bila je jedina osoba koja je mogla da ugrozi Mesijera kao najboljeg "lovca na komete" u XVIII veku. Za samo 11 godina (od 1786. do 1797.) ona je otkrila 8 kometa: 1. augusta 1786. (1786 II); 21. decembra 1788. (1788 II, *P/Herschel-Rigolle*); u toku 1790. god.

dve komete: 7.januara (1790 I) i 18.aprila(1790 II); 15.decembra 1791 (1791 I); 7.oktobra 1793 (1793 I, nezavisno od Mesijera koji je otkrio kometu 27.septembra):7.novembra 1795 (1795,P/Encke); 14.augusta 1797(1797,Bouvard-Herschel-Lee).

U toku dugog života (98 godina) Karolina Heršel je otkrila i 14 maglina, a poznati Flemstidov katalog dopunila sa još 561. zvezdom.

Na jedanaestom mestu,sa sedam otkrivenih kometa,nalaze se dva profesionalna astronoma: DE VIKO FRANCESKO I GRIGORIJ N.NEUJMIN.

De Viko Frančesko (de Vico F.,1805-1848),italijanski astronom,radio je na opservatoriji Jezuitskog kolegija u Rimu. Od 1839. do 1848. bio je direktor opservatorije. On drži rekord u broju kometa otkrivenih za vrlo kratko vreme. Za samo dve godine, od 1845. do 1846.god. de Viko je otkrio sedam kometa. U toku 1845.god. otkriva tri komete: 25.februara(1845 II), 5.jula (1845 IV ,P/Encke) i 26.novembra(1846 II,P/Biela). U toku 1846.g. otkrio je još četiri komete: 24.januara (1846 I). 20.februara (1846 IV), 29.jula (1846 V, de Vico-Hind) i 23.septembra (1846 VIII). Pored posmatranja kometa, bavio se i ispitivanjem obrtanja Venere.

Grigorij Nikolajevič Neujmin (Неуймин,1886-1946),sovjetski astronom. Po završetku studija na Lenjingradu 1910.god. zaposlio se na Pulkovskoj opservatoriji. U periodu 1926-1931. i 1936-1941. radio je na Simeiskom odeljenju Pulkovske opservatorije na Krimu, a od 1944.g.bio upravnik Pulkovske opservatorije. Za 28 godina (od 1913. do 1941.) otkrio je 7 kometa. Strogo gledajući,to je 6 kometa, pošto je periodičnu kometu *Neujmin 2* otkrio dva puta 1916. i 1926.godine. Prvu kometu otkrio je 4.septembra 1913 (1913 III,P/Neujmin 1), drugu iduće godine 24.juna(1914 III), treću 24.februara 1916.(1916 II,P/Neujmin 2), četvrta kometa je ponovo ista kometa, otkrivena 5.novembra 1926.(1927 I,P/Neujmin 2).Medjutim, pošto se pri povratku u toku 1921.god. kometa nije videla, Neujmin je tako ponovo otkriva. Petu kometu otkrio je 2.augusta 1929.(1929 III,P/Neujmin 3), šestu 9.septembra 1936.(1936 IV, P/Jackson-Neujmin) i sedmu kometu 18.jula 1941.god.(1941 VII,P/du Toit-Neujmin-Delporte). Njegova uža specijalnost bila je astrografija, tako da pored sedam kometa pronašao i 63 planetoida.

Medju najuspešnijim "lovcima na komete",na dvanaestom mestu sa šest otkrivenih kometa,nalaze se:DONATI Đ.,VIPL F.L. i SEKI T.

Donati *Battista Donati* (1826-1873), italijanski astronom na univerzitetu u Pizi. Radio kao astronom na opservatoriji u Firenci, bio je osnivač i direktor (1864-1872) Nacionalne opservatorije ARČETRI (to je malo mesto kod Firence u kome je G.Galilej po kazni inkvizicije proveo poslednje godine života). Njegova oblast rada bilo je traganje i posmatranje komete kao i izračunavanje njihovih putanja. Za devet godina (1855-1864) otkrio je šest komete: 3.juna 1855(1855 I), 10.novembra 1857 VI,*Donati-van Arsdale*), 2.juna 1858.(1858 VI,čuvena kometa "*Donati*"), 23.jula 1864.(1864 III,*Donati-Toussaint*), 10.septembra 1864 (1864 I) i šesta kometa 14.aprila 1863 (1863 II) ali mu ona nije priznata jer ju je otkrio dva dana posle M. Klinkerfusa iz Getingena. Donati spada medju osnivače astrofizike i jedan je od prvih astronoma koji je upotrebljavao spektrograf. On je prvi snimio spektar jedne komete 5.augusta 1864., posmatrajući kometu *Tempel* (1864 II), i prvi je astronom koji je spektrografom posmatrao pomračenje Sunca (1870. i 1872.)

Fred Vipl (*F.L. Whipple*, 1906) jedan je od najvećih astrofizičara XX veka. Studirao je na Kalifornijskom univerzitetu i prvo radio na Lik opservatoriji. Od 1931.god. radi na Smitsonijanskoj opservatoriji Harvardskog univerziteta (Masačusets, SAD) a od 1956.god. je njen direktor. Bio je urednik "*Astronomical Journal*" 1954-1956. i 1964.godine. Bavi se izučavanjem komete, meteora, planetarnih maglina i evolucijom zvezda i Sunčevog sistema. Za deset godina (1932-1942) otkrio je šest komete: 13.jula 1932. (1932 V,*Peltier-Whipple*), 15.oktobra 1933.(1933 IV,*F/Whipple*), 4. februara 1937.(1937 IV), 28.jula 1940.(1940 IV,*Whipple-Paeaskevopoulos*), 28.decembra 1941 (1942 IV,*Whipple-Bernasconi-Kulik*) i 5. novembra 1942.(1943 I,*Whipple-Fedtke-Tevzadze*). Vipl je razvio teoriju o prirodi komete i predložio model jezgra komete kao smeše leda i čestica meteorskog porekla.

Tsutomu Seki je jedan od najvećih "lovaca na komete" u drugoj polovini XX veka. Po zanimanju je radnik u fabrici klavira, a u slobodno vreme bavi se astronomijom na svojoj maloj opservatoriji. Za traženje komete koristi dogled otvora 12 cm, dok identifikaciju komete obavlja teleskopom otvora 20 cm; čitajući o uspesima M.Honde 1950. godine, počinje i sam da traži komete. Medjutim, godine su prolazile a on nije otkrio nijednu kometu, ali Seki je bio uporan, nije odustao već je i dalje pažljivo pretraživao nebo. Posle



Slika 23 - POZNATI LOVCI NA KOMETE :

R. Bruks

Š. Mesije

V. Tempel

Č. Perajn

K. Heršel

Đ. Donati

F. Vipl

L. Pajdušakova

Švasman

11 godina i 2 meseca ili za oko 993 sata posmatranja 10. oktobra 1961. god. otkrio je svoju prvu kometu (1961 VIII). Posle samo 4 meseca, 4. februara 1962. pronašao je drugu kometu (1962 III, *Seki-Lines*). Treću kometu pronalazi 18. septembra 1965. (1965 VIII, *Ikeya-Seki*), četvrtu 4. februara 1967 (1967 V) i petu iste godine 28. decembra (1968 I, *Ikeya-Seki*). Šestu kometu pronašao je 19. oktobra 1970. (1970 X, *Suzuki-Sato-Seki*). Pored toga on je prvi posmatrao pet periodičnih kometa pri njihovim ponovnim prolazima kroz perihel.

Pet i manje od pet otkrivenih kometa ima veliki broj astronoma kako profesionalaca tako još više astronoma amatera. Prostor nam ne dozvoljava da navodimo sva ova imena, pa spomenimo samo najpoznatije iz XX veka:

Ljudmila Paždúšaková (1916-1979), čehoslovački astronom, radila je zajedno sa A. Mrkosom i A. Bečvarom na opservatoriji Skalnaté Pleso. Otkrila je komete: 1946 II, 1948 V, 1948 XII, 1951 II i 1954 II. Bavila se još proučavanjem Sunca, napisala je desetak knjiga, bila veliki popularizator astronomije i pokretač izgradnje prvih narodnih opservatorija u Slovačkoj.

Džordž Alkok (*George A. D. Alcock*), poznati engleski astronom amater, po zanimanju je učitelj. Ima malu opservatoriju u mestu Peterborough (oko 110 km severno od Londona), na kojoj se bavi traženjem kometa i Novih zvezda dvogledom 15 x 80. Pronašao je komete 1959 IV, 1959 VI, 1963 III 1965 IX i poznatu kometu "*IRAS-Araki-Alcock*" (1983 d). Takođe je pronašao i 4 Nove.

Kaoru Ikeja (*K. Ikeya*), japanski astronom amater, uz svog zemljaka Sekija, australijanca Bredfilda i engleza Alkoka najbolji je "lovac na komete" u drugoj polovini XX veka. Zanimljiva je priča kako je on počeo da se bavi traženjem kometa.

Njegov otac, koji je bio mali industrijalac, bankrotirao je 60-tih godina i tako naneo finansijsku štetu ne samo svojoj porodici već i poslovnim partnerima. Po japanskim običajima, ovim je pala velika sramota na celu porodicu Ikeja. Njegov sin, tada učenik gimnazije, zakleo se da će ime porodice ponovo "osvetlati" tako što će učiniti neko veliko delo. U početku nije znao šta bi mogao da uradi, a pošto ga je interesovala astronomija i dosta je čitao o uspesima M. Honde, mladi Ikeja je odlučio da i sam postane "lovac na komete". Nije imao novaca da kupi teleskop, pa je sopstvenim rukama izbrusio ogledalo od 20 cm i napravio teleskop. Njime je pažljivo svako ve-

če pretraživao nebo tražeći komete. Uloženi trud nije bio uzaludan: 2. januara 1963. god. pronašao je svoju prvu kometu (1963 I), a u narednim godinama, svake godine otkriva po jednu (1964 VIII, 1965 VIII, 1966 IV i 1968 I). Ikejinu životnu priču saznali su novinari i objavili u vodećim japanskim časopisima, tako da je Ikeja postao poznat u celom Japanu. On je danas cenjen i poštovan kao neki nacionalni junak i uzor stotinama mladih Japanaca koji se bave traženjem kometa.

Ljuboš Kohoutek čehoslovački je astronom koji se bavi proučavanjem planetoida na opservatoriji *Bergedorf* u Hamburgu (slika 6). Široj javnosti postao je poznat 1973. god. kada je za vreme jednog rutinskog snimanja planetoida otkrio kometu 1973 XII koja je u štampi dobila ime "kometa stoleća". Pored ove, Kohoutek je otkrio još četiri komete: 1970 III, 1973 VII, 1975 III (*P/Kohoutek*) i 1975 IV (*P/West-Kohoutek-Ikemura*).

Miklós Lovas (*M. Lovas*), mađarski astronom radi na Konkvoj opservatoriji u Budimpešti. On je pri snimanju neba Šmitovim teleskopom otvora 60 cm na opservatoriji Piskeštete (120 km severoistočno od Budimpešte, na planini Matri) otkrio četiri komete: 1975 VIII, 1976 IX, 1976 XII i 1980 V. Lovas je mlad astronom i u narednim godinama mogu se očekivati nova otkrića.

Pet kometa pronašli su još: *Tom Gerels*, američki astronom na Palomarskoj opservatoriji, *P. Vild*, švajcarski astronom iz Berna, *Bester* astronom iz Južne Afrike, itd. Sa otkrivene četiri komete, poznati su: *Ričard Vest* (*West*), danski astronom, *Robert Burnham*, američki astronom na Lovelovoj opservatoriji, *Segenisa Fudzikava* japanski astronom iz Kagove i drugi.

U naše vreme najbolji "lovci na komete" su astronomi amateri iz Japana, Australije, SAD, Engleske i Novog Zelanda. Japanci otkrivaju trećinu od svih pronadjenih kometa, a čak dve trećine od vizuelnih otkrića kometa.

Znači i danas, širom sveta, postoje hiljade ljudi zaljubljenih u nebo. Oni danju rade kao radnici, službenici, lekari, advokati ... a noću koristeći iskustva velikana astronomije, kao što su bili Pons, Mesije, Tempel, Barnard i drugi, oni strpljivo pretražuju nebo istražujući tajanstveni svemir i svojim otkrićima daju neprocenjiv doprinos daljem razvoju astronomije.

Tabela 4

NAJPOZNATIJI LOVCI NA KOMETE

Red. Broj	Prezime i ime	Period kada je živeo	Zemlja u kojoj je radio	Broj otkrivenih kometa
1.	PONS Žan Luj	1761 - 1831	Francuska	30(37)
2.	BRUKS V.Robert	1844 - 1921	SAD	22(24)
3.	BARNARD E.Edvard	1857 - 1923	SAD	22
4.	MESIJE Šarl	1730 - 1817	Francuska	13(19)
5.	GAMBAR Ž.F.A. TEMPEL Vilhelm PERAJN Č.D. VINNEKE	1800 - 1836 1821 - 1889 1867 - 1951 XX vek	Frañcuska Francuska i Itali- ja SAD i Argentina Francuska	13
6.	ĐAKOBINI Mišel HONDA Minor	XX vek XX vek	Francuska Japan	12
7.	MRKOS Antonin BREFILD Viljam	XX vek XX vek	Čehoslovačka Australija	11
8.	PELTIJE C.Lesli	XX vek	SAD	10
9.	MEŠEN P.F.A.	1744 - 1804	Francuska	9
10.	HERŠEL L.Karolina	1750 -1848	Engleska	8
11.	DE VIKO F. NEUJMIN G.N.	1805 - 1848 1806 - 1946	Italija Rusija (SSSR)	7
12.	DONATI Đ. B. VIPL L.Fred SEKI Tsutomu	1826 - 1873 1906 - XX vek	Italija SAD Japan	6

12. SPECIJALNA PRIZNANJA I NAGRADE ZA OTKRIVAČE KOMETA

Danski kralj Frederik (1808 - 1839) ustanovio je 1835.god nagradu za astronome koji teleskopom otkriju novu kometu. Ovo nagradjivanje otkrivača kometa nastavio je i njegov naslednik Kristijan VIII (1839 - 1848). Na Venskom univerzitetu svi otkrivači novih komete do 1880.god. nagradjeni su zlatnim medaljama.

Američki industrijalac Vener ustanovio je 1880.god. nagradu od 200 dolara (u ono doba velika suma) za svakoga ko otkrije novu kometu iz Sjedinjenih Američkih Država i Kanade. Videli smo da je u to vreme u Americi radio jedan od najuspešnijih lovaca na komete svih vremena E. Barnard (strana 33). On je za samo 12 godina (1881 -1892) otkrio 16 komete i tako osvojio nagradu od 3200 dolara. Zbog ovoga su neki u šali govorili: "*Barnard živi u kući čiji temelji počivaju na kometama*".

Jedno od najpoznatijih astronomskih društava u svetu svako je Tihookeansko astronomsko društvo (*Astronomical Society of the Pacific*), koje u svom sastavu ima astronome koji rade na zapadnoj obali SAD (Kaliforniji), gde se kao što je poznato, nalazi nekoliko velikih opservatorija (Maunt Palomar, Maunt Vilson, Lik itd). Društvo radi u okviru Kalifornijske akademije nauka čije je sedište u San Francisku (*California Academy of Sciences, Golden Gate Park, San Francisco, Ca. 94118*). Od 1890.god. Društvo dodeljuje svakom otkrivaču komete u svetu specijalnu bronzanu medalju (sl. 24) i novčanu nagradu. Medalja nosi naziv "Medalja Donohju", u čast bogatog mecene koji je zaveštao novac za njeno dodeljivanje. Na jednoj strani medalje reljefno je prikazana kometa, a na drugoj strani se nalazi ugravirano ime otkrivača komete i datum otkrivanja. God. 1950. izmenjena je procedura nagradjivanja i od tada se medalja dodeljivala samo jednom godišnje "lovcu na komete" koji je dao značajan doprinos razvoju astronomije komete. Kandidat se birao medju amaterima, dok profesionalci nisu dolazili u obzir. Od 1975.god. ovaj pooštren sistem nagradjivanja je ukinut, tako da od tada medalju dobija svaki otkrivač nove komete.

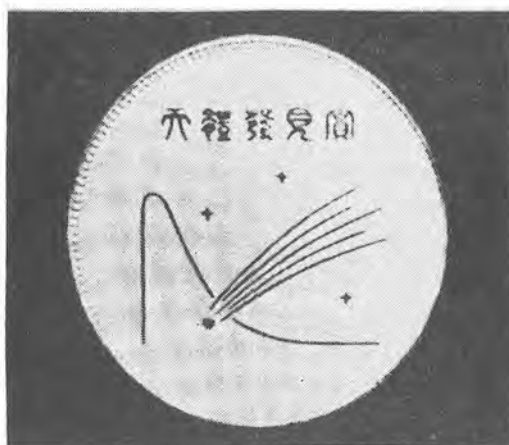
U Japanu je od 1948.god. ustanovljena specijalna medalja Japanskog astronomskog društva (*Astronomical Society of Japan*), koja se dodeljuje japanskim astronomima (amaterima i profesionalcima) kao priznanje za otkriće novih nebeskih tela (komete, Novih,

planetoida itd.) (sl. 25).

Sličnu medalju od 1974.god. dodeljuje u Sovjetskom Savezu Astro-
nometrički savet Akademije nauka SSSR. Ova medalja sa plaketom dodeljuje
se samo sovjetskim astronomima kao priznanje za otkriće novih nebes-
kih tela (kometa, Novih itd). Za otkriće novih kometa do 1982.god. ovo
priznanje je dobilo deset astronoma.



SLIKA 24 - Bronzana medalja koja se
od 1890. dodeljuje svakom
otkrivaču komete



Slika 25 - Specijalna medalja Astro-
nometričkog društva u Japanu

II DEO

SASTAV KOMETA

13. PRVI POKUŠAJI SAZNANJA O SASTAVU KOMETA

Uporedo sa proučavanjem položaja i kretanja kometa u kosmosu, naročito posle pronalaska durbina i teleskopa u XVII i XVIII veku, astronomi su pokušali da reše i teški problem o sastavu kometa, ali bez uspeha. Rešavanje ovog problema omogućila su tek nova otkrića u fizici i hemiji tokom XIX veka, naročito u oblasti teorije gasova, optike, atomske i nuklearne fizike.

Medjutim, mnogo ranije je zapažano da su komete ogromna nebeska tela sastavljena od čestica i gasova veoma velike razredjenosti, tako da se kroz njih bez smetnji vide zvezde od pete do dvanaeste veličine. Još u četvrtom veku pre naše ere Aristotel u svojim delima navodi posmatranja Demokrita i Seneke rečima: "Otkrivaju se zvezde kroz komete kao kroz oblak". Vekovna posmatranja golim okom ili teleskopom su pokazala da su se pri prolasku kometa ispred zvezda videle zvezde bez promene njihovog sjaja čak i kroz glavu komete.

Izvanrednu razredjenost materijala komete pokazuje i činjenica da svetlosni zraci zvezda prolaze kroz ovu materiju bez prelamanja. Naime, pri prolasku komete ispred grupe zvezda njihova uzajamna rastojanja treba da se menjaju usled prelamanja svetlosti, ali, to nije zapaženo.

Usled ekstremne razredjenosti materijala komete njena ukupna masa je veoma mala. Stoga njen prolazak pored planete ne izaziva perturbacije u kretanju planete niti njenih satelita. Na primer, kometa Lexell (*Lexell 1770 I*) prošla je blizu Jupitera maja 1767.g. na rastojanju od 600000 km, a 1.jula 1770.g. približila se Zemlji na rastojanje od 2440000 km. Jupiter, njegovi sateliti, Zemlja i njen satelit Mesec nisu imali nikakvih perturbacija na svojim putanjama. Na osnovu toga Laplas je izračunao da je masa komete manja od pethiljaditog dela mase Zemlje.

Velika razredjenost materijala kometa zahtevala je posebne, osetljive i precizne metode za odredjivanje njihovog sastava. Kao što je rečeno, ovakve metode omogućene su razvojem fizike i hemije u toku XIX i XX veka.

U cilju lakšeg i potpunijeg razumevanja izlaganja o sastavu kometa, preporučuje se čitaocu da prethodno pažljivo pročita tekst u prilogu V : NAJVAŽNIJE FIZIČKE I HEMIJSKE POJAVE KOJE SU ODIGRALE ZNAČAJNU ULOGU U PROUČAVANJU KOMETA (st. 339).

U daljem izlaganju u tekstu će se često pojavljivati imena kometa. Da bi se čitalac upoznao sa detaljnijim podacima o navedenim kometama, tekst će biti povezan sa tablicama na kraju knjige na taj način što će se iza imena komete staviti srednja zagrada u kojoj prvi broj (rimski) označava broj tablice, drugi broj (arapski) redni broj komete u tablici, a treći broj kombinovan iz arapske i rimske cifre predstavlja katalošku oznaku.

Na primer, napred pomenuta kometa Leksell nalazi se u tablici IIa pod rednim brojem 5 i ima katalošku oznaku 1770 I, što se piše: *Lexell* (IIa 5; 1770 I).

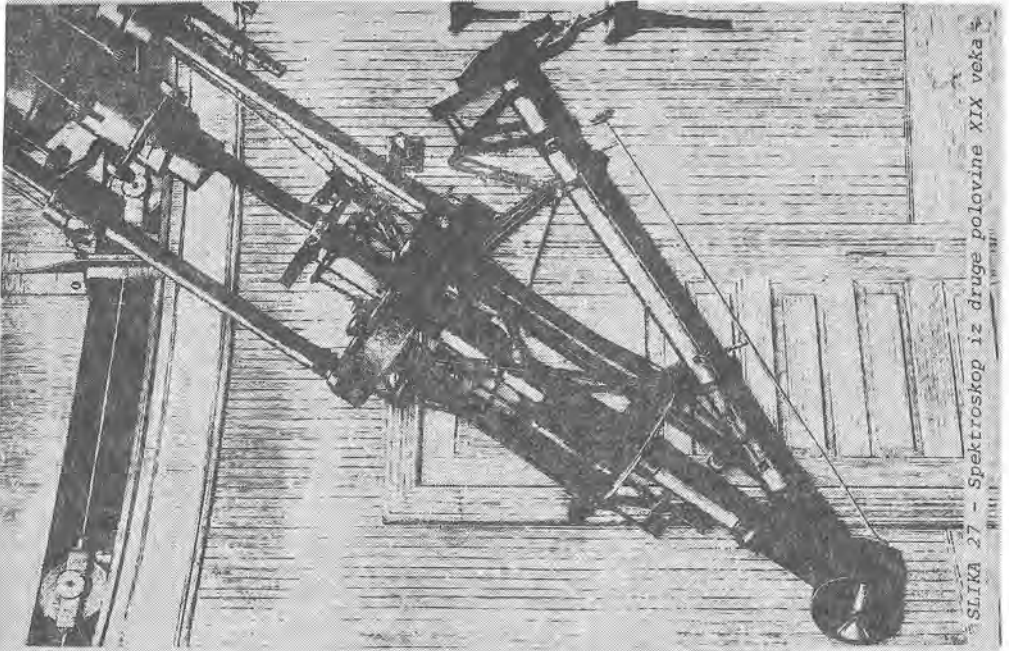
14. ETAPE U RAZVOJU SAZNAJJA O SASTAVU KOMETA

Razvoj saznanja o sastavu kometa može se podeliti u dve etape: optičku i atomsku. Obe etape razmotrićemo uporedo, jer se često i uzajamno dopunjuju.

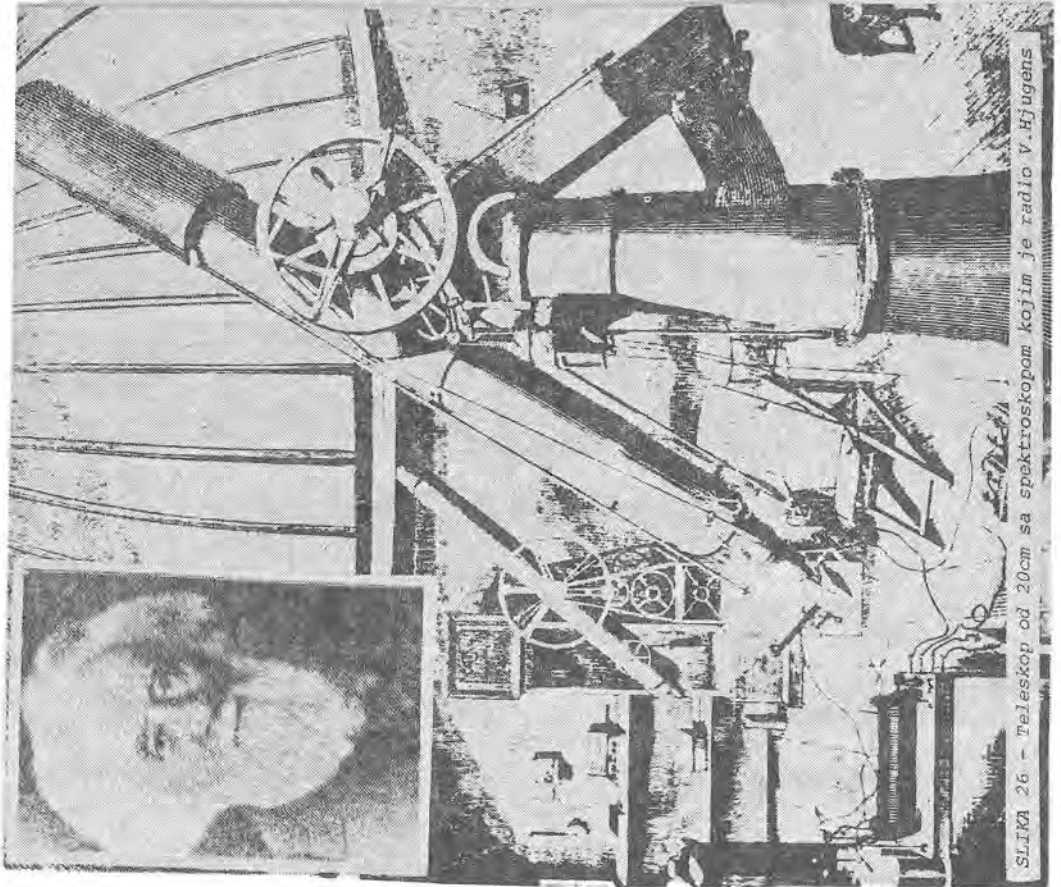
U izlaganju o prvim pokušajima saznanja o sastavu kometa videli smo da odsustvo refrakcije i difrakcije svetlosti kod kometa pokazuje da je materijal komete izvanredno razredjen. Ipak je kasnije utvrđena disperzija svetlosti na česticama kometa. Takođe je konstatovano da je svetlost mnogih kometa polarizovana. Na primer, kada je kometa *Pons - Winnecke* (IV 7; 1927 VII) 20. i 21. juna prolazila blizu Zemlje, polarizacija njene svetlosti bila je konstantna, iako se zbog njene relativne blizine njen fazni ugao brzo menjao. Danas je utvrđeno da ova polarizovana svetlost potiče od molekula ugljenika C_2 koji se uvek nalazi u kometama.

DISPERZIJA SVETLOSTI, SPEKTAR I SPEKTRALNA ANALIZA

Kada je Njutn 1672. otkrio disperziju svetlosti i spektaf, Bunzen i Kirhof su tek nakon oko 200 godina, 1859, zasnovali spektralnu analizu i tako omogućili ispitivanje sastava kometa i ostalih nebeskih tela. Upoređivanjem sjajnih traka koje se nalaze u spektrima kometa sa spsktralnim trakama usijanih različitih tela na Zemlji utvrđuje se koji materijal u kometi emituje karakteri-



SLIKA 27 - Spektroskop iz druge polovine XIX veka



SLIKA 26 - Teleskop od 20cm sa spektroskopom kojim je radio v. Hjugens

stičnu svetlost. Razumljivo je da se ovde nailazi na teškoće, najpre zbog veoma slabog sjaja većine kometa. Sem toga, kada su komete najsjajnije, one se gotovo uvek nalaze blizu Sunca, što otežava njihovo posmatranje. Čim se komete malo udalje od Sunca, one pre nego što isčeznu pod horizontom provedu kratko vreme u suto- nu, kada je njihova svetlost oslabljena usled atmosfere apsorpcije. Usavršavanjem optičkih instrumenata za spektralnu analizu omogućeno je istraživanje sastava kometa i u otežanim uslovi- ma.

Razvoj optičkog istraživanja o sastavu kometa spektroskopi- jom može se podeliti u tri perioda : vizuelna spektroskopi- ja kompletnim spektroskopom, fotografska spektroskopija kompletnim spektrografom i fotografska spektroskopija usavršenim spektrog- rafom bez kolimatora.

VIZUELNA SPEKTROKOPIJA KOMPLETNIM SPEKTROSKOPOM
obuhvata period od 1864. do 1881, u kome su spektri kometa posma- trani golim okom, tj. vizuelno. Donati (*Giovani B. Donatti*, 1826- 1873) je 5. augusta 1864. prvi vizuelno posmatrao spektar komete *Tempel 2* (Ia 10; 1873 II). Umesto kontinualnog Sunčevog spektra on je zapazio tri sjajne trake koje su odgovarale spektrima uža- renih metala. Ovaj neočekivani događaj proverio je 9. januara 1866. V. Hjugens (*William Huggins*, 1824-1910), posmatrajući kometu *Tempel 1* (Ia 9; 1867 II), pri čemu je zapazio da se ovom diskonti- nualnom spektru, emitovanom od gasa i užarene pare, gotovo uvek do- daje jedan slab kontinualni spektar. Tri svetlosne trake posmatra- ne su i u spektru plamena ugljenika i svetlosnoj varnicj u gasu ugljenika. Savremena teorija spektralnih traka je doista potvrdi- la da one potiču od neutralnih molekula C_2 , sastavljenih od dva atoma ugljenika. Postojanje ugljenika u izvanredno razredjenoj su- pstanci kometa bilo je toliko neočekivano da je izazvalo pravu sen- zaciju. Pošto je astronomska spektroskopija bila još u povoju, ova značajna otkrića su u početku bila od nekih osporavana, ali su u daljim istraživanjima prihvaćena.

Na slici 26 prikazan je teleskopo od 20cm sa spektroskopom kojim je radio V. Hjugens na svojoj privatnoj opservatoriji u Tals-Hilu kod Londona.

Na slici 27 prikazan je spektroskop iz druge polovine XIX veka.

FOTOGRAFSKA SPEKTROSKOPIJA KOMPLETNIM SPEKTROGRAFOM

obuhvata period od 1881. do 1902. godine. Prva posmatranja fotografskih spektara kometa izvršio je Hjugens 24. juna 1881. u Engleskoj i time otpočeo drugi period u istraživanju sastava kometa. On je za svoja posmatranja iskoristio fotografsku ploču koja je u to vreme proizvedena premazivanjem staklene ploče želatinom srebra bromida. Ekspozicijom od jednog časa dobio je spektrogram velike komete (III 18; 1881 III), na kome je otkrio nove svetle linije u oblasti ljubičaste i ultraljubičaste svetlosti spektra, koje su do tada bile neistražene. Ove linije pripadaju drugoj vrsti ugljenika, poznatom po imenu cijan, što je potvrđeno obrazovanjem istih linija u svetlosnom luku između usijanih ugljenih štapića. Danas je poznato da se ove svetle linije mogu dobiti za neutralne molekule ugljo-azota CN, sastavljene od jednog atoma ugljenika C i jednog atoma azota N. Sem toga, slab neprekidni spektar, koji je posmatran i vizuelno delovao na fotografsku ploču i proizveo apsorpcione Fraunhoferove linije koje su dolazile od reflektovane sunčeve svetlosti. Tako je u izvanredno retkom materijalu kometa pored ugljenika spektroskopski otkriven i azot, što znači da se na sitnim i retkim molekulima vršila disperzije svetlosti.

Odmah od početka ove druge periode pružila se retka prilika daljeg istraživanja o sastavu kometa pojavom pet sjajnih kometa: 1881 III, 1881 IV, 1882 I, 1882 II i 1884 I. Svetlost ovih kometa je sistematski istražena i analizirana spektroskopijom. Prve četiri su prošle veoma blizu Sunca i u njihovom spektru pojavile su se dve žute linije. Upoređivanjem i analiziranjem ovog spektra sa spektrima zemaljskih izvora utvrđeno je da ove linije pripadaju spektru natrijuma.

U toku ovih istraživanja otkrivena je još jedna značajna uloga spektroskopije u ispitivanju kometa i ostalih nebeskih tela. Pomeranje spektralnih linija komete u odnosu na odgovarajući spektar zemaljskih izvora omogućilo je određivanje radialne brzine komete, što se odlično slagalo sa brzinama izračunatim prema elementima putanje komete. Sem toga, ova analiza je pokazala da para natrijuma zaista pripada kometi a ne gasu koji je opkoljava i koji ona preseca i osvetljava.

Interesantno je napomenuti da je u spektru komete 1882 II u momentu kada je prolazila blizu Sunca zapaženo nekoliko spektralnih linija koje odgovaraju gvoždju, što potvrđuje toplotu visoke tempe-

rature koju je jezgro komete primilo od Sunca.

FOTOGRAFSKA SPEKTROSKOPIJA USAVRŠENIM SPEKTROGRAFOM BEZ KOLIMATORA pripada trećem periodu koji počinje 1902. godine, kada je Plivinel došao na ideju da kompletira dva metoda predhodnih posmatranja upotrebom sistema prizme i fotografskog objektiva kratke žižne daljine, specijalno prilagodjenog za izučavanje komete. Ovako usavršen spektrograf prizma - objektiv dobijen je u stvari odstranjivanjem kolimatora koji je spektralnim linijama svog uskog proreza komplikovao dobijeni spektar posmatrane komete. Usavršeni spektrograf davao je mnogo bolje spektrograme komete i tako omogućio dalji progres u izučavanju njihovog sastava. Sem toga, on je omogućio da se odvojeno ispituju spektri raznih delova komete i tako lokalizuju molekuli u raznim oblastima komete, što je do tada bilo nepoznato.

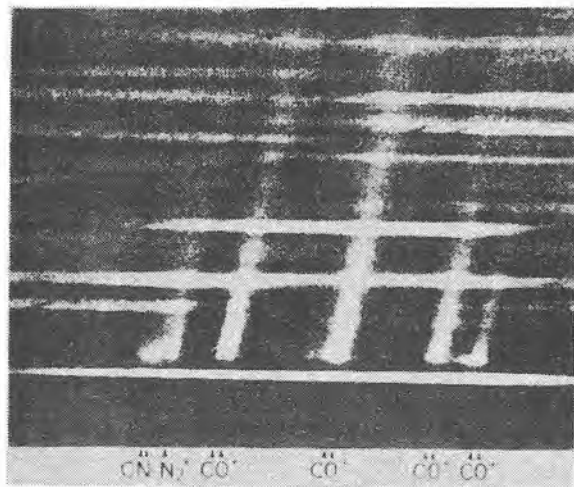
Prvi spektar je dobijen 24. oktobra 1902. za kometu *Perrine-Borrelly* (VIII 6; 1902 III), ali je brz progres počeo 1907. zahvaljujući pojavi komete. Naročito veliki interes izazvao je dolazak čuvene komete *Morehouse* (IIa 14; 1908 III) - sl. 37. Sa Flammarionove opservatorije u Živiziju kod Pariza, koristeći novi tip spektrografa sa prizmom ispred objektiva, dobijeno je više vrlo kvalitetnih snimaka spektra ove komete (sl. 28).

Uporedna analiza klišea dobijenih za vreme od šest godina pokazala je da intenziteti spektralnih linija variraju za različite komete. Njihov intenzitet se pojačava naročito kada se kometa približava svom perihelu, što se pokazalo, na primer, za spektar cijana CN.

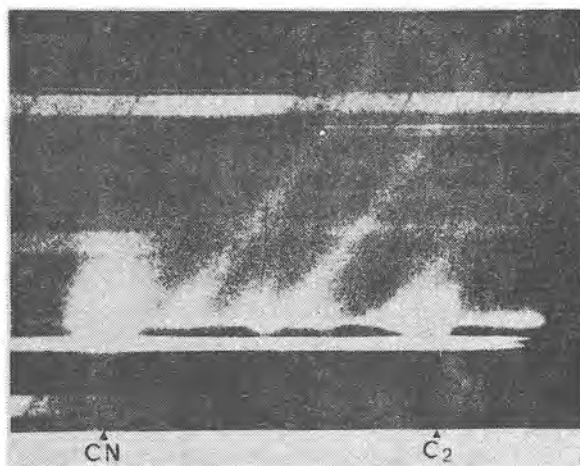
Analiza ovakvog metoda posmatranja je pokazala da razni delovi jedne komete nemaju isto zračenje. Glava komete sadrži molekule ugljenika C_2 ili cijana CN, dok ovih molekula nema u repu komete. Rep komete sadrži jonizovane molekule ugljenmonoksida CO^+ , azota N_2^+ i kasnije otkrivenog ugljendioksida CO_2^+ . U komi je pored ovih molekula otkriven i molekul ugljenvodonika CH.

Kao što se vidi, usavršeni spektrograf prizma-objektiv omogućio je odvojena spektroskopska istraživanja glave, kome i repa komete.

Rezultati ovih istraživanja već u početku su pokazali da je gas komete uopšte sastavljen od atoma ugljenika, vodonika, kiseonika i azota. Kada je kometa prolazila veoma blizu Sunca, tako da je njeno jezgro dobilo visoku temperaturu, u spektru komete otkri-



SLIKA 28 - Spektar komete Morehouse |IIa 15; 1908 III|



SLIKA 29 - Spektar komete Brooks |IIa 17; 1911V|

vene su linije koje odgovaraju metalima, i to najviše gvoždju, a zatim hromu, niklu i dr.

Za bolje shvatanje rezultata spektroskopskih istraživanja o sastavu kometa, na slikama 28-31 prikazani su neki karakteristični spektri kometa :

Sl.28- Kometa *Morehouse* (IIa 15;1908 III). Spektar je dobijen spektrografom prizma-objektiv, 18 oktobra 1908, od 18 h 48m do 23h 21m. Spektar repa koji pokazuje dvostruke trake jonizovanih molekula ugljenmonoksida CO^+ i jednu jednostruku traku jonizovanog azota, lepo je razvijen. Levo se vide spektralne linije neutralnih molekula cijana CN koji potiču iz glave komete i ne nalaze se u njenom repu. Spektar emitovan iz glave komete je slab. Spektrogram ove komete dobili su Plivinel i Balde na Flamarijonovoj opservatoriji u Živiziju.

Sl.29- Kometa *Brooks* (IIa 17;1911 V). Spektar je dobijen spektrografom prizma-objektiv 27 septembra 1911, od 19h 43m do 21h 54m. Kometa se nalazila 0,85 a.j., odnosno $127,5 \cdot 10^6 km^*$, udaljena od Sunca. Spektar glave (C_2, CN itd.) dostigao je svoj pun razvoj, dok se spektar repa (CO^+) tek pojavio.

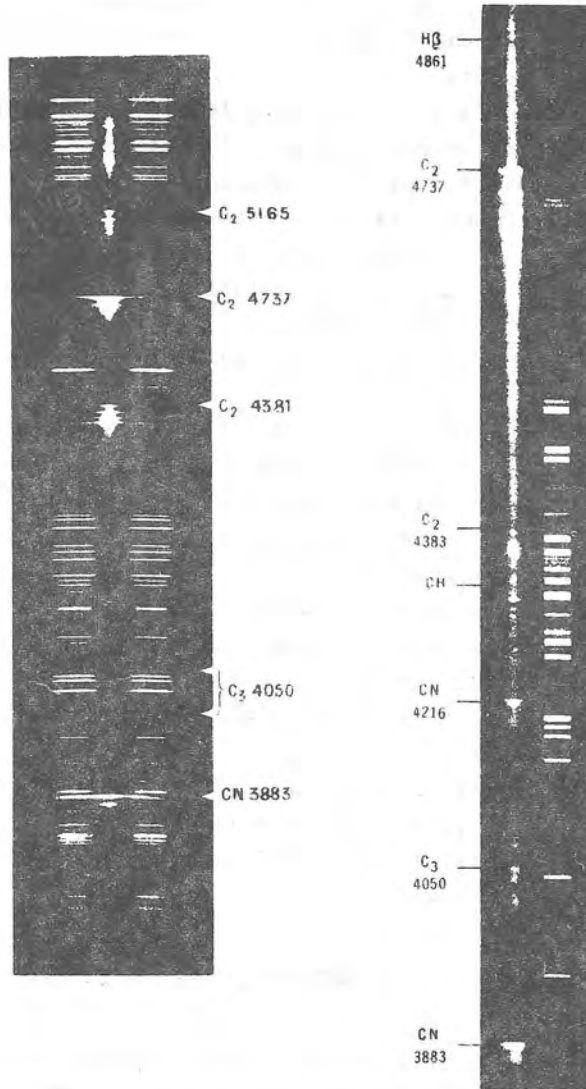
Sl.30- Kometa *Honda-Bernasconi* (IIa 21;1948 IV). Spektar je snimljen 6.juna 1948.god. na opservatoriji u Gornjoj Pravansi sa spektrografom koji je imao i kolimator. Sa slike se jasno zapažaju trake molekula C_2C_3 i CN. Sa strane, radi poredjenja, dat je spektar luka gvoždja i neona.

Sl.31- Kometa *West* (IIa 28;1976 V), Spektar je snimljen 12. marta 1976.god. na opservatoriji *Wellesley* koledža u SAD teleskopom od 61 cm. Zapaža se velika sličnost spektra ove komete i komete *Honda-Bernasconi* (sl.30).

15. FIZIČKO OBJAŠNENJE SPEKTRA KOMETA

Poznato je da je plava boja neba posledica disperzije svetlosti na molekulima i atomima gornjih slojeva Zemljine atmosfere. Postojanje *d i s p e r z i j e* svetlosti na molekulima i atomima veoma razradjenih materijala omogućilo je primenu spektroskopije za utvrđivanje sastava kometa.

Spektralna analiza kometa je pokazala da često otkriveni molekuli nisu stabilni već disocirani usled *f o t o d i s o c i j a c i j e*. To znači da molekuli nisu spektroskopski posmatrani



SLIKA 30 - Spektar komete
Honda-Bernasconi

SLIKA 31 - Spektar komete West

direktno, odnosno direktno tako kako oni ulaze u sastav komete, već u njihovom disociranom stanju. Odatle se može zaključiti da u jezgru komete ima vode H_2O , cijana C_2N_2 , azota N_2 , metana CH_4 , ugljenmonoksida CO , ugljendioksida CO_2 , amonijaka NH_3 i dr. Neke od ovih komponenata nalaze se u meteoritima, o čijoj vezi sa kometama biće reči u daljem izlaganju.

Postojanje disociranih i hemijski nestabilnih molekula u sastavu komete posledica je veoma velike razredjenosti materijala komete. Usled izvanredne razredjenosti, dužine slobodnih puteva disociranih molekula iznose hiljade kilometara, tako da ne postoji mogućnost njihove rekombinacije sudarom sa drugim molekulima.

J o n i z a c i j a izvesnih molekula u sastavu komete kao što su, na primer, molekuli CO i N_2 objašnjava se delovanjem ultraljubičastih zraka, fotojonizacijom i bombardovanjem elektrona koji poput elektronskog vetra izbijaju iz Sunca.

P o b u d j i v a n j e molekula i atoma apsorpcijom sunčeve energije dovodi do njihovog zračenja i pojave *f l u o r e s c e n c i j e*. Uzevši u obzir sve što je izloženo, može se zaključiti da je svetlost emitovana iz komete pojava čiste fluorescencije, kao što su to pokazali Surings i Mek Keler.

16. SJAJ KOMETA

U merenju sjaja komete pojavljuju se velike teškoće, jer on zavisi od dimenzija komete, njihovog odstojanja od Zemlje i Sunca, kao i varijacija sopstvenog sjaja komete. Teškoće nastaju i zato što se ove veličine menjaju u toku njihovog dugotrajnog kretanja na ogromnim putanjama.

Kada je komete daleko od Sunca, tada predstavlja jezgro zvezdastog izgleda opkoljeno slobom maglicom kružnog oblika. Približavanjem njen sjaj se povećava i postiže maksimum posle prolaza kroz perihel. Istovremeno se pojavljuje, razvija i usmerava suprotno od Sunca rep komete. Nakon prolaza kroz perihel sve se odvija obrnutim redom: sjaj komete opada, rep se smanjuje, komete ponovo dobija izgled zvezde sa maglicom i zatim odlazi izvan domaće posmatranja, često se zapaža i smanjivanje prečnika glave komete kada se ona približi Suncu.

Treba imati u vidu da se gotovo sva merenja sjaja komete odnose na njenu glavu, jer se sjaj repa komete, izuzev najvećih, može zanemariti i teško se može meriti. Razumljivo je da merenje sjaja

komete zavisi i od instrumenata, jer u malim instrumentima jezgro komete se smanjuje pa i isčezava.

Vizuelna merenja sjaja komete vrše se uporedjivanjem njenog sjaja sa sjajem zvezda. Razumljivo je da ovakva merenja dovede do grešaka, pošto je teško uporediti sjaj relativno bliske komete velikih dimenzija sa sjajem veoma udaljenih tačkastih zvezda.

Fotometrijska merenja sjaja komete zasnivaju se na upotrebi foto-električnih ćelija. Dobijeni su različiti rezultati, jer osjetljivost fotometrijskih prijemnika, oka i fotografske ploče nije ista za sve boje. Postojanje raznih faktora koji utiču na odredjivanje sjaja komete ukazalo je na činjenicu da je teško teorijski naći jednačinu sa odredjenim konstantama koja bi poslužila za odredjivanja sjaja kometa.

Pod izvesnim uslovima postavljena je *empirijska formula* koja se dobro slaže sa posmatranjima sjaja kometa. Ako kometa ne menja svoju veličinu i ako njena svetlost potiče samo od disperzije, onda je intenzitet J sjaja kometa dat formulom

$$J = \frac{J_0}{\Delta^2 r^n}$$

gde je Δ rastojanje komete od Zemlje, a r njeno rastojanje od Sunca. J_0 predstavlja intenzitet sjaja komete kada bi se kometa nalazila na rastojanju 1 a.j. od Sunca i od Zemlje, pošto prema formuli za $\Delta=r=1$ sledi $J = J_0$. Kao što se vidi iz empirijske formule intenziteta, varijacija sjaja kometa obrnuto je srazmerna kvadratu odstojanja komete od Zemlje i n - tom stepenu odstojanja od Sunca, pri čemu n ima uvek veću vrednost od 2, najčešća oko 4, a može i do 10. Neki put ima i negativnu vrednost, što zavisi od sastava komete.

Odredjivanje varijacija sjaja kometa od velikog je značaja za dobijanje obaveštenja o aktivnosti jezgra. Stoga je bilo više pokušaja da se i teorijski odredi jednačina o varijacijama sjaja kometa, koje mogu da budu i periodične. Medjutim, nijedna od dobijenih jednačina nije dala bolje rezultate od navedene empirijske formule.

Sem toga, postavljane su razne hipoteze i data su različita objašnjenja o varijacijama sjaja kometa. Ruski astronom Levin je povezao varijacije sjaja kometa sa konstantnim isparavanjem gasa jezgra. Američki astronom Bobrovnikov je na osnovu vizuelnog pos-

matranja konstatovao da izvesne komete imaju velike varijacije sjaja, čak i kada se njihovo odstojanje od Sunca ne menja. Nemački astronom Rihter je varijacije sjaja kometa povezao sa aktivnošću Sunca, ali je sjaj nekih kometa baš tada bio slabiji.

Periodične komete, naročito kratkoperiodične, dale su povod da se varijacije sjaja kometa povežu sa njihovim starenjem. Medjutim, 52 posmatranja komete *Encke* (Ia 3) u periodu od 1786. do 1982. i 30 posmatranja komete *Halley* (Ia 1) u periodu od 239g. pre n.e. do 1982., nisu pokazala veće promene u varijacijama sjaja ovih kometa. Povratak Halejeve komete 1986. pružiće priliku da se između ostalog sredstvima savremene tehnike izvan zemljine atmosfere dobiju i podaci u vezi sa sjajem ove komete.

Za praktično posmatranje komete na nebu važno je znati njenu **P R I V I D N U V E L I Č I N U**, koja se izračunava po jednačini

$$m = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \cdot \log r$$

gde je : m_0 - prividna veličina komete za $\Delta = r$
 Δ, r i n - imaju isto značenje kao kod izraza za J .

Savremenim teleskopima otkrivaju se komete vrlo malog sjaja čija je prividna veličina 20-23^m. Najveći sjaj komete imaju u trenutku prolaska kroz perihel. Kod sjajnih kometa je tada prividna veličina od 0 do +3 a izuzetno 0 do -2^m.

Smatra se da je do sada najveći sjaj imala Halejeva kometa kada je 837. god prošla pored Zemlje na rastojanju od 60 miliona km. Njena prividna veličina je tada bila - 3,5^m.

Na slici 32 dat je grafički prikaz prividne veličine(m) svih dugoperiodičnih kometa u trenutku otkrića, posmatranih u periodu od 1700. do 1980. godine.

Horizontalna isprekidana linija deli grafik na dva dela:

- u gornjem delu ($m < 11$) nalaze se komete koje su otkrivene vizuelno

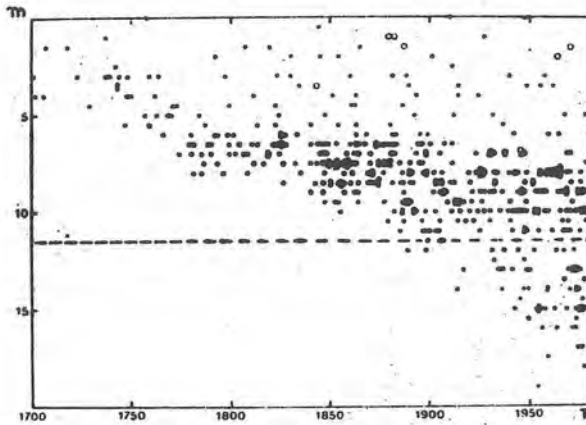
- u donjem delu ($m > 12$) nalaze se komete otkrivene fotografski. Kružić označava komete koje prilaze vrlo blizu Suncu.

Na slici 33 dat je grafički prikaz prividne veličine (m) kratkoperiodičnih kometa, sa periodom ispod 200 godina, u trenutku otkrića.

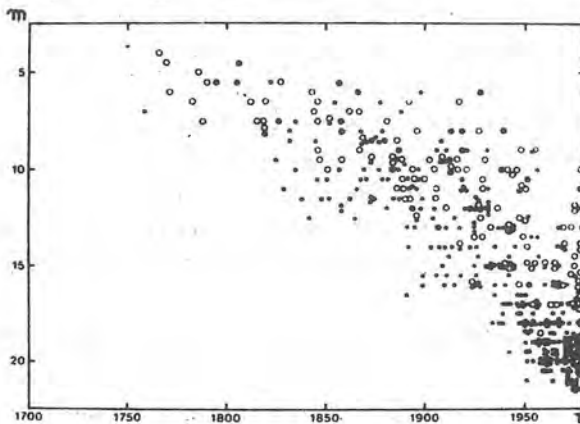
- Kružić - otkriće novih kometa

- Velika tačka - otkriće novih, ali izgubljenih kometa

- Mala tačka - prvo posmatranje kometa pri povratku (na osnovu predviđanja)



SLIKA 32 - Grafički prikaz prividne veličine (m) svih dugoperiodičnih kometa u trenutku otkrića, posmatranih u periodu 1700-1980.



SLIKA 33 - Grafički prikaz prividne veličine (m) kratkoperiodičnih kometa, sa periodom ispod 200 godina, u trenutku otkrića

Sa grafika se zapaža da se većina kratkoperiodičnih kometa posmatra već u trenutku kada se nalaze u dometu današnjih najvećih teleskopa ($m > 15$).

17, FORMIRANJE REPA KOMETE

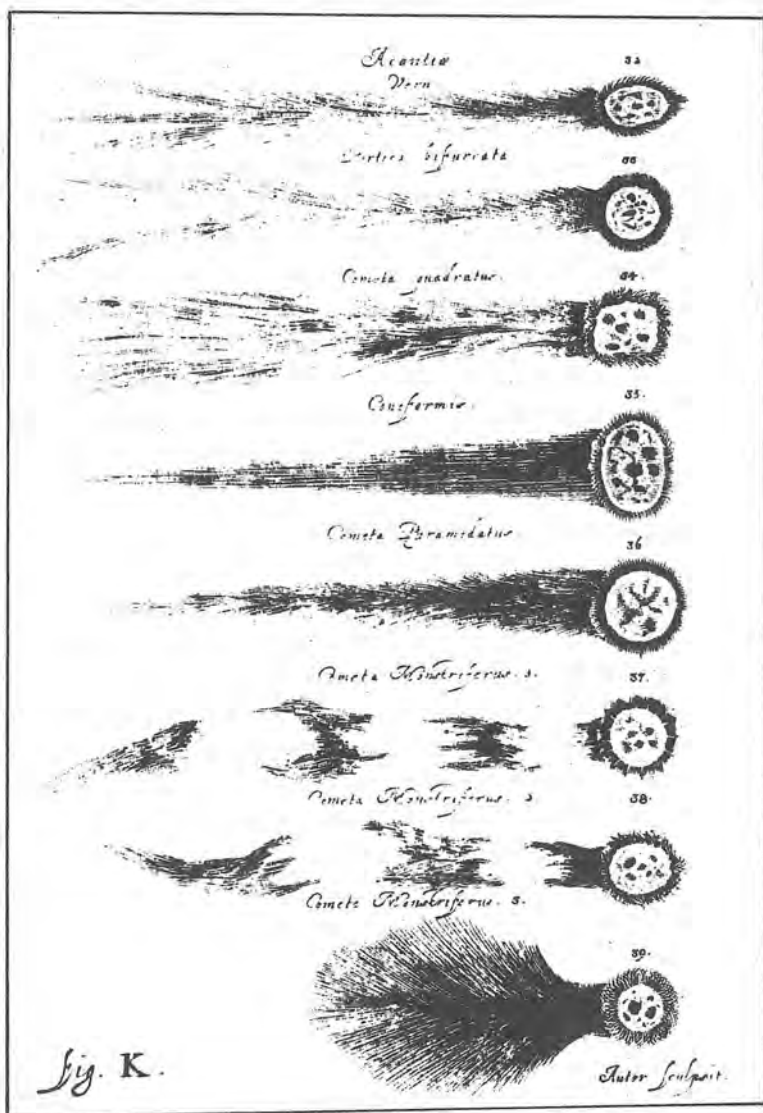
Gasoviti nastavci često ogromnih dimenzija, koje kometa vuče za sobom kao rep, uvek su izazivali radoznalost ljudi. Održavanje repa komete u prostoru i pored rasipanja njegovog materijala uporedjivano je sa održavanjem parnog traga pri kretanju lokomotive. Formiranje repa, njegovo održavanje pri kretanju komete u prostoru, razni oblici repova, često čudni, a neki put i višestruki, izazivali su čudjenje ljudi i privlačili pažnju naučnika. Polazak repa iz glave komete i njegovo prostiranje suprotno od Sunca dovedeno je u vezu sa zračenjem glave komete i tako su nikle razne interpretacije, hipoteze i teorije o ovoj pojavi.

Najpoznatije su dve teorije: *optička i mehanička*.

Prema *optičkoj teoriji* glava komete prelama svetlosne zrake Sunca kao optičko sočivo i osvetljava prostor iza sebe slično kao što farovi na zemlji osvetljavaju atmosferu. To znači da rep komete realno ne postoji, već je rezultat svetlosnih efekata Sunca u interplanetarnoj sredini. Medjutim, ova teorija nije bila u saglasnosti sa činjenicama naučnih otkrića u XIX veku, a naročito sa novim saznanjima o interplanetarnoj sredini. Najzad je spektralna analiza pokazala da su repovi kometa materijalni, jer su sastavljeni iz realnih gasova.

Mehaničku teoriju u suprotnosti sa optičkom zasnovao je Njutn krajem XVII i u početku XVIII veka. On je u svom čuvenom delu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Matički principi prirodne filozofije) ispitao odgovarajuće posledice optičke i mehaničke teorije. Pokazao je ogromne teškoće sa kojima se sukobljava optička teorija da objasni krivinu repova, dok mehanička teorija, koja pretpostavlja oticanje materijala koji dolazi iz glave komete pod uticajem jedne odbojne sile, dovodi do rezultata koji mnogo više zadovoljavaju.

Njutnovu mehaničku teoriju prihvatili su mnogobrojni astronomi i fizičari i razvijali je u toku XIX veka. Astronom Beseľ primenio je mehaničku teoriju za detaljna istraživanja repa *Hale-*



SLIKA 34 - Prvi pokušaj klasifikacije kometa Johana Hevelijusa

jeve komete 1835.godine. Pretpostavljajući da čestice repa izlaze iz glave komete izvesnom početnom brzinom usmerenom prema Suncu, dao je analitički izraz Njutnovoj koncepciji. Kada se čestice udalje od jezgra, nisu više pod njegovim uticajem već samo pod uticajem privlačne i odbojne sile Sunca čiji intenziteti opadaju obrnuto kvadratu rastojanja. Čim odbojna sila postane veća od privlačne, rezultujuća sila je usmerena od Sunca i čestice polazeći iz glave komete usmeravaju se od Sunca, obrazujući rep komete. Ovu koncepciju podržavali su mnogi astronomi XIX veka.

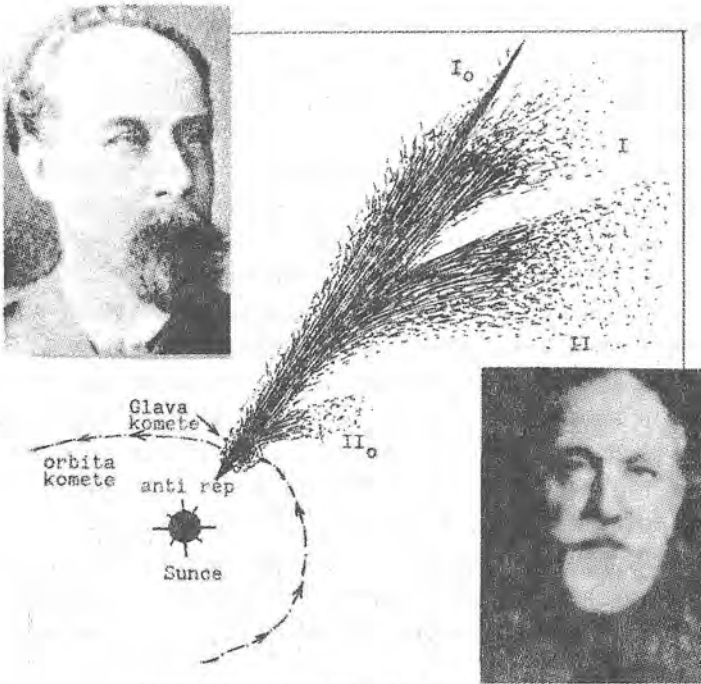
Ruski astronom Bredihin (Ф.А. Бредихин, 1831-1904), koji je veći deo svog radnog veka posvetio izučavanju repova kometa, prihvatio je razvio i usavršio Beselovu metodu, izučavanjem više od 50 kometa on je pokazao da se repovi kometa po svom obliku mogu podeliti na pravolinijske (tip I), malo zakrivljene (tip II) i jako zakrivljene (tip III). Ustanovio je odnos odbojne i privlačne sile kao i odgovarajuću početnu brzinu čestica za svaki od navedenih tipova kometa. Konstatovao je da odbojna sila Sunca ne varira samo od jedne do druge komete, već takodje i za jednu istu kometu. Klasifikacijom repova kometa kasnije su se bavili S.V.Orlov, K.Vurva i drugi. Na slici 34 prikazan je prvi pokušaj klasifikacije kometa Johana Hevelijusa u knjizi "Cometographia", izdatoj u Londonu 1668.godine. Na slici 35 prikazana je klasifikacija repova kometa po Bredihinu (slika gore) i S.V. Orlovu (slika dole).

Na slici 36 prikazan je izgled komete Donati u oktobru 1858. godine. Zapaža se da kometa ima repove tipa I, I₀ i II.

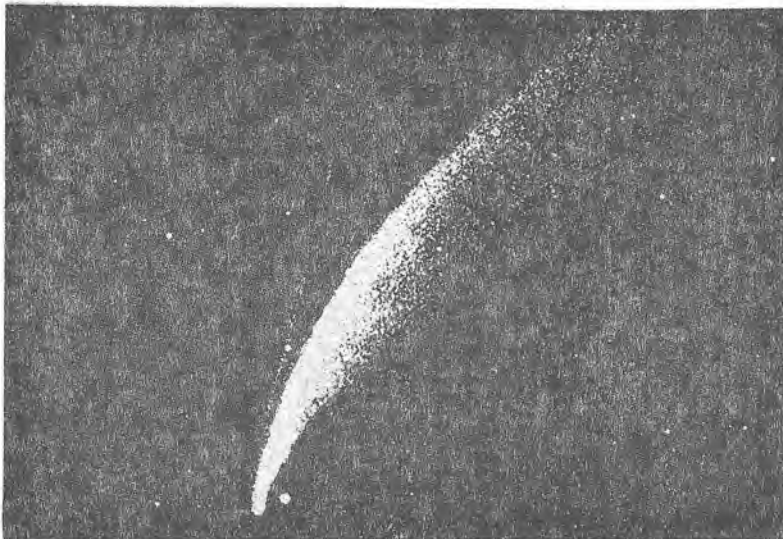
Američki astronom Bobrovníkov u svojim značajnim memoarima o Halejevoj kometi takodje je odredjivao odnose odbojnih i privlačnih sila za ovu i druge komete.

Proučavanja fotografskih snimaka kometa novijih datuma i dokumenata o vizuelnom posmatranju većih kometa od najstarijih vremena, pokazala su da za objašnjenje svih fenomena o postanku i razvoju repa komete nije dovoljno mehanička teorija, već da treba uzeti u obzir i druge sile.

Bobrovníkov je u svojim memoarima brižljivo i sistematski beležio sva svoja zapažanja o nedostacima i potrebnim dopunama u mehaničkoj teoriji. Primedbe se odnose uglavnom na neslaganje izračunatih i posmatranih čestica u repu komete, njihovo kretanje po raznim orbitama i pravac njihove brzine, često ogroman i promenljiv broj odnosa odbojnih i privlačnih sila, periodičnost, promenljivost



SLIKA 35 - Klasifikacija repova komete
po Bredihinu i S.V.Orlovu



SLIKA 36 - Izgled komete Donati u oktobru 1858.

oblika i neki put talasast oblik repa komete, uzajamne sudare čestica repa, postanak dvostrukih i višestrukih repova i dr.

18 REŠENJE ZAGONETKE O ODBOJNOJ SILI SUNCA I POSTANKU REPA KOMETE

Pri rešavanju problema postanka repova kometa astronomi i fizičari XIX veka uzimali su u obzir odnos između odbojne i privlače sile Sunca. Privlačna sila Sunca bila je poznata na osnovu Njutnovog zakona opšte gravitacije o uzajamnom privlačenju mase u vasioni, dok je odbojna sila Sunca bila zagonetka. Bili su mnogobrojni pokušaji da se reši ova zagonetka, ali je rešenje postignuto tek na prekretnici XIX i XX veka.

Ruski fizičar Lebedev (Лебедев) je 1900. godine teorijski i eksperimentalno dokazao da svetlosni zraci vrše pritisak na okolna tela. Pritisak je utoliko veći ukoliko je veći intenzitet svetlosti i veća površina normalna na snop svetlosnih zrakova presečen osvetljenim telom. Pritisak svetlosti je izvanredno mali i u većini slučajeva može se zanemariti. Na kvadratni metar površine koja savršeno odbija svetlost postavljenu na granici naše atmosfere normalno na pravac svetlosnih zrakova, svetlost vrši pritisak kao masa od 1 miligrama postavljena na tu površinu.

U slučaju površine koja savršeno apsorbira svetlost, pritisak svetlosti pod istim ostalim uslovima svodi se na polovinu.

Prema izloženom može se zaključiti da su sva tela Sunčevog sistema izložena delovanju dve suprotne sile koje potiču od Sunca, i to univerzalnom privlačenju i odbojnoj sili sunčeve svetlosti. Intenzitet svake od ovih sila obrnuto je srazmeran kvadratu odstojanja od Sunca.

Za tela većih dimenzija odbojna sila sunčeve svetlosti je mala, tako da se može zanemariti u odnosu na privlačnu silu. Međutim, kada se dimenzije tela smanjuju i postanu dovoljno male, onda, kao što smo ranije videli, odbojna sila pritiska sunčevih zraka postaje veća od privlačne sile Sunca. Pošto je površina tela srazmerna kvadratu njegovih dimenzija a zapremina kubu, onda je razumljivo da će se pri smanjivanju nekog tela do sitnih čestica više smanjivati zapremina čestice, odnosno masa odredjenog materijala, nego površina.

Kako je odbojna sila srazmerna površini a privlačna masi

čestice, odbojna sila biće veća od privlačne. Ovaj fenomen se javlja pri izlazu gasa iz glave komete sastavljenog od čestica veoma malih dimenzija. Pritisak svetlosti na čestice nadmašuje privlačnu silu Sunca, usmerava čestice od Sunca i tako se obrazuje rep komete. Kada se kometa približava Suncu, pritisak svetlosti na čestice repa raste zbog povećanja intenziteta svetlosti, kao i zbog smanjivanja čestica oslobodjenih kondenzacije. Na taj način čestice repa komete se prostiru sve dalje, suprotno od Sunca, a rep dobija sve veće dimenzije, tako da zauzima ogroman prostor.

Metematički je utvrđeno da će se odbojna i privlačna sila pri delovanju tela, čija je gustina jednaka gustini vode, izjednačiti kada prečnik iznosi jedan hiljaditi deo milimetra, odnosno jedan mikron (1μ). Za čestice dimenzija manjih 1μ pritisak svetlosti će nadmašiti privlačnu silu gravitacije i čestice će biti odbijene od Sunca. Dokazano je da maksimalna odbojna sila za čestice gustine 1 nastaje kada njihove dimenzije postanu prečnika oko $0,2 \mu$ i tada je odbojna sila oko 18 puta veća od privlačne.

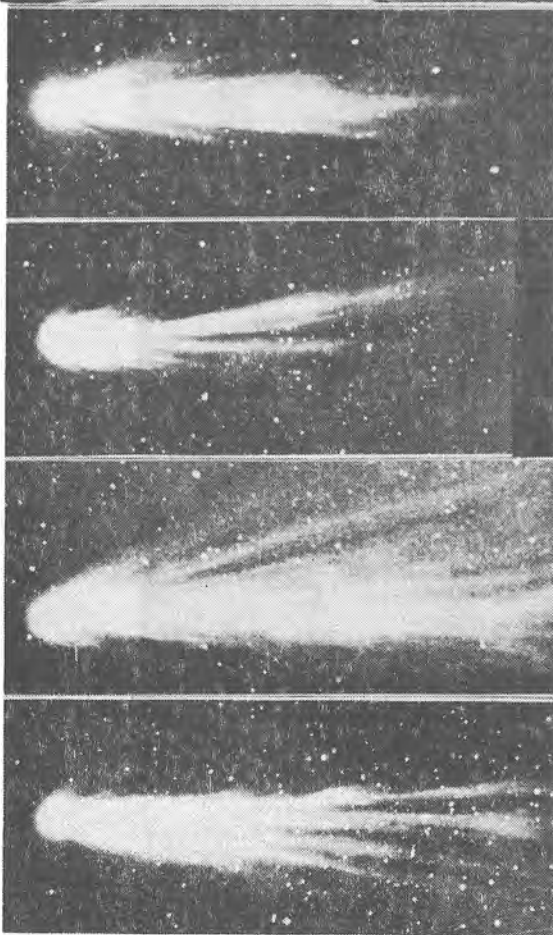
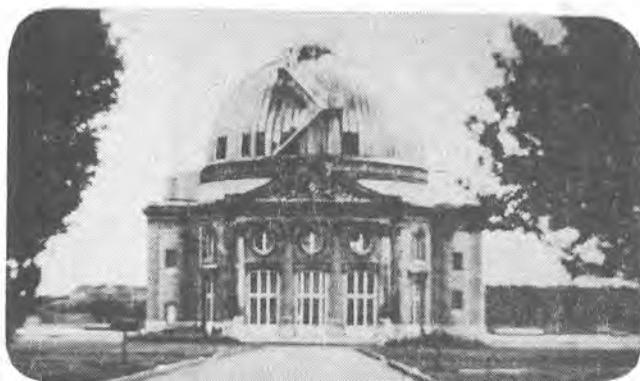
Kada se dimenzije čestica i dalje smanjuju tako da se približavaju dimenzijama molekula, intenzitet odbojne sile opada.

U slučaju molekula odbojna sila i dalje deluje, ali sada dolaze do izražaja i drugi poznati fizički fenomeni, tako da sama mehanička teorija nije uvek davala zadovoljavajuće rezultate. Pokazala se potreba uvodjenja novih sila i postavljane su razne hipoteze kao što su, na primer, odbijanja jezgra, oslobadjanja energije fotodisocijacijom, disperzija svetlosti, delovanje elektromagnetnog polja i dr. U istraživanju je naročitu pažnju privukla mogućnost pojave luminiscencije i njeno pomeranje u repu komete, slično nastanku polarne svetlosti u našoj atmosferi. Kao što se vidi, pojave u repovima kometa još nisu potpuno proučene. Stoga će povratak *Halejeve komete* 1986. omogućiti da se savremenim tehničkim dostignućima u istraživanju kosmosa doprinese dosadašnjim istraživanjima o repovima kometa, koji su oduvek privlačili pažnju ljudi.

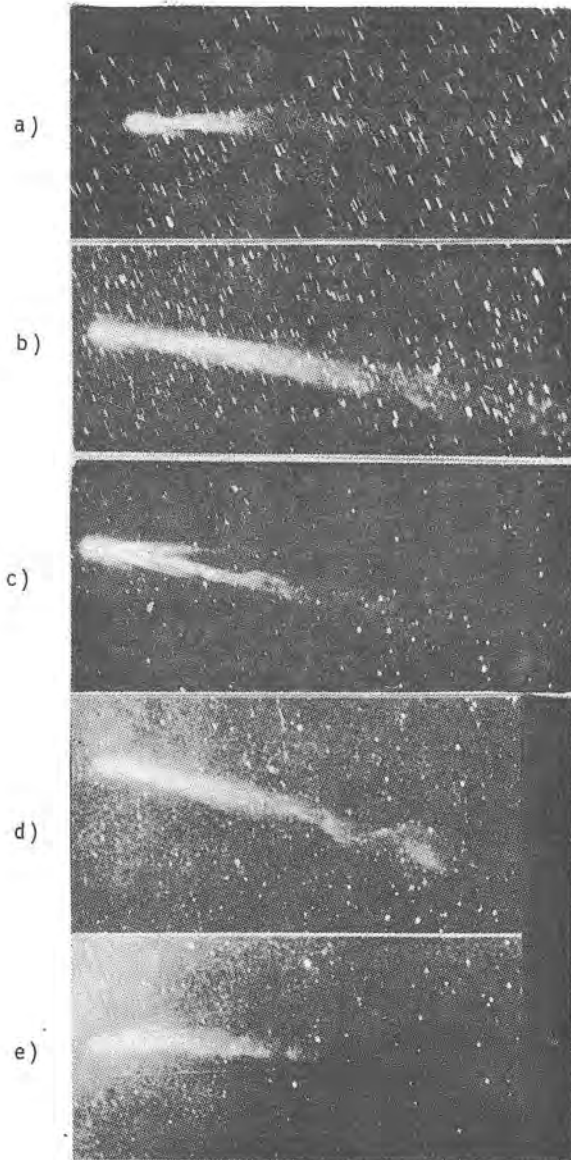
PRIMERI RAZNIH OBLIKA REPOVA KOMETA

Na slikama 37-44 date su fotografije raznih repova kometa snimljenih 1908, 1937, 1957. i 1983. godine.

Slika 37 - Kometa *Morehouse* (1908 III). Seriju fotografija



SLIKA 37 - Kometa Morehouse (1908 III)



SLIKA 38 - Kometa Morehouse (1908 III)

snimio je L.Raburden teleskopom prečnika 1m sa opservatorije Medon kod Pariza: 14, 23, 29. oktobra i 28.novembra 1908. godine, sa ekspozicijom 5 minuta. Na fotografijama se lepo vidi struktura repa komete blizu glave i varijacije njenih divergentnih mlazeva.

Slika 38 - Kometa *Morehouse* (1908 III). Seriju fotografija snimili su F.Kenise i F.Balde sa opservatorije Flammarion u Živiziju.

a) 13. oktobar 1908, snimano od 18^h59^m do 21^h11^m. Glavni rep se širi udvajajući se nedaleko od glave na dugačak (glavni) rep i mali (sekundarni) rep.

b) 31. oktobar 1908, snimano od 18^h12^m do 19^h46^m. Najsvetliji deo repa je talasast.

c) 27. novembar 1908, snimano od 17^h42^m do 19^h25^m. U repu komete formirano je više oblaka.

d) 28.novembar 1908, snimano od 17^h50^m do 19^h14^m. Materijal repa se brzo udaljavao od glave rasipajući se iza glave komete u dužinu, tako da je postao veoma rasut.

e) 29. novembar 1908, snimano od 17^h47^m do 19^h08^m. Strukture mlazeva u repu od 27. i 28. novembra su iščezle. Rep je dugačak i blago zakrivljen.

Slika 39 - Kometa *Finsler* (1937 V). Seriju fotografija snimili su R.Dikas (a i b) i F.Kenise (c i d) sa opservatorije Flammarion u Živiziju.

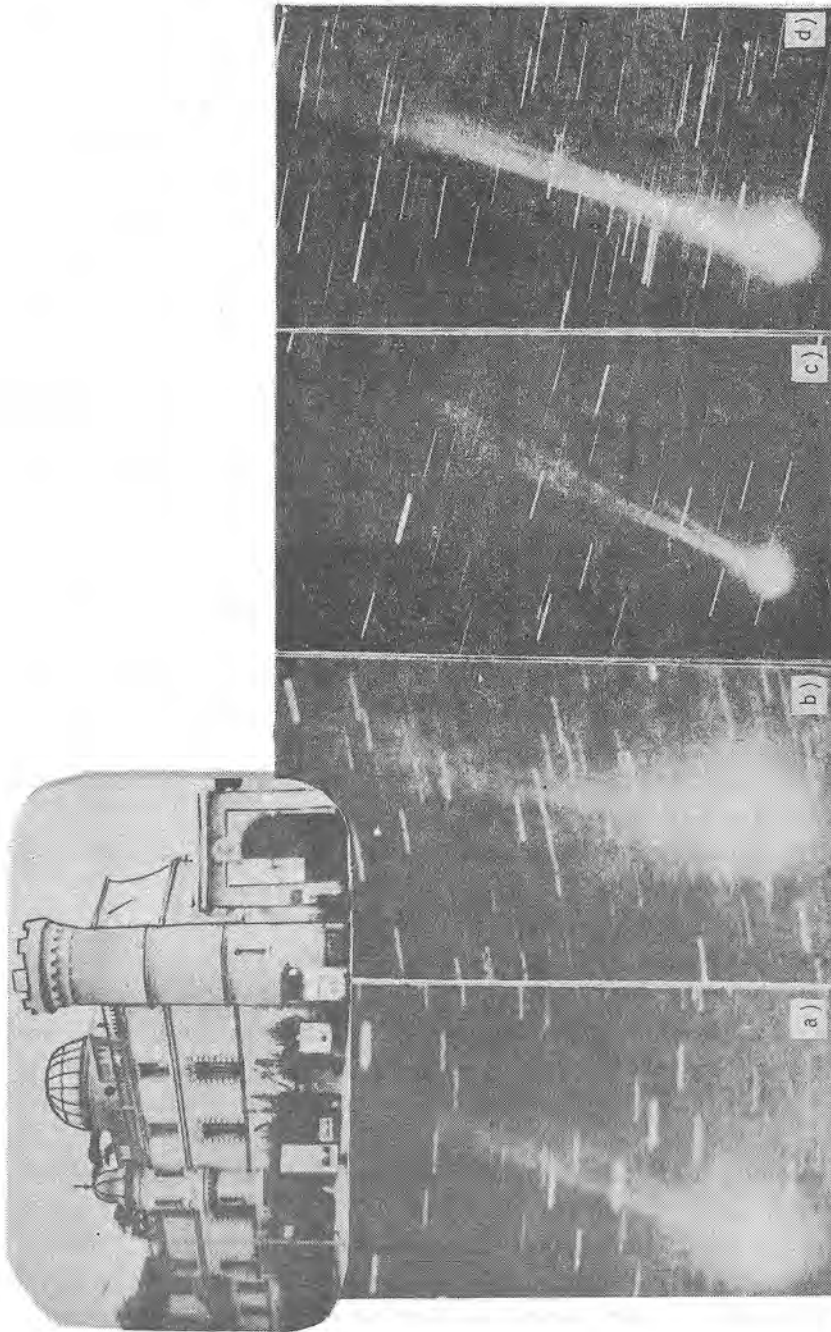
a) 2.august 1937, snimano od 21^h22^m do 22^h22^m. Iz kružne glave komete izlaze dva repa, pri čemu se veći račva.

b) 3. august 1937, snimano od 21^h04^m do 22^h05^m. U repu komete zapaža se jedan oblak.

c) 8.august 1937, snimano od 21^h35^m do 24^h05^m. Kometa ima dva pravolinijska repa.

d) 10. august 1937, snimano od 22^h00^m do 24^h00^m. Sekundarni rep je nestao, glavni rep se sastoji iz više pramenova a glava komete je nepravilnog oblika (fotografije prikazane na slikama 50-52 preuzete su iz knjige *Camille Flammarion "ASTRONOMIE POPULAIRE, Paris 1955)*.

Slika 40 - Kometa *Arend-Roland* (1957 III), koju je snimio E. M.Lindzi iz Armaha 25. aprila 1957.god. u 22,05 GMT, sa ekspozicijom 20 minuta. Nasuprot glavnom repu kometa je imala tzv. "anomalni rep" koji je bio usmeren ka Suncu. Njegova dužina je bila 1,54⁰ (detaljniji podaci o ovoj kometi nalaze se na strani 207).



SLIKA 39 - Kometa Finsler (1937 V)



SLIKA 40 - Kometa Arend-Roland (1957 III)



SLIKA 41 - Kometa IRAS -Araki-Alcock (1983 d)

Slika 41 - Kometa *IRAS - Araki - Alcock* (1983 d) koju su snimili Don C. Rajners i Diņ Šmitovim teleskopom prečnika 20 cm ($F/1,5$). Upotreba ovog savremenog teleskopa i korišćenje Kodakovog filma TP. 2415, kome je tzv. *hipersenzitivizacijom* desetak puta povećana osetljivost, omogućeno je dobijanje ove fotografije sa ekspozicijom od samo 5 minuta. Kometa je skoro pravilnog kružnog oblika bez karakterističnog repa. Zapaža se samo tanki gasoviti mlaz koji izlazi iz glave (detaljniji podaci o ovoj kometi nalaze se na strani 233).

19. JEZGRO KOMETE I POSTANAK NJENOG REPA

Videli smo da gasovi repa komete dolaze iz njene glave, odnosno iz jezgra komete. Stoga je za proučavanje postanka repa komete potrebno da se najpre razmotri jezgro komete.

Direktno posmatranje jezgra komete je dosta teško jer se povećavanjem objektiiva teleskopa ono smanjuje, svodi na svetlu tačku i najzad isčezava. Ova činjenica je usmerila istraživanja fenomena koji se odigravaju u samom jezgru ili u njegovoj blizini.

Tako su postavljene mnoge hipoteze o prirodi jezgra komete i zasnovane razne teorije na osnovu matematičkih modela jezgra.

Model jezgra složenog iz više delova (jezgara) različite veličine zasnovano je na činjenici da se kometa može rastaviti na dve ili više komete koje nastavljaju kretanje nezavisnim putanjama. Na primer, poznata kometa *Biella* (Ia 2;1772) raspala se najpre na dve komete a zatim isčezla ostavljajući na svojoj putanji kišu meteorita.

Model jezgra sastavljenog iz oblaka čestica vezanih medju sobom Njutnovom silom gravitacije privlačio je pažnju matematičara, fizičara i astronoma, pošto je omogućavao matematičko istraživanje uslova mogućnosti održavanja takvog oblaka u zavisnosti od masa čestica, njihovog međusobnog rastojanja i njihovog rastojanja od Sunca. Istraživanja su pokazala da se sem Njutnove sile gravitacije moraju uzeti u obzir i druge sile, kao što su: svetlosni pritisak, reaktivna sila pri isticanju gasovitog mlaza, delovanje elektromagnetnog polja i dr. Ove dodatne sile moraju se uzeti u obzir naročito kada je jezgro komete veoma aktivno.

Model jezgra kao čvrstog tela koje mogu da prate korpuskule je najjednostavniji i više uvažavan od astrofizičara nego

prethodni. Medjutim, hipoteza ovog modela je naišla na teškoće pri objašnjavanju isticanja gasova u toku veoma dugog vremena iz ovog jezgra i mogućnosti njegovog raspada na korpuskule. Ipak su neki astronomi prihvatili ovaj model jezgra i pokušavali da na osnovu ove hipoteze fotometrijski odrede dimenzije jezgra nekih kometa, kada se dovoljno približe Zemlji.

Velikom dubinom od 83cm na opservatoriji Medom posmatrao je *Baldet* periodičnu kometu *Pons-Winnecke* (IV 7;1927 VII), koja je 27. juna 1927. prošla na odstojanju 5800000 km od Zemlje, i kometu *Schwassmann - Wachmann* (Ia 17;1930 VI) koja se 30 maja 1930. približila Zemlji na daljinu od 8450000 km. Jezgro svake od njih izgledalo je kao slaba svetla tačka čiji je prečnik određen fotometrijski za svaku iznosio oko 400 km, što je dosta mala vrednost.

Halejeva kometa (Ia 1;-239) prošla je 19. maja 1910. pored Zemlje na daljini od $24 \cdot 10^6$ km i trag jezgra nije se video. Na taj način posmatranja nisu potvrdila hipotezu čvrstog jezgra.

Novi model jezgra komete predložio je 1904. god. *Vipl (P.L. Whipple, 1906)* sa opservatorije Harvadskog koledža u SAD. Prema ovoj hipotezi jezgro komete je formirano kondenzacijom delovanjskih solarnih maglina od kojih su postale planete. Molekuli lakih elemenata, rasuti u medjuzvezdanom prostoru, takvih kao što su voda H_2O , amonijak NH_3 , metan CH_4 , ugljendioksid CO_2 , ugljenmonoksid CO , cijan C_2N_2 itd., vremenom su se okupili oko jedne male mase i obrazovali gas koji je bio zamrznut usled veoma niskih temperatura koje vladaju daleko od Sunca. Kada ovo smrznuto jezgro na svojoj putanji sretne meteorite i kosmičku prašinu, ovi materijali se dodaju jezgru. Ovo smrznuto jezgro obrazovano na ogromnoj daljini od Sunca kreće se po veoma izduženoj eliptičnoj putanji tako da joj revolucija iznosi milione godina.

Približavajući se Suncu površina jezgra komete prelazi iz čvrstog u gasovito stanje (sublimira) i tako se obrazuje koma i rep. U blizini Sunca, kao što smo videli, usled fotodisocijacije, pored celih pojavljuju se i disocirani molekuli. Ukoliko se kometa sve više približava Suncu, sublimacija je sve brža, kometa se povećava, rep se izdužuje suprotno od Sunca, nagomilani meteoriti i prašina se izdvajaju i obrazuju roj koji prati jezgro komete.

Kada putanja Zemlje preseče putanju ovog roja, ljudi sa Zemlje zapaziće pljusak meteorita.

Periodična emisija oblaka i mlazeva u repu komete prema ovoj hipotezi objašnjava se rotacijom jezgra. Kretanjem u smeru rotacije gas komete se ubrzava, a u suprotnom usporava.

Efekat je mali, ali se ovim efektom često objašnjava raniji dolazak komete ili njeno zakašnjenje u odnosu na izračunato vreme dolaska na određeno mesto.

Isčezavanje kometa može se takodje objasniti hipotezom Vipla. Prema ovoj hipotezi, jezgro kratkoperiodične komete koja se često vraća u blizinu Sunca treba da se raspadne i postepeno i isčezne ostavljajući za sobom roj meteorita, kao što je to konstatovano za kometu *Biella*. Nakon toga postepeno isčezava i roj meteorita obrazujući zodijska svjetlost. Odredjivanjem vremena trajanja isčezavanja kratkoperiodične komete može se računski odrediti broj revolucija do njenog konačnog isčezavanja. Naime, pošto se kratkoperiodična kometa nalazi često u blizini Sunca, ona nema mogućnosti da povрати mnogo izgubljenih molekula. Na taj način ona postepeno gubi svoju masu i za izvesno vreme ona treba da isčezne. Na primer, za slučaj komete *Encke* (Ib 3;1980 XI), čija je revolucija 3,30 godina, izračunato je da gubitak mase iznosi $\frac{1}{500}$ deo od mase koju je ona imala u prethodnoj revoluciji.

Tako je određeno da će ova kometa pre svog konačnog isčezavanja imati još oko 1500 revolucija, pri čemu će njen sjaj u narednih oko 5000 godina postepeno slabiti.

Već ovaj primer pokazuje značaj hipoteze Vipla i njegovog novog modela jezgra komete.

Pored navedenih hipoteza o postanku jezgra kometa i njegove uloge u obrazovanju repa komete, postoje i mnoge druge koje se nisu održale. Takve su na primer hipoteze o postanku jezgra kometa kao posledica vulkana na Jupiteru, raspada planeta, sudara meteorita i planetoida itd.

20. POREKLO KOMETA

Pri izlaganju o oblicima putanja kometa pomenuta je veza ovih oblika i porekla kometa, pa su u vezi sa ovom činjenicom pomenikle razne hipoteze i teorije.

Utvrđeno je da komete sa izduženim eliptičnim putanjama pripadaju Sunčevom sistemu. G. Gaje 1911. i E. Stremgren 1914. god. i njihovi sledbenici su izračunali da su putanje kometa eliptične

pre njihovog dolaska u blizinu velikih planeta. Ovo važi i za parabolične putanje, samo ih treba smatrati veoma izduženim elipsama ekscentriciteta 1. Komete sa hiperboličnim putanjama čija je ekscentričnost veća od 1 ne pripadaju Sunčevom sistemu. Kao što smo videli, čuveni francuski naučnik Laplas je još polovinom osamnaestog i početkom devetnaestog veka pretpostavio da komete mogu dolaziti i iz medjuzvezdanog prostora.

Astronom E. Stremgren je konstatovao, da rezultati koje je dobio pri dosta preciznom određivanju putanja kometa, mogu da važe u toku veka njihovog određivanja.

Medjutim, oni nas ne obaveštavaju o tome šta se moglo dogoditi u toku miliona godina, koliko često traje kretanje posmatrane komete. Ipak je definitivno prihvaćeno da poznate komete pripadaju Sunčevom sistemu i da u ovom sistemu treba da se traži njihovo poreklo.

Direktor opservatorije u Lajdenu Ort (*Jan Hendrick Oort*, 1900) je 1950. i 1951. uzeo prethodne činjenice kao osnovu za svoja istraživanja.

Prema statistici dimenzija eliptičnih putanja kometa, on je zaključio da su se komete nalazile u početku na rastojanju od Sunca koje iznosi između 50.000 i 200.000 a.j., dok je odstojanje najbliže zvezde (Proksima Kentaur) oko 300.000 a.j. Ove komete opisuju gotovo kružne putanje i ne bi spontano nikad došle u oblast Sunca. Ort ih je nazvao nove komete. On je izračunao statistički uticaj perturbacije susednih zvezda na ove udaljene komete i našao da se polovina ovih kometa, čije je rastojanje 100.000 a.j., oslobodila uticaja zvezda i u toku oko 3 milijarde godina, odnosno od postanka Sunčevog sistema, kreće se prema Suncu. Odatle izlazi da je broj ovih kometa koje se nalaze između 150.000 i 200.000 a.j. veoma mali. Na osnovu toga Ort je pretpostavio da je Sunce opkoljeno oblakom kometa čije su putanje veoma izdužene elipse ili parabole i mogu da dodju u blizinu Zemlje, dok druge ne mogu doći. Samo jedna od 100.000 kometa iz oblaka koji komete čine oko Sunca može da umakne i da se približi našoj Zemlji. Prema broju kometa nadjenih u jednom veku Ort je zaključio da ukupni broj kometa koje sastavljaju oblak oko Sunca iznosi oko 100 milijardi. Medjutim, zbog izvanredne razredjenosti gasa kometa, njihova ukupna masa nije veća od $\frac{1}{10}$ mase naše Zemlje.

21. MOGUĆNOST SUDARA KOMETE I ZEMLJE I POSLEDICE

Vekovima su se ljudi plašili od mogućnosti sudara komete i naše Zemlje. Oduvek je bilo raznih pretpostavki i često fantastičnih mišljenja o tragičnim posledicama jednog ovakvog sudara. Kao posledice sudara često se pominju: pomeranje Zemljinih polova, gubitak Meseca, velika izmena Zemljine putanje i udaljavanje Zemlje od Sunca što bi bila katastrofa za život na Zemlji, nastanak plima i potopa, zagadjivanje atmosfere otrovnim gasovima kao što su cijan, ugljenmonoksid i dr.

Medjutim, veoma mala masa kometa ne daje mogućnost nastanku tako velikih katastrofa. U stvari, posledice sudara komete i naše Zemlje bi bile veoma različite u zavisnosti od toga da li bi naša Zemlja samo prošla kroz rep komete ili bi se sudarila sa njenim jezgrom. Prolaz Zemlje kroz rep komete, kao što se to dogodilo pri povratku Halejeve komete 1910. godine bio bi nezapažen. Ovo je razumljivo jer veoma razradjeni molekuli otrovnih gasova cijana i ugljenmonoksida ne mogu da prodru do površine naše Zemlje zbog njene mnogo gušće atmosfere. Šteta od zagadjivanja atmosfere bila bi daleko manja od zagadjivanja dimom i prašinom koji se svakog dana uzdižu u atmosferu iz naših ognjišta, fabrika i motornih vozila.

Medjutim, sudar Zemlje sa jezgrom komete sigurno ne bi ostao bez štetnih posledica, ali ne za Zemlju kao planetu, pošto je njena masa veoma velika, već samo za mesta sudara (dodira) i njegovu okolinu. Kada se jezgro komete shvati kao skup meteorita u prostoru, onda bi rezultat sudara bila vrlo lepa pojava padanja meteorita i bolida. U slučaju jezgra sastavljenog iz jednog čvrstog bloka prečnika oko 1 km, sudar ovog jezgra sa Zemljom naneo bi velike štete sa katastrofalnim posledicama za mesto sudara i njegovu okolinu.

Srećom, verovatnoća jednog takvog sudara sa Zemljom je veoma mala, a još manja za naseljena mesta i uopšte sa čvrstim tлом (kopnom) jer 2/3 Zemljine površine je prekriveno morima i okeanima. Milioni godina mogu da prodju pre jednog ovakvog događaja, tako da možemo mirno živeti bez straha od kometa. Ipak, neki podaci ukazuju da je baš u XX veku došlo do sudara Zemlje i jedne male komete (ili dela neke veće). Naime, većina savremenih astronoma

smatra da je ovakav događaj najverovatnije uzrok snažne eksplozije koja se desila u Sibiru 1908. godine.

VELIKA EKSPLOZIJA U SIBIRU 1908. GODINE

U noći 30. juna 1908. god. hiljade ljudi širom sveta zapazili su vrlo čudne pojave na nebu:

- U Švedskoj (Štokholm) usred noći je jedan fotograf snimio panoramu krajolika i dobio tako oštre i jasne fotografije kao da je fotografisao po danu.

- U Holandiji (Lajden) na astronomskoj opservatoriji cele noći je nebo bilo toliko svetlo da se nisu mogla vršiti redovna astronomska posmatranja.

- U Nemačkoj (Hajdelberg) u toku cele noći nebom su se kretali oblaci obasjani jarkom svetlošću.

- U Engleskoj (London) u ponoć je nebo bilo tako svetlo da su se bez ikakvog pomoćnog svetla lako mogle čitati novine.

Slične pojave zapažene su i u ostalim delovima Evrope, u Aziji i Americi.

Seizmografi u Irkutsku, Taškentu, Tiflisu, Jeni, Londonu, Vašingtonu i drugim mestima registrovali su pojavu jakog zemljotresa.

Na meteorološkim stanicama u Evropi i Americi osetljivi instrumenti za merenje atmosferskog pritiska (barografi) registrovali su niz oscilacija promene pritiska. U našoj zemlji ova pojava je zabeležena u geofizičkom zavodu u Zagrebu, gde je od 1905. god. u radu barograf tipa Šprung - Fues, sa živom i protivtegom koji uvećava registraciju 10 puta. Zahvaljujući neporemećenosti krive pritiska toga dana, zagrebačka registracija je vrlo jasna i karakteristična: 30. juna 1908. između 5 i 7 časova pritisak je polako rastao od 749 do 750 mmHg. U 6 časova i 12 minuta lokalnog vremena, barograf je registrovao oscilaciju pritiska sa najvećom amplitudom od 0,21 mmHg.

U prvo vreme nije se znao uzrok svim ovim pojavama. Nekoliko nedelja o njima je pisala štampa, a posle toga one su polako pale u zaborav. Samo su naučnici nastavili da prikupljaju zapažanja očevidaca i ostale podatke koji bi mogli omogućiti objašnjenje ovih pojava. Kasnije prikupljeni opisi nekih očevidaca iz istočne

Rusije i Sibira ukazivali su na mogućnost da je negde u pustim prostranstvima sibirске tajge pao veliki meteorit. Na osnovu podataka sa seizmografa koji su registrovali pojavu zemljotresa određeno je da se 30. juna 1908. godine u 15 minuta posle ponoći po Griničkom vremenu, u Sibiru (geograf. dužina $101^{\circ}18' E$, geograf. širina $61^{\circ} N$) dogodila snažna eksplozija.

Carsku vladu u Rusiji nije zanimalo šta se to dogodilo u pustim prostranstvima Sibira, nisu organizovana nikakva istraživanja pa je i u Rusiji ovaj događaj polako pao u zaborav. Tek stvaranjem nove sovjetske vlasti i početkom rada Akademije nauka SSSR 1921-1922. godine organizuju se prva istraživanja "Sibirskog događaja". Ova istraživanja pokreće Leonid Aleksejevič KULIK (1883-1942), mineralog koga je angažovala AN SSSR da prikupi podatke o meteoritima koji su pali na teritoriju Sovjetskog Saveza. U cilju identifikacije mesta pada meteorita Kulik je počeo da prikuplja izjave očevidaca, i već na početku ovoga posla njegovu pažnju privukli su opisi "velike eksplozije" u Sibiru:

- *"Bio sam u polju... Taman sam upregao jednog konja i počeo drugog da vezujem za drljaču, kada sam najednom, sa desne strane, začuo nešto što mi se učinilo kao rezak pucanj. Istog časa sam se okrenuo i ugledao jedan izduženi, gorući predmet kako leti nebom. Prednji deo mu je bio znatno širi od repa, a boja mu je bila kao što se vidi vatra na dnevnoj svetlosti. Bio je više puta veći od Sunca, ali znatno tamniji tako da se lako mogao gledati golim okom.*

Iza plamena vuklo se nešto što je ličilo na pašinu. Bilo je izvijeno u male pramenove, a za ognjenim jezicima vijorile su se plave pruge... Čim je vatreni predmet nestao sa vidika, začuli su se pucnji jači od gruvanja topova, osećalo se kako zemlja podrhtava, a prozorska stakla na brvnari su popucala...

- *Ugledali smo kako se nebo ne severu raspalo do zemlje i kako je suknula vatra. Pomislili smo da s neba pada kamenje i razbežali se prestrašeni, ostavivši kofe kraj izvora. Kada smo stigli do kuće, našli smo kraj sušare onesvešćenog oca Semjonova. Vatra je bila sjajnija od Sunca. U toku tutnjave zemlja i kolibe su podrhtavali, a sa krova se osipala zemlje...*

- *Jednog dana dogodila se strašna eksplozija, od koje je mnogo kilometara šume uz obe obale reke Čambe poleglo kao pokošeno. Koliba moga brata bila je srušena sa zemljom, krov je odneo vetar, a njegovi su se sobovi (vrsta jelena) od straha razbežali.*

Od jake buke moj je brat ogluueo, a od vazdušnog pritiska je dugo bolovao...

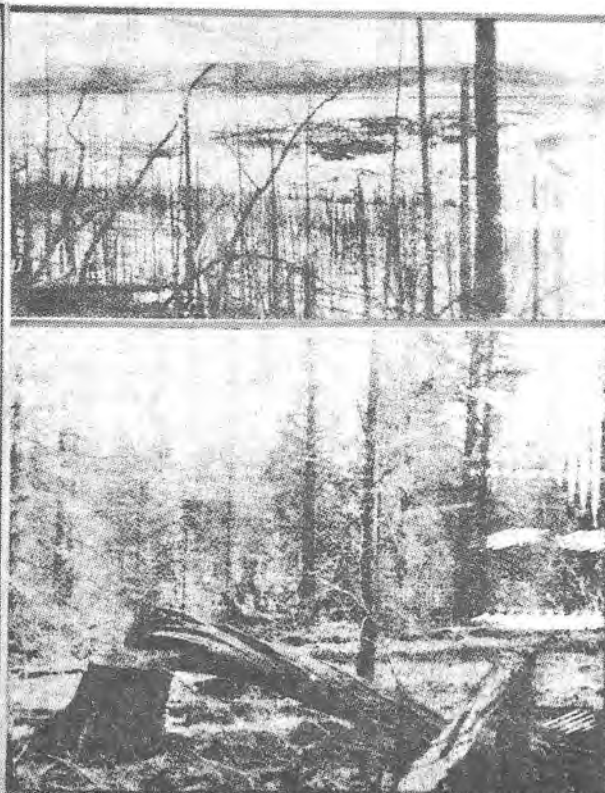
-Sedeo sam na tremu kuće blizu trgovačke stanice u Vanovari; bilo je vreme doručka i ja sam odsutno gledao prema severu. Upravo sam podigao sekiru da pričvrstim obruče na jednom buretu, kad se iznenada ... nebo raspolutilo, a visoko iznad šume ceo severni deo neba kao da je bio zahvaćen plamenom. U istom trenutku zapljusnula me je silna jara, kao da mi je najednom košulju zahvatila prava vatra... Mašio sam se da je strgnem sa sebe i odbacim kada se u taj mah nekom razlegao prasak a odmah potom začula grdna lomljava. Bio sam odbačen u vazduh i tresnuo sam na zemlju preko 5m dalje od trema, izgubivši za trenutak svest. Moja žena je istrčala i uvukla me u brvnaru. Posle treska zaorila se buka, kao da kamenje pada sa neba ili pucaju topovi. Zemlja je stala da se trese, a ja sam ležeći na tlu prekrrio glavu rukama u strahu da me ne pogodi neki kamen. U trenutku kada se "nebo otvorilo", sa severa je oko kolibe stao da hući vreli vetar, kao iz topovske cevi, ostavljajući svoj trag na tlu...

- U selu Nižnaja Karelinskaja na severozapadu visoko iznad horizonta seljaci su ugledali predmet koji je bio veoma sjajan (tako da se u njega nije moglo gledati), praćen plavkastobelim svetlom. Padao je pravo prema zemlji oko 10 minuta. Predmet je bio cilindričnog oblika. Nebo je tada bilo vedro, osim što je nisko nad horizontom u smeru u kome je zapažen svetao predmet, primećen jedan mali oblak. Bilo je toplo i suvo vreme. Kad se svetleće telo približilo zemlji, činilo se kao da se raspršuje; na tom mestu se stvorio ogroman oblak crnog đima i začuo se glasan tutanj, ali ne kao kod groma, već kao kada pada veliko kamenje ili kad opali top. Sve su se zgrade zatresle, a istovremeno su se kroz oblak probili jezičci plamena. Stare žene su plakale, svi smo mislili da je došao smak sveta" (kasnije je Kulik ustanovio da je ovo selo bilo daleko od središta eksplozije okolo 320 kilometara).

Na osnovu ovih i drugih izveštaja cčevidaca eksplozije, Kulik je smatrao da je u Sibiru negde na području reke Potkamenaja Tunguska severno od Vanavare pao veliki meteorit. Na osnovu ovoga neki tungusku eksploziju zovu i "Tunguski meteorit". Uz podršku AN SSSR Kulik je 1927.god. organizovao prvu ekspediciju za istraživanje područja gde se dogodila eksplozija. U martu je sišao sa Transsibirske železnice u mestu Tajšet, zatim se saonicama upu-



SLIKA 42 - Rejon reke Potkamene, 65km severozapadno od naselja Vanovara



SLIKA 43a- Krupna debla pokošenih borova sa krošnjama okrenutim ka jugozapadu

SLIKA 43b- Ogromno drveće ležalo je kao pokošeno nekom džinovskom kosom

tio prema selu Dvorec na reci Angari. Odatle je za dve nedelje putovanja došao do poslednjeg naseljenog mesta u tungunskoj tajgi, sela Vanavara. Putovanje kroz tajgu bilo je vrlo teško zbog visokog snega i gustog neprohodnog rastinja. U ono vreme tajga je bila nepoznata i tajanstvena oblast u koju se ljudi plašili da putuju, pa čak i tamnošnji stanovnici nisu se usudjivali da se mnogo udaljuju od svoga naselja. Uz mnogo problema Kulik je uspeo da sredinom aprila 1927.god. dodje do južne obale reke Makirte i pogledavši na drugu obalu stao zaprepašćen. Duž cele obale nalazila su se krupna debbla pokošenih borova sa krošnjama okrenutim ka jugoistoku (slika 43 a). Kulik se nestrpljivo popeo na obližnji greben koji je nazvao Kladni greben, i odatle ugledao neverovatan prizor. Sve dokle se pružao pogled, oko 20 do 25 km u daljinu, sve je bilo opustošeno. Ogromno drveće ležalo je kao pokošeno nekom džinovskom kosom (slika 43b). Uprkos velikoj opustošenoj površini, prečnika preko 20 km, sva su debbla bila poredjana u jednom smeru, pa je Kulik zaključio da epicentar eksplozije mora biti negde još dalje. On je želeo da nastavi put ali njegovi pratioci (Tunguzi) bili su prestrašeni prizorom katastrofe i odbili su da idu dalje, pa se ekspedicija morala vratiti nazad u Vanavaru. Tek u junu, kada se led otopio sa reka, Kulik je našao nove pratiocce i splavovima krenuo ka epicentru eksplozije. Pošao je od Kladnog grebena u smeru pokošenog drveća, polako napredujući na severozapad kroz opustošenu tajgu. Jednog dana u brdima tajge naišao je na prirodni amfiteatar i ulogorio se na njegovom dnu. Prečnik dna bio je oko 1,5km pa ga je Kulik nazvao "Veliki kotao". Narednih dana sistematski ispitujući okolna brda ustanovio je da je okolno drveće okrenuto od ruba amfiteatra. Nalazio se na cilju svoga puta, u epicentru eksplozije.

U dnevnik je zapisao:

"Ulogorio sam se i počeo kružiti po brdima oko Velikog kotla. Najpre sam krenuo na zapad i prešao više kilometara po golim hrptima brda, krošnje pokošenog drveća ležale su okrenute ka zapadu. Obišao sam celi kotao u velikom krugu idući ka jugu, a krošnje oborenog drveća bile su okrenute ka jugu. Vratio sam se u logor, pa ponovo krenuo preko golih brda, ovoga puta na istok. I tu je polomljeno drveće bilo usmereno prema istoku. Prikupio sam sve svoje snage i sad pošao na sever, gotovo do reke Kušmo; i ovoga puta je drveće bilo usmereno ka severu.

Nije bilo sumnje, opisao sam krug oko središta udara. S bujicom usijanih gasova i hladnih čvrstih komada, meteorit je udarcem izdubio veliki kotao u brdima tundre i močvare, i kao kada voda pljusne po ravnoj površini i raspline se u svim smerovima, reka vrućih gasova s kišom tvrdih tela udarila je o zemlju te udarnim i eksplozivnim delovanjem stvorila tu veliku pustoš."

Kulik je čvrsto verovao da je ovo pustošenje izazvao veliki kameni ili gvozdeni meteorit, međutim, sva nastojanja da se prodaju njegovi delovi nisu urodila plodom. Pošto su zalihe hrane bile pri kraju, ekspedicija se morala vratiti u Vinavaru nezavršivši posao do kraja. Vrativši se u Lenjingrad i podnevši izveštaj članovima Akademije nauka o ogromnoj katastrofalnoj eksploziji u Sibirskoj tajgi, Kulik je lako dobio nova sredstva za drugu ekspediciju. U toku 1928. god. uz ogromne napore savladavši sve teškoće ekspedicija je došla do mesta epicentra, ali ostaci meteora nisu nadjeni. Treću ekspediciju organizovao je 1929-1930. god. i uprkos brižljivoj potrazi, ni ovoga puta nisu nadjeni ostaci meteorita. Četvrti put, Kulik je krenuo u sibirsku tajgu 1937. god. Međutim, i pri najpažljivijoj potrazi, kopanjem i bušenjem, ostaci meteorita nisu nadjeni. Ovoga puta ekspedicija je prvi put imala avion tako da su osmatranja iz vazduha dala mnogo potpuniju sliku o veličini, obliku i razmerama uništenog područja.

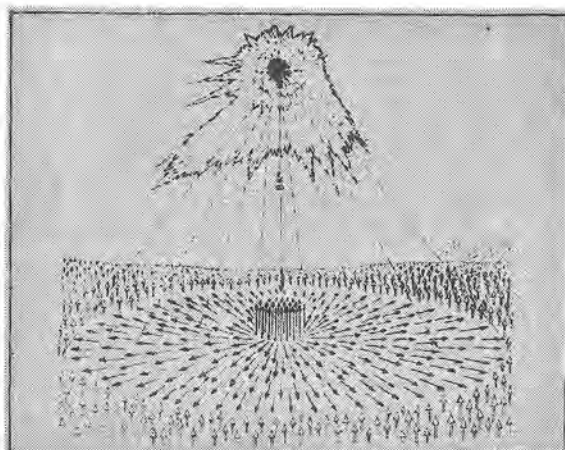
Posle drugog svetskog rata (Kulik je poginuo u ratu) sovjetski naučnici su organizovali nekoliko novih ekspedicija. Ove ekspedicije prikupile su bogat materijal i mnogobrojne podatke sa mesta eksplozije, ali tajna "Tunguske katastrofe" nije rešena. Jedino što je sigurno utvrđeno je da nije mogao biti meteorit, jer njegovi ostaci nisu nadjeni.

Najverovatnije je telo ušlo u Zemljinu atmosferu i postalo vidljivo negde iznad Bajkalskog jezera. Zatim je polako padalo krećući se od jugoistoka ka severozapadu i oko sedam časova ujutru 30. juna 1908. god. eksplodiralo na visini 5-10 km nad rejonom reke Potkamene Tunguske, 65 km severozapadno od naselja Vanavara (sl. 42). Pri eksploziji se oslobodila energija $4 - 8 \cdot 10^{16}$ erga, što odgovara 10-20 megatona klasičnog eksploziva. Uništena površina iznosila je 2150 km^2 , od čega je na 250 km^2 sve bilo spaljeno do gole zemlje. Opustošena površina je nepravilnog oblika, liči na pticu sa raširenim krilima. Ovo je bilo neočekivano, jer se prvo vero-

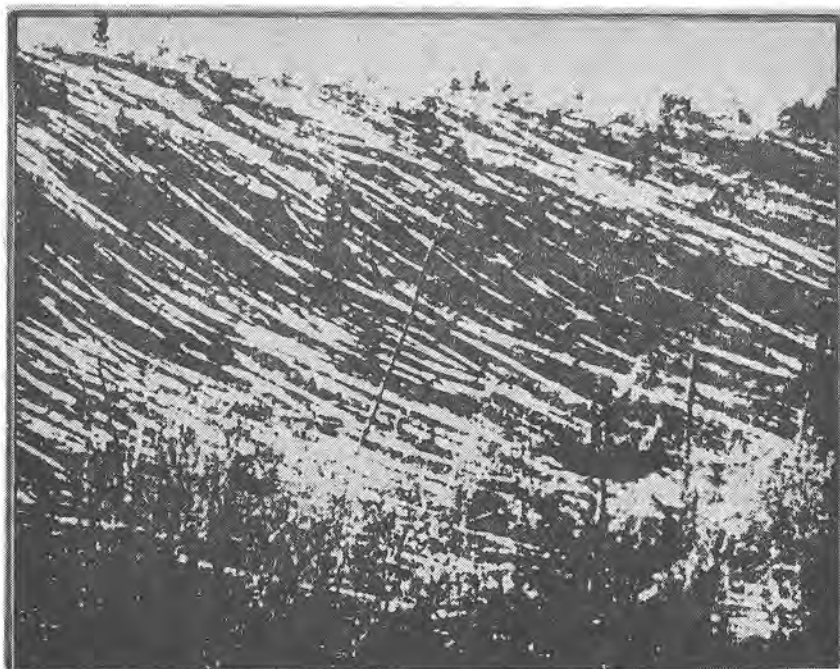
valo da je opustošena površina kružna. Na osnovu svega ovoga, smatra se da masa tela koje je eksplodiralo nije manja od 100.000 tona.

Mnogi su zapazili veliku sličnost između pustošenja u Sibiru i fotografija Hirošime i Nagasakija koje je opustošila atomska bomba, pa je tako predložena hipoteza da je u Sibirskoj tajgi eksplodirala atomska bomba. Ali, odakle ona 1908.god., čak 37 godina pre nego što je napravljena prva atomska bomba u Americi. Koristeći ideju iz jedne naučno-fantastične priče sovjetskog pisca Kazanceva, objavljene 1964.god., neki autori smatraju da imaju odgovor i na ovo pitanje. Po toj priči, na našu planetu se spuštao kosmički brod neke daleke i mnogo razvijenije civilizacije, ali iznenada je došlo do kvara i brod je eksplodirao. Oni tvrde da je "tunguska eksplozija" bila zato tako snažna jer je na ovom brodu eksplodirao nuklearni reaktor. Kao dokaz ovoj fantastičnoj hipotezi navodi se opis očevidaca koji tvrde da su videli usijan "cilindričan" predmet nalik na stub. Pristalice ove hipoteze čak imaju i odgovor zašto je došlo do spuštanja broda baš u ovom području. Naime, kažu oni, na kosmičkom brodu je ponestalo vode pa je brod trebao da popuni svoje zalihe na Bajkalskom jezeru. Bez obzira koliko je ova hipoteza privlačna za njenu potvrdu ne postoje čvrsti dokazi, naprotiv, postoji više činjenica koji je opovrgavaju. Tako na mestu eksplozije nije nadjen ni jedan komad materijala koji bi mogao biti veštačkog porekla, precizna merenja nisu zabeležila nikakvu radijaciju (istina merenja su vršena skoro 50 godina posle eksplozije). Medjutim, treba reći da na mestu eksplozije u području 30 km od epicentra vlada pravi elektromagnetni haos. Verovatno je pri eksploziji neki elektromagnetni uragan velike snage poremetio normalne veze sa Zemljinim magnetnim poljem. Takodje su u području eksplozije zabeleženi i mutacioni efekti koji su neravnomerno i po prostoru i intenzitetu rasporedjeni od epicentra eksplozije. Ove pojave se zasada ne mogu objasniti, ali time se hipoteza o eksploziji nuklearnog reaktora na kosmičkom brodu neke daleke civilizacije ne može smatrati dokazanom.

God. 1973. A.A. Džekson i M.P. Rajan iz centra za teoriju relativiteta univerziteta u Teksasu predložili su hipotezu o sudaru Zemlje i jedne mini "crne rupe". Uz veliki broj komplikovanih proračuna oni su čak uspeli pokazati da bi ova crna rupa izašla na drugom kraju Zemlje negde između Islanda i Njufaundlenda, na podru-



SLIKA 44 - Pretpostavka nastanka sibirske eksplozije



SLIKA 45 - Položaj oborenog drveća na osnovu kojeg je postavljena pretpostavka na slici 44

čju Atlanskog okeana. Medjutim, ni ova hipoteza nema dokaze. Čitanjem lokalnih novina, brodskih dnevnika i drugih istorijskih hronika iz 1908.god., koji opisuju Island i okolno područje, nigde nije nadjen podatak da je 30.juna negde došlo do nevremena ili pustošenja, što bi se moralo desiti da je hipoteza o crnoj rupi tačna.

Posle ovoga su neki Amerikanci predložili hipotezu da je došlo do sudara sa česticom "antimaterije". Vrlo obimne i složene proračune koji bi dokazivalu ovu hipotezu izvršili su C.Kovač i H.Kranel iz Vašingtona i V.F.Libi iz Los Andjelosa. Oni su izradili vrlo složen postupak za istraživanje pojačane radijacije koja bi trebala da se pojavi pri sudaru sa antimaterijom. I ova hipoteza nema čvrste dokaze.

Danas većina astronoma smatra da je sibirsku eksploziju izazvao SUDAR KOMETE I ZEMLJE. Bila je to mala kometa, ili što je još verovatnije, jedan deo neke veće komete, jer je prečnik tela koje je eksplodiralo u Sibiru bio oko 550m. Ovu hipotezu predložio je prvi još 1930.god. engleski naučnik F.J.V.Vipl sa Kju opservatorije u Ričmondu, a kasnije su je prihvatili i razradili mnogi drugi naučnici. Britanci Dž.Braun sa univerziteta u Glazgovu i D.Hjuz sa univerziteta u šefildu, detaljno su proučili ovu hipotezu, naročito dva argumenta protiv nje: kako to da kometu niko nije video sve do poslednjih minuta pre eksplozije i da li kometa može da izazove pustošenje jednako po snazi nuklearnoj eksploziji. U praksi je bilo pojava više kometa koje se nisu mogle videti zato što su bile nisko nad horizontom, te se njihov sjaj gubio u sjaju Sunca na dnevnom nebu. Sovjetski naučnici su ispitali posmatranja iz toga perioda sa 120 opservatorija iz celog sveta, ali ni sa jedne nije vidjena kometa, što bi moglo da znači da je ova kometa tada bila u vrlo nepovoljnom položaju za posmatranje, a takvi slučajevi su poznati u praksi, kao što je već rečeno.

Što se tiče nuklearnih efekata, Hjuz i Braun smatraju da se mogu proizvesti pri ulasku komete u Zemljinu atmosferu. Ogromni oblaci prašine koje bi eksplozija izbacila u visoke slojeve atmosfere odbijali bi sjaj Sunca, pa se tako može objasniti i pojava sjajne noći 30.juna 1908.god.

Na mestu eksplozije, kao što je već rečeno, nisu pronadjeni delovi meteorita. Vrlo pažljiva istraživanja posle rata prikupila

su veliki broj sitnih čestica: silikatnih i magnetitnih kuglica. One su bile duboko zarivene u drveću ili zakopane u zemlji. Ove kuglice su definitivno vanzemaljskog porekla. U silikatima se nalaze mehurići gasova čiji je spektar identičan sa spektrom koji je dobijen pri analizi nebeskih tela, a u kuglicama od magnetita nalazi se više nikla nego što je to slučaj kod zemaljskih čestica. U magnetitskim kuglicama nalaze se i neki retki elementi na Zemlji, kao što je na primer Iterbij. Detaljno ispitivanje sastava jezgra Halejeve komete 1986.god. moglo bi dati čvrste dokaze (a i suprotno), da li su ovo čestice sa komete.

U naše vreme pad neke komete na Zemlju mogao bi biti katastrofalan za našu civilizaciju, o čemu je vrlo lepo rekao poznati američki astronom Karl Segal u svojoj čuvenoj TV seriji "Kosmos":

"Ako bi do ovakvog sudara došlo danas, on bi, naročito u prvom trenutku panike, mogao pogrešno da bude protumačen kao nuklearna eksplozija. Udar komete i plamena kugla oponašali bi sva dejstva detonacije nuklearne bombe od jedne megatone, računajući tu i atomsku pećurku, ali bi ipak postojala dva izuzetka: ne bi bilo gama zračenja, niti radioaktivnih padavina. Da li bi, u tom slučaju, jedan redak, ali prirodan događaj, kao što je sudar sa malom kometom, mogao da izazove izbijanje nuklearnog rata? Zamisao je uistinu suluda: jedna mala kometa pogadja Zemlju, kao što su to pre nje činili milioni drugih, a naša civilizacija reaguje na to brzim samouništenjem. Možda ponajpre zbog ove mogućnosti ne bi bilo zgoreg da malo podrobnije upoznamo komete, sudare i katastrofe."

III D E O

KOMETE KROZ ISTORIJU

Pojava kometa kroz istoriju razmotriće se u dva perioda, i to pojava kometa od najstarijih vremena do početka 18. veka, (odnosno 1705. godine kada je otkrivena periodičnost Halejeve komete) i od toga vremena do danas. Kao kameni medjaši u razmatranju kometa kroz istoriju, počev od 299. godine pre naše ere, poslužiće period vremena između dve uzastopne pojave Halejeve komete, za koju pomenuta godina predstavlja najraniji poznati datum njene pojave.

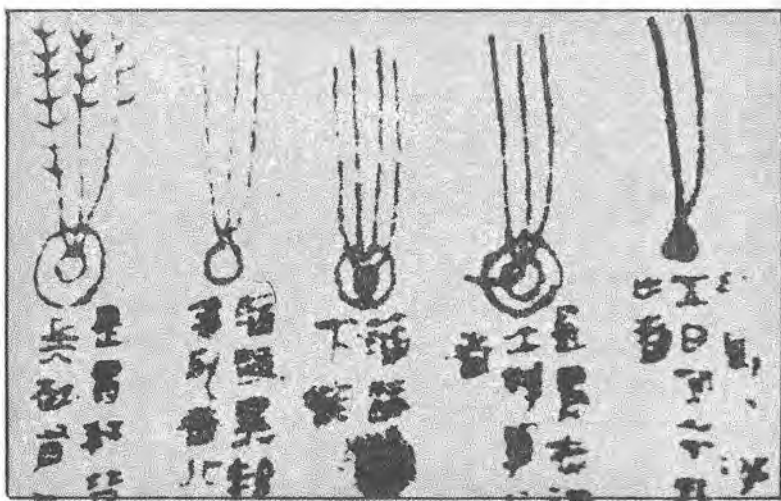
22. POJAVA KOMETA OD NAJDAVNIJIH VREMENA DO POČETKA OSAMNAESTOG VEKA

KINESKA POSMATRANJA KOMETA

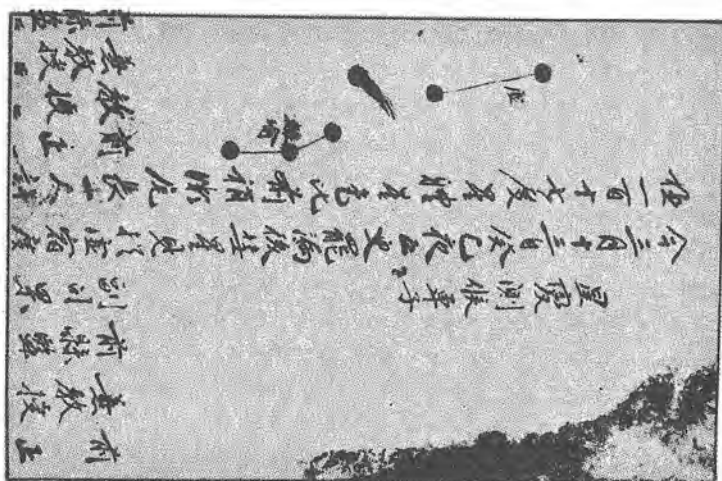
Poznato je da su Kinezi još oko tri hiljade godina pre naše ere posmatrali i beležili nebeske pojave. Oni su vodili tačne pribeležke i pojavama kometa, tako da je sačinjen katalog od oko 400 kineskih posmatranja. Pomoću ovog kataloga mogle su se pratiti u toku tri hiljade godina unazad uzastopne pojave Halejeve komete, čija je periodičnost utvrđena i određena tek 1705. godine.

Nedavno je u kineskoj provinciji Hunan, u jednoj grobnici iz dinastije Han, pronađena jedna stara svilena knjiga koja potiče iz 168. godine p.n.e. Pretpostavlja se da je ona kopija originala koji je napisan čak u 4. veku p.n.e. Po rečima kineskog naučnika Hi-Ze-Zinga, u knjizi se nalazi 250 crteža sa tekstom, među kojima je 29 crteža kometa: 27 crteža je u dobrom stanju, a dva su oštećena.

Ova knjiga pokazuje da su kineski astronomi 900 godina pre evropskih astronoma znali da je rep komete uvek usmeren od Sunca, a Kinezi su čak još tada uočili tri različita oblika kometskih repova. Pored toga što su na ovim crtežima prikazani uobičajeni oblici repova: kratak - od prašine, dugačak, širok od prašine i jonizovani rep, u knjizi se nalazi i crtež na kome bi mogao biti "anti-rep" - vrh usmeren ka Suncu. Sa ovih crteža se vidi da su kines-



SLIKA 46 - Vrste glava kometa prema kineskim astronomima



SLIKA 47 - Prikaz kineskog crteža i zapis posmatranja Halejeve komete pri njenom povratku 1759.

ki astronomi toga doba znali i za nekoliko vrsta glava kometa (slika 46).

Ova stara kineska svilena knjiga, stara 22 veka, najstariji je do sada poznati ATLAS OBLIKA KOMETA.

Francuski astronom i akademik Pengre (A.G. Pingré, 1711 - 1796) napisao je 1784. godine istoriju svih dotle posmatranih kometa. U svom delu pod naslovom "Komatografija ili istorijski zbornik kometa" on je dao katalog svih posmatranih kometa od najdavnijih vremena do 1784, u kome je na prvom mestu navedena kometa koja je prema kineskim zapisima posmatrana iz Kine još 2295. godine p.n.e.

Interesantno je da je u ovom delu Pengre izneo i svoje mišljenje da putanje kometa nisu parabole već veoma izdužene elipse i da se njihove putanje u blizini perihela, gde se jedino mogu posmatrati, ne razlikuju od parabola i hiperbola.

Na slici 47 prikazan je kineski crtež i zapis posmatranja Halejeve komete pri njenom povratku 1759. godine: "13. marta, kometa se nalazila 117^o od pola, sa kratkim i malim repom" /Opservatorija Nanking, Kina/.

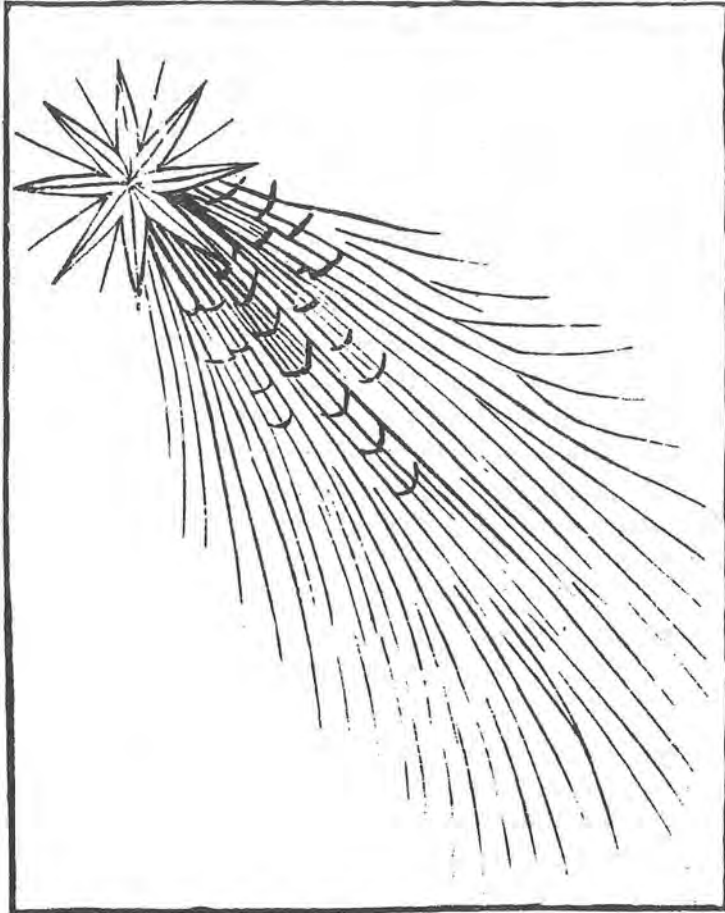
Kineske zabeleške o astronomskim posmatranjima od velikog su značaja, jer ne daju podatke samo o pojavama kometa već i ostalim astronomskim posmatranjima uopšte, od najranijih vremena. Ogromna je šteta što je kineski imperator Či-Hoang-Ti 250. godine p.n.e. naredio da se spale sve knjige. Tako su, sem manjih izuzetaka, iščezla mnoga dragocena astronomska dela o posmatranju starih kineskih astronoma.

PRVA ZABELEŽENA POJAVA KOMETE KOJA JE KASNIJE NAZVANA HALEJEVA KOMETA

Prvi prolaz kroz perihel Halejeve komete zabeležen je 239. godine p.n.e. Kada je E. Halej posle skoro 2000 godina otkrio njenu periodičnost i veličinu periode od 75 - 77 godina, računajući unazad, saznaje se da se ova kometa pre toga pojavila oko 314, a zatim oko 390. godine p.n.e. Medjutim, nema istorijskih podataka o njenim povracima u navedene dve godine. Ova činjenica može se dovesti u vezu sa paljenjem knjiga u Kini koje je izvršeno po naredjenju kineskog imperatora Či-Hoang-Tija.

Naredne pojave Halejeve komete bile su: 163., 86. i 11. godine p.n.e.

* Iako u Japanu postoji zapis o posmatranju jedne sjajne komete iz te godine, ne može se sa sigurnošću tvrditi da je reč o Halejevoj kometi, jer neki podaci ukazuju na mogućnost da je po sredi neka druga kometa.



SLIKA 48 - Crtež koji predstavlja najstariji evropski prikaz Halejeve
komete u toku 684. godine n.e.

U medjuvremenu je zabeleženo nekoliko značajnih i istorijski poznatih kometa.

U Grčkoj se 372. godine p.n.e. pojavila sjajna kometa koja je prema opisivanju Aristotela svojim ogromnim repom zahvatila oko 60% nebeskog svoda. Ona je prema Diodoru od Sicilije predskazala propast Lakedemonije, a prema Eforu rušenje morem gradova Helisa i Bira u Ašaju.

Plutarh je zapisao da je kometa koja se pojavila 343. godine p.n.e. Timeleonu od Korinta bila predskazanje uspeha ratnog pohoda koji je on preduzimao protiv Sicilije.

Prema pisanju rimskog istoričara Justina, 133. godine p.n.e. pojavila se neobično velika kometa koja je posmatrana oko 70 dana. Ova kometa se pominje i u kineskim zabeleškama, gde se navodi da joj se rep produžio do polovine neba.

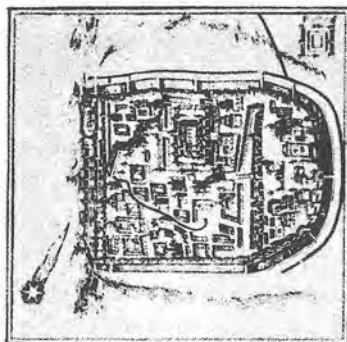
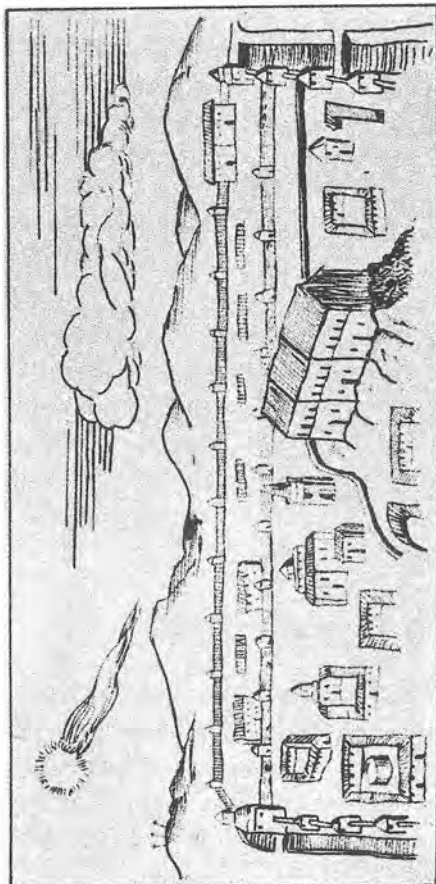
U uvodu ove knjige je izneseno da se 44. godine p.n.e., na dan smrti Cezara, pojavila velika kometa za koju su Rimljani verovali da predstavlja duh diktatora.

SENEKINA PROROČANSTVA

Helenski filozof Lucije Anej Seneka, koji je živeo od 3. godine p.n.e. do 65. g. naše ere (n.e.), u svom delu "*Questionum naturalium libri VII*", na prekretnici dve ere, upoznaje nas sa tekovinama i gledištima svojih savremenika o pojavama iz oblasti astronomije. U ovom delu on iznosi i svoja mišljenja o astronomskim pojavama, koja često deluju proročanski.

Još pre 18 vekova Seneka piše: "*Komete se kreću pravilno putanjama odredjenim prirodom*" i proročanskim pogledom u budućnost tvrdi da će se potomstvo začuditi da njegovo doba nije poznavalo istine tako očigledne.

Kod Seneke se nalazi i prva beleška o tome da se zvezde i slabog prividnog sjaja vide kroz rep kometa kada one prolaze ispred zvezda. Seneka daje i podatke o velikoj kometi iz 145. godine n.e. koja je svojim sjajem kao Sunce pred sobom rasterivala tamnu noć. U svom delu navodi kako Apolonije Mnidjanin tvrdi da se komete kreću kao planete, samo im je putanja izduženija. Dalje, Apolonije piše da je kometa za nas nevidljiva dok je daleko u vasioni, a postaje vidljiva kada nam se približi. Zatim, on proročanski konstatuje da će doći vreme kada će kretanje kometa biti poznato i kada će se njihovo kretanje pokoravati zakonima kao i kretanje planeta.



SLIKA 49 - Crtež komete nad Jerusalimom 66. godine n.e.

KOMETE I ASTROLOGIJA

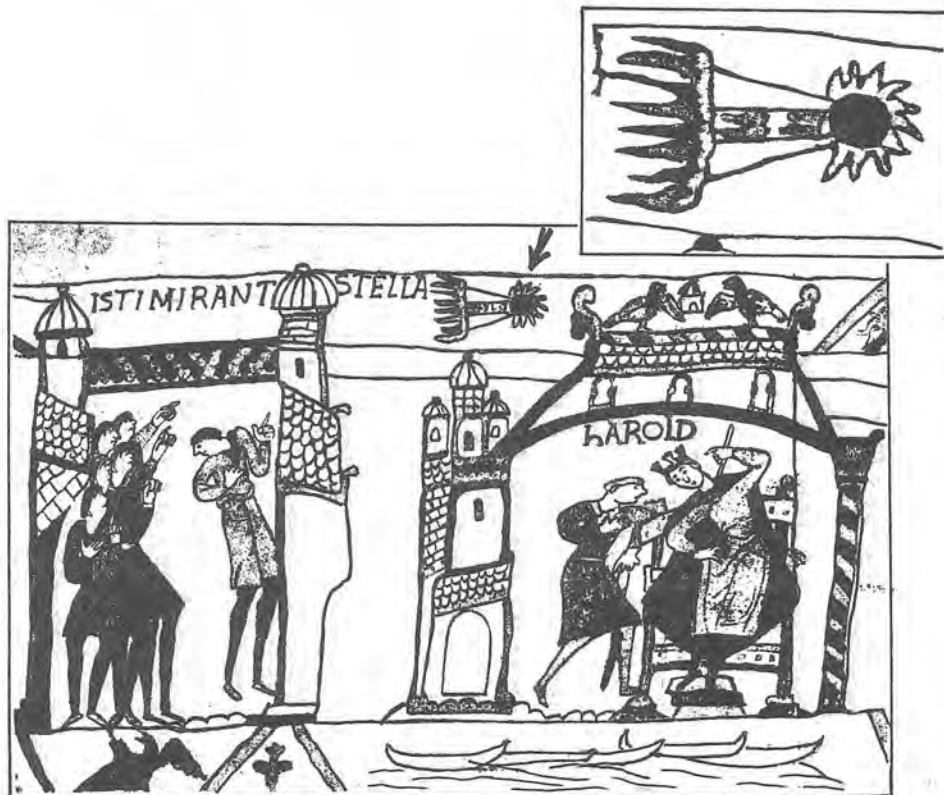
Pojava kometa kroz istoriju pružila je mogućnost astrolozima za njihova proricanja budućnosti. Veličanstvena jednodukost kretanja nebeskih tela iznenada se poremeti pojavom kosmate komete čiji neobičan izgled je davao utisak pojave nadprirodnog posetioca. Čudjenje i strah ne samo običnih ljudi već i vladara bili su izvanredna prilika astrolozima za njihova proricanja. Stari pisci su opisivali komete i predstavljali užasnim slikama raznih oblika kao što su: koplje, sablje, konjska griva, odsečena glava, nakostrešena brada i dr.

Od rimskog cara Nerona koji je vladao od 54 - 68. g.n.e. sve do Katarine Mediči u XVI veku, većina careva, kraljeva i prinčeva imali su svoje lične astrologe. Neronov astrolog Babilus uverio je cara da je jedna kometa predskazala smrt Klaudija, ali Neron time nije bio zabrinut. Bez naročitog uzbudjivanja Neron je čitao o tome kako se pre smrti Vespazijana pojavila jedna kometa koja se mogla posmatrati duže vreme i da se grob Avgusta otvorio sam od sebe. Kada su ga lekari savetovali da je napadnut od jedne opasne bolesti i da treba da se odmori, on je nastavio da živi uobičajenim životom i da obavlja državne poslove, govoreći: *"Car treba da umre stojeći"*. Videći nekoliko svojih dvorjana kako leže ispod komete koja se pojavila dve godine pre njegove smrti, Neron je kroz smeh rekao: *"Ova kosmata zvezda ne gleda mene, ona više preti kralju Parthesu, budući da on ima kosu a ja sam ćelav"*.

Istoričar Jozef piše da je kometa koja se pojavila četiri godine pre razaranja Jerusalima a dve godine pre Neronove smrti, sijala sjajem crvenim kao krv koji se prelivao u žutu i modru boju. Kasnije je utvrđeno da je to bila Halejeva kometa koje se posle 11. godine p.n.e. ponovo pojavila 66. godine n.e. Na slici 49 je prikazan crtež ove komete nad Jerusalimom 66. godine n.e. koji je dat u jednoj knjizi iz XVII veka.

POJAVA HALEJEVE KOMETE OD POČETKA NOVE ERE DO POČETKA XVIII VEKA

Razmotrili smo neke interesantnije komete koje su se pojavile u razmacima od 8 povrataka Halejeve komete za period vremena od njene prve zabeležene pojave 239.g.p.n.e. do prve pojave u novoj eri 66. godine. Sada ćemo razmotriti pojave nekih kometa vezanih



SLIKA 50 - Crtež Halejeve komete iz 1066. koju posmatra upaničena grupa ljudi i kralj Harold sa svojim savetnikom (tapiserija, Baje)

za izvestan istorijski događaj u periodu od 66. do 1705. godine, za koje vreme se Halejeva kometa pojavila 20 puta. Polazeći od 66. godine i dodajući 75-77 godina, mogu se dobiti sve godine pojave Halejeve komete u tom periodu.

U srednjem veku, kada je sujeverje dostiglo vrhunac, čudesima antičkog doba, vezanim za pojavu komete, dodata su nova. Opisivanje nekih komete u srednjem veku bilo je toliko fantastično, da nadmašuje sve što se može zamisliti.

Pojave komete 336. prilikom smrti cara Konstantina, 453. prilikom smrti Atila i 455. godine prilikom smrti pape Valentijana III smatrane su kao znamenja ovih istorijskih događaja.

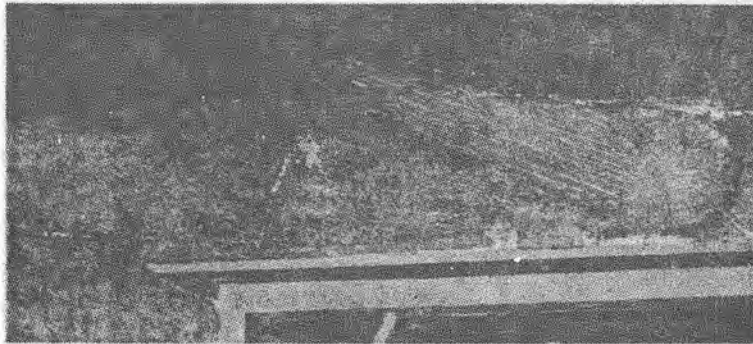
Najstariji evropski prikaz Halejeve komete je crtež koji prikazuje njen izgled u toku 684. godine n.e. (slika 48). Nalazi se u poznatoj hronici "*Nuremberg Chronicles*", izdate 1439. godine. Ovaj crtež "repate zvezde" karakterističan je za prikaz izgleda komete u srednjem veku.

Postoji verovanje da se na dan smrti Karla Velikog 814. godine pojavila jedna kometa u obliku Meseca, koja je ličila na čovka bez glave.

Prva pojava Halejeve komete spomenuta u istoriji Francuske bila je 837. godine, za vreme vladavine Luja I Dobročudnog. Anonimni hroničar toga vremena, nazvan "*Astronom*", na kraju svoje hronike piše: "*Usred svetlih dana Uskrsa, jedan fenomen uvek koban i tužnog predskazanja pojavio se na nebu. Čim je car, veoma osetljiv na takve fenomene, opazio kometu, više nije imao mira. Rekao je da ovaj znak najavljuje promenu vladavine i prinčevu smrt*". Pitao je za savet biskupe i oni su mu odgovorili da treba da se moli, da gradi crkve i osniva manastire, što je i učinio, ali je umro tri godine docnije.

Prilikom smrti poljskog kralja Boleslava I (1024), francuskog kralja Roberta II (1033), poljskog kralja Kazimira (1058) i francuskog kralja Henrija I (1060), pojavile su se komete koje su smatrane predznakom ovih istorijskih događaja.

Halejeva kometa ponovo se pojavila 1066, u vreme kada je normandijski kralj Vilijem Osvajač osvojio Englesku. Hronolozi toga vremena su pisali: "*Normani predvođeni kometom osvojili su Englesku*". Kraljica Matilda, supruga Gijoma, diveći se ovoj pojavi naivno je 1070. godine predstavila ovu kometu na čuvenoj tapiseriji iz katedrale u Bajeu (*Bayeaux*, Francuska - Normandija). Na lanenom



SLIKA 51 - Prvi realistički prikaz Halejeve komete, crtež je poznatog italijanskog slikara Đota, 1301.

platnu vezenom vunom, širine 50cm i dužine 7034cm. Ova tapiserija, jedino svedočanstvo iz toga vremena, kao neki strip prikazuje: početak normanskih osvajanja Engleske, epizode iz života kralja Harolda II (engleskog), njegovo neverstvo prema kralju Vilijemu, prelazak kralja Vilijama preko Lamanša i pobjedničku bitku kod Hestingsa 1066. godine. Verovatno najčuvaniji detalj sa ove tapiserije je crtež Halejeve komete, koju posmatra upaničena grupa ljudi i kralj Harold sa svojim savetnikom (slika 50). Kraljevi Engleske od tada nose u svojoj kruni znak u obliku cveta, koji je po njihovom verovanju, imao najveći uticaj na pobjedu.

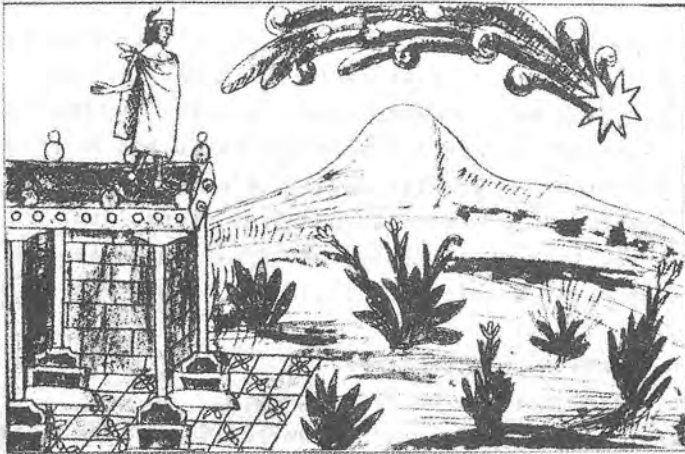
Prilikom smrti pape Aleksandra III (1181) i kralja Engleske Ričarda I (1189) takodje su se pojavile komete.

Istoričar Nisetas priča o strašnom izgledu komete koja se pojavila 1182.: "Pošto su Latini bili iz Konstantinopolja, Andronik nije mogao da se oslobodi prividjenja žrtava i strašila. Kometa koja se pojavila na nebu ličila je na vijugavu zmiju koja se čas ispružala čas skupljala u samu sebe, a čas, na veliki užas posmatrača, otvarala ogromne čeljusti; bila je u stanju da proždire". Ovaj fantastični opis pokazuje dokle sve dopire mašta ljudi kada posledice ratnih žrtava i razaranja povežu sa pojavom komete na nebu.

Komete koje su se pojavile prilikom smrti kralja Filipa-Avgusta (1223), cara Frederika (1250), pape Inoćentija IV (1254) i pape Urbana (1264), smatrane su vesnicima ovih istorijskih događaja.

Prvi, realistički prikaz Halejeve komete nacrtao je poznati italijanski slikar Giotto (Giotto di Bondone, 1267-1337). On je na fresci "Poklonjenje kraljeva" u kapeli Skroverni u Padovi, kao "Vitlejemska zvezda" nacrtao Halejevu kometu, kako se videla iz Italije krajem leta 1301. godine (slika 51).

Navedimo još jedan interesantan događaj koji ilustruje verovanje u postojanje veze između pojave komete i života na Zemlji. Viskonti, vojvoda od Milana, bio je bolestan kada se pojavila kometa 1402. čim je video fatalnu kometu, počeo je da očajava za svoj život, govoreći: "Jer, naš otac na smrtničkoj postelji nam je otkrio da prema svedočanstvima njegovog astrologa, u vreme naše smrti slična kometa treba da se pojavi sa trajanjem od osam dana. Izražavam zahvalnost bogu što je želeo da se moja smrt objavi ljudima ovim znakom nebeskim". Njegova bolest se pogoršala i on je uskoro umro.



SLIKA 52 - Actečki crtež komete iz 1518. godine



SLIKA 53 - Crtež položaja Haljeve komete iz 1456.godine
(Paolo Toskaneli)

Pored zapisa i crteža kometa iz Evrope i Azije postoje sačinava svedočanstva o pojavi kometa iz Amerike u zapisima Inka i Acteka. Međutim, evropski osvajači su "u ime hrišćanstva" spaljivali "paganske knjige" starosjedelaca, tako da ih je vrlo malo sačuvano. Od vrlo skromnog materijala do danas je samo mali deo dešifrovan i stručno obradjen. Na slici 52 prikazan je astečki crtež komete iz 1518. godine. Ispod slike je actečki sveštenik zapisao da je kometa bila tako sjajna da se videla u sred dana. Te godine iz Amerike se videlo na nebu nekoliko sjajnih kometa, što su sveštenici protumačili kao veoma loš predznak. Iduće godine španska vojska pod komandom Kortesa (*H. Cortes, 1485-1547*) iskrcava se na Jukatenu i počinje osvajanje "Novog sveta". Kroz nekoliko godina Actečko carstvo više nije postojalo.

POJAVA HALEJEVE KOMETE I ŠOK EVROPE

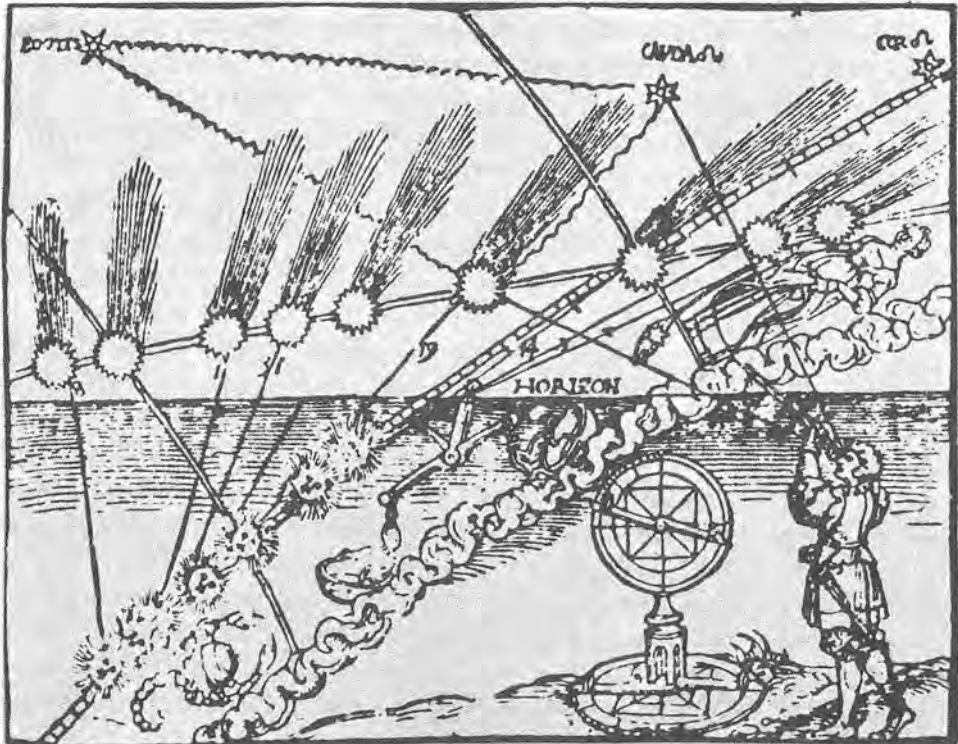
Jedna od najpoznatijih i najslavnijih pojava Halejeve komete bila je 1456, tri godine posle turskog osvajanja Konstantinopolja. Širom Evrope se pričalo o strahotama koje su izvršili Turci: crkva Svete Sofije, u ono vreme najveća hrišćanska crkva, pretvorena je u džamiju, hrišćanski narod je pobijen ili odveden u zarobljeništvo, tako da se strepelo za spas i opstanak hrišćanstva. I baš tada, kada je cela Evropa bila u šoku od uzbuđenja, oko 27. maja 1456. pojavila se Halejeva kometa. Istoričari toga vremena su pisali da je kometa bila velika i strašna, njen rep je zahvatao dva nebeska znaka, odnosno 60° , imala je sjaj boje zlata i ličila na lelujavi plamen.

Na slici 53 prikazan je crtež položaja Halejeve komete iz 1456. godine, čiji je autor Paolo Toskaneli (levo je sazveždje *Op-hiuchus - Nosač zmije*, u sredini *Corona Borealis - Severna kruna*, a desno *Bootes - Volar*). /*Biblioteca Nazionale Centrale, Firenca/*

Smatralo se da pojava ove komete predstavlja neki božanski gnev i da ona povećava strah od rata. U tako velikoj opasnosti papa Kalikst III je zaklinjao sve hrišćanske vladare da ujedine snage protiv invazije muslimana. Pozvao je vernike da se mole svom žestinom, naredio da zvone crkvena zvona u podne i da se pevaju psalmi. Naime, papa Jovan XXII je još 1318. ustanovio večernju Andjeliku, na kojoj se recituju "andjeoski pozdravi"; 1456. godine ustanovljena je podnevna Andjelika, čiju je upotrebu konačno potvrdio LUI XI 1472. godine. Običaj da crkvena zvona zvone u podne zadržao



SLIKA 54 - Merenje daljine komete od zvezda
pomoću Jakovljeveg štapa



SLIKA 55 - Crtež na kome je prikazan P.B.Apijanus kako Jakovljevim štapom
meri na nebu položaj komete (1531)

se do danas.

Ova pojava Halejeve komete imala je snažan uticaj na ljudsku maštu, izazivajući divljenje ili užas. Kao u ranom srednjem veku, tako i sada na pragu renesanse, kometa je upoređivana sa vatrenim mačevima, plamenim noževima, krvavim krstovima, bacačima plamena, zmajevima, azdajama, čudovištima otvorenih česljasti itd.

MERENJE UDALJENOSTI KOMETE OD ZVEZDA

Regiomontan i Valter sa Valterove opservatorije vrše prva prava astronomska osmatranja iz Evrope, posmatrajući kometu koja se 21. januara 1472. toliko približila Zemlji da je u toku noći prešla luk od 40° na prividnoj nebeskoj sferi. U jednom trenutku ova kometa se našla na pravoj liniji između dve zvezde nekretnice. Oni su pomoću Jakovljevog štapa (slika 54) izmerili daljine komete od zvezda i izračunali kometine koordinate, koje su kasnije Halej i Ložije iskoristili pri računskom određivanju kometine putanje oko Sunca. Za paralaksu komete Regiomontan je našao 3° , što je malo verovatno, jer bi to odgovaralo daljini komete od Zemlje samo oko 130 000 km.

Jakovljev štap, koji je ranije pronadjen, Regiomontan je nazvao *Radius astronomicus* (neki su ga nazivali i "*krstasto merilo*"), a koristio ga je i za druga stronomska merenja: merio je prividni prečnik komete i određivao uglovne daljine planeta od zvezda nekretnica. Pre uvođenja sekstanta *Radius astronomicus* bio je osnovni instrument u navigaciji.

Kao što se vidi, pored verovanja u čuda i sujeverje u vezi sa pojavama kometa, u doba renesanse otpočelo je i njihovo naučno istraživanje i merenje, o čemu će još biti reči u daljem izlaganju.

NAPADI NA ASTROLOŠKA TUMAČENJA POJAVA KOMETA

Komete su se pojavile i prilikom smrti Karla Neustrašivog (1476), Filipa Lepog, oca Karla V (1505), kralja Francuske Fransoa II (1560) i dr.

U delu "*O nebeskim čudovištima*", slavni hirurk Ambroaz Pare opisao je najživljim i najužasnijim bojama kometu iz 1528. godine: "*Ova kometa je bila tako strašna i tako čudnovata, i unosila je veliki strah u narod, da su neki umirali od straha, drugi su padali bolesni.*"

Ona se pojavila čias izdužena, a zatim skupljena u krvavoj boji; na vrhu se videla slika izlomljene ruke; držeći ogroman mač u šaci, kao da želi da njime udari. Na kraju ruba ima tri zvezde. Na krajevima zraka ove komete vidi se veliki broj sekira, bodeža, okrvavljenih mačeva, među kojima se vidi veliki broj ružnih ljudskih lica, sa nakostrešenom bradom i kosom". Slično je bilo i sa kometom iz 1577. koja se pojavila u čudnom obliku, tako da je i među najozbiljnijim piscima zavladao strah, pa su tražili spas. Poznati švajcarski alhemičar i lekar Paracelzus u XVI veku uverava da anđjeli šalju komete da opomenu ljude.

Iz dosadašnjeg izlaganja se vidi kako se mašta ljudi raspiruje kada suviše veruju svojim očima. Nejasne slike se u mašti dopunjuju i tako se dolazi do čudovišta koja izazivaju neosnovani strah ljudi. Na primer, dok se možemo diviti vernoj reprodukciji komete iz 1520. godine, naivni crtež armije vidjene na nebu u istoj eposi deluje zastrašujuće. Opisi kometa iz 1528. i 1577. delovali su zastrašujuće čak i na poznate ljude, tako da se verovalo u skorašnji smak sveta, pa su mnogi svoja dobra poklanjali manastirima.

Ipak, krajem XVI i tokom XVII veka otpočeli su žestoki napadi na astrološka shvatanja o pojavama kometa.

U XVI veku, početkom vladavine Luja XIV, Gasendi (*Pier Gassendi, 1592 - 1655*) govorio je: "Da, komete su stvarno strašne, ali za našu glupost. Mi izmišljamo objekte straha i nezadovoljni realnim, dodajemo maštom".

Jedan vek docnije, 1677, govorio je Erazmos: "Daj bože da ratovi nemaju drugi uzrok nego ljutnju careva izazvanu nekom kometom. Jedan vešt lekar, sa nekoliko doza biljnog ribarba, ponovo bi uskoro doneo slast mira!"

U memoarima o pojavi komete iz 1607. slavni astronom i fizičar Kepler kaže da smatra da se komete kreću pravim linijama, a ne kružnim kao planete. On i dalje smatra da su komete isparenja koja dolaze sa Zemlje i ostalih planeta.

Razumljivo je da su posle ovakvih izjava autoriteta kao što je bio genijalni Kepler proučavanje kometa i njihovog kretanja izvesno vreme prilično zanemarena. Pogrešna Keplerova mišljenja mogu se objasniti time što on kao tvorac heliocentričnog sistema i odličan poznavalac kretanja u Sunčevom sistemu nije mogao da prihvatiti iznenadne pojave nebeskih tela koja bi se kretala po eliptičnim putanjama.

U XVII veku postojalo je verovanje da su komete realni nebeski



SLIKA 57 - Crtež velike komete iz 1577. na nebu iznad nemačkog grada Augzburga (Valentin Šenik)



SLIKA 58 - Izgled velike komete nad Pragom 12. novembra 1577. (crtež Petra Kodivilusa)

objekti koji dolaze na Zemlju sa ciljem da učine neko zlo. Na primer, kralj Portugalije Alfons VI, kada je čuo 1664. da dolazi kometa, (slika 62), pojurio je na terasu, napao kometu ružnim rečima i zapretio revolverom, ali je kometa nastavila svoj put.

Zahvaljujući najpre naporima Tiho Brahea, zatim Njutna i Haleja, a naročito savremenim astronomima, kretanje kometa postavljeno je u rang kretanja planeta.

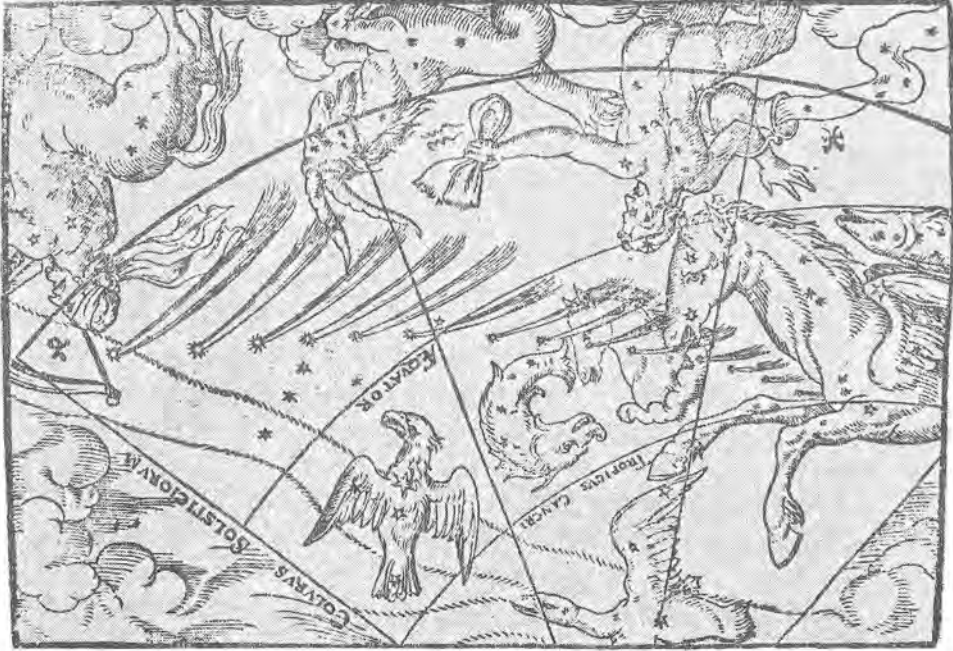
POSMATRANJA KOMETA KOJA SU OMOGUĆILA OTKRIĆE NJIHOVE PERIODIČNOSTI

Ovde će se razmotriti važnija posmatranja kometa u periodu 1531 - 1681, i to naročito ona koja su doprinela otkriću periodičnosti kometa.

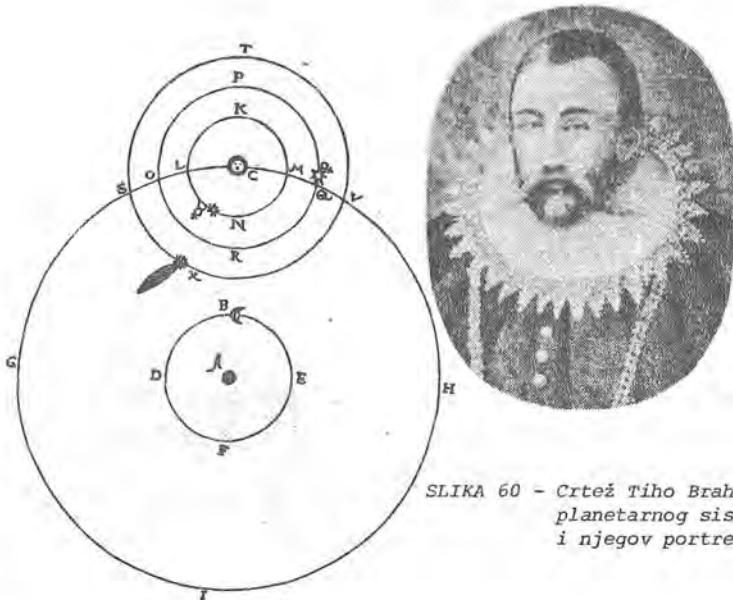
U istoriji je zabeleženo da je Petar Binević (*Peter Biene-witz - Apianus, 1495 - 1589*), profesor matematike u Ingolštatu, posmatrao komete 1531, 1532, 1533, 1538. i 1539. godine. Na slici 55 dat je crtež na kome je prikazan P.B. Apianus kako Jakovljevim štapom meri položaj komete iz 1531. godine. Ova posmatranja su omogućila Haleju da otkrije periodičnost kometa, a time i njihovu pripadnost Sunčevom sistemu. Sem toga, posmatrajući ovu kometu Apianus je prvi zaključio da je rep komete usmeren suprotno od Sunca, što je napisao 1540. god. u knjizi "Astronomical Caesareum", opširnom izveštaju o svojim posmatranjima komete u toku 1531. godine (slika 56). Ovu kometu, koja je kasnije nazvana Halejevom, posmatrao je takodje 1532. i 1533. Žerom Frakastor, lekar, pesnik i astronom - popularizator.

Na slici 57 dat je crtež Valentina Šenika (*Schönigk*) velike komete iz 1577, iznad nemačkog grada Augzburga (oko 50 km severozapadno od Minhena). Kometa je imala grandiozne razmere, pa je njen impresivan izgled prikazan na mnogim crtežima. Na slici 58 je crtež Petera Kodiciłusa koji je nacrtao izgled ove komete nad Pragom 12. novembra 1577.

Kometu je otkrio poznati češki astronom Tadeuš Hajek (1529-1600) 1. novembra 1577, a bila je vidljiva sve do 26. januara 1578. Na slici 59 prikazan je Hajekov crtež položaja komete na nebu kao i razvoj repa za period njene vidljivosti iz Praga. Crtež se nalazi u knjizi "*Descriptio cometarum*" izdate u Pragu 1578. godine. Poznati i čuveni danski astronom Tiho Brahe je opazio ovu kometu uveče 13. novembra, i od tada je redovno posmatrao



SLIKA 59 - Hajekov crtež položaja komete nad Pragom i razvoj njenog repa od 1.XI 1577. do 26.I 1578.



SLIKA 60 - Crtež Tih Braheovog planetarnog sistema sveta i njegov portret

sve do kraja januara 1578. Svoja posmatranja opisuje u jednom spisu 1583, u kome pored razmatranja o kometi iznosi i formulaciju svog sistema. Spis je poslao svojim prijateljima pet godina doznije. Tiho Brahe pokušava da na osnovu svojih posmatranja odredi daljinu ove komete, ali u tome nije uspeo. Konstatovao je da se kometa kreće putanjom koja leži daleko izvan Mesečeve putanje, da kometске putanje nisu putanje čvrstih tela i da ne presecaju putanje planeta kao što se ranije verovalo. Na slici 60 je crtež Tiho Braheovog planetarnog sistema sveta sa, po njegovom mišljenju, putanjom komete iz 1577. U središtu (A) nalazi se Zemlja, oko nje je putanja Meseca (BDFE) i Sunca (CGIH). Oko Sunca (C) nalaze se putanje Merkura (NMKL), Venere (QPOR) i komete (XVTS). Astronomi Cizat, Kristijan i dr. koriste prvi put durbin da bi ispitali strukturu druge komete koja se pojavila pred kraj 1618. I pored svih nedostataka tadašnjih durbina, svi posmatrači se slažu da se od polovine decembra jezgro komete raspalo na više delova.

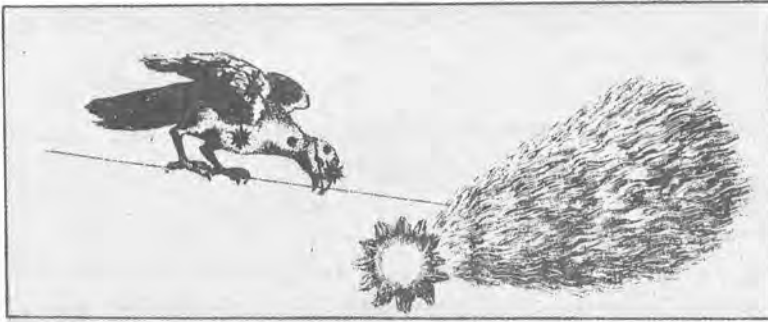
Astronomi i fizičari Snel, Cizat, Kepler i Vandelin, nezavisno jedan od drugog, primetili su i registrovali talasanja u repu velike komete koja se pojavila u toku 1618.

U Londonu je 1668. štampana Hevelijusova knjiga *Cometographia, cometarum naturam et a mundo condito historiam exhibens* (Kometografija koja izlaže prirodu kometa i istoriju svega od postanka sveta). Na slici 61. prikazana je naslovna strana ove knjige. U njoj Hevelijus navodi da su putanje svih kometa u blizini svojih perihela povijene, a ne pravolinijske, kao što je to tvrdio Kepler a izvesno vreme i sam Hevelijus. Hevelijus čak dolazi na ideju da putanje kometa mogu biti i parabolične, ali nije potvrdio da se u njihovoj žiži nalazi Sunce. Jedan deo knjige posvećen je pojavi sjajne komete koja je posmatrana od 16. decembra 1652. do 10. januara 1653.

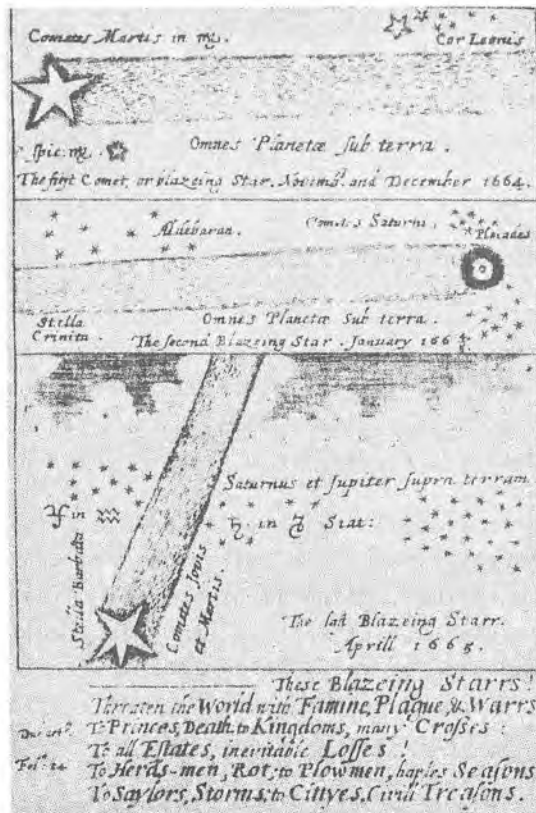
Na slici 62. prikazana je sjajna kometa iz 1664, koja se mogla posmatrati puna četiri meseca: od 18. novembra 1664. do 20. marta 1665. Crtež se nalazi na jednoj nemačkoj gravuri iz XVII veka. Na slici 63 su crteži Džona Gedberija (*John Gedbury*) iz Londona, koji je napisao da je pojava ove komete bila predznak pojave kuge koja je harala u Londonu 1665. godine. U spisu o ovoj kometi: *Del movimenta della cometa, apparsa il mese di dicembre 1664. spiegata in una lettera*, italijanski fizičar, matematičar i astronom Đovani Alfonso Boreli (*G.A. Borelli, 1608-1679*) piše 1665 da putanja komete ne



SLIKA 61 - Naslovna strana Hevelijusove knjige štampane u Londonu 1668.



SLIKA 62 - Crtež sjajne komete iz 1664. na jednoj nemačkoj gravuri iz XVII veka



SLIKA 63 - Crtež komete iz 1664. koji je izradio Džon Gedberi u Londonu

može biti prava linija, kako su tada neki smatrali, već da je to kriva linija slična paraboli.

KOMETA KOJA JE ISTOVREMENO ZAPANJILA SVET I UŠLA U ISTORIJU ASTRONOMSKE NAUKE

Georg Samuel Derfel (*Georg Samuel Dörfel, 1643-1688*), astronom amater iz Gornje Saksonije, otkrio je kometu iz 1680. koju je zatim revnosno posmatrao od 22. novembra 1680. do kraja januara naredne godine. U svojim spisima iz 1681. i 1682. on analizira sopstvena posmatranja i prvi grafički prikazuje da je putanja komete parabola, čija se žiža nalazi u Suncu.

Poznati švajcarski matematičar Jakob Bernuli (*Jakob Bernoulli, 1654-1705*) u svojim spisima predstavlja komete kao pratilice planeta dalje od Saturna. Na osnovu ove pretpostavke i posmatranja obavljenih golim okom između 4. XII 1680. i 17. II 1681, nalazi da perioda komete iz 1680. iznosi 38 godina i 147 dana. Ova čuvena kometa oz 1680 /II, 2; 1680/ ostavila je dubok utisak na sve ljude i izazvala neopisiv strah. čak je i Bernuli govorio da telo komete nije znak božjeg gneva, ali bi to mogao biti njen rep. Poznati francuski astronom i veliki popularizator astronomije Kamij Flammarion našao je među kartonima nacionalne biblioteke Pariza jedan bakrorez sa nazivom: "*Neobično čudovište, kako je u Rimu jedna kokoška snela jaje na kome je bila ugravirana slika komete*". Bakrorez je predstavljao jaje u raznim vidovima i data je legenda koja označava da je bakrorez napravljen u leto, "*overen od Pape i švedske kraljice*".

Kakav je užas izazvala ova kometa kada se pojavila 1680., saznaje se iz sačuvanih pisama i hronika toga vremena.

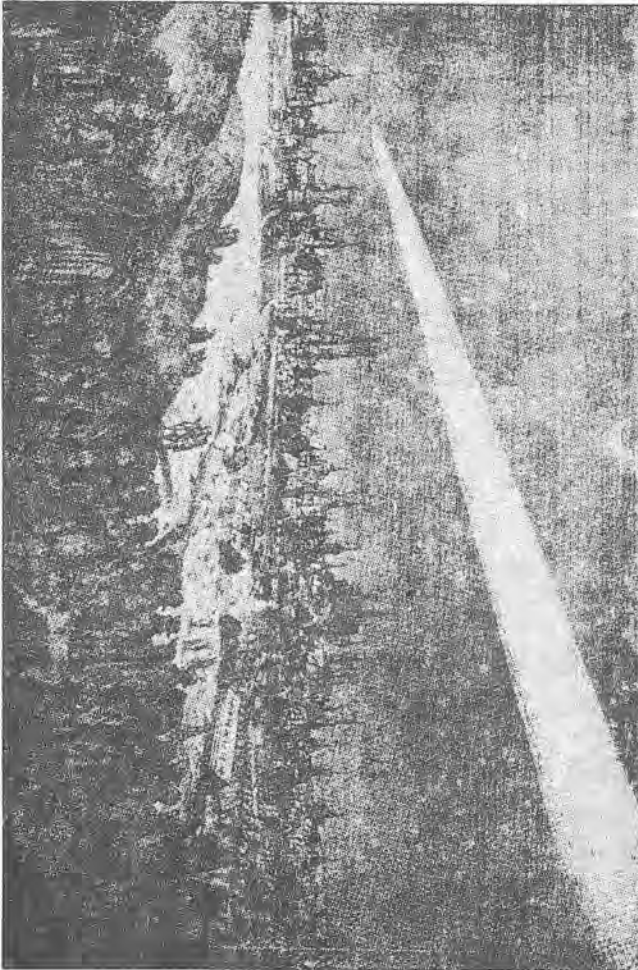
Drugog januara 1681, gospodja od Sevinje pisala je grofu Bisiu: "*Imamo ovde jednu kometu, koja je veoma raširena: to je najlepši rep koji je moguće da se vidi. Svi veliki ljudi su alarmirani i verovali su da ih potpuno prekriveno nebo opominje ovom kometom. Priča se, kada je kardinal Mazaren bio razočaran lekarima, njegovi dvorjani su verovali da on treba svoju agoniju da posveti jednom čudu i govorili su mu da će se pojaviti jedna velika kometa koja će ga uplašiti. On je imao snage da im se ruga, pa im je govorio sa zadovoljstvom da komete njemu čine veliku čast. Zaista, trebalo bi reći kao i on, da ljudska gordost ima suviše časti da bi se pomislilo*

da komete imaju veliko učešće kada treba da se umre."

Kraj pisma jasno pokazuje da je sujeverje vezano za pojave kometa sticalo sve veći broj protivnika. Međutim, njegovi koreni su tako duboki, da se održalo sve do našeg vremena. Sujeverni velikani sa dvora Luja XIV nisu bili tako mudri kao Mazaren, već su pojavu komete opisali na zastrašujući način. U hronikama toga doba između ostalog može se pročitati: "Svi đurbini bili su upereni u nebeski svod, jedna kometa koja još nije vidjena u moderno vreme zaokupila je danju i noću naučnike Akademije nauka. Strah je veliki u gradu; zastrašeni duhovi videli su u ovom znaku novi potop, u očekivanju se govorilo da se voda uvek najavi vatrom. To mi je izgledalo kao pravi dokaz, kaže hroničar, iako se M. Kasini veoma trudio da mi to potvrdi. Dok su zastrašeni pravili testamente, predviđajući smak sveta, zaveštavajući svoja dobra manastirima, dvor se uzrujano i veoma znatiželjno raspitivao da li je kometa objavila smrt neke velike ličnosti, kao što je objavila govorili su, smrt velikog rimskog diktatora. Neki su se veoma rugali ovom mišljenju; brat Luja XIV, koji se verovatno bojao da će najednput postati Cezar, jetko je povikao: "Eh gospodo, vi o tome govorite kako vam odgovara, vi niste vladari!"

Kao što se vidi, dok su jedni u to vreme pojavu komete smatrali prirodnom, drugi su je smatrali natprirodnom pojavom. Bilo je i takvih koji su proučavali komete na naučnoj osnovi, a istovremeno njihovu pojavu tumačili na bazi sujeverja. Takav je bio, na primer, savremenik Njutnov, englez Vinston, teolog i astronom. On je pojavi komete 1680. pripisao potop, zasnivajući to na matematičkim računima koji su toliko apstraktni, koliko su malo zasnovani. Vinston je 1696. objavio *Teoriju zemlje* u kojoj je nameravao da dejstvom jedne komete objasni geološku revoluciju i događaje koji pričaju o postanku sveta. Njegova teorija je bila najpre potpuno hipotetična i nije se odnosila ni na jednu posebnu kometu. Međutim, kada je Halej izračunao putanju komete iz 1680, i za njenu periodu dobio 575 godina, Vinston je to iskoristio i vraćajući se unazad ustanovio datume pojave te komete do antičkog doba*. Utvrdivši da su hroničari toga vremena govorili o poplavama, teološki astronom se nije dvoumio da potvrdi svoju teoriju. Kometi je pripisao ne samo

* Kasniji precizniji proračuni su pokazali da ova kometa ima mnogo veću periodu, čak oko 900 godina /II, 2; 1680/.



SLIKA 64 - Crtež komete iz 1680.

ulogu uništenja ljudskog roda vodom, već i vatrom, pri njenom povratku u budućnosti. Govorio je: "Kada je čovek zgrešio, jedna mala kometa je prošla veoma blizu Zemlje, presecajući koso ravan njene putanje, tako da je Zemlja dobila rotaciono kretanje. Bog je presudio da je čovek grešio i njegovi zločini, koji su prevršili meru zahtevaju strašnu kaznu. Prema tome je on pripremao trenutak stvaranja jedne komete koja treba da bude sredstvo njegove osvete. Ova kometa je ona iz 1680."

Vinston je u svom istraživanju pojava kometa pošao pravilnim putem, pa je koristeći matematiku i prve izveštaje i otkrića periodičnosti kometa pokušao da reši ovo teško pitanje. Međutim, ubrzo je prevladalo njegovo teološko obrazovanje i on je, skrenuvši sa naučnog puta u istraživanju prirodnih pojava, zaplovio u sujeverje. Da bismo videli dokle ide glupost religiozno obrazovanog čoveka, čak i kad se bavi astronomskim pojavama, pozabavićemo se još malo Vinstonovim izlaganjem, i to onim delom u kome govori o posledicama sudara komete i Zemlje.

"... čudovišna plima se sručila ne samo na moru, već i na one koji su se nalazili iznad čvrste Zemljine kore. Planinski lanac Armenije, Planine Gordijena, koji su se nalazili najbliže kometi, u sudaru se se pomerili i rascepili. I tako su bili prekinuti izvori vode. Ovde se nesreća nije zaustavila. Atmosfera i rep komete pogodili su Zemlju i njenu čistu atmosferu, sručile su se bujeice koje su padale 40 dana; i tako su bili otvoreni svi vodopadi neba." Dubina vodene bujice prema Vinstonu bila je blizu 10km. I sada, može li kometa koja je prvi put potopila ljudski rod opet doći i spaliti nas pri jednom drugom susretu? Vinston se nije nimalo kolebao da odgovori: "Ona će doći iza nas, usporiti kretanje naše Zemlje i promeniti njenu putanju. Zemlja će biti pomerena blizu Sunca, ona će tu biti izložena toploti ekstremnog intenziteta: ući će u požar. Najzad, posle vladanja svetaca za vreme od hiljadu godina na obnovljenoj Zemlji posle požara, učiniće ponovo Zemlju mogućom za život po volji božanskoj. Poslednja kometa će doći i uništiti Zemlju, Zemljina putanja će se izvanredno izdužiti i Zemlja će posle komete koja će ponovo doći prestati da bude mesto gde se može živeti."

Flamarion je u svojoj popularnoj astronomiji ove Vinstonove gluposti propratio rečima: "Posle ovoга ne može se reći da komete ne služe ničemu!"

Vekovna posmatranja kometa od najdavnijih vremena ne potvrđuju mišljenja Vinstona, a mišljenje naučnika o mogućnosti sudara komete i Zemlje i posledicama ovog sudara već je razmatrano.

O kometi iz 1680. napisano je mnogo knjiga, tako da ona spada u jednu od najpoznatijih kometa u istoriji. Na slici 64. prikazan je crtež ove komete koja je imala rep grandioznih razmera. Od nje će postati čuvenija samo kometa koja se pojavila 1682, a koja je kasnije nazvana Halejeva kometa.

EDMOND HALEJ I NJEGOVA KOMETA

Edmond Halej (*Edmund Halley*) bio je čovek širokog interesovanja, bio je kapetan kraljevske mornarice, vojni inženjer, geofizičar, pronalazač i industrijalac, matematičar i astronom.

Rodio se 1656. u porodici bogatog industrijalca iz okoline Londona. U 17-toj godini upisuje se na Oksfordski univerzitet, gde ga od svih nauka najviše privlači astronomija. Otac mu kupuje teleskop (tzv. astronomsku trubu, dužine 7,3m) i veliki sekstant, sa kojima mladi Halej provodi mnogo vremena posmatrajući nebeska tela. U 19-toj godini u *Transakcijama* Kraljevskog udruženja objavljuje svoj prvi naučni rad *Neposredan i geometrijski način određivanja afela i ekscentriteta planetnih orbita*. Rad veoma povoljno ocenjuju tadašnji naučni autoriteti, pa Haleju donosi visoko mesto u naučnim krugovima.

Godine 1676. Halej počinje da radi na dopuni Zvezdanog kataloga Tiha Brahea (prvo izdanje 1592, sa 777 zvezda, a dopunjeno izdanje 1595-1597, sa ukupno 1000 zvezda nekretnica). Medjutim, kako su se na severnoj Zemljinoj polulopti ovim poslom već bavili Flamstid (na Griničkoj opservatoriji) i Hevelijus (na opservatoriji u Dancingu), Halej odlučuje da otputuje na južnu poluloptu i da tamo prvi izmeri položaj južnih zvezda (koje se ne vide sa severne polulopte). Radi ovoga Halej 1677. odlazi na ostrvo Sveta Jelena, gde ostaje punih 18 meseci. Ovo ostrvo će ući u istoriju nekoliko vekova kasnije kao mesto Napoleonovog zatočeništva (1815-1821). Na Sv. Jeleni Halej prvi određuje položaj za 341 zvezdu Južnog neba, a pri povratku u Englesku rezultate ovih merenja objavljuje 1679, u radu *Catalogus stellarum ausralius seu supplementum catalogi Tychonici*. Za vreme boravka na Sv. Jeleni, 7. novembra 1677, Halej prvi među astronomima obavlja posmatranje Merkurovog prolaza ispred Sunca i

tada dolazi na ideju da bi se Venerini prolazi (koji su češći od Merkurovih) mogli koristiti za mnogo tačnije određivanje Sunčeve paralakse nego postojećim metodama (tačno poznavanje Sunčeve paralakse ustvari znači i mnogo tačnije poznavanje rastojanja Zemlja-Sunce).

Za veoma uspešan rad obavljen na Sv. Jeleni 1679 (u 23-ćoj godini) Halej dobija na Oksfordskom univerzitetu naučni stepen *Master of Arts*. Iste godine odlazi u posetu Hevelijusu i njegovoj čuvenoj opservatoriji u Dancigu (Danas Gdanjsk u Poljskoj). Ovom posetom i pojavom sjajnih kometa 1680. i 1682. Halej se zainteresovao za ova nebeska tela. Narednih godina baviće se najviše kometama. Zanimljivo je da je on bio poslednji posetilac na Havelijusovoj opservatoriji; nekoliko meseci kasnije jedan nezadovoljni činovnik podmetnuo je požar i opservatorija je ozgorela do temelja. U požaru je stradao i dobar deo posmatračkog materijala od neprocenjivog naučnog značaja.

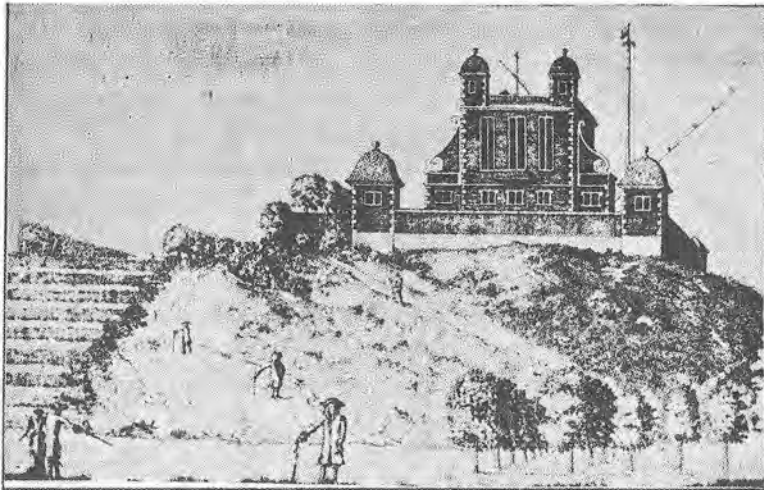
Da bismo mogli bolje razumeti kasnije događaje potrebno je reći nešto o radu Halejevog savremenika i dobrog prijatelja Isaka Njutna, svakako jednog od najgenijalnijih ljudi svih vremena.

U to vreme se već znalo da se planete kreću oko Sunca po eliptičnim putanjama (Kepler 1609), ali na pitanje zašto se baš tako kreću i kako to da ne padnu na Sunce, niko nije znao odgovor. U jednom pismu Haleju 1686, Njutn kaže da je još 1665. ili 1666. izveo iz Keplеровih zakona da sila teže mora opadati obrnuto proporcionalno kvadratu udaljenosti između tela koja se privlače. Polazeći od ovoga i od Keplеровih zakona, Njutn je posle nekoliko godina došao do otkrića čuvenog zakona opšte gravitacije. Medjutim, on ovde nije stao, već se zapitao da li se može rešiti obrnut problem: naći putanju tela (Keplеровe zakone) polazeći od zakona gravitacije. Posle nekoliko godina rada i ovaj problem je uspešno rešio, i pri tom prvi i delimično drugi Keplеров zakon izveo u opštijem, a treći u tačnijem obliku. Dobivši za putanju planeta oko Sunca jedinačinu konusnog preseka, Njutn se zapitao da li u prirodi postoje nebeska tela koja se kreću oko Sunca po putanjama koje nisu približno kružne (kao planeta), već su spljoštene elipse, parabole ili hiperbole. Za potvrdu teorije opšte gravitacije iskoristio je pojavu velike komete 1680. godine.

Postoje podaci da je ovu kometu od 21. decembra 1680. do 5. februara 1681. posmatrao na Griničkoj opservatoriji (slika 66)



SLIKA 65 - Sjajna kometa iz 1682. koju se nezavisno jedan od drugog otkrili engleski astronom E.Halej (slika gore) i nemački astronom G.S.Derfel

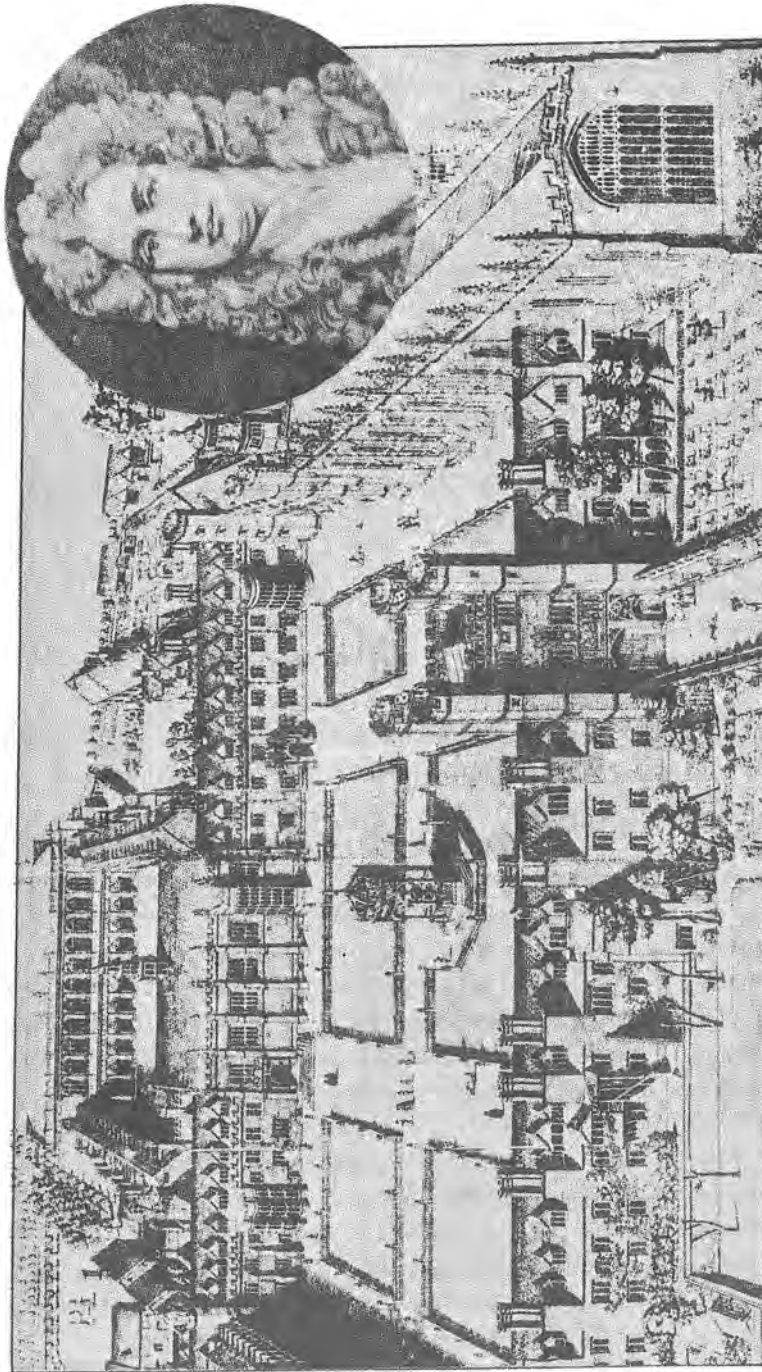


SLIKA 66 - Grinička opservatorija na kojoj je od 21.XII 1680. do 5.II 1681. Flemstid posmatrao pojavu velike komete

Flemstid, a od 25. februara do 9. maja 1681. Njutn iz Kembridža (slika 67). Da bi odredio putanju komete oko Sunca, Njutn se našao pred čisto geometrijskim problemom: na osnovu nekoliko izmerenih položaja (najmanje tri), međusobno dovoljno udaljenih, odrediti putanju komete pod pretpostavkom da je putanja parabola. I ovaj problem je genijalni Njutn uspešno rešio i pri tom pronašao metodu za izračunavanje paraboličnih elemenata (Ω , i , ω , q , t) kometske heliocentrične putanje, i tako postavio temelje teorije za odredjivanje putanja nebeskih tela. Njutn nije žurio da svoje rezultate saopšti javnosti, već bi samo ponešto o tome rekao svojim najbližim prijateljima, i možda bi to radio godinama da nije bilo Edmonda Haleja.

Nekako u to vreme, 1682. pojavila se još jedna sjajna kometa koju su nezavisno jedan od drugoga, 15. aprila 1682, otkrili E. Halej (slika 65) i nemački astronom Derfel (*Georg Samuel Dörfel*). Po Halejevom pričanju 1683, on je uspeo da iz trećeg Keplerovog zakona izvede obrnutu kvadratnu proporcionalnost sile teže sa udaljenošću, ali odatle nije mogao rastumačiti i izvesti kretanje planeta po elipsi. Dalje nam Halej kaže da je arhitekt Vren imao slične poglede kao i Huk, pretpostavljajući da je kretanje planete složeno iz dva kretanja: pravolinijskog jednolikog kretanja planeta i njihovog pada prema Suncu. Pri jednom susretu njih trojice (*Wren, Hook, Halley*) u jednoj Londonskoj kafani, Vren je predložio čak i malu nagradu onome ko dokaže da pod delovanjem sile (Sunca), koja opada obrnuto proporcionalno sa kvadratom udaljenosti, nastaje kretanje planeta po elipsi. Izgleda da su sva trojica bila uverena da odgovor ne može biti drugačiji, ali zašto je tako nisu se pitali. Rešenje problema je bilo u matematici, a kako niko od njih nije mogao da ga reši, ostalo je samo jedno - obratiti se genijalnom Isaku Njutnu.

Jednim poslom u avgustu 1684. godine Halej putuje u Kembridž, te usput odlazi na Trinitu koledž (*Trinity College, Cambridge*) u posetu Njutnu (slika 67). Upoznavši čuvenog naučnika sa problemom koji su pokušali da reše on i Vren, saznao je da je Njutn taj dokaz izveo još pre nekoliko godina; na Halejevu molbu obećao je da će mu poslati rukopis. Stvarno, u novembru je Halej dobio toliko željeni rukopis, i još pri prvom čitanju shvati njegov ogroman naučni značaj. Zato odmah putuje ponovo u Kembridž i predlaže Njutnu da objavi rukopis u *Transakcijama* Kraljevskog društva, na šta Njutn pristaje; 10. decembra 1684. Halej obaveštava Kraljev-



SLIKA 67 - Trinitni koleđž u Kembridžu u kome je radio genijalni naučnik Isak Njuton
(slika u gornjem desnom uglu)

sko društvo da Njuth piše jedan vrlo značajan rad *De Motu* (O kretanju). Rukopis je primljen u februaru 1685, ali po Njutnovoj želji nije štampan, već je samo registrovan za slučaj zaštite prioriteta. Godinu dana kasnije, 26. aprila 1686, Njuth je završio rukopis svoga čuvenog dela *Principia mathematica philosophiae naturalis*. Zanimljivo je da je štampanje knjige trebalo da bude obavljeno o trošku Kraljevskog društva, ali kako odobrena sredstva nisu bila dovoljna, štampanje se otežalo, pa je Halej na kraju izdao knjigu o svom trošku 1687. u Londonu.

Koristeći matematičko orudje koje je dobio od Njutna, Halej se narednih godina bavi izračunavanjem orbita kometa. Koristeći astronomska posmatranja iz nekoliko istorijskih hronika, od 1377. do 1689, izračunava orbite za 24 komete. Rezultat ovih izračunavanja objavljuje 1705. u *Transakcijama* Kraljevskog društva pod naslovom *Astronomiae Cometae Synopsis* (Prikaz astronomije kometa). To je prvi katalog kometskih putanja.

Tabela 5

HALEJEV KATALOG KOMETA					
Red. br.	Trenutak prolaza kroz perihel, T	Dužina ulaznog čvora, Ω	Uglovno rastojanje perihela, ω	Nagib putanje, i	Perihelno rastojanje, q u a.j.
1	1337 juni 2,268	84 ⁰ 21'0"	46 ⁰ 22'0"	147 ⁰ 49'0"	0,40666
2	1472 feb. 28,932	281 ⁰ 46'20"	236 ⁰ 12'50"	174 ⁰ 40'0"	0,54273
3	1531 avg. 24,888	49 ⁰ 25'0"	107 ⁰ 46'0"	162 ⁰ 04'0"	0,56700
4	1532 okt. 19,225	80 ⁰ 27'0"	30 ⁰ 40'0"	32 ⁰ 36'0"	0,50910
5	1556 apr. 21,835	175 ⁰ 42'0"	103 ⁰ 0,8'0"	32 ⁰ 06'30"	0,46390
6	1577 okt. 26,781	25 ⁰ 52'0"	256 ⁰ 30'0"	105 ⁰ 27'15"	0,18342
7	1580 nov. 28,625	18 ⁰ 57'20"	90 ⁰ 08'30"	64 ⁰ 40'00"	0,59628
8	1585 spt. 27,806	37 ⁰ 42'30"	331 ⁰ 08'30"	6 ⁰ 04'00"	1,09358
9	1590 jan. 29,152	165 ⁰ 30'30"	308 ⁰ 36'10"	150 ⁰ 19'20"	0,57661
10	1596 juli 31,830	312 ⁰ 12'30"	83 ⁰ 50'30"	124 ⁰ 48'00"	0,51293
11	1607 okt. 16,151	50 ⁰ 21'0"	108 ⁰ 05'0"	162 ⁰ 58'00"	0,58680
12	1618 okt. 29,517	76 ⁰ 01'0"	286 ⁰ 13'0"	37 ⁰ 24'0"	0,37975
13	1652 nov. 2,653	88 ⁰ 10'0"	300 ⁰ 08'40"	79 ⁰ 28'0"	0,84750
14	1661 jan. 16,987	82 ⁰ 30'30"	33 ⁰ 28'10"	32 ⁰ 35'50"	0,44851
15	1664 nov. 24,495	81 ⁰ 14'0"	310 ⁰ 32'35"	158 ⁰ 41'30"	1,02576
16	1665 apr. 14,219	228 ⁰ 02'0"	156 ⁰ 07'30"	103 ⁰ 55'0"	1,10649
17	1672 feb. 20,359	297 ⁰ 30'30"	109 ⁰ 29'0"	83 ⁰ 22'10"	0,69739
18	1677 apr. 26,026	236 ⁰ 49'10"	97 ⁰ 12'05"	100 ⁰ 56'45"	0,28059
19	1680 dec. 8,042	272 ⁰ 02'0"	350 ⁰ 37'30"	60 ⁰ 56'0"	0,00612
20	1682 spt. 4,319	51 ⁰ 16'30"	108 ⁰ 23'45"	162 ⁰ 04'0"	0,58328
21	1683 juli 13,118	173 ⁰ 23'0"	87 ⁰ 53'30"	96 ⁰ 49'0"	0,56020
22	1684 maj 20,427	268 ⁰ 15'0"	330 ⁰ 37'0"	65 ⁰ 48'40"	0,96015

Nastavak tabele 5

23	1686 spt. 6,606	350°34'40"	86°25'50"	31°21'40"	0,32500
24	1698 okt. 8,706	267°44'15"	356°53'0"	168°14'0"	0,69129

U ovom katalogu (tabela 5) Halej je zapazio da komete iz 1531. 1607. i 1682. godine imaju veoma bliske orbitalne elemente, pa zaključuje da je to u stvari jedna ista kometa koja se periodično pojavljuje u periodu od:

$$P_{sr} = \frac{1}{2} (1682 - 1531) = 75,5 \text{ godina}$$

Izračunavši period, Halej preko trećeg Keplerovog zakona izračunava veliku poluosu putanje (a), a na osnovu nje i ekscentričnost elipse (e):

$$a = \sqrt[3]{P_{sr}^2} = 17,86 \text{ a.j.}$$

$$e = 1 - \frac{q}{a} = 0,968$$

Tako je otkrio prvu periodičnu kometu. O ovome otkriću je zapisao: "Moju pažnju privukla je kometa iz 1531., koju je posmatrao Apijan, kometa iz 1607, koju su posmatrali Kepler i Longomontan, kao i kometa koju sam sam posmatrao 1682. godine. Njihovi elementi putanje su gotovo identični, iako im se perioda razlikovala. U prvom slučaju je bila 76 godina 2 meseca a u drugom 74 godine 10,5 meseci, te kao što se vidi nije baš ista, ali razlika nije velika, tako da se ovo odstupanje može pripisati nekim fizičkim uzrocima. Mi znamo da na kretanje Saturna uticaj imaju i ostale planete, posebno Jupiter, zbog čega je njegov tačan položaj na nebu poznat sa tačnošću od nekoliko dana. Zbog ovoga se može očekivati još veći uticaj na kretanje kometa koje se udaljuju od Sunca skoro četiri puta dalje od Saturna. Zato ja pouzdano predskazujem ponovni povratak ove komete u toku 1758. godine. Ako se ovo potvrdi, nema nikakve sumnje da postoje i druge komete koje se ponovo vraćaju ka Suncu".

Halej nije doživeo ponovni povratak ove komete, umro je 1742. godine u 86-toj godini. Kasnije, na osnovu starih istorijskih hronika, utvrđeno je da je kometa posmatrana još od 239. godine p.n.e. Njen poslednji povratak 1910. godine bio je 28. posmatranje /I, 1; 1910 II/.

Pored otkrića periodičnosti komete, Edmond Halej ima veliki broj drugih naučnih radova iz astronomije. Navešćemo samo najznačajnije.

Analizirajući podatke nekoliko posmatranja iz prošlosti, 1693. godine, Halej je otkrio da se Mesec u njegovo vreme brže kreće nego pre 2000 godina, i to toliko brže da se na nebu nalazi za čitava dva prečnika dalje od potrebnog položaja.

Objavio je 1716. rad *Methodus singularis, qua Solis parallaxis sive distantia a terra ope Veneris intra Solem conspicienda, tuto determinari poterit* (Specijalna metoda pomoću koje se može odrediti Sunčeva paralaksa, ili daljina od Zemlje, pri posmatranju Venere ispred Sunca). Ova metoda praktično je primenjena tek dvadesetak godina posle Halejeve smrti, 1761. i 1769. (a i pri kasnijim Venerinim prolazima). Njenom primenom povećana je tačnost odredjivanja Sunčeve paralakse u odnosu na postojeće metode za 20 - 30 procenata.

Halej je 1718. uočio sopstveno kretanje u latitudi kod tri sjajne zvezde: Aldebarana, Sirijusa i Arktura, o čemu je objavio rad "*On the Change of Some of the Principal fixed stars*" (O promeni nekih glavnih zvezda). Otkrio je da zvezde nisu nepokretne (nekretnice) na nebu, kako se do tada verovalo. Halej je bio i među prvima koji je zvezde smatrao za Sunca, slična našem.

Predložio je 1720. da se položaji zvezda iskoriste da se pomoću njih, kada su im planete bliske, odredjuju položaji planeta. Odnosno, on predlaže diferencijalnu metodu za odredjivanje položaja nebeskih tela.

Posle smrti Flemstida, 1721. godine, Halej je imenovan za kraljevskog astronoma, odnosno za direktora Griničke opservatorije (slika 66). Na ovome položaju ostao je do smrti 1742 (njega je nasledio Bredli). Opservatoriju nalazi bez instrumenata, pa nabavlja nove. Njegovom zaslugom rad na opservatoriji je podignut na još viši nivo.

Od šest maglina koje su bile tada poznate, Halej je otkrio još dve: 1677. maglinu u sazveždju Kentaura i 1714. maglinu u Herkulu (M-13).

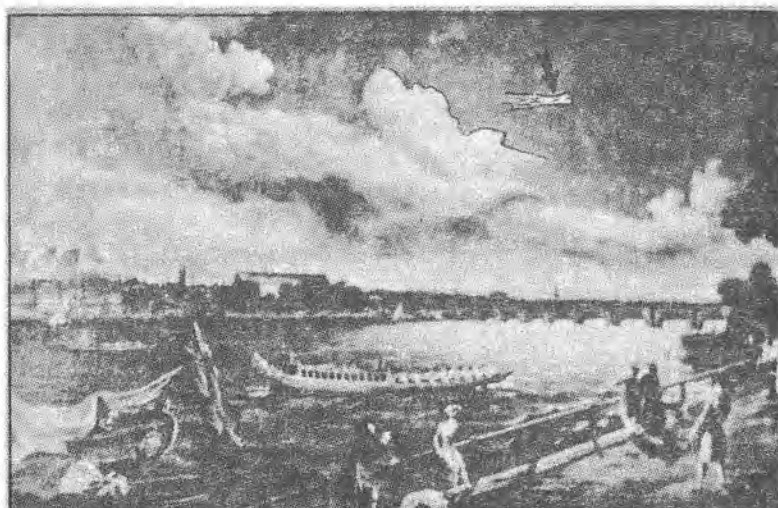
Nova kometa koja se pojavila 1723. godine bila je jedna od prvih na kojoj je primenom Njutnovog zakona opšte gravitacije obavljeno izračunavanje putanjskih elemenata. Na Griničkoj opservatoriji Bredli ju je posmatrao od oktobra do decembra, a Halej joj je izra-



SLIKA 68 - Poznati francuski astronom i matematičar A. Klerio



SLIKA 69 - Poznati francuski astronom ž. Laland



SLIKA 70 - Crtež Halejeve komete nad Londonom 1759.

nao putanjske elemente.

POVRATAK HALEJEVE KOMETE 1759. GODINE

Organizovano naučno posmatranje Halejeve komete počinje već pri njenoj prvoj pojavi, koju je E. Halej predvideo za 1758. godinu. Obimnog i teškog zadatka izračunavanja tačnog datuma prolaska komete kroz perihel prihvatio se krajem 1757. godine poznati francuski astronom i genijalni matematičar A. Klero (*Alexis Claude Clairaut 1713-1765*) (slika 68). Veliki matematički talenat on je ispoljio još u 12-toj godini, a već u 25. godini postao je redovni član Akademije nauka u Parizu. Značajni su njegovi radovi iz goedezije, teorije kretanja Meseca i nebeske mehanike. Klero je prvi izradio metode za izračunavanje poremećaja u kretanju kometa usled dejstva velikih planeta (Jupitera i Saturna). Pri računanju ovih poremećaja kod Halejeve komete on je uvideo da je potrebno izvršiti analizu kretanja komete u prethodne tri periode: 1531, 1607. i 1682. godine. Za realizaciju ovih proračuna Klero je zamolio za pomoć poznatog astronoma Ž. Lalande (*Josef Jerom le Fransio de Lalande 1732-1807*), slika 69), a ovaj je predložio da za trećeg člana tima uzmu talentovanu matematičarku Hortenziju Lepot (*Hortensia Lepaute 1723-1788*)*. Njih troje su radili na izračunavanjima putanje komete od ranog jutra do kasno u noć punih šest meseci.

Proračuni su bili gotovi u oktobru, a 14. novembra 1758. na sednici Akademije nauka Klero je saopštio rezultate. Dejstvo Jupitera u vremenu od 1531. do 1607. god. skratilo je periodu obilaska komete oko Sunca za 19 dana, a u vremenu od 1607. do 1682. za čak 432 dana. Razlika od posmatranog položaja u 1682. g. i položaja dobijenog proračunima iznosila je 37 dana i nije se mogla objasniti kao poremećaj putanje komete usled dejstva Jupitera i Saturna. Tek mnogo kasnije astronomi su utvrdili da je to bila posledica dejstva Urana i Neptuna, planeta koje u ono vreme još nisu bile poznate. U vremenu od 1682. do 1759. perioda komete se usled dejstva Jupitera povećala za 518 dana, a usled dejstva Saturna za još 100 dana (tj. ukupno 618 dana), tako da je proračun ovih poremećaja u putanji Halejeve komete ukazivao da će se kometa ponovo moći videti početkom

* U njenu čast, divan cvet koji je iz Indije doneo botaničar Le Gentil, Akademija nauka je nazvala HORTENZIJJA, kako se i danas zove.

januara 1759, a kroz perihel treba da prodje 13. aprila 1759. godine.

Kometu je prvi zapazio 25. decembra 1758. astronom amater, Lužički Srbin Đordje Palič (*Georg Palitch, 1723-1788*), zemljoradnik iz sela Prohlič nedaleko od Drezdena. On je te noći svojim malim durbinom posmatrao nebo tražeći zvezdu Miru u sazveždju Kit (*o Ceti*) To je vrlo zanimljiva dugoperiodična zvezda (*Mira* znači ČUDEŠNA) sa periodom od oko 330 dana. Kada je najsjajnija može se lako videti na nebu i golim okom (2^m), dok se pri minimalnom sjaju ne može videti ni manjim teleskopima (10^m). Posmatrajući ovu zvezdu Palič je u njenoj blizini zapazio magličast objekat oko osme prividne veličine. Pošto na tom mestu nije bilo pre nikakve magline, odmah je znao da je otkrio novu kometu, pa je o tome obavestio svoje poznanike astronome. Oni su lako utvrdili da je to Halejeva kometa, jer se nalazila u delu neba u kome je po proračunima trebalo da se nalazi. Nezavisno od Paliča kometu je iz Pariza 21. januara 1759. otkrio poznati lovac na komete Šarl Mesije (1730-1817). Posmatranja u toku narednih meseci pokazala su da je kometa prošla kroz perihel 12. marta 1759, što znači da je Kleru pogrešio za samo 32 dana. To je vrlo mala greška, svega oko 0,1%, ako se ima u vidu da je u vremenu 1682-1759. perioda komete bila 27.937 dana. Bio je to prvi veliki trijumf NJUTNOVOG ZAKONA OPSTE GRAVITACIJE koji je tada, kako je to rekao Laland, "*pokazao da je jedan od osnovnih zakona u prirodi*". Kleru je kasnije pokazao da je greška mogla da se smanji do 19 dana. Koristeći savremene računare i uzevši u obzir uticaje svih planeta, američki astronomi Jouvans i Kjang su 1981. izračunali da je tada Halejeva kometa prošla kroz perihel 13. marta 1759. u 1 sat 27,5 minuta efemerijskog vremena. To je bila te godine prva kometa koja je prošla kroz perihel, tako da je dobila katalošku oznaku "1759 I". Od dana otkrića pa do polovine februara 1759. videla se uveče na zapadnom delu neba, a posle prolaska kroz perihel, od 1. aprila mogla se posmatrati neposredno pred izlazak Sunca, na istočnom delu neba. Bila je to sjajna kometa čiji je najveći sjaj bio oko 0^m , dok je rep bio dužine 25^o . Na slici 70 prikazan je crtež Halejeve komete nad Londonom. Udaljavanjem od Sunca i Zemlje sjaj joj brzo opada, tako da se od sredine juna 1759. više nije mogla videti.

NOVA ERA ASTRONOMIJE KOMETA

Vračajući se prema predviđanju astronoma, Halejva kometa je otvorila novu eru astronomije kometa. Predviđanja astronoma su bila doista dostojna divljenja. Kada se uzme u obzir da je u ovoj eposi putanja Saturna označavala granicu Sunčevog sistema, može se shvatiti koliku su smelost imali astronomi toga doba kada su mogli kretanje kometa postaviti u blizinu putanje Saturna. Jedan od kalkulatora, astronom Laland, pisao je 1759. godine:

"Svemir je video ove godine fenomen najugodniji koji je astronomija ikada ponudila; događaj jedinstven sve do ovog dana, otklonio je sumnje u izvesnost naših hipoteza i dokaza. Mi smo sve to posmatrali, tako da je izvan sumnje da komete doista nisu planete, jer se drukčije kreću oko Sunca. Zaista danas se vidi da se to potvrđuje. Kombinujući skup činjenica koje pruža istorija i izvlačenje posledica, bilo delo Haleja. Videti ove posledice opravdane posle više od 75 godina jednim potpunim ispunjenjem, to je zadovoljstvo koje je za nas bilo rezervisano i zbog čega bi filozofi davno prošlog vremena zavideli potomstvu. Kleru je dopustio jedan mesec odstupanja u odnosu na teoriju i tačno je toliko i bilo. Komete je došla posle jedne periode od 586 dana duže nego poslednji put, 32 dana pre roka koji je bio utvrđen. Ali šta je 32 dana u odnosu na interval od više od 75 godina, pri čemu smo sagledali grubo samo dvestoti deo njene putanje, dok se sve ostalo prostiralo izvan dimenzija našeg vida."

SUJEVERJE PRATI NAUČNA OTKRIĆA XVII I XIX VEKA

Sedamnaesti vek imao je čast da Halej otkrije veliku tajnu kometa, periodičnost njihovog kretanja, i tako postavi temelj novoj astronomiji kometa. U XVIII i XIX veku velike poduhvate i neumorni rad na nastavljanju Halejevog dela ponovo je pratilo sujeverje, verovanje u čuda i slične gluposti, i to ne samo u vezi sa pojavom kometa, već i drugim nebeskim pojavama. Usmeno i preko štampice tvrdilo se 1736. da se Sunce kreće unazad, a 1768. se verovalo da se izgubila planeta Saturn zajedno sa njenim prstenom i satelitima. Periodični spisi širili su ove čudnovate vesti, neupućeni ljudi su u to verovali, a razboriti ljudi su bili pasivni i nisu ništa preduzimali. Na primer, baš kada se u Parizu širio strah i užas od ovakvih pojava neumorni Francuski astronom Mesije je otkrivao kometu

za kometom i time pokazao da njihove pojave nisu takva retkost kako se smatralo u antičko vreme. Mesije je otkrio šesnaest kometa u periodu od 1760. do 1801. U jednoj anegdoti priča se da je njegova strast za otkrivanjem kometa pojačana time što mu je žena umrla baš u trenutku kada je očekivao da otkrije svoju dvanaestu kometu. U međuvremenu astronom Montenj otkrije jednu novu kometu i izjavi saučešće Mesijeu, koji je tada rekao: "*Ja sam otkrio već jedanaest, zar je trebalo da Montenj otme dvanaestu!*" Kada je opazioda Montenj njemu ne govori o kometi već o izgubljenoj supruzi, dodao je: "*Ah, da, to je bila jedna veoma dobra žena*". Zatim je nastavio da oplakuje svoju kometu.

Poznati francuski astronom Laland i jedan od kalkulatora pri odredjivanju periodičnosti kometa, publikovao je krajem XVII i početkom XVIII veka memoare pod naslovom *Razmišljanja o kometama*. Tu je govorio o kometama koje bi se u izvesnim slučajevima mogle da približe Zemlji. U jednom trenutku skrenuo je sa naučnog puta predviđanja i uobrazio da je prorekao jednu izvanrednu kometu koja će izazvati smak sveta. Užas je zahvatio sve ljude od najvišeg ranga društva sve do narodnih masa. Bilo je opšte prihvaćeno da je ova fatalna kometa bila na putu i da će Zemlja uskoro prestati da postoji. Opšta uzbuna je dobila tako velike razmere, da je po kraljevskoj naredbi Laland bio pozvan da objasni svoje mišljenje u memoaru dostupnom javnosti. Ovo je bilo potrebno da se smire zastrašeni duhovi i narod ponovo prihvati svojih poslova koji su bili trenutno napušteni.

Kao što se vidi, sujeverje u vezi sa pojavama kometa može da zahvati i poznate astronome koji su učestvovali u otkrivanju njihovih tajni. Posledice i strah od pojava kometa sada se manje odnose na sudbinu pojedinih ljudi, već više na celu Zemlju. Sem toga, strah od kometa sada duže traje, jer počinje već od predviđanja astronoma na osnovu naučnih proračuna i traje sve do iščezavanja komete, dok se ranije strah javljao sa iznenadnom pojavom komete. Ovaj strah od pojava kometa u raznim oblicima javlja se i danas.

23. ZNAČAJNIJE KOMETE U XVIII VEKU

Jedna od prvih kometa na koju je bio primenjen Njutnov postupak za izračunavanje elemenata putanje bila je ona koja se pojavila 1723. godine. Ovu kometu posmatrao je Bredli od oktobra do de-

cembra, a elemente njene putanje izračunao je Halej.

Godine 1743. Ojler pronalazi teoremu u kojoj govori o kretanju kometa po paraboličnim putanjama i daje vreme za koje kometa predje određeno rastojanje na svojoj putanji. Ova teorema naziva se Lambertova teorema, pošto ju je Lambert otkrio u svojoj šesnaestoj godini prilikom proučavanja komete iz 1744. Teorema važi za parabolične putanje; prema njoj vreme za koje kometa opiše izvestan luk, zavisi samo od tetive nad tim lukom i zbira radijus vektora. Na ovoj teoremi kasnije je Olbers zasnovao svoju metodu za izračunavanje putanja kometa.

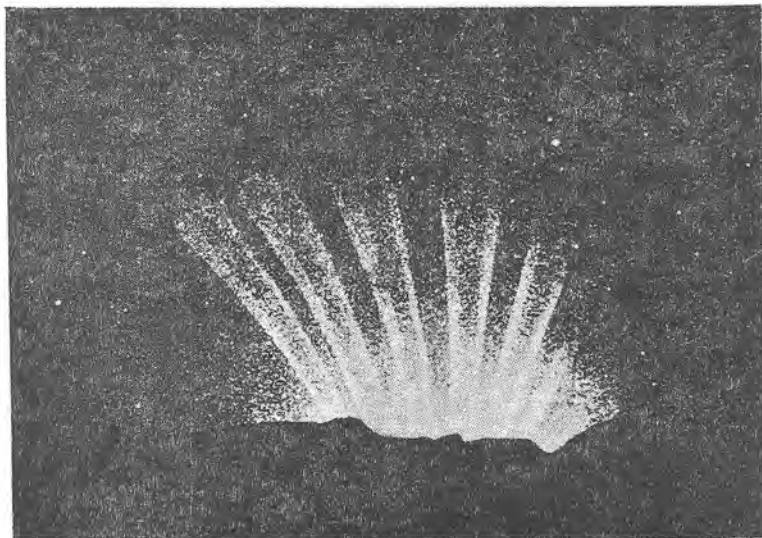
Metodu za izračunavanje putanja kometa izložio je i naš veliki naučnik Ruđer Bošković, 1746. Da se ne bi predstavio kao Kopernikov pristalica, kaže: *da Zemlju smatra nepokretnom*". Ali zatim dodaje: *"Medjutim, radi jednostavnijeg objašnjenja, rasuđivaću kao da se Zemlja okreće, jer je dokazano da su spoljne pojave, u slučaju obeju pretpostavki iste!"*

Francuski astronom Filip Luj de Šezo (*Philippe Louys de Cheseax, 1718-1751*), 13. decembra 1742. je slobodnim okom otkrio kometu koja je imala petostruki rep i veliku perihelsku daljinu |II,3; 1744| (slika 71). Posmatrao je ovu kometu od 1. marta naredne godine, izračunao elemente njene putanje i svoja posmatranja objavio u delu: *Traité de la cométe qui paru en décembre 1743* (Spis o kometi koja se pojavila u decembru 1743). U njemu Šezo prvi iznosi ideju da svetlost podleže ekstinkciji, usled rasejavanja materijala na koji nailazi na svom putu. Na slici 72, prikazan je originalni šezoov crtež šestostrukog repa, koji je objavljen u ovom delu.

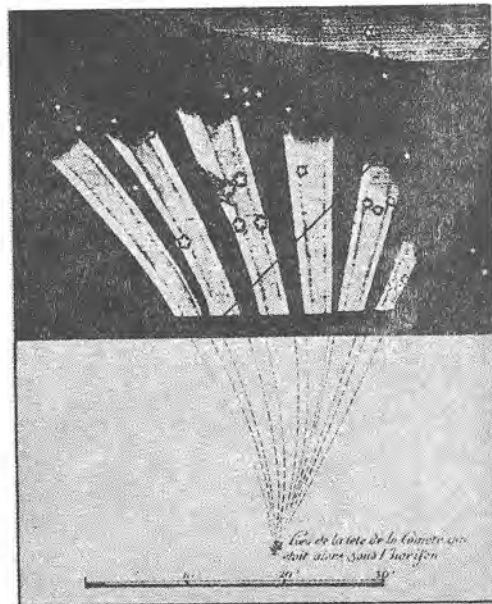
Godine 1761. Lambert objavljuje svoje delo od samo 24 strane, u kome se nalazi i njegova poznata teorema, za koju čuveni francuski matematičar Lagranž kaže da je *"najlepše i najvažnije otkriće u teoriji o kometama"*.

Poslednjih dvadeset godina XVIII veka obeleženo je u astronomiji delima u kojima se razmatraju pitanja o putanjama kometa i grupi meteora koji su smatrani ostatcima iščezlih kometa. Naročito je značajno otkriće planete Uran, zahvaljujući praćenju kretanja jedne komete.

Lagranž 1778. objavljuje u Berlinskoj akademiji svoj rad *O problemu određivanja kometskih putanja*, u kome određivanje daljine komete na eliptičnoj putanji svodi na rešavanje jednačine



SLIKA 71 - Kometa sa šestostrukim repom koju je slobodnim okom otkrio francuski astronom Šezo 13.decembra 1742.



SLIKA 72 - Originalni Šezoov crtež šestostrukog repa, objavljen u delu "Spis o kometi koja se pojavila u decembru 1743"

sedmog stepena sa jednom nepoznatom.

Dionis di Sezur 1779. u Francuskoj akademiji nauka izlaže dve metode za izračunavanje putanja kometa, od kojih je jedna bila u stvari ranije pronadjena Olbersova metoda. Iste godine Olbers objavljuje rad: *Rasprava o najlakšoj i napodesnijoj metodi za izračunavanje putanje kometa iz nekoliko posmatranja.*

Nasuprot tvrdjenju Francuske akademije nauka da je meteorsko kamenje zemaljskog porekla, fizičar Hladni 1794. utvrđuje kosmičko poreklo meteorita.

Brandes i Bencenberg, studenti u Getingenu, 1798. istovremeno posmatraju izvestan broj meteora sa raznih položaja i na osnovu daljine mesta posmatranja izračunavaju visine i brzine meteora. Za brzine meteora dobijaju brzine planeta.

SPIS JOVANA RAJIĆA " ASTROLOGIČESKOE OPISANIE
O KOMETAH I SVOJSTVAH TEHŽE " I NJEGOVO POSMA-
TRANJE SJAJNE KOMETE IZ 1769. GODINE

Naš poznati istoričar astronomije Nenad Janković pronašao je pre oko 30 godina u Patrijaršijskoj biblioteci u Beogradu neobjavljen spis *Astrologičeskoe opisanie o kometah i svojstvah tehže* (Astronomski opis kometa i njihovih osobina) koji je napisao Jovan Rajić (1726-1801), pisac i poznati istoričar, a verovatno i jedan od najučenijih Srba svoga doba. Ovaj spis napisao je u Novom Sadu 6. septembra 1769 (po Julijanskom kalendaru, odnosno 16. septembra po Gregorijanskom kalendaru). Povod je bila pojava sjajne komete koju je on lično posmatrao od 14. avgusta do 4. septembra 1769 (ili od 25. avgusta do 15. septembra 1769. po Gregorijanskom kalendaru). Da napiše ovakav jedan čisto astronomski rad verovatno je uticalo i to što je tada radio kao predavač matematičke geografije (kosmografije) u Sremskim Karlovcima.

Spis je napisan na pet listova, ima sedam strana veličine 148 x 233 milimetara, dok je pisani tekst veličine 112 x 175 milimetara. Pisan je lepim lako čitljivim rukopisom na staroslovenskom jeziku. Tekst je podeljen u 20 paragrafa od kojih svaki zauzima prosečno oko trećinu strane (slika 73).

U prvom paragrafu Rajić objašnjava da je reč "kometa grčkog porekla i da znači: maljava, kosmata zvezda". Pošto su komete

različitog izgleda (*"odašilju od sebe zrake"* na različite načine), ljudi ih različito nazivaju: kosmate, bradate i slično.

U drugom paragrafu govori se kako stari astronomi nisu imali teleskope te su posmatrali isključivo golim okom, pa nisu mogli mnogo videti. Medjtim pronalaskom teleskopa astronomi su upotpunili svoje znanje, pa tako znaju da *"komete nisu jednakog izgleda, već su neke okrugle a druge donekle duguljaste, i nisu uvek iste od početka do završetka, već u toku kretanja menjaju svoj izgled"*.

U trećem paragrafu Rajić kaže da sjaj i boja kometa nisu uvek isti. *"Neke od njih kao užareni ugalj blješte, a neke pak tamnije kao bakar svetle"*. Jezgro komete je sjajno, a *"okruženije"* je tamnije, *"iako nekim isparavanjima prikriveno blistanje odašilju."*

U četvrtom paragrafu govori o materiji kometa. Navodi dva mišljenja, ne opredeljujući se ni za jedno: da je to neka gusta smesa ili *"da je to materija iz retkih i lakih isparenja sastavljenih i sjedinjenih ujedno"*. U Rajićevo vreme nije se znalo ništa više o sastavu kometa.

U petom paragrafu govori o repovima kometa, koji su različite dužine, a ima i kometa bez repa. Postoje komete koje su imale rep dužine 40, 60, 80 pa i više stepeni. Kao primere kometa sa vrlo dugim repom navodi one iz 373. i 120. god.p.n.e. i poznatu sjajnu kometu iz 1680. Prva je verovatno pogrešna, jer se jedna sjajna kometa pojavila 372.g.p.n.e., a ne godinu dana kasnije.

U šestom poglavlju piše da su astronomi odredili da komete nastaju izmedju Sunca i Meseca tako da *"nikada ne mogu da budu u našoj atmosferi"*. Neki astronomi smatraju da se komete najčešće pojavljaju u sazveždjima severne polulopte: Antinoj (ovo sazveždje više ne postoji), Pergaz, Andromeda, Bik, Ovan, Mali pas, Hidra, Kentaur, Škorpija i Strelac.

U sedmom paragrafu Rajić piše: *"I kretanje kometa nejednako biva. Neke idu od istoka ka zapadu, a druge opet od zapada ka istoku, a neke od juga ka severu i obrnuto od severa ka jugu, nikada u pravoj liniji, ali uvek drugačije veličine sjaja, nekad brže a nekad kasnije nestaju. Takođe im i vreme uočljivosti različito traje, jer se neke od njih po nekoliko dana ili nedelja pokazuju, dok neke stoje po nekoliko meseci, kao na primer 1680. i 1681, kada se se komete videle tri meseca"*.

U osmom paragrafu navodi podatak da je po astronomu Stanislavu Ljubjenskom "od potopa do 1665. po rođjenju Hrista" posmatrano 415 kometa, dok je po Hevelijusu samo 250 kometa. "U prošlom veku primećeno je u raznim godinama mnogo kometa, a u našem veku glavne komete su se pojavile 1742. i 1744. kao i ova sadašnja kometa 1769. godine." Dok za poslednju kometu u sledećem paragrafu daje opis svojih posmatranja, za prve dve nije naveo da li ih je i sam posmatrao. Inače ove komete otkrio je francuski astronom Montenj (što Rajić tada izgleda nije znao). Prva je poznata kometa Bjela, a posmatrana je od 8. marta do 5. aprila 1772, a druga nije bila periodična kometa i vidjena je od 11. avgusta do 8. novembra 1774. godine.

U devetom paragrafu piše: "Za vreme ove 1769. godine primećena je jedna od velikih kometa u mesecu avgustu 14-tog dana, koju su pariski astronomi приметili još 28. jula (po starom kalendaru), još kad je bila mala i u formiranju (nastajanju). U prvim danima svoje pojave kometa se nalazila u sazveždju Bika ispod Hijada i Aldebarana, a kretala se sa zapada ka istoku. I svakog dana menjala je položaj po 3-4^o ka jugu u pravcu istoka. Njeno jezgro ili središnji deo bilo je zvezda druge veličine, kao zvezda na levom ramenu Orionu (danas γ Orion, priv. vel. = 1,6^m). Sjaj i boju ne davalaše uvek isto, već je nekad bila svetlija nekad tamnija, a na kraju bleđa i u vidu kruga."

U desetom paragrafu: "Na opisanom mestu glava komete je bila okrenuta prema istoku a zadnji deo komete ka zapadu. Iz Bika je ušla u znak Orionov, i požurivši ispod podnevnog ekvatora, a ka istoku, kretala se kroz Orion. Zatim prodje ispod brade Kozoroga prema zvezdi u grlu njegovom... Tu stajala je cela u vratu Kozoroga, pod uglom od 98^o. Nastavila je krećući se stalno ka istoku, prelazi ekvator kroz pravo koleno Kozoroga, glavom dodirnuvši prsa Kozoroga. Nastavivši kretanje još ka istoku približila se kraju levog pleća njegovog. I odande promenivši mesto ispod Kozorogove leve prednje noge i između glave Velikog psa i zvezde zvane Sirkus, unutra ka istoku, ispod stomaka Kozorogovog prebivalaše. I tako nekoliko dana sve dalje ka istoku idjaše, a ka jugu se sklonila neposredno kad dodje na naš horizont pri izlasku iz Sunca. Tada beše ili sasvim iščezla ili se od blizine Sunca nije mogla videti."

U jedanaestom paragrafu piše: "U prvim danima svoje pojave rep je bio okrenut ka zapadu prema Nebeskom Kitu, a rep se završavaše

u srednjoj zvezdi u Kitovim ustima, koja se nalazi u trećem redu. Zatim, pošto se udaljila glavom pravo ka istoku a kosinom prema jugu, tako da se rep uvek završavao između Kita i Reke Eridijan. A kada je u Kozorog ulazila, tada je rep dostizao do zvezde Eridijana i Orionovih nogu i šape iznad ledja Zeca " (N.Janković je ovu zvezdu identifikovao kao ϵ Leonis).

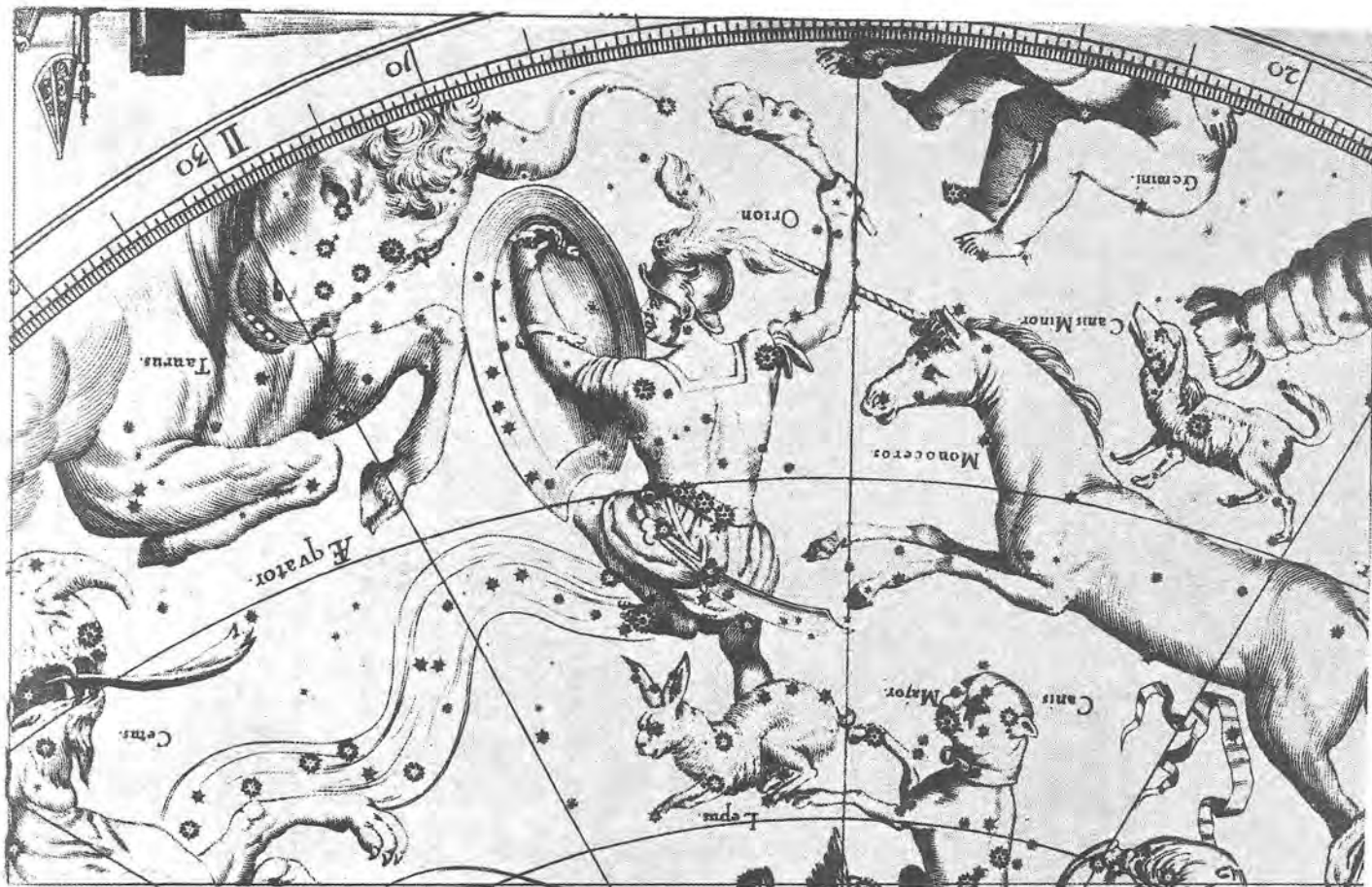
U dvanaestom paragrafu: "Dužina repa pomenute komete u srednjim danima njene pojave zauzimala je na nebeskom globusu 35° ... Rep je pri glavi bio sužen, u sredini širok a pri kraju sasvim šiljast. Tako je svojim izgledom ličila na mač oštar sa obe strane ili uže na krajevima sasvim istanjeno. Rep njen je bio tako providan, da kad je prelazila preko zvezda u Orionovom pojasu (zване Štapci) one su bile vidljive."

Kao ilustracija Rajićevog opisa kretanja komete po nebu, na slici 74 data je Hevelijusova zvezdana karta iz 1687. Iako Rajić nigde ne navodi koju je kartu upotrebljavao, najverovatnije je imao neku od zvezdanih karata Hevelijusa ili Flemstida. Inače, ovu kometu je otkrio poznati francuski asronom Mesije 8. avgusta 1769, ili, kako Rajić navodi, 28. jula po Julijanskom kalendaru. Kometa je posmatrana do 3. decembra 1769. a Rajić je posmatrao samo do 15. septembra (4. septembra po G.k.) 1769. godine. To je jedina kometa koja je posmatrana te godine. Ukupno je u svetu obavljeno 37 posmatranja položaja komete u periodu od 22. avgusta do 1. decembra 1769. na osnovu kojih je F. Besel 1807. izračunao putanju komete. Kometa ima vrlo veliku periodu i ponovi će se moći videti za oko 2100 godina /II,4; 1769/.

U trinaestom paragrafu Rajić opisuje kretanje komete, odnosno njenu vidljivost iz pojedinih krajeva Zemljine kugle.

U četrnaestom paragrafu navodi mesta na Zemlji u kojima se kometa nalazila u zenitu.

U petnaestom paragrafu piše: "Zavisno od svojstava kometa, odnosno od sazveždja u kojem se pojavi i kroz koje kasnije prolazi, od boje i njihovog sjaja ili od dužine vidljivosti, astrolozi zaključuju i predskazuju neku promenu u svetu. Tako se na primer: a) ako je kometa žuta i slična cvetu limuna tada ona predskazuje veliku sušu; b) ako je pak sasvim jasna i svetla tada predskazuje velike vetrove; v) tamna kometa predskazuje zemljotres i pomor; g) ako je kometa bela i bledunjava tada će prouzrokovati mnoge kiše i popote (poplave). Drugi još govore da su komete predznaci pada care-



SLIKA 74 - Hevelijusova zvezdana karta iz 1687. kao ilustracija Rajičevog opisa kretanja komete na nebu

va, rata, gladi, gradskih nemira i drugih sličnih promena..."

U šesnaestom paragrafu: "U poslednjim stolicima astronomi nikakvu moć kometama ne pripisuju, jer su i one od početka svetostvaranja stvorene i svoje kretanje na nebu kao i druge zvezde izvršavaju. Medjutim, Vilson, neki engleski astronom smatra da su komete uzrok sveopšteg potopa u vreme Noja i da će one takodje prouzrokovati i kraj sveta. Ali ovo mišljenje ostali filozofi ismevaju, dok bogoslovi potop i kraj sveta božjoj volji pripisuju ..."

U sedamnaestom paragrafu Rajić iznosi svoje mišljenje da hiljade kometa potkrepljuju shvatanje da su komete predznak nekog događaja, ali da one ne prouzrokuju taj događaj. Kao primer navodi pojavu komete (Halejeve) pred razaranje Jerusalima: "ali nije dejstvovala kometa već Bog". Rajić kaže da "mnogi u ovo sumnjaju i sujeverjem ga smatraju".

U osamnaestom paragrafu Rajić navodi neke slučajeve velikih nesreća kojima je prethodila pojava komete. "...Kad se Sunce približilo letnjem solsticiju, posle zalaska Sunca pokazala se sa severa neka kometa koja nije bila kosmata ni bradata već u obliku visećeg mača koji stajao kod nogu Perzeja i u blizini kičme Bika... Zatim je usledilo da su Turci smirnski i ikonijski Ilirik razorili, Nikomidijom zavladao, Trakiju napali..."

U devetnaestom paragrafu: "U našoj skoroj prošlosti, kometa je predskazala krvave ratove Rusa sa Turcima, glad i na kraju pomor u Ugarskoj, Slavoniji i Sremu 1739. god., pogubljenje cara Karla od strane Turaka, kao i gubitak Srbije i Beograda. Zatim kometa koja se javila 1744. god. predskazala je rat Bavaraca sa Austrijom i mnoge druge nevolje ...". Rajić smatra da su navedeni primeri dovoljni da se uverimo kako su komete predznaci nekih prirodnih pojava i nesreća.

U dvadesetom, poslednjem, paragrafu Rajić se pita šta predskazuje kometa koju je posmatrao od 14. avgusta do 4. septembra 1769 (po Julijanskom kalendaru). Kaže da nije njegovo da se izjašnjava i buduće događaje predvidja; ne veruje u priče astronoma iz prošlih vremena "da će kometa izazvati požar Vasiona, i da će to prouzrokovati kraj sveta", ne vidi razloge za strah ljudi od kometa, jer su one "na nekoliko stotina hiljada mera zemaljskih od Zemlje udaljene". Rajić smatra da posmatrana kometa predskazuje poplavu ("ako kometa prolazi kroz Orion, obično to nagoveštava"), a ne smak sveta, kako to neki govore.

Da bi se razumelo Rajičevo verovanje da su komete "vesnici božjeg gneva", treba znati da je on bio teolog, poslednje godine proveo je kao kaludjer (arhimandrit) u manastiru Kovilj. U svome spisu on ne razlikuje pojam astrološki (astrološki) i astronomski, kao ni reč astronom i astrolog, jer u njegovo doba te reči nisu imale današnje značenje. Naime, astronomi su se bavili i astrologijom (doduše ne svi), a astrolozi astronomijom.

Značaj ovoga spisa je u prvom redu u njegovom opisu posmatranja komete, koji se s pravom može smatrati NAŠIM NAJSTARIJIM ASTRONOMSKIM IZVEŠTAJEM POSMATRANJA JEDNE KOMETE. Pored toga, ovaj spis nam pokazuje da je u XVIII veku i u našim krajevima, u našem narodu bilo obrazovanih ljudi koji su poznavali tadašnju stranu stručnu literaturu (latinsku, nemačku, itd.) i koji su, umesto da po tradiciji svoga doba prepisuju stare i zastarele knjige, počeli da pišu sopstvena dela.

LEKSELOVA KOMETA

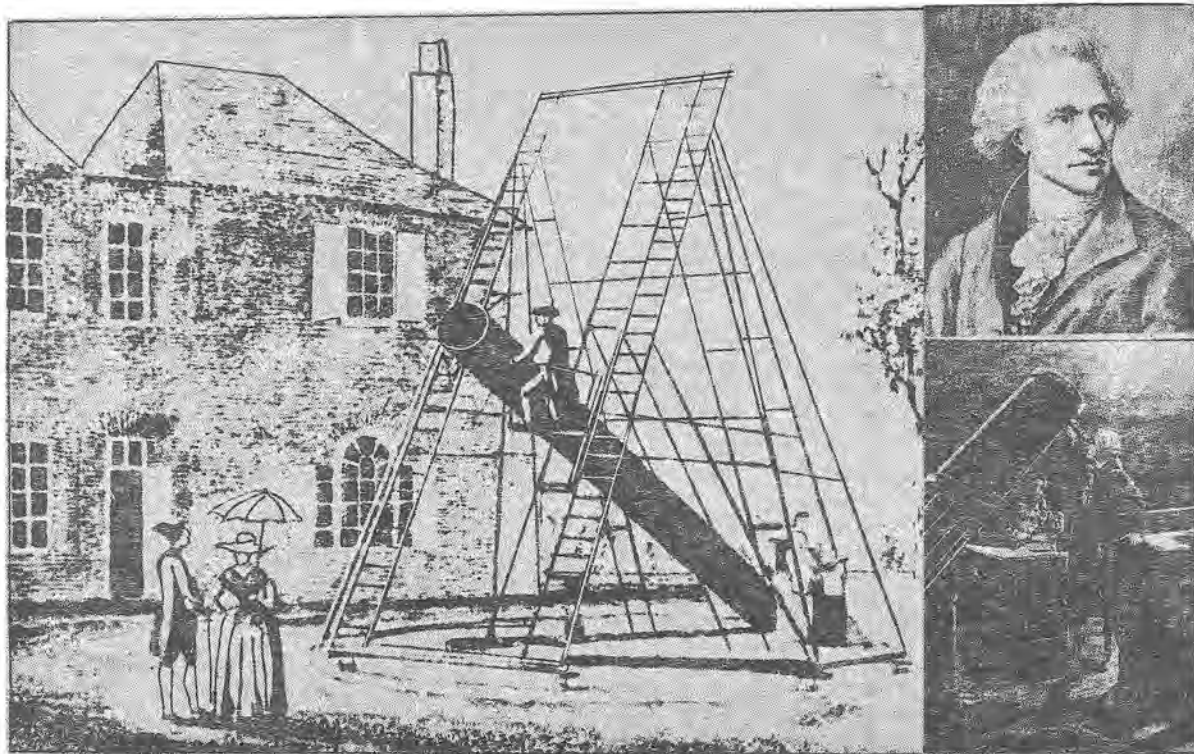
Lekselovu kometu pronašao je 14. juna 1770. poznati francuski astronom *Šarl Mesije (1730-1817)*. Kometa je odmah po otkriću privukla pažnju astronoma zbog svoje putanje koja je znatno odstupala od parabole. Ruski astronom finskog porekla *Andrej Ivanovič Leksel (1740-1784)* prvi je izračunao putanju komete i utvrdio da se ona kreće po elipsi sa periodom od samo 5,6 godina. Ovaj rezultat je za astronome toga doba bio toliko neverovatan, da je Francuska akademija raspisala nagradu za ponovno tačno izračunavanje njene orbite (podsetimo se da je Enkeova kometa otkrivena tek 1818!). Potrebne proračune je obavio (i dobio nagradu) Bukhart, koji je ujedno i dokazao da su Lekselovi proračuni bili tačni. Od tada ova kometa nosi Lekselovo ime, iako je njen otkrivač Š. Mesije. Ali tada su se astronomi zapitali: kako je moguće da kometa sa ovako kratkom periodom nije bila posmatrana nijednom ranije, pri nekom od prethodnih prolaza kroz perihel? I odgovor na ovo pitanje dao je Leksel, računskim putem utvrdivši da je kometa tri godine pre otkrića 1770. prošla vrlo blizu Jupitera, usled čega je zbog njegovog dejstva došlo do promene dotadašnje putanje komete. Dolaskom na novu putanju kometa se našla u povoljnom položaju za posmatranje, čime je objašnjeno njeno otkriće 1770. Lekselove proračune ponovo je

proverio Burkhart izvršivši detaljnu računsku analizu ranije putanje komete. Po ovim rezultatima, do 1767. kometa je obilazila samo Sunce po putanji sa periodom od preko 40 godina, tako da su perihelska daljina i velika poluosa putanje prelazili granicu do koje se kometa mogla videti sa Zemlje. Početkom 1767. kometa dolazi blizu Jupitera, da bi 27. januara ušla u njegovu atrakcionu sferu (pod atrakcionom sferom neke planete, po Laplasu, podrazumeva se približno sferna površina na kojoj su jednaki odnosi planetne sile poremećaja prema Sunčevoj privlačnoj sili i odnos Sunčeve sile poremećaja prema planetnoj privlačnoj sili). Kometa 19. marta prolazi pored Jupitera na samo 0,02 a.j. Tek posle 102 dana kometa napušta Jupiterovu atrakcionu sferu 9. maja. Za vreme dok je bila pod dejstvom Jupitera kometa je potpuno promenila svoju dotadašnju putanju tako da se sada kretala po elipsi sa periodom od samo 5,5 godina. Krećući se po ovoj putanji kometa je prošla kroz perihel 13. avgusta 1770., odnosno, 60 dana posle otkrića. Ponovni povratak kroz perihel bio je 1776. Medjutim, položaj komete u odnosu na Sunce i Zemlju bio je tada nepovoljan za posmatranje, tako da tada kometu niko nije posmatrao. Do sledećeg, trećeg prolaza kroz perihel po ovoj putanji nikada nije došlo, jer se kometa 23. avgusta 1779. ponovo veoma približila Jupiteru, i to čak toliko da je prošla izmedju planete i njenog četvrtog satelita. Kao posledica Jupiterovog dejstva na kometu, koje je bilo 200 puta jače nego dejstvo Sunca, došlo je tada do ponovnih velikih promena putanje. Usled ovih promena Leksellova kometa se posle 9 godina našla van domašaja tada najvećih teleskopa. Od tada ona nikada više nije bila vidjena.

Leksellova kometa poznata je i po tome što je bila na vrlo malom rastojanju od Zemlje, najmanjem što se zna za jednu kometu. Ona je 1. jula 1770. prošla pored Zemlje na rastojanju od samo 1,4 miliona milja (oko 2,3 miliona km). /II,5; 1770 I/

PRAĆENJEM "KOMETE" OTKRIVENA PLANETA URAN

Poznati engleski astronom V. Heršel (*William Herschel*, 1738-1822), 26. aprila 1781. na sednici Akademije nauka u Londonu pročitao je svoj rad o novoj kometi: "*Bio je utorak, 13. marta 1781, dok sam ispitivao jednu slabu zvezdu, u susedstvu nekretnice H. Geminorum, opazio sam jednu, koja je očigledno izgledala veća od os-*



SLIKA 75 - Crtež Heršelove kuće u Dačetu blizu Vindzora i teleskop dug 6m sa ogledalom od 30cm. Desno gore je Heršelova slika, a na crtežu ispod prikazani su V.Heršel i njegova sestra Karolina za vreme jednog posmatranja

talih; iznenadjen njenom veličinom, uporedio sam je sa H.Germi-
rum i sa malom zvezdom na granici između Aurige i Gemini, i kako
sam je našao toliko veću od ovih, posumnjao sam da to mora biti ko-
meta.

19. mart - Prividno kretanje komete je sad $2\frac{1}{4}''$ na čas. Kre-
će se u smeru znakova i njena ravan putanje odstupa vrlo malo od
ravni ekliptike.

25. mart - Prividno kretanje komete se ubrzava i njen privi-
dni prečnik izgleda da biva veći.

28. mart - Prečnik je svakako uvećan, a iz toga zaključuje-
mo da nam se kometa približuje.

6. april - Kometa izgleda oštra na ivicama i neobično dobro
definisana, bez ikakve pojave znaka repa ... ovo ako se u buduće
bude postavljalo pitanje, kad je ova poslednja planeta nadjena?"

Tako je pronadjena sedma planeta Sunčevog sistema i pomere-
na njegova granica.

Na slici 75 prikazan je crtež Heršelove kuće u Dačetu
blizu Vindzora, i teleskop dug 6m sa ogledalom od 30cm, koji je
upotrebljavao tokom 1780-tih godina za mnogobrojna astronomska po-
smatranja.

Prvo posmatranje ove planete izvršio je Žan Batist 8. maja
1781. i prvi primetio da nova planeta mora biti mnogo dalje od Sun-
ca nego što se to u prvo vreme predstavljalo. Primećuje da se sa
vrednošću 12.a.j. računati položaji bolje slažu sa posmatranjima.
Ubrzo zatim, novootkrivenu planetu su takodje posmatrali Mešen,
R.Bošković i Leksell.

I tako,pošto su u XVII veku udareni temelji novoj astronomi-
ji kometa, u XVIII veku ona je doprinela otkrivanju novih planeta,
jer su na osnovu perturbacija putanje Urana otkrivene dve posled-
nje planete Sunčevog sistema, Neptun i Pluton.

24. ZNAČAJNA NAUČNA OTKRIĆA O POJAVAMA KOMETA U XIX VEKU

Pre nego što budemo govorili o značajnim kometama XIX veka
koje su poznate u istoriji astronomije i istoriji uopšte, razmo-
trićemo važnija otkrića u tom veku, vezana za pojave kometa.

U početku XIX veka, 1802, Heršel piše u jednoj svojoj ras-
pravi "Imamo razloga da očekujemo da su komete u vrlo dalekoj povu-
čenosti izgubile svoj rep, ako ne baš sasvim, a ono dovoljno da ih

smatramo sličnim zvezdama: to jest da postanu asteroidi". Ovo mišljenje je verovatno posledica izgleda "komete" koju je pratio pri otkriću Urana.

Jedan interesantan događaj odigrao se 28. jula 1804. Na ulici u Bremenu Olbersu se obraća jedan mladić i moli ga da pregleda njegov rad o kometi iz 1607. Ovaj mladić je bio Besel koji je posle šest godina dobio poziv da završi zidanje astronomske opservatorije i Kenigbergu. Primio se zatim dužnosti direktora opservatorije i postao čuven po svojim otkrićima iz oblasti kometa i astronomije.

Ležandr 1805. objavljuje rad *Nova metoda za određivanje kometskih putanja* i prvi put izlaže metodu najmanjih kvadrata koju je primenjivao čuveni nemački matematičar Gaus 1795.

Klauzen je 1831. dao ideju o sistemima kometa, koju je zatim proučio i ispitao direktor opservatorije u Utrehtu Hok. On je našao da u izvesnom broju slučajeva putanje dve, tri komete imaju negde daleko u prostoru zajedničku tačku preseka, koja ukazuje na njihovo zajedničko poreklo.

Početak 1844. engleski astronom Adams podnosi Astronomskom društvu rad pod naslovom *Elementi Fajeve komete* u kome iznosi ideju: "Da se možda kometa nije kretala svojom sadanjom putanjom; već da, kao i u slučaju komete 1770 njenu sadašnju pojavu dugujemo dejstvu planete Jupitera". I zatim nastavlja da pokaže da su se kometa i planeta morale ne tako davno u prošlosti jedna drugoj približiti, što se i dogodilo 1840.

Hjugens 1868. u sjajnim linijama spektra komete prepoznaje linije hidrougljeničnih gasova.

Najranija kometa dovoljne prividne veličine, koja je mogla biti spektroskopski posmatrana i ispitana, bila je ona koju je 17. aprila otkrio astronom Kodža sa Marseljske astronomske opservatorije.

U Americi je 12. novembra 1833. posmatran pljusak meteora, kojih je bilo oko 250 hiljada. Meteoriti su se pojavljivali iz jednog malog regiona neba, što je protumačeno efektom perspektive na kretanje tela paralelnim putanja. Slično se događa kada se železničke tračnice posmatraju u perspektivi. Humbolt je opisao pad meteora u noći između 11. i 12. novembra 1799. za vreme svog putovanja po Južnoj Americi. Poznati nemački astronom Olbers zaključuje da je to periodična pojava.

Hladni 1836. tvrdi da meteori nisu zemaljskog ni mesečevog već kosmičkog porekla i da opisuju svoje putanje u istom prostoru kao planete i komete, zaključivši to na osnovu njihove izvanredne brzine.

Morštat iz Praga primećuje 1837. da bi novembarski roj meteora mogli sačinjavati rasuti atomi repa Bjeline komete, čiju putanju Zemlja u to vreme preseca.

Kerkvud pretpostavlja da periodični meteori mogu biti delovi starih, raspadnutih periodičnih kometa, čiji se materijal rasporedio po njihovoj nekadašnjoj putanji.

Seki 1862. dolazi do važnog zaključka da se avgustovski meteorski roj kreće kroz prostor istom putanjom kojom se kreće sjajna kometa 1862. III, tako da izgleda kao da je kometa samo najglavniji član porodice Perseida. Pomenuta kometa, čija je perioda određena na 119 godina, prošla je kroz perihel 22. avgusta 1862.

H.A.Njutn, profesor Jelskog univerziteta, utvrdio je 1864. da je meteorski roj Leonida bio posmatran i ranijih stoleća. Odredio je da perioda roja iznosi 33,25 godina i predskazao povratak za 1866. godinu, što se i dogodilo.

Leverje i Skjapareli su 1866. izračunali putanju roja Leonida i našli da je bila vrlo slična putanji komete *Tempel 1866 I*. Naredne godine Leverje objavljuje svoju studiju u kojoj utvrđuje da bi meteorski roj sa periodom od 33,25 godina trebalo da preseca Uranovu putanju.

Pošto je znao da će 1872. godine kometa proći blizu Zemlje, nemački astronom Gale je nagovestio obilan pad meteora za 28. novembar. I stvarno, uveče 27. novembra naišla je prava kiša meteora koja je potrajala više časova nad celom Evropom. Trinaest godina kasnije, posle dve naredne revolucije, ponovio se prizor sa jednim sjajem, ali kometa više nije bila vidljiva.

U drugoj polovini XIX veka pojavilo se na nebu neuobičajeno mnogo kometa. Koristeći veliko interesovanje naroda za posmatranje ovih nebeskih tela, neki preduzimljivi ljudi kupuju male teleskope i organizuju javna posmatranja kometa, stičući za vrlo kratko vreme prava mala bogatstva, jer je ljudi koji su želeli da posmatraju bilo mnogo, a svako gledanje kroz teleskop se plaćalo. Na slici 76 prikazan je crtež jednog takvog posmatranja iz Pariza 1874. godine gde se vidi kako se veliki broj ljudi tiska oko teleskopa želeći da vidi sjajnu



SLIKA 76 - Crtež jednog posmatranja komete Kodža iz Pariza 1874.

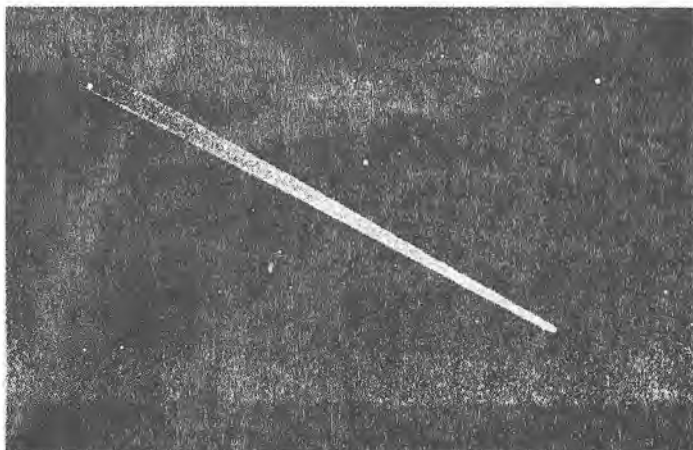
kometu *Coggia*. [II 11; 1874 III]

25. ZNAČAJNIJE KOMETE XIX VEKA

VINO KOMETA - Francuski astronom Fložerk (*Flaugerques*) otkrio je 25. marta 1811. veliku i sjajnu kometu (slika 77 i 78). U vezi sa ovom kometom čuven je crtež K. Metesa koji je pod naslovom *Propast sveta* objavljen u pariskom časopisu *L'illustration* 21. marta 1857. (slika 79). Pored povezivanja magije, pojava uragana, vulkanskih erupcija i dr. sa pojavom ove komete na nebu, smatralo se da je kometa vrlo povoljno delovala na vegetaciju poljoprivrednih kultura te godine, naročito na rod vinograda, jer je groždje rodilo kao retko kada. Zato je kometa iz 1811. godine dobila ime VINO KOMETA, a vino iz te godine zove se KOMETINO VINO. U istorijskim hronikama iz tog vremena neki autori smatraju da je pojava ove komete bila predznak Napoleonovog poraza u Rusiji 1812. godine.

Kometu se mogla posmatrati golim okom nekoliko nedelja, a teleskopima je posmatrana punih 17 meseci (od 25. marta 1811. do 17. avgusta 1812). Imala je rep dug oko 176 miliona km. Jezgro je izgledalo kao nejasan svetlosni kolut, obavijen nekim tamnim prstenom, oko koga je svetlela kometina glava produžujući se dalje u rep. Kometu ima periodu oko 3100 godina [II 6; 1811 I]. Naredne (1812) godine, na osnovu oko 1000 posmatranja ove komete, težnju materijala repa da se udalji od njenog jezgra i od Sunca, Olbers objašnjava postojanjem "repulsivne sile", prouzrokovane nekom vrstom električnih pojava.

ENKEOVA KOMETA - Pored Halejeve, ovo je svakako najpoznatija kometu. Priča o njoj počinje na opservatoriji u Marselju 26. novembra 1818. godine, kada ju je otkrio *Žan Luj Pons* (1761 - 1831), najuspešniji lovac na komete svih vremena. Bugar je izračunao putanju komete i odmah zapazio da se ona veoma podudara sa putanjom komete koju je takodje otkrio Pons još 19. oktobra 1805. Ovo je značilo da je to periodična kometu, ali je postojala dilema da li je njen period 13 godina (1818-1805=13), ili se za taj vremenski interval kometu vraćala nekoliko puta. Da ovo utvrdi prihvatio se 1819. nemački astronom *Johan Franc Enke* (1791-1865), direktor opservatorije u Goti (slika 80). Posle detaljnog proučavanja utvrdio je da je pojava komete 1818.g. u stvari četvrta pojava komete iz 1805.g. Rezultat je bio tako neočekivan, da mnogi astronomi



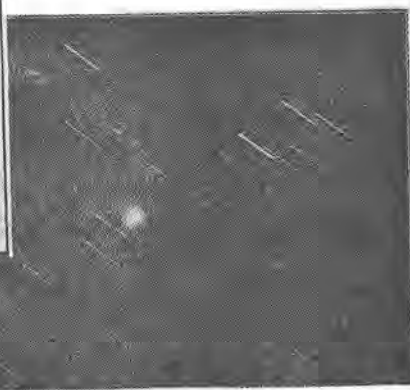
SLIKA 77 - Velika sjajna kometa koju je otkrio francuski astronom Fložerk 25.marta 1811.



SLIKA 78 - Posmatranje velike sjajne komete iz 1811. u Parizu



SLIKA 79 - Čuveni Metesov crtež "Vino komete", koji je pod naslovom "Propast sveta" objavljen u pariskom časopisu L'illustration 21.marta 1857.



SLIKA 80 - Magličast izgled Enkeove komete. U levom gornjem uglu slika nemačkog astronoma Johana Enkea



SLIKA 81 - Savremena fotografija Enkeove komete koju je snimio Jugosloven Stanislav Đorgovski u maju 1983. na Lik opservatoriji u SAD, a zatim kompjuterski obradio na Berkli univerzitetu

nisu verovali da je moguće da postoji kometa čiji je period od samo 3,3 godine, ili oko 1200 dana. Kasnije je Enke utvrdio da je ovu kometu prvi posmatrao francuski astronom Mešen (*Méchain*) još 17. januara 1786. sa Pariske opservatorije; 1795.g. kometu je otkrila Karolina Heršel, a tek onda dolaze Ponsova posmatranja iz 1805. i 1818.g. Enke je pažljivo i savesno proučio sva ova posmatranja i izračunao tačne elemente putanje komete. Rezultati su razbili i poslednje sumnje: bila je to kometa sa periodom od 3,2840 godina. Kada se ova kometa ponovo pojavila 1822.g. (vrlo blizu mesta gde joj je položaj predvideo Enke), njegovi proračuni su i praktično potvrđeni, i od tada kometa nosi ime ENKE. [I 3; 1980 XI]

Ova kometa spada u vrlo zanimljive komete zbog nekoliko svojih osobina. Prvu, veoma kratku periodu već smo upoznali, a druga je promenljivost ove periode. Ispitujući putanju komete od 1786. do 1858, Enke je utvrdio da se srednja brzina kretanja komete oko Sunca povećava, odnosno da se vreme obilaženja komete oko Sunca (perioda) stalno smanjuje, i to posle svakog prolaza kroz perihel za oko 2,6 časa. Pošto se ovo smanjenje nije moglo protumačiti poremećajima drugih tela, Enke je stvorio hipotezu da se kometa kreće u sredini koja stvara izvestan otpor, tj. međuplanetski prostor nije prazan već je ispunjen vrlo retkom materijom, koja daje izvestan otpor kretanju komete, iako na prvi pogled izgleda neshvatljivo da otporna sredina može da prouzrokuje ubrzanje komete. Međutim, Laplas je još ranije dokazao da se u takvom slučaju izvesni elementi putanje ne menjaju (čvor, nagib, dužina perihela), samo se smanjuje velika elipsa putanje. Odnosno, pošto se smanjuje putanja, smanjuje se i vreme za koje kometa opiše tu putanju, pa otuda potiče povećanje brzine. Polazeći od ove hipoteze pokušano je da se otporna sredina identifikuje sa tzv. "svetlosnim etrom". Jedno vreme u fizici se smatralo da je promena periode Enkeove komete posmatrački dokaz za njegovu egzistenciju u međuplanetskom prostoru. Međutim, činjenica da nijedna od poznatih kometa ne pokazuje sličan efekat bila je u protivrečnosti sa Enkeovom hipotezom.

Protiv nje je bio i čuveni astronom F. Besel koji je ovu pojavu protumačio pomoću svoje teorije o stvaranju kometskih repova; zasnovane na posmatranju Halejéve komete 1835/36. Po njemu, jezgro komete emituje čestice velikom početnom brzinom u pravcu Sunca, pri čemu se jezgro komete, usled reakcije (kao kod rakete)

pomera u suprotnom smeru, i to: pre prolaska kroz perihel u smeru suprotnom kretanju komete, a posle prolaska kroz perihel u smeru kretanja komete. Pošto ova kretanja nisu jednaka ni po pravcu ni po smeru, razlika između njih je izazvala malo pomeranje komete duž putanje, odnosno dolazi do male promene u periodu komete.

Kod Enkeove komete zapažena je i vrlo neobična promena u prečniku i zapremini kome. Tako je 28. oktobra 1828, kada se kometa nalazila na oko 220 miliona km od Sunca, prečnik kome bio 480.000 km. Iste godine, 24. decembra, kometa je bila na 80 miliona km od Sunca, a prečnik kome je bio samo 22.000 km, što znači da je zapremina kome svedena na desetihiljaditi deo prvobitne vrednosti. U toku 1839.g. prečnik kome je bio manji od 5000 km, odnosno zapremina kome je bila oko milion puta manja nego u oktobru 1828. godine.

Prilikom posmatranja zapaženo je da prividna veličina komete takodje polako opada, i to u periodu od 100 godina za oko jednu veličinu.

Neposredno pred povratak Enkeove komete, u aprilu 1829, Napoleon je na samrti bio zapanjen pojavom komete na nebu. Neki zato smatraju da je ona predskazala skoru Napoleonovu smrt-5.maja 1821.

Pošto ima vrlo kratku periodu, a neprekidno se posmatra još od 1786, Enkeova kometa je do sada najviše posmatrana kometa. Posmatrana su čak 53 njena prolaza kroz perihel. Poslednje posmatranje bilo je početkom 1984. (slika 83), kada je organizovano međunarodno posmatranje Enkeove i Kromlinove komete, kao proba funkcionisanja Medjunarodnog programa za posmatranje Halejeve komete 1986 (IHW). Inače, Enkeova kometa ima izgled magličastog objekta, nenravilnog oblika (slika 80), sa najvećim sjajem od čak 6,4^m. U naše vreme ova kometa se može posmatrati savremenim velikim teleskopima neprekidno duž cele njene putanje.

Na slici 81 prikazana je savremena kompjuterska fotografija Enkeove komete koju je snimio Jugosloven Stanislav Đorgovski u maju 1983. na Lik opservatoriji u SAD, a zatim kompjuterski obradio na Berkli univerzitetu. Paralelne linije koje se vide na slici su tragovi zvezda, jer je pri snimanju vršeno praćenje komete, a ne zvezda.

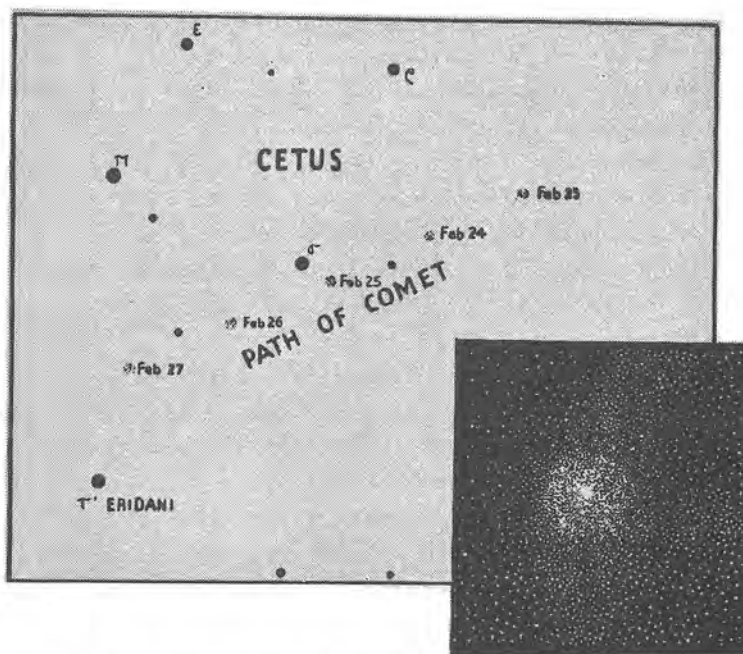
KROMLINOVA KOMETA. Priča o ovoj kometi je duga 110 godina, i sastoji se iz dva vremenska intervala od po 55 godina. Kometu je

otkrio 23. februara 1818. sa opservatorije u Marselju Zan Luj Pons. O ovome otkriću on je zapisao: "Kometa je mala... ne vidi se golim okom. Nema repa, središte joj je nešto sjajnije, a koma mala. Dne 24. februara opazio sam je na svega nakoliko trenutaka, jer je vreme za posmatranje bilo vrlo loše, ali sam ipak zapazio da se po rektascenziji kreće vrlo brzo, oko 7^m ka istoku, a po deklinaciji 40° ka jugu; 26. februara kometa se u vidnom polju durbina videla u blizini od 3^m od najjužnije zvezde od četiri, u prsima Cetusa (4-te prividne veličine); 27. februara bila je $50'$ istočno od zvezde ispod šape Cetusa."

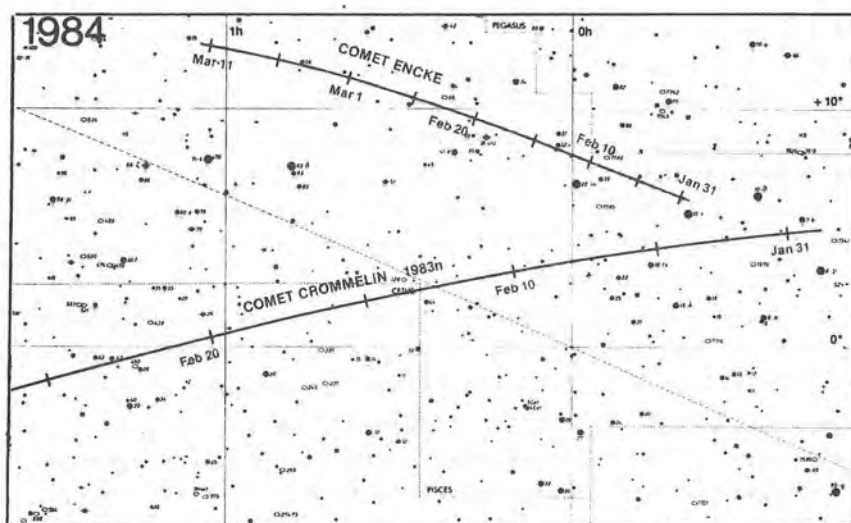
Kasnije su ove dve zvezde identifikovane: prva kao α , a druga τ Ceti (slika 82). I to je bilo sve što je zapisano o ovoj kometi i njenom putu na nebu. Ipak, pokušali su (prvo Pogson, a kasnije i Hind) da izračunaju makar i približnu putanju komete.

Sledećih 55 godina o ovoj kometi se ništa nije čulo, a tada, 10. novembra 1873. astronom sa opservatorije u Marselju Kodža (Coggia) pronalazi jednu kometu, a idućeg dana, nezavisno od njega, kometu otkriva Vineke (Winnecke) astronom opservatorije u Strazburu. Bila je to jedva primetna kometa, sedma po redu te godine za koju se smatralo da je nova kometa, pa je dobila ime Coggia-Winnecke. Kometa je posmatrana svega 5 dana. Ipak, i pored ovako oskudnog posmatračkog materijala, nekoliko astronoma je pokušalo da izračuna njenu putanju. Prvi je E. Vajs pretpostavio mogućnost da je to možda Ponsova kometa iz 1818.g. Nezavisno od njega na istu ideju je došao i Argelander, direktor opservatorije u Bonu. Medjutim, detaljno ispitivanje orbite ove komete preuzima Šulhof. On prvo veoma savesno rekonstruiše putanju komete na osnovu poznatih posmatranja od 1818. do 1873, zatim, polazeći od elemenata putanje iz 1873, računa ranije putanje komete, do kojih je došlo pod dejstvom poremećaja velikih planeta. Pri ovome uzima u obzir 10 raznih hipotetičkih perioda revolucije; iz toga niza postupno izbacuje jednu po jednu hipotetičku periodu, kako se koja pokaže neprihvatljiva, tako da mu na kraju ostaje samo 4 periode: 6,98; 9,30; 18,6 i 55,6 godina. Medjutim, nijedna od njih nije mogla u potpunosti da zadovolji posmatranja ove komete. Najverovatnija je bila kraća perioda, s tim što je njana putanja bila vrlo slična putanji kometa 1873-VII, 1818-I, 1457-I i putanji komete Bjeła čije su periode 6,7 godina.

Bilo je potrebno da prodje daljih 55 godina, pa da se reši



SLIKA 82 - Identifikacija zvezda σ i τ Ceti i položaj komete Kromlin 24., 25., 26. i 27. februara 1818.



SLIKA 83 - Putanja na nebu Enkeove i Kromlinove komete početkom 1884.

tajna ove komete. Rešenje počinje 19. novembra 1928, kada engleski astronom *Forbes* sa Rta Dobre Nade otkriva novu kometu. Čitav mesec je posmatrana ova kometa, tako da je prikupljeno dovoljno posmatračkih merenja za tačno izračunavanje putanje. Proračuni su pokazali da se kometa kreće po elipsi sa periodom od 28 godina. Tada je primećeno da se ovaj period može lako poklopiti sa Šulhofovom hipotetičkim vrednostima za period kometa 1818-I (*Pons*) i 1873-VII (*Coggia-Winnecke*), odnosno da je:

1928. približno jednako $1818 + (4 \times 28)$

1928. približno jednako $1873 + (2 \times 28)$

Takodje je: $4 \times 6,98$ i $3 \times 9,3$ približno jednako 28, a to je približno i polovina od 55,8. Na osnovu toga zaključeno je da je kometa *Forbes* u stvari peta pojava Ponsove komete iz 1818, tj. treća pojava komete *Coggia-Winnecke* iz 1873. Da ovo proveri detaljnim proračunima prihvatio se engleski astronom sa Griničke opservatorije, Endrju Klod Kromlin (*A.C.D.Crommelin, 1865-1939*). On je pošao od posmatranja komete *Forbes* zato što su to bila precizna posmatranja, a bilo ih je mnogo. Uzevši u obzir dejstvo svih velikih planeta na putanju ove komete, Kromlin je izračunao sve faze promene njene putanje od 1928. do 1873. Ovaj proračun dao je nov sistem putanjskih elemenata i periodu od 27,8969 godina. Polazeći sada od ovih orbitalnih elemenata, Kromlin nastavlja da računa promenu putanje komete pod dejstvom velikih planeta sve do 1818. godine. Izračunavši putanju komete za tu godinu, ucrtao je položaj komete na zvezdanu kartu i utvrdio da se u noći 27. februara 1818. kometa nalazila tačno na mestu na kome je Pons bio otkrio novu kometu.

Kao priznanje za uloženi veliki trud pri računskom ispitivanju putanje ove komete, na predlog Kobolda, kometa *Pons-Coggia-Winnecke-Forbes*, od tada nosi samo *Kromlinovo* ime |I 5; 1956 VI|. Do sada je ova kometa posmatrana pet puta (1818 I, 1873 VII, 1928 III, 1956 VI i 1983 n). Poslednji put je posmatrana početkom 1984. godine (slika 83), kada se videla kao magličast objekat bez repa, najvećeg sjaja oko 7^m . Tada je organizovano međunarodno posmatranje, čiji je cilj bio ne samo prikupljanje što više podataka o kometi, već i provera funkcionisanja Međunarodnog programa za posmatranje Halejeve komete 1986. godine (IHW).

KOMETA BJELA - Austrijski amater Bjela (*Wilhelm V. Bjela*, 1782-1856), austrijski oficir, otkrio je 27. februara 1826. kometu koja je dobila njegovo ime. Putanja koju je izračunao Bjela bila je interesantna, jer se silazni čvor kometine putanje nalazio blizu Zemljine putanje. U narednom povratku u perihel 1929. nije mogla biti posmatrana, zbog njenog nepovoljnog položaja. Računajući vreme narednog povratka, Damoazo je našao da kometa treba da dodje 29. oktobra 1832. pre ponoći, presecajući ravan u kojoj se kreće Zemlja i samo mesto u kome kometa može da sretne Zemlju. Prema proračunu, prolaz komete treba da se dogodi u ravni Zemljine putanje, i to malo u njenoj unutrašnjosti na odstojanju jednakom $4\frac{2}{3}$ poluprečnika Zemlje. Pošto je dužina poluprečnika glave komete bila jednaka $5\frac{1}{3}$ poluprečnika Zemlje, bilo je sasvim očigledno da će 29. oktobra 1832. pre ponoći jedan deo Zemljine putanje zauzeti kometa.

Svi ovi rezultati, podržavani od naučnih autoriteta, bili su izneseni u javnost putem štampe i može se zamisliti velika senzacija koju su oni time proizveli. Tema ovih razgovora bila je: svršeno je, smak sveta je blizu, Zemlja će biti razbijena, pretvorena u prah i uništena udarom komete. Ljudi su bili jako uznemireni, potreseni i uplašeni. Za razliku od ranijih sličnih situacija, uznemirenje i strah ljudi sada su izgledali opravdani, jer su bili zasnovani na predvidjanjima naučnika.

Medjutim, jedno drugo pitanje nisu postavljali niti predviđjali novinari i astronomi koji su izazvali paniku u svetu: na kome će se mestu svoje ogromne putanje naći Zemlja 29. oktobra 1832. pre ponoći, u momentu kada kometa preseče ovu putanju u jednoj od njenih tačaka.

Račun astronoma brzo je rešio ovu zagonetku. Arago je u svom radu, objavljenom u *Godišnjeku biroa za dužine*, pisao: "Prolaz komete blizu jedne izvesne tačke Zemljine putanje biće 29. oktobra pre ponoći; eh, dobro! Zemlja će doći u istu tačku tek 30. novembra ujutro, to će reći posle više od jednog meseca. Potrebno je sada da se podsetimo da je srednja brzina Zemlje na njenoj putanji 1.078.400 km na dan, a račun pokazuje da će kometa preći 32.000.000 km dalje od Zemlje. Tako se i dogodilo, i ljudi su bili oslobođeni straha, a Zemlja je ostala netaknuta.

Ali kometa Bjela je i dalje privlačila pažnju astronoma, zbog događaja o kojima su oni ranije samo slutili, a sada su ima-

li mogućnosti da ih posmatraju na ovoj kometi.

Hind, 28. novembra 1845, prvi put primećuje neobičan izgled Bjeline komete. Nakon 22 dana, 19. decembra, primećuje da kometa dobija oblik kruške, a deset dana kasnije zapaža dva odvojena dela kao dve posebne komete.

Bredli i Herik, sa univerzitetske opservatorije Jel, 29. decembra 1845, takodje posmatraju podelu Bjeline komete u dva dela. Luj d'Arrest, januara 1846, već vidi dve glave komete, a kasnije i dve odvojene komete.

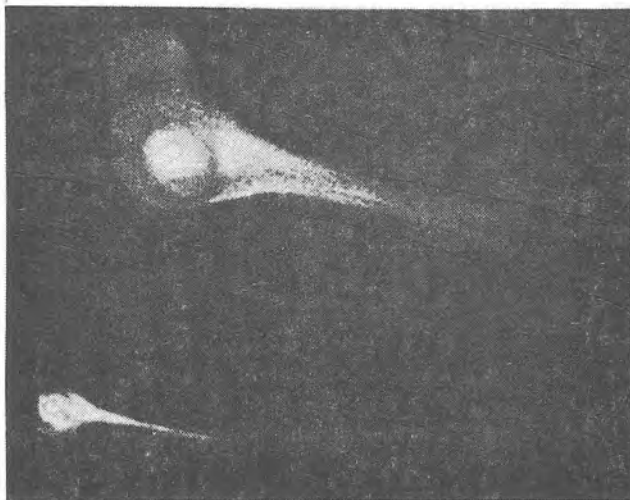
Mori, direktor mornaričke opservatorije u Vašingtonu, izveštava da je 12. januara 1846. durbinom od 24 cm posmatrao kometu kada je bila 9-10 prividne veličine, a na njoj nije ništa uočio. Medjutim, narednog dana, 13. januara, primetio je deljenje komete na dva dela. Na slici 84 prikazan je crtež ova dva dela komete koji je napravio 19. februara 1846. poznati ruski astronom Vasilij Struve (1793-1864) sa Pulkovske opservatorije.

U avgustu 1852. Bjelina kometa je ponovo prošla kroz svoj perihel, ali uslovi za njeno posmatranje nisu bili povoljni [I2; 1852 III]. Tek 16. septembra uspeo je Seki u Rimu da otkrije pratioca glavnog dela komete i proceni da je njegovo udaljenje od glavnog dela naraslo na oko 433 600 km. Na slici 85 prikazan je crtež izgleda glavnog dela komete i njegovog pratioca 20. septembra 1852. godine. Uskoro zatim nestala su oba dela i nikad više nisu nadjena, iako je istraživanjima određena njihova putanja.

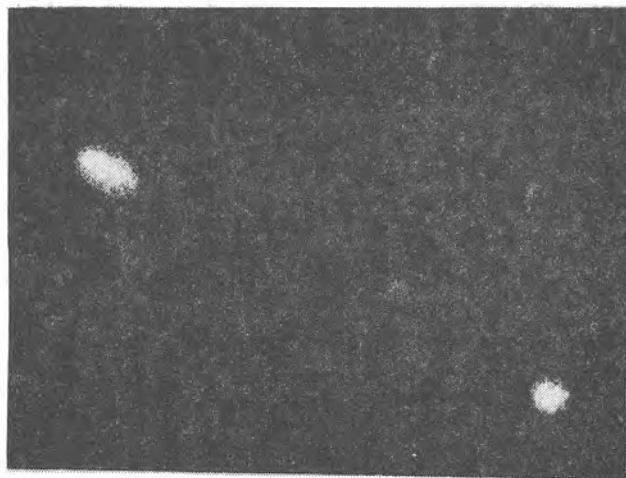
Bjelina kometa je 1872, kada je Zemlja prošla pored njene putanje, poslednji put posmatrana kao dvojna kometa. Pored nje te godine posmatrana je izvanredno lepa pojava pada meteora. Ovaj događaj je mnogo doprineo uverenju da su meteorski rojevi ostaci kometa.

Kada je kometa Bjela dva puta obišla svoju putanju za proteklih trinaest godina, od 1872, očekivao se nailazak roja meteora istog dana 1885. Očekivanja astronoma su se ispunila i roj meteora je doista naišao prema predviđanjima; sada je bio veći i mnogobrojniji nego onaj iz 1872. Profesor H.A. Njutn je procenio da je broj pojava meteora u jednom času iznosio 75.000.

Treba napomenuti da razdvajanje Bjeline komete nije jedini takav slučaj do sada poznat u astronomiji. Na primer, u Braziliji je Lije 24. februara 1860. posmatrao "dvostruku kometu" čija se podela dogodila za kraće vreme posmatranja.



SLIKA 84 - Crtež dva dela Bjeline komete koji je 19. februara 1846. napravio poznati ruski astronom Vasilij Struve sa Pulkovske opservatorije

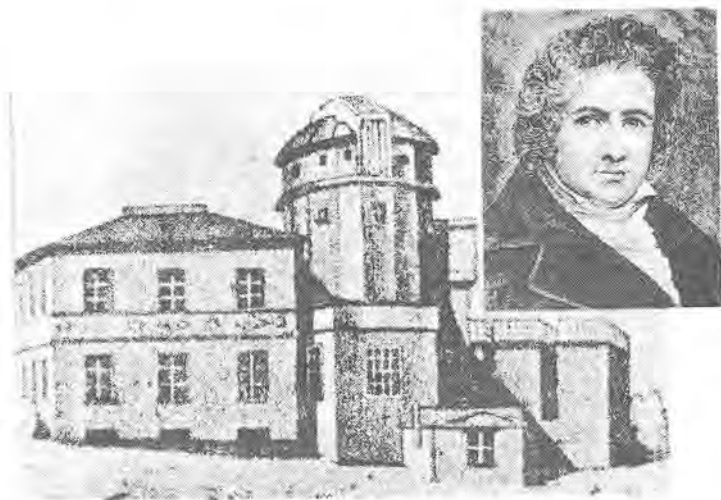


SLIKA 85 - Crtež glavnog dela komete Bjela i njegovog pratioca 20.septembra 1852.

POVRATAK HELEJEVE KOMETE 1835.GODINE

U vremenskom periodu između dva povratka Halejeve komete, radovima *P.S.Laplase* (1749-1827) i *ž.L.Lagranža* (1736-1813) postavljani su čvrsti osnovi nebeske mehanike. Preciznije su određene mase Jupitera i Saturna, a 1781.g. V.Heršel je pronašao novu planetu-Uran. Heršelovo otkriće dva Uranova satelita iz 1787.g. (Titanija i Oberon) omogućilo je određivanje mase nove planete. Ova otkrića bila su od velikog značaja za još preciznije izračunavanje datuma kada će Halejeva kometa proći kroz perihel u toku 1835. godine. Za rešavanje ovog zadatka 1817.god. Akademija nauka u Torunu raspisala je međunarodni konkurs. Mnogi astronomi prihvatili su se njegovog rešavanja. Iako u svojim proračunima nije uzeo u obzir poremećaje koji potiču od Merkura i Urana, nagradu je dobio francuski astronom M.Damoazo (*Damoiseau*), po čijim proračunima je trebalo da kometa prodje kroz perihel 4. novembra 1910. Nekoliko godina kasnije, tačnije proračune je obavio njegov zemljak Pontékulan (*Pontécoulant*), koji je dobio datum 7. novembar, dok je nemački astronom Rozenberger (*Rosenberger*) bio još tačniji, dobivši datum prolaska kroz perihel 26. novembar. Tada je Pontékulan ponovio svoje proračune u kojima uzima za masu Jupitera $1/1054$ dela mase Sunca, umesto $1/1070$ koliko je bio uzeo u prvom proračunu. Za datum prolaska kroz perihel daobija 15. novembar 1835.

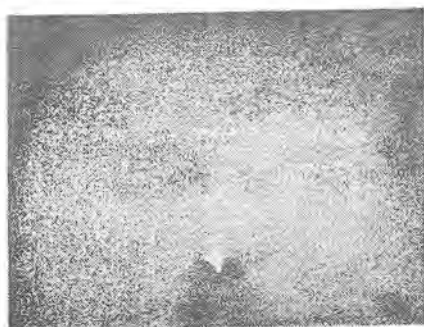
Usmerivši teleskop u oblast sazveždja Bika gde je po proračunima trebalo da se nalazi Halejeva kometa u zoru 5.avgusta 1835, Dimušel (*Dumouchel*), direktor opservatorije u Rimu, prvi je otkrio kometu. Videla se kroz teleskop kao magličast objekat prividne veličine oko 10^m , rep još nije imala. Približavanjem ka Suncu sjaj joj se polako povećava i 23. septembra dostiže $5,5^m$, tako da se od tada mogla videti golim okom. Na samom kraju septembra pojavljuje se rep, čija dužina se naglo povećava da bi sredinom oktobra rep bio dug oko 20^o , a najveći sjaj dostiže 1^m . U toku meseca oktobra 1835.g. Vasilij Struve (1739-1864) obavlja prva astrofizička posmatranja Halejeve komete. On sa Derptske opservatorije (Tartu) brižljivo ispituje njen oblik, dimenzije i prati kretanje materije u glavi komete. Dne 17.oktobra u toku dva sata Struve posmatra prolaz glave komete ispred dve slabe zvezde i zapaža da pri tome sjaj zvezda nije nimalo oslabio. To je bio čvrst dokaz da je i u glavi komete gustina gasa mala, kao i da je samo jezgro malo. Halejevu



Halley'scher Comel 1835.

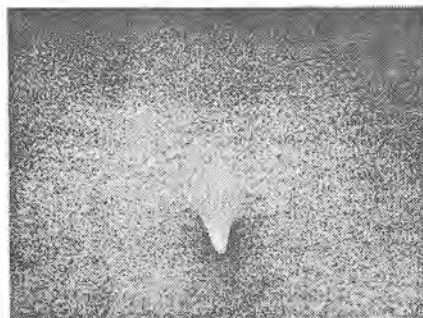
Octob. 2. 12' 12"

Octob. 12. 10' 34"



Octob. 14. 7' 14"

Octob. 20. 0' 20"



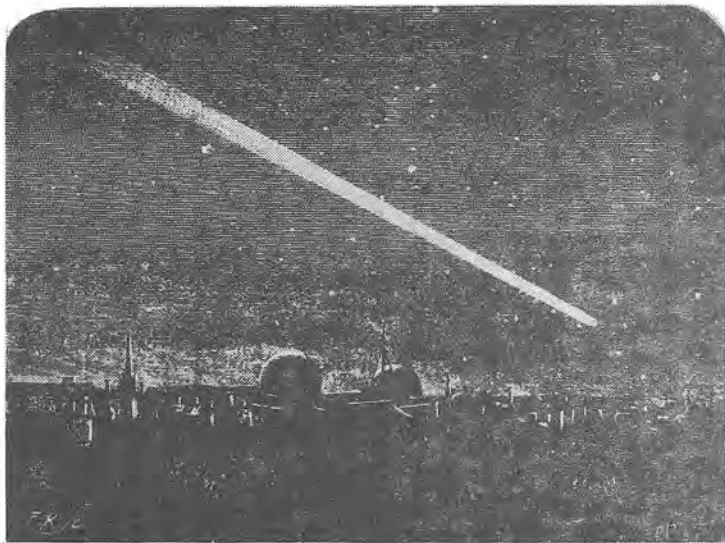
SLIKA 86 - Crteži Halejeve komete iz 1835. koje je nacrtao F.V.Besel sa opservatorije u Kenigsbergu

kometu vrlo pažljivo posmatra i poznati astronom F.V. Besel (1784-1846.) sa opservatorije i Kenigsbergu (slika 86). On je napravio precizne crteže komete 2, 3, 12, 13, 14, 15, 20, 22. i 25. oktobra 1835. Zanimljivo je spomenuti da je Besel jedan od najboljih astronoma svih vremena; prvu širu afirmaciju u astronomskim krugovima stekao je 1804, kada je u svojoj dvadesetoj godini izračunao elemente putanje Halejeve komete na osnovu posmatranja T. Gajpota i Torporlea iz 1607. godine. U oktobru 1835. kometu su posmatrali i mnogi drugi astronomi iz celog sveta, astronomi amateri i gradjani.

O posmatranju komete iz naših krajeva postoji zapis zemunskog učitelja Sime Todorovića, koji je u svome dnevniku (koji je vodio od 1808.) zapisao: *"1835. leta, meseca oktobra 1-ga dne vidima bist na istoku kometa zvana Halejevaska (zvezda repata), koja je od nas samo 6 miliona milja daleko bila i 18 -ego (oktobra) meseca nevidima bist"*. On je najverovatnije kometu posmatrao golim okom, tako da se može zaključiti da se iz Zemuna 1835. kometa mogla videti golim okom u periodu od 1. do 18. oktobra.

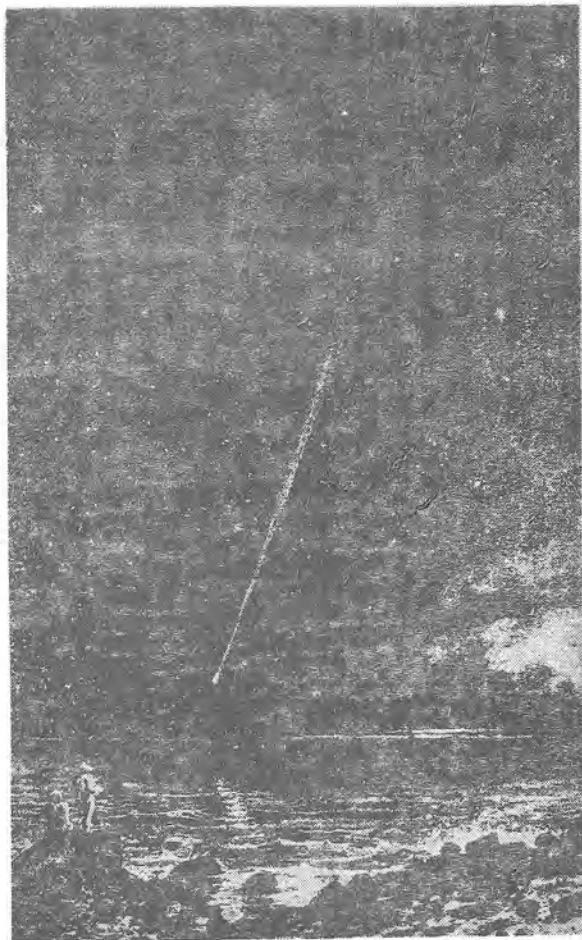
Polako se sve više približavajući perihelu, krajem oktobra 1835. kometa prelazi na južnu poluloptu neba. Sredinom novembra bila je već toliko blizu Sunca da se više nije mogla posmatrati. Koristeći savremene računare i uzevši u obzir uticaje svih planeta, američki astronom Jeomans i Kijang su 1981. izračunali da je te godine Halejeva kometa prošla kroz perihel 16. novembra u 10 sati i 32 minuta. Znači da je Pontékulan pogrešio u svojim proračunima za samo jedan dan. Jedan dan na 28.006 dana, kolika je bila perioda Halejeve komete u vreme od 1759. do 1835, zanemarljiva je vrednost (0,00004%). I tadašnja posmatranja su za datum prolaza kroz perihel dala 16. novembar. Ovaj podatak je odmah iskoristio Pontékulan da izračuna tačniju vrednost za masu Jupitera. Vrednost mase koju je tada dobio 1/1049 ne razlikuje se mnogo od današnje veličine (1/1048,58).

Prolaskom kroz perihel kometa je ponovo vidjena tek 25. januara 1836.g. Posmatrao ju je na jutarnjem nebu astronom Maklir sa opservatorije na Rtu Dobre nadě. Kometa se videla golim okom a bila je sjajna oko 2^m. Udaljavajući se od Sunca i Zemlje njen sjaj naglo opada, a rep se smanjuje. Sredinom februara postaje nevidljiva golim okom, da bi u maju 1836.g. postala nevidljiva i za tadašnje teleskope. Za vreme ovoga povratka Halejeve komete prikupljen je



SLIKA 89 - Grandiozni rep Velike martovske komete, vidjen iz Pariza

SLIKA 87 - Crtež Velike martovske komete iz 1843.
načinjen u Rtu dobre nade



vrlo značajan posmatrački materijal koji je proširio naša znanja ne samo o Halejevoj kometi već i o kometama uopšte. Na primer, Bessel je tada zapazio strujanje materije u jezgru komete. On je smatrao da ova strujanja utiču i na kretanje same komete, po principu tzv. "raketnog efekta". Ovu teoriju razradili su tek u XX veku Dubjago i Vipl. Koristeći posmatranja Struvea i Besela ruski astronom F. A. Bredihin (1831-1904) stvorio je u drugoj polovini XIX veka vrlo značajnu "mehaničku teoriju kometskih oblika".

VELIKA MARTOVSKA KOMETA IZ 1843. GODINE

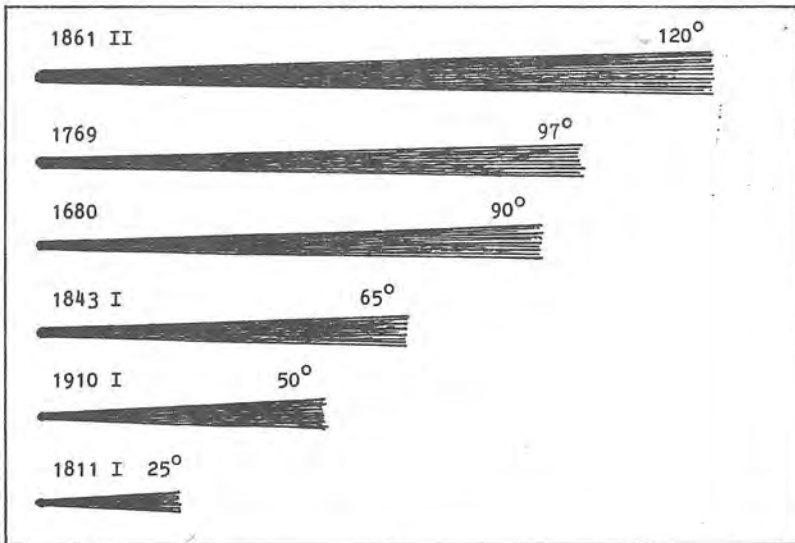
U XIX veku pojavilo se čak 17 sjajnih i velikih kometa koje uz svoje ime nose i naziv VELIKA (tablica III). Među njima najinteresantnija i najznačajnija je verovatno Velika martovska kometa [II 7; 1843 I]. Kao i za sve velike komete, ni za ovu se ne zna ime otkrivača, jer su je u isto vreme zapazili mnogi posmatrači. Kometa je posmatrana relativno kratko vreme, od 5. februara do 19. aprila 1843, ali je ipak prikupljeno oko 200 posmatranja iz celog sveta.

Krajem februara naglo se povećao sjaj komete, pa je postala toliko sjajna da se mogla videti i preko dana, kao kratka sjajna oštrica kraj Sunca. Tokom sredine marta, pošto se pomerila u tamniji deo neba, videla se kao dugačak srebrnasti zrak koji se prostirao iznad Sunca pri njegovom zalasku. Na slici 87 prikazan je crtež ove komete, načinjen na Rtu dobre nade u Južnoj Africi.

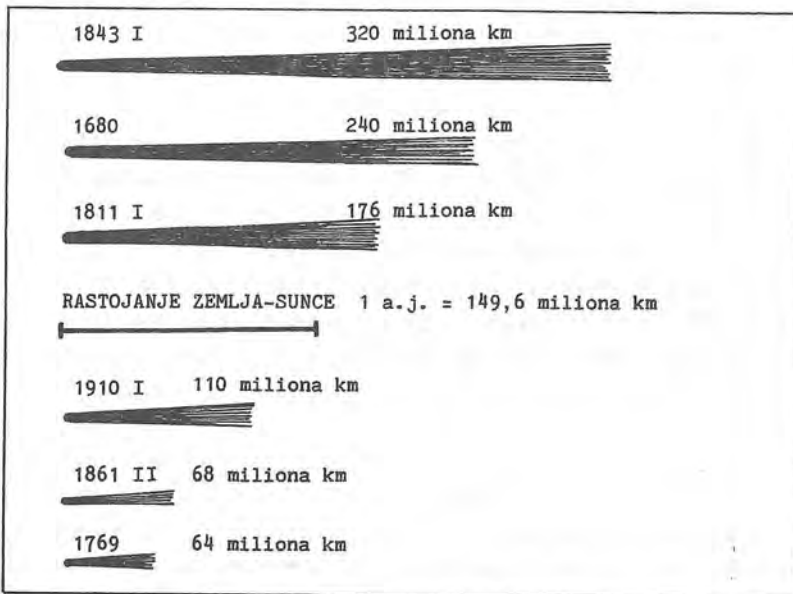
Jezgro komete je bilo vrlo malo, tako da se jedva moglo zapaziti, ali je zato imala veoma dugačak rep, čak oko 320 miliona kilometara (nešto više od dvostruke daljine Zemlje od Sunca). To je od svih posmatranih kometa najduži poznati rep. Na drugom mestu po dužini repa nalazi se Velika kometa iz 1680, sa repom od 240 miliona km, na trećem Vino kometa iz 1811, sa repom od 176 miliona km, itd. (slika 88).

Na slici 89 prikazan je crtež grandioznog repa ove komete vidjen iz Pariza. U prvom planu vidi se zgrada opservatorije sa dvema kupolama, a na nebu se lako zapaža da se rep komete pružao neposredno ispod sazveždja Orion, u dužini od oko 40° (od sazveždja Zec do Raka).

Krećući se brziinom od oko 576 km/s, 28. februara 1843. god. kometa je projurila duboko kroz Sunčevu koronu, skoro se sudarivši



SLIKA 88a - Dužina repa na nebu za neke poznatije komete



SLIKA 88b - Dužina repa u kosmosu za neke poznatije komete

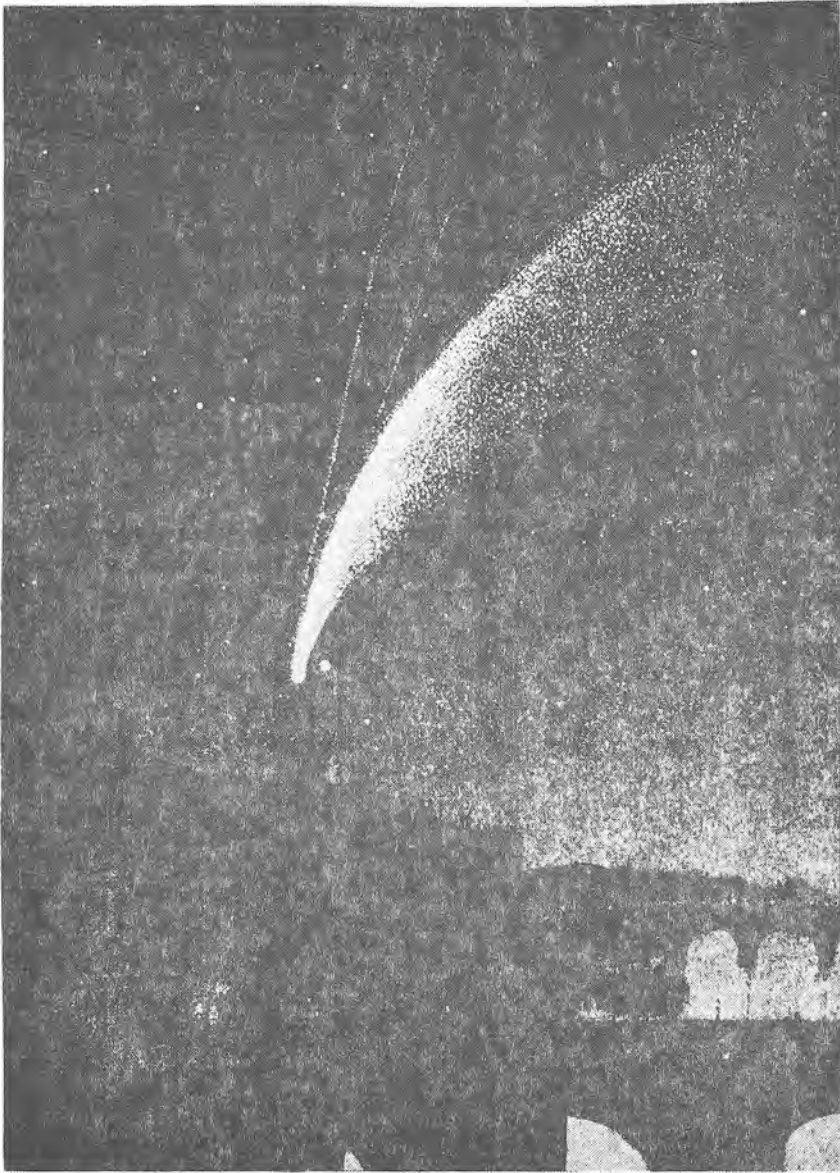
sa Suncem ,prolazeći od središta naše zvezde na rastojanju od 0,00553 a.j.(oko 827.000 km). U razmaku od svega dva časa komete je projurila pored Sunca i prešla sa jedne na drugu njegovu stranu,a u istom vremenskom intervalu morala je ne samo obrnuti smer kretanja već i pravac repa.Ovaj događaj je od velikog značaja jer istovremeno pokazuje da je korona Sunca veoma retka,a takodje i da repovi kometa ne mogu biti njeni stalni dodaci, kako su do tada verovali neki astronomi. Poznato je da su repovi kometa gotovo uvek usmereni od Sunca. Prema tome, ako kometa za dva časa može da predje sa jedne na drugu stranu Sunca, brzina onog dalekog kraja kometinog repa postaće vrlo velika. Na osnovu ovoga se zaključilo da repovi kometa moraju biti neka vrsta izviranja (emanacije) elektriciteta, koji Sunce stalno izbacije iz kometine glave brzinom bliskom brzini svetlosti.

Posle 37 godina,tj. 1880.,pored Sunca je prošla jedna druga kometa na rastojanju od 0,00549 a.j. Ova kometa je imala vrlo sličnu putanju kao i kometa 1843 I, pa se u prvi mah pomislilo da je to ista kometa. Medjutim, precizni proračuni su pokazali da su to dve sasvim različite komete. Kada se 1882. pojavila Velika septembarska kometa (1882 II) čija je putanja vrlo slična putanjama kometa 1843 I i 1880 I,u astronomiji se uvodi pojam o tzv. PORODICAMA KOMETA.

Inače,od do sada posmatranih kometa na najmanjem rastojanju od Sunca prošla je 30.marta 1979. kometa *Howard-Koomen-Michels* na rastojanju od samo 0.00164 a.j.(oko 245.000 km).U tabeli V je dat spisak 10 kometa kđje su prošle na najmanjem rastojanju od Sunca. Po ovoj rang listi, kometa 1843 I nalazi se na petom mestu.

DONATIJEVA KOMETA IZ 1858.GODINE

Poznati italijanski astronom *Donati* (strana 43) otkrio je jednu od najlepših kometa u istoriji astronomije 2. juna 1858. [II 8 1858 VI]. U trenutku otkrića bila je maloga sjaja, ali se on postepeno povećavao približavanjem komete. Tek oko polovine avgusta počeo se pojavljivati rep i od tada počinje burni razvoj komete,Naočigled mnogobrojnih posmatrača početkom oktobra se pojavilo sjajno jezgro komete i dugačak povijen rep;10.oktobra kometa prolazi najbliže Zemlji, a rep dostiže dužinu od čak 55° . Ipak,rep komete je bio najlepši 5. oktobra 1858, kada se pored gla-



SLIKA 90 - Rep Donatijeve komete bio je najboljši 5. oktobra 1858, kada se pored glave komete nalazila sjajna zvezda Arktur

ve komete nalazila jedna sjajna zvezda Arktur (slika 90). Rep je bio paperjast i širok, a pored glavnog repa (povijenog i širokog) videla su se još dva manja koja su se pružala u gotovo pravoj liniji. U razmacima od 4 - 7 dana zapažene su u glavi komete neuobičajene pojave. Iz jezgra komete su se izdvajale neke osobite, mnogobrojne ljuske, kao da se jezgro kruni kao orač; one su postepeno prelazile u rep koji je jasno bio podeljen u dva mlaza. Krajem oktobra kometa se više nije mogla posmatrati sa severne hemisfere, ali su je sa južne hemisfere posmatrali sve do 4. marta 1859. Kometa se mogla videti golim okom 112 dana, a ukupno je posmatrana 275 dana. Evidentirano je čak oko 1000 posmatranja. Zanimljiva je da se kometa kreće retrogradno, a smatra se da ima periodu oko 2000 godina, pa neki astronomi pretpostavljaju da se pojavila i 92. godine pre naše ere.

VELIKA KOMETA IZ 1861. GODINE

Ovu kometu je otkrio Tebjut (*Tebbutt*) 13. maja 1861 kada je već bila blizu Sunca. Kroz perihel je prošla 22. juna, a 30. juna se iznenada pojavila na zapadnom delu neba iza zraka zalazećeg Sunca. Imala je vrlo dugačak rep i jasno sjajno jezgro; pored glavnog repa video se i jedan kraći i slabiji, koji je bio prilično iskrivljen. Bila je sjajna oko dve nedelje, a onda joj je počeo da opada sjaj i dužina repa. Golim okom se mogla posmatrati ukupno oko tri meseca, a od avgusta 1861. do 1. maja 1862. videla se teleskopima. Na slici 91 prikazan je crtež komete koju je nacrtao V. dela Ru posmatrajući je kroz teleskop otvora 33cm 3. jula 1861. I kod ove komete zapažene su ljuske koje su se odvajale iz jezgra, kao kod komete 1858 VI *Donati*.

TEMPELOVA KOMETA IZ 1864. GODINE

Poznati lovac na komete Tempel (strana 44) otkrio je 4. avgusta 1864. kometu čiji je sjaj vrlo brzo rastao. Već 7. avgusta imala je sjaj oko 2^m i rep dužine oko 30^o . Prolazeći pored jedne slabe zvezde sasvim ju je zamračila. Kometa nije dostigla neki veliki sjaj, a nije imala ni jako dugačak rep, posmatrana je samo do 5. septembra 1864, ali je ipak ušla u istoriju astronomije



SLIKA 91 - Velika kometa iz 1861. godine na crtežu koji je napravio V.dela Ru posmatrajući je 3.jula kroz teleskop otvora 33 cm

jer je to prva kometa čiji je spektar posmatran (strana 73). Ukupno je obavljeno oko 210 raznih stručnih posmatranja ove komete | II 10; 1864 II|.

KODŽA KOMETA 1874 III

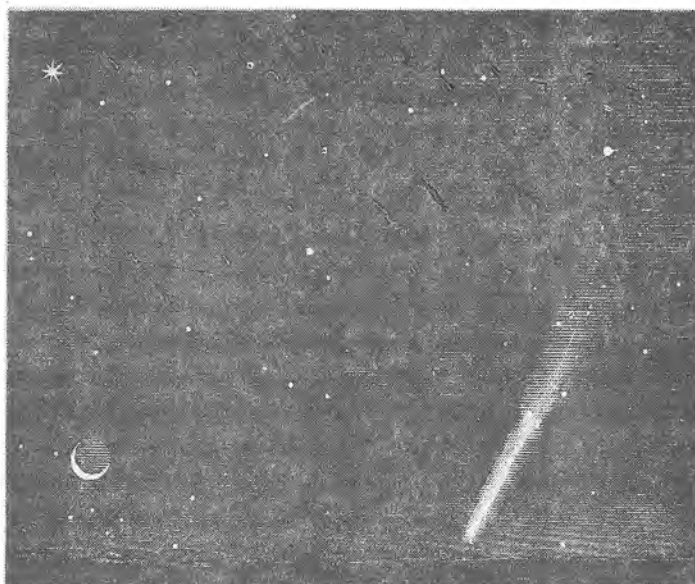
Kometu je otkrio teleskopom Kodža (*Coggia*) sa opservatorije u Marselju 17. aprila 1874, kada je bila još vrlo slabog sjaja i daleko od Sunca. Približavanjem ka Suncu sjaj komete raste tako da se početkom juna mogla videti i golim okom. U toku celog juna i do sredine jula kometa se videla golim okom i nalazila se u vrlo povoljnom položaju za posmatranje. Na slici 76 prikazan je crtež komete nad Parizom. Od 15. do 23. jula sa severne hemisfere mogao se posmatrati samo rep, jer je glava već bila prešla na južnu hemisferu. Sa južne polulopte Zemlje kometa je posmatrana sve do 19. septembra 1874. Ukupno je obavljeno 77 posmatranja, (II 11; 1874 III). Komete je imala ovalno jezgro iz koga se jasno videlo izbacivanje svetle materije u zrakama.

Kometa je posmatrana i iz naših krajeva. U Srbiji postoji verovanje da je ova kometa predskazala srpsko-turski rat 1876/1877, u kome se srpski narod borio za konačno oslobodjenje od turske vlasti. Narod u Hercegovini smatrao je da je pojava ove komete preskazala ustanak u Hercegovini 1875.godine ("Nevesinjska puška").

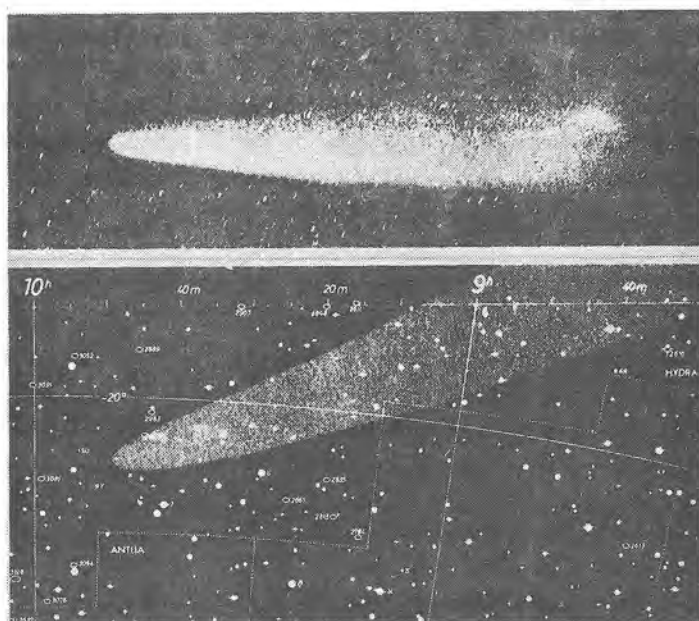
VELIKA SEPTEMBARSKA KOMETA IZ 1882, GODINE

Neki astronomi koji su posmatrali sve velike komete u XIX veku smatraju da je ova najveličanstvenija od svih vidjenih kometa. Otkrio ju je 1. septembra 1882. Kruls iz Južne Afrike. Iz Evrope ju je prvi zapazio 17.septembra Komon iz Ilinga . Kao što je već rečeno, ova kometa ima vrlo sličnu putanju sa kometom 1843 I i 1880 I, tako da se smatra da ove tri komete čine neki kometski sistem sa istom evolucijom nastanaka.

Pri kraju septembra kometa je imala okruglo jezgro i rep dužine oko 15 miliona km, širok oko milion km.Na slici 92 prikazan je crtež ove komete iz knjige G.F. Čembera *Priča o kometama* , izdate 1910.god. Na slici 93 (gore) data je fotografija Davida



SLIKA 92 - Crtež Velike septembarske komete iz knjige G.F.Čembera "Priča o kometama" (1910).



SLIKA 93 - Fotografija Velike septembarske komete koju je snimio Dejvid Gil 7.septembra 1882. Ispod fotografije je crtež zvezdane karte sa ucrtanim položajem komete

Gila snimljena 7. septembra 1882. Ispod fotografije je crtež zvezdane karte sa ucrtanim položajem komete. Lako je zapaziti da se kometa nalazila u sazveždju Hidra i da je imala rep dužine oko 18° .

Posebno zanimljiva pojava kod ove komete je raspad jezgra. Pojava je primećena 5. oktobra sa opservatorije u Kilo, kada se jezgro raspalo na dva dela koji su međusobno počeli da se udaljavaju. Sa opservatorije u Vašingtonu zapažena su 4 dela, a sa opservatorije u Rio de Zaneiru 15. januara 1883. uočen je peti deo jezgra.

Direktor opservatorije u Atini Julijus Smit uočio je 9. oktobra 1882. na jugozapadnoj strani komete, ali vrlo blizu kometi, jednu slabu maglinu, vrlo finu i razredjenu, koja je zahvatala prilično veliki prostor. Ova maglina je išla zajedno sa kometom, ali se kretala nešto većom brzinom. Maglina je praćena tri dana a videli su je i drugi astronomi. Na osnovu njihovih posmatranja, smatra se da se maglina otkinula od komete između 7. i 8. oktobra. Pored ove pojave, na južnoj strani komete zapaženo je još nekoliko pojava izdvajanja delova iz komete. Poznati američki astronom Barnard (strana 33), posmatrajući kometu 13. oktobra sa opservatorije u Nešvilu, video je 6 - 8 komada izdvojenih iz komete, a slično je video i Bruks (strana 31) sa opservatorije u Felpsu 20. oktobra 1882. Delove raspadnute komete poslednji je posmatrao 16, 20, 22, i 26. novembra 1882. Lasal. U istoriji astronomije posmatrano je samo 18 kometa kod kojih je zapažen raspad jezgra. U tabeli IX dat je spisak ovih kometa. Najčešće se jezgro raspada na dva dela, a kod ove komete je zapaženo najviše delova, čak 8.

Velika spetembarska kometa mogla se posmatrati teleskopima sve do 1. juna 1883. Smatra se da ima periodu od oko 760 godina. [II 14; 1882 I]

SUJEVERJE U VEZI SA POJAVAMA KOMETA KRAJEM XIX VEKA

I pored velikog napretka nove astronomije kometa u XIX veku, ipak se u redjim slučajevima zadržalo i sujeverje u vezi sa pojavama kometa. Bilo je lažnih naučnika, varalica, koji su svojim "proricanjem", krnjili ugled astronoma i pokušali da kompromituju tekovine nauke. Na primer, za vreme vladavine Karla V jedan obmanjivač je najavio da će se kometa pojaviti 13. juna 1857, kada treba

da sretne Zemlju, i tada će nastupiti smak sveta. Stanovnici područja iznad koga treba da se dogodi sudar bili su jako uplašeni. Svuda se, čak i u Parizu, o kometi govorilo sa strahom.

Uništenje Zemlje usled sudara s kometom najavio je jedan drugi anonimni obmanjivač za 12. avgust 1872. Najavu je dao pod tobožnjim patronatom M.Plantamura iz Ženeve, koji je bio veoma iznenadjen jednom takvom objavom. Bilo je straha, ali manje nego ranije i, naravno, fatalni datum je prošao bez katastrofe.

26. ZNAČAJNIJE KOMETE XX VEKA

U periodu od 1900. do 1980. godine posmatrano je 585 kometa. Od ovog broja 278 su periodične, a 307 nove komete. Medju ovako velikim brojem kometa bilo je vrlo teško izdvojiti najznačajnije i najvažnije, jer ih takodje ima veoma mnogo. Prostor nam ne dozvoljava da ih sve navodimo, pa ćemo zato dati kraći prikaz samo nekoliko, široj javnosti najpoznatijih kometa.

VELIKA JANUARSKA KOMETA 1910. GODINE

U Svrlijigu, malom naselju na oko 30km severoistočno od Niša, 21. januara 1910. zapažena je *Retka nebeska pojava* o kojoj je kratku vest objavio beogradski dnevni list *Novo vreme* br.11 od 24. januara 1910.: *Iz Svrlijiga javljaju da je 8.ov.meseca (po Julijanskom kalendaru), oko 5 1/4 časova po podne, na jugozapadnoj strani, sa visine neba gde se Sunce nahodi, oko 1 časa po podne, videla se jedna velika i vrlo jasna sjajna zvezda, koja se za dvadeset minuta spuštala sa te visine pravo naniže, ostavljajući za sobom vrlo sjajan zrak-rep. Ona se toliko spustila da je zašla za brdo, te se pravac daljeg kretanja nije video.*

OVAKO SJAJNU I VELIKU KOMETU SKORO NIKO NIJE VIDEO NA NEBU. PROST SVET VRLO RAZNOLIKO TUMAČI NJENU POJAVU".

Pošto su još krajem prethodne godine mnogi listovi najavili povratak Halejeve komete u toku 1910. godine, mnogi su odmah pomislili da je to ova kometa. Pukovnik Stevan Bošković* posmatrao je 26.

**Stevan Bošković (1868-1957), general geodetske struke, prof. geodezije na Vojnoj akademiji, načelnik i jedan od osnivača Vojnogeografskog instituta, akademik SANU. Objavio je niz značajnih radova iz geodezije i kartografije. Bio je veliki popularizator astronomije, jedan od prvih članova Astronomskog društva i njegov počasni član.*

januara 1910. ovu kometu golim okom sa opservatorije geografskog odeljenja Glavnog generalštaba u Gornjem gradu na Kalemegdanu u Beogradu. O tome je *Novo vreme* u br.14 od 27. januara 1910. donelo vest pod naslovom *Halejeva kometa*: "... Primitio ju je juče pred veče posle Sunčevog zalaska u 5,52 časa (srednjeevropsko vreme). Halejeva kometa se uskoro zatim sakrila iza oblaka, pa se zatim po drugi put pojavila u 6 časova i 12 minuta. Njen položaj prema Veneri (Večernjači) je ovakav: kometa je bila desno od Venere za 10° a ispod nje za 3° i $43''$... Njena je glava vrlo intenzivne svetlosti koja je jača od svetlosti prve veličine. Kometin rep, koji se takodje lepo video, pružao se od glave vertikalnim pravcem u dužinu od 6° ..."

Posle dva dana isti list donosi kraći napis *Nova kometa*: "*Sinoć, nova kometa videla se jasno na zapadu desno od Venere. Oko 6 časova njen rep je bio tako svetao, da se njegov refleks video na Savi i zajedno sa Venerom davao lep prizor na nebu. Mnogi šetači iz Knez Mihajlove ulice uputili su se na Kalemegdansku terasu da odatle uživaju u retkom prizoru... Od g.Stevana Boškovića, koji je ovu kometu neposredno posmatrao dobili smo ove podatke: Po položaju koji je posmatran kod nas 13. i 15. ov.m. (po Julijanskom kalendaru, po Gregorijanskom 26. i 28. januar 1910), ova kometa ne bi trebalo da je Halejeva, već neka nova, jer se nalazi u konstelaciji Vodolija (Aquaris), a prema proračunima čuvenih astronoma Halejeva kometa bi trebalo da se nalazi u konstelaciji Riba (Pisces)".*

Po merenjima koja je obavio S.Bošković, 28. januara 1910. kometa se nalazila desno od Venere $10^{\circ}23'$, a ispod nje $1^{\circ}30'$. Prema sjajnoj zvezdi E.Pegazus bila je levo $40^{\circ}49'$ i $8^{\circ}50'$ ispod nje.

Zaključak S.Boškovića bio je ispravan, to nije bila Halejeva, već sasvim nova kometa koju su prvi zapazili 13. januara 1910. rudari u Johaneshurgu (Južna Afrika). Prvo stručno posmatranje obavio je 17. januara astronom Ines sa opservatorije u Južnoj Africi. Kometa je imala glavu prečnika $5'$ i rep neobično sjajan dužine 1° .

Prvo posmatranje iz Evrope bilo je 19. januara 1910. sa opservatorija u Kembridžu i Parizu. Kometa se videla uveče pred zalazak Sunca, a nalazila se na oko 45° od Venere. Bila je vrlo sjajna, kao zvezda prve veličine, a po nekima čak sjaja koji odgovara



SLIKA 94 - Fotografija Velike januarske komete koju su snimili Kvenise i Balde
sa Flamaronove opservatorije u Živiziju (kod Pariza) 29. januara 1910.

planeti Merkur ($-1,2^m$). Imala je rep dužine oko 2^0 . Sjaj komete se narednih dana toliko povećao, da se kometa mogla videti i po danu. Tako je na opservatoriji u Milanu kometa posmatrana pri jakoj dnevnoj svetlosti, ali bez repa. Uopšte uzevši, razni posmatrači su zapazili razne dužine repa, što je najverovatnije zbog različitog stanja atmosfere u mestima posmatranja. Nasuprot glavnog repa mnogi posmatrači zapazili su na glavi komete mali "rog", koji je bio okrenut ka horizontu. Pojava ovog antirepa zbunila je profesionalne astronome. Glava komete bila je veličine kao prečnik Marsa kada je on najbliže Zemlji ($26''$), ili možda malo veća.

Prvi spektar dobijen je na Lik opservatoriji u Americi i to pošto je kometa bila vrlo sjajna u toku dana. Na spektru se ističu linije natrijuma. Kasnije su dobijeni spektri komete i sa opservatorije u Glazgovu. Na njima se pored linije natrijuma zapaža i linija ugljenika.

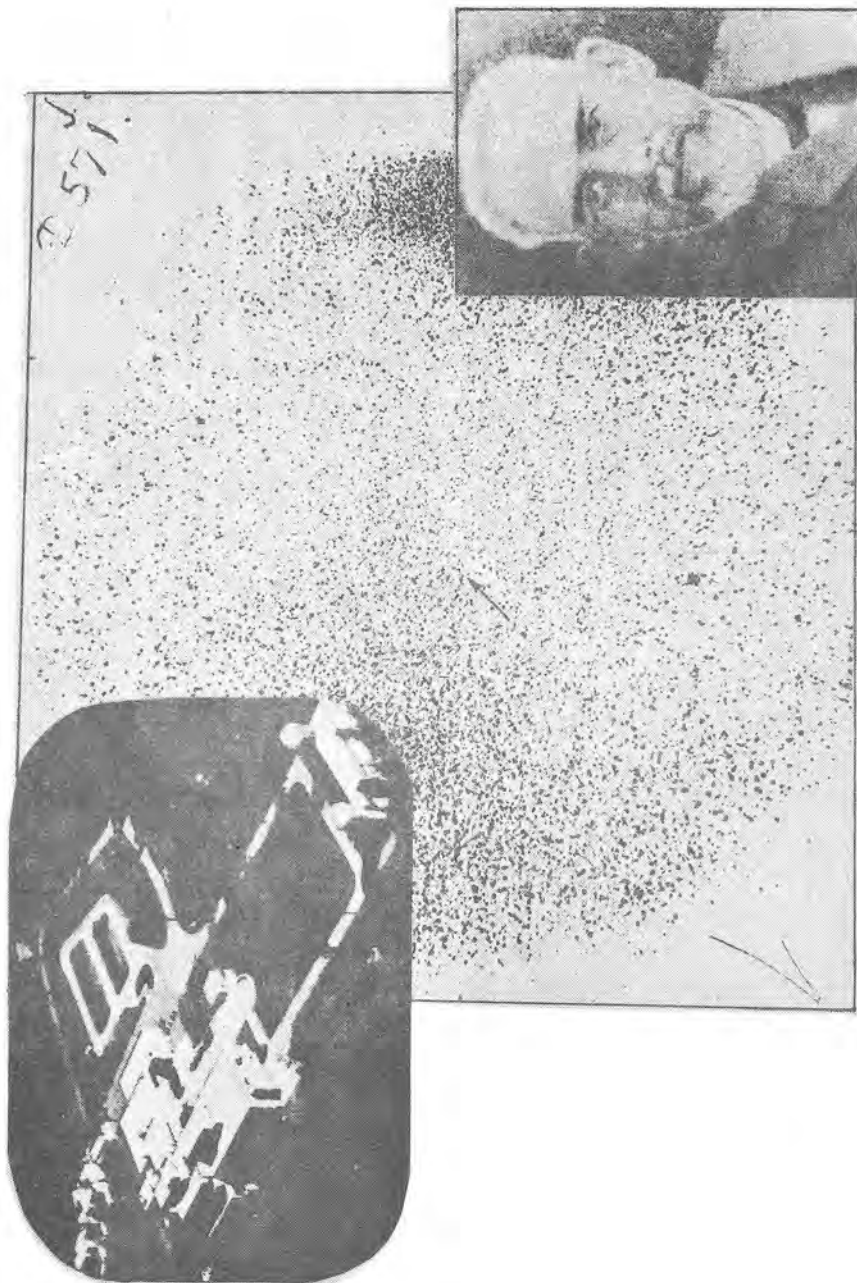
Na slici 94 prikazana je fotografija komete koju su snimili F. Kvenise (*Quénisset*) i F. Balde (*Baldet*) sa Flamariónove opservatorije u Živiziju 29. januara 1910. Ovo je bila prva sjajna kometa u XX veku koja se mogla videti i u po dana. Uopšte, takve komete su retke. Na primer, u XIX veku, u kome se pojavilo neuobičajeno mnogo sjajnih kometa, samo pet su se videle po danu: 1843 I, 1847, 1861. i 1882. godine. Zato ova kometa s pravom nosi ime VELIKA JANUARSKA KOMETA 1910. Ova kometa je prva koja je te godine prošla kroz perihel, tako da nosi katalošku oznaku 1910 I.

Kometa je posmatrana sve do 16. jula 1910, kada postaje nevidljiva za tadašnje teleskope. Koristeći rezultate posmatranja komete (ukupno je obavljeno 400 posmatranja u svetu), astronom Me-lo e Sima 1912. god. je izračunao putanju komete. To je vrlo izdužena elipsa sa ekcentricitetom 0,999995, tako da ima periodu čak oko 4 miliona godina. [II 16; 1910 I]

Neposredno kada je ova kometa postala nevidljiva za golo oko, krajem aprila 1910. god. na nebu se pojavila nova sjajna kometa čuvena HALEJEVA KOMETA.

POVRATAK HALEJEVE KOMETE 1910. GODINE

Pri trećem očekivanom povratku Halejeve komete, za rešavanje zadatka odredjivanja tačnog datuma prolaska kroz perihel i odredji-



SLIKA 95 - Halejevu kometu je prvi otkrio i fotografisao Maks Volf 11. septembra 1909. sa opservatorije u Hajdelbergu

vanje novih orbitalnih elemenata prihvatili su se engleski astronomi Kovel (*P.H.Cowell*) i Kromlin (*A.C.Crommelin*) sa Griničke opservatorije. Čitajući stare letopise i hronike oni su prikupili podatke o posmatranjima Halejeve komete počev od 239.g.p.n.e. Koristeći prikupljene podatke, Kovel i Kromlin su obavili vrlo obiman i težak posao rekonstrukcije kretanja komete u periodu od oko 2000 godina (od 239.g.p.n.e. do 1910), uzevši pri tome u obzir poremećaje koji nastaju usled dejstva četiri velike planete (Jupiter, Saturn, Uran i Neptun); ovu poslednju otkrio je 1846. Gale (*J.G.Galle*) sa Berlinske opservatorije, na osnovu proračuna francuskog astronoma Leverjéa (*U.Leverrier*). Njihovi proračuni su pokazali da će kometa proći kroz perihel 17. aprila 1910.

Za posmatranje Halejeve komete pri ovome povratku, astronomi su se pripremili kao nikada pre. Naročito su se dobro organizovali američki astronomi. Američko astronomsko i astrofizičko društvo formiralo je poseban "Komitet za kometu" u čijem su sastavu bili tada vodeći astronomi: Džordž Komstok, Edvard E.Barnard, Edvin N. Frost, Čarls D.Perajn i Edvard C.Pikering. Ovaj komitet je odlično organizovao pripremu za posmatranje komete iz Amerike. Oni su 10.novembra 1909. izdali specijalni cirkular sa uputstvima za posmatranje komete. U njemu su stručnjaci raznih specijalnosti dali praktična uputstva i savete za obavljanje fotografskih, spektroskopskih, fotometrijskih, polarizacionih i drugih posmatranja komete. Najveća pažnja posvećena je fotografskim snimanjima, za koja je lično *E.Barnard* (jedan od najboljih astronoma koji su se bavili astrografijom u istoriji astronomije) napisao vrlo detaljno uputstvo kako treba fotografisati kometu. Podsetimo se da je prvu astronomsku fotografiju (snimak Meseca) napravio 23. marta 1840. Džon Drejper (1811-1881), a prvu fotografiju komete snimio je 1881. Henri Drejper (1837-1882), snimajući veliku kometu iz 1881 (kometa 1881 III - *Tebbutt*). Znači, pojava Halejeve komete 1910. bila je prva prilika da se i ova čuvena kometa fotografiše.

Kometu je prvi otkrio i fotografisao 11. septembra 1909. Maks Volf sa opservatorije u Hajdelbergu (slika 95). On je snimio deo neba (sa 76cm reflektorom), u kome je po proračunima Kovele i Kromlina trebalo da se nalazi kometa. Kometa se nalazila tačno na predviđenom mestu, u blizini zvezde gama Blizanci (γ Geminorum), izgledala je kao maglina i imala sjaj oko 16^m (foto ploča je ekspo-



SLIKA 96 - Halejeva kometa pored Venere 13. maja 1910.
(snimak Lovelove opservatorije)

nirana 1 sat) - vidi sliku. Kasnije je kometa pronadjena na snimku od 24. avgusta napravljenom na opservatoriji *Hélwan* u Egiptu (kod Aleksandrije) i 9. septembra u Griniču. Bila je to treća kometa pronadjena te godine tako da je dobila oznaku "1909 C". Za nedelju dana sjaj komete se toliko povećao da se kometa mogla posmatrati i vizuelno kroz velike teleskope. Od septembra 1909.g. do polovine februara 1910.g. Halejeva kometa se kretala kroz sazveždje Blizanaca, Oriona, Bika i Ovna, tako da se mogla posmatrati kroz teleskop tokom cele noći. Od polovine februara 1910.g. sjaj komete je bio toliko da se mogla posmatrati golim okom. Videla se uveče na zapadnom delu neba u sazveždju Riba, neposredno posle zalaska Sunca. Medjutim, nije bila velika, nije imala još veliki rep a i sjaj je bio mali, tako da nije privukla veću pažnju šire javnosti. Početkom marta zbog blizine Sunca kometu je već bilo vrlo teško posmatrati. 25. marta kometa je bila u gornjoj konjukciji sa Suncem, pa se od tada i sve do sredine aprila 1910. nije mogla uopšte videti. Tada se kometa pojavljuje na istočnom delu neba, neposredno pred izlazak Sunca. Kometa je imala sjaj oko $2,5^m$ i rep dužine oko 15^o , medjutim, najbolje se videla samo sa Južne polulopte. Za posmatrača na Severnoj polulopti nalazila se nisko nad horizontom, pa se njen sjaj gubio u sjaju jutarnjeg neba. Po savremenim proračunima *Yeomansa* i *Kianga* iz 1981.g. kometa je prošla kroz perihel 20. aprila 1910.g. u 4 sata 16 minuta efemeridnog vremena (tri dana posle predviđanja *Cowella* i *Kromlina*).

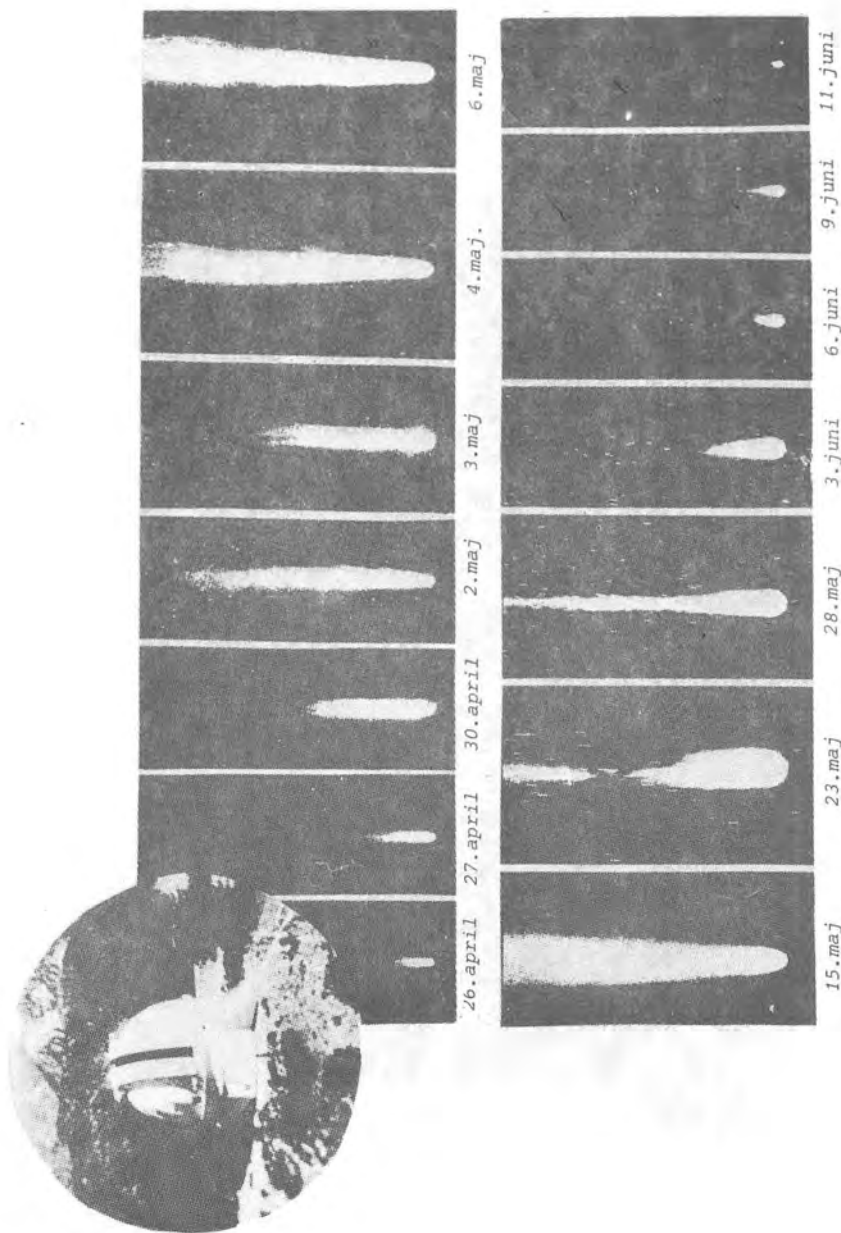
Medju tada poznatim astronomima koji su posmatrali kometu iz Evrope bio je i Kamij Flamarion (*Camille Flammarion, 1842-1925*). On je nekoliko meseci sistematski posmatrao Halejevu kometu pod veoma dobrim uslovima sa svoje opservatorije u Živiziju kod Pariza. Od 9. marta do sredine aprila 1910. kometa se nije mogla videti zbog blizine Sunca, a pri ponovnoj pojavi na istočnom delu neba neposredno pred izlazak Sunca, kometa se pojavila u svojoj punoj veličini - mnogo veća i lepša nego 1835.godine. Jezgro komete je bivalo svakim danom sve svetlije a 10. maja 1910. je dostiglo veličinu od čak 2^o . Na slici 96 predstavljena je fotografija komete snimljena 13. maja 1910. sa Lovelove opservatorije u trenutku prolaza komete pored Venere (levó, dole). Kometa je imala dugačak rep koji je 17. maja dostigao dužinu od 100^o . Sutradan 18. maja kometa je prošla ispred Sunca ali posmatranjem se nije moglo ništa zapaziti. Na osnovu ovoga je zaključeno da je jezgro komete vrlo malo,

u prečniku najviše do 5km. U tom trenutku bila je daleko od Zemlje samo oko 23 miliona km, a pošto je imala rep dužine oko 30 miliona km, okrenut ka Zemlji, znači da je toga dana Zemlja prošla kroz njen rep. Na Zemljinoj putanji širina repa je bila najmanje milion km, što znači da je naša planeta bila u repu Halejeve komete najmanje 9 sati neprekidno. Medjutim, ovaj susret sa kometom bio je bez ikakvih posledica za Zemlju i živa bića na njoj, iako se u sastavu kometinog repa nalaze vrlo otrovni gasovi (vidi poglavlje Sastav kometa na str.50). Strah nekih ljudi da će doći do trovanja zbog ovih otrovnih gasova bio je neosnovan, zahvaljujući zaštiti koju nam pruža gusta Zemljina atmosfera (mnogo gušća od repa komete). Ovim je raspršeno i svako sujeverje koje su širili astrolozi u toku svake pojave Halejeve komete, pa i pri njenom povratku 1910.godine.

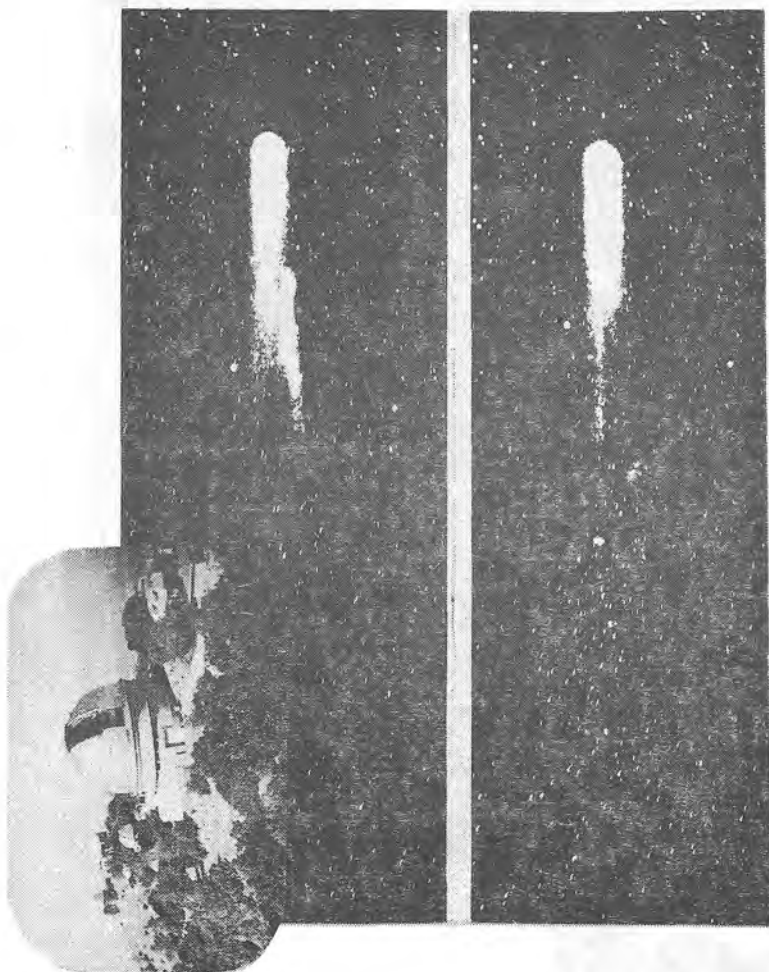
Na slici 97 data je serija fotografija na kojima se vide faze razvoja komete od 26. aprila do 11. juna 1910. Fotografije su snimljene sa opservatorije Maunt Vilson u SAD.

Krajem maja i početkom juna 1910. u repu i glavi komete su se dešavali burni procesi. Na slici 98 prikazane su fotografije snimljene 6. i 7. juna sa Likove opservatorije, na kojima se lepo vidi kako je došlo do odvajanja dela repa. Udaljavanjem od Sunca ovi procesi polako nestaju, sjaj je sve manji, a rep sve kraći. U poslednjoj nedelji maja 1910. kometa postaje vidljiva uveče (tada ima sjaj oko 2^m). Početkom jula 1910. sjaj joj je 6^m , tako da se kometa više ne vidi golim okom. Medjutim, sa velikim teleskopima posmatrana je sve do polovine juna 1911. Poslednja fotografija komete napravljena je 16. juna 1911. na Lovelovoj opservatoriji u Flagstafu (slika 99).

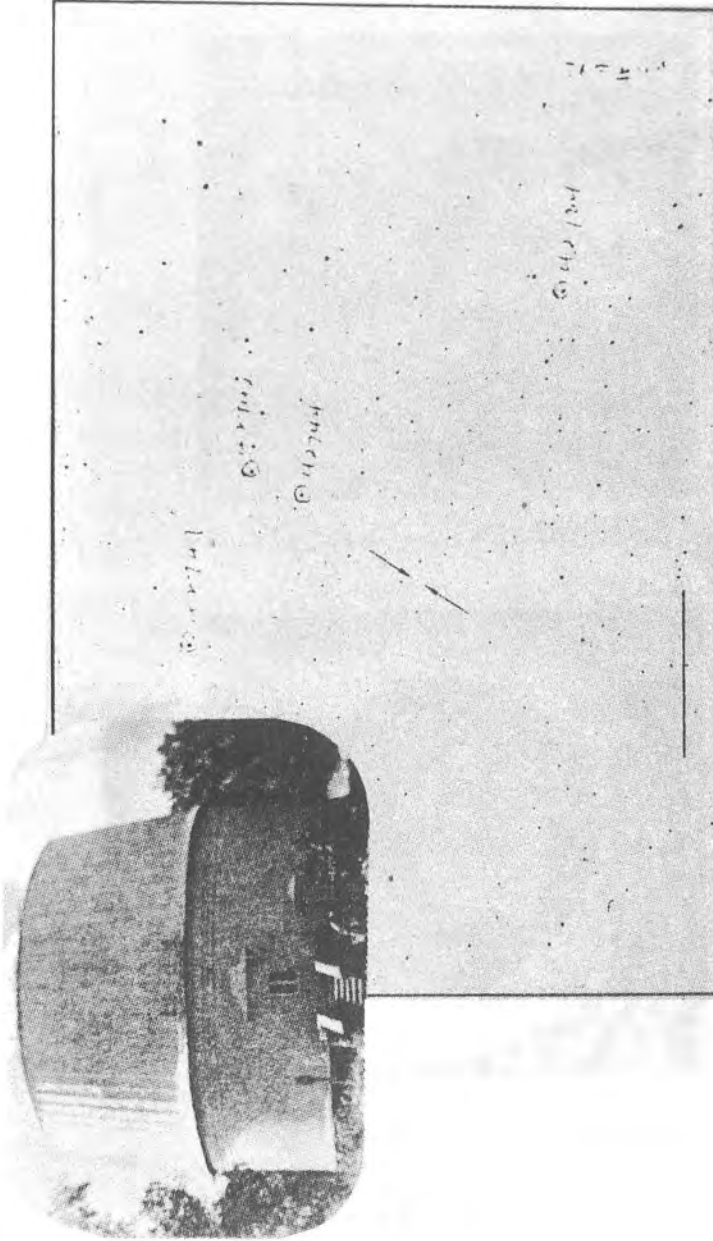
Analizu posmatračkih podataka prikupljenih 1910.god. obavilo je kasnije nekoliko astronoma. Najbolja medju njima smatra se analiza N.T. Bobrovnikova (*Publications of the Lick Observatory, v. 17, part II, 1931*). Početkom osamdesetih godina obavljene su i prve kompjuterske analize posmatranja Halejeve komete. Na slici 100 dat je jedan primer takve analize; slika gore predstavlja klasičnu fotografiju glave komete koja je snimljena 1910, a na donjoj slici je kompjuterska obrada te fotografije na specijalnom uređaju tzv. *Mikrodensitometru*.



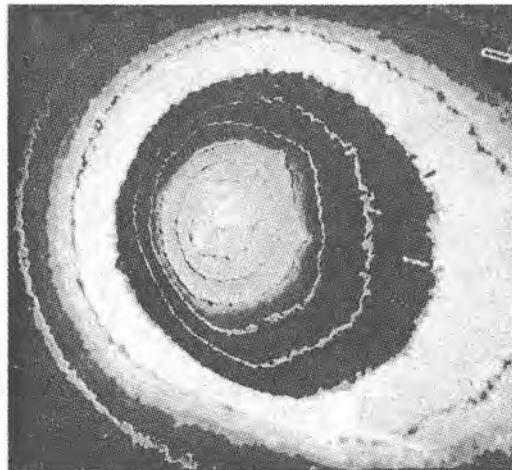
26. april 27. april 30. april 2. maj 3. maj 4. maj 6. maj
15. maj 23. maj 28. maj 3. juni 6. juni 9. juni 11. juni
SLIKA 97 - Serija fotografija na kojima se vide faze razvoja Halejeve komete od 26. aprila do 11. juna 1910. Fotografije su snimljene sa opservatorije Maunt Vilson



SLIKA 98 - Fotografije Halejeve komete snimljene 6. i 7. juna 1910.
sa Likove opservatorije



SLIKA 99 - Poslednja fotografija Halejeve komete, snimljena 16. juna 1911.
na Lovelovoj opservatoriji u Flagstafu



SLIKA 100 - Kompjuterski crtež glave
Halejeve komete (dole)
napravljen na osnovu foto-
grafije snimljene 1910.
(sl. gore)

HALEJEVA KOMETA 1910, GODINE U BEOGRADSKOJ I NOVOSADSKOJ DNEVNOJ ŠTAMPI

U cilju upoznavanja hronologije pojave Halejeve komete 1910. godine - kakav je bio utisak o njoj u široj javnosti medju običnim svetom i kako se kometa videla na nebu iz naših krajeva - autori su pregledali poznatije dnevne novine koje su u periodu 1909-1910. izlazile u Beogradu (*Beogradske novine, Politika, Večernje novosti, Novo vreme i Pravda*) i u Novom Sadu (*Zastava - jutarnji list, Zastava - večernji list i Branik*). Prikupljeni podaci opravdali su uloženi trud, jer je pronadjeno 58 napisa o Halejevoj kometi; medju njima su većinom vrlo zanimljivi tekstovi koji sadrže do sada nepoznate podatke o posmatranju Halejeve komete iz Beograda i Novog Sada.

Prvi napisi u našoj dnevnoj štampi, u kojima se najavljuje pojava Halejeve komete tokom 1910, pojavljuju se u novinama krajem 1909. godine. To su isključivo tekstovi preuzeti iz inostrane štampe u kojima poznati astronomi iz Francuske, Engleske, Nemačke i Austrije daju osnovne podatke o Halejevoj kometi.

U januaru 1910. u dnevnim listovima pojavljuje se veliki broj napisa o pojavi nove sjajne komete (1910 I - *Velika januarska kometa*), tako da je Halejeva kometa potisnuta u drugi plan, te se o njoj skoro uopšte nije pisalo.

U februaru 1910. većina dnevnih listova donosi opširnije članke o pojavi Halejeve komete i prolasku Zemlje kroz njen rep: *DOLAZAK HALEJEVE REPATICE, NE BOJTE SE SUDARA SA REPATOM ZVEZDOM, SUKOB HELIJEVE KOMETE SA ZEMLJOM*, itd. Ovi tekstovi takodje su preuzeti iz strane štampe.

U martu 1910. u našim dnevnim listovima i dalje se pojavljuju slični tekstovi, a zabeležen je i prvi slučaj panike koji se tragično završio (*Zastava - jutarnji list*, br. 41, sreda 9.mart 1910):

U SMRT ISPRED REPATICE

Ima sveta, koji još uvek strahuje od sudara Zemlje sa Halejevom repaticom. Zaman naučenjaci svetskoga glasa dokazuju, da je takav strah bezrazložan, smešan, jer su repatice tako neopasne, da sve kad bi naša Zemlja prošla kroz sred ređe repatice, mi to ne bismo ni osetili. Zaman dokazuju, da sva-

ku repaticu možemo tako sabiti, da nam stane u džep - ipak ima ljudi, koji se boje da će uskoro biti "smak sveta" zbog sudara Zemlje sa Halejevom repaticom. O repatici i "propasti sveta" čuo je nešto i Adam Toma iz općine Žožane (primedba, u Austro-Ugarskoj). I Adam se toliko zastrašio, da je dograbio pušku i projurio sebi kroz srce tane. Ostao je na mestu mrtav - sa svoje ludosti.

U aprilu 1910.god. naši dnevni listovi donose opise prvih posmatranja komete sa velikih opservatorija u Evropi (Zastava - jutarnji list br. 65, sreda 6.april 1910.):

REPATICA SE POJAVILA

Kako li je iščekuju da je vide. Ne zato što bi to inače svi željni bili da je vide. Koliko ih ima kojima bi svejedno bilo, hoće ili neće je videti. Nego sad svi baš hoće da je vide zato, što se o toj Halejevoj repatici govorilo da će se sudariti sa Zemljom, i da će u tom sudaru Zemlja dobiti svoje; onako kao kad neko čušne koga, pa se čušnuti prevrne. Kad se tako što govori o Zemlji, na kojoj mi živimo, dabogme da ćemo svi skočiti, da vidimo to čudo, nazvanu Halejevu repaticu. Doduše Zemlja još uvek čvrsto stoji u svom krugu i ni brige je. I već svi znamo da od sudara neće biti ništa, jer je repatica suviše vazdušasta, i ne bi mogla svojim do- dirom ništa naškoditi Zemlji. Pa baš zato ljudi hoće da je vide. Isprva joj se toliko pripisivalo da je opasna, a sad ništa. Ni opasna ni strašna. Ele već po ovome vredi da je vidimo, kad se već daje videti. Repatica odjednom tako ve- lika, opasna, ubilačka, a sad samo vazdušasta, mala, čak bi je u džep mogli strpati. Bogme, vredi da je vidimo, pa ma milion puta bila sićušnija no što je trebala biti straš- na i ubilačka po Zemlju. Dakle, javljaju iz Tešena da su je juče zorom, u četiri i po sata videli prema istoku. Repati- ca se na nebu ukazala u potpuno crvenoj svetlosti, tako da se slobodnim okom moglo bez naprezanja gledati u nju. Rep je toj zvezdi bio providan, upravo se nije ni moglo dobro vi- deti. Repatica je dakle još na putu i daleko, ali se većma približuje Zemlji. Kroz desetak dana videćemo je već svi i to u potpunoj njenoj svetlosti.

Politika u br.2227 od 12. aprila 1910. u dužem članku DOLAZAK HALEJEVE KOMETE, za koji je podatke dao prof. Maksim Trpković*, svojim čitaocima odgovara na pitanja:

"Svet o kometi - Besmislica o propasti sveta - Naglo približavanje - Kako će se kod nas videti - Od sutra nema ništa! - Njena postojanost - Iz starih hronika - Muhamedova zvezda - Iz ničeg ni u šta"

Posebno su značajni opisi prof. Trpkovića pojave komete, kakva se može očekivati za posmatrača iz Beograda; on je dao opis vidljivosti komete od 1. aprila do 15. maja 1910. Na primer, opis za 15. april: "... Sunce se rađa u 4 č 55 m, kometina glava u 2 č 30 m, dakle 2 časa i 25 minuta ranije; ugaoni razmak oko 36 st. Deklinacija Sunca 13 st. 57 m, kometine glave 7 st. 56 m. Kometa veća i sjajnija (u odnosu na prethodnu sedmicu), rep duži i okrenut zapadu, na suprotnu stranu od Sunca. Moći će se videti golim okom za skoro 2 časa pre izlaska Sunca. Daljina od Zemlje oko 136 miliona kilometara."

16. aprila list *Novo vreme* u br.93 daje slično obaveštenje amaterima koji žele da posmatraju kometu. U tekstu se navodi da je kometa već "vidjena sa Bečke zvezdarnice astronomskim aparatima".

23. aprila "*Politika*" br.2238 u rubrici "Beleške iz nauke" donosi tekst:

HALEJEVA KOMETA

Astronom pariske zvezdarnice, "žakobini" sagledao je 5. ov. m. (primedba: 18. aprila po Gregor. kalendaru) rano ujutru golim okom Halejevu kometu, čije je jezgro, kad je u martu bilo vidjeno, imalo sjaj zvezde devete veličine, a ovaj put je činilo utisak zvezde druge veličine".

27. i 28. aprila "*Novo vreme*" br.104 i 105 pod naslovom "Halejeva kometa dolazi ..." donosi detaljne efemeride komete sa crtežom prividne putanje komete medju zvezdama od 11. februara do 17. maja 1910. Podaci su uzeti iz *Lajpciških ilustrovanih novina* br. 3474 od 10. februara 1910.g.

30. aprila *Zastava - jutarnji list* u br.85 donosi kratku vest: "BEČ: Jutros se čitavih pola sahata slobodnim okom videla HALEJEVA REPATICA".

*Maksim Trpković (1864-1924), profesor fizike i matematike sa kosmografijom u Beogradskoj gimnaziji. Bavio se mnogo astronomijom i reformom kalendara, gde je dao jedan od najboljih projekata za Kalendar pravoslavne crkve.

To bi bili najznačajniji tekstovi o Halejevoj kometi u aprilu 1910, objavljeni u beogradskoj i novosadskoj dnevnoj štampi. Broj tekstova u drugoj polovini aprila verovatno bi bio veći da u Srbiji nije došlo do velikih poplava, tako da su listovi donosili veliki broj tekstova o poplavljenim područjima. Bezrazložni strah nekih ljudi od posledica sudara komete i Zemlje, poslužio je Ben Akibi (Branislavu Nušiću) kao osnova za dva satirična teksta u *Politikinoj* rubrici *Iz Beogradskog života* (13. i 21. aprila), a Branino pozorište je 23. aprila na "Kolarcu" prikazalo originalnu šalu *Repata zvezda*. Svi dnevni listovi doneli su 22. aprila tužnu vest: "*Umro Mark Tven*". Ovaj poznati američki pisac rodio se 1835, u vreme kada se na nebu videla Halejeva kometa, a predskazao je sam sebi da će umreti kada se ona ponovo povrati 1910, što se i dogodilo.

Prvomajski broj *Politike* (30. april, 1. i 2. maj, br. 2245) donosi duži tekst:

KOMETA NA VIDIKU

- Halejeva kometa se već može videti golim okom, ali će tek od 25. aprila (8. maja Greg. kalen.) privlačiti svačiju pažnju.

Halejeva kometa se već vidi golim okom. Opažena je iz raznih mesta gde je ovih dana izjutra bilo vedro. Sa naše opservatorije ugledana je 8. aprila (21. aprila Greg. kalen.) Sjajnost joj je između 2. i 3. veličine. Nešto je zakasnila po računu a i slabije je sjajnosti, nego što se to očekivalo. Prema blizini perihela (7. aprila - po Greg. kalen. 20. aprila) očekivalo se da će biti sjajnosti 1. veličine; tada bi je svako mogao lako uočiti. Ovako pak može je golim okom videti samo onaj ko zna tačno njeno mesto na nebu. Medjutim kako se ona približuje Zemlji brzinom od 5 miliona i nešto više kilometara na dan, to će joj sjajnost i veličina rasti tako, da će je uskoro svako moći lako uočiti. Dosta veliku smetnju činiće 25. aprila (8. maja G.K.) jutarnja mesečeva svetlost ... U nastavku članka prof. Maksim Trpković je dao podatke kada izlazi kometa u Beogradu od kraja aprila do sredine maja, kao i opis položaja na nebu gde treba tražiti kometu:

... Kometu treba na nebu tražiti na jedan čas pre rađanja Sunca. Treba povući pravu od nebeskog pola ka zvezdama: viti Kasiopeja, alfa Sirah u Andromedi i gama Algenob u Pegazu do horizonta. Ispod Algenoba za 7 stepeni naići će se na

У Новом Саду, у среду 12 (25.) маја 1910

ан двапут, а недељом
једне и свега једнаред.

е јутарњи и вечерњи
едан месец 2 круне
оседа 8 круна.

е
биојени стају
ре.

ОВЕ РАДИКАЛНЕ СТРАНКЕ.

ЗАСТАВА

За издавање

Грoдничка
Администрација
је Миленкић

Пошта

Јутарњи лист.

Издавање „РАДА“ Лист

ПОДЛИСТАК.

Слика о природи Хелијевог комете.

Репатица се појавила.

Полудела због верског фанатизма и Хелијевог репатице.

Халејева репатица.

Халејева комета.

Беч. Са овдашње звездарнице
де видела се јутрос слободним
оком Халејева комета.

У смрт испред репатице.

Хелијева репатица

Репатица ће мимоићи земљу.

Халејева репатица се види и у Новом Саду.

kometu pomerenu malo u stranu. Desno od komete za 10-12 stepeni nalazi se zornjača, koja je osobito sjajna ...

Za odredjivanje položaja komete na nebu prof. Trpković kaže da je koristio podatke koje su izračunali Kovel i Kromlin.

6.maja *Politika* u br. 2249 donosi kratku informaciju:

OTKAZ PROPASTI SVETA

Tresla se gora-rodio se miš

Iz Londona javljaju da je prema poslednjim posmatranjima i računima, koji su činjeni u Griniču, nadjeno da naša Zemlja ovoga puta uopšte neće ni proći kroz rep Halejeve komete!

I tako nešto šušnulo a svetski astronomi pomislili, da je deset kurjakova.

Ovu vest objavili su i ostali listovi, komentarišući je slično kao i *Politika*, ili direktno kritikujući astronome da ne znaju pouzdano šta će se tačno dogoditi. Na osnovu ovih komentara ima se utisak da su neki ljudi bili razočarani što neće doći do "smaka sveta". Ovo potvrđuje i tekst *TOLSTOJ I HALEJEVA KOMETA*, koji su tih dana objavili svi dnevni listovi:

U jednom privatnom pismu Lav Tolstoj se ovako izražava o Halejevoj kometi i propasti sveta: "Misao o tom, da kometa može zahvatiti celu Zemlju i uništiti je, bila mi je vrlo prijatna. Zašto da se ne dopusti ta mogućnost? A ako se dopusti onda je sasvim jasno, da su ništavne sve posledice materijalne, vidljive, osetljive, koje se shvataju kao posledice našeg rada u materijalnome svetu. Duševni život može malo da bude narušen uništenjem Zemlje, kao i život vasionne smrću jedne muve. Mi ne verujemo u to samo zato, što pripisujemo natprirodno značenje sopstvenome životu.

Politika u br.2249 i 2250 od 6. i 7. maja objavljuje feljton *HALEJEVA KOMETA I NAŠA PROŠLOST*, u kome je dat opis nekih kometa, medju kojima i Halejeve, iz starih srpskih hronika i drugih istorijskih izvora. Feljton je vrlo stručno napisan, a potpisan je inicijalima M.M.V. Sličan feljton o Halejevoj kometi i uopšte o posmatranju komete iz naših krajeva objavili su *Branik* (2.februara: *Dolazak Halejeve repatice*, potpisan inicijalima A.M.M.), *Novo vreme* (14. i 15. maja: *Halejeva kometa*, napisao Đ.M.Stanojević*) i

*Đorđe M. Stanijević (oko 1858-1921) profesor fizike na Velikoj školi, kasnije na Univerzitetu u Beogradu. Izučavao je astronomiju, meteorologiju i fiziku u Berlinu i Parizu. Dve godine je radio na astrofizičkoj opservatoriji Međon. Pored naučnih radova pisao je i veliki broj popularnih članaka iz fizike, kosmografije, meteorologije, elektrotehnike.

Zastava - večernji list 18. maja "Skica o prirodi Halejeve komete", sredio: S.J.

Ovi feljtoni napisani su vrlo stručno ali popularnim stilom, tako da su imali značajan doprinos u pravilnom naučnom informisanju šire javnosti o prirodi Halejeve komete. Isti zadatak imala je i knjiga *Svet i Halejeva kometa*, o kojoj *Večernje novosti* u br. 122 od 17. maja 1910. donose kraći prikaz: Pod nazivom "Svet i Halejeva kometa" izašla je na Djurdjevdan (12. maja G.K.) iz štampe knjižica od 31, strane koju je napisao direktor beogradske opservatorije gospodin Milan Nedeljković. Ova vrlo poučna i popularna knjižica potrebna je i korisna za sve slojeve našeg društva, a štampana je, na žalost, svega u 3000 primeraka, a cena joj je samo 30 para... Mi smo zahvalni, mnogo zahvalni vrednome i čestitome stručnjaku gospodinu Milanu Nedeljkoviću na trudu i dobroj volji da narodu što više svojim znanjem koristi. Ujedno želimo da država učini jednom od svoje strane sve što je potrebno da se naša opservatorija snabde tako da može odgovarati pogodbama savremene zvezdarnice.

9. Maja 1910. *Novo vreme* u br. 114 objavljuje zanimljiv opis komete koja je posmatrana iz Beograda:

HALEJEVA KOMETA

Ona se vidi golim okom

Jutros, 24. aprila, (7. maja G.k.) u 3 sata posmatrao sam Halejevu kometu, po uputu mog uvaženog profesora G.M. Trpkovića. Kometa se vidi severoistočno od Zornjače, otprilike pod uglom od 20°.

Halejeva kometa je jasna, i sem Zornjače, jače sjanosti od sviju drugih zvezda koje se jutrom na nebu vide; ima dvokraki rep, koji je mnogo manje sjajan od glave.

Kometa se kreće u pravcu od juga ka severu, a za vreme posmatranja od 10 minuta, čini se, da se pomerila 40-50 santimetara. Oba kraka repa prema glavi komete, ostaju na južnoj strani, i uzdignuti su otprilike pod uglom 15-20'. Sjajnost komete postupno se umanjuje usled svitanja.

Borislav Dam. Popović

U maju mesecu dnevni listovi su zabeležili nekoliko slučajeva panike usled straha od Halejeve komete:

11. maja 1910. [*Politika*, br. 2254]:

STRAH OD KOMETE

Svet koji već oblači pogrebnu odeću

Dolazak Halejeve komete izazvao je kod prostog sveta u većini država veliki strah, jer su, kao što je poznato, neki brzopleti astronomi objavili još poodavno, kako će se Halejeva kometa ovom prilikom sudariti sa Zemljom i kako će tom prilikom Zemlja i sve živo na njoj, propasti.

Taj strah od Halejeve komete naročito je veliki kod ruskih seljaka. Tako, na primer, listovi javljaju da u mnogobrojnim selima arhangeljske gubernije seljaci spremaju čiste bele košulje, koje će obući 5. maja (18. maja, G.K.), da bi pri sudaru Zemlje sa kometom bili spremni za put na onaj svet. Mnogi ruski seljaci sasvim su izbezumljeni od straha i izjavljuju otvoreno: "Nećemo više da radimo, jer će i inače kroz koji dan svi ljudi propasti .

13. maja 1910. (Pravda, u br. 115):

POLUDEO BERBERIN

Dejstvo Halejeve komete u Djevdjeliji

Šta će sve počinuti Halejeva kometa kod vas tamo, to je pod velikim znakom pitanja, ali je kod nas počela da dejstvuje i pre petog maja (18. maja G.k.). Sad baš da li to dolazi od njenog opasnog dejstva ili prevelike razdražljive fantazije Djevdjelijanaca, teško je reći. Ali, ovde se ni o čemu ne zbori, do o propasti sveta. Tome su uzrok i novine, koje ovde stižu iz Beograda, Sofije, Carigrada, Atine, Pariza i drugih mesta.

I juče ste kod nas mogli videti neobičnu sliku, kojoj nije bio pristao čovek ni da se smeje ni da se sažali. Sredinom ulice išao je ovdašnji berberin Koljo, noseći pod miškom belegije, brijače, makaze i druge alatke.

- Bež'te ljudi!... Na... Na! ... Eto pade.- Vikao je brica iz svega glasa, idući u pravcu svoje kuće... Tako vičući i mlatarajući rukama, uz kikot sveta, stigao je brica svojoj kući. Čim je ušao u kuću on otvori sanduk i iz njega izvadi svu svoju uštedjevinu, potrpa u džepove i povika ženi: - Ob-lači se ženo, pa bežimo!... Eto pade! - Kuda! Ko pade? Šta pade? - pitala je zaprepašćena žena. Brica je odsutno gledao, pa nastavi: - Na.. na.., eto pade!... pade! bež'te...

...Dok si đlanom o đlan lupio, skupi se sav komšiluk, a kroz Djevdjeliju prolete glas da je Koljo berberin poludio iz straha od komete...

31. maja 1910. (zastava - večernji list, u br. 108):

POLUDELA ZBOG VERSKOG FANATIZMA I HELIJEVE REPATICE

Onomad pre podne skupilo se u kapucinskoj ulici u Zagrebu velika mnoštvo naroda, koje je gledalo neku mladu ženu, kako na kolenima hoda. Buncala je kojekakve nerazumljive izreke, tako da je svakome bilo jasno da je poludela. Redar je pokušao da je odstrani, ali mu se ona tako žestoko opirala, da se obratio na bolničke čuvare...

Jedva jedvice nekako su je dovukli u bolnicu, ali ona nije prestala da viče i da se brani svim silama veleći, da ona mora i hoće da izvrši svoj zavet, naime da daleki put od rečke kapucinske crkve do zavetne crkve na Trsatu predje na kolenima, jer će time spasti čitavo čovečanstvo od propasti sveta, koja će nastati usled sudara Halejeve repatice sa našom Zemljom... Tada ju je pregledao lečnik, koji je utvrdio da je ta žena - Marija Štimac, od 24 godine - šenula umom. Lečnik je naredio bolničkim čuvarima da je prenesu u bolnicu...

Svi dnevni listovi doneli su 7.maja 1910. tužnu vest da je u Londonu preminuo engleski kralj Edvard VII, koji je bio veliki prijatelj Kraljevine Srbije. Neki su njegovu smrt povezali sa pojavom Halejeve komete.

Tih dana došlo je i do velikih poplava u Vojvodini. Izmedju Apatina i Bezdana izlio se Dunav i poplavio okolna polja, čemu je takodje po nekima uzrok pojava Halejeve komete.

16. maja 1910. Pravda u br. 118 donosi kratku informaciju:

ČUDNOVATA POJAVA

Jutros rano ceo Beograd bio je obavijen u gustu, zagušljivoj maglu, tako da se na odstojanjima od 200 metara nisu mogli nazirati predmeti. Magla se držala sve do 7. časova. Temperatura u vazduhu bila je normalna.

O ovoj pojavi se živo govori u varoši i dovodi se u vezu sa Halejevom kometom kroz čiji rep treba zemlja da prodje 5. maja ove godine (18. maja Gregorijanskog kalendara).

Na osnovu ovoga možemo pretpostaviti da je tih dana vladala prava "kometska groznica", te su sve pojave i značajniji događaji

pripisivani pojavi Halejeve komete koja se tada videla golim okom na jutarnjem nebu.

Astronomi nisu bili sasvim sigurni da li će Zemlja proći kroz kometin rep ili neće, a nisu se svi ni slagali oko datuma tog događaja.

12.maja(1910. *Politika*, u Br 2254):

NEMA SUDARA SA KOMETOM

Utvrdjuje se verovatnoća, da Zemlja uopšte neće ni proći kroz rep Halejeve komete, koja se sad lepo vidi i iz Beograda.

U kraćem članku prof. Maksim Trpković piše da je četiri jutra uzastopno 8., 9., 10. i 11. maja ujutro od 2 časa i 15 minuta do 3 časa (SEV), posmatrao Halejevu kometu iz Beograda. Prema podacima koje je dobio iz poznatih opservatorija u svetu astronomi smatraju da Zemlja neće proći kroz rep komete. Sličan tekst donosi i "*Novo vreme*" 15. i 17. maja 1910.godine.

13.maja 1910.(*Zastava - jutarnji list*, u br 94):

HELEJEVA REPATICA

Već i u Buđimpešti slobodnim okom opaziše Helejevu repaticu. A iz Milana javljaju da će 19. maja Zemlja proći kroz njen rep. Taj rep dugačak je 24,5 miliona kilometara, u prečniku je 5 hiljada 340 kilometara, prolaz će trajati svega 3 sata. Sukob Zemlje sa kometom neće se osetiti. No moguće je da će magnetna bura poremetiti telegrafске sprave.

Sredinom maja 1910. Halejeva kometa je imala tako veliki sjaj da se lako mogla zapaziti golim okom, a njen rep je dostigao grandiozne razmere što je davalo veličanstven prizor na jutarnjem nebu.

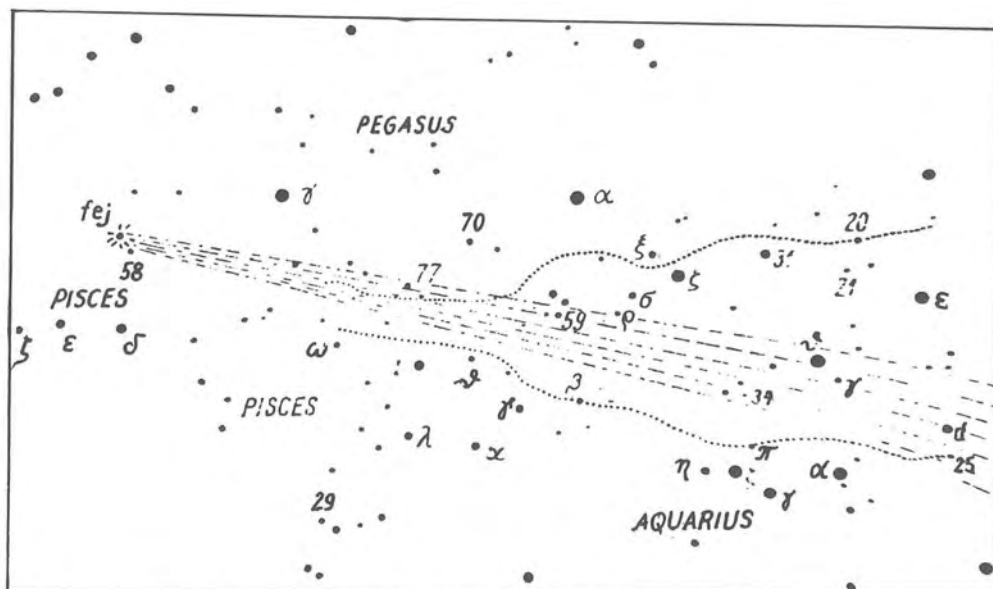
16.maja 1910.(*Zastava - večernji list*, u br. 95):

HELIJEVA REPATICA SE VIDI U NOVOM SADU

Jutros na četvrt na tri videla se Hejlijeva repatica i kod nas. Na severo-istočnoj strani neba se pokazao rep ove repatice, koji svojom dužinom i širinom zaprema tako reći čitavo istočno nebo, a povlači se od dole sa sverno-istočne strane ka gore prema istoku. Prizor repa je veličanstven, po veličini je skoro veliki kao Mlečni put, a čini utisak u prvi mah kao da je svetlost palenja iz kakvog reflektora, jer je rep potpuno prav i svuda jednako svetao. Sutra ujutru ustaje ova repatica oko četvrt na tri, a rep joj je iz dana u dan sve veći, jer joj se sve većma približujemo...



SLIKA 102 - Glava Halejeve komete, snimljena 8.maja 1910.
sa opservatorije Maunt Vilson, SAD



SLIKA 103 - Crtež Maksa Volfa izradjen 12.maja 1910. na opservatoriji u
Hajdelbergu, na kome je prikazano da se rep Halejeve komete
tada prostirao od sazveždja Riba (PISCES) do sazveždja
Vodolije (AQUARIUS)

Dan pre prolaska Zemlje kroz rep Halejeve komete, 18. maja (ili 5. maja po Julijanskom kalendaru), skoro svi listovi donose napise o kometi :

18. maja (Beogradske novine, u br. 122)

BEOGRADANI I HALEJEVA KOMETA

Kod građanstva beogradskoga vrlo je veliko interesovanje za Halejevu kometu. Već nekoliko dana svake noći oko 2 časa po ponoći masa Beogradjana izlazi na ulicu, tražeći očima tu čudesnu nebesku pojavu, koja se zbog oblačnog vremena poslednjih dana nije mogla videti, bar ne golim okom.

Kako je danas utvrđeno da će Zemlja biti u kometinom repu, hiljadama Beogradjana je bilo noćas po ponoći na beogradskim ulicama, koji su na nebeskom svodu tražili kometu koja se jedva mogla videti. Kalemegdan je noćas bio prekriljen svetom, kao u doba najživlje šetnje, pa tako i druga mesta sa lepim vidokrugom.

Skrećemo pažnju našim čitaocima da će se večeras svako najlepše moći videti kometa, jer je danas Zemlja u njenom repu.

18. maja 1910. (Zastava - jutarnji list, br. 98) :

HELIJEVA REPATICA

Upravitelj bečke zvezdarnice, dr Josif Heperger, izračunao je s najvećom tačnošću, da će Zemlja u četvrtak 6 (19) maja u prvim jutarnjim časovima proći kroz rep Helijeve repatice, to kroz onaj deo, koji je najvećma udaljen od repatičine glave. Od tog sudara Zemlje sa repaticom mi nećemo videti ništa. Bez ikakva je osnova ono narodno verovanje, da će tom prilikom biti zemljotresa ili druge kakve neobičnosti. No, po svojoj prilici, da će magnetne igle skrenuti, a to će izazvati elektricitet u repatičinom repu. Na severnom delu Zemlje možda će se pojaviti polarna svetlost te će se možda odsjaj te svetlosti videti na nebu. U našim krajevima od svega toga neće se videti ništa. Neće biti ni "padanja zvezda", jer je materija repatičina tako retka, da će biti vrlo mala toplota, što će se razviti usled trenja. Od čega je rep repatičin-nije se još moglo utvrditi. Prema boji repatice (spekturu, primeđba autora knjige) astronomi zaključuju, da u repu ima Cianogena, Ugljena i oksida Ugljene kiseline. Posle sudara prvi put ćemo videti repaticu u

petak 7. (20) maja uveče posle Sunčeva zalaska. Halejeva repatića videće se sve do sredine juna po nov. kalend. u veče na zapadnom nebu kao žuta kugla sa dugim pravim belim repom okrenutim prema jugozapadu."

Medjutim, istog dana Politika donosi tekst prof. M.Trpkovi-koji na osnovu sopstvenih posmatranja dokazuje da Zemlja neće proći kroz rep komete:

18. maj 1910. (Politika, br. 2261 - 5.maj po J.k.) :

PRED ŠESTIM MAJEM

Još jedan dokaz da sudara Halejeve komete sa Zemljom neće biti

Već tri puta do sada saopštili smo čitaocima, da neće biti sudara Zemlje sa repom kometinim. Nismo to govorili napamet, nego smo naveli razloge vrlo jake i vrlo proste, na osnovu kojih smo izveli taj zaključak. Sada i četvrti put objavljujemo, da neće biti sudara sa repom. Osim predjašnjih razloga, imamo još jedan nov dobijen od posmatranja. Evo u čemu se on sastoji.

Ako Zemlja prođe kroz rep kometin 6. maja izjutra (19. maja po Gregorijanskom kalendaru), moraće rep pokriti celo nebo od istoka do zapada i od severa do juga. Desiće se slično onome, što se dešava posmatraču, koji ogrezne u maglu ili oblak. Ni dužina, ni širina, ni oblik repa neće se moći razaznati, kao što se ne razaznaje ni na oblaku u koji smo ogrezli. Ovo je mislim dovoljno jasno. A svakome je jasno i to, da oblak, približujući nam se, raste u dužinu i širinu, pre nego što će nas obuhvatiti.

To što se prividno dešava sa oblakom pre našeg ogreznuća u njemu, očevidno je, treba da se dešava i sa repom kometinim pre nego što obavije Zemlju sa svih strana. To se ne dešava sa repom kometinim. Tri jutra uzastopce (3., 4. i 5. maja - 16., 17. i 18. maja Greg.kalend.) posmatram veliki deo njenog repa od 1 č. 45 m. do 2. č. 30 m. Glava se ne vidi zbog blizine Suncu. Od istočne tačke horizonta do kraja repa jedva ima 90° , a širina ne iznosi ni 1° . Ovako je bilo 3. maja pa je tako bilo i 4. i 5. maja (po Julijanskom kalendaru). Nikakav priraštaj u dužinu i širinu nisam mogao primećiti. Ako se varam u dužinu zbog docnijeg radjanja glave, ne varam se za širinu, koja je sva tri dana ostala ista. Neve-

rovatno je da će rep za jedan dan (do sutra izjutra) narasti u dužinu još za 90° a u širinu još za 179° - da na taj način pokrije celo nebo tj. da se Zemlja nadje u repu. Takav nagli skok nemogućan je i neprirodan. Prema tome samo ovo prosto posmatranje najrečitije govori da sudara neće biti.

Uzgređ dodajem da je za ova tri jutra sjajnost repa bila vrlo slaba, slabija od mlečnog puta u onome delu gde se nalazi konstelacija Labud. Kraj repa dopirao je bezmalo do konstelacije Orla (nedostajalo je 4° do 5°). Produženje repa seklo je mlečni put od prilike pod uglom 45° .

Noću između 5. i 6. maja neće se ništa osobito desiti na nebu, što se inače ne dešava. Čitaoci će najbolje učiniti, da tu noć prespavaju mirno i spokojno kao i svaku drugu noć. Da ništa osobito i vanredno neće videti uveriće se najbolje oni koji ne budu sledovali ovom savetu. A takvih će, svakako, mnogo biti.

Maksim Trpković
Profesor

Ovakvi napisi, koji su u jednim novinama saopštavali da će Zemlja proći kroz rep komete, a u drugim da neće, u velikoj su meri zbunili ljude. Iako su astronomi govorili da, ako Zemlja i prodje kroz rep komete, to neće imati posledice po život na našoj planeti, te do "smaka sveta" neće doći, 19. maja 1910. "kometska groznica" dostiže kulminaciju. Pogledajmo neke najinteresantnije napise iz tadašnje dnevne štampe o atmosferi u narodu tokom te noći u Beogradu i Novom Sadu:

19. maj 1910. "Politika" br. 2262, Beograd:

HALEJEVA KOMETA U BEOGRADU

Kralj Petar bio je noćas u opservatoriji čekajući da se pojavi Halejeva kometa. Silan svet bio se sakupio na Malom Kalemegdanu i tu proveo celu noć očekujući pojavu komete. Isto tako na Topčiderskom brdu i kod Karadjordjevog spomenika bilo je dosta sveta. Na žalost Halejeva kometa nije se mogla noćas videti i svet se razišao kućama tek oko tri časa izjutra."

19. maj 1910. "večernje novosti" br. 124, Beograd:

POBEGLA KOMETA

Noćas, kad je bila propast sveta zbog komete, Beogradjani su pokazali da umeju junački umreti za svoju najširu otadžbinu - kuglu Zemljinu.

Ceo se Beograd bio pretvorio u logor. Neprijatelj je bio "ante portas" i zato većina nije htela da ostane kukavički kod svoje kuće, već je junački izašla neprijatelju na susret i hladnokrvno htela da mu pogleda u oči. Kalemegdan je bio pun sveta kao da je praznični dan po podne. Ulicama je vrveo svet kao da je lutrija, a već najbolje posednute busije bile su kafanske bašte, o tome ne treba ni govoriti.

Kada je kometa videla da su svi Beogradjani bez razlike uzrasta, pola, vere i običaja rešili da spartanski umru za svoju veliku otadžbinu, ona se uplašila i pobešla neznano kud.

Eto zato je sinoć niko nije video. Sakrila se negde, pa nije smela čak ni repom da mrdne.

Dok je u Beogradu te noći bilo oblačno vreme, pa se kometa nije mogla videti, u Novom Sadu je bilo vedro pa su je mnogi Novosadjani posmatrali sa obale Dunava. Naime, obala Dunava je najpogodnije mesto u Novom Sadu za posmatranje istočnog dela neba:

19. maja 1910. (Zastava - večernji list, br.98):

HELIJEVA REPATICA

Jutros se desio onaj značajan davno očekivani događaj, kada je naša Zemlja prošla kroz rep ove repatice. To se desilo bez ikakvih posledica, čak i bez najmanjeg znaka za nas laike.

Jutros oko dva sata silan je svet izašao na Dunav, da bude svedok ovom događaju, ili bar da vidi zvezdu, i mnogi se prevariše u očekivanju. Sve je pitalo gde je repatica. Međutim, rep je bio jutros u dva sata neobično dug i širok, mnogo širi nego u nedelju ujutru (primedba autora knjige: 15. maja), kada smo ga posmatrali, samo sa tom razlikom što je sada izgledao kao vrlo tanak sloj magle, koji se slobodnim okom jedva jedvice mogao primetiti. Mnogi su naprezali oči da vide štogod, no uzalud. Oko pola tri je počelo svićati, i svetlost repa se izgubila u svetlosti Sunca. Sutra u petak i u iduće dane će se pokazivati zvezda ova na severozapadnoj strani. No biće nezgoda zbog toga, što će se sada opet svetlost Mesečeva smetati, da se jasno može videti."

Zanimljivo je videti kako je ova noć dočekana u svetu. O tome je jedino Politika objavila duži članak, koji dajemo sa manjim skraćanjem :

21. maj 1910. (*Politika*, br. 2264):

KOMETSKA NOĆ

- Kako je gde u svetu očekivana i dočekana kritična noć, koje je Halejeva kometa trebala da se sudari sa Zemljom i da je upropasti

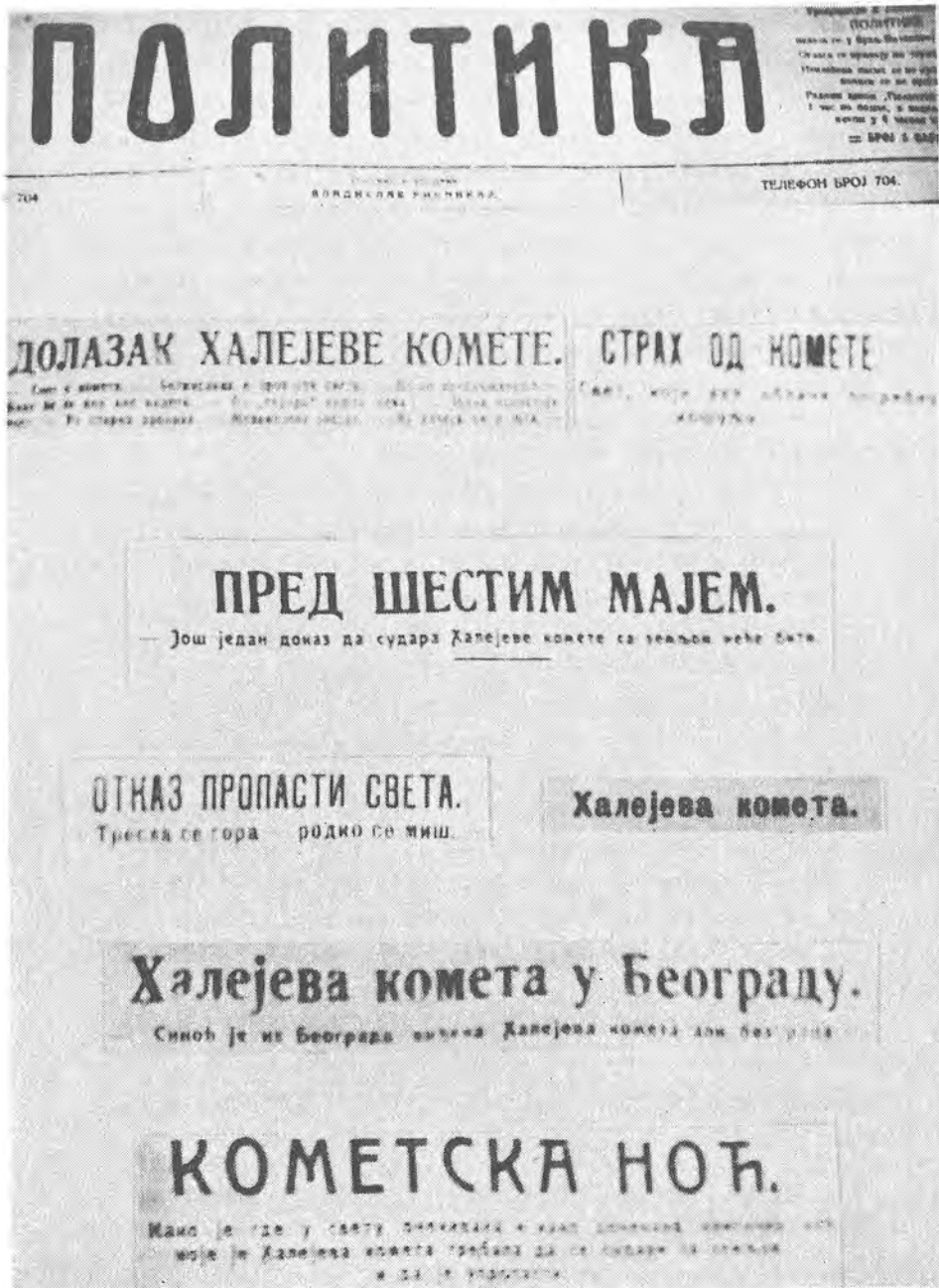
Kao što znamo, i kod nas je noć između 5. i 6. maja (po Julijanskom kalendaru, a po Gregor. kalen. 18. i 19. maja) bila življa no obično, jer i mi smo očekivali da vidimo tu kometu i njezin rep, za koji vele da je tako veliki, kao da je živela u Srbiji pa joj ga tamo izvukli. Ali tamo u drugom svetu to očekivanje Halejeve komete onomadašnje noći bilo je sasvim drukčije, sa mnogo više džumbusa, jer se većina toga sveta bila i ozbiljno poplašila da te noći ne propadne, pa je htela poslednji put da se istutnji.

Tako na primer Bečlije celu noć nisu spavale, svi restorani i kafane bili su celu noć otvoreni a svi brežuljci oko Beča načičkani pomalo veselim a pomalo poplašanim Bečlijama; svaki je to bio poneo jela i pića te su uz neslane bečke viceve gostili i častili "poslednji put u životu". A kad je već počelo svanjivati, a svet još nije bio propao, Bečlije su se batrgajući i vrišteći od radosti krenuli svojim kućama, uveravajući usput jedan drugoga, kako vidi kometu, jer mu je nešto svetlo pred očima.

I u Pešti su Mađjari hrabro izašli, da dočekaju kometu. Mase sveta od mnogo hiljada duša bili su se sakupili na bregu Bloksbergu kod Budima. Tu se šetalo, pijuckalo i prevrtalo očima, onako pred propast sveta, jer je u publici bilo vrlo mnogo peštanske aristokracije. Medjutim, za sve to vreme jedna velika ciganska kapela rasterivala je strah Peštancima, neprestano svirajući sve jedno te jedno: poznatu mađjarsku pesmu "Mi nikada nećemo umreti".

Vostalom, izgleda da je u Mađjarskoj vladao najveći strah od komete, jer je tamo izvršeno najviše samoubistava iz straha od propasti sveta.

U berlinskim kafanama je uoči "katastrofe" celog večera i cele noći vladalo izvanredno pijano raspoloženje. Na sve strane pilo se "kometino pivo" i "kometino vino"; u svim lokalima bila je zauzeta svaka stolica a stolovi načičkani dogledima, durbinima, teleskopima i čitavim opservatorijama, koje su radoznali Berlinci bili doneli od svojih kuća, da



SLIKA 104 - Naslovi u beogradskom listu Politika u vezi sa pojavom Halejeve komete 1910.

kroz njih posmatraju propast sveta.

Treptovski park kod Berlina bio je cele noći pritisnut masom naroda, a sa čuvene Treptovske zvezdarnice profesori i asistenti neprestano su držali predavanja i umirivali hrabre Švabe, jer to su bili oni koji su se baš ozbiljno poplašili, da ne prodju ispod kometinog repa te tako ne propadnu.

U velikoj nemačkoj varoši Kelnu, koja je pored ostalog čuvena i sa svojim karnevalom, izgledalo je toga večera i te noći kao u najbešnje karnevalsko vreme. Po dozvoli vlasti lokali su ostali otvoreni celu noć i na sve strane priredjivane su najraznovrsnije svečanosti ...

Gotovo i u svim drugim većim i manjim nemačkim varošima "kometske noći" nije se spavalo već se pilo i veselilo, koje iz "komedije", a koje, bogme i iz straha.

Ali je bilo i žalosnih slučajeva. Tako je u Nideršajvaldu kod Berlina žena jednog fabričkog radnika bila tako uverena da će te noći propasti svet, da je iz straha poludeo. Gotovo to isto se desilo jednom devetnaestogodišnjem bravarskom kalfi u samom Berlinu, jer se bio toliko poplašio od propasti sveta, da ga je spopao grčevit plač i jedva su ga sprečili da ne izvrši samoubistvo. U Hamburgu je jedan frizer poludeo od straha i polupao sav svoj dućan te su ga morali odvesti u ludnicu.

Iako je "kometske noći" u Parizu vladala nepogoda, i ako se po uverenju astronoma iz Pariza nije moglo ništa videti, to je ipak i u Parizu vladala toga večera i te noći neobična živost. Od ponoći se Monmartski vis počeo puniti masom sveta, koji je delom bahapskim raspoloženjem rasterivao strah od komete.

Sopstvenik velikog durbina, kroz koji se za dva sua moglo svake noći gledati nebo, je udvostručio cenu. Pa ipak je vladao pravi juriš na đurbin, jer je svaki hteo da baci pogled na repaticu, koja se uopšte nije ni videla.

A dole, na bulevarima Monmartra u kafanama i krčmama šumno su se pripremali na bliski kraj. Isti takav lom vladao je i u Latinskom kvartu na levoj obali Sene.

Iako je raspoloženje po spoljašnjosti izgledalo veselo, ipak u samoj stvari mnogi su bili poplašeni. Ispovednice u crkvama celi bogovetni dan nisu se praznile, a popovi su ima-

li pune ruke posla, tešeći i hrabreći svoju vernu pastvu... Na bulevaru Port Rojal je jedan radnik, sav preplašen, napustio sa ženom i detetom kuću i otišao u polje, da tamo očekuje slom Zemlje. Mnoge sluge i služavke napustile su svoje gazde, "pošto je i inače kraj".

Ali je kometa odnela i ozbiljnih žrtava. Jedan mladić, koji se bio popeo na krov da gleda kometu, strmeknuo je i slomio vrat. Jedna žena iz straha je skočila kroz prozor i ostala mrtva. Jedan čovek se iz istog uzroka obesio. Za sobom je ostavio pismo u kome veli da više voli ovako da umre, nego da trpi duge muke pri opštem umiranju.

U Italiji je medju prostim stanovništvom vladao veliki strah od komete. Zato su novine čak pozivale vladu, da preuzme mere za umirenje stanovništva.

I papu su dobri katolici molili da učini što treba pa da kometa ne dira Zemlju. Kardinal Rampola rešio je da "kometске noći" crkva Sv. Petra bude celu noć otvorena, da bi se vernici imali gde moliti bogu.

Medjutim, ipak je u Rimu te noći inteligencija veselo očekivala prolaz Zemlje kroz kometin rep. Na svim ulicama u celoj varoši vladala je velika živost. Kavane, restorani, ošterije bile su celu noć otvoreni, što je inače slučaj samo uoči nove godine. Mnogi su peške i kolima odlazili na uzvišenija mesta da gledaju kometu.

Ali se dogodio i jedan nesrećan slučaj; jedan bogati rentijer toliko se poplašio od propasti sveta, da je poludeo i skočio u bunar.

Medjutim, ipak je najveći strah od Halejeve komete vladao u Americi. U celoj Americi govorilo se samo o kometi. Novine su iz dana u dan objavljivale bezbrojne stupce i svuda su navedene reči Halejeve, koje je negde napisao: "Ona je tako veliko telo i kreće se tako brzo, da bi u neverovatnom slučaju, da dodirne Zemlju, rezultat bio, da bi naš svet bio bačen natrag u prahaos".

Nedeljni listovi krasili su svoje naslovne strane takvim slikama, da se čoveku podizala kosa na glavi.

Poznati meteorolozi i astronomi dobijali su hiljade pisma, u kojima se mole za obaveštenja o propasti sveta.

U pojedinim hotelima i restoranima svaki gost je dobijao

po jedan mali srebrni dogled kao uspomenu na Halejevu kometu.

Već ranom zorom centralni Njujorški park počeo je oživljavati; tu su se skupljali učitelji sa svojim učenicima, da im drže predavanja i objašnjavaju Halejevu kometu, pa po mogućstvu i da im je pokažu.

Predsednik opštine u varoši Litltaunu bio je zapovedio, da čim se vidi kometa, zvone sva zvona, kako bi se svetu obratila pažnja, da se koristi prilikom i vidi tu retku pojavu...

A uoči same noći, kad je "trebalo da propadne svet" priredjene su u baštama na krovovima velikih hotela takozvani "kometski banketi", da bi se dostojno dočekao nebeski gost.

Ali dok su u Njujorku spremali kometi takav doček, dotle je u drugim varošima vladala prava panika. U svim južnim državama išle su ulicama velike crnačke litije i držani zborovi, na kojima su rukovodile razne sektaške vodje. To su crnci pokušavali da molitvama odvrata sudar Zemlje sa kometom. U mnogim mestima crnci više dana nisu izlazili iz crkava. I kod stanovnika bele rase u poslednjem trenutku bio je zavladao neopisiv strah od komete.

Naročito su se u Čikagu preplašile žene, koje su sebi davale oduška u histeričnim izlivima. Bojale su se, da se ne otruju kometskim gasovima pa su na svojim stanovima zapušavale čak i ključaonice.

U Pensilvaniji hiljade rudara nisu hteli kritične noći sići u rudnik izjavljujući, da više vole da umru na zemlji nego pod zemljom.

Najzad, vredno je spomenuti da je i u Sofiji bilo velike galame i gungule povodom sudara sa Halejevom kometom.

Zvezdarnica Sofijska nalazi se u jednom parku, i "kometske noći" su sva drveta oko zvezdarnice stradala, jer se svet peo na njih da "izbliže" posmatraju kometu i propast sveta. Najzad je svet bio toliko nagrnuo na zvezdarnicu, da su asistenti morali svaki čas pomaljati glavu kroz jedno prozorče i umirivati svet, i onaj na zemlji i onaj na drveću, derući se:

- Gospoda! Kometa će sega zaminava i ništo nema bude od propasti sveta!

- Gospoda! Katastrofalna momenta e minula!

Neka na završetku još nešto bude pomenuto. Naime, jedan ugledan beogradski trgovac bio se tako ozbiljno poplašio od komete i propasti sveta da je čitavu nedelju dana pre kritične noći izgubio san, te tu čitavu nedelju nije mogao oka zaklopiti, a silom je nešto malo jeo i pio, tek koliko da održi dušicu. Zato su ga sad, kad je prošla ova sva opasnost, njegovi prijatelji i bliža okolina prozvali "Boža Kometa" pa će mu to ime verovatno i ostati.

Članak je potpisan samo inicijalom "C".

Posle kritične noći u kojoj se ništa značajnije sa Zemljom nije dogodilo, svet je bio u dilemi DA LI JE ZEMLJA PROŠLA KROZ REP KOMETE? te se tim pitanjem bave i dnevni listovi:

20. maj 1910. (Zastava - večernji list, br. 99):

HELIJEVA KOMETA PROŠLA

Juče, u četvrtak, zorom, trebalo je biti ono što se kaže "Smak sveta". Zemlja je prošla kroz repatičin rep tako da se nije ni primetilo, kako je to teklo. Otrovnih gasova daleko nije bilo u repatičinom repu, te tako mi na Zemlji ostadosmo i dalje zdravi i čitavi...

21. maj 1910. (Večernje novosti, br. 126):

NAJNOVIJI TELEGRAMI

NJUVJORK - Prema posmatranjima činjenim 6/19 maja izjutra na raznim opservatorijama Sjedinjenih država, rep komete je stajao horizontalno iz čega izlazi da Zemlja još nije prošla kroz rep komete.

21. maj 1910. (Zastava - jutarnji list, br. 101):

HELIJEVA REPATICA

Čitava je zbrka nastala u zvezdarstvu. Ne zna se sad pouzdano, da li je Zemlja prošla kroz repatičin rep ili nije. To je posle srede zorom trebalo biti, no nije se ništa primetilo. Te tako slabo se već smemo pouzdati u zvezdarsku nauku, jer sad i to javljaju da će repatičin rep da dodirne Zemlju tek posle nedelju, dve ili mesec dana. Ovo bezglavlje u zvezdarstvu učinilo je, da se strah u gomili od repatice još održava.

25. maj 1910. (Politika, br. 2286) :

ZEMLJA UMAKLA KOMETI

Astronomi sad opet tumače da nije ni moglo biti sudara između Zemlje i komete

Beogradski profesor i astronom g. Maksim Trpković saopšta-
va nam na osnovu najnovijih izveštaja još ove interesan-
tne podatke o izostalom "sudar" Zemlje sa Halejevom kometom:

U Pariskoj Akademiji nauka saopštio je direktor pariske
opservatorije Baljan rezultate posmatranja Halejeve komete
na opservatoriji Lajku u Americi i Johanesburgu u Južnoj
Africi.

U petak ujutru, 7. maja (20. maja po Greg. kalendaru) rep
kometin vidjen je još okrenut istoku, a imao je dužinu oko
140 stepeni. Njegov pravac bio je mnogo iza pravca radijus
vektora. Po njihovom računu, Zemlja je trebalo da prođe kroz
kometin rep 6. maja izjutra (19. maja G.k.), a po posmatranju
nije prošla ni dan docnije, to jest ni 7. maja (20. maja G.k.).

Po astronomu Kemblu, Zemlja nikako nije ni mogla proći
kroz kometin rep, jer je Zemlja za jedan dan odmakla skoro
za 3 miliona kilometara od mesta gde je njen prolaz kroz
rep bio mogućan i izračunat.

Sa opservatorije u Johanesburgu rep kometin vidjen je
sa dva kraka 8. maja uveče (21. maja G.k.); jedan krak je bio
okrenut istoku. Vrlo je verovatno da se u to doba vršilo za-
ošijavanje repa od zapadnog u istočnom pravcu, a to je $2 \frac{1}{2}$
dana docnije od proračuna. Za to vreme je Zemlja izmakla vi-
še od 6 miliona kilometara i njen prolaz kroz kometin rep
bio je nemoguć.

Astronom Klod primenio je za konstrolisanje toga prolaza
metodu pretvaranja vazduha u tečno stanje. On je 5. maja
(18. maja G.k.) izjutra pretvorio 1800 kilograma vazduha u
tečno stanje, pa je to isto učinio i ujutru 6. maja (19. maja
G.k.), posle proračunatog prolaza Zemljinog kroz kometin
rep. U oba slučaja hemijska analiza pokazala je isti sastav,
to jest, da atmosfera nije primila ništa sa strane.

Međutim, naši čitaoci i bez ovoga znaju, da Zemlja nije
prošla kroz rep kometin, jer noću između 5. i 6. maja nisu
videli na nebu ništa vanredno, što bi bilo u vezi s tim pro-
lazom. A iz ranijih pisanja profesora g. Trpkovića da ga, kad
toga jutra nije bilo prolaza, docnije uopšte nije moglo ni
biti.

U istom broju Politika donosi i tekst o posmatranju komete
iz Beograda. Ovo je poslednje posmatranje Halejeve komete iz Beo-
grada koje je zabeležila tadašnja dnevna štampa:

HALEJEVA KOMETA U BEOGRADU

Sinoć je iz Beograda vidjena Halejeva kometa, ali bez repa. Profesor i astronom g. Maksim Trpković saopštava nam o Halejevoj kometi ovaj najnoviji interesantan fakt:

Sinoć 11. maja (24. maja po G.k.) iz Beograda se videla Halejeva kometa na zapadu od 8 pa skoro do 10 časova uveče. Kometi se videla samo glava, zamagljena po okrajcima. Rep se nikako nije mogao videti golim okom. Da li su tome uzrok laki cirusni oblaci i mesečeva svetlost, ili je kometa možda zbilja izgubila rep, ne može se pouzdano utvrditi iz jednog posmatranja. To će se tek za 2-3 dana znati pozitivno.

Čitaoci se svakako sećaju ranijih brojeva Politike u kojima je govoreno o kometi, da nije nemogućno, da kometa izgubi svoj rep.

Pošto je "smak sveta" prošao bez posledica, a kometa kao nebesko telo nije bila zanimljiva za širu javnost, u našim dnevnim listovima se posle 25. maja 1910. više ne pojavljuju napisi o posmatranjima Halejeve komete. Ali u štampi se još dugo posle pojave komete mogu naći napisi o raznim zanimljivostima kojima je kometa bila povod.

26. maj 1910. (Politika, br. 2269):

KOMETSKI ŠEŠIR

... Ova moda nastala je u Parizu, ali se već i oko izloga pojedinih bečkih mašamoda kupe pomodarke te gustiraju "komet-ske šešire".

Šta je to "kometski šešir"? Potpuno okrugao, beretski slamni ili od "pashara" (kako vi to stručno velite) šešir u ma kakvoj drečećoj boji: vatreno crveno, purpurno, violet. Kometin rep predstavljen je jednom kitkom perja na dugoj dršci, koja čudovito štrči, ili lepom somotskom "pufom". Razume se, da i taj rep mora da je u drečećoj boji, ali da boja harmonira sa bojom šešira...

28. maj 1910. (Politika, br. 2271):

GOSPODICA KOMETA

Halejeva kometa, za koju onomad jedan čovek u tramvaju sasvim ozbiljno reče, da su je izmislili novinari - postigla je jedan neočekivan uspeh: kad nije mogla da uništi Zemlju, ona je ostavila priliku, da se na Zemlji često pominje.

Naime, u protokolu novorođenih i krštenih u Bernu (Švaj-

carska) ovih dana zavedeno je ime "Kometa Rihter, kći Rudolfa Gotliba, sveštenika iz Rora."

Nadajmo se da će ova mala Kometa poživeti toliko, da vidi svoju imenjakinju pri njenom idućem povratku. U isto vreme nadamo se da ovoj popovoj Kometi neće porasti rep*.

POSMATRANJE HALEJEVE KOMETE 1910. SA ASTRONOMSKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU

Naša najstarija astronomska opservatorija osnovana je 1887. kao Astronomska i meteorološka opservatorija Visoke škole; tek 1924. došlo je do odvajanja ove dve opservatorije u zasebne ustanove.

Godine 1910. opservatorija se nalazila u zgradi na Vračaru, u kojoj se danas nalazi Hidrometeorološki zavod SR Srbije (u parku preko puta Narodne biblioteke). Tada je to bila periferija Beograda.

U to vreme Astronomska opservatorija imala je vrlo skromne instrumente: mali pasażni instrument sa objektivom 45mm, mali univerzalni instrument sa objektivom 50mm i durbin od 5 palaca. Ovako skromni instrumentarij nije omogućavao neka sistematska astronomska posmatranja na visokom stručnom novou, tako da je opservatorija imala vrlo skromnu posmatračku aktivnost. Uglavnom, posmatranja u cilju kontrole časovnika i vežbe studenata. Za posmatranje pojava i nebeskih tela korišćen je durbin od 5 palaca (127mm), Barduovog sistema; njime je najverovatnije posmatrana i Halejeva komete 1910. godine. Medjutim, vrlo skromne mogućnosti ovoga instrumenta nisu omogućile da se obave neka sistematska stručna posmatranja, kao na drugim opservatorijama u svetu. O tome je direktor opservatorije M. Nedeljković** napisao.

*Materijal za pisanje ovog poglavlja prikupljen je u biblioteci Matice srpske u Novom Sađu, Narodnoj biblioteci SR Srbije u Beogradu, Univerzitetskoj biblioteci u Beogradu i Biblioteci grada Beograda.

** Milan Nedeljković (1857-1950), profesor Velike škole i kasnije Univerziteta u Beogradu. Školovao se u Francuskoj, gde je studirao astronomiju i meteorologiju; 1887. osnovao je opservatoriju Velike škole u Beogradu i organizovao meteorološku službu u Kraljevini Srbiji. Posle prvog Svetskog rata na račun reparacija nabavio je veliki broj instrumenata i pribor za buduće opservatorije: astrumetrijsku, astrofizičku, meteorološku i geomagnetsku; to su i danas osnovni instrumenti ovih ustanova.

Astronomska opservatorija naša očigledno je pokazala ove godine: kako je malo u instrumentima opremljena, a njen upravnik imao je i puno neprijatnosti zbog nemanja jačih (većih) durbina astronomskih, kada je mnogo odličnog sveta, našeg i stranog, dolazilo u opservatoriju zbog Halejeve komete. - U njoj je moralo ići i ove 1910. godine po starom, jer Astronomska opservatorija nije bila srećna, da dobije sve potrebne joj instrumente (skromnih cena), i mimo verne izveštaje upravnikove, i mimo naročite molbe i predloge njegove: da, na primer, jedan bolji, manji ekvatorijal za Opservatoriju nabavimo.

Pa i u pitanju, da Upravnik, dragom svojom voljom, drži nekoliko javnih predavanja o Halejevoj kometi u Opservatoriji - zbog neočekivanih teškoća u pitanju klupa za jednu naročitu slušaonicu za to u Opservatoriji - išlo je po starom, tj. opservatorija nije podpomognuta nadležno, a zbog toga ta nameravana javna predavanja morala su izostati. - Zato je upravnik Opservatorije, da u ime nauke da tačnu reč o Halejevoj kometi i suzbije svako strahovanje od nje za našu Zemlju, napisao knjižicu "Svet i Halejeva kometa", koja je u toj nameri imala uspeha kod nas (Izveštaj opservatorije i meteoroloških stacija 1910. od Milana Nedeljkovića, str.9-10)

Na žalost, danas u biblioteci opservatorije ne postoje sačuvani izveštaji astronomskih posmatranja iz te godine, pa i šireg perioda.

DVOJNIK HALEJEVE KOMETE IZ 1957. GODINE KOMETA

AREND - ROLAND

Skoro pedeset godina posle pojave Halejeve komete 1910, na nebu se pojavila vrlo slična sjajna kometa. Otkrili su je 8. novembra 1956. belgijski astronomi Arend i Roland radeći na programu sistematskog traganja i posmatranja planetoida na opservatoriji Ikl (*Uccle*) kraj Brisela. Kometa se nalazila u sazvežđu trougla, imala je sjaj oko 10^m i kretala se brzo prema jugozapadu. Kasnije je identifikovana i na snimku koji je napravljen 14. IX 1956. Bila je to osma kometa pronadjena te godine, tako da je dobila oznaku "1956 h".

Prvi proračuni putanje nisu uspeli, jer je u telegramu kojim su obaveštavane opservatorije o novoj kometi, greškom, kao datum otkrića upisan je 6. novembar. Kada je greška ispravljena, dobi-

jeni proračuni su pokazali da se kometa kreće po hiperboličnoj putanji u retrogradnom smeru, te da je otkrivena čak pet meseci pre prolaza kroz perihel (8.IV 1957.).

Približavajući se Suncu, sjaj komete se povećavao, ali su se uslovi za posmatranje pogoršali. Krajem februara 1957. kometa se već nalazila tako blizu Sunca, da se njen sjaj gubio u sjaju Sunca na zapadnom delu neba. Za posmatrače iz Jugoslavije još početkom 1957. kometa se nalazila nisko nad horizontom, što je otežavalo njeno posmatranje. Ipak, sa Beogradske opservatorije *M. Protić* ju je posmatrao nekoliko puta. U to vreme, bio je to još slab teleskopski objekat, sjaja oko 10^m , sa приметnom kondenzacijom u središtu, sa komom oko $60''$ u prečniku i repom kraćim od 1^0 .

Početkom aprila 1957. kometa je došla do svog najjužnijeg položaja na nebu (nalazila se u blizini zvezde Tau Ceti), a tada je naglo zaokrenula prema severoistoku, i brzo se krećući na nebu, još dok se nalazila u blizini perihela, prešla na severnu nebesku poluloptu. Kroz perihel je prošla 8. aprila kao treća kometa te godine, pa je dobila katalošku oznaku "1957 III". Zbog blizine Sunca mogla se ponovo posmatrati teleskopom tek pri kraju treće nedelje aprila, a odmah zatim videla se i golim okom. I u manjem teleskopu kod komete se jasno videlo jezgro obavijeno komom i dugi rep okrenut ka severu.

Fotometrijska merenja koja je obavio holandski astronom H. van Vorden sa opservatorije u Lajdenu, od 22.XI 1956. do 16.II 1957. pokazala su da se sjaj komete progresivno povećavao od $11,2$ do $8,7^m$. Astronom J.G.Gau (Tapai, Novi Zeland) posmatrao je kometu 2. aprila i procenio joj sjaj na 2^m . U to vreme kometu su posmatrali i naučnici sa Antarktika iz novozelandske baze *Skot* i Francuske baze *Adeli*. Po izveštaju Francuza, 1. aprila je kometa imala sjaj $3-4^m$, a rep joj je bio dužine $3-5^0$ i usmeren u pravcu zvezde Beta Ceti. Najbliže Zemlji, na rastojanju od 85 miliona km, kometa se nalazila 20. aprila 1957.

Spektroskopska posmatranja sa opservatorije Ot Provans (Francuska) od 23. do 25. aprila registrovala su vanredno jaku emisiju u predelu središta kome, sa promenljivim intenzitetom. Emisija odgovara dvojnjoj natrijumovoj liniji spektra. Nemački astronom *VeIman* sa opservatorije u Hamburgu snimio je 23. aprila spektar glave komete. Spektar je bio neprekidan sa izrazitim CN a srazmerno slabim C_2 i drugim emisijama. U ostalom delu komete registrovane



SLIKA 105 - Fotografija Arend-Rolandove komete koju je snimio Fildijus 30.aprila 1957.



SLIKA 106 - Fotografija Arend-Rolandove komete koju je snimio M.Protić sa Beogradske opservatorije 27.aprila 1957.

su vrlo sjajne natrijumove D emisione linije, ali je H-alfa apsorpcione linije bila znatno oštrije ocrtana nego u spektru reflektovane Sunčeve svetlosti.

Američki astronom *J.D. Kraus* (Ohajo) obavio je niz radio posmatranja komete izmedju 10. marta i 21. aprila 1957. na talasnoj dužini 11m. Maksimalni intenzitet radio zračenja (5×10^{-22} W/cm/s) zabeležen je 29. marta, 3, 8, 9, 12, 17. i 19. aprila. Zanimljivo je da se centar zračenja na 11m nalazio u repu komete na oko 7 miliona km (i više) od glave komete. Kada se kometa nalazila u blizini svoje donje konjukcije sa Suncem, 20/21. aprila, centar ove emisije se odvojio od kometine putanje i udaljio radialno od Sunca. Radio lokacija komete izvršena je i 9. aprila sa radio opservatorije *Humain* u Belgiji.

Posebna zanimljivost u vezi sa ovom kometom je pojava tzv. "Anti repa", što je pojava koja je kod *Arend-Rolandove* komete prvi put zabeležena u istoriji do tada posmatranih kometa. Naime, poznato je da je rep kometa uvek usmeren u suprotnom smeru od Sunca. Medjutim, kod ove komete je prvi put zapažen i jedan manji rep (mlaz) koji je bio usmeren ka Suncu. Ovaj anti rep prvi je primečio 21. aprila *Dr Wallenquist* sa opservatorije u Upsali (Švedska). *Milorad Protić* snimio je anti rep 25. aprila sa Beogradske opservatorije. Na snimku eksponiranom 60 minuta njegova dužina je oko $1,5^{\circ}$. Dan ranije kometu je posmatrao prof. *van Biesbroeck* sa opservatorije *Mak Donald* (SAD) i našao da je dužina antirepa bila oko 4° , dok je glavni rep bio dug oko 25° . Sjaj komete je bio oko 3^m a jezgro je imalo sjaj 6^m . Astronom *R. Fogelkvist* sa opservatorije u Upsali zapazio je 22. aprila široki rep komete sastavljen iz više pramenova dužine 5° . Rep je 25. aprila dostigao dužinu od 30° (slika 40), ali je već sledećeg dana bio dva puta kraći. *Engled Voterfild* iz Askota zapazio je da je ozmedju 23. i 25. aprila antirep zadržao isti pravac, a onda je naglo skrenuo za oko 20° od pravca prema Suncu. *Milorad Protić* je zapazio 28. aprila u repu komete nekoliko mestimičnih kondenzacija u obliku oblačaka koji su brzo iščezli. Na slici 106 prikazana je fotografija komete koju je snimio *Protić* u noći izmedju 27. i 28. aprila. Na žalost, nepovoljne vremenske prilike, nastale posle 29. aprila u Beogradu, onemogućile su *M. Protića* da nastavi posmatranje - kometu je poslednji put posmatrao 16. maja 1957; već tada se nalazila znatno udalje-

na od Sunca i Zemlje, ali joj je jezgro još uvek bilo izrazito, sjajno oko 8^m ; imala je lepezast rep, širok čak 40° , koji se prostirao na oko 2° od glave komete.

Na slici 105 prikazana je fotografija komete koju je snimio R. Fildijus 30. aprila 1957. u 22 časa.

Sredinom maja 1957. kometa je dostigla svoju najveću severnu deklinaciju ($+63,5^{\circ}$), a onda još jednom promenila pravac kretanja po nebu i uputila se ka jugoistoku; krajem maja ušla je u sazveždje Veliki Medved. U njemu se mogla posmatrati duže vreme sve dok joj sjaj nije opao ispod vidljivosti teleskopa. Tako je u sazveždju Veliki Medved kometa Arend-Roland (1057 III), vrlo slična Halejevoj kometi iz 1910. polako se udaljujući od nas zauvek nestala u dubinama vasiona [II 22; 1957 III]

KOMETA MRKOS - 1957 V

Kometu je otkrio 29. jula 1957. golim okom poznati čehoslovački astronom Antonjin Mrkos (strana 39). O ovome otkriću on kaže:

"Moja najlepša i najzanimljivija kometa, bila je poslednja kometa koju sam na Tatrama otkrio, kada sam se već spremao na Antarktiku. Tokom te noći sve do jutra isprobavao sam fotometar (u ekspediciji na Antarktiku imao sam u programu, za vreme polarne noći, rad na fotometriji neba i spektroskopiji polarne svetlosti) na trenutak sam izašao napolje. Samo što sam stao kod ograde, bacih pogled na nebo i odjednom je zapazih. -to mora da je kometa! Najpre sam video njen rep, a onda se iza vrha planine pokazala cela kometa. Poslao sam dopis i bio iznenađen kada sam saznao da sam je ja prvi zapazio.

Kometa se u prvo vreme videla samo ujutru, ali se ubrzo mogla posmatrati celu noć. Kretala se u pravcu Velikih kola i bila vrlo sjajna, 1^m - sjajnija nego Halejeva kometa 1910., ali nije imala tako dugačak rep. Kako je 1957. bila bogata pojavama kometa, a ova moja je već bila treća, svi su imali već spremne i isprobane instrumente, pa je obavljeno neuobičajeno mnogo zanimljivih posmatranja komete iz celog sveta: fotografisanje, polarizacijska i spektroskopska merenja a ispitivan je i uticaj magnetnog polja na strukturu njenog repa. Bila je to prva kometa na kojoj je započelo kompleksno fizičko ispitivanje, kao što se to danas radi pri pojavi svake komete.

U trenutku otkrića kometa je imala sjaj oko 3^m , a posle prolaska kroz perihel 1. avgusta 1957. sjaj joj dostiže čak $0,5^m$. Imala je lep širok rep, sličan čuvenoj kometi (Donati) iz 1858, ali mnogo kraći.

Na slici 107 je fotografija komete snimljena 7. avgusta 1957, na opservatoriji Skalnate Pleso na Visokim Tatrama u Slovačkoj (sa koje je Mrkos otkrio kometu).

Na slici 108 je fotografija komete snimljena 18. avgusta na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu.

Udaljavanjem od Sunca sjaj komete naglo opada, ali se teleskopima mogla posmatrati sve do 9. jula 1958. Smatra se da ima periodu oko 11.000 godina [II 23; 1958 V].

"SESTRA" KOMETE IZ 1882 - KOMETA IKEJA-SEKI

U ranim jutarnjim časovima 18. septembra 1965. poznati japanski lovac na komete K. Ikeja (str. 46) posmatrao je nebo reflektorom sopstvene izrade i zapazio na jugozapadnom delu novu kometu. Samo 20 minuta posle njega istu kometu je ugledao i T. Seki, takodje poznati japanski astronom (str. 45) koji živi na ostrvu Šikoku u mestu Koti. Tako je nova kometa dobila ime ovih japanskih astronoma. Zanimljivo je da je te niči nebo nad Japanom bilo izuzetno čisto, jer je prethodnih dana nad japanskim ostrvima prošao tajfun koji je očistio gusti smog nad velikim industrijskim centrima, slično kao kod nas kada duva jaka košava.

Već prvi proračuni putanje, koje je 2. oktobra izvršio francuski astronom Rigole, pokazali su da će kometa proći pored Sunca na vrlo malom rastojanju, čak kroz oblast Sunčeve korone. To je značilo da kometa Ikeja-Seki pripada istoj porodici kao i poznate komete 1680, 1843 I, 1882 II, itd. (tabela V). U ovu grupu spadaju komete koje imaju perihelsko rastojanje od 0,005 do 0,009 a.j., i imaju vrlo slične elemente putanje sa periodom oko 1000 godina. Proučavajući ove komete krajem XIX veka nemački astronom Kroc (Kreutz) je predložio hipotezu po kojoj ove komete potiču od jedne velike koja je nakada davno u prošlosti prošla pored Sunca i raspala se na više delova. Pošto su komete koje prolaze vrlo blizu Suncu, čak kroz Sunčevu koronu, nazvane su: "Porodice komete koje ogrebu Sunce" ili



SLIKA 107 - Fotografija komete Mrkos snimljena 7. avgusta 1957. na opservatoriji Skalnate Pleso na Visokim Tatrama u ČSSR



SLIKA 108 - Fotografija komete Mrkos snimljena 18. avgusta 1957. na astronomskoj opservatoriji u Beogradu

pak po astronomu koji je prvi ukazao na njihovo zajedničko poreklo "Krojcova porodica kometa".

Upoređujući elemente putanja ovih kometa (tabela V) lako se zapaža da se one međusobno, sa vrlo sličnom putanjom, dele u dve grupe : U prvoj su komete 1887 I, 1963 V, 1880 I i 1843 I, a u drugoj komete 1979 XI, 1945 VII, 1882 II, 1965 VIII i 1970 VI. Od ove podele odstupa kometa 1680, medjutim, detaljno ispitivanje njene putanje je pokazalo da je ona vrlo slična sa kometama 1843 I i 1882 II.

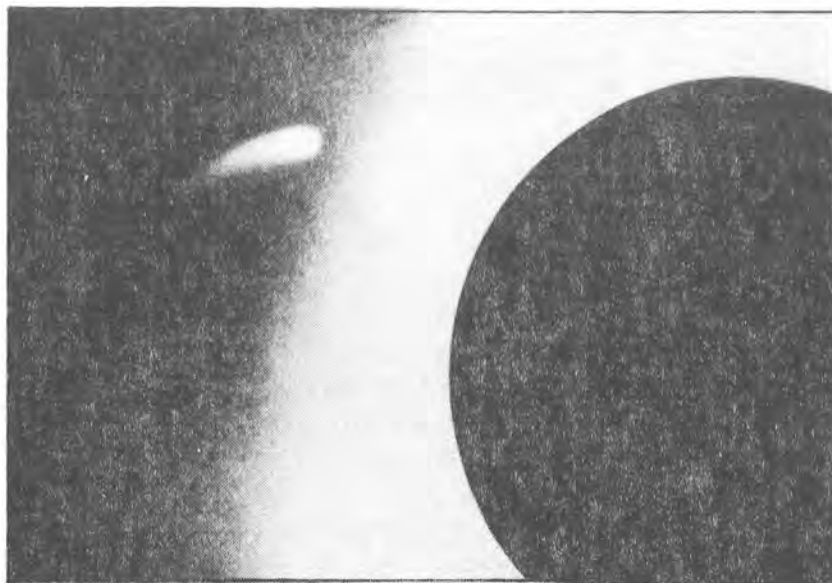
Porodicu ovih kometa detaljno je proučio u XX veku poznati američki astronom i specijalista za komete Zdenek Sekanina. On je utvrdio da u ovu grupu spada 46 kometa (pronadjenih do 1966) i da sve potiču od raspada dveju gigantskih kometa. Pramajka ovih kometa imala je putanju vrlo sličnu kao kometa 1882 II, a raspala se kada je bila od Sunca na rastojanju od 1,2 a.j.

Poreklo Krojcove porodice kometa proučavao je i Brajan Marsden. On je utvrdio da Velika septembarska kometa (1882 II) i kometa Ikeja - Seki (1965 VIII) potiču od iste komete, čije se jezgro raspalo pri jednom prolazu komete kroz perihel. Marsden smatra da je verovatno "majka" ovih kometa bila kometa koja je posmatrana 1106. godine.

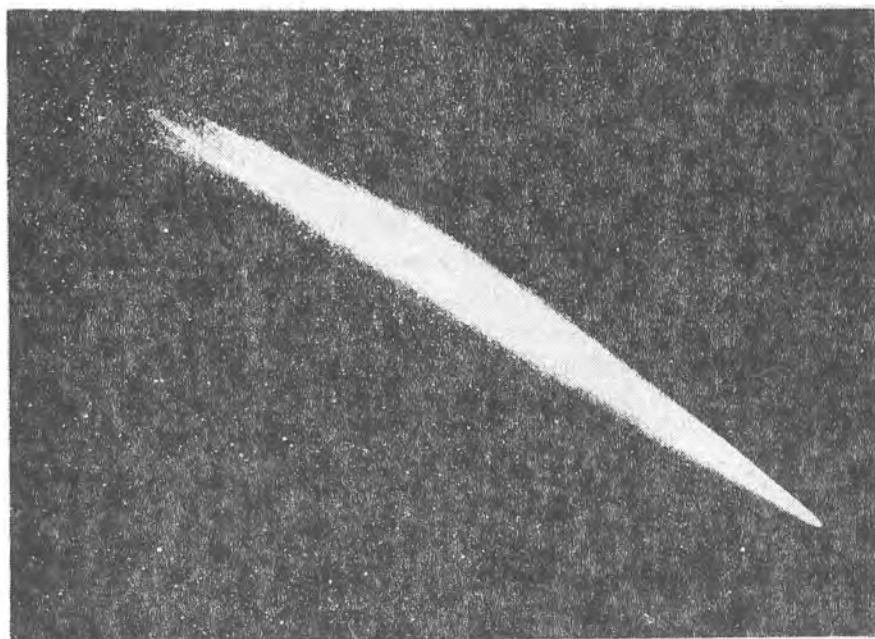
Kometa Ikeja-Seki nije samo značajna zbog svog porekla, već je to i prva kometa koja je u istoriji astronomije posmatrana prilikom prolaska kroz Sunčevu koronu. Naime, kometa je prošla kroz perihel 21. oktobra 1965. u 4 časa TU, odnosno u 13 časova po japanskom vremenu, što je omogućilo japanskim astronomima da čitav tok prolaza komete kroz Sunčevu koronu prate preko specijalnog teleskopa za posmatranje Sunca, tzv. koronografa. Tom prilikom napravljeno je više veoma dobrih fotografija jezgra i repa komete, od velikog naučnog značaja. Na slici 109 prikazana je fotografija koju je snimio F. Morijama 21. oktobra 1965. u 11 časova i 2 minuta, koronografom otvora 12, F/12,2 i kroz filter $0,47 \cdot 10^{-4}$ - $0,6 \cdot 10^{-4}$ cm, na solarnoj stanici Norikura opservatorije u Tokiju.

Posle prolaska kroz perihel, narednih deset dana kometa se mogla posmatrati golim okom na jugoistočnom delu neba, a teleskopima je posmatrana sve do 12. februara 1966.

Na slici 110 prikazana je fotografija komete koju je snimio A. Mak Klur 1. novembra 1965. Zapaža se da je kometa Ikeja-Seki imala



SLIKA 109 - Fotografija komete Ikeja-Seki koju je snimio F.Morijama
21.oktobra 1965. na solarnoj stanici Norikura opservatorije



SLIKA 110 - Fotografija komete Ikeja-Seki koju je snimio
A.Mak Klur 1.novembra 1965.

vrlo lep rep, karakterističnog izgleda, suženog na kraju tako da je izgledao kao sablja.

Od astronoma iz celog sveta prikupljeno je 119 posmatranja ove komete. Smatra se da ima periodu od 880 godina [II 24,1965 VIII].

BENETOVA KOMETA

Kometu je otkrio 28.decembra 1969. astronom Džek Benet (*Jack Bennett*) sa opservatorije u Pretoriji (južna Afrika). Kometa se tada nalazila na južnoj nebeskoj polulopti, imala je sjaj $8,5^m$ i kretala se dosta sporo kroz sazveždje Tukana. Već približno određena putanja na osnovu prvih posmatranja pokazala je da je kometa otkrivena oko tri meseca pre prolaska kroz perihel (20.marta 1970), što je značilo da se kometa približava Zemlji i da će joj sjaj sve više rasti. Međutim, ovu kometu je učinilo posebno zanimljivom to da ravan njene putanje stoji tačno upravno na ravni ekliptike ($i = 90,04$), tako da se moglo očekivati da će se kometa, kada dođe na severnu poluloptu neba, moći dugo posmatrati u veoma povoljnom položaju.

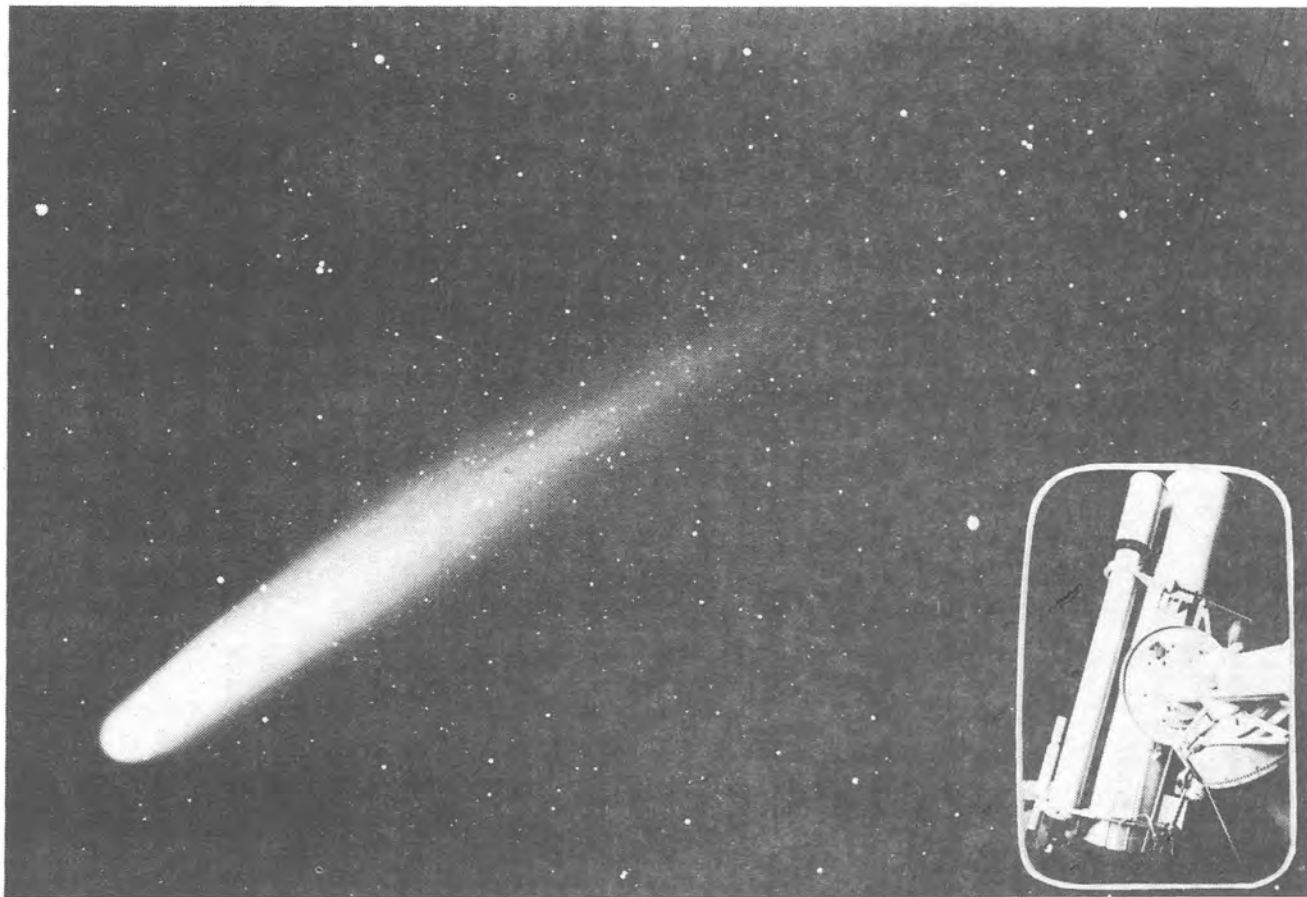
Nalazeći se u sazveždju Tukana kometa se kretala ka severozapadu polako ubrzavajući se i povećavajući svoj sjaj. Krajem februara ima sjaj $4,4^m$ i tada se već kreće ubrzano pravo ka Severnoj nebeskoj polulopti neba. Početkom marta 1970. ima sjaj oko 3^m a 26. marta kada prelazi na severnu poluloptu neba dostiže sjaj od $1,6^m$. Idući dan prošla je pored Zemlje na najmanjem rastojanju od oko 103 miliona kilometara. Na kraju marta 1970. dostigla je najveći sjaj od oko -1^m što je svrstava u red najsjajnijih kometa u XX veku. Na severnoj polulopti neba prvo se kreće kroz sazveždje Vodolije odakle zatim ulazi u sazveždje Pegaz.

I u manjim teleskopima se moglo lako zapaziti svetlo izrazito jezgro komete, a golim okom se videla kao objekat sa sjajnom komom i blago povijenim, nekoliko stepeni dugim repom.

Na slici 111 prikazana je fotografija komete koja je snimljena 10. aprila 1970. astrografom otvora 30 cm (slika u desnom uglu) na opservatoriji Skalnaté Pleso.

Od sredine aprila 1970. za posmatrače u Jugoslaviji kometa postaje cirkumpolarna, tj. ne zalazi ispod horizonta tako da se može posmatrati cele noći.

Iz naše zemlje kometa je posmatrana sa Astronomske observa-



SLIKA 111 - Fotografija Benetove komete, snimljena 10. aprila 1970. astrografom
30cm (slika u donjem desnom uglu) na opservatoriji Skalnate Pleso

torije u Beogradu i sa Narodne opservatorije na Kalemegdanu. Videli su je članovi Akademskog astronomskeg kluba u Sarajevu, članovi Zvezdarnice u Zagrebu i mnogim drugim mestima.

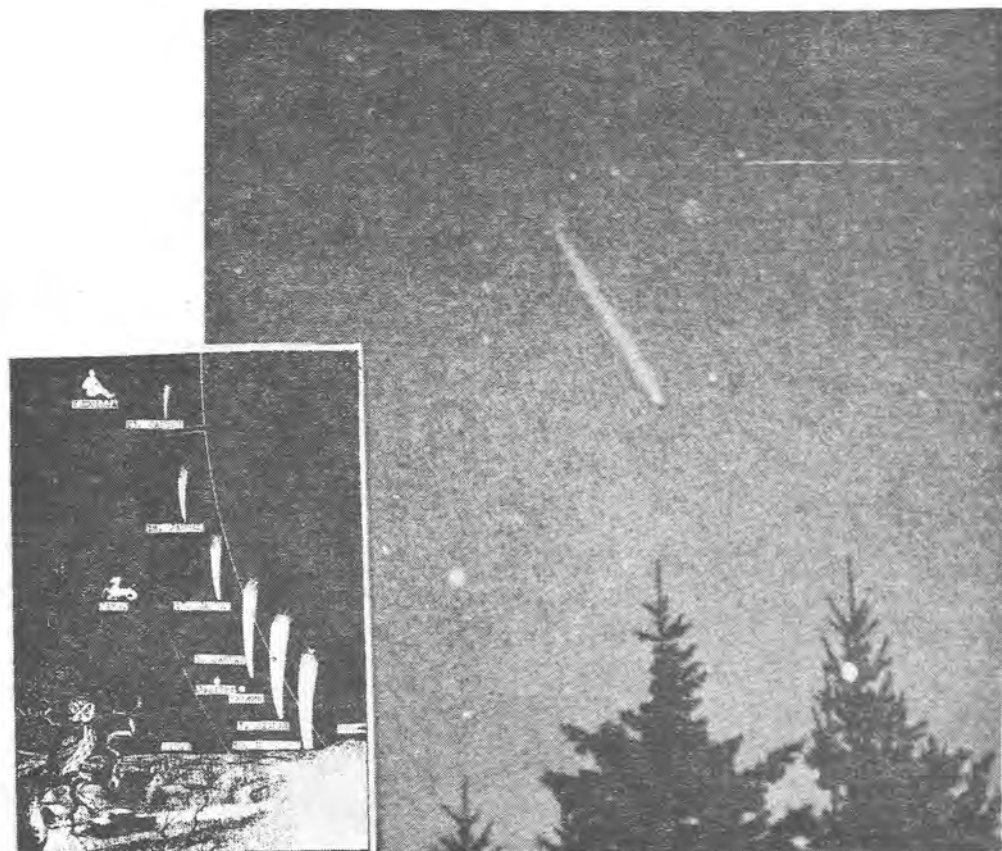
Postepenim udaljavanjem od Sunca i Zemlje sjaj komete dosta naglo opada, tako da se krajem aprila više ne vidi golim okom, a teleskopima je posmatrana sve do 27. februara 1971. Iz celog sveta je obavljeno 391 stručno posmatranje ove komete [II 25, 1970 II] .

"KOMETA STOLEĆA" - KOHOUTEKOVA KOMETA NEOSTVAREN SPEKTAKL NA NEBU

Početak jeseni 1973. skoro sva sredstva javnog informisanja, kod nas i u svetu, a naročito dnevna i nedeljna štampa, objavljuju senzacionalističke natpise o retkom i izuzetnom astronomskom događaju koji će se moći posmatrati tokom jeseni i zime te godine: NAJSJANIJA ZVEZDA REPATICA, SENZACIJA XX VEKA, VELIKI SPEKTAKL U NOVOGODIŠNJOJ NOĆI - KOHOUTEKOVA KOMETA, KOMETA STOLEĆA itd. U ovim člancima šira javnost se obaveštavala da je početkom godine Luboš Kohoutek, astronom sa Hamburške opservatorije, otkrio novu kometu koja se približava Suncu; njen sjaj polako raste, tako da će u novembru biti vidljiva čak golim okom; u decembru će biti najbliža Suncu, a sjaj će joj biti toliko veliki da će se moći videti i usred bela dana. U isto vreme rep komete dostići će gigantske razmere, kao ni kod jedne do sada posmatrane komete. Bio je to do tada nezabeležen slučaj reklame za jednu kometu i astronomsku pojavu uopšte. Jedno vreme čak su sve druge informacije došle u drugi plan (na primer, rat na Bliskom istoku - koji se te godine posebno rasplamsao). Naročito je dnevna štampa svojim skoro svakodnevnim napisima o "kometi stoleća" održavala interesovanje za pojavu ove komete kod širokih narodnih masa, donoseći o njoj veliki broj napisa, često i sa nizom netačnih podataka.

Preduzimljivi trgovci na Zapadu iskoristili su pojavu komete za besplatnu reklamu svojih optičkih instrumenata; tokom te godine prodat je, kao nikada do tada, veliki broj malih teleskopa i durbina.

Početak decembra očekivalo se da će kometa biti vidljiva golim okom pa se u štampi objavljuju intervjui sa poznatim astronomima, organizuju se mnoga predavanja o kometama, tako da "komet-ska groznica" dostiže vrhunac.



SLIKA 112 - Fotografija Kohoutekove komete, snimljena 10. januara 1974. Na levoj strani slike prikazan je crtež predvidjenih položaja komete na nebu

"Oni koji odlaze na posao u ranim jutarnjim časovima (nešto pre 6^h) prvih dana decembra videće, ako nebo bude vedro, kometu desno od sazveždja Vage. Raspoznaće je odmah po njenom velikom sjaju. Naročito će se videti lepo ujutru 9. decembra kada će se nalaziti iznad istočnog horizonta "

Putničke agencije u Njujorku organizuju specijalnu plovidbu po okeanu luksuznim brodom "Kvin Elizabet-2" za bogate turiste, da sa pučine, daleko od gradskog svetla i dima, golim okom posmatraju ovu "Gigantsku kometu".

Smatra se da je u to vreme preko milijardu ljudi upiralo pogled u nebo tražeći Kohoutekovu kometu. Hiljade astronoma i nekoliko miliona astronoma amatera širom sveta učestvovalo je u posmatranju ove komete.

Medjutim, na predvidjenom delu neba, u navedeno vreme, ni golim okom i malim teleskopom nije se videla nikakva kometa. I koautor ovog teksta J.F., tada mlad astronom amater, učestvovao je u traženju ove komete. Medjutim, iako je imao izračunate položaje komete, odgovarajuću zvezdanu kartu i mali teleskop, Kohoutekovu kometu nije mogao zapaziti na nebu.

O tome zašto se kometa ne vidi na nebu, šta se desilo sa "Kometom stoleća", nekoliko narednih nedelja u štampi i ostalim sredstvima javnog informisanja nije bilo ni reči. Tek krajem decembra i početkom januara u štampi se objavljuju prva objašnjenja: SPEKTAKL SA ZAKAŠNENJEM, IZBLEDELA REPATICA, VELIKI VIC NA NEBU, LAŽNA SENZACIJA XX VEKA, itd.

Ipak u januaru i februaru 1974. Kohoutekova kometa se videla golim okom i kroz mali teleskop, ali bila je mnogo manjeg sjaja od predvidjenog, a i rep je bio skromnih dimenzija. Na slici 112 (levo) prikazan je crtež predvidjenih položaja komete na nebu sa izgledom repa koji se očekivao. Na slici desno prikazana je fotografija komete snimljena 10. januara 1974. Leva svetla tačka na nebu je planeta Jupiter, a desno u krošnji drveta, Venera. U stvari, većina ljudi je uopšte nije videla jer se kometa nalazila nisko nad horizontom na zapadnom delu neba, tako da se sjaj komete gubio u dimu, smogu i magli.

Razočaranje javnosti nije bilo malo! Šta se dogodilo sa Kohoutekovom kometom? Zar je moguće da astronomi, koji su poznati po svojim preciznim proračunima, tako pogreše?

Da bismo došli do odgovora na ova pitanja, upoznajmo se sa

celim slučajem pojave ove komete malo detaljnije.

Priča o kometi Kohoutek počinje u noći 7. marta 1973., na opservatoriji Hamburg - Bergedorf, za vreme rutinskih snimanja neba velikim Šmitovim teleskopom (primarno ogledalo 1,2 m, Šmitova korekciona ploča 80 cm). Te noći je čehoslovački astronom *Luboš Kohoutek*, koji se nalazio na specijalizaciji na ovoj opservatoriji, snimao severozapadni deo sazveždja Hydra, tražeći asteroide. Dve fotografske ploče koje je snimio L.Kohoutek je pregledao vrlo pažljivo, jer je pre tri nedelje na sličan način na jednoj ploči bio otkrio jednu novu kometu (kometa je dobila oznaku 1973 e). Trudni ove noći nije bio uzaludan, na snimcima se lepo zapažao magličasti objekat oko 16^m. Posmatranja narednih noći, pokazala su da je u pitanju nova kometa, šesta koja je pronadjena 1973.god., tako da je dobila oznaku "Kometa 1973. f". Kasnije je Kohoutek analizirajući ranije snimke ove oblasti neba, pronašao ovu kometu i na jednom snimku snimljenom još 28.januara.

Na osnovu prvih posmatranja komete od 7. do 21. marta 1973. Brajan Marsden (*Cambridge, USA*) izračunao je približnu putanju komete i dobio vrlo zanimljive rezultate.

Prvo, kometa se u trenutku otkrića nalazila još daleko od Sunca na oko 5 a.j. (oko 711 mil.km) tj. čak iza Jupiterove putanje. Proračuni su pokazivali da će kometa doći u perihel (tačku u kojoj je kometa najbliža Suncu) tek oko 28. decembra. Ovo je bila prava senzacija, jer je to značilo da astronomi imaju punih 9 meseci vremena da posmatraju Kohoutekovu kometu, mnogo više vremena nego inače, pošto se komete najčešće otkriju tek kada se već približe Suncu na oko 2-3 a.j., pa se zato ne mogu dugo i detaljno izučavati. Kohoutekova kometa je međjutim davala astronomima više nego dovoljno vremena da je što bolje prouče i tako dopune postojeće saznanje o kometama, koje je inače još dosta malo, što će široj javnosti pokazati i ova kometa.

Drugi zanimljiv podatak, govorio je astronomima da ova kometa ima veoma veliki period obiláženja oko Sunca. Prvi proračuni su dali iznos od 10.000 godina, a kasniji čak preko milion godina. Ovaj podatak je značio da kometa dolazi iz najudaljenijih područja Sunčevog sistema, a možda čak i iz medjuzvezdanog prostora. Ovo je zainteresovalo ne samo stručnjake za komete već i ostale astronome, jed dolazak "nepoznatog gosta" iz vrlo dalekih svemirskih prostran-

stava nije svakodnevna pojava. Šta više takve komete su veoma retke, pa je lako razumljivo što je pojava Kohoutekove komete izazvala pravu senzaciju među astronomima i u sredstvima javnog informisanja, gde su je nazvali "KOMETA STOLEĆA".

Kometa je po otkriću (7. marta) posmatrana sa više opservatorija (mogla se videti samo kroz velike teleskope) sve do maja, kada se zbog blizine Sunca više nije mogla posmatrati. U povoljnom položaju za posmatranje kometa će biti tek početkom oktobra.

Na osnovu posmatranja komete od 7. januara do 30. aprila B. Marsden i D. Jewmans su izračunali tačnije efemeride Kohoutekove komete za naredni period posmatranja (od 15. septembra do 22. februara). Oni su izračunali da će kometa proći kroz perihel 28. decembra 1973. u $11^h 24^m$ ET., na udaljenosti od Sunca na samo 0,14 a.j., (oko 21 mil.km) što je veoma blizu Sunca.

Razumljivo je, da je u efemeridama astronome posebno zanimalo koliki će biti sjaj komete. Medjutim, u ovom slučaju to je bilo veoma teško tačno odrediti.

U opštem slučaju, sjaj neke komete računa se po obrascu:

$$m = M + 5 \log d + 2,5 n \log r$$

Gde je: M - apsolutni sjaj komete

n - fotometrijski eksponent

d - daljina komete od Zemlje

r - daljina komete od Sunca

Vrednost za (d) i (r) dobija se računski na osnovu orbitalnih elemenata komete, dok se (M) i (n) odredjuju na osnovu posmatranja. Najveća teškoća u odredjivanju budućeg sjaja Kohoutekove komete bila je baš u odredjivanju parametara (M) i (n). Naime, M je apsolutni sjaj komete, odnosno sjaj komete redukovan na jedinično rastojanje Zemlja - Sunce. To znači da je njegova vrednost tim tačnije odredjena što je kometa bliže Zemlji (tj. jediničnom rastojanju Zemlja - Sunce). Pošto je Kohoutekova kometa otkrivena daleko od Zemlje, razumljivo je da se vrednost M nije mogla precizno odrediti. Sličan slučaj je bio i sa (n). To je tzv. fotometrijski eksponent koji pokazuje kako se menja intenzitet sjaja komete u zavisnosti od njene udaljenosti od Sunca (r). Ako je r veliko (što je bio slučaj kod Kohoutekove komete) vrednost za (n) će biti takodje neprecizno odredjena. Eto zbog ovoga astronomi nisu mogli dati tačnu procenu budućeg sjaja Kohoutekove komete. U takvom slučaju sjaj nove komete se odredjuje približno na osnovu srednjeg sjaja

dosada posmatranih kometa na istim (ili približno istim) daljinama.

Ovakva analiza, na primer, poredjenje sa Halejevom kometom, pokazala je da će Kohoutekova kometa biti sjajnija od Halejeve za skoro 100 puta. I uopšte, poredjenja sa ostalim sjajnim kometama, ukazivala su da će ova kometa biti sjajnija od bilo koje do tada posmatrane komete.

Treba reći da se nisu svi astronomi slagali sa ovakvim zaključkom, već su neki ukazivali da nepoznata kometa kakva je i Kohoutekova kometa, ne mora biti "standardna kometa" tako da se na nju ne mogu sa sigurnošću primeniti srednji podaci o do tada poznatim kometama. Ovi astronomi su smatrali da treba biti oprezan u prognozama, napominjući da je ipak postojeće znanje o kometama još oskudno i da je prerano davati bilo kakve procene o daljem izgledu Kohoutekove komete, pogotovo kada se radi o kometi koja prvi put dolazi u blizinu Sunca.

Medjutim, pošto su do šire javnosti u najvećoj meri dolazile informacije iz tzv. bulevarske štampe, čiji novinari teže za što većim senzacijama, razumljivo je da je javnost upoznavana uglavnom sa spektakularnim procenama o Kohoutekovoj kometi, dok su opreznije procene objavljivane u mnogo manjoj meri, a najčešće o njima uopšte nije ni pisano.

U cirkularu Medjunarodne astronomske unije (IAU) u efemeridama koje je izračunao B.Marsden, bile su date dve vrednosti za budući sjaj Kohoutekove komete, i između tih vrednosti se očekivalo da će se nalaziti stvarni sjaj komete. B.Marsden je uzeo za M vrednost koja se sreće kod sličnih kometa ($M=2,5-6$), a za n , takodje najčešću vrednost ($n = 6-4$). Po prvoj mogućnosti, sjaj komete u perihelu (najveći sjaj) bio bi -10^m (za $M = 2,5$, $n=6$) po drugoj, kometa bi imala sjaj $-5,3^m$ (za $M=6$, $n=4$). Ali prva posmatranja tokom jeseni 1973. pokazala su da sjaj komete raste nešto manje nego što to daje prognoza, tako da se najveći sjaj u perihelu može očekivati do -4^m . To je takodje veliki sjaj za jednu kometu, ali je mnogo manji od prvobitnih procena.

Objašnjenje pojave, kako to da je Kohoutekova kometa u trenutku otkrića bila sjajna a da se kasnije (približavanjem Suncu) njen sjaj nije povećavao srazmerno sa prvobitnim sjajem, dao je poznati američki astronom Fred Vipl (danas jedan od najboljih poznavalaca kometa). Po njegovom mišljenju sastav jezgra Kohoutekove komete je najverovatnije slojevite prirode, a pošto kometa dolazi

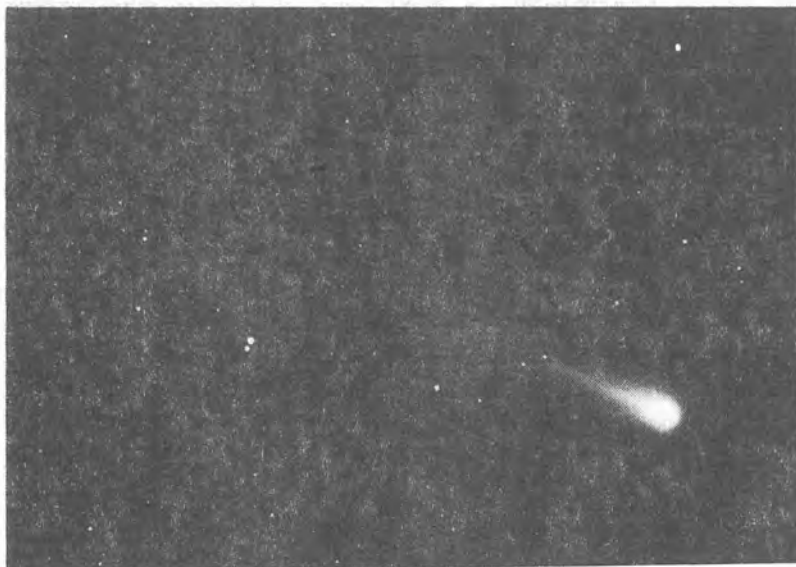
prvi put u blizinu Sunca njegova struktura je "originalna", tj. takva kakva je nastala pri formiranju pre oko 4 milijarde godina. Gornji (spoljašnji) sloj jezgra je smeša od zamrznutog lako topljivog materijala i taj se sloj razlikuje po sastavu od ostalih slojeva, koji nisu od lako topljivog materijala. Zbog ovakvog sastava jezgro Kohoutekove komete je na velikoj udaljenosti od Sunca bilo sjajnije od drugih kometa na toj udaljenosti.

Postepenim približavanjem Suncu, gornji sloj jezgra se polako topio, tako da je sjaj komete rastao. Međutim, kako je u njemu, zbog specifičnog sastava, bilo sve više čestične komponente (pršine), više nego što se to uobičajeno sreće kod kometa, sjaj Kohoutekove komete je sporije rastao nego što se očekivalo. Otapanjem gornjeg sloja jezgra komete i dolaskom na površinu drugog sloja koji je drugačijeg sastava (nije od lako topljivog materijala), kada je kometa došla u blizinu Sunca, sjaj komete se nije mogao intenzivnije povećavati, pa tako ni rep nije dostigao očekivane gigantske razmere.

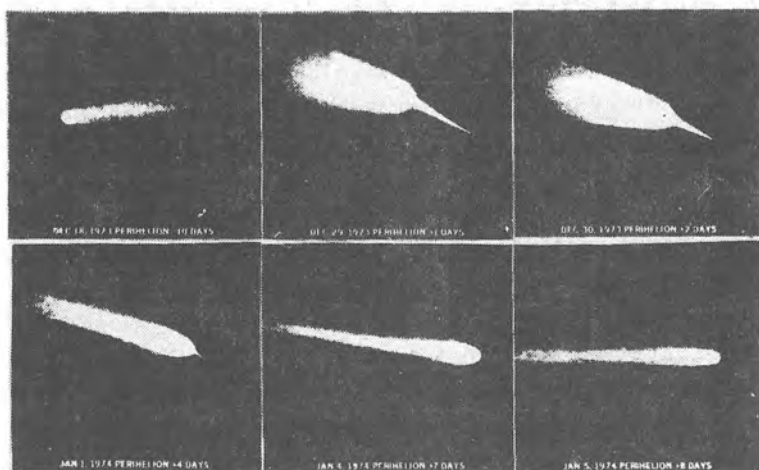
Intenzitet fizičkih procesa na kometi najljepše pokazuju vrednosti za M i n izračunate za razne vremenske periode. Za Kohoutekovu kometu ove vrednosti je izračunao 1973. (na osnovu posmatračkog materijala) astronom *Elias* sa Atinske opservatorije:

PERIOD	M	n
28. januar - 21. april	2,17	8,5
28. januar - 21. oktobar	2,50	5,8
10. septembar - 4. decembar	2,97	5,4
10. septembar - 15. decembar	5,03	2,0
5. oktobar - 15. decembar	4,97	1,8

Odstupanje predviđenog sjaja od stvarnog sjaja komete, najlakše se zapaža posmatranjem razlike između sjaja komete u trenutku otkrića (16^m) i sjaja komete u perihelu (kako je tada kometa najbliža Suncu to će tada i njen sjaj biti najveći). Po prvim predviđanjima B. Marsdena u aprilu, ova razlika je trebala biti najmanje 20^m do čak 25^m . U oktobru su predviđanja bila 20^m (na osnovu poredjenja sa Benetovom kometom), odnosno najviše do 18^m (na osnovu poredjenja



SLIKA 113 - Fotografija Kohoutekove komete, snimljena sredinom januara 1974. sa opservatorije Skalnaté Pleso u Českoslovačkej



SLIKA 114 - Faze razvoja antirepa Kohoutekove komete na crtežima kosmonauta Gibsona iz kosmičke stanice "Skajlab -3" od 18. decembra 1973., do 5. januara 1974.

sa Arend-Rolandovom kometom). Posmatranja u oktobru i novembru su ukazivala na 18^m . Na osnovu ovoga vidi se da su poslednja predviđanja bila tačna, a i prethodna su zadovoljavajuće tačnosti, jer greška od $1-2^m$ za posmatranja golim okom nije velika pošto odstupanje iznosi samo 5 do 10%. Sve ovo govori da astronomi nisu mnogo pogrešili u svojim predviđanjima i da su njihovi proračuni bili tačni, a ne kako je to pisano u nekim novinama, što je u široj javnosti stvorilo veoma nepovoljnu sliku o tačnosti astronomskih proračuna.

U Jugoslaviji Kohoutekova kometa prvi put je fotografisana 25. oktobra 1973. na opservatoriji Čolina kapa (kod Sarajeva), kada je bila sjajna oko $7,5^m$. Tokom novembra, decembra i januara na ovoj opservatoriji napravljeno je desetak uspešnih snimaka komete, od kojih su posebno uspeli 2. decembra 1973. i 12. januara 1974.

Na slici 113 je fotografija komete snimljena sredinom januara 1974. sa opservatorije Skalnate Pleso u čehoslovačkoj.

Najveća dužina jonizovanog repa dostizala je 25° , dok je rep od čestica (prašine) bio dugačak do oko 13° . Kod Kohoutekove komete posebno je zanimljiv tzv. anomalni ili antirep. To je rep koji se javlja suprotno od glavnog (normalnog) repa, odnosno rep koji je u vidu većeg ili manjeg šiljka okrenut ka Suncu. Kod ove komete prva ga je zapazila posada kosmičke stanice "Skajlab-3" 29. decembra 1973. Na slici 114 prikazane su faze razvoja antirepa komete na crtežima kosmonauta Gibsona iz kosmičke stanice "Skajlab-3". Sleva nadesno: 18. decembar, 30. decembar 1973, 1. januar, 4. januar i 5. januar 1974.

Posmatranje ovog anti repa kod Kohoutekove komete vrlo je značajno zato što se kod kometa pojavljuje vrlo retko. Naime, od oko 1000 do sada posmatranih kometa anti rep je zapažen kod samo 21 komete.

Po posmatranjima američkog astronoma Voterfilda (*Woolston Observatory*), antirep se smanjivao počev od 13. februara, ali se njegov sjaj, u odnosu na sjaj glavnog repa, ipak povećavao. Sjaj anti repa 12. februara 1974. bio je dva puta manji od sjaja glavnog repa, 22. februara sjaj mu je bio samo malo slabiji, a 23. februara oba repa su imala isti sjaj. Zanimljive fotografije komete napravio je astronom Moran sa opservatorije u Novom Meksiku 16. januara 1974.

Na njima se vidi glavni rep dužine 17° , a između 10 i 15° zapaža se vunasta struktura koja izlazi iz glavne komete. Rep od prašine dugačak je 13° . Posmatrajući rep u infracrvenoj oblasti, američki astronom Nej (*Ney, Minnesota, USA*) zapazio je 1. januara 1974. glavni rep dužine $8'$ a širine $5'$. Antirep je bio dužine $6'$ a širok $1'$. Sjaj antirepa do $4'$ dužine bio je ravan sjaju glavnog repa kao na $8'$ dužine, dok je od kome do komete bio za 6^m slabijeg sjaja.

Spektroskopska posmatranja komete dala su takodje značajne rezultate. Prvi put je na jednoj kometi otkriven METIL-CIJANID (CH_3CN), koji je do tada registrovan samo u međuzvezdanoj materiji. Posmatranja su pokazala da je Kohoutekova kometa imala glavu prečnika $26.000km$, što znači da je to velika kometa, pošto se prečnik prosečne komete kreće oko $2000km$.

Na početku smo videli da je kometa otkrivena još kada se nalazila daleko od Sunca (iza Jupiterove putanje), tako da Kohoutekova kometa spada u grupu od samo sedam kometa koje su otkrivene na velikoj udaljenosti od Sunca. Ali među njima je posebno zanimljiva Kohoutekova, jer dok ostale imaju perihelno rastojanje od 2 a.j., ona sa perihelnim rastojanjem od samo 1,14 a.j. spada u grupu kometa koje se veoma približavaju Suncu.

Kohoutekova kometa je posmatrana sa mnogih opservatorija u svetu, a posmatrana je i preko astronomskih satelita OSO i OAO-3, preko međuplanetarne stanice "Mariner 10", a to je prva kometa koju su posmatrali kosmonauti iz Svemira ("Skajlab-3"). Posmatranje ove komete organizovano je kao nijedne do tada, što je omogućilo prikupljanje veoma obimnog i značajnog posmatračkog materijala koji će u velikoj meri doprineti da se još više produbi naše znanje o kometama.

Na osnovu svega izloženog, vidimo da Kohoutekova kometa (u astronomskim katalozima nosi oznaku 1973 XII, što znači da je dvanaesta kometa koja je 1973. prošla kroz perihel) ipak nije "obična" kometa, da spada u sjajnije komete XX veka i da je njeno posmatranje dalo vrlo značajne rezultate. Zato se većina astronoma slaže da joj ime KOMETA STOLEĆA, koje je dobila odmah po otkriću, u potpunosti pristaje [II 26; 1973 XII].

VELIKA KOMETA IZ 1976.

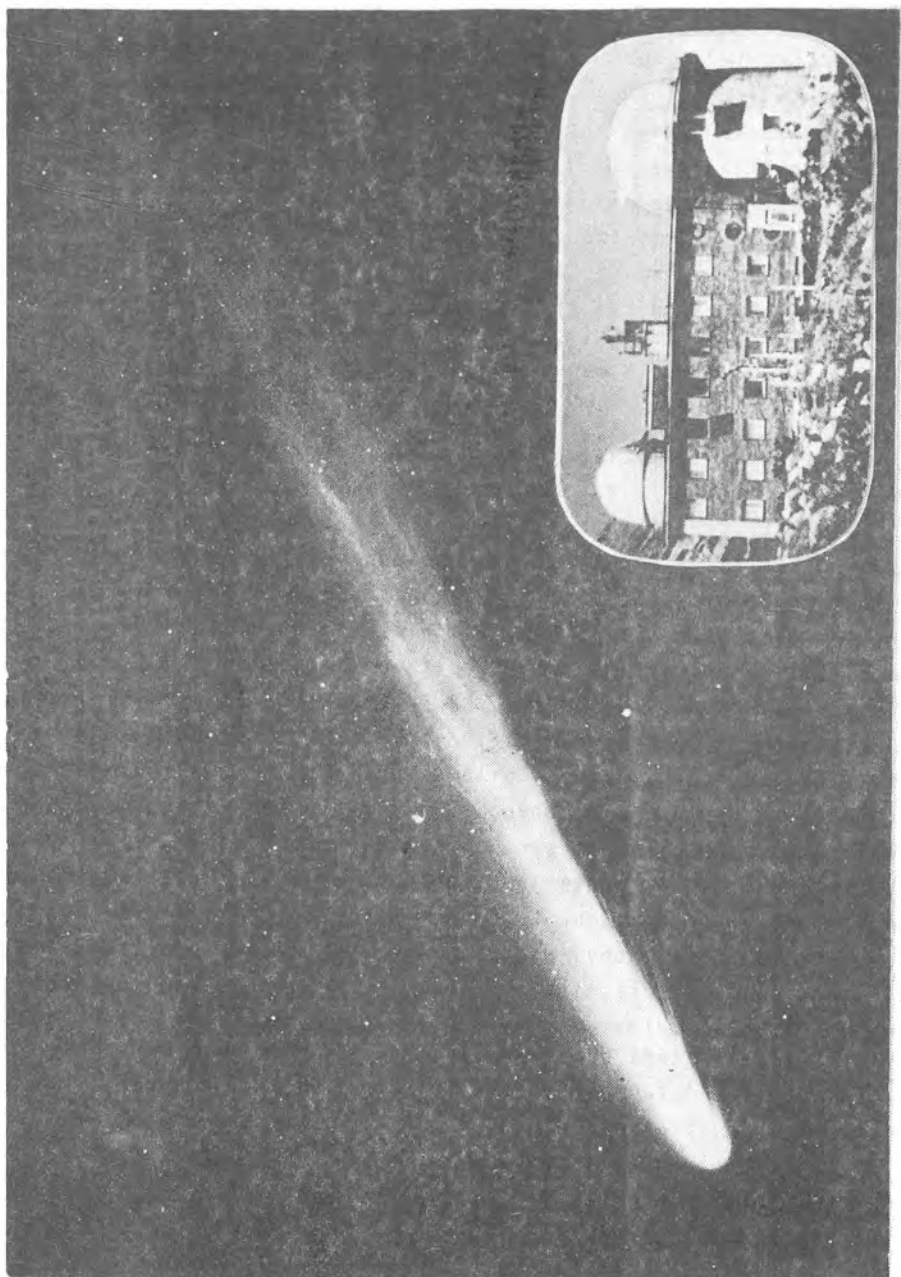
KOMETA VEST

Snimajući nebo Smitovim teleskopom otvora 1m na Evropskoj južnoj opservatoriji (*European Southern Observatori - ESO*) La Silla u Čileu 5. novembra 1975. Ričard M. Vest (*Richard M. West*) otkrio je novu kometu, koja je kako je uobičajeno u astronomiji dobila njegovo ime. Kasnije je kometa identifikovana na snimcima od 24. septembra, 13. i 10. avgusta 1975. Pošto je to bila 14. kometa otkrivena te godine, dobila je oznaku "1975 n". Kako je otkrivena na južnom delu neba, kometa se u prvo vreme mogla posmatrati samo sa južne Zemljine polulopte. Iz naših krajeva i uopšte iz severne Zemljine polulopte, kometa se nije mogla videti sve do marta 1976.

U trenutku otkrića kometa je imala oko 14^m , ali kako se približavala Suncu sjaj joj se stalno povećavao. Posmatranja iz Australije i Novog Zelanda su pokazala da je početkom januara 1976. imala sjaj 9^m , početkom februara 6^m , a oko 22. februara već oko -1^m . Kroz perihel je prošla 25. februara na udaljenosti od Sunca 0,19663 a.j. krećući se po putanji sa periodom od oko 300.000 godina. Kroz perihel je prošla kao šesta kometa te godine, tako da je dobila katalošku oznaku "1976 VI". U tom trenutku imala je sjaj čak -3^m , ali se zbog blizine Sunca mogla vrlo teško posmatrati. Medjutim, 27. februara od Sunca je bila daleko oko 7^0 , imala je mali rep a sjaj $-2,5^m$ tako da se VIDELA GOLIM OKOM I PO DANU. Zbog ovoga je kometa Vest privukla veliku pažnju ne samo medju astronomima već i u široj javnosti. Naime, u dvadesetom veku samo su se tri komete mogle videti po danu. To su tzv. "DNEVNE KOMETE": kometa 1910 I (Velika kometa iz 1910 koja se videla nekoliko meseci pre Halejeve komete), kometa 1927 IX (*Skjellerup-Maristany*) i kometa 1965 VIII (*Ikeya-Seki*).

Posle prolaza kroz perihel, već početkom marta 1976. kometa se mogla posmatrati i sa severne Zemljine polulopte. Na osnovu posmatranja mnogih opservatorija utvrđeno je da je kometa 3. marta imala rep dužine 23^0 , 5. marta imala je rep 26^0 a sjaj $+1^m$, 9. marta rep dužine 22^0 a sjaj $+2^m$, 13. marta rep 19^0 a sjaj $+3^m$ da bi 29. marta rep bio dug samo 6^0 a sjaj komete oko 5^m .

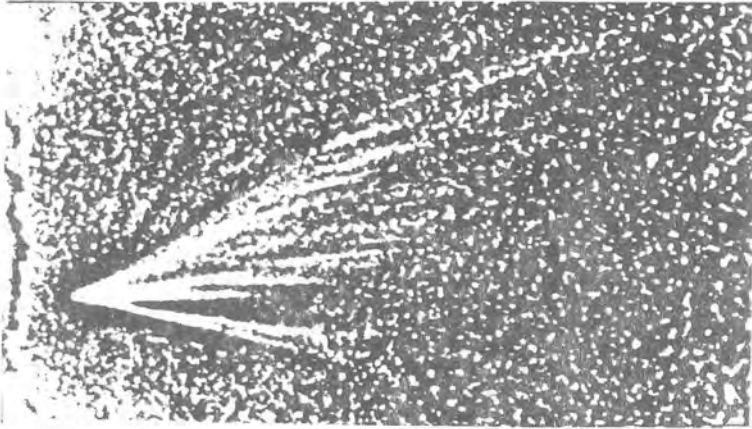
Na slici 115 prikazana je fotografija komete snimljena 12. marta 1974. sa opservatorije Skalnate Pleso na Visokim Tatrama u Slovačkoj.



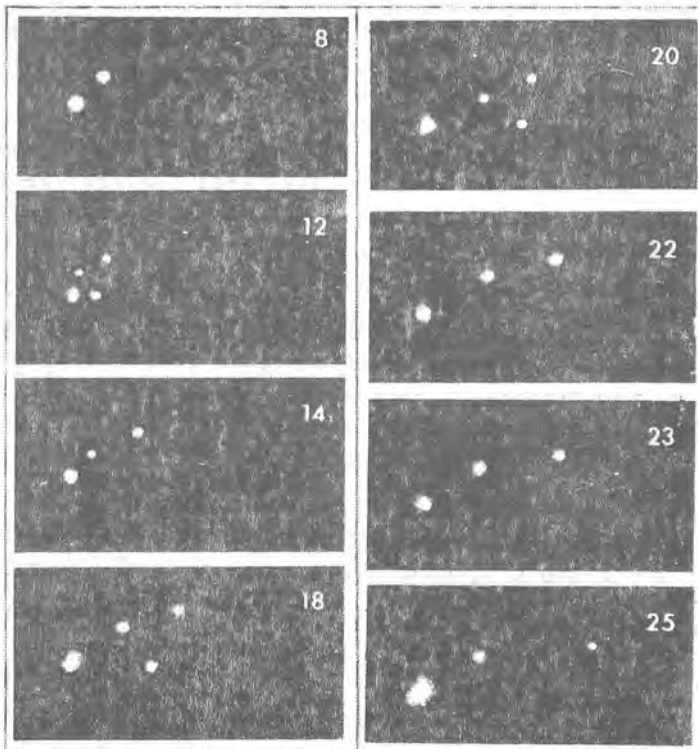
SLIKA 115 - Fotografija komete Vest, snimljena 12.marta 1974. sa opservatorije Skalnaté Pleso na Visokim Tatrami u Slovačkoj

Od početka marta 1976. kometa se vidjela i iz naše zemlje. Mogla se posmatrati na istočnom delu neba, neposredno pred izlazak Sunca. Posmatranja sa opservatorije u Sarajevu 1. marta dala su za sjaj komete vrednost $0-1^m$, dok je rep još bio kratak svega nekoliko stepeni. Na snimku napravljenom sa Zvezdarnice u Zagrebu 4. marta kometa već ima dug i lako uočljiv rep koji se mogao posmatrati i golim okom već na 10^0 iznad horizonta. Sjaj komete je između 4. i 6. marta znatno opao, međutim, opadanje nije nastavljenno u istom tempu, tako da je 12. marta sjaj komete bio samo neznatno slabiji nego 6. marta. Na snimku napravljenom 8. marta u Sarajevu jasno su vidljiva tri izrazito lepezasta repa dužine $25-30^0$. Tada je sjaj komete bio oko 1^m , što je za 2^m veće od očekivane (predviđene) vrednosti.

Sa opservatorije Čolina Kapa u Sarajevu kometa je posmatrana oko dva meseca. Snimanja su obavljena dvostrukim astrografom 83/375mm na kodakove astronomske fotoploče, osetljive na plavu (103a 0) i crvenu svetlost (103a E). Na svim snimcima uočljive su razlike između izgleda komete na plavoj i crvenoj ploči, što je naročito izraženo u izgledu repa. Na primer, na snimku od 13. marta u plavoj svetlosti je rep dosta izraženije registrovan nego na ploči osetljivoj na crvenu svetlost. Podatak da se struktura repa mogla jasno i lako razlikovati prva je zanimljivost koja je zapažena kod Vestove komete. Naime, dok je kometa bila daleko od Sunca, snimljene ploče ukazuju da je veći deo repa bio sastavljen od relativno čvrstih čestica (tzv. prašinate strukture). Na kolor fotografijama koje su tada snimljene kometa je blede-žute boje, jer svetlost repa potiče isključivo od odbijene Sunčeve svetlosti. Dolaskom komete bliže Suncu, smrznuti gasovi u glavi komete prelaze u stanje plazme, počinju tako da zrače vlastitu svetlost, pa se zapaža deo repa koji potiče od ovih gasova (tzv. gasovita komponenta repa). Na kolor fotografijama koje su tada snimljene zapaža se pored žutog repa (prašinate strukture) i rep plavičaste boje (gasovite strukture). Početkom marta 1976. prašinasta komponenta repa bila je mnogo izrazitija, pa se zato na kolor fotografijama kometa vidi u pretežno žutoj boji. Ali sredinom marta gasovita komponenta repa se naglo razvija da ubrzo nadjača po sjaju prašinastu komponentu, pa se tada na kolor fotografijama vidi kometa u pretežno plavičastoj boji. Takodje je na fotopločama osetljivim na plavo rep mnogo duži



SLIKA 116 - Fotografija komete Vest dobijena specijalnim postupkom preko računara, tako da se lako zapaža struktura repa (Big Bear Observatory and Los Alamos IPG)



SLIKA 117 - Fotografija predstavlja faze raspada jezgra komete Vest od 8. do 25. marta 1976.

i jače izraženiji nego na crvenim pločama.

Robert Stan iz Las Vegasa (Nevada) izmerio je 6.marta jezgro komete i dobio vrednost 12", odnosno prečnik od 7.400km. Pol Eli (*Paul M. Ely*) iz Kailua (Havaji) dobio je 14.marta za jezgro oko 15", odnosno za prečnik jezgra komete 10.500km. Sličnu vrednost dobio je 3.marta i R.B.Minton (*Taskon, Arizona*).

Na slici 116 prikazana je fotografija komete dobijena specijalnim postupkom preko računara, tako da se lako zapaža struktura repa. (Big Bear Observatory and Los Alamos IPG).

Na spektru komete snimljenom 12.marta sa Velesli koledža u SAD od registrovanih emisionih linija najsjajnije su linije cijanogena (CN na $0,3883 \cdot 10^{-4}$ cm) i dvoatomnog ugljenika (C_2 na $0,4737 \cdot 10^{-4}$ cm). Od apsorpcionih linija, najsjajnije je linija *hidrogen - beta* (na $0,4861 \cdot 10^{-4}$ cm).

Druga zanimljivost u vezi sa ovom kometom je pojava raspada jezgra i to čak na 4 dela. Od do sada posmatranih preko 1000 kometa pojava raspada jezgra je zapažena samo kod 18 kometa kod kojih se jezgro raspalo na od 2 do 8 delova (tabela IX) Samo kod tri komete (*Velika septembarska kometa 1882 II* na 8 delova, kometa *Brooks-2 1889 V* na 6 delova i kometa *Ikeya-Seki 1965 VIII* na tri dela) jezgro raspalo na više od 2 dela. Na dva dela (A i D) jezgro se kod komete Vest raspalo još 11,5 dana pre prolaska kroz perihel (25.februar 1976). Već 22. februara (2,7 dana pre perihela) od jezgra A odvojilo se treće jezgro koje je obeleženo B. Prolaskom komete kroz perihel, posle 9,5 dana nastavio se proces deljenja jezgra komete, pa se 5. marta od jezgra D odvojilo i četvrto jezgro koje su astronomi obeležili sa C. Ova četiri dela jezgra komete Vest bila su raspoređena u obliku trapeza, a obuhvatala su na nebu površinu nešto manju od trapeza u Orionovoj maglini M-42. Relativni sjaj ovih delova jezgra kao i njihov medjusobni položaj, vremenom se menjao, što je posmatrano sa više opservatorija u svetu. Oko 18. marta sva četiri jezgra bila su istog sjaja, posle čega je sjaj dela C počeo da opada da bi 28. marta deo C potpuno nestao. Oko 22. marta delovi B i D bili su nešto sjajnije od A. Oko 25. marta delovi A i D bili su istoga sjaja, dok je B znatno slabije od njih. Medjutim, 29.marta sjaj B se naglo povećao, te je ono dva puta sjajnije od A i D koji su približno istoga sjaja. Početkom aprila sjaj dela B naglo slabi, od 1. do 3. aprila najsjajnije je deo D a posle toga A. Na slici 117 prikazane su faze raspada jezgra komete od 8. do 25. marta 1976.godine.

Kako se kometa postepeno udaljavala od Sunca, tako joj je polako opadao sjaj, ali sporije nego što je uobičajeno, tako da se kometa Vest mogla posmatrati golim okom čak mesec i po dana posle prolaza kroz perihel. Teleskopom je poslednji put posmatrana 23. oktobra 1976, posle čega se gubi u dubinama vasione. Kometa Vest je svojim sjajem u velikoj meri prevazišla sve poznate komete vidjene u poslednjih deset godina (od 1965. do 1975), i to: kometu *Ikeja-Seki* (1965 II), kometu *Benet* (1970 II) kao i čuvenu kometu *Kohoutek* (1973 XII), pa će verovatno u istoriji astronomije biti zapisana kao VELIKA KOMETA IZ 1976. GODINE [II 28; 1976 VI].

NAPOMENA: Mladje čitaoce podsećamo da je u periodu 1975-1976. godine intenzivno radio Centar astronoma amatera Jugoslavije u Sarajevu u okviru koga je bila organizovana i posebna komisija za komete. Ovo je omogućilo da se u organizovano posmatranje Vestove komete uključi veliki broj mladih astronoma iz cele Jugoslavije (Slavonska Požega, Pula, Split, Zagreb itd.), tako da je ovo verovatno najviše i najbolje posmatrana kometa iz naše zemlje.

BLISKI SUSRET SA KOMETOM IRAS-ARAKI-ALKOK

Poznati engleski astronom amater Džordž A.D. Alkok (*Alcock*), učitelj u mestu *Peterboro* (oko 11 km severno od Londona), 3. maja 1983. pretraživao je nebo tražeći Nove zvezde. Posmatrao je dogleđom 15x80 iz svog stana i to kroz zatvoren prozor. Iskusni posmatrač, koji je otkrio četiri Nove i četiri komete, oko 23 časa zapazio je veliki magličasti objekat u sazveždju Zmaj koji se nije nalazio ucrtan na astronomskim kartama. Alkok je odmah shvatio da je posle 18 godina od otkrića četvrte komete na putu da bude pronalazač i pete, pa je o ovome odmah obavestio britanske astronome. Jedan od njih, G. Kejč, plašeći se da oblačno vreme onemogućí potvrđu otkrića komete, obavestio je telefonom svog američkog kolegu Č. Morisa, a ovaj je otkriće prijavio centralnom birou za astronomske telegrame u Kembridžu (Masačusets, SAD). Već idućeg dana u Kembridž je stigao izveštaj o posmatranju komete od engleskog astronoma G. Harsta. Bio je to magličast objekat, prividne veličine oko 6^m, i prečnika kome 12'. U toku nići u Biro je došao telegram iz Tokija u kome se javlja da je japanski astronom Geniči Araki iz mesta *Miigiti* otkrio istu kometu, ali nekih 7 sati pre Alkoka.

U ovakvim situacijama uobičajeno je da se odmah izda cirkular o otkriću nove komete. Medjutim, ovoga puta je odloženo njegovo izdavanje, zbog toga što je nekoliko dana ranije direktor Biroa Brajan G.Marsden neslužbeno dobio informaciju da je satelit IRAS (*Infrared Astronomy Satellite*) otkrio jedan zanimljiv objekat. Ovaj satelit sa specijalnim teleskopom od 60 cm za registrovanje infracrvenog zračenja lansirala je NASA 25. januara 1983. na kružnu putanju na rastojanju od 900km od Zemlje. J.Devis je 26. aprila iz Radio-centra pri univerzitetu u Lesteru (Engleska), prilikom analize podataka koje je poslao satelit, uočio na oko 20° od pola ekliptike slab objekat koji se polako pomerao medju zvezdama. Astronomi u Lesteru su pretpostavili da je to planetoid, pa su obavestili samo nekoliko opservatorija ali ne i Biro za astronomske telegrame u Kembridžu. Biro je o otkriću obavestila švedska opservatorija u *Kvistabergu*, gde je 27. aprila šmitovim teleskopom T.Oja fotografisao IRAS objekat i utvrdio da je u pitanju kometa. Zatim, 2.maja kometu je snimio J.Gibson sa palomarske opservatorije, a 3.maja japanski astronom K. Išida sa opservatorije *Kiso*. Svi ovi snimci su potvrdili da je IRAS objekat u stvari kometa koju su otkrili Araki i Alkok. Kometa je dobila oznaku 1983 d, i po redosledu otkrivača (kako je uobičajeno), nazvana je *IRAS-Araki-Alcock*.

Već iz prvih efemerida komete koje je izračunao B.G.Marsden videlo se da se radi o vrlo interesantnoj i neobičnoj kometi koja će proći pored Zemlje na rastojanju od samo 0,03 a.j. Poznate svetske novinske agencije poslale su 7.maja 1983. u svet kratku informaciju o novoj kometi: "*U sredu uveče spektakl na nebu. BLISKI SUSRET SA NOVOM KOMETOM*". Ovu vest objavile su i mnoge dnevne novine u našoj zemlji, pa je tako šira javnost saznala o pojavi ove komete.

Kometu se kretala po paraboličnoj putanji koja se za posmatrača sa površine Zemlje videla projektovana na severnu nebesku poluloptu u blizini pola. Kretala se vrlo brzo, za tri dana od 9. do 12. maja prešla je na nebu put od oko 90° krećući se kroz sazveždja Mali Medved, Zmaj, Veliki Medved, Ris i Rak. Mogla se videti golim okom kao elipsasta maglina prividne veličine $2-3^m$, sa glavom prečnika oko 1° i ekcentrično rasporedjenom kondenzacijom.

Najmanje rastojanje od Zemlje i najveću brzinu kometa je dostigla u podne 11.maja 1983. Nalazila se na rastojanju od samo 4,7 miliona km, a kretala se na nebu brzinom od $1,9''$ u sekundi ili oko 2° na čas. Znači, za jedan čas prelazila je na nebu ugao koji odgo-

vara uglu od četiri puna Meseca na nebu, a nalazila se dvanaest puta dalje od Meseca. Ovakvu veliku uglovnu brzinu u istoriji astronomije imala je do tada samo Halejeva kometa 837. i *Tempel-Tuttle* kometa 1936 (Tabela IV). Tako je kometa za samo tri dana prošla četvrtinu neba, prešla iz večernje u jutarnju vidljivost i sa severne na južnu nebesku poluloptu. Iz naših krajeva (sa severne Zemljine polulopte) kometa se najbolje videla u noći 10/11 maja, kada je Mesec imao malu fazu a kometa se kretala visoko po nebu u blizini zadnjih točkova Velikih kola. U trenutku najmanjeg rastojanja od Zemlje imala je sjaj oko $1,8^m$. To je najsjajija kometa od pojave Vestove komete (*West*) u 1976. Međutim, pojava ove komete nije zainteresovala širu javnost, i to najverovatnije što nije imala izrazit rep tako karakterističan za sjajne komete, već je bila vrlo difuzni objekat sa prečnikom komete oko 3^0 (slika 115). Apsolutna zvezdana veličina procenjena je na $9,0^m$, što znači da je to kometa srednjeg sjaja.

Kometa je posmatrana sa mnogih opservatorija u svetu. Još dok se nalazila na severnoj nebeskoj polulopti, u Biro za astronomske telegrame došlo je više od sto tačnih merenja komete sa dvadeset opservatorija. Izuzetna brzina komete omogućila je prvi put da se posmatra njeno jezgro i proceni njegova veličina. Naime, neposredna posmatranja jezgara komete nisu moguća zato što su vrlo malih dimenzija, a pored toga i obavijena gasovito-prašinstvom nepravidnog oblika. Na kalifornijskom univerzitetu u Los Angelesu posmatrali su 12. maja prolazak centralne oblasti komete preko zvezde SAO 98040. Prolazak je trajao 0,8s, a zvezdi je pri tome opao sjaj za $0,5^m$, ali na grafikonu opadanja sjaja nije zabeležen minimum. Na osnovu ovoga se pretpostavlja da do prolaza centralnog jezgra komete preko zvezde nije došlo, te je prečnik jezgra manji od 30km. S druge strane, posmatranja sa 1,5m reflektorom opservatorije u Catalini (Arizona, SAD) dala su prečnik jezgra vrednosti od $0,5''$ na nebu. Međutim, smatra se da ni ovo nije bilo isključivo samo jezgro komete, jer se nije zapazila faza kometinog jezgra koja se očekivala kao u slučaju Meseca u prvoj četvrti. Kada se izvršila analiza odbijanja Sunčeve svetlosti od jezgra komete, dobio se albedo 0,0085, a to je mnogo manja vrednost nego što imaju i najtamniji poznati planetoidi. Na osnovu svega smatra se da je jezgro komete mnogo manje od 12km.

Spektroskopska posmatranja sa Zemlje (4 teleskopa veća od

1,5m i više manjih) i IUE satelita (*Internacionalni ultraljubičasti istraživač*) identifikovali su emisije: C_2 , C_3 , CN, CS, H, NH, NH_2 , NH_3 , H_2O , OH, O, S, S_2 , CO^4 i CO_2^4 . Posebno je značajna identifikacija dvoatomnog sumpora koji do tada nije bio registrovan na kometama. Ovako veliki broj identifikovanih emisija predstavlja vrlo značajne podatke o hemijskom sastavu kometa.

Radio-astronomi su takodje iskoristili retku priliku da registruju radarske eho-odraze od komete, koji će omogućiti da se odredi prečnik, rotacija i sastav kometinog jezgra. Do pojave ove komete, samo je sa dve komete (Enkeove i Grig-Skejlerup) registrovan radio-snop (kada su ove dve komete bile na rastojanju od 0,3 a.j.). Kod komete *IRAS-Araki-Alcock* registrovan je radijski eho nekoliko sati posle prolaska kroz tačku najmanjeg rastojanja, velikom antenom radioteleskopa u Arecibu (Portoriko, SAD), na talasnoj dužini 126mm. Vlastito radio-zračenje komete registrovano je na talasnoj dužini od 13mm (zajednička emisija NH_3 i H_2O), radioteleskopom od 100m u Efelsbergu (kod Bona, Nemačka).

Još se nisu stišala uzbuđenja u vezi sa ovom kometom, a 8. maja 1983 (samo mesec dana posle otkrića komete *1983 a*) pronadjena je nova kometa (*1983 e*), koju su otkrila tri Japanca: *M. Sugano, T. Saigusa i S. Fudžikava*. Slično kao i prethodna kometa, i kometa *Sugano-Saigusa-Fudžikava* prolazila je na nebu smerom od severoistoka ka jugozapadu, ali kako joj se veći deo putanje nalazio više na zapadu, mogla se posmatrati i posle ponoći. Na najmanjem rastojanju od Zemlje prošla je 12. juna, i to na oko dva puta većoj daljini od komete *IRAS-Araki-Alcock*. Imala je 7 puta manju apsolutnu veličinu, tako da je bila za oko trideset puta manjeg sjaja od komete *IRAS-Araki-Alcock*, pa se zato nije mogla posmatrati golim okom.

Ono što ove dve komete čini izuzetnima medju ostalim do sada poznatim kometama je to što su prošle pored Zemlje na vrlo malom rastojanju, i to u razmaku od samo mesec dana. Iz tabele IV vidi se da su se ovakve komete u prošlosti pojavljivale najviše po dve u jednom veku, a takvi slučajevi javljali su se isključivo kod periodičnih kometa čiji je period ispod sto godina. Komete *1983 a* i *1983 e* spadaju, medjutim, u vrlo dugoperiodične komete. Na primer, za kometu *IRAS-Araki-Alcock* smatra se da ima periodu od oko 30.000 godina. Vrlo je verovatno da su i komete *1702* i *1743 r* bile možda kratkoperiodične, što, na žalost, nauka danas ne može dokazati, ali neki podaci ukazuju na tu mogućnost, što znači da su verovatno

ove dve komete jedine koje su čak od početka XVI veka prošle pored Zemlje na udaljenosti manjoj od 10 miliona km. Dok su u prošlosti Zemlje prolazile samo velike i sjajne komete koje je bilo lako uočiti na nebu, ove dve komete ne bi bile primećene da su se pojavile u prethodnim vekovima. Takodje je sigurno da one nisu imale u prošlosti bilo kakvu vezu, jer im se putanje znatno razlikuju. Zbog ovoga se pretpostavilo da možda postoji neki uzročni spoljašnji faktor, kao, na primer, promena Sunčevog zračenja, usled koga je bilo moguće registrovati ove komete koje bi u "normalnim" uslovima bile nevidljive. Ovu pretpostavku potvrdilo je 13.maja 1983. otkriće nove komete 1983 f od strane satelita IRAS; imala je vrlo mali sjaj. I kometa P/Tempel 1, posmatrana u periodu april-maj bila je neuobičajeno sjajna, čak oko 6 puta više (za 2^m) nego što je uobičajeno. Medjutim, pretpostavka je morala ipak da se odbaci, jer kod drugih kometa koje su posmatrane te godine nisu zapažene ninakve neuobičajene promene sjaja. Sve ovo ukazuje da je pojava ovih dveju kometa u toku 1983. godina čista slučajnost, a ne neka zakonitost ili posledica promene Sunčeve aktivnosti, odnosno nekih drugih faktora [II 30; 1983 d].

27. PREGLED POSMATRANIH KOMETA DO 1980.GODINE

Na osnovu proučavanja istorijskih zapisa, hronika i drugih istorijskih izvora, astronomima je poznato ukupno 1917 posmatranja kometa, ali pošto je medju njima 413 periodičnih kometa, sledi da su ukupno posmatrane svega 1504 različite komete. Medjutim, ove podatke treba uzeti kao orjentacionu cifru, jer svakako ne predstavljaju tačan broj svih posmatranja kometa u istoriji ljudske civilizacije, pošto su mnogi zapisi uništeni u ratovima i požarima, a postoji izvestan broj sačuvanih zapisa koji nisu još pročitani. Uzevši sve to u obzir može se smatrati da je od najranijih vremena do osamdesetih godina XX veka posmatrano ukupno oko 2000 kometa.

Najstariji opis posmatranja jedne komete nalazi se u kineskoj hronici *Proleće i jesen*, koju je napisao čuveni filozof Konfučije (oko 551 - 479.god.p.n.e.), za vreme dinastije Džou, gde je dat opis komete iz 611.god.p.n.e. U kineskim hronikama nalazimo često opise kometa, tako da su one od izuzetno velikog značaja za proučavanje kometa iz davne prošlo-

sti. Ali kako su ova stara posmatranja u kineskim hronikama i u hronikama drugih naroda najčešće data bez dovoljno preciznog opisa kretanja kometa na nebu, skoro polovina ovih posmatranja se ne može upotrebiti za izračunavanje putanje kometa. To je razlog što je od oko 2000 katalogirano samo 1109 posmatranja pojava kometa, medju kojima se nalazi 710 raznih kometa (vidi poglavlje *Katalogi kometa*, str. 21).

Najstarija pojava jedne komete, za koju je bilo moguće izračunati tačnu putanju je Halejeva kometa iz 239.god.p.n.e. Uopšte, od svih posmatranih kometa pre naše ere, samo za Halejevu kometu je poznata putanja i to za pojavu u 239, 163, 146, 86.i 11. god.p.n.e.

Najstarija pojava jedne neperiodične komete, za koju je bilo moguće izračunati tačnu putanju je ona koja je posmatrana 240.god.naše ere. Koristeći opis posmatranja ove komete od 10.novembra do 19. decembra 240. nemački astronom Burkgart (*J.K.Burckhardt 1777-1825*) izračunao je 1804.g. njenu putanju.

Najstarija pojava jedne periodične komete (izuzimajući Halejevu kometu) za koju je bilo moguće izračunati tačnu putanju, jeste pojava komete *Tempel-Tuttle* iz 1366.godine n.e. Koristeći opis posmatranja ove komete od 25. do 30. oktobra 1366, poznati američki astronom D.K.Joumans je 1981. izračunao njenu putanju. Zanimljivo, iako kometa *Tempel-Tuttle* ima periodu od oko 33 godine, do sada je posmatrana samo prilikom četiri prolaska kroz perihel: 1366, 1699, 1866. i 1965. godine.

Sve do XVIII stoleća, u toku jednog veka posmatrano je između 30 i 70 pojava kometa (Tabela 6). Pronalaskom teleskopa a naročito pojavom astronoma koji se bave traženjem kometa (Mesije, Mešsen, K.Heršel) u XVIII stoleću dolazi do povećanja broja posmatranja kometa, tako da se prosečno skoro svake godine posmatra neka nova kometa. U prvoj plovini XIX veka, zahvaljujući pre svega najvećem lovcu na komete svih vremena, Žan Luj Ponsu (str. 51), prosečno su svake godine posmatrane po dve komete. Dalji napredak astronomije, izrada boljih instrumenata, a i neuobičajena pojava sjajnih kometa u drugoj polovini XIX veka, omogućila su da se u tom periodu prosečno svake godine posmatra pojava četiri komete. Iako u prvoj polovini XX veka nije bilo toliko pojava sjajnih kometa kao u prethodnom periodu, dalji razvoj posmatračkih instrumenata, a na-

ročito veći broj posmatrača, omogućuje da se svake godine prosečno posmatra pet kometa. U drugoj polovini XX veka dolazi do velikog porasta broja astronoma amatera u celom svetu, naročito u Japanu, što svakako utiče da se sada u toku jedne godine prosečno posmatra šest kometa. Osamdesetih godina se broj posmatranih kometa u jednoj godini najčešće kreće oko deset.

Najveći broj kometa posmatran u toku jedne godine bio je 1978. kada je posmatrana čak 31 kometa. Od ovoga broja, deset kometa je otkriveno te godine, deset je bilo otkriveno prethodne, a ostale su bile periodične komete poznate odranije. Smatra se da rekordni broj kometa posmatran te godine nije bio slučajan, već je u vezi sa maksimumom Sunčeve aktivnosti. Naime, još mnogo ranije je primečeno da se broj kometa povećava oko faze maksimuma Sunčeve aktivnosti (poslednji maksimum bio je 1979/80), jer je tada intenzivnije odašiljanje elektromagnetnog i korpuskularnog zračenja sa Sunca, što se odražava na intenzivniji razvoj procesa u zaledjenim jezgrima kometa, čime se povećava sjaj kometa. Zato se u godinama oko Sunčevog maksimuma mogu posmatrati i mnoge komete vrlo malog sjaja, koje se inače ne mogu videti. Na primer, 1978. to je bio slučaj sa kometom *Denig-1*, koja nije bila posmatrana još od 1881, a ponovo ju je otkrio 9. oktobra 1978. japanski astronom amater Segehisa Fudžikava, kao magličast objekat 11-te prividne veličine usazveždju Sekstanta.

Na broj posmatranja kometa u XX veku od presudnog uticaja je svakako i pojava nekoliko profesionalnih astronoma čija je specijalnost posmatranje povratka poznatih kratkoperiodičnih kometa. Među njima posebno mesto pripada američkom astronomu Elizabeti Remer (*E. Roemer*), koja je još u ranoj mladosti pokazala veliko interesovanje za astronomiju. Po završetku studija na Kalifornijskom univerzitetu Remerova se specijalizovala za izračunavanje orbita nebeskih tela i zaposlila na Likovoj opservatoriji kod poznatom američkog specijaliste za komete, Džefersa (*Jeffers*).

Prvu periodičnu kometu Remerova je otkrila zajedno sa Džefersom 1953, kada su prvi u svetu zapazili poznatu kometu *Brooks-2* (1953 V). Ali u astronomskim krugovima ona postaje poznata tek iduće godine, kada 8. februara sama otkriva kometu *Boreli* (1953 IV), koja iako ima periodu od oko sedam godina nije bila posmatrana još od 1932. Do 1956. Remerova je sama otkrila još tri pozna-

te kratkoperiodične komete, a 1957. ona odlazi sa Likove opservatorije na jednu manju opservatoriju, gde počinje rad na sistematskom posmatranju kratkoperiodičnih kometa čiji je sjaj do 20^m , posmatrajući teleskopom otvora 1m. Radeći s neverovatnom energijom, ona je za deset godina otkrila i ispitala čak 35 kratkoperiodičnih kometa. Posle dve godine pauze, 1969, Remerova se ponovo vraća posmatranju kratkoperiodičnih kometa, zaposlivši se kao astronom na opservatoriji univerziteta u Arizoni. Radeći teleskopom otvora 223 i 154cm, ona je do 1978. otkrila i ispitala još 36 poznatih kratkoperiodičnih kometa. *Sa ukupno 76 posmatranih kometa, Elizabeta Remer je na prvom mestu po broju posmatranja kometa u istoriji astronomije.* Šta više, ona je u tome daleko odmakla od ostalih astronoma. Posle nje nalazi se astronom Van Bisbruk (*Van Biesbrock*) sa 27 posmatranja kratkoperiodičnih kometa, na trećem mestu je njen profesor Džefers sa 21 posmatranjem, dok su ostali specijalisti za kratkoperiodične komete posmatrali manje od 20 kometa.

Elizabet Remer nije otkrila nijednu novu kometu, pa iako je astronom koji je posmatrao najviše kometa u istoriji, nijedna kometa ne nosi njeno ime. Medjutim, njen doprinos razvoju kometske astronomije je vrlo velik, jer je prikupila posmatrački materijal od neprocenjive naučne vrednosti.



Karikatura Georga Morova, 1906.

Tabela 6

STATISTIČKI PREGLED POSMATRANIH KOMETA
DO 1980. GODINE

Vremenski period	P o s m a t r a n o k o m e t a		
	Periodičnih	Novih	Ukupno
Do naše ere	5	159	164
I vek n.e.	2	24	26
II -	1	38	39
III -	2	41	43
IV -	1	29	30
V -	1	32	33
VI -	1	46	47
VII -	2	40	42
VIII -	1	24	25
IX -	1	51	52
X -	2	40	42
XI -	1	60	61
XII -	1	51	52
XIII -	1	46	47
XIV -	2	51	53
XV -	1	63	64
XVI -	1	75	76
XVII -	3	35	38
XVIII	9	75	84
XIX 1800-1850	28	64	92
1851-1900	69	153	222
XX 1901-1950	99	174	273
1951-1980	179	133	312
U K U P N O	413	1504	1917

I V D E O
U SUSRET HALEJEVOJ KOMETI
1985 - 1986.

28. POTRAGA ZA HALEJEVOM KOMETOM
1977 - 1982. GODINE

Poslednji put Halejeva kometa je posmatrana 16. juna 1911, kada je bila na udaljenosti od 5,4 a.j. (iza orbite Jupitera). Od toga dana kometa nije bila vidjena, jer je bila toliko malog sjaja da se nije mogla posmatrati ni najvećim teleskopima na svetu. Udaljavala se od Zemlje sve do 1948. godine, kada je došla u tačku u kojoj je najdalje od Sunca (afel), i od tada se polako ponovo približava Suncu i Zemlji.

Povratak Halejeve komete oduvek je bio zanimljiv događaj za sve ljude širom sveta, naročito za astronome, jer tada na mnogim opservatorijama mnogi astronomi pretražuju nebo u području u kome se nalazi kometa, sa ciljem da prvi na svetu ugledaju kometu. Naime, ime prvog posmatrača Halejeve komete pri svakom njenom povratku zapisuje se kao i svako drugo otkriće komete, ali kako je Halejeva kometa najčuvenija među svim kometama, to i njen pronalazač postaje poznat u celom svetu ne samo među astronomima već i u široj javnosti.

Prvi pokušaj za ponovno pronalaženje Halejeve komete bio je 17. novembra 1977, kada se kometa nalazila još kod Uranove orbite. Grupa američkih astronoma sa opservatorije Palomar pokušala je sa 5m teleskopom da pronadje kometu, ali pokušaj nije uspeo. Sjaj komete bio je ispod sjaja koji može da registruje ovaj gigantski teleskop sa ogledalom prečnika pet metara.

Drugi pokušaj bio je početkom decembra 1981, kada grupa francuskih astronoma snima izabrane delove neba u cilju registrovanja Halejeve komete. Snimanja su se obavljala kanadsko-francusko-havajskim teleskopom od 3,6m. Snimljene su dve ploče sa ekspozicijom od 90 min, ali na mestu gde je po proračunima trebalo da se nalazi Halejeva kometa nije zapažen sjajniji objekat od $+25,2^m$ (po efemridama, sjaj komete je bio oko 24^m). Pošto se u trenutku snimanja kometa nalazila na udaljenosti od 12,8 a.j. od

Sunca, veoma je verovatno da aktivnost jezgra komete pod dejstvom Sunčevog zračenja još nije počela, tako da se može smatrati da je ovo posmatranje dalo graničnu vrednost magnituda neaktivnog jezgra Halejeve komete.

Skoro u isto vreme, 18. decembra 1981, ponovo na Palomarskoj opservatoriji i Americi, tri astronoma D. Džević, G.E. Danijelson i R.A. Teril, 5m teleskopom takodje traže Halejevu kometu. Oni snimaju nebo u primarnoj žiži teleskopa sa veoma osetljivom elektronskom aparaturom (tzv. *CCD detektor*) kroz široko propusni filter, centriran na 650nm. Vidno polje na snimku je bilo samo 340". Snimili su 24 snimka sa ekspozicijom od 300 sec i 12 snimaka sa ekspozicijom od 100 sec. Iako su na ovim snimcima registrovani objekti oko 25^m, ni na jednom nije nadjena kometa.

Snimanje kroz široko propusni filter centriran na 650nm, nije obavljeno slučajno već sa ciljem da se što bolje registruju i elektronski pojačaju baš zračenja oko 650nm. Očekivalo se da Halejeva kometa najviše zrači u ovom opsegu. Kako su astronomi došli do ovoga podatka?

Danas se smatra da se jezgro komete sastoji iz materijala koji je po hemijskom sastavu veoma blizak planetoidima. A kako se u momentu snimanja Halejeva kometa nalazila u blizini Saturna, astronomi su izmerili albedo (sposobnost odbijanja Sunčeve svetlosti) nekih manjih satelita Saturna (sastav manjih satelita je isti kao i planetoida) i dobili vrednost 500 - 650nm. Pošto najverovatnije i Halejeva kometa (koja je na tom rastojanju od Sunca i sličnog sastava) ima isti albedo, snimanje se obavljalo aparaturom podešenom da registruje baš ovaj opseg zračenja.

S druge strane, zanimljivo je da se preko vrednosti za albedo i magnituda komete računskim putem dobila vrednost za prečnik jezgra Halejeve komete od oko 1,4km. Kasnija merenja (u oktobru 1882) dala su tačniju vrednost: $1,4 \pm 0,2$ km.

U Sovjetskom Savezu Halejeva kometa je tražena najvećim teleskopom na svetu, 6m reflektorom (BTA) na Kavkazu. U toku četiri noći, od 23. februara do 27. marta 1982, astronomi I.D. Karačencev i A.N. Ščerbanovski napravili su šest snimaka sa ekspozicijama od 34 do 188 minuta. Na snimcima su registrovani objekti 21-23^m, ali ni sovjetski astronomi nisu uspeli da registruju Halejevu kometu.

U to vreme, u Americi, opet na Palomarskoj opservatriji,

formirana je nova grupa za traženje Halejeve komete, od 8 astronoma i tehničara: D.D.Dževit, G.E.Danijelson, J.E.Gan, J.A.Vestfal, D.P.Šnajder, A.Dresler, M.Šmit i B.A.Cimerman. Koristeći podatke iz efemerida komete koje je izračunao D.K.Joumans, oni snimaju nebo sa petmetarskim reflektorom i specijalnom visoko osetljivom elektronskom kamerom (sa 800x800 elemenata) kroz široko propusni filter centriran na 500nm. 16.oktobra 1982. od 11^h25^m do 12^h31^m TU (ili 3^h25^m do 4^h31^m mesnok zonskog vremena), prave pet snimaka sa ekspozicijom od 480 sec. Na ovim snimcima je identifikovana Halejeva kometa kao objekat oko 24,2^m u sledećim položajima:

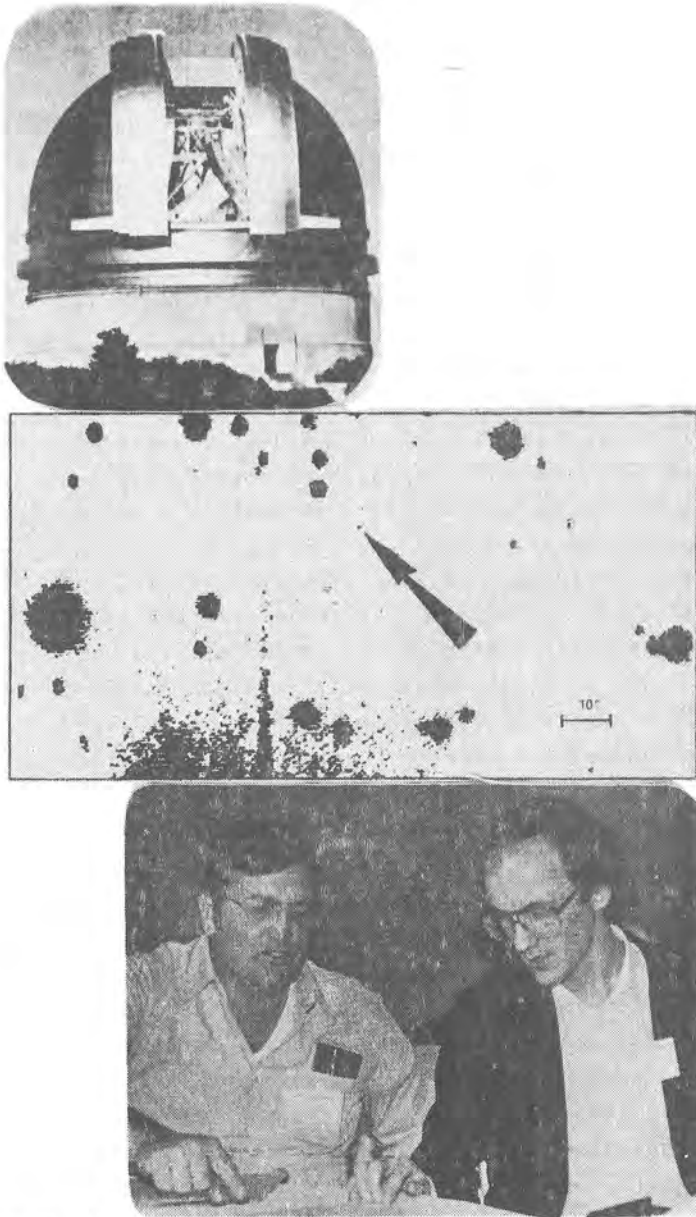
1982.U.T.	R.A. 1950	Dec.1950
Oktober 16,47569	7 ^h 11 ^m 01,9 ^S	+9 ^o 33'03"
16,49097	7 11 01,8	9 33 02
16,52153	7 11 01,7	9 33 00

Kroz tri dana (19.oktobra) ponovljena su snimanja, medjutim, mesto gde je trebalo da se nalazi kometa bilo je previše osvetljeno svetlošću jedne svetle zvezde u blizini, ali kako se na mestu gde je 16.oktobra zapažena kometa više nije nalazio sličan objekat (što znači da se kometa pomerila), zaključeno je da je snimljeni objekat sigurno Halejeva kometa. Na slici 118 prikazan je snimak Halejeve komete od 16.oktobra 1982, koji su snimili petmetarskim refraktorom opservatorije Palomar (gore) D.C.Dževit i G.E.Danijelson (dole). I naredne noći pokušana je ponovna registracija komete, ali ni ovoga puta nije uspela zato što se putanja komete nalazila u smeru guste pozadine Mlečnog puta, pa se medju velikim brojem slabih zvezda nije mogla identifikovati i kometa.

Medjutim, odmah po prijemu informacije sa Palomarske opservatorije, astronomi M.J.S.Belton i H.Bučer na američkoj nacionalnoj opservatoriji Kit Pik, sa 4m teleskopom registrovali su takodje Halejevu kometu, i to u dva navrata, 18. i 20. oktobra 1982. Komete je imala sledeći položaj:

1982 U.T.	R.A. 1950	Dec.1950
Oktober 18,38663	7 ^h 10 ^m 53,38 ³	+9 ^o 31'11,7"
20,38542	7 10 43,22	9 29 18,5

I na kraju, 21.oktobra 1982. Biro Medjunarodne astronomske unije (IAU) izdao je cirkular br.3737 kojim se javlja svim

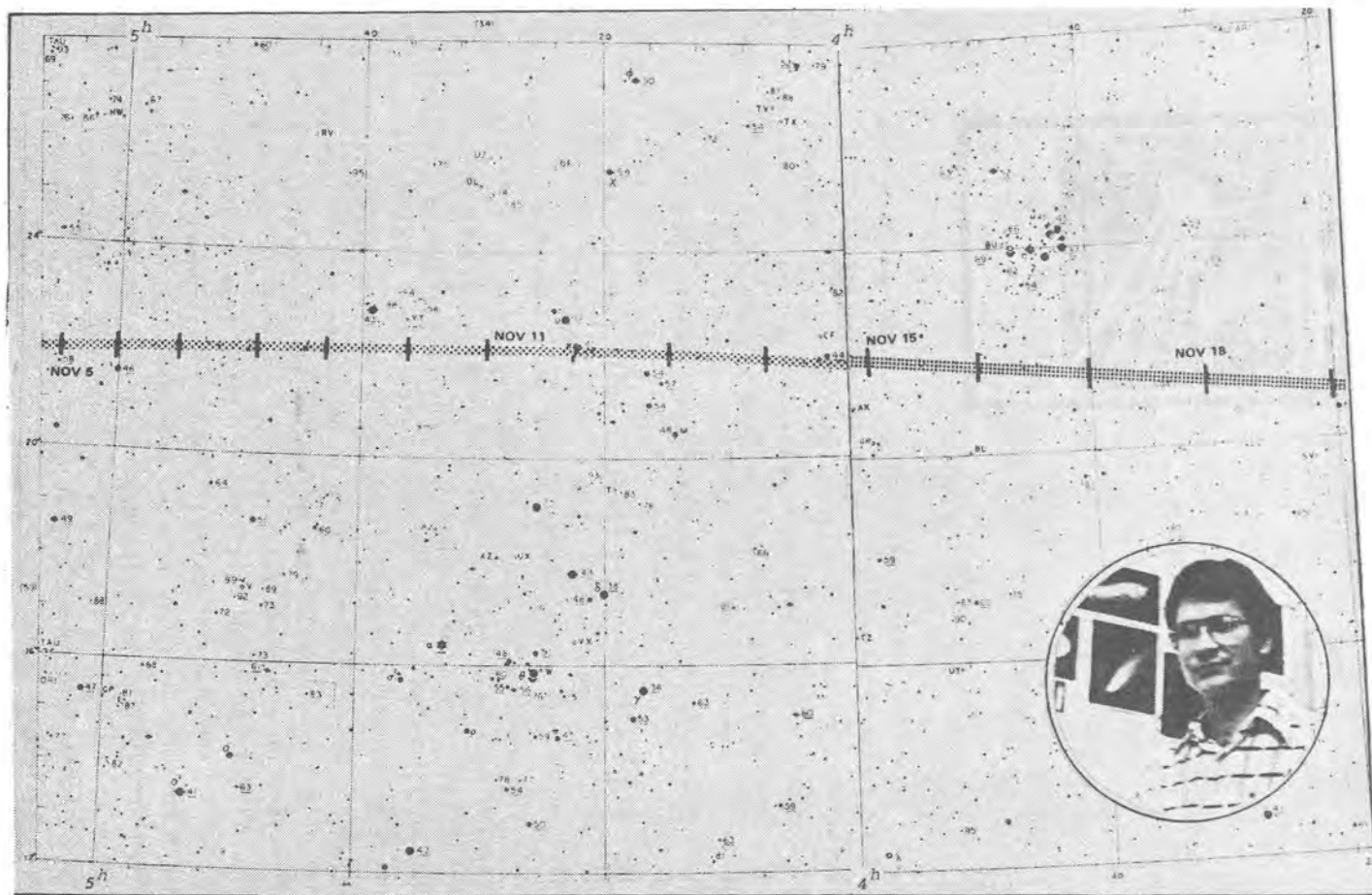


SLIKA 118 - Snimak Halejeve komete dobijen 16.oktobra 1982. petmetarskim refraktorom opservatorije Palomar, SAD.(gore). Snimak su načinili D.C.Džević i G.E.Danijelson (dole)

astronomima širom sveta: "16. oktobra 1982. u Palomarskoj opservatoriji registrovana je Halejeva kometa". Bila je to deveta kometa pro-nadjena te godine, tako da je dobila oznaku "1982 i". Narednih dana ovu vest objavili su svi dnevni listovi u svetu. Kod nas je ova informacija (preko agencije API) prvi put objavljena u novinama 24. oktobra 1982.

Posle Palomarske i Kit Pik opservatorije, Halejeva kometa je snimljena i na Evropskoj južnoj opservatoriji (ESO) u čileu, 10. decembra 1982, reflektorom od 1,5m (tzv. "Danski teleskop"). Snimio je astronom H. Pedersen. Početkom 1983. godine kometa je snimljena i na drugim većim opservatorijama u svetu. Kometu je prvi vizuelno posmatrao kroz teleskop američki astronom Stiven Džems O'Mira sa Havaja 22. januara 1985. Koristeći izvanredne atmosferske uslove na opservatoriji Mauna Kea (te noći se golim okom mogla videti zvezda sjajijeg sjaja od 8^m) on je pronašao Halejevu kometu posmatrajući kroz teleskop otvora 60cm, iako je njen sjaj bio samo oko 19^m .

Velika zasluga za ovako rano otkrivanje Halejeve komete (16. oktobra 1982. kometa je bila daleko od Sunca 11,04 a.j., a od Zemlje 10.93 a.j.) pripada svakako Donaldu K. Jousmansu, koji na izradi tačnih efemerida Halejeve komete radi još od 1977. god. On je 1981. objavio kompletne efemeride komete sa izračunatim položajima 25. decembra 1980. do 23. marta 1987. (Yeomans D.K. "The Comet Halley Handbook", Pasadena, NASA - JPL, Publication 400-91, 1981). Na slici 119 prikazan je položaj Halejeve komete na nebu, nacrtan po Jousmansovim proračunima za period od 5. do 19. novembra 1986. Jousmans je uzeo u obzir dejstvo svih devet planeta na kometu, a o velikoj tačnosti njegovih proračuna najbolje govori podatak da je u trenutku otkrića položaj komete odstupao od izračunatog za svega $0,6^m$. Zbog tako malog odstupanja smatra se da će kometa proći kroz perihel 9. februara 1986. sa odstupanjem od samo 9 do 11 časova. Treba da se podsetimo da je efemeride Halejeve komete za prvi predviđeni povratak izračunao poznati francuski matematičar Aleksis Klod KLERO (1713-1765), tako što je prolazak kroz perihel 1759. god. bio odredjen sa greškom od 31 dan (Klero je inače, računski pokazao da se ova greška može smanjiti na do 19 dana). Pri sledećem povratku kometa je prošla kroz perihel 16. novembra 1835, a astronomi su izračunali da će proći 7. novembra, dakle, greška je bila devet dana. Kod proračuna za povratak 1910. god. greška astronoma je bila manja od tri dana, a videli smo da Jousmansovi proračuni imaju grešku od samo 9-11 sati.



SLIKA 119 - Položaj Halejeve komete na nebu nacrtan po proračunima američkog astronoma Jouvansa za period od 5. do 19. novembra 1985.

29. MEĐUNARODNO POSMATRANJE
HALEJEVE KOMETE
1985 - 1986,



Savremena naučna istraživanja najčešće obavlja veći broj naučnika u okviru jednog ili više specijalističkih timova. U slučajevima kada se radi na rešavanju složenih problema koji su od šireg naučnog značaja, organizuju se veliki međunarodni projekti u kojima se objedinjuje rad naučnika iz više zemalja. Ovakav sistem rada često se koristi naročito u posmatračkoj astronomiji, gde krajnji rezultat zavisi od mnogih nepredvidjenih faktora, na primer, vremenskih uslova. S druge strane, u astronomiji vrlo često postoji potreba sistematskog praćenja nekih astronomskih pojava koje se brzo mogu menjati u kratkim vremenskim intervalima, pa je neophodno organizovati neprekidno posmatranje, što omogućuje jedino ako se posmatranje organizuje sa više opservatorija i to onih koje su ravnomerno rasporedjene po površini Zemlje. Ovakav sistem opservatorija koje rade u okviru nekog zajedničkog projekta čini POSMATRAČKU MREŽU. Na primer, u repu komete se u toku kratkog vremena dešavaju vrlo velike promene, tako da je nemoguće da se sve one registruju sa jedne opservatorije; to je moguće samo ako se formira posmatračka mreža sa više opservatorija koje se ravnomerno nalaze rasporedjene na površini Zemlje.

Videli smo da su prvi pokušaji organizovanja međunarodnog posmatranja jedne komete pokrenuli američki astronomi 1910. godine, prilikom povratka Halejeve komete. Međutim, tada nisu postignuti očekivani rezultati, jer mnoge opservatorije u svetu nisu bile uključene u ovaj program, a i među opservatorijama koje su bile uključene u projekat nije uspostavljena najbolja sinhronizacija u toku posmatranja komete. Zato nije štampan ni zajednički materijal sa svim rezultatima koji su prikupljeni u toku posmatranja komete 1909 - 1911, ali iskustva koja su tada bila prikupljena bi-

Ia su od velike koristi pri stvaranju organizacije IHW (*International Halley Watch* - Medjunarodna organizacija za posmatranje Halejeve komete prilikom njenog povratka 1985-1986).

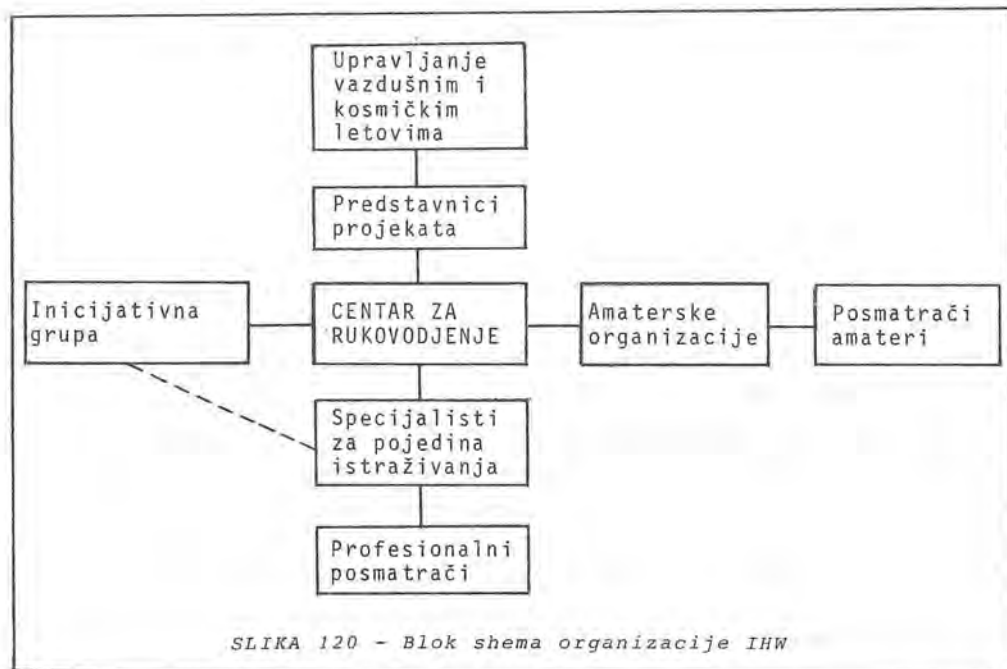
ORGANIZACIJA IHW

Stvaranje organizacije IHW pokrenuo je američki astronom *Louis Friedman* 1979.god. kada je predložio upravi Američke agencije za aeronautiku i istraživanje svemira (*NASA*) ideju za organizovanje programa za posmatranje Halejeve komete. Ubrzo zatim, *Friedmanu* se pridružuju tri astronoma iz *Jet Propulsion Laboratory*-je (*JPL*): *Dječ Bergstrel*, *D.K.Joumans* i *Rej Njuborn*. U zimu 1980. *NASA* je formirala naučni odbor sastavljen od američkih naučnika specijalista za proučavanje kometa iz *JPL*, sa zadatkom da izradi koncepciju programa. U maju iste godine na sastanku ovog odbora predloženo je da u programu učestvuju i naučnici iz drugih zemalja, a ne samo iz *SAD*. O ovome američkom predlogu za medjunarodno posmatranje Halejeve komete narednih godina se raspravljalo na nekoliko medjunarodnih kongresa i konferencija, a 26.avgusta 1982. na *XVIII kongresu Medjunarodne astronomske unije (IAU)* u *Patrasu (Grčka)* program su i zvanično prihvatili astronomi iz celog sveta donošenjem posebne rezolucije.

Osnovni ciljevi IHW su:

- 1 - da stimuliše i koordinira naučna posmatranja Halejeve komete prilikom njenog povratka 1985-1986. godine,
- 2 - da obezbedi standardizaciju metoda i instrumenata za posmatranje komete, kao i pravilno zapisivanje rezultata posmatranja po jedinstvenim kriterijumima i na jedinstvenim obrascima, gde god je to moguće,
- 3 - da obezbedi prikupljanje i čuvanje svih prikupljenih rezultata posmatranja Halejeve komete,
- 4 - da omogući razmenu podataka medju naučnicima koji učestvuju u programu kao i obaveštavanje svih ostalih zainteresovanih, i
- 5 - da pomogne u razvoju novih istrumenata za istraživanje kometa tamo gde to bude potrebno.

IHW se realizuje pod okriljem Medjunarodne astronomske unije, a sama organizacija projekta uradjena je po ugledu na slične medjunarodne programe. Blok shema organizacije IHW data je na slici 120.



Programom rukovodi i rešava sva organizaciona pitanja INICIJATIVNA GRUPA, čije je članove izabrala Medjunarodna astronomska unija. Nju čine 22 astronoma iz 10 zemalja: M.K.Bapu (*Indija*), M.J.S. Belton (*SAD*), J.Blamo (*Francuska*), G.Brigs (*SAD*), A.Delsem (*SAD*), B. Don (*SAD*), H.Fehtig (*Zap.Nemačka*), I.Holidej (*Kanada*), G. Herbig (*SAD*), J.Kozai (*Japan*), R.Lust (*Zap.Nemačka*), A.Masejič (*SSSR*), K.R. O'Del (*SAD*), R.Rajnhard (*Holandija*), H.E.Šuster (*Čile*), V.Vaniček (*Čehoslovačka*), J.F.Veverka (*SAD*), K.V.Vajler (*SAD*), G.Vederil (*SAD*), F.L.Vipl (*SAD*), L.L.Vilkening (*SAD*) i J.S. Jačkov (*SSSR*). Yatskiv (*SSSR*).

U sastav IHW ulaze i predstavnici zemalja koje planiraju slanje kosmičkih istraživačkih letilica (sondi) u susret Halejevoj kometi: R. Rajnhart je predstavnik Evropske svemirske agencije-ESA (projekat "ĐOTO"), K. Hirao predstavnik je Japana (projekat "Planeta A" i "MS-T5") a akademik R. Z. Sagdejev je predstavnik SSSR-a (projekat "Vega"). SAD neće slati u susret kometi nijednu kosmičku letilicu, već je u planu da se kometa posmatra specijalnim astronomskim satelitima iz Zemljine orbite (*ISEE-3*, *ASTRO* i *SAO-3*), pa su u sastavu IHW i predstavnici ovih projekata: R. Farkar i R.Braun.

Realizacijom IHW rukovodiće se paralelno iz dva centra:

1. Za područje Južne i Severne Amerike, Kanade, Japana, Australije i Okeanije (zapadna polulopta Zemlje) iz Pasadene (SAD) :

*Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Tehnology,
48 00 Oak Grove Drive MS T-1166, Pasadena, CA 91109, USA - ko-
jim rukovodi Rej Njubern (Ray L. Newburn).*

2. Za područje Evrope, Azije i Afrike

(istočna polulopta Zemlje) iz BAMBERGA (ZAPADNA NEMAČKA) :

*Remeis Stenwarte, Stenwartstrasse 7, D-8600 Bamberg, Federal
Republik of Germany - kojim rukovodi Jirgen Rahe (Jurgen Rahe).*

Osnovni zadatak centara je da rade na prikupljanju što više podataka o posmatranjima Halejeve komete od astronoma profesionalaca i amatera. U tom cilju u njima će se voditi arhiva prispelih izveštaja. U vezi sa slanjem svojih posmatranja neki će posmatračići verovatno biti u dilemi: "Zašto bih ja njima slao moje podatke? Mogu i sam da izvršim analizu svojih posmatranja, pa da rezultate objavim u nekom stručnom časopisu". IHW u vezi sa ovim ne predstavlja nikakvu smetnju. Naprotiv, posmatračićima se savetuje da štampaju svoje radove u stručnim časopisima, pa je zbog toga dogovoreno da će se rezultati posmatranja komete primati do 1. januara 1988. god. Oni podaci i rezultati koji stignu u centar IHW pre ovoga datuma moći će odmah koristiti svi zainteresovani, ali sa napomenom "nije dozvoljeno objavljivanje pre 1988." Na taj način će se omogućiti da posmatračići imaju dovoljno vremena da obave stručnu analizu svojih posmatranja, kao i da ih objave u stručnim časopisima. Prikupljeni, obradjeni i delimično obradjeni rezultati posmatranja Halejeve komete, sakupljeni u arhivi IHW, biće do kraja 1989. štampani u posebnoj publikaciji.

Kao stručna pomoć svim učesnicima programa IHW štampaće se uputstva za rad, standardne metode za posmatranje, efemeride komete itd. Većina ovih publikacija je izdata u toku 1982-83 godine. U cilju blagovremenog obaveštavanja o svim važnijim novostima i pojavama u vezi sa Halejevom kometom, u toku 1985/86 god. u Pasadeni će se izdavati časopisi *IHW NEW LETTERS* i *IHW AMATEUR OBSERVER'S BULLETIN*, koji će se poštom slati svim učesnicima programa. Za urednika ovih časopisa postavljen je Stiven Edberg (*S.J. Edberg*).

U okviru IHW planirano je nekoliko posmatračićkih mreža sa velikim brojem opservatorija iz celog sveta. Svaka posmatračićka mreža okuplja specijaliste za neku od sedam oblasti fizike komete i to:

I - ASTROMETRIJA. Posebna posmatračka mreža imaće zadatak da obavlja astrometrijska merenja položaja i jezgra komete sa ciljem da se što tačnije odredi orbita komete i efemeride. Ova služba je počela svoj rad prvim otkrićem komete 16. oktobra 1982. i trajaće neprekidno sve vreme vidljivosti komete do 1987. godine. Prva astrometrijska posmatranja pokazala su da će kometa biti u perihelu 9. februara 1986. u $07^h,2$ (TU), a ne u $09^h,66$ (TU), kako se prvobitno smatralo na osnovu proračuna D. Jouvansa iz 1981. godine.

Prikupljeni astrometrijski podaci dostavljajuće se posmatračima komete i centrima za upravljanje kosmičkim letilicama koje će biti upućene u susret kometi. Veoma odgovoran zadatak ima ova služba naročito u vezi sa preciznim upućivanjem kosmičkih letilica. Naime, vidljivost Halejeve komete sa Zemlje u trenutku kada se kosmičke letilice budu nalazile u blizini komete biće vrlo nepovoljna jer će se od sredine januara do kraja februara kometa nalaziti vrlo blizu Sunca. Kako kosmičke letilice treba da prodju pored glave komete između 6 i 13. marta 1986. g. od velikog je značaja da se znaju tačne koordinate komete za 10-15 dana pre susreta (tj. odmah posle prolaska kroz perihel). Planira se i izdavanje posebnog osnovnog kataloga zvezda koje će biti korišćene za određivanje koordinata komete. Ovom sekcijom rukovode Donald K. Jouvans (*JPL, Pasadena, California*) i Ričard M. Vest (*ESO, München, BDR*).

II - INFRACRVENA SPEKTROSKOPIJA I RADIOMETRIJA. U toku programa IHW pratiće se dimenzije, sastav i prostorni raspored gasa i prašine u kometi. Prvenstven zadatak je ispitivanje gasovitih i prašinastih delova komete. Pošto je Halejeva kometa velika i sjajna kometa, očekuje se da će se njen sastav i struktura moći mnogo više upoznati nego što su to mogli astronomi kod posmatranja slabijih kometa koje su posmatrane posle 1910. god. Pored toga, savremeni instrumenti za ovu vrstu istraživanja treba da daju i dosta novih rezultata o sastavu leda u glavi komete. Očekuje se da će se prikupiti i novi podaci o silikatima o kojima se sada nedovoljno zna. Ovom sekcijom rukovode P. Nek (*R. Knacke, Earth & Space Sciences Department SUNY at Stony Brook, USA*) i T. Ankrena (*T. Encrenaz, Observatoire de Paris, 92190 Meudon, France*).

III FENOMENI VELIKIH RAZMERA. Formiraće se posebna posmatračka mreža sa oko 40 opservatorija iz celog sveta. Na njima će se vršiti fotografisanje komete teleskopima koji imaju veliko vidno

polje. Preporučuje se korišćenje šmit kamera svetlosne jačine $f/2$ i vidnog polja $5-10^{\circ}$. Mreža nije kompletna, jer ne postoje opservatorije na oko $75^{\circ}E$ (Indija) i na $15-45^{\circ}W$ (Zapadna Afrika-Istočni Brazil). Zadatak posmatranja je dobijanje slika sa visokom rezolucijom, potrebnih za detaljno proučavanje razvoja izgleda komete, praćenje promena u plazma-repu, ispitivanje apsolutnog rasporeda prašinate i gasovite komponente u glavi i repu komete u zavisnosti od rastojanja komete i Sunca, kalibracija pojedinih događaja u plazma repu, što će biti od opšteg značaja za bolje poznavanje ovih pojava kod komete. Halejeva kometa ima plazma rep (tip I) i prašinski rep (tip II); ovim istraživanjima biće data prednost plazma repu. Posebno se skreće pažnja na praćenje promena u strukturi repa, tzv. "događaj razdvajanja" (1910. bilo je kod Halejeve komete najmanje pet). Kontinualno praćenje ovih pojava je nemoguće sa jedne opservatorije, pa je zato formirana mreža sa opservatorijama iz celog sveta. Istovremeno napravljeni snimci komete sa Zemlje i iz kosmičkih letilica omogućiće astronomima da dobiju prve stereoskopske slike jedne komete. Ovom sekcijom rukovode: J. Rahe (*Reinis Sternwarte, Bamberg, BDR*), J. Brant i M. B. Nidner (*Code 685, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA*).

IV OBLAST BLIZU JEZGRA. Takodje će se formirati mreža posmatračkih stanica koje treba da budu ravnomerno rasporedjene po geografskim dužinama. Na njima će se obavljati fotografska posmatranja unutrašnjih oblasti glave komete. U tim oblastima gasovita i čestična komponenta su medjusobno rasporedjene neravnomerno, jer se smatra da je jezgro Halejeve komete nehomogene strukture s obzirom na asimetričnu cirkulaciju materijala iz glave. Cilj ovih posmatranja je da se prikupi materijal koji će omogućiti da se napravi mapa aktivnih površina jezgra komete sa direktnim gasovitim fenomenima. Analiza evolucije ovih pojava omogućiće bolje upoznavanje strukture jezgra, orijentacije u prostoru ose obrtanja jezgra, kao i odredjivanje periode njihovog obrtanja. Posmatranja sa Zemaljskih opservatorija biće dopunjena podacima koji se budu dobili iz kosmičkih letilica koje će snimati kometu iz neposredne blizine. Ovom sekcijom rukovode: J. Rahe (*Reinis Sternwarte, Bamberg, BDR*), S. M. Larson (*Lunar and Planetary Laboratory University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA*) i Z. Sekanina (*JPL, Pasadena, USA*).

V FOTOMETRIJA I POLARIMETRIJA . Ima više povezanih ciljeva. Na prvom mestu je standardni program filterske fotometrije sa primenom čitavog niza dijafragmi i standardnih interferencijalnih filtera. Vrlo je važno da posmatračke stanice budu ravnomerno raspoređene po geografskim dužinama, kako se ne bi desilo da loši meteorološki uslovi onemoguće prikupljanje podataka. Posmatranja ove vrste će se obavljati i sa kosmičkih letilica. Elektropolarimetrijska posmatranja komete imaju za cilj da se ispita promena stepena polarizacije svetlosti komete na različitim talasnim dužinama u zavisnosti od ugla faze (ugla Sunce-kometa-Zemlja). Rezultati prikupljeni u programu kontinualnih polarimetrijskih posmatranja Halejeve komete omogućiće da se upoznaju zakonomernosti važne za razumevanje prašinate komponente kometine atmosfere. Koristeći predviđanja astrometrijske službe IHW, posmatraće se okultacije komete sa zvezdama, uvek kada to bude moguće. Ovom sekcijom rukovode M.F.A.Hern (*M.F.A.Hearn, Astronomy Program University of Maryland College Park, MD 20742, USA*) i V.Vaniček (*Department of Astronomy Charles University, Praha, ČSSR*).

VI RADIO ISTRAŽIVANJA. Prvi put će se primeniti kod posmatranja Halejeve komete, pošto je ova grana astronomije počela da se razvija tek posle drugog svetskog rata. Pošto je to velika i sjajna kometa, očekuju se značajniji rezultati nego što su dala posmatranja manjih komet. Zadatak radio-istraživanja biće registrovanje sopstvenog toplotnog zračenja jezgra komete u mikrotalasnom području spektra, kao i identifikacija aminokiselina i drugih organskih jedinjenja. Radio-teleskopima u centimetarskom i decimetarskom području obavljace se spektroskopija molekula. Ova posmatranja treba da daju vrlo značajne informacije o fizičkim uslovima u atmosferi komete, nove podatke o sastavu jezgra, itd. Radarska posmatranja komete pružice nove podatke o prečniku, obrtanju i fizičkoj prirodi jezgra komete. Ovom sekcijom rukovode V.Irvin i F.Šleb (*M.Irvine i F.P.Schloerb, Department of Physics & Astronomy University of Massachusetts, Amherst, USA*) i E.Žerar (*E.Gerard, Department de Radio Astronomie Observatoire de Meudon, France*).

VII SPEKTROSKOPIJA I SPEKTROFOTOMETRIJA. Astronomi su prvi put u prilici da prate ceo tok razvoja spektra jedne komete, jer su spektroskopska posmatranja Halejeve komete počela još u oktobru 1983. kada je kometa bila na oko 9 a.j. od Sunca. Posmatranje

spektra komete na što je moguće većem opsegu heliocentričnih rastojanja omogućiće bolje upoznavanje fizičkih uslova u glavi i repu komete. Drugi cilj spektroskopskih posmatranja biće identifikacija što više vrsta hemijskih elemenata i molekula. Kontinualno praćenje brzine promene hemijskih vrsta u glavi i repu komete omogućiće bolje upoznavanje evolucije fizičkih i hemijskih procesa kod komete. Ovom sekcijom rukovode S.Vikov i P.Veinger (*S.Wyckoff, P.Weinger, Physics Department Arizona State University Temple, USA*) i M.Festu (*M.C.Festou, Laboratoire D'Astronomie CNRS, Reduit de Verrières, 91370 Verrières-Le-Buisson, France*).

AMATERSKA POSMATRAČKA MREŽA

Značajne posmatračke rezultate mogu prikupiti i mnogobrojni astronomi amateri iz celog sveta, pa se u okviru IHW njima poklanja posebna pažnja i planira stvaranje amaterske posmatračke mreže. Podaci koje prikupe amateri treba da dopune profesionalna posmatranja.

U naše vreme širom sveta je aktivan veliki broj amatera koji imaju solidne astronomske instrumente kojima mogu obavljati astronomska posmatranja na visokom naučnom nivou. Vrhunske profesionalne fotografske tehnike, koje su korišćene pri snimanju komete 1910, u naše vreme su postale dostupne i amaterima. Izbor programa rada i sama sloboda u radu astronoma amatera može biti od velikog značaja.

Koordinacija rada amatera vršiće se iz CENTRA U PASADENI (*California Institute of Technology, Jet Propulsion Laboratory, 4800 Oak Grove Dr., MS T-1166, Pasadena, CA 91109, USA*). Centrom rukovodi Stiven J.Edberg. Amateri će se obaveštavati na nekoliko načina: putem redovnog cirkulara (*Newsletter*), izdavanjem šestomesečne publikacije (*Amateur Observer's Bulletin*) i objavljivanjem članaka i vesti u astronomskim časopisima. Predlaže se da radom amatera u svakoj zemlji rukovodi nacionalna opservatorija, ili neka druga astronomska opservatorija, a najbolje je organizovati posebnu nacionalnu službu. Na primer, u SSSR koordinacijom rada amatera obavljaće posebno formirano stručno telo u okviru VAGO (*Vsesojuznoe astronomo-geodezičeskoe obščestvo*).

Amaterima se predlaže posmatranje komete u pet disciplina:

VIZUELNO POSMATRANJE biće verovatno najzastupljenije. Radi potpunijeg prikupljanja posmatračkih rezultata predlaže se formiranje poluprofesionalne mreže sa amaterima u celom svetu. Zadatak ovih posmatranja biće određivanje sjaja i prečnika kome, merenje dužine repa, određivanje pozicionog ugla repa i pravljenje crteža, koje je naročito od velikog značaja, jer čovečje oko može da uoči detalje koji se mogu registrovati fotografskim putem, a fotografska tehnika će biti osnova kod profesionalnog rada. U naše vreme profesionalni astronomi praktično više ne prave crteže, pa je ova vrsta posmatranja prepuštena delatnosti astronoma amatera.

FOTOGRAFISANJE će takodje biti veoma rasprostranjeno medju amaterima. Koristeći savremene fotografske tehnike dobiće se vrlo korisne fotografije visoke rezolucije, pre svega na crno-belim filmovima. Fotografije u boji biće takodje korisne, ali se zbog standardizacije i precizne kalibracije filma preporučuje upotreba crno-belih filmova.

ASTROMETRIJA može biti od velikog značaja, naročito ako se amaterska posmatranja vrše sa područja u čijoj se blizini ne nalaze profesionalne opservatorije (na primer: Brazil, Zapadna Afrika, Okeanija). Da bi se položaj komete odredio što preciznije, najbolje je snimati kometu, pa kasnije odrediti njen položaj sa snimka.

SPEKTROSKOPSKA POSMATRANJA. Iako će biti dostupna samo manjem broju amatera koji imaju odgovarajuće instrumente, amateri mogu prikupiti značajne rezultate, jer profesionalni astronomi neće biti u stanju da neprestano prate sve pojave kod komete.

FOTOLEKTRIČNA FOTOMETRIJA. Amateri takodje treba da u prvom redu svojim posmatranjima dopune rezultate dobijene na profesionalnim opservatorijama. Vrlo je važno ova posmatranja obaviti standardizovanim metodama koje se predlažu za IHW.

POSMATRANJE METEORSKIH ROJEVA. Amateri mogu dati više posmatračkih podataka od profesionalnih astronoma. Treba posmatrati η AQUARIDE i ORIONIDE. η Aquaridi se javljaju od 21. aprila do 12. maja, a maksimum im je 3-5 maja sa oko 20 meteora. Orionidi se javljaju od 2. oktobra do 7. novembra, maksimum im je oko 21. oktobra sa oko 25 meteora na čas. Veza izmedju ovih meteorskih rojeva i Halejeve komete još nije dovoljno istražena.

U cilju upoznavanja astronoma amatera sa posmatračkim meto-

dama i standardizaciju posmatračkih tehnika koje će se koristiti za IHW, izdat je i specijalni priručnik za amatere: *IHW AMATEUR OBSERVER'S MANUAL FOR SCIENTIFIC COMET STUDIES*. U priručniku su objašnjeni stručni pojmovi koji su potrebni amaterima za uspešno posmatranje komete, i data su detaljna uputstva za vizuelna, fotografiska, astronometrijska, spektroskopska, fotometrijska i meteoriska posmatranja po projektu IHW. Prostor nam ne dozvoljava da se bliže upoznamo sa svim uputstvima, pa imajući u vidu da će većina astronoma amatera iz Jugoslavije vizuelno i fotografiski posmatrati Halejevu kometu, na kraju knjige u prilogu II i III data su detaljna IHW uputstva samo za ove dve vrste posmatranja.

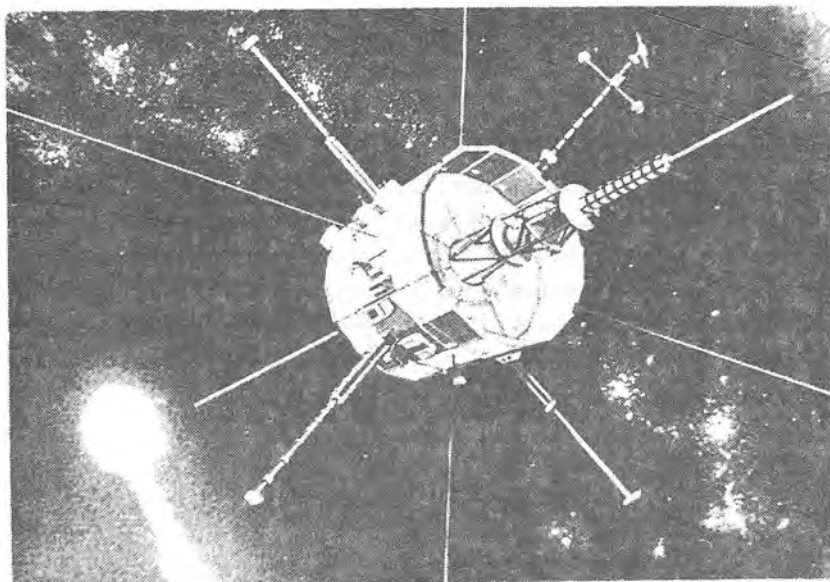
30. KOSMIČKE LETILICE ZA ISTRAŽIVANJE HALEJEVE KOMETE

PRVI PROJEKTI LETILICA ZA ISTRAŽIVANJE KOMETA

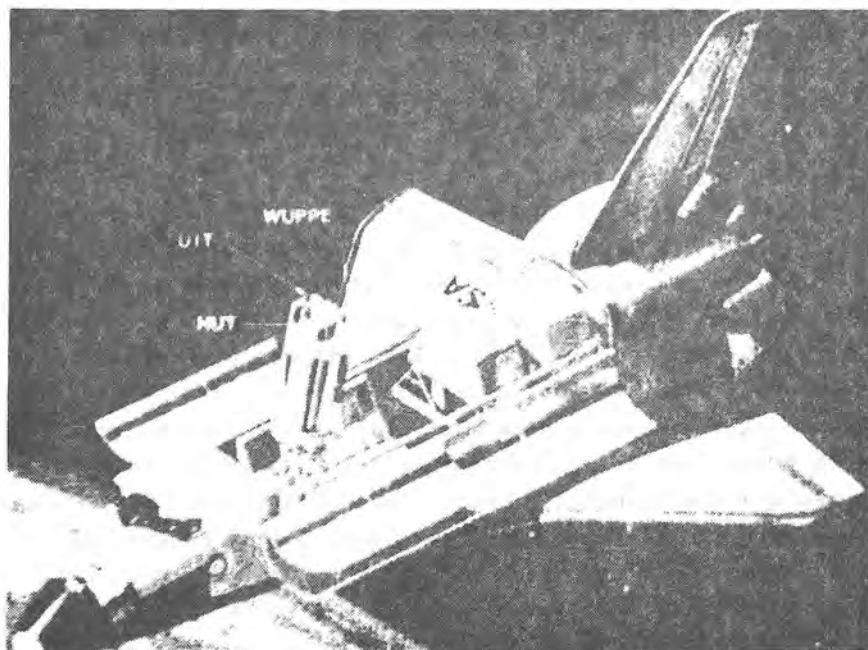
Prve inicijative za slanje specijalnih kosmičkih letilica kojima bi se istraživale komete pokrenuli su sredinom sedamdesetih godina naučni timovi u SAD i SSSR, koji su tada intezivno radili na projektima letilica za istraživanje planeta ("*Mariner*", "*Pionir*", "*Mars*", "*Venera*", itd).

Američki naučnici su nameravali da već 1976. lansiraju automatsku letilicu za proučavanje komete Grig-Skejlerup. Razmatrani su planovi i za slanje specijalne letilice koja bi se 1984.god. približila kometi Enke i odredjeno vreme letela uporedo sa njom.

Medjutim, najambiciozniji projekti bili su namenjeni istraživanju čuvene Halejeve komete prilikom njenog povratka 1986.godine. NASA je 1978. razmatrala dve varijante za susret letilice i Halejeve komete: po prvoj, specijalnu letilicu tešku 1800kg sa 100kg naučnih instrumenata, odneo bi na orbitu "Spejs šatl" u toku 1982.god. Tada bi se aktivirali specijalni jonski motori koji bi usmerili letilicu u susret kometi. Posle 3,5 godina putovanja, krajem 1985. letilica bi susrela kometu (pri približavanju komete ka perihelu). Letilica bi prošla pored komete na rastojanju od 50.000 km a zatim nastavila svoje putovanje kosmosom. Sredinom 1988. letilica bi se susrela sa kometom *Tempel-2* i tada prikupila podatke



SLIKA 121 - Letilica ISSE-3 lansirana je u međuplanetarni prostor 1978. sa ciljem da istražuje "Sunčev vetar"

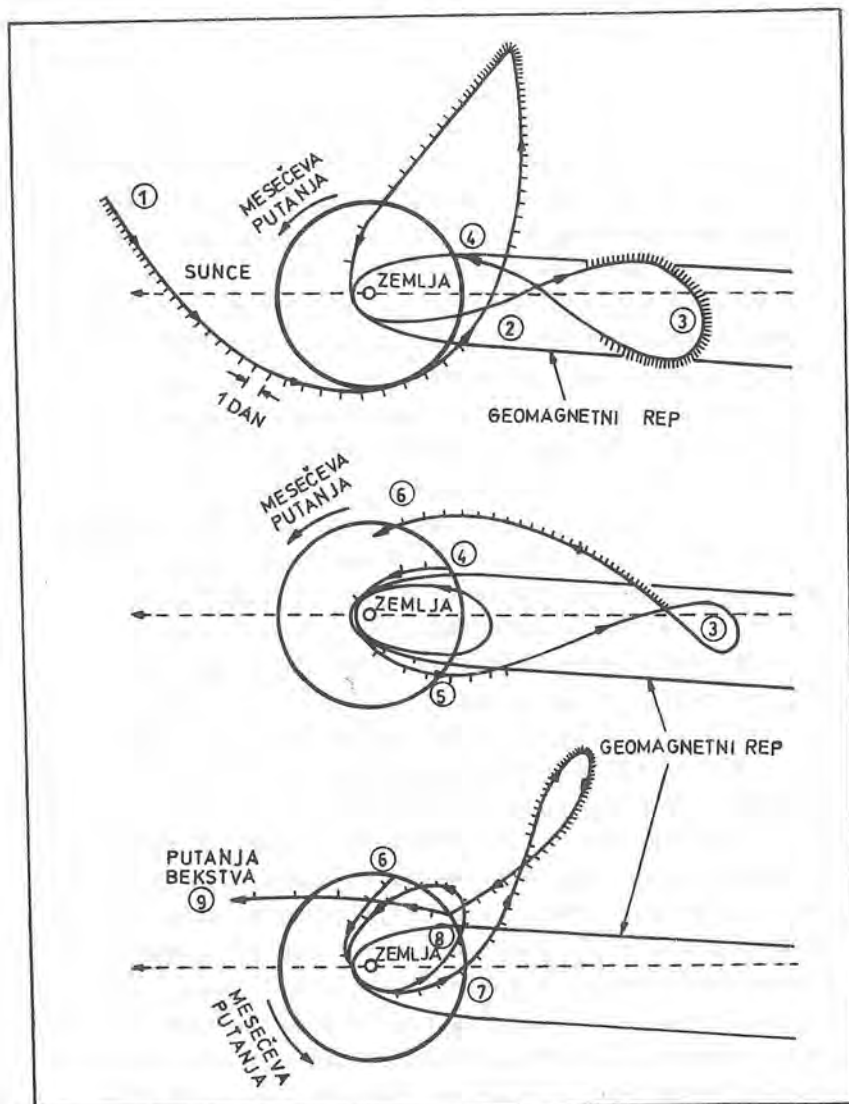


SLIKA 123 - Crtež raketoplana "Spejs šatl" sa kompletom instrumenata za projekat "ASTRO"

o ovoj kometi. Po drugoj varijanti do susreta sa Halejevom kometom bi došlo polovinom 1986.g. (pri udaljavanju komete od perihela). Letilica bi prošla pored komete na nešto većem rastojanju ali bi nekoliko puta obletela jezgro komete a eventualno proletela i kroz komu. Po ovoj varijanti ne bi se više istraživala ni jedna druga kometa. Predloženo je da se ova letilica nazove "Mark Tven" u čast poznatog američkog književnika koji se rodio 1835. prilikom pojave Halejeve komete, a po vlastitom predskazanju umro 1910, kada je Halejeva kometa ponovo zasijala na nebu. Ista grupa naučnika predložila je projekat letilice sa solarno-električnim pogonom, kojom bi se istraživale kratkoperiodične komete kao što su *Enke*, *Grig-Skej-Ierup*, *Honda-Mrkos-Pajdušakova* i *Giakobini-Ciner*.

Veoma originalnu letilicu za istraživanje Halejeve komete predložili su naučnici sa Laboratorije za mlazni pogon (JPL) u Pasadeni. Njihov je predlog bio da se napravi "Kosmička jedrilica" specijalna letilica pod nazivom "Sunčevo jedro" (*Solar Sail*). Letilicu u sklopljenom stanju odneo bi na orbitu "Spejs šatl". Tada bi se paket veličine oko 4m otvorio i iz njegovih elemenata sastavile bi se dve vrlo lagane ukrštene prečke duge oko 1100m. Između ovih prečki, slično kao kod dečojeg zmaja, razapelo bi se jedro od specijalnog vrlo laganog plastičnog materijala ukupne površine od čak 65 hektara. Posle toga zahvaćena Sunčevim vetrom, ova kosmička jedrilica bi krenula u susret Halejevoj kometi. U trenutku susreta letilice i komete eksplozija treba da odbaci jedro a naučne instrumente ubaci u putanju komete, što bi omogućilo da se kometa neprestano prati iz neposredne blizine najmanje godinu dana.

Na žalost, zbog drastičnog smanjenja budžeta NASA nije mogla da realizuje nijedan od ovih projekata. Tako američki naučnici koji su pokrenuli inicijativu 1978.g. za stvaranje Medjunarodnog programa za posmatranje Halejeve komete (IHW) neće biti u mogućnosti da 1986. istražuju ovu kometu iz neposredne blizine kosmičkim letilicama. Ipak, Amerikanci nisu odustali od istraživanja, pa kada nisu dobili sredstva za izgradnju specijalnih letilica odlučili su da iskoriste dve već postojeće letilice ISEE-3 i SAO-3, koje su konstruisane za specijalna astronomska posmatranja. Letilica ISEE-3 (*International Sun-Earth Explorer*, Medjunarodni istraživač Sunce - Zemlja, slika 121) lansirana je u međuplanetarni prostor u avgustu 1978.godine, sa ciljem da istražuje



- Lansiranje 12. avgusta 1978.
- Ulazi u libracionu tačku orbite Zemlja-Sunce 20. novembra 1978.
- 1. Napušta libracionu tačku 10. juna 1982.
- 2. Prvi prolazak kroz geomagnetni rep 14.-24. oktobra 1982.
- 3. Ostali prolazi kroz geomagnetni rep, januar-mart 1983, maj-septembar 1983.
- 4. Prvo proletanje pored Meseca 30. marta 1983.
- 5. Drugo proletanje pored Meseca 24. aprila 1983.
- 6. Treće proletanje pored Meseca 29. septembra 1983.
- 7. Četvrto proletanje pored Meseca 22. oktobra 1983.
- 8. Peto proletanje pored Meseca 23. decembra 1983.
- 9. Napušta sistem Zemlja-Mesec, januara 1984.
- ISSE-3 se usmerava u susret komete Đakobini-Ciner, marta 1985.
- Susret letilice i komete Đakobini-Ciner 11. septembra 1985.
- Prvi susret ISSE-3 i Halejeve komete, 31. oktobra 1985.
- Drugi susret ISSE-3 i Halejeve komete, 28. marta 1986.

SLIKA 122 - Faze leta letilice ISSE-3

"Sunčev vetar". Posle 4 godine rada dobio je zadatak da ispituje Zemljin magnetni rep, a na kraju zadatak da istražuje kometu Džakobini-Cinner u septembru 1985. i sa velikog rastojanja Halejevu kometu u toku 1985-1986. Pošto je letilica već dugo u kosmosu, tako da nema veliku zalihu pogonskih goriva, njeno usmeravanje na novu putanju, u susret novim kometama, obaviće se preko vrlo složenog manevra, koristeći gravitacione sile Sunca, Zemlje i Meseca (slika 122). Letilica će proći kroz rep komete Đakobini-Cinner 11. septembra 1985. na udaljenosti 3000 km od komete. Šest nedelja kasnije u dva navrata će se sresti sa Halejevom kometom: prvi put u oktobru 1985, kada će proći pored komete na udaljenosti od 1,38 miliona km, a drugi put u martu 1986, kada će biti daleko od komete oko 31 milion km.

Pored ovog projekta američki naučnici planiraju za istraživanje Halejeve komete i program "Astro". To je specijalni astronomski program u okviru naučnih misija Spejs Šatla (*Space Shuttle*). "Astro" je u stvari jedan od nekoliko naučnih programa koje planira NASA sa ciljem da se sa letovima Spejs Šatla na orbiti oko Zemlje postave specijalni naučni instrumenti za odgovarajuća istraživanja, Paket "Astro" predstavlja više specijalnih teleskopa i kamera, konstruisanih da registruju ultravioleto zračenje nebeskih tela. U toku tri leta Spejs Šatla planirano je da se ispituju objekti Sunčevog sistema, zvezde, magline, medjuzvezdana materija, galaksije i kvazari. Medjutim, pošto je slanje prvog paketa ("Astro 1") bilo moguće realizovati tek u 35 letu Spejs Šatla u martu 1986, baš u vreme pojave Halejeve komete, predloženo je da se u postojećem programu naprave manje izmene koje će omogućiti da se obavi i istraživanje ove čuvene komete.

Projektom "Astro" rukovodi specijalna grupa od 11 naučnika iz raznih instituta (*Johns Hopkins Univ., Univ. of Wisconsin i Goddard Space Center*), svaka od njih projektovala je po jedan instrument za "Astro", tako da će u paketu biti tri specijalna teleskopa.

Johns Hopkins Univ. napraviće ultravioletni teleskop - HUT (*Hopkins Ultraviolet Telescope*). To je teleskop prečnika 90cm, $f/2$, koji će registrovati zračenje talasne dužine $425-1850 \times 10^{-10} \text{m}$, a sa specijalnom osetljivošću u području $850-1850 \times 10^{-10} \text{m}$. Njegov detektor je jedan spektrograf koji je montiran u primarnom fokusu. Ovaj teleskop je predviđen za registrovanje veoma slabih zračenja u

dalekoj oblasti ultravioletnog spektra, što će omogućiti nova saznanja o hemijskom sastavu komete.

Goddard Space Center napraviće ultravioletni teleskop - UIT (*Ultraviolet Imaging Telescope*). To je *Cassegrain* teleskop sistema *Richey-Chretien*, prečnika 38 cm, $f/9$, koji treba da registruje zračenje talasne dužine između 1250 i 2800×10^{-10} m. Instrument treba da ima moć razlaganja od dve uglovne sekunde i vidno polje od 40 sekundi. U prvobitnom planu njime je bilo predviđeno posmatranje zvezda klase 0, čija je prividna veličina čak do $+25,3^m$. Kod istraživanja Halejeve komete ovim instrumentima će se proučavati celokupna struktura komete i efekata u njenom jezgru pri prolasku komete kroz perihel (tj. blizu Sunca).

Univ. of Wisconsin napraviće teleskop - WUPPE (*Wisconsin Ultraviolet Photo-Polarimetry Experiment*). To je specijalni *Cassegrain* teleskop prečnika 50cm, $f/10$ koji će sakupljati svetlost za ultravioletni spektropolarimetar za zračenja talasne dužine 1400 - 3200×10^{-10} m. Instrument treba da ima razdvojnu moć oko jedne uglovne sekunde, mada će sam spektrometar imati nešto manju razvojnu moć. Polarimetrijska istraživanja pomoću ovog instrumenta treba da daju nova saznanja o sastavu prašine u repu komete.

Pored ovih teleskopa, predviđenih za prvobitni program "Astro", za istraživanje Halejeve komete tj. misiju "Astro 1" biće predviđene i dve specijalne kamere širokog vidnog polja, sa objektivima verovatno od 50 i 85mm i sa pojačivačima slike i specijalnim filterima. Ove kamere su predviđene za snimanje (fotografisanje) repa komete u vidljivom delu spektra. Jedna kamera će snimati zračenje talasne dužine 5000 - 6500×10^{-10} m (između narandžastog i crvenog), tako da će se registrovati prašinate strukture u repu. Druga kamera će snimati zračenja talasne dužine 3800 - 5000×10^{-10} m (između plavog i narandžastog dela spektra), tako da će se snimiti aktivnost plazme u repu komete.

Projektom će rukovoditi tim naučnika koji će u toku misije biti na Zemlji, a na Spejs šatlu će biti dva astronauta specijalista koji će u Kosmosu neposredno raditi sa instrumentima (slika 123).

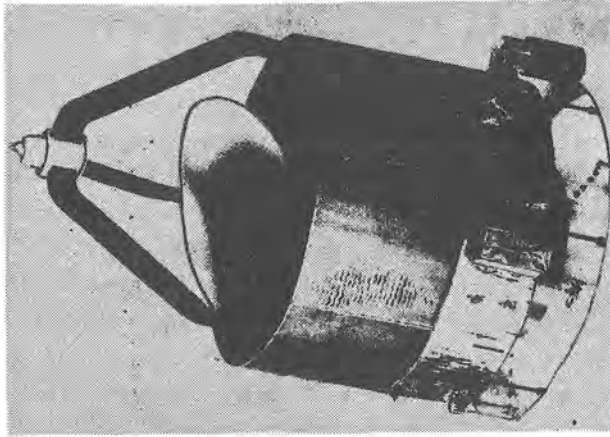
TRI PROJEKTA ZA ISTRAŽIVANJE HALEJEVE KOMETE KOSMIČKIM LETILICAMA (SONDAMA)

Iako je NASA odustala od slanja specijalne kosmičke letilice, u susret Halejevoj kometi u toku 1985. treba da krenu čak četiri automatske kosmičke letilice (sonde): naučnici iz Evropske svemirske agencije (*European Space Agency - ESA*, u čijem je sastavu 11 Evropskih država) pripremaju letilicu "ĐOTO" (slika 124); sovjetski naučnici u saradnji sa naučnicima iz istočnoevropskih zemalja, Austrije, Francuske i SR Nemačke pripremaju dve letilice: "VEGA 1" i "VEGA 2" (slika 126), i japanski stručnjaci iz Instituta za svemir i astronautičke nauke iz Tokija (*The Institute of Space and Astronautical Sciences*) pripremaju letilicu "PLANETA A" (slika 128). Ove letilice noseće razne instrumente za ispitivanje komete: detektor prašine, detektor plazme, magnetometre, vizuelne i infracrvene kamere itd. Svaka letilica ima različitu vrstu instrumenata, tako da će se dobijeni podaci o kometi međusobno dopunjavati i dati nam celovitiju sliku. Naučna misija ovih letilica ima tri glavna zadatka:

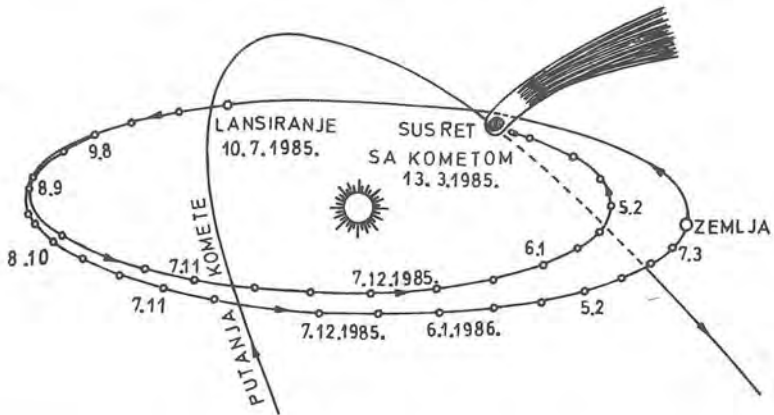
1. Ispitati prirodu o količinu materijala od koga je sastavljeno jezgro komete.
2. Ispitati prašinu i raspored veličine zrna prašine u kometi.
3. Proučavanje procesa u kometi i interakcija komete sa solarnim vetrom.

LETILICA ĐOTO dobila je ime po poznatom italijanskom slikaru Đotu (*Giotto di Bondone 1267-1377*). On je na samom početku 14. veka slikao u kapeli Skrovenji (*Scrovegni*) u Padovi seriju od 38 fresaka na kojima je prikazao život Isusa Hrista; na jednoj od njih, koja nosi naziv "Poklonstvo kraljeva", prikazao je izgled Halejeve komete kako se videla 1301. godine iz Italije. Dok je na crtežima koji su radjeni pre Đota kometa prikazana stilizovano i neprecizno kao "repata zvezda", on je prvi očevidac koji je Halejevu kometu nacrtao realno, kako je izgledala na nebu (slika 51, na strani 98).

Od planiranih misija ka Halejevoj kometi najpotpuniji je program koji planira ESA sa letilicom "ĐOTO". Sama letilica (slika



SLIKA 124 - Crtež letilice "Doto"



SLIKA 125 - Putanja susreta letilice "Doto" sa Halejevom kometom

124) je cilindričnog oblika, dužine oko 3m, težine oko 1500kg, a konstruirali su je timovi naučnika iz Britanske grupe za svemirsku dinamiku iz Bristol, sa Univerziteta u Londonu, Keltu, Hajdelbergu i Bernu.

Letilica će biti lansirana 10. jula 1985.god. sa kosmodroma *Kourou* u Francuskoj Gajani, poznatom francuskom raketom Arijana. Raketa nosač će je prvo odneti na visoku eliptičnu putanju, gde će se proveriti rad svih sistema. Ako sve bude po planu, tada aktiviraće se motori na samoj letilici, koji treba da je usmere ka Halejevoj kometi. Da bi se uštedelo gorivo, "Đoto" će se kretati u ravni ekliptike. Na slici 125 prikazana je putanja letilice od trenutka lansiranja do susreta sa kometom. Putovanje do komete trajaće punih sedam meseci, tako da će 13. marta 1986.god. letilica proći pored komete brzinom od 68 km/s na udaljenosti od samo 500km. Tada će kometa biti daleko od Zemlje oko 150 miliona km (tj. 1 a.j.). Većina naučnih instrumenata na letilici počeće sa radom četiri sata pre susreta, a očekuje se da će pri susretu sa repom komete biti uništeni; zato će svi podaci odmah biti poslani na Zemlju, kako u slučaju oštećenja predajnika ne bi bili zauvek izgubljeni. Letilica će imati specijalan štitnik kao zaštitu od udarnih čestica prašine komete, koje se kreću brzinom deset puta većom od metka. Stabilizacija letilice biće izvršena rotacijom, a osa obrtanja letilice biće u pravcu kretanja, tako da će štitnik uvek biti na prednjem delu. Prednji deo štitnika napravljen je od aluminijuma debljine 1mm, dok je zadnji deo presvučen "*kevlarom*", materijalom koji se koristi za izradu oklopa na tenkovima i ratnim brodovima. "Đoto" će nositi tri naučne platforme, dve za sisteme same letilice i jednu za naučne instrumente. Većina instrumenata biće montirana u prednjem delu letilice, odmah iza štitnika. Izuzetak predstavlja magnetometar koji se nalazi na tronošcu, optički detektor koji je okrenut unazad i nekoliko detektora na štitniku koji registruju udare prašine. Sa spoljne strane letilice nalaze se solarne ćelije koje će obezbediti potrebnu energiju za vreme leta komete. Medjutim, pri susretu sa kometom, kada se aktiviraju svi instrumenti, ove ćelije neće moći dati potrebnu struju, a može se očekivati da će mnoge biti uništene od udara prašine, pa letilica nosi i četiri akumulatora koji mogu dati dovoljno električne energije i pri najtežim uslovima.

Zadaci misije su vrlo ambiciozni :

- ispitivanje sastava kome, hemijskih i fizičkih uslova u njoj;
- odredjivanje sastava prašinstog repa i njegovog odnosa prema gasovitom repu;
- snimanje slika visoke rezolucije samog jezgra komete;
- proučavanje protoka jonizovanog gasa u okolini komete i reakcije toga gasa na dejstvo Sunčevog vetra.

Za rešavanje ovih zadataka letilica nosi deset naučnih instrumenata, multikolor kameru, fotopolarimetar, detektore prašine i nekoliko uređaja za plazma-eksperimente.

Specijalna tzv. "Halejeva kamera" koristiće se za višebojna (*multicolor*) snimanja jezgra komete. Kamera ima žižu jedan metar, a da je ne bi oštetili udari prašine, montirana je iza štitnika. Snimanje u pravcu kretanja komete obavljaće se preko jednog ogledala pod uglom od 45° . U sistemu će se nalaziti dve televizijske kamere sa rezolucijom od 328×328 linija, plus 2×936 linija "Rericon" za spektroskopiju.

Fotopolarimetrom će se meriti polarizacija svetlosti reflektovana od čestica prašine u kometi. Na osnovu dobijenih podataka moći će se odrediti karakteristike zrna prašine. Podaci o količini raspršene svetlosti, dobijeni takodje ovim instrumentom, omogućiće da se odredi gustina prašine.

Tri spektrometra mase odredjivaće mase molekula neutralnog gasa, jona u plazmi, zrna prašine, što će naletati na njih .

Letilica će nositi uređaje u kojima će se obaviti nekoliko eksperimenata plazme. Zadatak ovih eksperimenata je da se pokuša što bolje proučiti medjusobna interakcija Sunčevog vetra i "Jonosfere" komete, naročito u području talasnog fronta (granice sudara). Prilikom ovih eksperimenata meriće se energija, brzina, pravac i masa jona komete. U isto vreme magnometar će vršiti analizu magnetnog polja u komi komete.

Za detekciju većih udara čestica prašine, sa spoljašnje strane štitnika biće montirana tri mikrofona. Registracija udara vršiće se na osnovu vibracija štitnika. U unutrašnjosti štitnika biće postavljen četvrtasti mikrofoni koji će registrovati čestice koje uspeju da probiju prvi štitnik. Očekuje se da će se

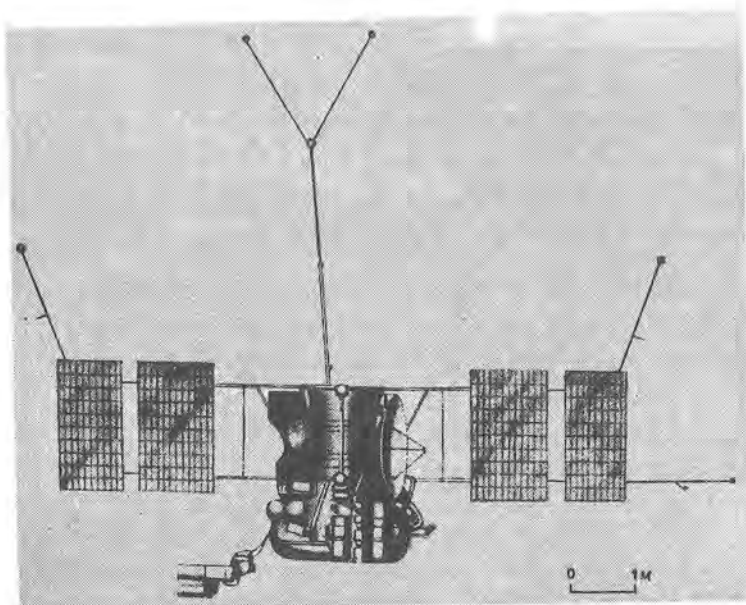
na osnovu vremena koje prodje od trenutka udara do trenutka detektovanja sa mikrofonomi moći odrediti mesto udara čestice prašine. Brzina čestice odrediće se na osnovu razlike vremena koje prodje od udara u prvi štitićnik i udara u drugi. Vrlo male čestice prašine detektovaće se indirektno preko jonizovanog gasa koji će stvarati njihov udar u jedan specijalni detektor.

LETILICA "VEGA 1" I "VEGA 2". Sovjetski naučnici žele da prolazak letilice pored Venere na putu ka Halejevoj kometi iskoriste i za slanje istraživačkih sondi na Veneru. Po nazivu misije VENERA-GALLEJ (na ruskom: Галлей = галлеу) letilica je dobila ime "VEGA". Planira se da se pošalju dve identične letilice (Vega 1 i Vega 2), koje treba da budu lansirane izmedju 15. i 28. decembra 1984.* Letilice će putovati do Venere oko šest meseci, tako će sredinom juna 1985. odbaciti sondu za istraživanje Venere i koristeći gravitaciju Venere povećati svoju brzinu i krenuti u susret Halejevoj kometi. "Vega 1" treba da stigne do komete 8. marta 1986, a "Vega 2" oko nedelju dana kasnije. Na slici 127 prikazana je putanja po kojoj će se kretati ove letilice od Zemlje ka Veneri i Halejevoj kometi. Iako su letilice projektovane da se mogu navesti na cilj sa tačnošću od oko 100km, položaj letilice u odnosu na jezgro komete biće poznat sa tačnošću od samo nekoliko hiljada km. Pretpostavlja se da letilice u paru Sovjeti šalju zato što žele da jedna od njih ispituje kometu sa rastojanja od oko 10.000km, dok druga letilica treba da se što više približi kometi i ispita je iz neposredne blizine. Ova druga letilica je žrtvovana, jer će naverovatnije biti uništena kada se približi na određeno rastojanje od komete.

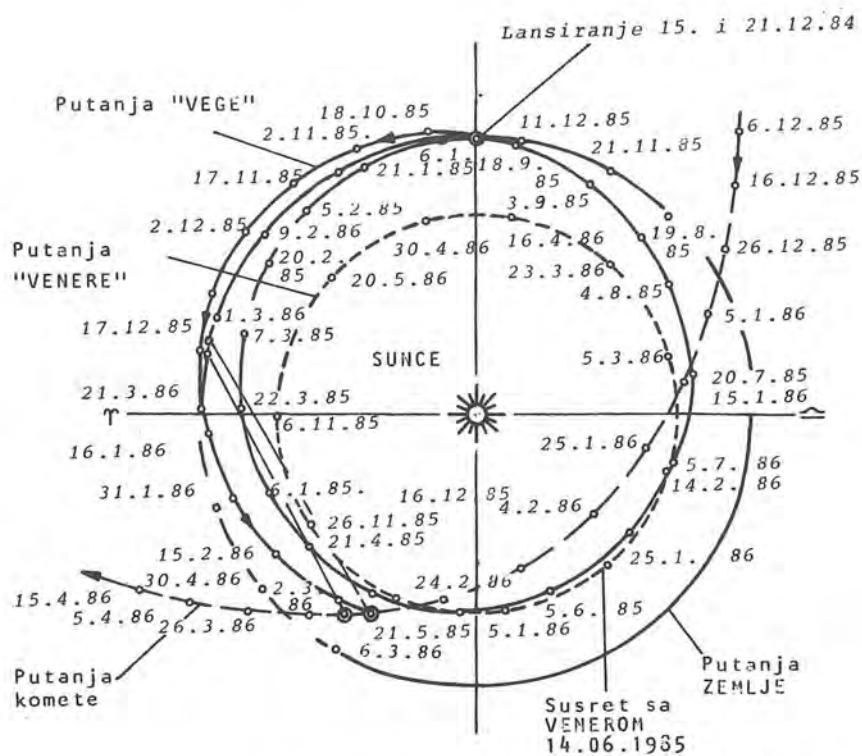
Letilice su stabilizovane na putanji sa tri žiroskopa po tri ose, što im omogućuje da se mogu okretati u bilo kom pravcu.

Glavi delovi letilice tipa "Vega" (slika 126) su četiri velika panela sa sunčevim ćelijama, antena za vezu i jedna nezavisno usmerena platforma sa kamerama i raznim instrumentima. Ova platforma se može obrtati u dve upravne ose, za 110° i 40° . Tačnost usmeravanja platforme je pet lučnih minuta. Na njoj će biti montirane usko i široko ugaone kamere, spektrometar i jedna kombinacija kamere

* U trenutku kada je završavano pisanje knjige, agencija TASS je javila da je 16. decembra 1984. god. sa kosmodroma Bajkonur lansirana raketa sa kosmičkom sondom "VEGA 1", a 21. decembra 1984. "VEGA 2".



SLIKA 126 - Crtež letilice "VEGA"



SLIKA 127 - Putanja susreta letilice "VEGA" sa Halejevom kometom

i spektrografa. Ostali instrumenti nalaze se montirani na samom telu letilice, sa izuzetkom nekih detektora za Sunčev vetar i plazmu, koji se nalaze na dugačkim nosačima. Za zaštitu od udara čestica prašine letilica ima štitičnik slične konstrukcije kao i "Đoto".

Očekuje se da će letilica slati naučne podatke od 2,5 sata pre do 30 minuta posle susreta sa kometom. Pre ovoga u nekoliko navrata će se primati podaci sa letilice u periodu od dva sata, kako bi se ispitalo funkcionisanje sistema za slanje podataka na letilici i sistema za njihov prijem na Zemlji.

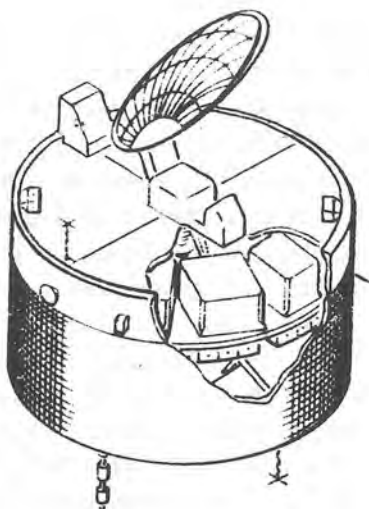
Širokougaona kamera imaće zadatak da fotografiše komu komete i da služi kao tražilac za uskougona kameru koja ima mogućnost da razluči površinske detalje od 180m sa daljine od 10.000km. Ove kamere imaju rezoluciju od 500x500 linija. Medjutim, neće se vršiti prenos celokupne slike, već samo jedne desetine centralne najsjajnije površine na celoj slici. Pri snimanju će se koristiti kratke ekspozicije, pošto će se letilica kretati relativno brzo. Kamere će služiti i za usmeravanje platforme sa instrumentima; na primer, fotografije komete pre susreta (na velikoj daljini od komete) omogućiće da se izračuna tačna putanja letilice u odnosu na putanju komete, a izračunate vrednosti će poslužiti da se pre susreta sa kometom platforma sa instrumentima usmeri u najpovoljniji položaj.

Spektrograf će služiti za merenje brzina i sastava gasova koji izlaze iz komete, kao i za polarizaciju svetlosti koju reflektuju čestice prašine. Spektrograf se sastoji od Kasegrenovog teleskopa prečnika 140mm i žiže 500mm.

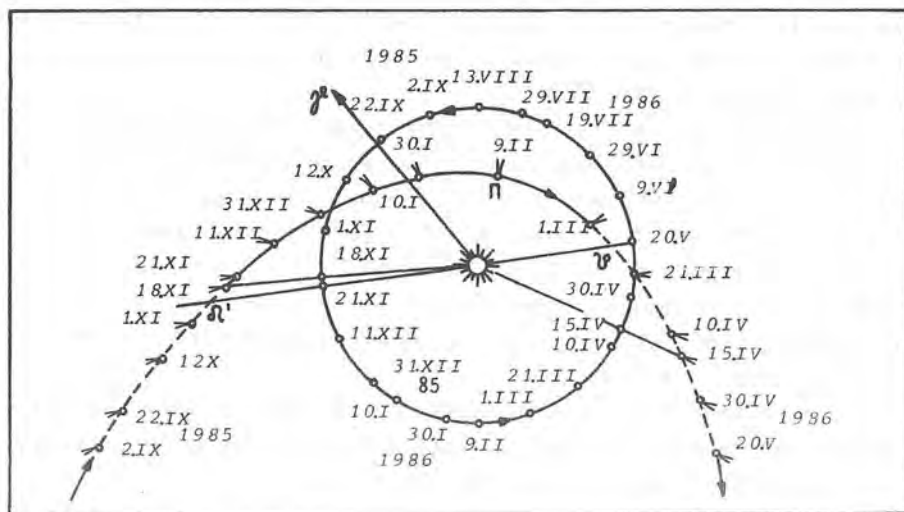
Kombinacija kamera-spektrograf treba da snimi spektar i izgled jezgra u infracrvenoj svetlosti. Ovo će se postići tako što će se svetlost koja je ušla u Kasegrenov teleskop razlagati na tri dela: dva će ići u spektrograf a jedan za dobijanje slike jezgra. Rezultati posmatranja u infracrvenom delu spektra omogućiće naučnicima da saznaju temperaturu u jezgru, prirodu temperature i raspored gustine čestica prašine, sadržaj temperature i prirodu molekula gasa i drugo.

Na letilici će se nalaziti i uređjaji za nekoliko plazma-eksperimenata kojima će se istraživati mase, energije i talasne pojave u plazmi i neutralnim gasovima u komi.

Magnetometar će imati zadatak da meri magnetna polja u talasnom frontu, na granici izmedju kome i Sunčevog vetra.



SLIKA 128 - Crtež letilice "Planeta A"



SLIKA 129 - Putanja Halejeve komete u blizini Zemljine putanje od 2.septembra 1985. do, 20.maja 1986.

Na "Vegi" je montiran i sistem za detektovanje prašine, koji je sličan onome na "Đotu". Njime će se meriti broj, brzine, mesto i pravac udara čestice prašine u štitnik letilice.

LETILICA "PLANETA A" biće lansirana 14. avgusta 1985.god. iz Kosmičkog centra Kagošima (*Kagoshima*) u Južnom Japanu. Jedan specijalni impulsni motor daće letilici dovoljno ubrzanje da stigne do Halejeve komete, tako da će "Planeta A" za razliku od drugih letilica biti direktno ubačena u orbitu za presretanje komete. Prednost ovoga je velika ušteda goriva, a mana je u tome što se odstupanje od putanje može tačno znati tek kada letilica bude daleko od Zemlje. Do komete će stići pet dana ranije od "Đota" (8. marta 1986.) i proći kroz rep komete na udaljenosti od više desetina hiljada km od glave. Tačna udaljenost susreta će se znati tek neposredno pred sam susret sa kometom. Medjutim, pedantni Japanci preduzeli su mere da do većeg odstupanja ne dodje. Šest meseci pre susreta "Planete A" i komete, lansiraće se specijalna letilica MS-T5. To će biti generalna proba kojom treba da se ispitaju uređaji, tehnika i metode kontrole položaja i brzine letilice, telekomunikacione veze, rad motora itd. Medjutim, letilica MS-T5 će vršiti samo ispitivanje međuplanetskog prostora i komete će proći pored nje na udaljenosti od preko 16 miliona km.

Letilica "Planeta A" (slika 128) ima cilindričan oblik, visinu 0,7m i prečnika je 1,4m. Stabilizacija letilice biće izvršena rotacijom kao i kod "Đota". Letilica će imati antenu koja će uvek biti okrenuta ka Zemlji. Sa spoljašnje strane letilice nalaze se sunčane ćelije koje daju 82W energije, što je dovoljno za rad svih sistema i naučnih instrumenata na letilici.

Zadatak letilice biće posmatranje evolucije komete, merenje brzine oblaka i gasa i atoma vodonika pri širenju oko komete i dejstvo Sunčevog vetra na ovo širenje. Naročito će se obratiti pažnja na pojave u "frontu sudara".

Na samoj letilici montirana su samo dva instrumenta:

- ultravioletna kamera i
- analizator Sunčevog vetra.

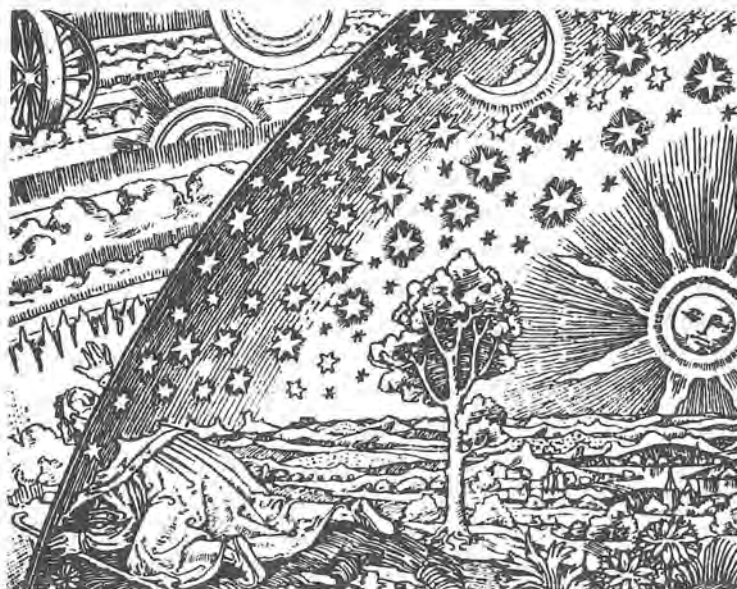
Ultravioletna kamera sastoji se iz ultravioletnog teleskopa sa CCD kamerom rezolucije 125x150 linija i kontrolne elektronike. Vidno polje kamere je $2^{\circ},5$ sa rezolucijom od jedne lučne minute, odnosno 30km sa udaljenosti od 100.000km. Znači, rezolucija kamere

neće biti dovoljna da bi se moglo posmatrati jezgro komete, jer se smatra da Halejeva kometa ima jezgro prečnika oko 5km. Medjutim ova kamera će biti sasvim dobra za snimanje kome. Pošto "Đoto" i letilice SSSR-a imaju zadatak da istražuju jezgro, rezultati koje sakupi "Planeta A" će dobro dopuniti podatke sa drugih letilica.

Analizator Sunčevog vetra imaće zadatak da meri raspored i pravac Sunčevog vetra u području 30° od ekliptike. Ovaj instrument je sličan fotomultiplikatoru.

Ukupna masa naučnih instrumenata na "Planeti A" je 10kg. Letilica "Đoto" je nešto veća i nosi instrumente od 57kg, a letilica tipa "Vega" čak od 130kg.

Organizacija međunarodnog programa za posmatranje Halejeve komete IHW, izgradnja specijalnih letilica za posmatranje komete iz neposredne blizine, projekti za istraživanje komete sa instrumentima koji će se nalaziti u orbiti Zemlje, kao i već dobijeni rezultati na ovom prvom velikom međunarodnom programu za istraživanje jedne komete, sigurni su pokazatelj da će povratak Halejeve komete 1985/1986. biti ne samo zanimljiva atraktivna pojava na nebu, koja je hiljadama godina u ljudskoj istoriji izazivala strah i bila izvor raznih praznoverja i besmislenih astroloških predviđanja, već i veliki naučni događaj koji će omogućiti nova saznanja o kometama i umnogome povećati znanja o ovim nebeskim telima.



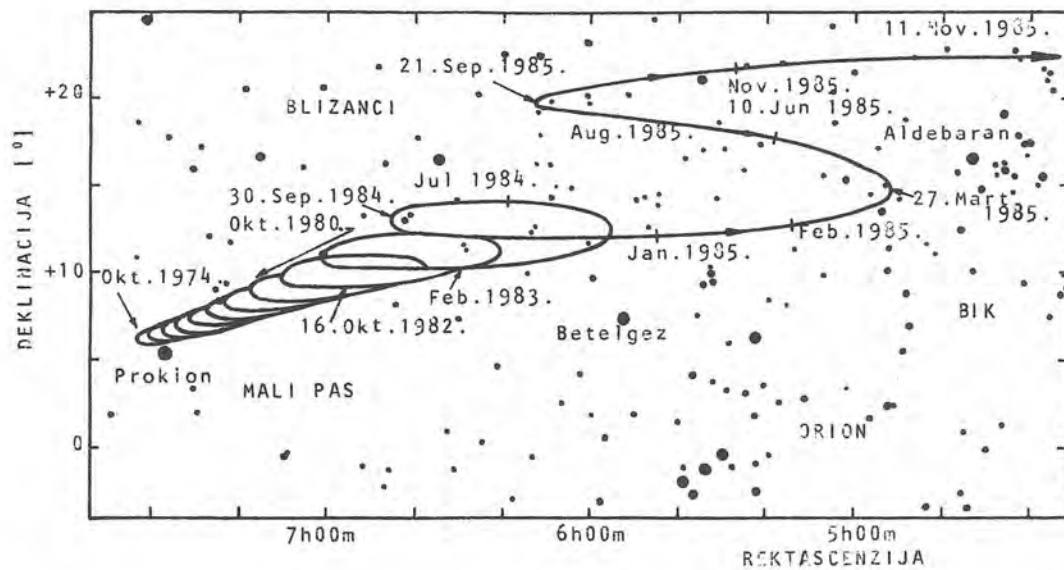
Istraživanje svemira - gravira iz 1520.

31. KRETANJE HALEJEVE KOMETE U SUNČEVOM SISTEMU I NJENO KRETANJE NA NEBU U PERIODU 1974-1987.

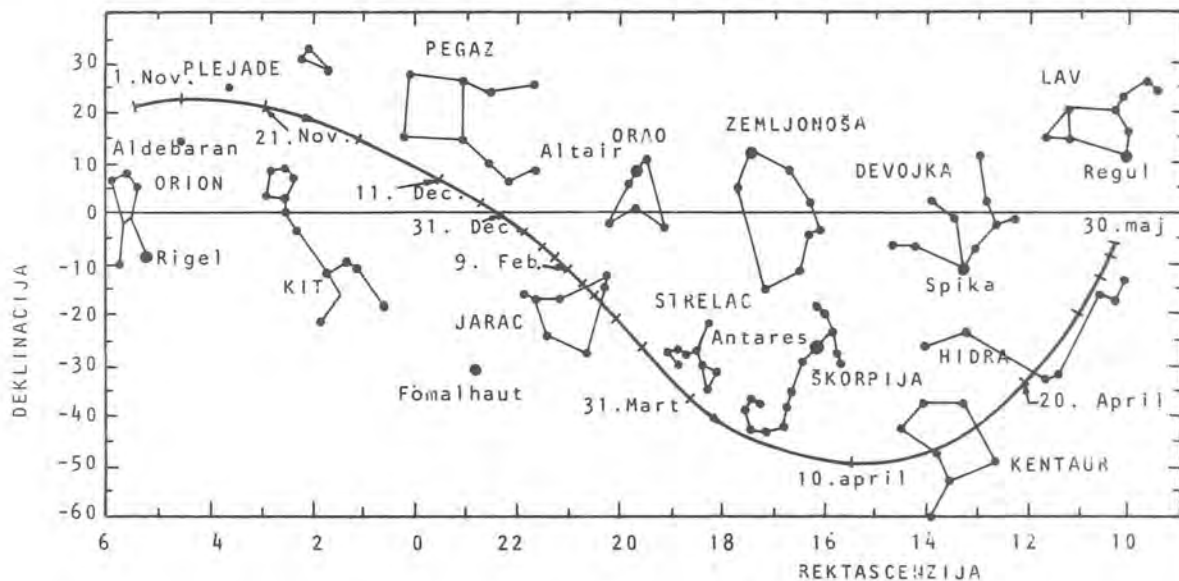
Videli smo da je prvi pokušaj za ponovno otkriće ove čuvene komete bio 1977. godine. Medjutim, prve efemeride komete izračunate su još 1974. Kometa se tada nalazila na rastojanju od Sunca oko 25 a.j. (negde na sredini između putanje Neptuna i Urana), krećući se brzinom oko 5km/s (slika 14 i 15, strana 18). Smatra se da je tada sjaj komete bio manji od 26^m , tako da se nije mogla registrovati ni najvećim teleskopima na svetu. Po efemeridama kometa se nalazila na nebu u sazveždju Mali Pas, neposredno iznad zvezde Prokion (slika 130).

Kao što je to slučaj kod planeta i kod dugoperiodičnih kometa, godišnje kretanje na nebu nije samo rezultat njenog kretanja po sopstvenoj putanji oko Sunca, već zavisi i od godišnjeg kretanja Zemlje oko Sunca. Zbog ovoga je kod dugoperiodične komete (kada se kometa nalazi daleko od Sunca) godišnja putanja na nebu u vidu petlje, slične kao kod kretanja planeta. Pošto se 1974. Halejeva kometa nalazila između putanje Neptuna i Urana, njeno godišnje kretanje po nebu bilo je po petlji nešto manjoj od Uranove a malo većoj od Neptunove godišnje petlje na nebu. To znači da je te godine ukupno kretanje komete na nebu bilo vrlo skromno: po rektascenziji samo oko 10 minuta a po deklinaciji oko 1^0 (slika 130). Medjutim, u narednim godinama, kako se kometa sve više približava Suncu, njena orbitalna brzina se povećava tako da je svake godine kometina godišnja petlja na nebu sve veća. Kometa se i dalje nalazila u području neba iznad zvezde Prokion, ali se petlja svake naredne godine malo pomeri nagore i ka istoku, prema sazveždju Blizanci i Orion (slika 131).

U trenutku prvog posmatranja posle 1911. godine, kada je kometa registrovana 16. oktobra 1982. sa Palomarske opservatorije, nalazila se na udaljenosti od Sunca 11,05 a.j. (između putanje Urana i Saturna), a kretala se brzinom 10,05km/s. Od Zemlje je bila daleko 10,94 a.j., ili oko 1,6 milijardi km, što znači da je bilo potrebno preko 90 minuta da svetlost komete stigne do Zemlje. Kometa se nalazila u sazveždju Mali Pas, neposredno ispod zvezde Epsilon. U toku 1982. Halejeva kometa se kretala po petlji čija je veliči na po rektascenziji bila 24 minuta, a po deklinaciji oko $1,5^0$.



SLIKA 130 - Putanja Halejeve komete na nebu od oktobra 1974. do novembra 1985.



SLIKA 131 - Putanja Halejeve komete na nebu od 1. novembra 1985. do 30. maja 1986.

Krajem godine sjaj komete dostiže 23^m , tako da je registrovana sa nekoliko velikih teleskopa na poznatim opservatorijama.

Putanju Saturna (9,5 a.j.) kometa je prošla 18. juna 1983. krećući se brzinom od 11,7 km/s. Na nebu se nalazila u sazveždju Blizanaca, ispod zvezde Ksi na samoj granici izmedju sazveždja Blizanci i Jednoróg. Imala je sjaj oko 22^m . Krajem godine dostiže sjaj od 21^m , što omogućuje prva snimanja komete na specijalne foto-ploče i dobijanje prvih fotografija komete (do tada je kometa mogla biti registrovana samo preko specijalnih elektronskih uređaja na velikim teleskopima). U toku 1983.god. Halejeva kometa se kretala po petlji čija je veličina po rektascenziji bila 41 minut, a po deklinaciji oko 30.

U toku 1984.godine kometa se približila Suncu sa 8,1 na 5,3 a.j. a Zemlji sa 7,2 na 4,3 a.j., krećući se izmedju putanje Saturna i Jupitera brzinom od 13 do 16,9 km/s. Kretala se na nebu kroz sazveždje Blizanci i Orion po petlji čija je veličina po rektascenziji bila oko 60 minuta (jedan sat) a po deklinaciji oko 4^0 . Krajem godine sjaj komete dostiže 18^m , što znači da se kometa mogla posmatrati i vizuelno sadašnjim najvećim teleskopima na svetu.

Putanju Jupitera (5,2 a.j.) Halejeva kometa je prošla 10. januara 1985. krećući se brzinom od 17,1 km/s. Nalazila se u sazveždju Orion iznad zvezde Lambda.

Kroz pojas planetoida (2,76 a.j.) kometa prolazi krajem avgusta 1985. brzinom 24,4 km/s. Nalazila se u sazveždju Orion ispod zvezde H_2 . Imala je sjaj oko 13^m , tako da se mogla videti i manjim teleskopima (prečnika objektiva najmanje 10cm). Tada će početi da intenzivno posmatraju kometu mnogobrojni astronomi amateri širom sveta. Sredinom avgusta 1985. treba očekivati i prvo posmatranje Halejeve komete iz Jugoslavije, jer će kometa imati sjaj od 15 do 30^m , što je na granici vidljivosti naših astronomskih instrumenata. Kometa će se nalaziti u sazveždju Orion, krećući se u neposrednoj blizini granice sa sazveždjem Blizanci. Iz naših krajeva moći će se posmatrati posle ponoći na istočnoj strani neba. Posmatrana kroz teleskop izgledaće kao magličasti objekat bez repa.

Na slici 130 vidimo da se u toku 1985.god. kometa na nebu više ne kreće po putanji u vidu petlje, već je to složena kriva linija. Od 30. septembra 1984.god. Halejeva kometa se kreće medju zvezdama nekretnicama smerom od istoka ka zapadu, a zatim

27. marta 1985. menja smer kretanja i kreće se od zapada ka istoku (slika 131). Dolaskom u blizinu zvezde Ni u sazveždju Blizanci 21. septembra 1985. ponovo menja smer kretanja na nebu i sve do 19. juna 1986. kretaće se medju zvezdama nekretnicama smerom od istoka ka zapadu (slika 130 i 131).

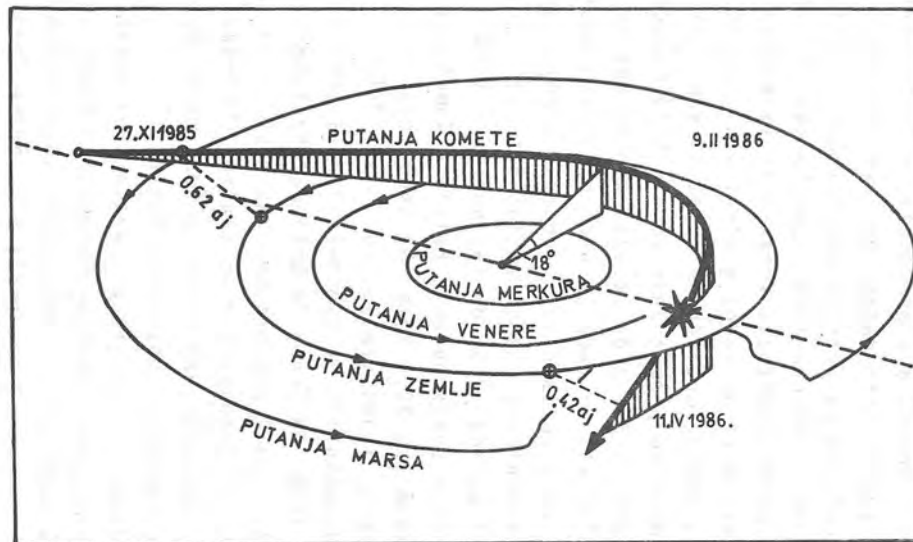
U toku avgusta i septembra 1985. kometa se na nebu kreće kroz sazveždje Blizanci i Orion, a u poslednjoj nedelji oktobra ulazi u sazveždje Bik. Tada će biti daleko od Sunca oko 2a.j., a od Zemlje 1,25 a.j. krećući se po putanji brzinom oko 30 km/s.

U drugoj polovini oktobra 1985. sjaj komete će biti ispod 10^m tako da će se moći posmatrati kroz manje teleskope. Medjutim, pošto će sjaj komete biti na samoj granici vidljivosti manjih teleskopa (otvora do 80mm), moći će je zapaziti samo iskusniji astronomi amateri. Masovno posmatranje komete biće moguće tek od prve sedmice novembra 1985, kada će sjaj komete dostići osmu prividnu veličinu (8^m); ali ni tada je neće biti lako uočiti na nebu, ukoliko posmatrač ne bude imao tačne podatke o položaju komete medju zvezdama nekretnicama. Na slici 135 data je precizna putanja Halejeve komete za period od 5. do 19. novembra 1985.

Kroz ulazni čvor svoje putanje Halejeva kometa će proći 9. novembra 1985. brzinom oko 30,5 km/s. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Bik, neposredno ispod zvezde Tau (slika 130).

Tačno u produžetku linije Sunce-Zemlja (slika 129) kometa će biti 18. novembra 1985. Od Sunca će biti daleko 1,68 a.j., a od Zemlje samo 0,69 a.j. (103,2 miliona km). Na nebu će se nalaziti u sazveždju Bika na oko 4^0 jugozapadno od Vlašića (Plejada). Imaće sjaj oko 7^m tako da će se moći lako videti i kroz manje optičke instrumente, kao što su lovački i pozorišni dogledi.

U toku dosadašnjih trideset prolazaka kroz perihel, koji su posmatrani u istoriji naše civilizacije, Halejeva kometa je svaki put prolazila i pored naše planete. Astronomi su izračunali da je kometa prošla najbliže Zemlji 11. aprila 837. godine (pri 16. posmatranom povratku), na rastojanju od samo 5,98 miliona km. Ovoga puta (pri 29. posmatranom povratku) Halejeva kometa neće proći tako blizu naše planete, ali će se zato susresti sa Zemljom u dva navrata. Prvi put to će biti 26. novembra 1985, kada će projuriti pored naše planete na rastojanju 93,2 miliona km (0,623 a.j.) brzinom oko 33km/s. Tada će biti daleko od Sunca 233,5 miliona km (1,561 a.j.). Na nebu će se videti kao magličast objekat prividne



SLIKA 132 - Putanja Halejeve komete u odnosu na putanje Marsa, Zemlje, Venere i Merkura od 27.novembra 1985. do 11.aprila 1986.

veliĉine $6,5^m$ u sazveždju Ovna, ispod zvezde Jota. Do drugog susreta Halejeve komete i naše planete doći će 11. aprila 1986. godine, kada će kometa projuriti pored Zemlje na rastojanju 61,9 miliona km (0,414 a.j.) brzinom oko 36 km/s. Tada će biti daleko od Sunca oko 200 miliona km. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Vuka, neposredno kod zvezde Pi.

Na sam Dan republike, 29. novembra 1985. Halejeva kometa prolazi putanju Marsa (1,52 a.j.) brzinom oko 33,4 km/s. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Riba, neposredno iznad zvezde Eta, krećući se medju zvezdama nekretnicama ka zapadnom delu neba brzinom oko $2,5^0$ na dan. Tih dana sjaj komete treba da poraste ispod 6^m , tako da se oĉekuje da će početkom decembra kometa moći da se posmatra golim okom. Naravno, to će moći samo posmatraĉi koji će znati njen poloŹaj na nebu i posmatranje obavljati daleko od gradskog svetla, smoga i dima, u potpunoj tami, u toku vedre i kristalno ĉiste noći (slika 132).

Masovno posmatranje Halejeve komete i pojavu prave posmatraĉke groznice u široj javnosti treba oĉekivati u drugoj polovini decembra 1985. i početkom januara 1986. godine, kada će imati sjaj oko 5^m i mali rep. Iz naseljenih mesta posmatraĉi će moći lako da vide kometu, ali i dalje samo preko manjih optiĉkih instrumenata. Tek kada sjaj komete dostigne 4^m u drugoj polovini januara 1986., Halejeva kometa će se moći videti golim okom i iz naseljenih mesta. Medjutim, ovaj period povoljne vidljivosti trajaće samo oko deset dana, jer kometa će već biti blizu Sunca, pa će se za posmatraĉa iz Jugoslavije od 25. januara 1986. nalaziti ispod horizonta u trenutku početka astronomskog sumraka, te se zato neće moći videti.

Zemljinu putanju (1,0 a.j.) Halejeva kometa prolazi 1. januara 1986. brzinom oko 42 km/s. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Vodolija, ispod zvezde Gama.

Putanju Venere (0,72 a.j.) kometa prolazi 21. januara 1986. brzinom oko 49 km/s. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Jarca, ispod zvezde Beta.

Kroz perihel, taĉku na putanji u kojoj je kometa najbliŹa Suncu, Halejeva kometa će proći 9. februara 1986. u 11 ĉasova 34 minuta po srednjeevropskom vremenu. Tada će biti daleko od Sunca 87,8 miliona km (0,587 a.j.), a kretaće se brzinom ĉak 54,55 km/s. To je oko 55 puta veća brzina od one kojim se kreće pušĉano zrno

i najveća brzina kojom se kreće kometa po svojoj putanji oko Sunca. Pri dosadašnjom prolascima kroz perihel Halejeva kometa je imala najveću brzinu 25. oktobra 1301 (pri 22. posmatranom prolasku): 55,25 km/s. Podsetimo se da je najmanja brzina komete bila u trenutku kada se nalazila u afelu (tački na putanji u kojoj je kometa najdalje od Sunca), 17. marta 1948, kada je imala brzinu samo 0,91 km/s. Inače, astronomi su izračunali da je Halejeva kometa u istoriji imala najmanju brzinu 12. februara 491 (pri 11. posmatranom prolasku), kada je kroz afel prošla brzinom 0,84 km/s.

Zbog neposredne blizine Sunca, tokom februara 1986. Halejeva kometa se neće moći posmatrati sa Zemlje, ali zahvaljujući kosmičkim letilicama naučnici će je i dalje neprekidno pratiti. Sa južne polulopte Zemlje kometa će se prvi put moći videti oko 24. februara 1986. Imaće sjaj oko 3^m , a nalaziće se u sazveždju Vodolije, na samoj granici sazveždja Jarac. Medjutim, iz naših krajeva moći će se videti tek oko 1. marta 1986. Tada će joj sjaj opasti na oko 4^m . Na nebu će se nalaziti u sazveždju Jarca, između zvezda Beta i Ro, a moći će se posmatrati ujutro na istočnom delu neba, neposredno pred izlazak Sunca.

Po drugi put putanju Venere (0,72 a.j.) kometa prolazi 1. marta 1986, brzinom oko 49 km/s.

Kroz silazni čvor svoje putanje Halejeva kometa će proći 10. marta 1986. brzinom oko 45 km/s. Na nebu će se nalaziti u sazveždju Jarca, zapadno od zvezde Sigma. Očekuje se da će imati rep dužine 20^0 , a krajem meseca čak 30^0 , ali će se iz naših krajeva moći vrlo teško videti, jer će se nalaziti nisko nad horizontom, samo oko 4^0 .

Prolaskom kroz perihel kometa se udaljava od Sunca, i ponovo (po drugi put) se približava Zemlji. Putanju Zemlje (1,0 a.j.) proći će 21. marta 1986. brzinom oko 42 km/s, a pored naše planete će proći kao što smo već rekli, 11. aprila 1986. Nalaziće se daleko na južnoj polulopti neba, tako da se neće moći posmatrati iz naših krajeva, odakle će se moći ponovo videti tek oko 19. aprila 1986. na jugozapadnom delu neba, neposredno pred izlazak Sunca. Predviđa se da će tada imati rep dužine 10-15⁰.

Marsovu putanju (1,52 a.j.) proći će 24. aprila 1986. brzinom oko 33,4 km/s. Nalaziće se u sazveždju Hidra, u neposrednoj blizini zvezde 62. Toga dana će Mesec biti u fazi punog Meseca i da-

Teško od komete oko 40° , što će veoma otežati posmatranje. Međutim, posmatrači iz Azije i Pacifika imaju baš te noći potpuno pomračenje Meseca, tako da će moći posmatrati jedinstven spektakl na nebu: bakarno-crvenkasti disk pomračenog Meseca na tamnom nebu i Halejevu kometu sa repom oko 10° , prividne veličine oko 3^m .

Krajem aprila 1986. sjaj komete opada iznad 6^m , tako da se više neće moći videti golim okom, ali svakim danom visina komete nad horizontom je sve veća, što omogućuje povoljno posmatranje manjim optičkim instrumentima.

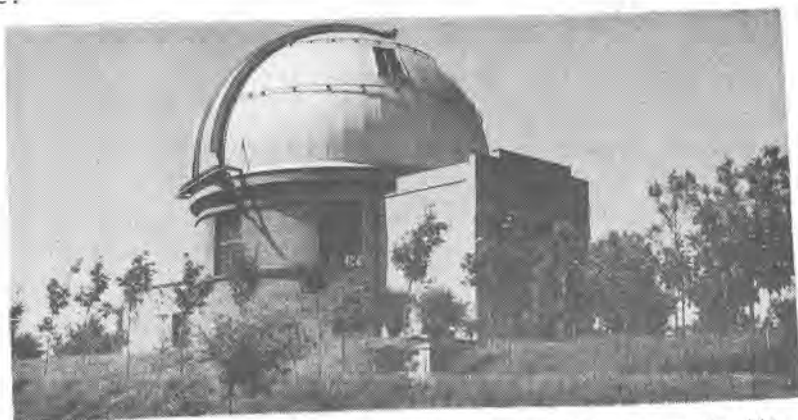
Kako se kometa udaljava od Zemlje i Sunca, njen sjaj polako opada, rep se skraćuje i nestaje tako da će tokom maja i juna meseca 1986. kometa moći biti posmatrana samo kroz veće amaterske teleskope (otvora najmanje 80mm). Na nebu će se kretati kroz sazvežđa Hidra i Sekstant a imaju sjaj od 7 do 11^m .

Kroz pojas planetoida (2,76a.j.) Halejeva kometa će proći 24. jula 1986. Na nebu će se nalaziti u sazvežđu Sekstant, iznad zvezde Gama. Videće se kao magličasti objekat, prividne veličine oko 11^m .

U avgustu 1986. sjaj Halejeve komete će toliko oslabiti da će se moći posmatrati samo profesionalnim teleskopima.

Jupiterovu putanju (5,2 a.j.) kometa će proći 12. marta 1987. Nalaziće se u sazvežđu Hidra, između zvezda U i Lambda, imaju sjaj oko 18^m , tako da će se moći videti samo najvećim teleskopom na svetu.

Halejeva kometa će se moći posmatrati još nekoliko meseci, a onda u toku leta 1987. biće van domašaja i najvećih teleskopa na svetu. Nad nebom naše planete pojaviće se ponovo 76 godina kasnije. Astronomi su izračunali da će kroz perihel proći 29. jula 2061. godine.



Kupola velikog refraktora otvora 650mm Beogradske opservatorije

32. MOGUĆNOST POSMATRANJA HALEJEVE KOMETE SA POVRŠINE NAŠE PLANETE I JUGOSLAVIJE U PERIODU 1985 - 1986.

Videli smo da astronomi raspolažu preciznim podacima o kretanju Halejeve komete na nebu u periodu od 1977. do 1987. godine (slika 148 i 149). U zavisnosti od veličine sjaja komete, tj. prividne veličine, kometa će se u određeno vreme moći posmatrati odgovarajućim instrumentima. Na primer, golim okom će se moći videti od druge polovine decembra 1985. do sredine maja 1986, a manjim teleskopima od sredine oktobra 1985. do sredine avgusta 1986. Medjutim, sa površine naše planete i iz Jugoslavije u toku tog vremenskog perioda ipak se neće moći neprestano posmatrati, jer na vidljivost komete i uopšte nebeskog tela na nebu, pored prividne veličine (sjaja) utiču i drugi faktori.

Poznato je da nebeska tela, zvezde, planete, komete itd. mogu da se posmatraju samo u toku noći, jer se preko dana njihov sjaj gubi u mnogo jačem sjaju dnevnog neba. Doduše, na visokim planinama i većim teleskopima mogu se i usred dana posmatrati sjajnije nebeska tela, ali ovakva posmatranja su malobrojna, jer takvih opservatorija ima u svetu veoma malo. Zbog ovoga će pogodno vreme za posmatranje Halejeve komete biti samo u periodu kada se kometa bude nalazila u onom delu neba (sazveždju) koje se sa mesta posmatranja vidi u toku noći. Ali pošto u trenutku zalaska Sunca za horizont ne nastupa odmah tamna noć, već izvesno vreme traje večernji sumrak (suton), a takodje i pri izlasku Sunca ujutro ne nastupa odmah svetao dan, već prvo traje jutarnji sumrak (zora), povoljno vreme za astronomska posmatranja počinje u trenutku kada se Sunce nalazi 18° ispod horizonta na zapadu (završetak astronomske sumraka), a završava se kada se Sunce nalazi 18° ispod horizonta na istočnom delu neba (početak jutarnjeg astronomske sumraka). Na primer, iako će Halejeva kometa 10. novembra 1985. u Novom Sadu izaći iznad horizonta u 17 časova 22 minuta, a zaći ispod horizonta idućeg dana u 8 časova i 34 minuta, neće se moći posmatrati sve ovo vreme, jer u Novom Sadu tamna noć počinje u 17 časova 59 minuta (završetak večernjeg astronomske sumraka) i traje do 4 časa 51 minut (početak jutarnjeg astronomske sumraka). Tako će se, iako se toga dana kometa nad horizontom nalazi 15 časova 9 minuta, moći posmatrati samo 10 časova 52 minuta.

Uopšte, da bi se jedna kometa mogla posmatrati sa Zemlje u toku noći, potrebno je da uglovno rastojanje komete od Sunca bude veće od 18° , jer ukoliko je manje položaj komete na nebu je vrlo blizu Sunca i njen sjaj se gubi u sjaju svetlog neba. U tabeli 7 (kolona 11) date su vrednosti ugla Sunce-Zemlja-Kometa. Vidimo da se od septembra do decembra 1985. vrednost ugla povećava, što znači da je to period vrlo povoljan za posmatranje Halejeve komete. Približavanjem perihelu ovaj ugao opada tako da je od 25. januara do 18. februara 1985. manji od 18° , što znači da se u tom periodu Halejeva kometa ne može videti na noćnom nebu.

Veliki uticaj na pogodnost posmatranja komete ima i faza Meseca (Mesečeva mena) kao i uglovno rastojanje komete od Meseca. Naime, poznato je da je za vreme Punog Meseca noćno nebo toliko svetlo da je vrlo teško posmatrati nebeska tela slabog sjaja kao što su magline i komete. Ukoliko se još kometa nalazi i na malom uglovnom rastojanju od Meseca, svetlost sa njega može biti toliko jaka da onemogućuje posmatranje komete. Zbog toga se pri planiranju posmatranja Halejeve komete mora voditi računa o fazi meseca i uglovnom udaljenju komete (ugao kometa-Zemlja-Mesec). U tabeli 7 (kolona 12), date su vrednosti za ovaj ugao, a u koloni 13 data je faza Meseca. Broj u zagradi označava datum u mesecu u kome se Mesec nalazi u navedenoj fazi. Najpogodnije vreme za posmatranje komete je u danima kada je na nebu mlad Mesec i u danima kada je Mesečeva faza mala (tj. nekoliko dana pre i posle mladog Meseca). Uzimajući u obzir vrednost ugla Sunce-Zemlja-Kometa (kolona 11), vrednost ugla Kometa-Zemlja-Mesec (kolona 12) i Mesečevu fazu (kolona 13) izvršena je ocena mogućnosti posmatranja Halejeve komete (kolona 14).

S druge strane, položaj komete može biti takav da se ona nalazi u delu neba (sazveždju) koje se sa mesta posmatranja nikada ne može videti, jer se uvek nalazi ispod horizonta. Na primer, posmatrač iz Jugoslavije nikada ne može videti sazveždja oko Južnog nebeskog pola (Južni krst, Paun, Vuk, Teleskop, Magelanove oblake, itd.) jer su to tzv. anticirkumpolarna sazveždja koja se u našim krajevima uvek nalaze ispod horizonta.

Uslov da jedno nebesko telo (zvezda, planeta, kometa, itd.) čija je deklinacija δ nikada ne dolazi iznad horizonta za posmatrača čija je geografska širina φ , dat je izrazom: $\delta \leq 90^{\circ} - \varphi$. Na primer, za Novi Sad $\varphi = 45^{\circ}, 258$ dobija se: $\delta \leq 90^{\circ} - 45^{\circ}, 258$. To znači da se iz Novog Sada Halejeva kometa neće moći videti kada njena deklinacija bude manja od minus $44^{\circ}, 742$. U efemeridama komete koje je

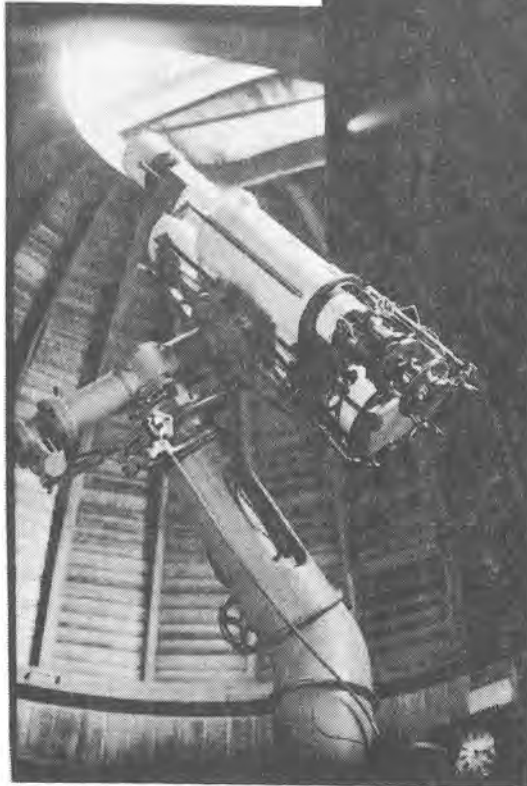
izračunao Jeomans, vidimo da će to biti od 5. do 14. aprila 1986, pa se Halejeva kometa tada neće moći videti iz Novog Sada, jer će biti ispod horizonta, iako će imati prividnu veličinu oko $2,2^m$, rep dugačak $30-40^0$ i biti na uglovnom rastojanju od Sunca oko 130^0 . Ali dok je kometa za posmatrače iz Novog Sada, Jugoslavije i uopšte severne Zemljine polulopte u nepovoljnom položaju za posmatranje (ispod horizonta) za posmatrače sa južne polulopte biće u povoljnom položaju. Tih dana oni će moći posmatrati Halejevu kometu svaki dan čak preko devet sati (tabela 7, kolona 10).

Medjutim, nisu posmatrači sa južne polulopte uvek u prednosti pri posmatranju komete u odnosu na posmatrače sa severne Zemljine polulopte. Uporedimo li moguću vidljivost komete (u časovima) koju ima na raspolaganju posmatrač sa severne Zemljine polulopte ($\varphi = 45^0N$) i južne Zemljine polulopte ($\varphi = 45^0S$), date u tabeli 7 (kolona 9 i 10), vidimo da je za period pre prolaska kroz perihel, u toku jeseni 1985. i zime 1985/86. do 9. februara 1986. kometu moći mnogo duže da posmatraju posmatrači sa severne Zemljine polulopte. Posle prolaska kroz perihel, u proleće 1986, Halejevu kometu će moći duže posmatrati posmatrači sa južne Zemljine polulopte. Imajući u vidu da će u jesen 1985. kometa još biti daleko od Sunca, tako da će biti malog sjaja i bez repa, a da će u proleće 1986. biti u fazi najvećeg sjaja i sa dugačkim repom, Halejevu kometu će pri njenom 31. povratku moći videti u punom sjaju samo stanovnici sa južne Zemljine polulopte.

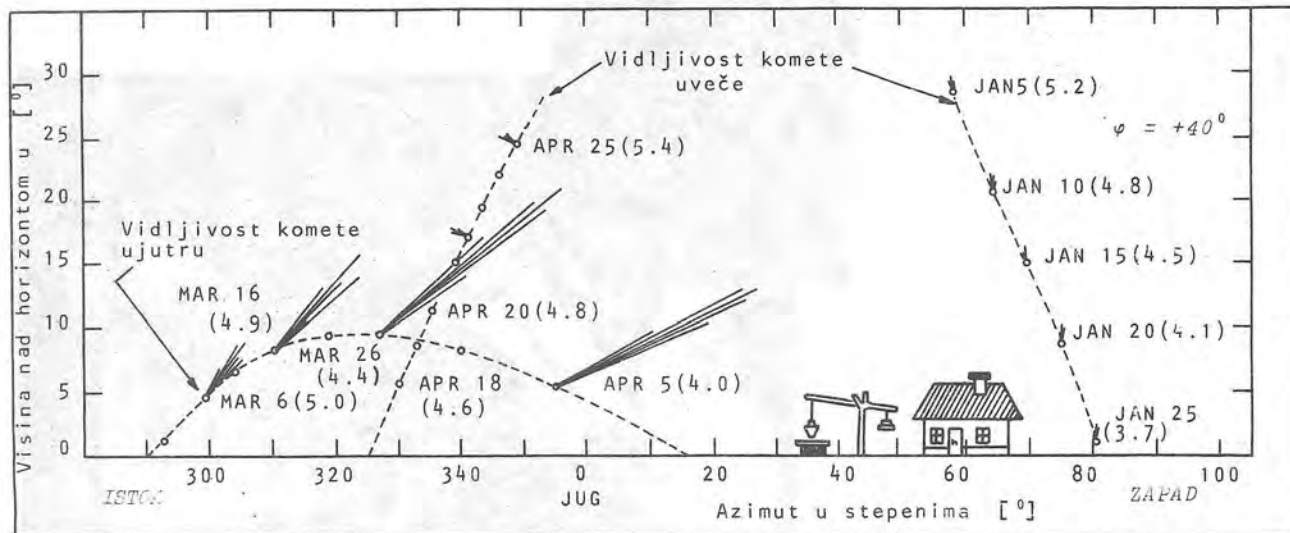
Mnogo veća pogodnost za posmatranje Halejeve komete je sa južne Zemljine polulopte u odnosu na severnu poluloptu vidi se i poredjenjem slika 133 i 134. Na slici 133 dat je položaj komete u odnosu na horizont posmatrača na geografskoj širini $\varphi = 40^0N$, u trenutku početka astronomskog sumraka (vidljivost uveče) i trenutka završetka astronomskog sumraka (vidljivost ujutru). U zagradi pored datuma dato je moguće vreme vidljivosti komete u časovima za taj datum. To isto prikazano je i na slici 134, ali za posmatrača na geografskoj širini $\varphi = 20^0S$. Sa ovih slika važno je zapaziti da će u vreme najpogodnije za posmatranje Halejeve komete (krajem marta i početkom aprila 1986) na severnoj Zemljinoj polulopti kometa imati visinu nad horizontom ispod 10^0 , dok će u isto vreme na južnoj polulopti dostići visinu skoro 70^0 . Imajući u vidu da se na $10-15^0$ iznad horizonta nalazi sloj magle, dima i smoga, koji u velikoj meri onemogućava astronomska

posmatranja, posmatrači iz naše zemlje treba da Halejevu kometu posmatraju sa lokacija koje su daleko od urbanih sredina, gde nema smoga, dima i magle, sa nekog brda, planinskog vrha ili slično sa koga se vidi čist horizont za onaj deo neba u kome se nalazi komet. Vrlo je mala verovatnoća da će posmatrači iz grada i drugih urbanih sredina moći videti Halejevu kometu golim okom. Medjutim, manjim optičkim instrumentima (na primer, lovačkim i pozorišnim dogledima) lako će je moći zapaziti i manje iskusan posmatrač.

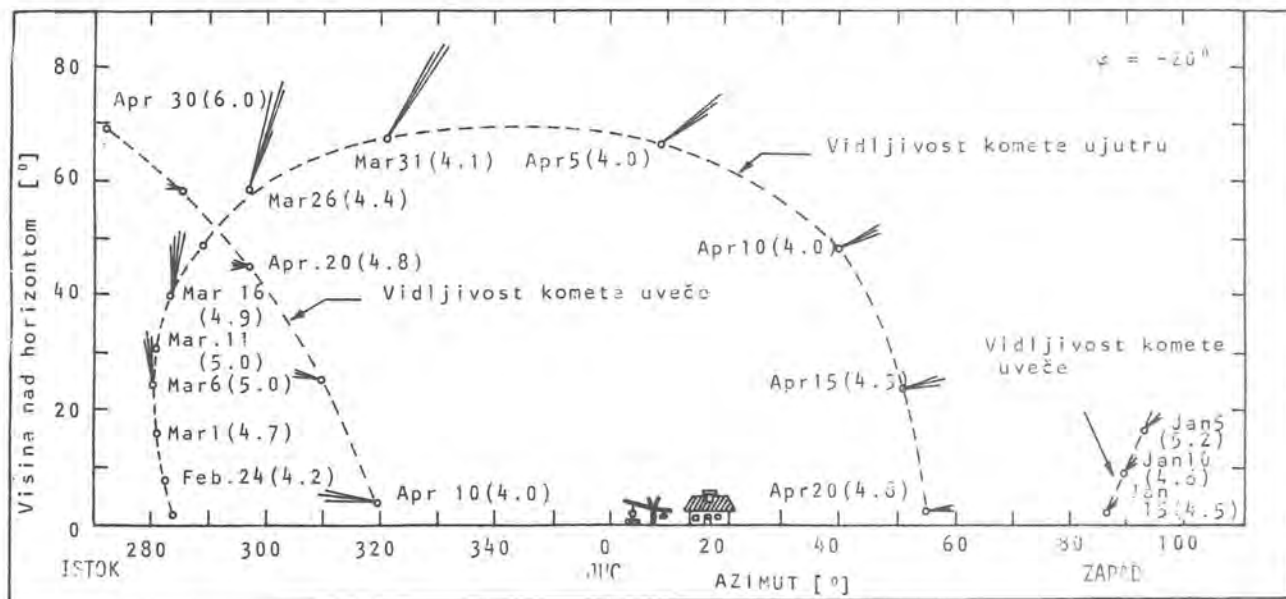
U prilogu na kraju knjige dat je program za računar "Sinkler ZX Spectrum" koji omogućava izračunavanje položaja Halejeve komete na nebu, vreme izlaska i zalaska, kao i položaj u odnosu na horizont, za bilo koje mesto na Zemlji. Za Novi Sad računar daje podatke direktno, a za ostala mesta na Zemlji potrebno je u računar ubaciti geografske koordinate mesta posmatranja.



Astrograf beogradske opservatorije otvora 160 mm i snimak komete Benet (1969 i), koji je napravio M.Protić 5.aprila 1970. u 2^h 44^m sa ekspozicijom 15 minuta



SLIKA 133 - Položaj Halejeve komete na nebu u odnosu na horizont posmatrača na geografskoj širini $\varphi = 40^\circ$ severne Zemljine polulopte od 5. januara do 25. aprila 1986.



SLIKA 134 - Položaj Halejeve komete na nebu u odnosu na horizont posmatrača na geografskoj širini $\varphi = -20^\circ$ južne Zemljine polulopte od 5. januara do 20. aprila 1986.

Na slikama 133 i 134 bojevi u zagradi pored datuma daju ukupnu dnevnu vidljivost komete u časovima.

MOGUĆNOST POSMATRANJA HALEJEVE

Datum	Koordinate		Sazveždje	Prividna veličina		Rastojanje od:	
	R.A. (h,m)	DEC. (^o , ['])		Ukupna	Jezgra	Zemlje (a.j.)	Sunca (a.j.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1985.							
7. septembar	06 12,8	19 26,5	Orion	12,4	18,5	2,80	2,65
17.	06 14,9	19 37,6	Orion	11,9	18,1	2,49	2,53
27	06 14,6	19 52,6	Orion	11,4	17,7	2,17	2,40
7. oktobar							
7. oktobar	06 10,7	20 13,9	Orion	10,7	17,2	1,85	2,26
17.	06 00,8	20 44,6	Orion	10,0	16,7	1,53	2,13
27.	05 40,6	21 26,7	Bik	9,2	16,0	1,22	1,99
6. novembar							
6. novembar	05 02,1	22 10,8	Bik	8,3	15,3	0,94	1,85
16.	03 50,9	21 53,3	Bik	7,3	14,5	0,72	1,71
26.	02 03,0	17 40,7	Ovan	6,6	14,0	0,62	1,56
6. decembar							
6. decembar	00 18,3	09 46,9	Ribe	6,3	14,0	0,69	1,41
16.	23 12,4	+03 17,2	Ribe	6,2	14,2	0,84	1,25
26.	22 33,1	-00 43,7	Vodolija	6,0	14,4	1,04	1,10
1986							
5. januar							
5. januar	22 07,7	-03 17,8	Vodolija	5,7	14,4	1,24	0,95
15.	21 48,4	-05 13,7	Vodolija	5,1	14,4	1,40	0,80
25.	21 30,9	-07 02,8	Vodolija	4,5	14,2	1,52	0,68
4. februar							
4. februar	21 12,9	-09 06,6	Vodolija	4,0	14,0	1,56	0,60
14.	20 54,6	-11 35,5	Vodolija	2,3	13,9	1,51	0,60
24.	20 37,1	-14 31,5	Jarac	2,4	13,9	1,37	0,67
6. Mart							
6. Mart	20 19,6	-18 06,9	Jarac	2,6	13,9	1,16	0,79
16.	19 57,2	-23 06,9	Strelac	2,7	13,7	0,91	0,93
26.	19 15,8	-31 17,8	Strelac	2,5	13,4	0,66	1,09
5. april							
5. april	17 22,2	-44 14,3	Škorpija	2,2	12,9	0,46	1,24
15.	13 22,4	-42 14,5	Kentaur	2,5	13,0	0,44	1,39
25.	11 23,7	-25 05,7	Pehar	3,6	14,1	0,64	1,54
5. maj							
5. maj	10 45,6	-15 25,9	Hidra	4,7	15,1	0,92	1,69
15.	10 31,3	-10 31,9	Sekstant	5,6	15,9	1,24	1,84
25.	10 26,3	-07 52,5	Sekstant	6,4	16,4	1,57	1,98
4. Juni							
4. Juni	10 25,9	-06 23,3	Sekstant	7,0	17,1	1,90	2,12
14.	10 28,1	-05 35,5	Sekstant	7,6	17,6	2,22	2,25
24.	10 31,8	-05 14,3	Sekstant	8,1	18,0	2,53	2,38

KOMETE 1985./1986.

Moguća vidljivost		Uslovi za posmatranje komete			Mogućnost posmatranja sa $\varphi = 45^{\circ}N$
Sa severne polulopte $\varphi = 45^{\circ}N$	Sa južne polulopte $\varphi = 45^{\circ}S$	Ugao Sun.-Zem.-Kom.	Ugao Kom.-Zem.-Mes.	Mesečeva faza	
9	10	11	12	13	14
4 ^h 01 ^m	2 ^h 10 ^m	71,4	25 ^o	Poslednja četvrt (8)	loša
4 56	2 28	80,6	110	Mlad Mesec (15)	odlična
5 50	2 46	90,4	112	Pun Mesec (29)	dobra
6 48	3 04	101,1	11	Poslednja četvrt (7)	loša
7 54	3 28	113,4	151	Mlad (14)/Prva četvrt(21)	odlična
9 07	4 03	128,0	71	Pun Mesec (29)	loša
10 31	5 02	146,9	58	Poslednja četvrt (6)	loša
11 01	4 55	173,1	139	Mlad(13)/Prva četvrt(19)	odlična
10 43	4 16	150,7	12	Pun Mesec (27)	loša
7 59	3 40	114,3	159	Poslednja četvrt (5)	odlična
5 42	1 14	86,4	35	Mlad(12)/Prva četvrt (19)	dobra
4 02	0	65,7	98	Pun Mesec (27)	loša
2 43	0	48,8	123	Poslednja četvrt (3)	dobra
1 25	0	33,7	25	Mlad(11)/Prva četvrt(19)	loša
0	0	18,4	147	Pun Mesec (26)	ne vidi se
0	0	7,3	70	Poslednja četvrt (2)	ne vidi se
0	0	13,4	71	Mlad(9)/Prva četvrt (18)	ne vidi se
0	0 28	27,5	159	Pun Mesec (25)	ne vidi se
0 10	1 50	42,2	17	Poslednja četvrt (3)	loša
0 28	3 31	58,4	118	Mlad(11)/Prva četvrt(19)	loša
0 41	6 02	78,9	103	Pun Mesec (26)	loša
0	9 16	110,6	61	Poslednja četvrt (2)	ne vidi se
5 51	9 51	147,3	125	Mlad(10)/Prva četvrt (18)	dobra
6 10	9 58	139,3	44	Pun Mesec (24)	loša
5 34	8 14	122,1	153	Poslednja četvrt (1)	odlična
2 53	7 13	108,7	49	Mlad(9)/Prva četvrt(17)	dobra
1 59	6 27	97,5	96	Pun Mesec (24)	loša
1 05	5 52	87,7	125	Poslednja četvrt (1)	odlična
0 14	5 10	78,6	19	Mlad(8)/Prva četvrt (16)	loša
0	4 34	70,0	132	Pun Mesec (24)	Ne vidi se sve do 22.okt.1986. kada će imati sjaj 11 ^m

№	Имя	Возраст	Стаж	Средний балл	Средний балл
1	Иванов	25	10	4.5	4.5
2	Петров	30	15	4.2	4.2
3	Сидоров	28	12	4.8	4.8
4	Кузнецов	32	18	4.1	4.1
5	Смирнов	27	11	4.6	4.6
6	Попов	31	16	4.3	4.3
7	Лебедев	29	13	4.7	4.7
8	Васильев	33	19	4.0	4.0
9	Михайлов	26	10	4.9	4.9
10	Иванов	34	20	3.9	3.9
11	Петров	28	12	4.4	4.4
12	Сидоров	31	15	4.1	4.1
13	Кузнецов	27	11	4.6	4.6
14	Смирнов	32	17	4.2	4.2
15	Попов	29	13	4.7	4.7
16	Лебедев	33	18	4.0	4.0
17	Васильев	26	10	4.9	4.9
18	Михайлов	34	20	3.9	3.9
19	Иванов	28	12	4.4	4.4
20	Петров	31	15	4.1	4.1
21	Сидоров	27	11	4.6	4.6
22	Кузнецов	32	17	4.2	4.2
23	Смирнов	29	13	4.7	4.7
24	Попов	33	18	4.0	4.0
25	Лебедев	26	10	4.9	4.9
26	Васильев	34	20	3.9	3.9
27	Михайлов	28	12	4.4	4.4
28	Иванов	31	15	4.1	4.1
29	Петров	27	11	4.6	4.6
30	Сидоров	32	17	4.2	4.2
31	Кузнецов	29	13	4.7	4.7
32	Смирнов	33	18	4.0	4.0
33	Попов	26	10	4.9	4.9
34	Лебедев	34	20	3.9	3.9
35	Васильев	28	12	4.4	4.4
36	Михайлов	31	15	4.1	4.1
37	Иванов	27	11	4.6	4.6
38	Петров	32	17	4.2	4.2
39	Сидоров	29	13	4.7	4.7
40	Кузнецов	33	18	4.0	4.0
41	Смирнов	26	10	4.9	4.9
42	Попов	34	20	3.9	3.9
43	Лебедев	28	12	4.4	4.4
44	Васильев	31	15	4.1	4.1
45	Михайлов	27	11	4.6	4.6
46	Иванов	32	17	4.2	4.2
47	Петров	29	13	4.7	4.7
48	Сидоров	33	18	4.0	4.0
49	Кузнецов	26	10	4.9	4.9
50	Смирнов	34	20	3.9	3.9

P R I L O Z I

U P U T S T V O KAKO SE TRAŽE KOMETE

UVOD

Veliki doprinos razvoju astronomije daju astronomi amateri. Njihov doprinos je naročito značajan u otkrivanju komete. To je verovatno jedina naučna oblast, ne samo u okviru astronomije već i nauke uopšte, u kojoj amateri daju veći doprinos od profesionalnih naučnika. A ovo je možda i jedan od glavnih razloga što se, za razliku od uputstava za posmatranje drugih nebeskih tela i pojava, koja se lako mogu naći u mnogim astronomskim knjigama, uputstva za traženje kometa dosta retko nalaze u knjigama, što u velikoj meri otežava rad početnika. Da bismo olakšali rad astronomima amaterima koji žele da postanu lovci na komete, pokušaćemo da damo jedno praktično uputstvo KAKO SE TRAŽE KOMETE, koje je napisano na osnovu iskustava poznatih otkrivača kometa.

Poznato je da ljudi još od davnina posmatraju komete, tako da je jedno od najstarijih zapisanih astronomskih posmatranja uopšte - posmatranje jedne komete iz 611.g.p.n.e. u Kini, za vreme dinastije Džou. Komete su se iznenada pojavljivale na nebu i bile posmatrane onoliko dugo koliko su se mogle zapaziti golim okom. To nisu bila otkrića u današnjem značenju, jer nove komete niko nije organizovano tražio. Samo najsjajnije komete, one koje se mogu videti golim okom, bile su posmatrane, a pojedini posmatrači ostavili su nam detaljne ili najčešće vrlo štucate opise ovih "kosatih nebeskih tela".

Sistematski rad na posmatranju i traganju za kometama bio je moguć tek pronalaskom teleskopa (G.Galilej 1609), tako da se prva organizovana traganja javljaju sredinom XVII veka. Poznati francuski astronom Šarl Mesijé (1730-1817) bio je jedan od prvih astronoma koji je počeo da sistematski traži nove komete. Njegovo ime vezano je i za prva stručna posmatranja kometa, u kojima je davan opis posmatrane komete, dimenzije repa i glave, zapažene pojave u repu i glavi, sjaj komete i tačan položaj komete na nebu. Tokom puna dva naredna veka posmatranja su se obavljala kroz teleskop - VIZUELNO, pri čemu je osnovni zadatak teleskopa bio da omogući posmatraču vidjenje nebeskih tela slabijeg sjaja, koja se ne mogu videti golim okom. To je bio jedini način traganja za novim kometama sve do primene fotografije u astronomiji sredinom XIX veka. Međutim, prvu kometu je fotografski otkrio tek 12.septembra 1895. E.Barnard sa Likove opservatorije na planini Maunt Hamilton u Kaliforniji.

Iako je fotografska metoda omogućila pronalaženje kometa mnogo manjeg sjaja nego što je to bilo moguće vizuelnim putem, i tako omogućila otkrivanje kometa na mnogo većim rastojanjima, a time i njihovo duže posmatranje, primena fotografije nije izbacila iz upotrebe vizuelno traženje kometa, već napro-

tiv, ove dve metode se uzajamno dopunjuju. I danas, vizuelni način je osnovni način traganja za novim kometama, jer na nje ga otpada oko 2/3 svih otkrića kometa. Tako je, prema proučavanjima E. Everhajta, pomoću malih teleskopa ili golim okom otkriveno u XIX veku 98% dugoperiodičnih kometa, a u XX veku 74%. Za ovo postoji više razloga, a najvažniji je što je za fotografsku metodu potrebno uložiti veća materijalna sredstva. Sa druge strane, potrebno je i više vremena za analizu snimljenog materijala. Tako pri vizuelnim posmatranjima posmatrač može da izvrši identifikaciju "sumnjivog objekta" za nekoliko minuta, dok je kod fotografske metode to vreme mnogo duže, jer treba razviti film (foto-ploču), što znači da se tek posle nekoliko časova može videti rezultat.

U odnosu na vizuelnu metodu fotografska je u prednosti kad je reč o traganju za već poznatim kometama (čija nam je putanja poznata), pa imamo izračunate efemeride, a koje su veoma malog sjaja, tako da se posmatranjem kroz teleskop ne mogu zapaziti. Tako je, na primer, 16. oktobra 1982. g. prvi put posle 1911. godine ponovo otkrivena Halejeva kometa pomoću petmetarskog teleskopa na Palomarskoj opservatoriji i pomoću specijalne vrlo osetljive kamere. U trenutku otkrića kometa je imala tako mali sjaj ($24,2^m$), da se nije mogla videti ni kroz najveće teleskope na svetu. Podsetimo se da se vizuelno kroz današnje najveće teleskope mogu zapaziti objekti do 20^m . Pored ovoga, fotografska metoda je veoma značajna i zato što omogućava vrlo precizno posmatranje komete i obezbeđuje bogat dokumentarni materijal koji se može mnogo kasnije, kada se kometa više ne vidi, detaljno analizirati i dugo proučavati.

Treća metoda za posmatranje kometa, tzv. spektroskopska metoda, mnogo ređe se koristi za traženje novih kometa. Još pri prvim spektroskopskim posmatranjima kometa 1864. godine italijanski astronom Donati je uočio da se u spektru komete pored zračenja koje potiče od Sunca javlja i deo zračenja koje potiče od same komete, odnosno od jonizovanog zračenja usijanih gasova komete. Podsetimo se da dolaskom komete u blizinu Sunca kao posledica povećanja temperature i tzv. SUNČEVOG VETRA nastaju neobično jake promene u izgledu, obliku, sjaju i samom sastavu komete, jer se u njoj dešavaju najraznovrsniji fizički, hemijski, mehanički i drugi procesi. U tom periodu u spektru komete zato i dolazi do jačeg izražaja zračenje koje potiče od sopstvenog zračenja komete. Spektroskopom je moguće registrovati ovo karakteristično zračenje, što omogućava da se spektroskopskom metodom mogu registrovati komete ne samo kada se nalaze vrlo blizu Suncu (kada se više ne mogu posmatrati ni vizuelno ni fotografski), već i po danu.

U blizini Sunca komete se mogu posmatrati i pomoću tzv. koronografa. To je instrument u kome postoji specijalni optički uredjaj u kome se veštački zakloni sjajan Sunčev lik koji se vidi u teleskopu, tako da se stvori veštačko pomračenje Sunca. Naravno, u blizini Sunca komete se mogu posmatrati i pri svakom potpunom pomračenju Sunca.

Pošto je za poslednje dve metode potrebno imati skupe profesionalne instrumente (spektrograf i koronograf), mi ćemo se detaljnije upoznati samo sa vizuelnom i fotografskom metodom za traženje kometa.

VIZUELNO TRAŽENJE KOMETA

Za traženje kometa vizuelnim putem u principu može poslužiti svaki durbin, dogled ili teleskop, ako instrument ima dobru optiku i može se usmeriti u bilo koji deo neba. Postoje i specijalni instrumenti, tzv. tražioci kometa koji su posebno konstruisani za ovu vrstu posmatranja. Ovakvi instrumenti imaju sledeće karakteristike:

- Objektiv prečnika najčešće 10-15 cm, a najviše do 30 cm.
- Veliku svetlosnu moć $1/3 - 1/5$, odnosno objektivne velikog otvora, a male žižne daljine.
- Za posmatranje se koriste okulari koji daju maksimalno vidno polje, kao i što je moguće kvalitetniju i svetliju sliku. Najčešće je vidno polje oko 10 kvadratnih stepeni, a uveličanje 15-30 X.
- Instrument treba da je montiran na stabilno postolje.
- Montaža može biti azimutna ili ekvatorska, ali takva da se durbinom može što lakše pregledati celo vidljivo nebo.

Smatra se da najidealniji tražilac kometa treba da ima objektiv prečnika 25 cm, a uveličanje 40 puta. Uopšte, kod tražilaca kometa najefikasnijim uveličanjem se smatra ono koje se dobija kada se prečnik objektiva pomnoži sa 1,6. Na primer, za instrument od 10 cm uveličanje treba da bude $10 \times 1,6 = 16$ puta. Međutim, tražilac kometa od 25 cm je veoma skup instrument koji može da kupi samo profesionalna opservatorija, tako da astronomi amateri raspolažu sa nešto skromnijim instrumentima, ali to im nimalo ne smeta da budu uspešni lovci na komete. Na primer, najuspešniji savremeni lovac na komete, australijski astronom amater Vilijam Bredfild ima refraktor od 15 cm, žiže 82,5 cm (svetlosne moći $1/5,5$). Za posmatranje koristi okular Erfle 32 mm, tako da se dobija uveličanje 26 puta a vidno polje nešto veće od 2 stepena. Instrument je na azimutnoj montaži koju je sam Bredfild napravio od drvenih letava i šperploče. Na poznatoj čehoslovačkoj opservatoriji Skalnaté Pleso, na kojoj je od 1946. do 1955. otkriveno 20 kometa, upotrebljavan je dogled marke "Binar" čehoslovačke proizvodnje, koji ima objektiv od 10 cm, žižne daljine 45 cm, uveličanja 25 puta a vidno polje 10 kvadratnih stepeni. U Sovjetskom Savezu za traženje kometa koristi se dogled BMT 110, koji ima objektiv od 11 cm, uveličanje 20 puta a vidno polje 4 stepena. I japanski lovci na komete najčešće upotrebljavaju doglede, obično tipa "Meibo" 25×150 (objektiv 150 mm a uveličanje 25 puta) i "Nikon" 20×120 . Recimo na kraju da su ovi dogledi dosta skupi instrumenti, njihova cena se kreće od 2000 do 4000 američkih dolara (od 500 do 900 hiljada dinara). Znači, cena im je kao vrednost jednog solidnog putničkog automobila.

Pored instrumenata za neposredno traženje kometa, lovci na komete imaju najčešće i jedan veći teleskop kojim se identifikuju "sumnjivi objekti" i posmatraju već otkrivene komete.

To su obično reflektorski teleskopi, Njutnovog tipa, sa ogledalom prečnika 20-40 cm.

U posmatračkom priboru lovaca na komete pored instrumentata za posmatranje nalazi se još:

- Časovnik sa tačnošću do 0,1 minuta, koji je najbolje da pokazuje zvezdano vreme ako se za posmatranje upotrebljava instrument na ekvatorskoj montaži, a ako je montaža instrumenta azimutna, može pokazivati i svetsko vreme (UT).

- Odgovarajuća zvezdana karta (atlas), u kojoj se nalaze ucrtane sve magline koje se mogu videti kroz instrumente kojima se traže komete. Najčešće astronomi amateri koriste Bečvarov ATLAS COELI (Prag 1950. i 1962; Kembridž, SAD, 1978) koji je napravljen na već spomenutoj opservatoriji Skalnato Pleso.

- Posmatračka beležnica u koju posmatrač unosi podatke, posebno o tome koji je deo neba pregledan, tako da se naredne noći (ili narednog posmatranja) može sa sigurnošću preći na traženje komete po neispitanim delovima neba.

Pošto traženje kometa spada u stručna astronomska posmatranja, razumljivo je da je za njihovu uspešnu realizaciju potrebna i vrlo dobra organizacija rada. Dobra organizacija rada neophodna je pre svega zbog kratkog vremena za koje posmatrač treba da pregleda celo nebo.

Traženje kometa može da se obavlja samo po savršeno vedroj noći i potpunoj tami. Potpuna tama traje od svršetka večernjeg astronomskeg sumraka pa do početka jutarnjeg astronomskeg sumraka. Ako saberemo za svaki mesec dužinu ovog vremenskog intervala (za mesta u Jugoslaviji), videćemo da u jednoj godini možemo posmatrati oko 3000 časova. Međutim, pošto se traženje kometa (i uopšte astronomska posmatranja) ne mogu obavljati u noćima sa mesečinom, od ovoga broja treba oduzeti broj sati u kojima se Mesec nalazi nad horizontom. Prosečna prednost koeficijenta za noći sa mesečinom je oko 0,5, što znači da u jednoj godini ima oko 1500 časova pogodnih za traženje kometa. Ali nisu sve noći vedre, a po oblačnom vremenu ne možemo posmatrati. U našim krajevima oko 2/3 noći u toku godine je oblačno, tako da nam za posmatranje u toku cele godine ostaje samo oko 500 časova. I na kraju, ovaj broj treba smanjiti za oko 10% zbog bolesti, sprečenosti za posmatranje i slično, tako da jedan lovac na komete može u toku godine da računa na oko 450 sati za aktivno posmatranje. Za ovo vreme on treba najsavesnije i što više puta u toku godine da pretraži celo nebo. Cela nebeska sfera ima 41.253 kvadratna stepena, a kako se sa ma kog posmatračkom mesta na Zemlji vidi polovina, znači da jedan posmatrač ima nad sobom 20.625 kvadratnih stepeni neba. Međutim, poznato je da se u praksi ne može videti cela "nebeska kupola", zato što se donji delovi neba nalaze u magli, dimu, smogu i slično, što najčešće odgovara pojasu od oko 10° visine nad horizontom. Kada se ovo uzme u obzir, devojamo da je posmatraču pristupačno za posmatranje oko 18.000 kvadratnih stepeni. Za koliko će vremena posmatrač (lovac na komete) moći da pretraži nebo, zavisi od vidnog polja instrumenta i od iskustva posmatrača, odnosno od vremena za koje može da izvrši identifikaciju

svih poznatih maglina, zvezdanih jata, galaksija i drugih magličastih objekata koje zapazi u vidnom polju, a nisu komete.

Ako uzmemo da je vidno polje našeg instrumenta 5 kvadratnih stepeni, a da nam je za potpuni pregled vidnog polja potrebno 10 sec, dobićemo da je za pregled celog vidljivog neba potrebno:

$$\frac{18.000}{5} \times 10 \text{sec} = 36.000 \text{ sec} = 10 \text{ sati}$$

Znači, posmatraču je potrebno deset sati rada da bi pretražio celo nebo. Međutim, to je u slučaju da se nebo pretražuje bez zastoja. Ukoliko se u vidnom polju zapazi neki "sumnjivi objekat" (na primer, neka maglina), posmatraču je potrebno 3-5 minuta za identifikaciju, iskusnom posmatraču treba manje vremena, a početniku je potrebno i mnogo više (i desetak minuta). A magličastih objekata na nebu ima veoma mnogo. Na primer, sa teleskopom otvora 20 cm na celom nebu se može videti oko 3000 magličastih objekata, odnosno sa jednog mesta polovina, tj. oko 1500 objekata. Ako se kod svakog ovakvog objekta posmatrač zadrži samo jedan minut, to je ukupno 1500 minuta, odnosno 25 sati. To znači da iskusnom posmatraču za pregled celog neba treba oko 35 sati posmatranja, a pošto se u toku jedne godine može posmatrati samo oko 450 sati, izlazi da iskusni lovac na komete može pretražiti celo nebo samo oko 12-13 puta.

Zato se od lovaca na komete zahteva dobra organizacija rada, kako bi mogli da najbolje iskoriste osobine svoga instrumenta i za što kraće vreme obave pregled celog neba. Početnici u traženju kometa u stanju su da samo nekoliko puta godišnje pretraže nebo, dok dugogodišnji lovci na komete, koji imaju bogato iskustvo, mogu i preko dvadeset puta.

Svaki lovac na komete susreće se sa četiri osnovna pitanja: Kako tražiti nove komete? Gde tražiti nove komete? Kada tražiti nove komete? I kako prepoznati kometu?

Kako tražiti nove komete. Videli smo da je potrebno pretražiti celo nebo, tako što se pretražuje po zonama od po 2^h-3^h rektascenzije, a deklinacije jednake širine vidnog polja. Odnosno, odabere se određena deklinacija, instrument se pričvrsti po deklinacijskoj osi, pa se pretražuje nebo pomeranjem durbinu po časovnom uglu sve dok se ne ispita cela zona.

Ukoliko posmatranje počinje uveče, traganje počinje od najnižeg paralela, tj. instrument se usmeri na zapadni horizont i učvrsti po deklinaciji. Tada sa polako pretražuje nebo pomerajući instrument po časovnom uglu sve dok se ne pretraži ceo pojas neba za tu vrednost deklinacije. Prilikom pomeranja instrumenta po časovnom uglu treba obratiti pažnju da se durbin uvek pomeri za oko $3/4$ vidnog polja, da se ne bi desilo da pojedini mali sektori neba ostanu nepregledni. Kada je pretražen ceo pojas neba, instrument se pomeri za $3/4$ vidnog polja po deklinaciji i ponovo pretraži novi pojas neba. Na ovaj način pretraži se celo nebo, polako pomerajući instrument po određenim pojasevima deklinacije sve do nebeskog pola.

Kada tragamo ujutru, posmatranje počinje od nebeskog pola, pa se takodje pretraživanjem pojedinih zona neba (za određene deklinacije) durbin polako spušta po zonama ka istočnom horizontu.

Veoma je važno posle svakog završenog pretraživanja neba ubeležiti u zvezdanu kartu ili posmatračku beležnicu - koje je područje neba pretraženo, tako da narednog dana, odnosno kod narednog posmatranja, uvek sa sigurnošću znamo koje je područje pretraženo a koje nije.

Svaki magličast objekat koji se zapazi u vidnom polju treba odmah identifikovati.

Ako se posmatra instrumentom na ekvatorijalnoj montaži sa krugovima, identifikacija se obavlja tako što se "sumnjivi objekat" dovede u sredinu vidnog polja, pa se u tom trenutku očita pokazivanje časovnika (koji meri zvezdano vreme) i položaj instrumenta koji pokazuju krugovi (1. - časovni ugao, 2. - deklinacija). Na osnovu vrednosti zvezdanog vremena i časovnog ugla izračuna se vrednost rektascenzije. Poznatom rektascenzijom i deklinacijom "sumnjivog objekta" proveriti se u nekom od poznatijih kataloga (na primer, NGC koji ima 7840 objekata), da li se na ovome mestu neba nalazi neki magličasti objekat. Ako se nalazi, nastavljamo dalje pretraživanje, a ako objekta nema u katalogu moguća su dva slučaja: ili je to neka nova maglina (ili sličan objekat), što je veoma verovatno, ili je objekat kometa, što je mnogo verovatnije. Šta je u pitanju, određuje se tako što se u razmaku od desetak minuta meri razlika u koordinatama "sumnjivog objekta" i jedne (ili još bolje dve) zvezde u vidnom polju. Ako se dobijene razlike u dva merenja slažu (sa tačnošću pokazivanja krugova), tada je objekat maglina (odnosno neki nepokretni objekat na nebu). Ipak, ovo treba još jedanput proveriti narednog dana ponovnim merenjem koordinata (da li se objekat i dalje nalazi na istom mestu). Ako se razlike u dva merenja ne slažu, po rektascenziji za 2-3 sec, a po deklinaciji 3-5, tada je objekat kometa.

Medjutim, u najvećem broju lovci na komete su astronomi amateri koji najčešće imaju instrumente na azimutnoj montaži, tako da se njima ne može vršiti identifikacija na gore opisani način. U tom slučaju, identifikacija "sumnjivog objekta" obavlja se tako što se mora napraviti tačan crtež vidnog polja. Nacrtaju se položaji tri para odabranih (sjajnih) zvezda.

Zvezde su odabrane tako da se kroz svaki par može povući linija, te tako dobijamo tri linije (prave) koje dele vidno polje u raznim pravcima. Ove tri prave nam materijalizuju koordinatni sistem u kome određujemo položaj "sumnjivog objekta". Zvezde u parovima obeleže se: A, B, C, D, E, F, a nepoznati objekat sa X. Tada se na crtežu uočavaju neke od karakterističnih relacija medju ovim tačkama na pravama nepoznatog objekta. Na primer, duž $AX = duž, BC = 1/2 duž EX$, i slično. Posle izvesnog vremena (na primer - sat, sat i po) potrebno je ponoviti posmatranja, napraviti novi crtež i uporediti ga sa prvim. Ako je objekat promenio položaj, to je kometa.

Gde treba tražiti nove komete. Cilj svakog lovca na komete nije samo da pronadje kometu, već da bude prvi koji će je

videti. Zato je važno što ranije uočiti nepoznatu kometu koja nam se približava iz perifernih delova Sunčevog sistema. A kada će se neka kometa moći zapaziti (uočiti), zavisi od njenog sjaja. Poznato je da sjaj komete zavisi od veličine same komete i od njenog rastojanja od Sunca. Što je kometa veća, to će se moći otkriti na većem rastojanju, odnosno ranije, dok se manje komete mogu zapaziti tek mnogo kasnije, tj. kada se približe Suncu na malo rastojanje. Pošto ima mnogo više manjih nego većih kometa, mnogo je veća verovatnoća za otkriće nove komete u blizini Sunca, a sve je manja verovatnoća ako se pretražuje područje neba koje je dalje od položaja Sunca na nebu. Zato je kratak odgovor na pitanje: gde treba tražiti komete? - Uveče, po zalasku Sunca komete tražiti na zapadnom delu neba, oko ponoći na severnom delu, a ujutru, u zoru, pre izlaska Sunca, na istočnom delu neba.

A gde je bolje tražiti komete, na istočnom delu neba (ujutru), ili na zapadnom nebu (uveče)? Ovim zanimljivim pitanjem bavio se profesor fizike E. Everhart (Konektikatski univerzitet, Denver, SAD), koji je i sam otkrio dve komete. Uz pomoć velikog IBM računara ispitao je otkrića 337 dugoperiodičnih komete, otkrivenih od 1840. do 1967. godine. Detaljnom analizom efemerida i uslova vidljivosti za pojedine komete Everhart je utvrdio da je 70% kometa (pri prvom otkriću) otkriveno na jutarnjem delu neba, a kod kometa koje su otkrivene prilikom svojih povrataka, procenat je još veći, 81% ih je pronađeno na jutarnjem nebu. Posebno je zanimljivo Everhartovo otkriće da je najveći broj kometa otkriven u zoni od 30° do 60° oko Sunca, i to za otkrića kometa kako na istočnom tako i na zapadnom delu neba. Ove zone se po njemu zovu Everhartove zone.

Nekada su lovci na komete smatrali da komete treba tražiti (kao i nove planetoida) u pojasu oko ekliptike. Međutim, praksa otkrivača kometa je pokazala da se komete mogu naći u bilo kom delu neba. Zato današnji lovci na komete, pored toga što pažljivo pretražuju Everhartove zone, bar jednom mesečno pretraže i ostale delove neba. Neki astronomi smatraju da je čak u ostalim zonama neba veća verovatnoća da se u današnje vreme pronađe kometa, nego ako se traži u Everhartovim zonama, jer po narodnoj posloviци "Gde je mnogo pecaroša, malo jedan ribar ulovi".

Spomenimo i da su nekadašnji lovci na komete uočili da se u tragu veće komete (naročito vrlo velike) obično pronalaze jedna, dve pa i tri manje nove komete. Ove manje komete slede veliku kometu ponekad i na vrlo velikom rastojanju, tako da se neke od njih pronalaze tek posle nekoliko meseci ili godinu dana kasnije posle velike komete. Zanimljivo je mišljenje nekih starih otkrivača, po kome se iza jedne velike komete sa hiperboličnom putanjom nalazi jedna ili više manjih periodičnih kometa (tj. sa eliptičnom putanjom).

Veoma zanimljivo ispitivanje koje pokazuje u kome se sa zvezdju u toku godine najviše pronalazi novih kometa obavio je 1977. god. astronom amater iz Lenjingrada Sergej Beljajev. On je za ovo statističko ispitivanje uzeo 400 kometa otkrivenih od 1802. do 1970. Rezultati su dati u tabeli. Najbolji rezulta-

ti u otkrivanju kometa postignuti su u sazveždjima koja su istaknuta velikim slovima.

Tabela 8

M e s e c	S a z v e ž d j e
Januar	Bik, Kit, Herkules
Februar	LAV, Cefej
Mart	DEVOJKA, Lav, Pegaz, Vaga
April	PEGAZ, Andromeda, Perzej, Kasiopeja
Maj	Pegaz, Ribe
Juni	PERZEJ, Ribe, Kočijaš, Žirafa, Veliki medved
Juli	ŽIRAFa, Ovan, Herkules, Kočijaš, Kit, Mali medved Zmijonošac, Kasiopeja, Bik
Avgust	VODOLIJA, Veliki medved, Žirafa, Kičijaš, Ris, Herkules, Bik, Kasiopeja
Septembar	RIS, Lav, Žirafa, Zmijonošac, Vodolija, Hidra, Veliki medved, Blizanci
Oktobar	LAV, Zmaj, Žirafa, Kit, Bik, Zmijonošac, Vodolija, Volar
Novembar	DEVOJKA, Sekstant, Pegaz, Herkules, Eridijan, Lav, Bik, Kit, Zmaj
Decembar	DEVOJKA, Bik, Kit, Herkules

Kada treba tražiti komete. Već je rečeno da komete treba tražiti uveče, odmah po svršetku astronomske sumraka, a u zoru sve do početka jutarnjeg astronomske sumraka, jer komete se mogu tražiti samo po vedrom i potpuno tamnom nebu. Ovo znači da leti posmatranje treba početi oko 22^h i 30^m, a završiti u zoru oko 02^h. Pošto zimi noć traje duže, astronomske sumrak počinje oko 18^h i 30^m a traje do oko 06^h, tako da u tom intervalu treba tražiti komete.

Na pitanje koji je mesec u godini najpogodniji za traženje kometa ne postoji pouzdan odgovor. Iz tablice S. Beljajeva vidimo da statistika pokazuje da je u januaru i maju pronađeno najmanje kometa. Jedna druga statistika, koja je uzela u obzir 421 kometu, otkrivenu u poslednjih 200 godina, ukazuje da je odnos 7:9 u korist druge polovine godine. U prvom polugodištu najviše kometa je pronađeno u aprilu (43), a u drugom polugodištu u julu 51 kometa. U stvari, smatra se da ne postoji neko znatno preimućstvo jednog polugodišta nad drugim, kao ni jednog meseca u odnosu na neki drugi, a razlike koje se dobijaju statističkim računom potiču više od uzroka vezanih za samog posmatrača, mesto posmatranja (atmosferske prilike) i slično, nego što su rezultat stvarnih većih ili manjih pojavljivanja kometa. Zato je odgovor na pitanje kada treba tražiti komete?

- Svake vedre noći bez mesečine. A koliko dugo treba tražiti u toku jedne noći? Što duže, jer je time veća verovatnost za uspeh. Tako da vreme traženja u toku noći zavisi od sposobnosti samog posmatrača, u prvom redu od njegovog strpljenja i istrajnosti.

Tragajući godinama za kometama, mnogi iskusni lovci na komete imali su sposobnost da već pri prvom pogledu na "sumnjivi objekat", na osnovu svog bogatog iskustva, odmah budu u stanju da odrede da li je u pitanju nova kometa ili maglina. Zato je za početnike veoma važno da znaju kako kometa izgleda u vidnom polju teleskopa.

Na izgled komete utiče nekoliko činilaca: dimenzija same komete, udaljenost komete od Sunca, udaljenost komete od Zemlje, kao i pravac kojim se kometa kreće u odnosu prema posmatraču (odnosno Zemlji).

1. Na velikoj udaljenosti od Sunca, pa sve dok se ne približi Suncu na neko određeno rastojanje (koje je različito za svaku kometu zavisno od njene veličine), izgled komete zavisi isključivo od sjaja jezgra. U tom stadijumu kometa izgleda kao obična zvezda, s tim što je obavijena malim, jedva primetnim magličastim omotačem. Zato u ovom slučaju, ako nebo nije potpuno vedro, kometa najčešće biva nezapažena.

2. Na određenom rastojanju od Sunca (što takodje zavisi od same komete) u izgledu komete zapaža se jezgro i koma. Na tom delu putanje kometu je vrlo teško razlikovati od izgleda neke magline. Jezgro komete je zvezdanog izgleda, manje ili više upadljivo, dok je koma najčešće pravilnog oblika. U nekim redjim slučajevima, koma može biti i malo alipsasta; ovakav izgled duže vremena imaju komete manjih dimenzija.

3. Tek na manjem rastojanju od Sunca (kod većih kometa je ovo rastojanje veće, a kod manjih kada se približe vrlo blizu Suncu) zapažaju se sva tri dela komete: jezgro, koma i rep. U vidnom polju teleskopa kometa ima izgled "prave repatice", onakav kako većina ljudi zamišlja kometu.

Zanimljivo je na kraju čuti kako traži komete Vilijam Bredfild, najuspešniji savremeni lovac na komete. On pri traženju kometa jedanput - dvaput mesečno pretraži nebo u radijusu od 90° od Sunca, a bar jedanput mesečno pretraži celo nebo. Bredfild nikada ne traži komete za vreme sumraka ili u dane kada se nad horizontom nalazi Mesec stariji od tri dana. Prva traganja na večernjem zapadnom nebu počinje dva dana posle punog Meseca, i tada posmatra oko 20 minuta. Ujutru pretražuje istočno nebo 5-6 dana pred mlađ Mesec. Kada na nebu nema Meseca, počinje da traži komete uveče u vreme kada se završava astronomski sumrak i počinje potpuna tama, posmatra celu noć, sve do zore kada počinje astronomski sumrak. Bredfild uvek počinje traženje od horizonta, na zapadnom delu neba od zvezda koje zalaze, a na istoku od zvezda koje su se tek pojavile nad horizontom. Zanimljivo je da je svoje prve tri komete (1972 F, 1974 b, 1975 d) Bredfild pronašao na oko 30° od Sunca, a kasnije komete je našao i na dvostruko većem rastojanju (na primer, kometu 1976 a, na 56° od Sunca).

Smatra se da je za otkriće jedne komete potrebno između 200 i 300 sati posmatranja. Ali tu ne postoji neko čvrsto pravilo, jer neki posmatrači traže komete i nekoliko godina, a drugi imaju sreću da je pronadju i posle nekoliko sati posmatranja. Na primer, Bredfildu je za pronalazak prve komete bilo potrebno 260 sati posmatranja (1972 f), svoju drugu kometu (1974 b) pronašao je za 306 sati, četvrtu za 106, petu za 57, a šestu za samo devet sati posmatranja.

FOTOGRAFSKO TRAŽENJE KOMETA

Iako se komete pronalaze većinom vizuelnim putem, oko 2/5 današnjih otkrića otpada na fotografsku metodu, kojom se bave isključivo astronomi profesionalci. Međutim. Ova fotografska otkrića najčešće nisu rezultati sistematske potrage za kometama, kao kod vizuelnih otkrića, već se nove komete pronalaze slučajno - prilikom drugih astronomskih posmatranja. Na primer, astronom čehoslovačkog porekla Luboš Kohoutek, snimajući planetoide velikim Šmitovim teleskopom od 1,2 m na opservatoriji Hamburg-Bergedorf, otkrio je i pet kometa. Madjarski astronom Mikloš Lovas, snimajući nebo u cilju otkrivanja "Novih" i "Super novih", na opservatoriji Piskešteto (oko 120 km severno od Budimpešte), u periodu od 1974. do 1980, pored više do 40 "Novih" otkrio je i četiri komete. Kako su ova otkrića rezultat snimanja neba velikim savremenim teleskopima, to je sjaj fotografski otkrivenih kometa vrlo mali, najčešće 17-21^m. Podsetimo se da vizuelno otkrivene komete imaju sjaj najčešće 8-9^m.

Kako fotografski tražiti komete? U našim krajevima (i uopšte na severnoj Zemljinoj polulopti) najpovoljnije je tražiti komete fotografskim putem u letnjim mesecima. U prvom redu zbog toga što se u toku leta, za vreme noći, Sunce ne spušta toliko ispod horizonta (u severnim krajevima naše zemlje oko 20°, a u južnim oko 25°), što omogućuje da se tokom cele noći bez prestanka posmatra zona na nebu u kojoj se najverovatnije nalazi nepoznata kometa. Osim toga, u letnjim mesecima je veoma lako naći Everhajtovu zonu, jer ona obuhvata praktično ceo severni deo ispod zvezde Severnjače sve do oko 10° iznad horizonta (a ispod je ionako zona na nebu koja nije pristupačna za posmatranje).

Snimanje neba treba obavljati kamerom velikog otvora a male žižne daljine, odnosno velike svetlosne moći (od 1/1,2 do 1/5). U tu svrhu može se koristiti običan fotoaparatus sa filmom od 35 mm, na primer, sa objektivom 80 mm, f/2. Za fotografsko traženje kometa pogodni su i teleobjektivi (na primer 200 mm, f/2,8), a naročito su preporučljive male Šmit kamere prečnika 10-20 cm. Najbolje je da vidno polje kamere bude 5-10°. Kameru za snimanje neba treba pričvrstiti paralelno sa nekim solidnijim teleskopom koji ima ekvatorijalnu montažu sa preciznim satnim mehanizmom za praćenje, kako bi se moglo duže snimati.

Pošto se za snimanje kometa upotrebljavaju osetljivi filmovi, mesto sa koga se snima treba da je što dalje od bilo kakvog svetla, smoga, dima i slično, jer nebo treba da je što tamnije i čistije, pa se zato za fotografsko traženje kometa

preporučuje samo lokacija koja je daleko od naseljenih mesta, a po mogućnosti i na što većoj nadmorskoj visini.

Poznato je da je na većoj udaljenosti komete od Sunca koma jedini vidljivi deo komete. Spektralna analiza je pokazala da se u njoj nalazi najčešće velika količina dvoatomnog ugljenika koji pod dejstvom Sunčeve svetlosti emituje svetlost, i to najviše u zelenom području spektra. Zato se za traženje komete preporučuju filmovi koji su najosetljiviji uzelenom delu spektra. Osim toga film treba da bude malo osetljiviji, ali ne previše osetljiv, zato što su na jako osetljivim filmovima zvezdani likovi malo magličasti, što onda umnogome otežava identifikaciju komete. Razvijanje filmova treba da bude takvo da se dobije sitno zrno negativa.

U toku jedne noći treba napraviti nekoliko ekspozicija odabranih područja neba. Pri snimanju je dobro držati se uvek istih koordinata, jer će nam to kasnije umnogome olakšati upoređivanje snimaka.

Dužina ekspozicije treba da je tolika da obezbedi registrovanje najslabijih zvezda koje se mogu snimiti upotrebljenom kamerom, sa datim filmom i postojećim fonom neba. Najpovoljnija ekspozicija se određuje probom.

Najveći problem kod fotografskog traženja komete je identifikacija komete sa snimljenog negativa. Naime, ako se na snimku nalaze registrovane samo zvezde do 10^m , na jednom snimku će biti zabeleženo i nekoliko hiljada objekata.

Za identifikaciju komete sa snimljenog negativa postoji nekoliko metoda. Profesionalni astronomi u tu svrhu koriste specijalni uređaj, tzv. Blink komparator (strana 42), koji omogućuje da se prisustvo komete na negativu veoma lako i brzo zapazi. Razumljivo je da astronomi amateri nemaju ovaj skupi uređaj, tako da se u amaterskom radu identifikacija komete obavlja tako što se već samo snimanje neba vrši na poseban način.

Naime, jedna ista oblast neba fotografiše se na isti snimak dva puta u razmaku od, na primer, jednog sata. Pri drugom snimanju se uvek uzima za praćenje zvezda koja je vrlo blizu zvezde koja je služila za praćenje pri prvom snimanju. Kao rezultat dobija se negativ na kome su svi objekti dvostruki. Pošto se zvezde i magline ne kreću na nebu (ne menjaju svoj uzajamni položaj), na negativu će razmak između svih nepokretnih nebeskih tela biti isti. Ali ako se na snimku nalazi neka komete, pošto se ona kreće na nebu (menja svoj položaj u odnosu na ostala tela), razmak između dva položaja komete na negativu će biti veći nego što je razmak za ostala nebeska tela. Ali ova se identifikacija ne smatra potpuno pouzdanom, jer to može biti i neki planetoid, pa je potrebno "sumnjivi objekat" pogledati kroz malo veći teleskop, na primer, otvora 20-30 cm. Ako je u vidnom polju "sumnjivi objekat" magličastog izgleda, onda je to komete (planetoid je zvezdasto-tačkastog izgleda). Ipak, radi svake sigurnosti sledećeg dana treba ponoviti snimanje ove oblasti neba.

Pošto je snimak neba na 35-milimetarskom filmu veoma mali (24x35 mm), za pregled negativa treba uzeti neku veću lupu.

Neki amateri negativ stavljaju u dijaprojektor, a za analizu koriste uvećani negativ. Ovo je veoma praktično i zato što se u radu upotrebljava isključivo ovaj medjunegativ. Ako se prilikom rada on i ošteti, šteta nije velika jer originalni negativ ima i dalje neoštećen.

ŠTA SE RADI KADA SE OTKRIJE KOMETA

Kada se otkriveni objekat identifikuje kao kometa, posmatrač treba da odredi:

- vreme posmatranja (zabeleži sa časovnika koji pokazuje UT);
- približne koordinate komete (pomoću poznatih zvezda u vidnom polju);
- sjaj komete (proceni se Argelanderovom metodom, tako što se pomoću točkića za izoštravanje slike malo zamute zvezde poznatog sjaja, pa se onda sjaj komete odredi poredjenjem);
- opšti opis izgleda komete (na primer, difuzni objekat sa jezgrom bez repa);
- brzinu kretanja komete medju zvezdama (odredjuje se na osnovu nekoliko položaja komete, tako da se daje kretanje komete po rektascenziji i po deklinaciji za jedan dan (24 časa tj. tzv. dnevno kretanje komete). Ono se najčešće ne može odrediti odmah po otkriću, tako da se odredjuje pri kasnijim posmatranjima .

Informaciju o otkriću komete treba odmah, ako je moguće još iste noći, poslati u neku od najbližih astronomskih opservatorija, ili u Medjunarodni centar za komete na adresu:

Central Bureau for Astronomical Telegrams
Harvard - Smithsonian Center for Astrophysics
60 Garden Street, Cambridge, Massachusetts 02138
United States of America.

Na ovu adresu dolaze svi telegrami o otkrićima kometa u svetu, tako da direktor Medjunarodnog centra za komete Brian G. Marsden na osnovu prispelih izveštaja može da odredi koji je posmatrač u svetu prvi zapazio kometu. Tada kometa dobija i svoju oznaku, na primer ako je to treća kometa pronađena 1983. imaće oznaku "1983 c". Odmah po sredjivanju prvih izveštaja o posmatranju komete B. Marsden sastavlja cirkular kojim se obaveštavaju svi astronomi u svetu da je pronađena nova kometa. Kometa dobija ime po otkrivaču, a ako je posmatralo u isto vreme više posmatrača, nosi ime prve trojice.

Telegrami koji se šalju Medjunarodnom centru za komete treba da sadrže tačno odredjene podatke o otkrivenoj kometi, a sastavljaju se po odgovarajućoj šifri, odredjenoj pravilima Medjunarodne astronomske unije iz 1964. i 1969. Ova šifra je uvedena da se olakša slanje informacija o otkriću (i uopš-

te posmatranju) kometa svim posmatračima u svetu, bez obzira na jezik kojim govore i pismo kojim pišu.

Ukoliko se ne poznaje ova šifra, informacija o otkriću komete može se poslati na engleskom jeziku.

KAKO SE SASTAVLJA ŠIFROVANI TELEGRAM O OTKRIĆU KOMETE

Telegram se sastoji od grupa sa po pet brojeva i od nekih reči. Pojedine grupe u telegramu imaju sledeće značenje:

I grupa - prezime otkrivača komete.
II grupa - naziv objekta posmatranja, u našem primeru "COMET".
III grupa - prezime posmatrača komete (u slučaju otkrivanja komete, razumljivo je da je otkrivač i posmatrač isto lice).

IV grupa - i naredne grupe sastoje se iz pet arapskih cifara. U četvrtoj grupi, prve četiri označavaju epohu za koju su date koordinate komete. Peta cifra daje bližu informaciju o datim koordinatama:

- 1 - znači približne koordinate;
- 2 - znači tačne koordinate;
- 3 - heliocentrični elementi putanje;
- 4 - efemerida (pored cifre stavlja se natpis "EPHEMERIS").

V grupa - datum posmatranja: prva cifra godina (na primer za 1983. biće 3), druga i treća cifra označava mesec (01-januar, 02-februar ... 12-decembar), četvrta i peta cifra označavaju dan (od 01 do 31).

VI grupa - vreme posmatranja u desetim delovima dana i to isključivo u Svetskom vremenu (UT).

VII grupa - približna vrednost rektascenzije: prve dve cifre označavaju časove, treća i četvrta minute, a peta desete delove minuta.

VIII grupa - približna vrednost deklinacije: prva cifra znači:

- 1 - negativna deklinacija (-);
- 2 - pozitivna deklinacija (+);

druga i treća cifra označavaju vrednost deklinacije u stepenima ($^{\circ}$), a četvrta i peta daju vrednost u minutima ($'$). Ukoliko na odgovarajućem mestu nemamo potreban broj za neku od cifara (na primer za parabolične koordinate), na mesto cifre koja nedostaje stavlja se crtica (-) ili kosa crta (/).

IX grupa - daje informacije o sjaju komete i njenom opštem izgledu. Prva cifra nema značenja, pa se na njeno mesto stavlja nula (0), crtica (-) ili (/). Druga cifra daje informaciju o zvezdanoj veličini komete:

- 1 - integralni sjaj komete;
- 2 - prividna veličina jezgra komete;
- 3 - vizuelna prividna veličina;
- 4 - fotografska veličina komete;
- 5 - fotoelektrična veličina komete;

treća i četvrta cifra daju iznos same zvezdane veličine, dok peta daje informaciju o opštem izgledu komete:

0 - kometa zvezdolikog izgleda;

1, 2, 3 - bez opisa izgleda, pri čemu je:

1 - kometa bez repa;

2 - kometa sa repom manjim od 1° ;

3 - kometa sa repom većim od 1° ;

4, 5, 6 - difuzni objekat bez jezgra, pri čemu je:

4 - kometa bez repa;

5 - kometa sa repom manjim od 1° ;

6 - kometa sa repom većim od 1° ;

7, 8, 9 - difuzni objekat sa centralnom kondenzacijom (jezgrom) pri čemu je:

7 - kometa bez repa;

8 - kometa sa repom manjim od 1° ;

9 - kometa sa repom većim od 1° ;

X grupa - dnevno kretanje komete po rektascenziji (da-
je se samo ako je poznato). Prva cifra daje informaciju o zna-
ku:

1 - znači minus (-);

2 - znači (+);

druga i treća cifra daju vrednost dnevnog kretanja u minutima
(') četvrta u desetim, a peta u stotim delovima minuta.

XI grupa - dnevno kretanje komete po deklinaciji (daje
se samo ako je poznato). Prva cifra daje informaciju o znaku:

1 - znači minus (-);

2 - znači plus (+);

druga i treća cifra daju vrednost dnevnog kretanja u stepenima
($^{\circ}$), a četvrta i peta u uglovnim minutima (').

XII grupa - je tzv. kontrolna grupa: služi za kontrolu pri-
maocu da proveriti je li telegram tačno primljen. Dobija se kao
zbir cifara svih grupa, od grupe IV zaključno sa grupom XI. Ako
je dobijena suma šestocifren broj, prva se cifra odbacuje.

XIII grupa - takođe je kontrolna i služi za kontrolu tačno-
sti prijema telegrama, ali samo za tri grupe koje su najvažni-
ji podaci u telegramu. Ona se dobija kao zbir cifara grupe VII
(rektascenzija komete), grupe VIII (deklinacija komete) i gru-
pe IX (informacija o sjaju i opštem izgledu komete). I u ovom
slučaju, (informacija o sjaju i opštem izgledu komete). I u
ovom slučaju, ako je dobijena suma šestocifren broj, prva se
cifra odbacuje.

Na kraju telegrama pošiljalac se potpisuje PREZIMENOM.

Primer jednog telegrama:

PETROVIC COMET PETROVIC 19501 30727 87384 19426 25724
01098 20633 14710 46248

PETROVIC

REŠENJE: Petrović javlja da je našao novu kometu 1983. god.,
27,87384 (UT) jula, koja ima približne koordinate za epohu
1950,0 rektascenziju $19^{\text{h}} 42,6^{\text{m}}$ i deklinaciju $+57^{\circ}24'$. Integ-

ralni sjaj komete je 9^m , kometa se vidi kao difuzni objekat sa centralnom kondenzacijom (jezgrom), sa repom manjim od 1° . Dnevno kretanje komete po rektascenziji je $+6,33^m$, a po deklinaciji $-2^\circ 17'$. Telegram je ispravno primljen jer se zbir IV do XII grupe slaže sa ciframa XII grupe (bez prve cifre, jer je suma šestocifren broj). Takođe su i koordinate tačno zapisane, jer je zbir VII, VIII i IX grupe jednak ciframa u XIII grupi.

PRILOG II

ASTRONOMSKI OPTIČKI INSTRUMENTI

U V O D

Hiljadama godina ljudi su posmatrali nebeska tela golim okom sve do 1609., kada je Galilej (*Galilei Galileo, 1564-1642*) napravio durbin i prvi ga uperio u nebo. Od te godine pored vizuelne počinje razvoj i optičke astronomije. U narednim vekovima otkriven je veliki broj optičkih instrumenata, od kojih ćemo navesti najznačajnije za proučavanje kometa.

DURBINI

Optičke instrumente, koji služe za uvećanje vidnog ugla udaljenih predmeta, nazivamo ili *durbinima* ili *teleskopima*, prema tome da li se likovi dobijaju pomoću sistema sočiva ili sfernih ogledala i sočiva. Treba imati u vidu da je teleskop grčka reč i znači "gledanje u daljinu", pa prema tome i durbin možemo smatrati teleskopom. Stoga, da ne bi bilo zabune, treba napomenuti da su *teleskopi-refraktori*, optički instrumenti za posmatranje udaljenih predmeta, kod kojih se likovi dobijaju prelamanjem (refrakcijom) svetlosti i nazivamo ih obično još *durbinima* ili *dogledima*, a *teleskopi-reflektori*, ili, jednostavnije, *teleskopi*, su optički instrumenti za posmatranje udaljenih predmeta kod kojih se likovi dobijaju odbijanjem (reflektovanjem) i prelamanjem svetlosti. Refraktori se nazivaju još i *dioptričkim durbinima*, a reflektori *katoptičkim durbinima*.

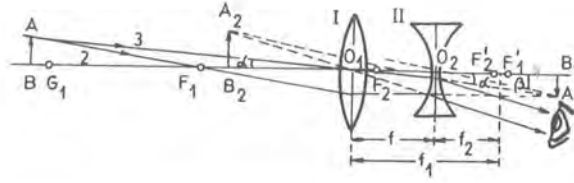
Ovde ćemo razmotriti *durbine*, tj. teleskope-*refraktore*, ili, jednostavnije *refraktore*. Razlikujemo dve vrste durbina: *astronomske durbine*, koji služe za posmatranje nebeskih tela i *zemaljske (terestrične) durbine* za posmatranje objekata na Zemlji.

Galilejev ili holandski durbin (1609). Kod ovih durbina objektiv je sabirno sočivo sa velikom žižnom daljinom, a okular je rasipno sočivo sa malom žižnom daljinom. Prema tome, kod Galilejevog durbina okular nije lupa, a pošto se postavlja iza objektiva na daljini koja je manja od žižne daljine objektiva, ne može se ni obrazovati stvaran lik predmeta AB (sl.135), već samo imaginaran lik A_2B_2 . Naime, predmet se uvek nalazi na daljini većoj od dvogube žižne daljine objektiva I, ili u beskonačnosti. Neka su F_1 i F_1' žiže objektiva I, a F_2 i F_2' žiže okulara II. Iz tačke A predmeta povucimo svetlosni zrak 2, koji prolazi kroz žižu F_1 objektiva. Ovaj zrak posle prelamanja kroz objektiv prostiraće se paralelno sa glavnom osom. Zrak 3, koji prolazi kroz optički centar objektiva, izlazi bez prelamanja. U preseku ta dva zraka, tj. u tački A_1 nalazi se lik tačke A. Na taj način, približno u zajedničkoj žiži objektiva i okulara F_1' dobije se stvaran i obrnut lik A_1B_1 . Medjutim, pošto zraci 2 i 3 posle izlaza iz objektiva I, pre nego što se obrazuje lik A_1B_1 , nailaze na okular II, oni se prolazom kroz nj lome tako, da izlaze divergentno, jer okular je rasipno sočivo. Stoga, posmatrač kod P u preseku produženja tih zrakova unazad, tj. u tački A_2 , vidi lik tačke A, pa prema tome na tom mestu vidi lik A_1B_1 . Lik je uspravan, imaginaran i uvećan.

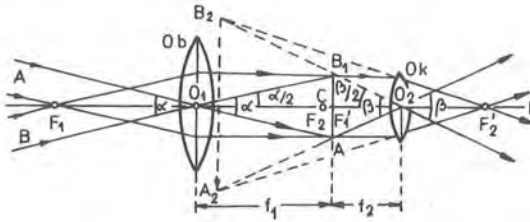
Uvećanje U_G Galilejevog durbina dobija se iz obrasca

$$U_G = \frac{f_1}{f_2} \quad (1)$$

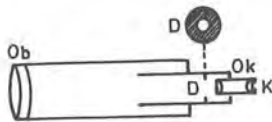
gde je f_1 žižna daljina objektiva, a f_2 okulara. Kao što se vidi, uvećanje je toliko puta veće koliko je puta žižna daljina objektiva veća od žižne daljine okulara. Stoga, da bi se dobilo što veće uvećanje, treba objektiv durbina da ima što veću žižnu daljinu, a okular što manju.



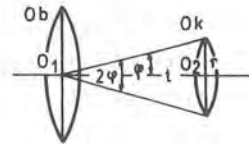
SLIKA 135 - Shema principa na kome se zasniva funkcionisanje Galilejevog ili holandskog durbina



SLIKA 136 - Shema principa na kome se zasniva funkcionisanje astronomskeg ili Keplerovog durbina



SLIKA 137 - Shema cevi astronomskeg durbina sa objektivom i okularom



SLIKA 138 - Shema veličine vidnog polja astronomskeg durbina

Ovaj tip durbina ima isključivo istorijski značaj, jer se u astronomiji češće koristi Keplerov durbin.

Astronomski ili Keplerov durbin (Johann Kepler, 1611), u jednostavnom obliku sastoji se iz dva sabirna sočiva: jedno (O_1 , sl.136), koje ima veću žižnu daljinu f_1 , stavljamo na prednji kraj cevi (tubusa) i služi kao objektiv; a drugo (O_2), koje ima manju žižnu daljinu f_2 , stavljamo na zadnji kraj cevi i služi kao okular.

Pošto Keplerov durbin služi za posmatranje nebeskih tela, tj. predmeta koji se nalaze u beskonačnosti, smatraćemo da se predmet AB , čije smo krajeve samo označili na slici, nalazi takodje u beskonačnosti. U preseku centralnog zraka, koji prolazi kroz optički centar O_1 objektiv i zraka koji iz iste tačke A prolazi kroz žižu F_1 objektiv, pa se posle prelamanja prostire paralelno sa glavnom osom, dobijamo lik A_1 tačke A . Isto tako u preseku centralnog zraka koji iz tačke B prolazi kroz optički centar O_1 objektiv i zraka koji iz iste tačke B prolazi kroz žižu F_1 objektiv, pa se posle prelamanja prostire paralelno sa glavnom osom, dobijamo lik B_1 tačke B . Prema tome, lik A_1B_1 je realan, obrnut i umanjem, a leži skoro u žižnoj ravni objektiv, koja prolazi kroz drugu žižu objektiv F_1' . Ako okular postavimo tako da se taj međjulik A_1B_1 nalazi izmedju žiže F_2 okulara, ili skoro u njegovoj žiži, onda okular ima ulogu lupe, pomoću koje posmatrač iz P vidi uobražen i uvećan lik A_2B_2 . Ovaj lik dobijamo konstrukcijom, kad međjulik A_1B_1 smatramo predmetom koji se nalazi skoro u žiži lupe. Kao što vidimo, pri posmatranju kroz astronomske durbine likovi su uvek obrnuti.

Ako uzmemo da se međjulik A_1B_1 nalazi baš na mestu gde leže zajedno žiža objektiv i okulara, izlazi da je dužina t tubusa astronomskog durbina, tj. rastojanje izmedju optičkih centara objektiv i okulara približno jednaka zbiru njihovih žižnih daljina dakle,

$$t = f_1 + f_2. \quad (2)$$

Uvećanje U_K astronomskog ili Keplerovog durbina dobija se pomoću istog obrasca kao kod Galilejevog durbina, dakle,

$$U_K = \frac{f_1}{f_2} \quad (3)$$

gde je f_1 žižna daljina objektiv, a f_2 okulara. Kao što se vidi, i ovde je uvećanje toliko puta veće, koliko puta je žižna daljina objektiv veća od žižne daljine okulara. Stoga, da bi se dobilo što veće uvećanje astronomskog durbina, objektiv durbina treba da ima što veću žižnu daljinu, a okular što manju.

Treba napomenuti da se medjulik A_1B_1 kao predmet nalazi sa desne strane objektiv durbina, a levo od njegovog okulara. Stoga po fizičkoj konvenciji znaka O_1C ima u stvari negativnu, a O_2C pozitivnu vrednost. Dakle, uvećanje astronomskog durbina biće u stvari negativno, tj. $U_K = \frac{-f_1}{f_2} = -\frac{f_1}{f_2}$, što znači da je lik obrnut, kao što smo i dobili konstrukcijom.

Menjajući okular na jednom durbinu možemo dobiti različita uveličanja. Medjutim, jednim durbinom ne možemo dobiti bilo koje uveličanje, već samo uveličanja koja se za dati durbin nalaze između maksimalnog i minimalnog uveličanja.

Minimalno uveličanje je određeno iz uslova da prečnik zenice okulara treba da je jednak prečniku zenice našeg oka. Ako to nije slučaj, na primer, prečnik zenice okulara je veći, tada će u naše oko padati samo deo svetlosti koja je pala na objektiv, pa smo tako smanjili optičke mogućnosti durbina (dobijamo sliku slabijeg sjaja).

Prečnik zenice čovečjeg oka u mraku dostiže vrednost od 6 mm pa ako imamo, na primer, durbin sa objektivom prečnika 8 cm = 80 mm njegovo će uveličanje biti: $80:6=13$ puta. Na taj način možemo izračunati minimalno uveličanje za svaki durbin.

Maksimalno uveličanje je direktno srazmerno sa prečnikom objektiv. Praksa je pokazala da kod durbina ne treba upotrebljavati uveličanje čija je vrednost veća od dvostruke vrednosti prečnika objektiv izražene u mm. Na primer, za durbin sa objektivom od 80 mm, maksimalno uveličanje iznosi: $80 \times 2 = 160$

puta. Šta će se desiti ako upotrebimo veće uveličanje? Ukoliko budemo koristili okulare koji nam daju uveličanje veće od ove vrednosti, na primer 180, 200 i više puta, videćemo da sve što je uveličanje veće slika u durbinu je sve lošija (gubi se sjaj i oštrina slike), da za neku veliku vrednost uveličanja postane neupotrebljiva.

U stvari, kod svakog durbina postoji tzv. *optimalno uveličanje*. To je vrednost uveličanja pri kojoj se dobija najbolja (optimalna) slika. Njegova vrednost se dobija tako što se prečnik objektiva (u mm) pomnoži sa 0,43. U našem primeru, za objektiv od 80 mm, optimalno uveličanje će biti: $80 \times 0,43 = 34$ puta. Ovo praktično znači da je za ovaj durbin najpogodnije uveličanje 34. Korišćenjem sve većeg i većeg uveličanja slika će se pogoršavati, pri čemu je sve do uveličanja od 160 puta još upotrebljiva. Za uveličanje koje je veće od 160 puta slika će biti tako lošeg kvaliteta da se ne može koristiti.

Za astronomski durbin i nije najvažnija karakteristika uveličanje, već je mnogo važnije u kojoj meri on prima više svetlosti od našeg oka, i time nam omogućuje da vidimo nebeska tela čiji je sjaj tako mali da ih okom ne može videti. Na primer, za durbin sa objektivom od 80 mm dobija se da prima:

$\left(\frac{80}{6}\right)^2 = 178$ puta više svetlosti nego čovečje oko. Dakle, pošto okom vidimo zvezde do 6-te veličine durbinom ćemo moći videti zvezde do 11,5-te veličine. Ovaj podatak se dobija računanjem iz obrasca: $m = 2 + 5 \log D$, gde je D - prečnik objektiva u mm. Zato se za objektivne astronomskih teleskopa grade što veća sočiva (najveće sočivo ima prečnik od 102 cm, a nalazi se na opservatoriji Jerkes u Americi).

Svetlosna efikasnost objektiva durbina izražava se preko tzv. *svetlosne moći* (ili aperturnog odnosa). To je količnik prečnika objektiva i njegove žižne daljine. Na primer, za durbin sa objektivom 80 mm a žižne daljine 1000 mm (1 metar) svetlosna moć je: $80:1000 = \frac{1}{12}$. Svetlosna moć se označava na objektivu kao 1:12 ili F/12. Kod durbina koji se koriste za posmatnje sjajnih objekata (zvezde, planete, Mesec i Sunce) svetlosna moć objektiva iznosi 1/12 do 1/15, dok se za posmatranje

nebeskih tela slabog sjaja (kometa, maglina, galaksija) upotrebljavaju objektivni sa većom svetlosnom moći, od 1/5 do 1/10, odnosno durbini sa što većim prečnikom objektiva a kratkom žižnom daljinom, jer oni daju svetle slike.

Veoma važna karakteristika durbina je i tzv. *razdvojna moć*. To je najmanji ugao između dve bliske tačke, pri kojem ih još vidimo odvojene. Naime, ako su dve tačke jako blizu jedna drugoj, na primer, dve zvezde, naše oko ih neće videti pojedinačno, već se ove slivaju u jednu zvezdu. U svakodnevnom životu, na primer, kada posmatramo udaljenu šumu na velikom rastojanju od nas, slika pojedinačnih stabala sliva se u jednu opštu sliku i mi nismo u stanju da vidimo pojedinačno lišće, već samo zelenilo krošnje. Ova moć razdvajanja bliskih tačaka zavisi od ugla pod kojim se vide posmatrani predmeti. Ljudsko oko je u stanju da dve tačke vidi razdvojene ako je između njih ugao od najmanje jednog uglovnog minuta.

Razdvojna moć durbina zavisi takođe od veličine objektiva, i može se približno odrediti iz obrasca: $p(") = \frac{140}{D(\text{mm})}$. Za naš primer, razdvojna moć će biti:

$p = \frac{140}{80} = 1,75"$. Znači, sa durbinom od 80 mm, najmanji ugao pod kojim još možemo da vidimo dve tačke (zvezde) odvojene, iznosi 1,75 uglovnih sekundi.

Zavisnost prečnika objektiva astronomskog teleskopa i razdvojne moći, kao i veličine najslabijih zvezda koje se za dati objektiv još mogu videti data je u tablici:

Tabela 9

Prečnik objektiva u mm	40	60	80	100	120	150	300	500	1000
Prividne veličine (m) najslabijih zvezda koje se vide	10	11	11,5	12	12,4	12,9	14,4	15,5	17
Razdvojna moć u ''	3,5	2,3	1,75	1,4	1,2	0,9	0,5	0,3	0,14

Pošto iz jednačine (2) vidimo da je dužina tubusa kod astronomskog durbina približno jednaka zbiru žižnih daljina objektiva i okulara, izlazi da ovi durbini imaju dugačke tubuse.

Zato astronomski durbinu obično imaju tri metalne cevi, koje možemo izvlačiti i uvlačiti jednu u drugu. Na kraju najšire cevi nalazi se objektiv Ob (sl.137), koji je obično ahromatični sistem od dva sočiva, a na kraju najuže cevi nalazi se okular Ok , koji je takodje kombinacija sočiva. Na slobodnom kraju okulara nalazi se okularski kapak K , koji ima mali otvor u sredini. To je *dijafragma* D , koja treba da se nalazi na mestu gde postaje realan lik predmeta koji posmatramo durbinom. Dijafragma omogućava da vidno polje vidimo čisto i ograničeno. Kod durbinu za astronomska posmatranja, kao i drugih instrumenata u kojima Keplerov durbin služi za *viziranje* ili merenje uglova, u otvoru dijafragme često se nalaze dva tanka zategnuta konca, na primer, od paučine, koji se ukrštaju pod pravim uglom tačno u osovini durbinu. To je tzv. *končanica* (Ozo, 1667). Pomoću končanice saznajemo da je osa durbinu upravljena tačno ka udaljenoj tački koju posmatramo, ako njen lik vidimo u preseku konca končanice, i odredjujemo položaje drugih tačaka u vidnom polju.

Kod svakog durbinu možemo da vidimo samo jedan ograničeni deo predmeta, tj. samo one tačke čiji osovinski zraci prolaze kroz okular. Prema tome, *vidno polje durbinu*, kao i mikroskopa, ograničeno je konusom zrakova čije se teme nalazi u optičkom centru objektiva Ob (sl.138), a osnovica mu je okular Ok . Dakle, *veličina vidnog polja durbinu*, kao i mikroskopa, određena je uglom 2ϕ , pod kojim se vidi prečnik njihovog okulara iz optičkog centra objektiva. Stoga, ako poluprečnik okulara označimo sa r , a njegovu daljinu od objektiva sa t , izlazi da $t\phi = \frac{r}{2}$ ili, za mali ugao meren radijanima, biće $\phi = \frac{r}{2t}$ (4).

Iz jednačine (4) zaključujemo da je *veličina vidnog polja durbinu*, upravo srazmerna poluprečniku okulara, a obrnuto srazmerna dužini tubusu durbinu.

Kao okular kod astronomskih durbinu upotrebljava se nekoliko tipova: Ramzdenov, Keplnerov, Hajgensov, Monocentrik i dr. Kao primer daćemo detaljniji opis Ramzdenovog okulara (sl.139).

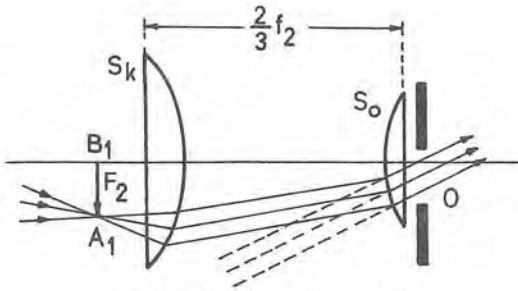
Ramzdenov okular (Ramsden) je kombinacija iz dva plankonveksna sočiva S_k i S_0 (sl.139), čije su sferne površine okrenute jedna prema drugoj. Kolektivno i očno sočivo kod ovog okulara imaju iste žižne daljine, a nalaze se na međusobnom rastojanju od dve trećine te žižne daljine. U odnosu na objektiv teleskopa, Ramzdenov okular postavljen je tako da se njegovo kolektivno sočivo S_k nalazi iza druge glavne žiže F_2 objektiva u pravcu svetlosnih zrakova. Žiža F_2 je istovremeno i prva glavna žiža okulara kao celine. Realan, obrnut i uvećan lik A_1B_1 koji daje objektiv nalazi se u prvoj glavnoj žiži F_2 okulara. Prema tome, svetlosni zraci koji od ovog lika padaju na okular izlaziće paralelno iz okulara.

Iz slike 139 vidimo da kolektivno sočivo okulara menja pravac svetlosnim zracima, lomi ih ka glavnoj osi i upravlja prema očnom sočivu i okularnom prstenu O . Na taj način ovo sočivo nam omogućuje da vidimo i one tačke lika koje su najudaljenije od glavne ose, a koje bez ovog sočiva ne bismo videli. Snop paralelnih svetlosnih zrakova koji izlazi iz očnog sočiva dospeva u oko posmatrača, koje, prislonjeno uz okularni prsten, vidi uvećan, obrnut i uobražen lik koji se nalazi u beskonačnosti. To znači da Ramzdenov okular deluje u stvari kao složena lupa.

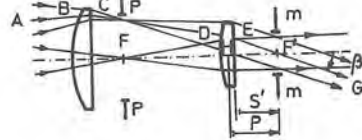
Kada se u žižu F_2 ispred okulara postavi mikrometerska skala na prozirnoj osnovi, Ramzdenov okular može da posluži kao mikrometerski okular.

Na slikama 139-144 prikazani su razni tipovi okulara: 139-Ramzdenov, 140-Hajgensov, 141-Kelnerov, 142-Ortoskopski (Abbe), 134-Monocentrik (Maksutov) i 144-Erfle okular.

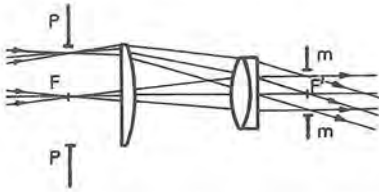
Pri korišćenju astronomskog durbina treba imati u vidu da on daje obrnutu sliku, te da je ono što se kroz durbin vidi severno na nebu - južno, i obrnuto. Kod posmatranja nebeskih tela ovo ne predstavlja smetnju, jer je svejedno, na primer, da li je Mesec okrenut u smeru sever - jug ili jug - sever. Međutim, kod posmatranja objekata na Zemlji obrnuta slika nam onemogućuje normalno posmatranje, pa je potrebno da se lik u durbinu još jednom obrne i tako dovede u normalni prirodni po-



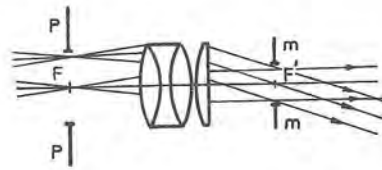
SLIKA 139 - Ramzdenov okular



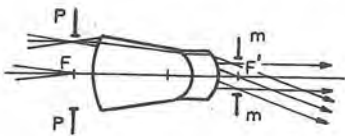
SLIKA 140 - Hajgensov okular



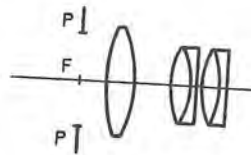
SLIKA 141 - Kelnerov okular



SLIKA 142 - Ortoskopski (Abbe) okular



SLIKA 143 - Monocentrik (Maksutov) okular



SLIKA 144 - Erfle okular

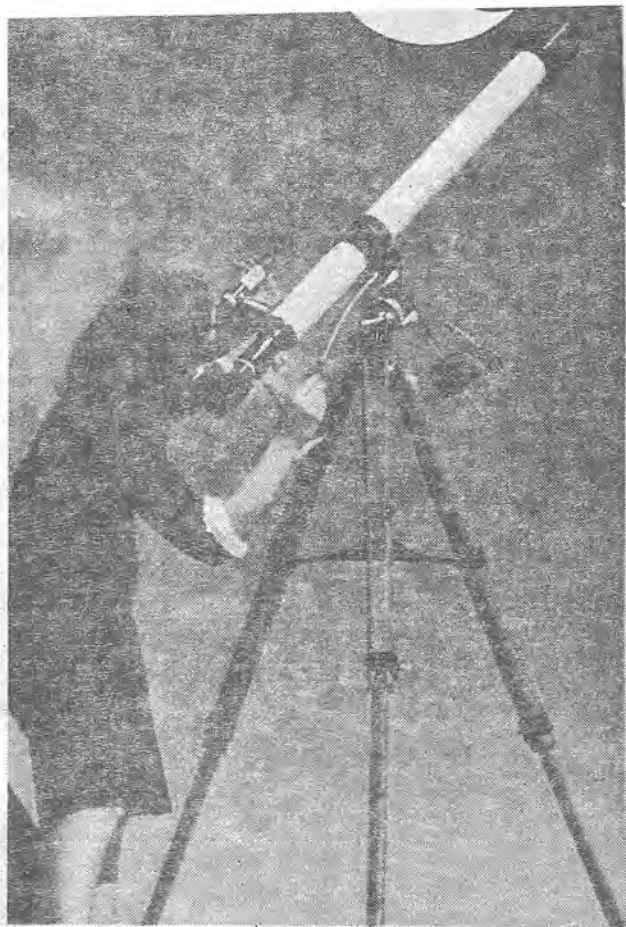
ložaj. Ovo se može postići na dva načina: umetanjem između okulara i objektiva jednog sočiva koji će sliku sa objektiva da obrne, ili ako umesto ovoga sočiva postavimo staklenu prizmu sa istim zadatkom. Korišćenje umetnog sočiva ima manu što su takvi durbinii jako dugački (zato su mornarski durbinii na razvlačenje), dok je upotreba prizme mnogo praktičnija, jer se tada dobija mnogo kraća cev durbinia (ovaj način se koristi kod svih vrsta dogleda).

Posmatrajući kroz durbin sa različitim uvećanjima videćemo da se vidno polje durbinia menja i da zavisi od uvećanja koje daje okular. Što je uvećanje veće, vidno polje je manje i obrnuto. U zavisnosti od vrste durbinia vidno polje se najčešće kreće od nekoliko stepeni do desetak uglovnih minuta, za razliku od durbinia kojima se posmatraju objekti na Zemlji, kod kojih je vidno polje desetak puta veće (obično oko 10^0).

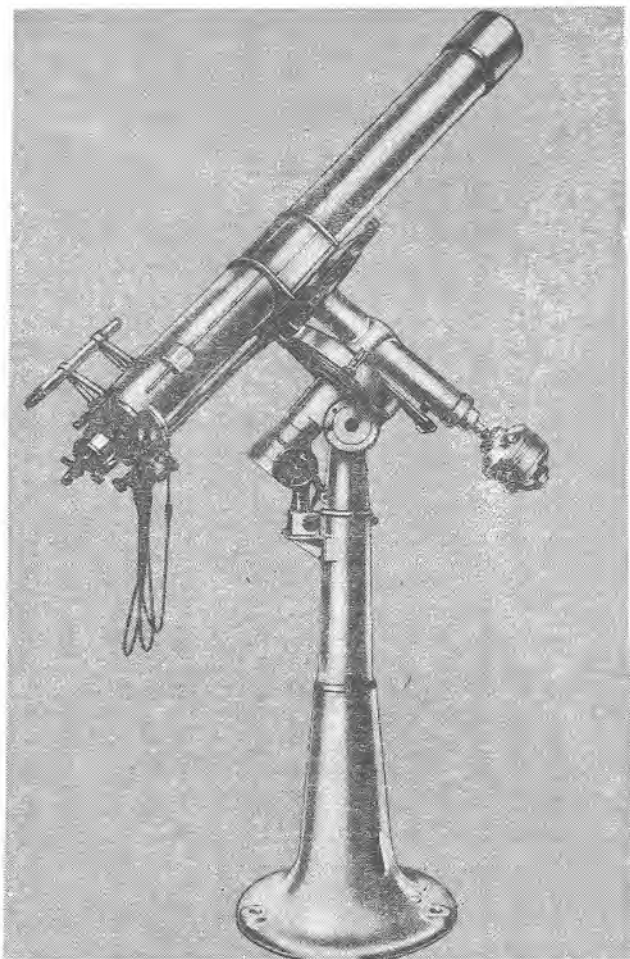
Pošto astronomski durbinii imaju velika uvećanja, a i jako mala vidna polja, nije moguće njima posmatrati držeći ih u ruci, već je potrebno cev durbinia montirati na stabilno postolje; ova montaža treba da omogući postavljanje durbinia u bilo koji položaj, te time omogući posmatranje zvezda na celom nebu. Kod astronomskog durbinia upotrebljavaju se dve osnovne vrste montaže:

A l t - a z i m u t n a m o n t a ž a - koja je najjednostavnija i najstarija. Omogućuje pomeranje durbinia po azimutu i po visini. Pošto se pri posmatranju zvezda, usled Zemljinog dnevnog obrtanja oko svoje ose, menja i azimut i visina, potrebno je neprestano podešavati i visinu i azimut durbinia, te ova montaža nije praktična. Zato se mnogo češće upotrebljava:

E k v a t o r i j a l n a m o n t a ž a, kod koje se obrtna osa durbinia postavlja u pravac svetskog pola. Posmatranje zvezda je tako mnogo jednostavnije, jer je za praćenje zvezde potrebno samo pomeranje po tzv. časovnoj ravni. Ukoliko se za ovo pomeranje durbinia upotrebí časovni mehanizam, durbin će se pomerati u sinhronizaciji sa Zemljinim dnevnim obrtanjem



SLIKA 145 - Fotografija manjeg durbina, objektiva do 10cm, montiranog na lakom prenosnom stativu



SLIKA 146 - Fotografija većeg durbina na masivnom stupu od livenog gvoždja

te će posmatrana zvezda stalno biti u vidnom polju durbi-
na, bez obzira što se njen azimut i visina na nebu menjaju. Zbog
ove svoje prednosti ekvatorska montaža se i najčešće koristi.
Danas se ekvatorska montaža pravi u mnogobrojnim varijantama,
od kojih je tzv. nemačka montaža najrasprostranjenija.

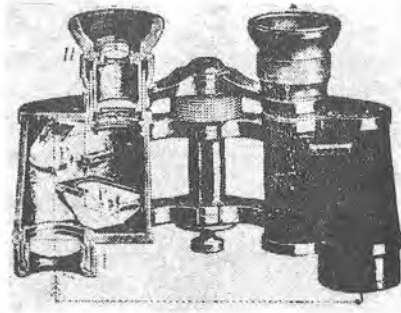
Manji durbini (objektiva do 10 cm) montiraju se najčešće
na lakom prenosnom stativu (sl.145), a veći durbini na ma-
sivnom stubu od livenog gvoždja, koji se pričvršćuje za beton-
sko postolje (sl.146).

Durbine velikog otvora a male žižne daljine ($F/4 - F/8$)
danas najčešće koriste astronomi amateri za traženje kometa.

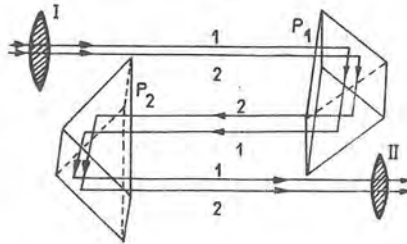
Na slici 6 (str.5) prikazan je durbin, tzv. "tražilac
kometa", sa objektivom od 200 mm, koji se pre drugog svetskog
rata nalazio na opservatoriji u Beogradu. Za vreme rata, u ju-
lu 1944, iz Nemačke je došla specijalna komisija koja je demon-
tirala instrument i odnela ga u nepoznatom pravcu; svi pokuša-
ji da se posle rata instrument pronadje i vrati bili su bezus-
pešni.

D u r b i n s a p r i z m a m a (Pazo, 1851) je
durbin kod koga se između objektiv I (sl.147) i okulara II
nalaze dve refleksione prizme P_1 i P_2 , čije baze imaju oblik
ravnokrakog pravouglog trougla, a koje su tako postavljene da
se prelamanjem svetlosnih zrakova kroz njih postiže izvrtanje
lika, pa posmatrač kroz okular vidi imaginaran, ali uspravan i
uvećan lik predmeta. Sem ispravljanja lika, prizme omogućavaju
i skraćivanje durbina, jer svetlosni zraci usled totalne ref-
leksije ne njima u izlomljenim linijama tri puta prelaze goto-
vo celu dužinu durbina. Stoga se ovi durbini upotrebljavaju kao
mali ručni durbini.

Savremeni durbin sa prizmama je obično binokularan, na
primer, poznati durbini firme Cajs. Ovi durbini imaju obično
ahromatični objektiv sastavljen iz dva zalepljena sočiva i Ram-
zdenov okular. Pošto su kod durbina sa prizmama sočiva objekti-
va međusobno više razmaknuta no sočiva okulara, usled pomera-
nja svetlosnih zrakova ustrnau pri proalazu kroz cev durbina
postiže se da pomoću njega vidimo likove plastičnije no golim



SLIKA 147 - Fotografija preseka durbina sa prizmama



SLIKA 148 - Crtež koji pokazuje kako se vrši obrtanje likova kod durbina pomoću prizama za totalnu refleksiju



SLIKA 149 - Fotografija dvogleda "Binar" čehoslovačke proizvodnje koji se u astronomiji koristi kao tražilac kometa

okom. Stoga kroz ove durbine predmete ne vidimo kao ravne slike, već prostorno zbog njihovog stereoskopskog dejstva.

Kako nastaje obrtanje likova pomoću prizama za totalnu refleksiju P_1 i P_2 , vidimo iz slike 148. Objektiv I i okular II kod durbina sa prizmama su sabirna sočiva, kao kod Keplero-
vog durbina. Svetlosni zraci 1 i 2 dolaze od udaljenog predmeta i posle prelamanja kroz objektiv padaju na hipotenuznu površinu refleksione staklene prizme P_1 , koja je postavljena uspravno. Usled totalne refleksije na katetnim površinama prizme P_1 , svetlosni zraci menjaju svoj smer za 180° , izlaze iz nje unazad i padaju obrnutim redom na hipotenuznu površinu prizme P_2 , koja je postavljena horizontalno. Usled totalne refleksije na katetnim površinama ove prizme, svetlosni zraci izlaze iz nje tako da dolaze u okular u istom smeru i istim redom kako su i polazili od predmeta. Prema tome, kok predmeta dobijen objektivom je pomoću prizama ispravljen, a pomoću okulara, koji deluje kao lupa, posmatrač vidi uobražen, uspravan i uvećan lik. Uvećanje ovog durbina iznosi najčešće 6,8 i 10 puta, a najviše do 50 puta.

Durbin sa prizmama, koji se u praksi najčešće naziva dogled, u astronomiji se koristi kao tražilac ili tragač komete. Na slici 149 prikazan je dogled "Binar" čehoslovačke proizvodnje, koji ima objektivne od 10 cm sa fokusom 45 cm, uvećanja 25 puta i vidnog ugla 10: ovim instrumentom je sa opservatorije Skalnaté Pleso u Slovačkoj u periodu od 1946. do 1955. otkriveno 18 novih komete.

TELESKOPI

Velike optičke instrumente za astronomska posmatranja, kod kojih pomoću izdubljenog ogledala kao objektivna dobijamo realne likove, koje posmatranjem kroz okular vidimo pod povećanim vidnim uglom, nazivamo *teleskopima* (grč. *tele*=daleko, *skopein*=gledati, tj. gledanje na daljinu). Pošto se realan lik kod teleskopa dobija odbijanjem svetlosti sa ogledala, nazivamo ih još reflektorima (lat. *reflectere*=odbiti).

Teleskopi ili reflektori imaju preimućstvo u odnosu na durbine ili na refraktore baš zbog toga što se prvi lik dobija odbijanjem svetlosti sa sfernih ogledala kao objektiv, a ne kroz sočivo kao objektiv, pa je time uklonjena pojava hromatične aberacije i apsorpcije svetlosti. Sem toga, lakše se izrađuju sferna ogledala velikih prečnika no sočiva istih prečnika. Ovo je važno, jer pri posmatranju nebeskih tela potrebni su objektivni koji mogu da prime što veću količinu svetlosti. Zbog toga su likovi dobijeni pomoću teleskopa jasniji nego likovi dobijeni upotrebom durbina.

Poznate su različite vrste teleskopa koji se koriste u astronomiji za posmatranje nebeskih tela.

N j u t n o v t e l e s k o p (1663) ima pri dnu šire metalne cevi C (sl.150), čiji je drugi kraj otvoren, izdubljeno ogledalo M od uglačanog srebra. Paralelni zraci koji dolaze od kakvog predmeta AB iz beskrajnosti (zvezde, planete), ulaze kroz otvoren kraj teleskopa i odbijaju se sa izdubljenog ogledala tako da se u njegovoj žiži F dobije realan lik posmatranog predmeta. Medjutim, zraci odbijeni sa ogledala M padaju na malo pomoćno ogledalo N , koje je postavljeno u cevi teleskopa koso prema njegovoj osi pod uglom od 45° . Oдавde se zraci takodje odbijaju i obrazuju medjulik A_1B_1 ispred sabirnog sočiva O , koje služi kao okular. Pošto je okular sabirno sočivo koje se nalazi na kraju male cevi postavljene na bočnom zidu cevi teleskopa, posmatranjem kroz okular kao lupu vidimo imaginaran ali izvrnut lik A_2B_2 posmatranog predmeta.

Nedostatak Njutnovog teleskopa je u tome što jačina svetlosti slabi usled odbijanja od ravnog ogledala N i što posmatrač mora da posmatra predmet kroz bočnu cev teleskopa.

Umesto ravnog ogledala N kod Njutnovog teleskopa možemo postaviti pravouglu optičku prizmu P (sl.150), tako da posle totalne refleksije na njoj svetlosni zraci obrazuju medjulik u bočnoj cevi teleskopa. Bočno posmatranje kod Njutnovog teleskopa ne može se izbeći, jer bi posmatranjem u pravcu ose teleskopa posmatrač svojom glavom sprečio dolazak svetlosti na izdubljeno ogledalo u dnu teleskopa.

Kod posmatranja kometa, Njutnov teleskop otvora 20-40 cm najčešće upotrebljavaju amateri "lovci na komete" pri identifikaciji kometa.

K a s e g r e n o v t e l e s k o p (Cassegrain, 1672). Savremeni veliki teleskopi grade se prema tipu Kasegrenovog teleskopa. Ovaj teleskop sličan je Gregorijevom teleskopu, s tom razlikom što je kod njega glavno ogledalo M (sl.151) parabolično izdubljeno, a pomoćno ogledalo N je hiperbolično ispupčeno.

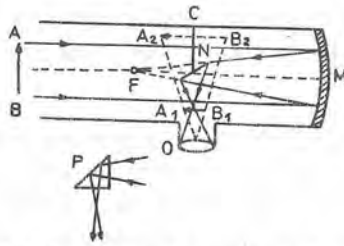
Svetlosni zraci, koji dolaze od udaljenog predmeta AB, posle odbijanja na glavnom ogledalu M trebalo bi da obrazuju lik u žiži F toga ogledala. Ovaj lik, koji bi se pojavio između žiže i temena pomoćnog ogledala N, možemo smatrati kao zamišljen predmet za koji ovo ogledalo daje realan lik. Dakle, pošto zraci odbijeni sa izdubljenog ogledala M udare na pomoćno ispupčeno ogledalo N, reflektovaće se od njega tako što će obrazovati mali, realan i izvrnut lik A_1B_1 . Stoga posmatrač vidi kroz okular O, kao kroz lupu, imaginaran i uvećan lik A_2B_2 .

Sve što je rečeno kod durbina za okulare, uveličanje, svetlosnu moć, razdvojnu moć i montažu instrumenata važi takođe i za teleskope.

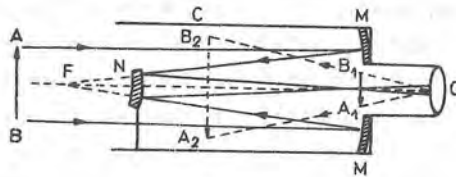
Do 1975. najveći teleskop-reflektor na svetu je Kasegrenovog tipa i nalazi se u SAD (sl.153). Ovaj teleskop izgradjen je prema ideji jednog od najvećih astronoma, Halea (George Ellery Hale, 1868-1938) i montiran u Kaliforniji na planini Mount Palomar, visokoj 1815 m. Njegova izgradnja počela je 1928, i sa prekidom za vreme drugog svetskog rata trajala je sve do 1948. god. Prečnik glavnog paraboličnog ogledala iznosi 508 cm, ima žižnu daljinu 16,9 m, a ukupna težina teleskopa je oko 500 tona.

Danas najveći teleskop nalazi se na Kavkazu (SSSR) sa ogledalom prečnika 6 m, žižne daljine 24 m (F/4) i težine 24 tone (sl.154). Ovim teleskopom mogu se snimati objekti do 25 m.

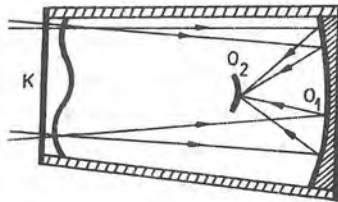
Kod posmatranja kometa Kasegrenov teleskop se najčešće upotrebljava za profesionalna ispitivanja: fotografisanje, fo-



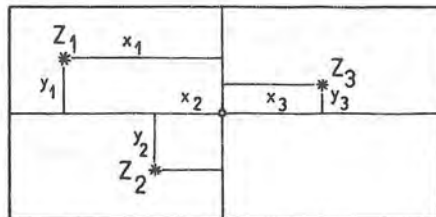
SLIKA 150 - Shema Njutnovog teleskopa



SLIKA 151 - Shema Kasegrenovog teleskopa



SLIKA 152 - Shema Šmitovog teleskopa



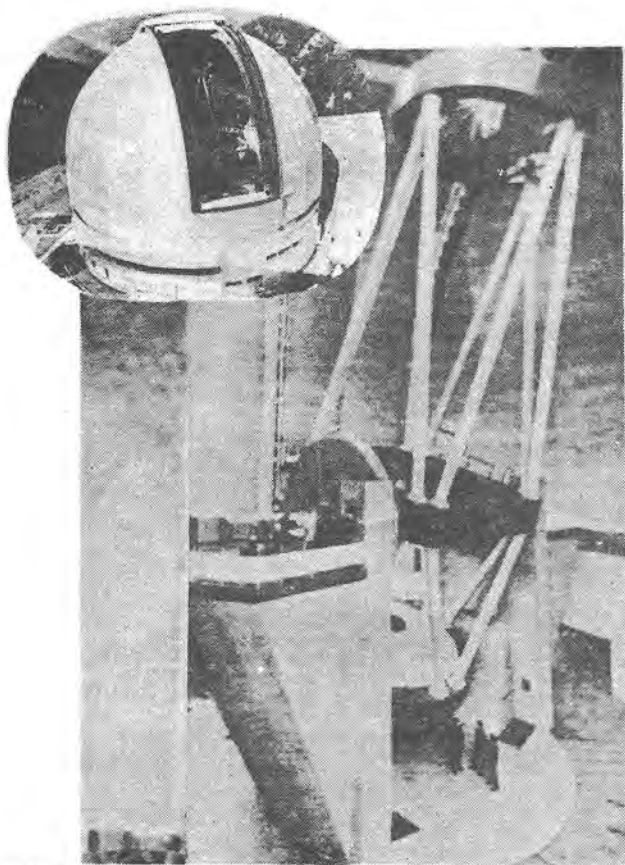
SLIKA 156 - Način merenja pravougljih koordinata nebeskih tela sa fotografske ploče (negativa)

tometriju, polarimetriju, spektroskopiju tj. za ispitivanje fizičkih i hemijskih osobina kometa.

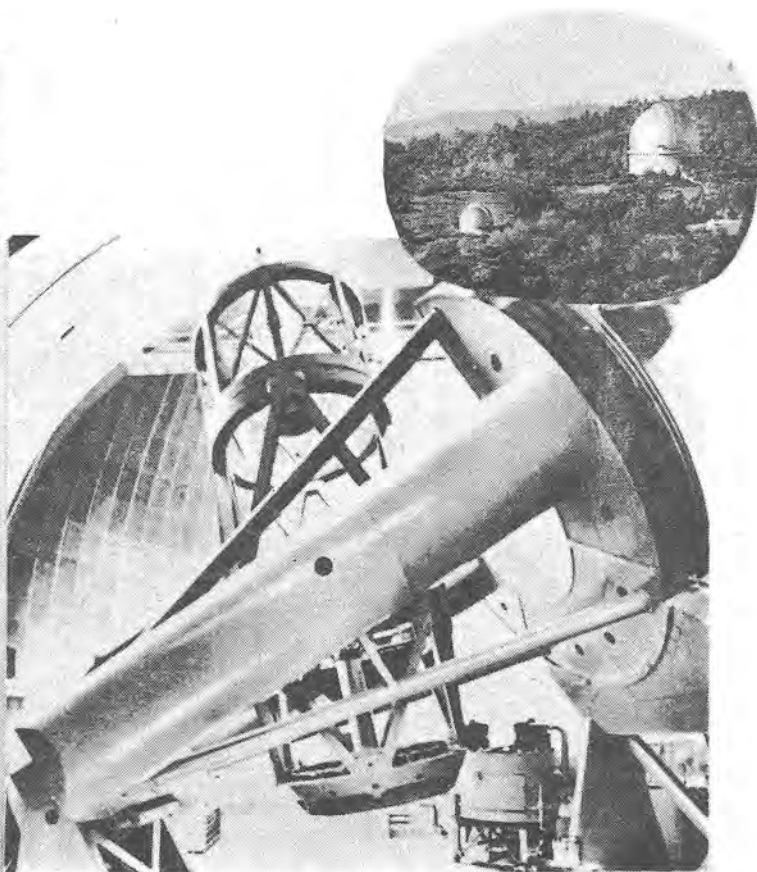
Šmitov teleskop (Schmidt, 1929). Do sada opisani teleskopi-reflektori omogućili su astronomima da registruju veoma slabe objekte na nebu, ali su imali i jedan ozbiljan nedostatak: mogli su jasno da registruju samo objekte koji su se nalazili u uskom području vidnog polja, tako da svetlosni zraci koji potiču od posmatranih objekata ulaze u teleskop sasvim ili gotovo paralelno sa optičkom osom. Zvezde koje su bile udaljene od optičke ose teleskopa zapadale su u tzv. "komu", odnosno nisu bile tačkasti objekti, već su ličile na sićušne komete čiji su repovi bili okrenuti u smeru suprotnom od centra. Ovaj efekat bio je sve izraženiji što se objekat (zvezda) nalazio dalje od optičke ose i što je ogledalo teleskopa bilo većeg prečnika. Stoga ovi teleskopi nisu podesni za snimanje neba, pošto je njihovo vidno polje malo, najčešće ne veće od punog Meseca ($0,5^{\circ}$).

Ovaj problem rešio je *Bernhard Šmit (1879-1935)*, koji je projektovao i izradio novi tip teleskopa. Ispred primarnog konkavnog ogledala O_1 (sl.152) on je postavio korekciono sočivo K posebnog oblika, čija je jedna strana ravna, a druga, gledana bočno, ima talasast oblik. Njegova uloga je da svojom sfernom aberacijom, suprotnoj sfernoj aberaciji ogledala, u potpunosti omogući da i zraci koji nisu paralelni padnu u istu tačku konveksnog ogledala O_2 i tako osvetli tačkasti lik zvezde koja se posmatra. Time je omogućeno da se ovakvim instrumentom fotografišu objekti u punom vidnom polju teleskopa, koje je nekoliko puta veće od vidnog polja klasičnog teleskopa. Prvi ovakav teleskop, koji je napravio lično Šmit 1930, imao je prečnik ogledala 36 cm, žižnu daljinu 1,74 m, a vidno polje 16° . Najveći Šmitov teleskop nalazi se na Kori Švarcšildovoj opservatoriji u Istočnoj Nemačkoj (kod Jene). Ima ogledalo prečnika 2m, korekcionu ploču prečnika 1,34 m, a žižnu daljinu 2 m.

Na sl.6 prikazan je Šmitov teleskop od 80 cm (F/3), sa opservatorije Hamburg-Bergedorf, kojim je pronadjeno više kometa, medju kojima i poznata kometa Kohoutek.



SLIKA 154 - Fotografija danas najvećeg teleskopa sa ogledalom prečnika 6m koji se nalazi u SSSR-u na Kavkazu



SLIKA 153 - Fotografija do 1975. najvećeg teleskopa na svetu sa ogledalom prečnika 5m koji se nalazi u Americi na planini Mount Palomar

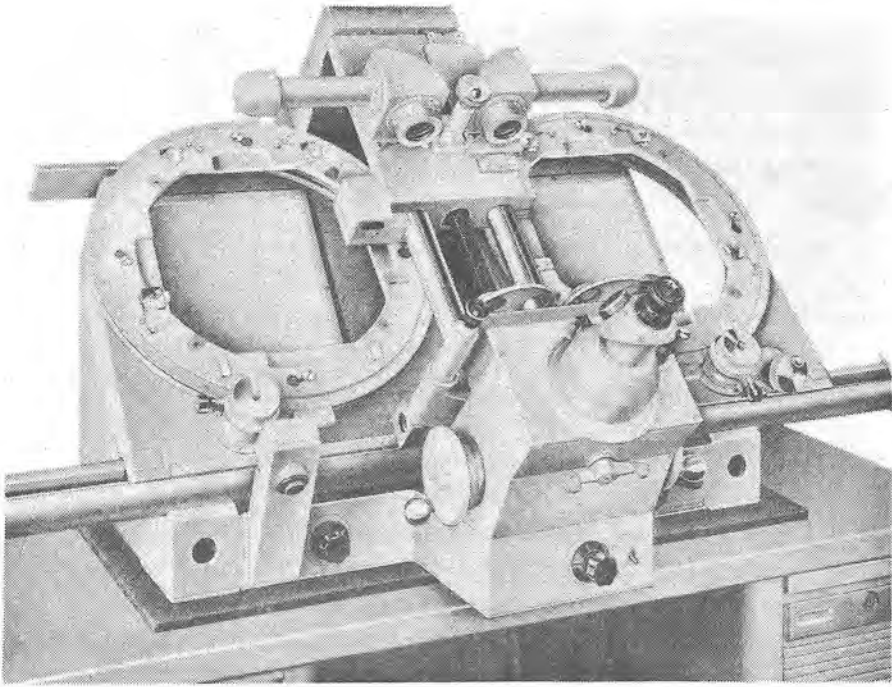
Pored rešenja koje je predložio Smit, ovaj problem je kasnije rešio i ruski optičar Maskutov, 1941. god. Kao korekciono sočivo predložio je specijalni menisk koji se sastoji iz dve sferne površine, tako da ga je lakše izraditi nego Smitovu korekcionu ploču. U današnje vreme koristi se veliki broj modifikacija ova dva sistema.

Fotografisanje kometa se danas obavlja najčešće Smitovim teleskopima. Ovim tipom teleskopa je u XX veku fotografski otkriven veliki broj novih kometa.

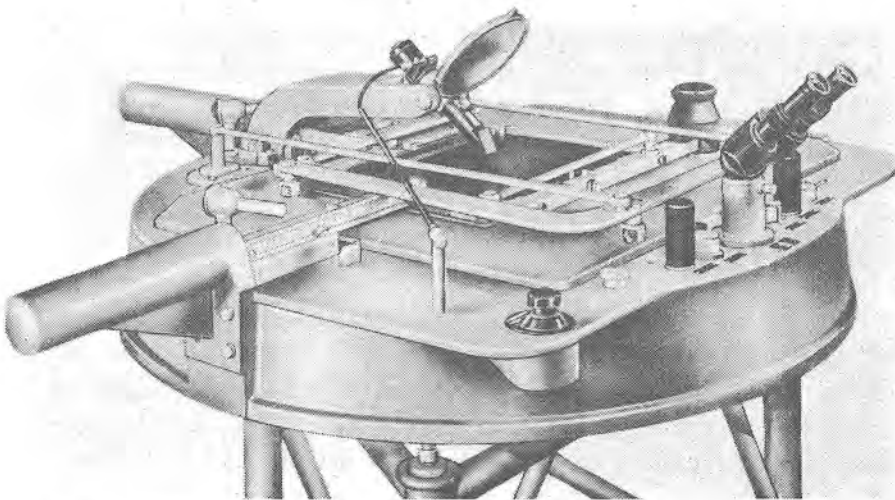
ANALIZA SNIMLJENIH ASTRONOMSKIH PLOČA (NEGATIVA)

Za analizu snimljenih astronomskih fotografskih ploča koristi se specijalni uređaj koji se naziva *blink-komparator* (sl.155). Sastoji se od optičkog dela koji ima zadatak da dve ploče na kojima je snimljena ista zona neba u različito vreme (na primer, u razmaku od nekoliko časova), projektuje do jednog okulara. Posmatranjem kroz okular ova dva snimka se vide zajedno, jer se u vidnom polju nepokretni objekti (zvezde) sa jedne i druge ploče poklapaju. Tada se preko posebnog elektronskog uređaja u vidno polje okulara projektuje naizmenično jedan i drugi snimak.

Pošto se nepokretne zvezde medjusobno poklapaju na ovom snimku, gledane kroz okular one će se videti kao nepokretne. Pošto se komete kreću, neće se na snimku poklapati, nego će praviti male skokove, tako da se mogu lako zapaziti. Veličina skokova zavisi od promene položaja komete na drugom snimku u odnosu na prvi. Ako je kometa veoma daleko, vidi se kao slabo svetla tačkica i izgleda kao neki planetoid, pa se identifikuje tako što se tada pooštiri u okularu koji daje veće uveličanje, pa ako se zapazi magličast objekat, u pitanju je kometa. U slučaju da se i dalje vidi tačkasti objekat, treba pogledati efemeride planetoida i utvrditi da li se u snimljenom delu neba možda nalazi neki planetoid. Ukoliko ni ovo ne reši problem, treba pričekati da se objekat malo približi na rastojanje koje će omogućiti njegovu sigurniju identifikaciju. Iskusni astronomi mogu odmah utvrditi da li se radi o kometi ili planetoidu,



SLIKA 155 - Fotografija blink komparatora



SLIKA 157 - Fotografija poluautomatskog uređjaja "ASCORECORD" firme Karl Cajs iu Jene za određivanje koordinata objekata sa fotografskih ploča

pa čak, na osnovu dužine "skoka", da li je kometa periodična.

Blink-komparatorom se mogu lako opaziti i nove i promenljive zvezde. Nova zvezda se zapaža kroz okular kao zvezda koja se "pali i gasi", a promenljiva zvezda kao promena sjaja jedne iste zvezde.

Blink-komparator je veoma značajan instrument za analizu snimljenih astronomskih fotografija, jer omogućuje lako i brzo uočavanje kometa, planetoida, novih i promenljivih zvezda. Bez blink-komparatora to je veoma težak posao, jer se na pojedinim istraživačkim snimcima nalazi i preko 100.000 objekata koje treba analizirati.

UREĐAJI ZA ODREĐIVANJE KOORDINATA SA SNIMKA

Za određivanje koordinata komete ili nekog drugog objekta na nebu, snimljenog na foto-ploči, koriste se posebni *uredjaji za merenje*. Najjednostavniji uredjaj ovog tipa sastoji se iz jednog rama za foto-ploču pod kojim se nalazi vrlo precizna mikrometerska letva za merenje i mikroskop za očitavanje. Ram je pomičan, tako da se mikrometerskom letvom može meriti rastojanje između bilo koje dve snimljene zvezde (tačke) na foto-ploči.

Neka je, na primer, na ploči snimljena kometa čije koordinate treba da se odrede. Prvo se podesi ram za merenje, tako da se kroz kometu postavi fiktivni koordinatni sistem x, y (sl.156). Sa snimka se tada odaberu bar tri zvezde z_1, z_2 i z_3 , čije su koordinate $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ i (x_3, y_3) . Ove providne karte predstavljaju razliku između proverenih karti zvezda i posmatrane komete, pa se zatim one odgovarajućim trigonometrijskim transformacijama pretvore u ekvatorske koordinate. Dodavanjem dobijenih razlika ekvatorskih koordinata na poznate karte zvezda, i na kraju uzimanjem srednjih vrednosti za sva tri merenja, dobijaju se ekvatorske koordinate komete. Ovim određivanjem koordinata bavi se posebna grana praktične astronomije koja se naziva *fotografska astrometrija*.

Danas postoje uređaji koji poluautomatski ili automatski određuju koordinate objekata sa ploča. Na primer, kod poluautomatskog uređaja "ASCORECORD" firme Karl Cajs iz Jene (sl.157), potrebno je samo mereni objekt postaviti u nit krs-ta mikrometra, posle čega se merenje obavlja elektronski. Koordiante se mere sa tačnošću do 0,001 mm. Jedan od najboljih automatskih uređaja nazvan "GALAXY", engleske proizvodnje, automatski meri koordinate sa tačnošću do 0,0005 mm, a može da izmeri do 1000 objekata na čas. Pored toga, ovaj uređaj određuje i sjaj snimka objekta sa tačnošću do $\pm 0,017^m$.

PRILOG III

IHW UPUTSTVO ZA VIZUELNO POSMATRANJE

Zadatak vizuelnog posmatranja je tzv. VIZUELNA FOTOMETRIJA KOMETE, koja može imati tri cilja istraživanja: jezgro, glavu i rep komete. Međutim, fotometrija jezgra je praktično nemoguća, jer se najčešće malo, tačkasto i zvezdoliko jezgro komete ne može videti. U redjim slučajevima, u kojima se može videti, njegova fotometrija je vrlo otežana, jer se nalazi na svetloj pozadini glave. Takođe je veoma teško izvršiti tačnu fotometriju repa komete, pošto on na nebu ima vrlo slab kontrast, a i razgranat je, pa prekriva veliku površinu neba. Zbog ovih razloga DIREKTA FOTOMETRIJA REPA I JEZGRA KOMETE NIJE DEO IHW VIZUELNOG POSMATRANJA. Ipak, posmatračima koji za to budu imali mogućnosti, preporučuje se posmatranje centralne kondenzacije komete i registrovanje vremenskih perioda bilo kakvih naglih promena sjaja. Ovi podaci mogu biti od koristi pri kasnijoj stručnoj analizi jezgra komete.

Za određivanje sjaja komete u prošlosti su korišćene tri metode, koje je 1979/1980. uporedio C.S.Moris i objedinio ih u novu. Sve ove metode za ocenu sjaja traže od posmatrača da prvo zapamti sjaj komete, a zatim da taj sjaj upoređuje sa sjajem poznatih zvezda. Pri vizuelnoj fotometriji se ne preporučuje upotreba filtera.

BOBROVNIKOVljeva METODA. Posmatrač treba da odabere nekoliko poredbenih zvezda, tako da neke budu više a druge manje svetle od komete. Za posmatranje se koristi takvo uveličanje koje će dati što manju sliku komete. Veličina uveličanja se dobija ako se prečnik objektiva u cm pomnoži sa brojem od 1,5 do 2; na primer, ako imamo teleskop otvora 8 cm, treba koristiti uveličanje od 12 do 16 puta. Metoda se sastoji u sledećem:

1. Defokusirati sliku teleskopa sve dok prečnik poredbene zvezde ne bude jednak (ili sličan) prečniku komete.
2. Posmatranje obavljati između parova više sjajnih i manje sjajnih zvezda radi interpolacije sa sjajem komete.
3. Ponoviti (2) za više parova zvezda.
4. Izračunati srednje vrednosti sjaja komete na osnovu veličina dobijenih u (2) i (3). Dobijenu vrednost sjaja zabeležiti sa tačnošću do $0,1^m$.

SIDŽVIKOVA METODA. Koristi se u slučajevima kada je sjaj komete jako mali, da bi se kometa mogla pri posmatranju kroz teleskop defokusirati. Metoda je sledeća:

1. Teleskop usmeriti na kometu, izoštriti sliku i zapamtiti sjaj komete. Da bi ovo bilo što tačnije, potrebno je iskustvo, pa se neiskusnim amaterima predlaže da prvo jedno vreme vežbaju.
2. Sliku teleskopa defokusirati, tako da poredbena zvezda bude iste veličine kao koma komete.
3. Pažljivo uporediti površinski sjaj zvezde sa prethodno zapamćenim sjajem komete.
4. Ponavljati (2) i (3) sve dok se ne nađe zvezda koja je ista po sjaju sa kometom, ili dok se ne može izvršiti zadovoljavajuća interpolacija.

Nekada korišćena Bajerova metoda više se ne koristi zato što je veoma osetljiva na fon noćnog neba.

MORISOVA METODA. Teleskop treba podesiti da se prečnik umereno defokusirane komete i defokusirane zvezde poklapa:

1. Teleskop usmeriti na kometu, defokusirati glavu komete tako da se dobije slika ujednačenog sjaja.
2. Zapamtiti sliku (1).
3. Usmeriti teleskop na poredbene zvezde, defokusirati sliku zvezda sve dok veličina slike ne bude jednaka zapamćenoj slici komete. Zvezde je potrebno više defokusirati nego kometu.
4. Upoređujući površinski sjaj zvezde i komete oceniti koliki je sjaj komete.
5. Ponavljati od (1) do (4) sve dok ne postigne tačnost ocene sjaja komete od $0,1^m$.

PRIMER: Kao poredbene zvezde korišćene su zvezde A sjaja $7,3^m$ i zvezda B sjaja $8,1^m$. Njihova razlika u sjaju je: $8,1 - 7,3 = 0,8^m$. Poredjenjem sjaja ovih zvezda sa sjajem komete utvrđeno je da se sjaj komete razlikuje za $0,7$. Znači, sjaj komete je: $0,7 \times 0,8 + 7,3 = 0,56 + 7,3 = 7,9^m$.

Za poredbene zvezde ne treba uzimati crvene zvezde. Poredbene zvezde uzimati iz atlasa AAVSO (American Association of Variable Star Observers), ili atlasa BAA (British Astronomical Association). Obratiti pažnju da je kod nekih zvezda dat fotoelektrični sjaj. U atlasu su takve zvezde podvučene sa crtom, ako se one koriste pri posmatranju, tada i dobijeni rezultat treba takodje podvući. Pri posmatranju za ocenu sjaja tre-

ba uvek koristiti najmanje tri poredbene zvezde. Ako se posmatra u grupi, svaki posmatrač treba samostalno da oceni sjaj i zapiše ga u izveštaj. Ocenu sjaja posmatrač treba da odmah upiše u beležnicu i da navede vreme posmatranja UT sa tačnošću do 5 minuta. Ne treba vršiti nikakve korekcije dobijene vrednosti sjaja. U izveštaju treba naglasiti ako je na sjaj komete uticao sjaj neba usled gradskog svetla, usled mlečnog puta, zodijske svetlosti, itd. Amaterima se preporučuje da sjaj komete mere sa više okulara i objektiv, jer na sjaj utiče i vrsta objektiv i okulara. Da bi se uporedili rezultati sa posmatranjima iz prošlosti, amaterima se preporučuje da koriste refraktore sa objektivima manjeg prečnika a velike žižne daljine. Takođe se preporučuje i upotreba dogleda sa objektivom 50 do 80 mm. Standardni objektiv je otvora 67,8 mm i ne treba vršiti nikakve korekcije ako ste koristili objektiv drugog prečnika. Uopšte, manji instrumenti kakve poseduju amateri pogodniji su za merenje sjaja komete i prečnika kome od velikih instrumenata kakve imaju današnji astronomi profesionalci.

MERENJE PREČNIKA KOME. Zbog uticaja sjaja neba preporučuje se amaterima da odmah pri oceni sjaja komete mere i prečnik kome istim instrumentom i bez filtera. Prečnik kome može se izmeriti na nekoliko načina. Najpreciznije je merenje u odnosu na veličinu vidnog polja teleskopa. Zbog velike nepouzdanosti ovu metodu ne treba koristiti. Najjednostavnija metoda je određivanje prečnika kome komete kao dela rastojanja između dve zvezde. Naime, ako imamo dve zvezde S_1 (α_1, δ_1) i S_2 (α_2, δ_2), tada je njihovo rastojanje (S) jednako:

$$S = \cos^{-1} [(\sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2))].$$

Treba obaviti više merenja i uzeti srednju vrednost.

Druga, takođe ne previše tačna metoda, je da se napravi crtež kome na nekoj tačnoj zvezdanoj karti ili atlasu, pa se tada prečnik kome jednostavno izmeri sa karte.

Mnogo tačnija metoda je merenje sa minimalno osvetljenom končanicom u okularu ili sa okularom koji ima zaklonjeno pola vidnog polja. Meri se tako što se jedna nit končanice namesti u pravac istok (E) - zapad (W), tako da zvezda polako klizi po njoj. Sa štopericom se izmeri vremenski interval za koji je potrebno da prodje kroz končanicu N-S (sever-jug). Prečnik kome u lučnim minutama tada se može izračunati iz formule: $d = (1/4)t \cdot \cos \delta$, gde je: t - izmereni interval u sekundama; δ - deklinacija komete u trenutku posmatranja (merenja). Ista je tehnika merenja i kod upotrebe okulara sa zaklonjenom polovinom vidnog polja. Vidno polje treba da je zaklonjeno u pravcu sever (N) - jug (S). Preporučuje se da se počne sa merenjem još dok je kometa izvan vidnog polja, sa isključenim satnim mehanizmom za praćenje dnevnog obrtanja neba. Treba izvršiti više merenja i uzeti srednju vrednost. Za precizna merenja treba koristiti mikrometar.

STEPEN KONDENZACIJE daje opis profila intenziteta kome, tj. promene sjaja u odnosu na sredinu kome komete. Označava se brojem od 0 (difuzni lik bez kondenzacije) do 9 (zvezdoliki izgled sa tačkastim zvezdolikim profilom povećanog sjaja). Kod nekih kometa koma je oštih ivica, pa kometa tada liči na planetu. S druge strane, kometa ne mora imati tzv. centralnu kondenzaciju (svetao disk u komi). Kod ocenjivanja stepena kondenzacije uvek se daju celi brojevi od 0 do 9. Navešćemo neke primere:

Tabela 10

Stepen kondenzacije	Opis
0	Difuzna koma sa ujednačenim sjajem bez kondenzacije prema sredini
3	Difuzna koma sa sjajem koji postepeno raste prema sredini
6	Koma koja jasno pokazuje maksimum sjaja prema sredini
9	Zvezdoliki izgled kome sa vrlo sjajnom kondenzacijom u sredini

VIZUELNO POSMATRANJE REPA za IHW će biti od drugorazrednog značaja, jer će se rep snimati fotografski, međutim, amateri mogu da obavljaju ova posmatranja da bi se moglo izvršiti poredjenje sa vizuelnim posmatranjima komete iz prošlosti. Vizuelno zapaženje pojedinačne komponente gasovitog i prašinasnog repa biće vrlo teško zbog malog nagiba orbite komete u odnosu na ravan ekliptike (18°). Ako je dužina repa manja od 10° , za merenje se preporučuje metoda za određivanje rastojanja između dve zvezde, kao kod merenja prečnika kome. Za duže repove koristi se formula sa prethodne strane za određivanje rastojanja između dve zvezde, s tom razlikom što u ovom slučaju S_1 označava položaj početka glave, a S_2 kraj repa. Merenje dužine repa na osnovu veličine vidnog polja teleskopa ne treba koristiti. Na tačnost merenja dužine repa veliki uticaj može imati fon neba i zakrivljenost repova.

ODREĐIVANJE POZICIONOG UGLA najjednostavnije se vrši ako se tačno ucrtá položaj glave i repa komete u neku preciznu zvezdanu kartu (atlas). Na osnovu crteža i karte se jednostavno očita pozicioni ugao. Tačnost ove metode je $\pm 5^{\circ}$. Nešto manje je tačna metoda merenja okularom koji ima končanicu. Tada se pravac repa određuje u odnosu na končanicu koja se postavi u pravac E-W (istok-zapad). Dobijena tačnost je -15° , pa se zato ova metoda ne preporučuje. Međutim, ukoliko se sa spoljašnje strane okulara montira pokazivač za određivanje pozicionog ugla, ova se metoda može koristiti. Pravac se meri od severa (N) ka istoku (E). Treba imati na umu da upotreba dijagonalnih ogledala i prizama obrće ugao.

Ako se neka zvezda može videti kroz rep komete, tada se pozicioni ugao može izračunati i iz formule na osnovu položaja zvezde i jezgra komete:

$$PA = \operatorname{tg}^{-1} \frac{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)}{\operatorname{tg}\delta_2 \cos\delta_1 - \sin\delta_1 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

Da bi se odredio znak pozicionog ugla (PA) potrebno je prethodno odrediti predznak izraza $[\sin(\alpha_2 - \alpha_1)]$ koji je isti kao i predznak $[\sin(PA)]$.

Pozicioni ugao je lako meriti kod kratkih repova, jer su oni uglavnom pravi. Kod zakrivljenih repova pozicioni ugao se meri prvo na mestu gde rep napušta glavu, pa zatim na raznim mestima na određenim udaljenostima od jezgra. Ove udaljenosti obavezno treba navesti u izveštaju. Takvim merenjem se dobija precizan oblik zakrivljenosti repa komete.

U izveštaj treba uneti i sve uočene promene u strukturi repa, pojavu anomalnog repa, širinu repa na početku (kod izlaza iz glave), senke u repu, i sve druge zapažene pojave.

CRTANJE IZGLEDA KOMETE vrlo je značajno i može dati vredne naučne rezultate, jer oko može da zapazi promene koje se fotografskom i drugim metodama ne mogu registrovati. Za vreme sumraka i mesečine mogu se zapaziti fine strukture u komi komete. Da bi se moglo zapaziti više detalja, potrebno je vežbati. Treba posmatrati bez žurbe. Sve zapažene pojave u komi treba nacrtati. Za crtanje koristiti meke olovke (pripremiti 3-5 olovaka), gumice za brisanje i razmazivanje. Crta se negativan lik (crna koma na beloj hartiji). Na teleskopu treba koristiti velika uveličanja, i treba menjati okulare (probati sa više uveličanja) i koristiti više teleskopa. Pri ovome posmatranju i upotreba nekih filtera može dati korisne detalje, ali ne treba zaboraviti da se u izveštaju navede tip korišćenog filtera. Na početku crtanja preporučuje se da se prvo ucrtaju zvezde iz zvezdane karte, pa tek onda pristupi crtanju same komete; obavezno treba navesti vreme posmatranja, razmeru i pravac crteža u odnosu na sever (N) i istok (E). Za sticanje potrebnog iskustva amaterima se predlaže da vežbaju crtanje maglina iz Mesijeovog kataloga.

Dobro urađen crtaž ima dogovarajuću naučnu vrednost, jer pruža veliki broj informacija. Dobro ocenjeno mesto glave u komi i njegov sjaj daje astronomima podatke o pobudjenosti glave komete, može pomoći pri određivanju rotacije, stepena precesije, "tope tačke", itd.

Poznati astronom Vipl preporučuje amaterima da crtaju i halo, mlazeve i pramenove u komi komete. U ovome poslu amateri mogu dati značajne rezultate za nova saznanja o glavi komete. Iskusni posmatrač može prikupiti vrlo korisne naučne podatke, ali za tačne i precizne podatke potrebno je imati iskustvo. Zato se preporučuje da se vežba posmatrajući razne komete. Veoma je važno da posmatrač bude objektivn, treba crtati samo ono što sigurno vidimo a ne ono što nam se čini, što mislimo da vidimo i što bismo želeli da vidimo.

IZVEŠTAJ VIZUELNIH POSMATRANJA. Rezultati posmatranja upisuju se u tabele koje su date na stranama 334 i 335.

Card No - broj karte. Daje se broj karte AAVSO iz priručnika IHV (Part II), koja se koristila za izbor poredbenih zvezda. Obratiti pažnju da se ne napiše umesto broja karte broj strane.

Coma Dia - prečnik kome u lučnim minutama. Za eliptične komete treba dati vrednost duže i kraće ose.

Coma (Total) Magnitude - ukupni sjaj kome se daje sa tačnošću do $0,1^m$, a ako je određen fotoelektrično (podvučena vrednost), dati broj treba takodje podvući crtom.

Dark Adapter - privikavanje na mrak, treba navesti da li je (Yes) ili nije (No) bilo privikavanja na mrak.

D.C. - Stepen kondenzacije kome, navesti vrednost od 0 do 9.

Faintest Star - najslabija zvezda koja se vidi okom, treba dati sjaj zvezde iz zvezdane karte sa tačnošću do $0,5^m$. Ako je na fon neba uticao Mesec, sumrak, gradsko svetlo ili žodijačka svetlost, staviti napomenu M, T, C ili Z.

Filter (s) Used - navesti korišćene filtere pri posmatranju komete.

Instrument - Aparature - prečnik objektiva dati u cm, Type - tip instrumenta, navesti optički sistem (refraktor, Njutn, Kasegren, binoculars - dogled, itd.) i f/ (svetlosna moć, na primer, za objektiv 8 cm i žiže 80 cm, svetlosna moć je f/10).

Magnification - navesti koje je uvećanje korišćeno prilikom posmatranja komete.

Magnification(s) Used - navesti uvećanja koja su bila korišćena prilikom izrade crteža.

M.M. - korišćena metoda za određivanje sjaja kome: B = Bobrovnikov, S = Sidžvik, M = Moris.

Observer - posmatrač, navesti svoje ime i prezime (na svakom izveštaju).

PA - pozicioni ugao repa ili repova. Navesti metodu kojom je obavljeno merenje. Za krive repove dati i daljinu merenja od glave komete.

Seeing - kvalitet slike; navesti vidljivost zvezde u lučnim sekundama ili dati neki drugi standardni prikaz kvaliteta slike u toku posmatranja.

Site - mesto posmatranja; dati naziv mesta posmatranja, geografsku dužinu, širinu i nadmorsku visinu. Ako se ne raspolaze geografskim podacima, treba navesti najbliži veći grad i pravac prema njemu od mesta posmatranja.

Tail Length - dužina repa, treba je dati u stepenima i desetim delovima stepena. Ako kometa ima dva repa, podaci se pišu u dva reda; ako ima tri repa - u tri reda, itd.

IZGLED STANDARDNOG OBRASCA ZA IZVESTAJ

DROWING INFORMATTION REPORT FORM

UT DATE _____ Observer _____
Faintest Star _____ Site _____
Instrument Aparature _____ Type _____ f/ _____
Seeing _____
UT Start _____ UT End _____
Magnification(s) Used _____
Filter(s) Used _____

Features	Type	ID	PA
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

Indicate the orientation (nort and east) in the drawing and the scale (minutes of arc per millimeter).

Notes:

IZGLED STANDARDNOG OBRASCA ZA IZVEŠTAJ

PHOTOGRAPHIC INFORMATION REPORT FORM

UT Date Range _____ Observer _____
Instrument Focal Length _____ f/ _____
Photographic Method: PF ___ NP ___ EP ___ A ___ EFL= _____ mm
Film Name _____ ISO(ASA/DIN) _____
Hypersensitized in _____ at _____^{°C}/_{°F} for _____ hours
Emulsion cooled to _____^{°C}/_{°F}
Developed in _____ at _____^{°C}/_{°F} for _____ minutes
Guiding: Computed ___ Micrometer _____ On Condensation _____
Tangent X-hairs _____ X-hairs on Coma _____

Exposures

Negative Number	UT Date	UT Start	Duration	Filter	Faintest	Star	Site

Notes:

UT Date and Time - datum i vreme posmatranja; vreme treba dati u UT sa tačnošću od ± 5 minuta. Vreme posmatranja može se dati i u delovima dana, sa tačnošću do $\pm 0,005$ dana (primer 26.nov.12:00 UT = nov.26,50 UT).

UT Start, UT End - vreme na početku i vreme na kraju posmatranja, daje se u UT prilikom izrade crteža (kada smo počeli i kada smo završili crtanje).

PRILOG IV

IHW UPUTSTVO ZA FOTOGRAFISANJE

Za vreme povratka Halejeve komete 1985-1987. godine profesionalni astronomi planiraju da snime veliki broj fotografija. Obavljaće se dve osnovne vrste snimanja: fotografisanje repa komete i fotografisanje pojava u glavi komete. Za amatere se preporučuje u prvom redu fotografisanje repa i pojava većih razmera. Za fotografisanje detalja u glavi komete potrebno je imati veći instrument, što amateri najčešće nemaju, tako da će glavnu reč voditi profesionalci. Međutim, pošto se velikim instrumentima mogu posmatrati komete samo kada su na udaljenosti od Sunca većoj od 30° , amateri će biti u prilici da sakupe vredne podatke, jer za njihove instrumente ovo ograničenje ne važi.

Da bi fotografski snimci komete mogli maksimalno da se upotrebe pri kasnijoj stručnoj analizi, preporučuje se standardizacija fotografske emulzije, procesa za obradu filma i tehnike rada. Većinom će se upotrebljavati crno-beli film. Iako film u boji daje vrlo lepe fotografije komete, ipak, pošto je vrlo teško standardizovati kolor procese, SNIMANJE U BOJI SE NE PREPORUČUJE ZA IHW.

Najbolje je za snimanje koristiti osetljive filmove sa što manjim zrnom, a to se može postići posebnom obradom filma, tzv. hipersenzitivizacijom. Inače, klasično povećanje osetljivosti filma postiže se većim zrnom fotoemulzije. Za IHW se se preporučuje film Eastman Kodak 2415 Technical Pan film. Amateri koji ne mogu da nabave ovaj film mogu upotrebljavati visoosetljive filmove (oko 400 ASA) i srednjeg zrna, koje proizvode Kodak, Ilford, Agfa-Geavert i drugi proizvođači. U situaciji kada je potrebno sitno zrno mogu se upotrebiti i filmovi srednje osetljivosti (oko 100-125 ASA), kao što su Kodak Plus X Pan, Ilford FP4 i slične.

HIPERSENZITIVIZACIJA KODAKOVOG "TECHNICAL PAN FILMA 2415". U drugoj polovini XX veka pojava novih fotoemulzija i otkrića metoda za povećanje osetljivosti nekih vrsta filma dovela je do nove revolucije u astronomskoj fotografiji. Među velikim brojem filmova koje proizvode razni proizvođači širom sveta za astronome amatere je verovatno najznačajniji Kodakov film

2415. To je crno-beli film visoke razvojne moći, velikog kontrasta i vrlo sitnog zrna. Sam film se ipak ne razlikuje mnogo od sličnih filmova koji se mogu naći u prodaji, međutim, ako se on posebno obradi, tj. ako se izvrši hipersenzitivizacija, njegova osetljivost se znatno povećava, dok i dalje zadržava sitno zrno, tako da se može porediti i sa najboljim specijalnim astronomskim emulzijama; čak je i bolji od nekih.

Postupak hipersenzitivizacije ovog filma je sledeći:

- U mračnoj komori se izvadi film iz kasete i stavi u spiralni umetak doze za razvijanje filmova.

- Spiralni umetak sa filmom stavi se u specijalnu komoru (posudu), u kojoj se može postići prosečan vakuum uz neprestano zagrevanje filma. Na posudu su montirani termometar i instrument za merenje pritiska, kojima se vrši kontrola stanja u unutrašnjosti suda.

- U posudi sa filmom napravi se prosečan vakuum, pa se unutra baci gasovita smeša do 92% azota i 8% vodonika.

- Sada se pristupi samoj hipersenzitivizaciji filma: film se zagreva na određenoj temperaturi tačno određeno vreme. Što je pritisak u sudu veći i viša temperatura zagrevanja filma, to će i vreme za hipersenzitivizaciju biti kraće. Na primer, ako je pritisak 1 Pa, a zagrevanje filma 50 °C, tada je dužina tretmana 40-50 sati. Ako temperatura grejanja ostane ista, a pritisak iznosi 15 Pa, tada je potrebna dužina tretmana 24-35 sati.

Film je propisno hipersenzitiviran kada se neeksponiran razvijen, pa se na njemu zapaža blaga zamagljenost koja se naziva "hipersenzitivirajuće zamagljenje". Veličina ovoga "zamagljenja" zavisi od vrste razvijaača. Najmanje zamagljenje dobija se upotrebom visokokontrastnih razvijaača (na primer: Kodak D-19).

Posle obrade film može da stoji nekoliko dana na sobnoj temperaturi a da ne gubi osetljivost. Ako se stavi u hermetički sud koji se ostavi u frižider, može da stoji i više meseci.

Hipersenzitivizacijom povećava se osetljivost filma za oko deset puta, pri čemu film i dalje zadržava vrlo sitno zrno, tako da postaje osetljiviji i od nekih specijalnih astronomskih emulzija, pa čak ima i znatno sitnije zrno.

U SAD jedan "Kodak Technical Pan film 2415" (35 mm/36 snimaka) prodaje se u prodavnicama fotomaterijala po ceno od 6 dolara (oko 1800 dinara). Može se kupiti i u Evropi. Nešto teže je naći u prodavnicama već hipersenzitiviran film, koji se u SAD prodaje po ceni od 10 dolara (oko 3000 dinara). U prodavnicama foto-opreme mogu se kupiti: posuda za hipersenzitivizaciju, boce sa gasovitom smešom i ostali potreban pribor. Cena kompletne opreme kreće se od 200 do 400 dolara (60.000 do 120.000 dinara).

OBRADA FILMA (razvijanje, fiksiranje, ispiranje i sušenje) treba da se vrši po preporuci proizvođača. Razvijaači normalnog ili nižeg kontrasta koriste se za dobijanje finih deta-

lja u repu i komi, dok se kontrastnim razvijaačima postiže potrebna osetljivost i kontrast koji omogućuju da se na snimku vidi cela dužina repa.

SNIMANJE KOMETE. Dnevno kretanje komete na nebu je znatno, tako da je potrebno obezbediti praćenje komete za vreme snimanja. S druge strane, rep komete je malog sjaja u odnosu na sjaj noćnog neba, pa je zato potrebno koristiti duže ekspozicije. Duže ekspozicije zahtevaju praćenje zbog prividnog dnevnog kretanja neba, a u slučaju kometa i zbog dnevnog kretanja kometa. Ovo dnevno kretanje je znatno, tako da čak i kraće ekspozicije pri snimanju kometa zahtevaju praćenje komete.

Za praćenje kretanja komete na nebu koristi se nekoliko metoda:

1. Najtačnija metoda je ako se pre snimanja izračuna koliko će biti kretanje komete po rektascenziji i deklinaciji u toku snimanja, pa se motor teleskopa podesi da prati kometu za veličinu dobijene vrednosti pomeranja komete na nebu. Ukoliko se poseduje računar koji će vršiti korekciju rada motora, posao praćenja komete je znatno olakšan. Pri praćenju treba imati u vidu da je, kada se kometa nalazi blizu horizonta, uticaj refrakcije na koordinate komete znatan, pa se tada kometa nepravilno poma u vidnom polju. Zato u toku snimanja treba prestano kontrolisati tačnost praćenja.

2. Pre snimanja izračuna se pomeranje komete u vidnom polju instrumenta. U okularnom mikrometru namesti se končanica u pravac predviđenog pomeranja komete i tada se pristupi snimanju. U toku snimanja vrši se pomeranje končanice za veličinu izračunate korekcije. Veličina korekcije zavisi od brzine kretanja komete.

3. Praćenje glave ili neke jasno uočljive centralne kondenzacije u glavi komete postiže se unapred pomeranjem nitnog krsta.

4. Izračunati pomeranje i namestiti nitni krst tangentno u odnosu na komu komete, ali tako da njeno pomeranje bude tačno po dijagonalni suprotnog kvadranta.

5. Najmanje je tačna metoda ako se središte jezgra komete postavi da bude u centru (končanice) nitnog krsta, pa se u toku snimanja pokušava njegovo održavanje u središtu nitnog krsta. Kod ove metode ne treba koristiti veoma osetljive filmove, žiža teleskopa kojim se vrši praćenje treba da je nekoliko puta veća od žiže objektiva kojim se snima, a i za samo održavanje komete u središtu nitnog krsta treba dosta iskustva.

KALIBRACIJA FILMA. Pre snimanja komete svaki posmatrač treba da fotografiše sa ekspozicijom od dve minute, sa praćenjem oblasti neba, tako da u sredini slike bude Orionov pojas (M 42), i sa ekspozicijom od 20 minuta, da u sredini slike bude galaksija u Andromedi (M 31). Ovi snimci su potrebni za fotometrijsku kalibraciju i određivanje skale razdvojne moći objektiva (naime, žiža objektiva odstupa $\pm 10\%$ od navedene vrednosti od strane proizvođača). Za svaki upotrebljeni objektiv potrebno je napraviti jedna snimak Oriona, a M 31 u Andromedi treba snimiti bar jedanput na svaki korišćen film.

FOTOGRAFISANJE REPA je oblast u kojoj amateri mogu dati značajniji doprinos. Kako se ne očekuje da će rep komete biti duži od 30° , film od 35 mm (lajka format) i objektivni standardnih fotoaparata žiže 35-50 mm biće prigodni za snimanje. Treba imati u vidu da fotografski objektiv pri ivicama daju oštriju sliku ako se blenda zatvori za jedan ili dva stepena, pa zato nikada ne treba fotografisati potpuno otvorenom blendom.

Upotreba filtera pri fotografisanju repa može da omogućiti dobijanje vrednih snimaka strukture repa. Upotreba filtera omogućiće da se snimci uporede sa ranije snimljenim fotografijama. Naime, fotografske emulzije koje su korišćene 1910. god. bile su osjetljive na plavo, tako da je na njima pretežno zabeležen jonizovani rep.

Za fotografisanje repa komete preporučuje se snimanje serije bez filtera i snimanje plavim i narandžastim filterom. Ovi filteri moraju biti tačno određjenih karakteristika koje su predviđene za IHW. Od filtera koji se mogu naći u slobodnoj prodaji ove uslove zadovoljavaju Kodakovi želatinski filteri 47A i 21. Za plavi filter vrlo dobra kombinacija dobija se upotrebom filtera 47A i 2B. Mogu se takodje koristiti i stakleni filteri koji imaju iste karakteristike. Upotrebom plavog filtera dobiće se snimci jonskog repa, dok će narandžasti filter dati prašinst rep i njegovu strukturu. Serije fotografija repa sa raznim filterima, snimljene sa više fotografskih dužina u toku jedne noći, daće astronomima prikaz pojava u repu komete.

Ako se nema dovoljno vremena za fotografisanje komete (komete je blizu Sunca), može se koristiti i fotografija u boji sa koje će se kasnije posebnim postupkom odvojiti komponente jonskog i prašinstog repa. U tu svrhu preporučuje se korišćenje kolor-pozitiva kome ne treba vršiti povećanje osjetljivosti. Za odvajanje repova kolor-pozitiv treba da budu niskog kontrasta, ujednačeno razvijeni i iste skale. Prvo treba napraviti povećan ili kontaktni negativ sa dijapozitiva bez filtera, kroz plavi filter Wratten 47B i kroz crveni filter Wratten 25. Dobijeni filtrirani negativ treba da budu iste gustine. Od tih negativa treba sada napraviti crno-bele pozitive, tako da se poklapaju pozitiv i negativ iste slike. Na primer, crveni tako da se dobije ujednačena siva slika komete i neba, a zvezde se verovatno neće poništavati. Da bi se izdvojio jonski rep treba napraviti fotografiju na papiru, koristeći nefiltrirani negativ i crveni pozitiv okrenuti jedan ka drugom sa emulzijom tako da se zvezde poklapaju. Isti je postupak i pri dobijanju prašinstog repa, samo se sada koristi nefiltrirani negativ i plavi pozitiv.

Fotografije sa umerenom skalom, koje se dobijaju snimanjem komete sa srednjim (umerenim) teleskopima, mogu da se koriste kao dopuna profesionalnih rezultata. Njihvo značaj će posebno biti velik u slučajevima kada profesionalci nisu uspeali da snime kometu zbog lošeg vremena. Značaj amaterskih snimaka će biti utoliko veći ako se snimljena serija sastoji iz više snimaka sa različitim ekspozicijama.

Sa teleskopima do 15 cm i žiže 2,5 m dobija se malo vidno polje, tako da su ovi instrumenti pogodni za fotografisanje kome.

Snimanje se može vršiti na ploče ili na rol-film. Za IHW se preporučuje SNIMANJE NA ROL-FILM, zbog realizacije kalibracije filma (snimajući M42 i M31), koja je vrlo važna u stručnoj obradi.

Vrlo su velike mogućnosti amatera prilikom fotografisanja komete za IHW; mogu se dobiti vredni naučni rezultati, samo ako se pažljivo radi.

IZVEŠTAJ O FOTOGRAFISANJU. Podaci o fotografisanju komete upisuju se u obrazac koji je prikazan na slici u prilogu.

Duration - dužina ekspozicije, daje se za duže ekspozicije u minutima i desetinama minuta, a za kraće ekspozicije daje se u sekundama.

EFL - ukupna efektivna dužina objektiva sa kojim je snimamo.

Faintest Star - sjaj zvezda; treba dati sjaj najslabije zvezde koja se vidi golim okom. Vrednost sjaja izvaditi iz zvezdane karte koja prikazuje onaj deo neba u kome se nalazila kometa u trenutku snimanja, sa tačnošću do 0,5^m. Ako je na fon neba uticao Mesec, sumrak, gradsko svetlo ili Zodijska svetlost, staviti napomenu M, T, C ili Z.

Film Name - naziv filma; ubeležiti proizvođača, tip filma i osetljivost. Ako je izvršena hipersenzitivizacija, navesti metodu, temperaturu smeše i dužinu tretmana. Ako je korišćena hladjena emulzija, navesti temperaturu pri kojoj je snimano. Takođe navesti vrstu upotrebljenog razvijaača, temperaturu i dužinu razvijanja filma. Ako je film razvijen u profesionalnoj laboratoriji, navesti i "commercial".

Filter - navesti oznaku i boju upotrebljenog filtera. Za filtere Scott, Corning i slične treba navesti i debljinu stakla.

Guiding - praćenje, potrebno je navesti korišćenu metodu za praćenje komete u toku snimanja.

Instrument Focal Length an f/ - instrument kojim snimamo, žižna daljina u milimetrima i svetlosna moć f/ .

Negative Number - broj negativa na koji se odnose date vrednosti ekspozicije.

Notes - napomena; treba navesti sve posebne prilike, neuobičajene pojave, razne iznimke i slično, koje su primećene pri posmatranju ili koje su korišćene pri radu.

Observer - posmatrač; svaki posmatrač pojedinačno (i kada se radi u grupi) treba da ima svoj obrazac na kome će navesti svoje ime.

Photographic Method - fotografska metoda korišćena pri radu: Primarni fokus (PF): objektiv teleskopa - film; Negativna projekcija (NP): objektiv teleskopa - negativno sočivo - film; Okularna projekcija (EP): objektiv teleskopa - okular - film; Afokal (A): objektiv teleskopa - okular-objektiv aparata-film.

Site - mesto posmatranja; upisati naziv mesta posmatranja, geografsku dužinu, širinu, nadmorsku visinu. Ako se ne raspolaze geografskim podacima, treba navesti najbliži veći grad i dati njegovu udaljenost i pravac od mesta posmatranja.

UT Date - datum posmatranja; treba uneti datum posmatranja i vreme posmatranja u TU, a ne u zonskom vremenu (SEV).

UT Date Range - datum i vreme (TU) za prvi i poslednji snimak koji je naveden u izveštaju.

UT Start - Napisati vreme početka snimanja (UT).

IZGLED STANDARDNOG OBRASCA ZA IZVESTAJ

VISUAL OBSERVATION REPORT FORM

Observer _____

UT Date and Time	Coma (Total) Magnitude	Chart No.	Instrument			Magni- cation	Coma Dia.	D.C.	Tail Lengh	PA	M. M.	Faintest Star	Dark Adapted	Site	Notes
			Aparature	Type	f/										

PRILOG V

NAJVAŽNIJE FIZIČKE I HEMIJSKE POJAVE KOJE SU ODIGRALE ZNAČAJNU ULOGU U PROUČAVANJU KOMETA

DIFUZIJA, *Pojava da pri neposrednom dodiru dvaju tela molekuli jednog tela prodiru u drugo bez uticaja neke spoljne sile. Difuzija se pojavljuje kod svih agregatnih stanja: čvrstih tela, tečnosti, gasova i plazme.*

PRELAMANJE (REFRAKCIJA) SVETLOSTI, *Kada svetlosni zrak pada koso na graničnu površinu dveju sredina različite optičke gustine, onda on pri prelazu u drugu sredinu promeni pravac, i tu promenu pravca nazivamo prelamanje ili refrakcija svetlosti.*

SAVIJANJE ILI DIFRAKCIJA SVETLOSTI, *Pojava odstupanja svetlosti od pravolinijskog prostiranja, koja nastaje pri prolazu svetlosti kroz vrlo uzane otvore na zaklonima ili pored vrlo uskih zaklona i tela čije se dimenzije ne razlikuju mnogo od talasne dužine svetlosti.*

ATMOSFERSKA REFRAKCIJA I DIFRAKCIJA SVETLOSTI, *Pošto gustina vazduha u Zemljinoj atmosferi raste odozgo naniže, svetlosni zraci koji u nju doprevaju od nebeskih tela prelamaју se ka normali na graničnu površinu slojeva raznih gustina. Usled ovog atmosferskog prelamanja svetlosti zvezde se vide uvek na višem položaju no što su u stvari, i to utoliko više ukoliko su bliže horizontu. Izdizanje zvezde u horizontu iznosi oko 34' (astronomska refrakcija). Zbog atmosferske refrakcije Sunce i Mesec pri horizontu izgledaju nam spljopteni odozdo naviše, jer im je donja ivica usled jače refrakcije više uzdignuta nego gornja, a horizontalni presek ostaje isti. Usled atmosferske refrakcije vidimo Sunce, Mesec, planete, komete i ostala nebeska tela na horizontu pre nego što su se u stvari pojavili, a isto tako vidimo ih na horizontu i posle njihovog stvarnog zalaska. Zbog atmosferske refrakcije na slojevima vazduha razne gustine, koja dovodi do vazdušnog strujanja, u zagrejanom vazduhu zapažamo drhtanje predmeta na Zemlji i objekata na nebeskom svodu.*

Difrakcija talasa na preprekama malih razmera naziva se još i rasipanje talasa. Svetlosni talasi se rasipaju na veoma sitnim česticama u atmosferi i tako omogućuju da ih vidimo.

INTERFERENCIJA SVETLOSTI, *Iz iskustva je poznato da se talasi na vodi, koji potiču od više plovnih objekata, međusobnim susretanjem, sustizanjem ili ukrštanjem mogu uzajamno pojačati, oslabiti i poništiti. Ova pojava se naziva interferencija talasa i može se jednostavno izvesti ako se po površini mirne vode jednakim ritmom udara štapićima na izvesnom međusobnom rastojanju.*

Pošto svetlost pored korpuskularne ima i talasnu prirodu, razumljivo je da se javlja i interferencija svetlosti. Međutim, trajna interferencija svetlosti može se dobiti samo pomoću koherentne svetlosti koju emituje skup atoma jednog istog izvora malih dimenzija.

DISPERZIJA SVETLOSTI, SUNČEV SPEKTAR.

1. Prelamanjem svetlosti kroz prizmu ili druge providne materijale nastaje njeno razlaganje u niz spektralnih boja. Ovu pojavu nazivamo rasipanjem ili disperzijom svetlosti, a taj niz zraka u boji, kao i obojenu traku, koju dobijamo kad oni padnu na zaklon, nazivamo spektrom. U spektru uglavnom razlikujemo ovih sedam boja: crvenu, narandžastu, žutu, zelenu, plavu, modru i ljubičastu.

2. Zraci jedne spektralne boje, propušteni kroz prizmu, takodje se prelamaju ali se ne rasipaju u raznobojne zrake. Stoga kad zraci jedne spektralne boje padnu na zaklon iza prizme, na njemu vidimo traku iste boje koju imaju ti zraci. Dakle, spektralne boje su proste (homogene), tj. ne mogu se više razložiti.

3. Spajanjem zraka svih spektralnih boja dobija se bela svetlost, dakle bela svetlost je heterogena jer se sastoji iz raznobojnih zraka različitih indeksa prelamanja i različitih talasnih dužina. Najjače lomljivi zraci izazivaju utisak ljubičaste, a najslabije lomljivi utisak crvene boje.

Disperzija može nastati prelamanjem svetlosti i kroz druga tela, a ne samo kroz staklenu prizmu. Na primer, disperzijom Sunčeve svetlosti kroz vodene kapljice i ledene kristale nastaju u atmosferi dve poznate pojave: duga i halo, o kojima ćemo govoriti u daljem izlaganju.

OPTIČKE POJAVE U ATMOSFERI PRI KOJIMA SE JAVLJAJU BOJE

Usled difuznog odbijanja, prelamanja i disperzije Sunčeve svetlosti u atmosferi se javljaju pojave pri kojima vidimo izvesne boje.

1. PLAVA BOJA NEBA. U vazduhu ima uvek sitnih delića vode i čvrstih tela, čija veličina može biti manja od $0,3\mu$. Na tim delićima nastaje difuzno odbijanje svetlosti. Već nam je poznato da se Sunčeva svetlost sastoji iz zraka različitih talasnih dužina i da boja pojedinih zraka zavisi od njihove talasne dužine. Sa sitnih delića u vazduhu rasturaju se u stranu naročito zraci malih talasnih dužina, tj. zraci plave i ljubičaste boje, dok zraci crvene i žute boje obilaze te deliće, čije su dimenzije manje od njihove talasne dužine. Smeša plavih i ljubičastih zraka daje plavi izgled nebu. U prilog ovakvom objašnjenju uzima se pojava plave boje, koja se javlja kada neku slabo zamućenu tečnost gledamo upravno na pravac prostiranja zraka bele svetlosti, kojom je osvetljavamo. Plava

boja nastaje usled toga što se na sitnim delićima čvrstih tela, koja zamučuju tečnost, jače rasturaju zraci plavog dela spektra no crvenog. Teorijskim razmatranjem fizičar Rejli (Rayleigh) utvrdio je da jačina rasturene svetlosti stoji u obrnutom odnosu sa četvrtim stepenom talasne dužine svetlosti. Prema Rejliju, atmosfera rastura Sunčevu svetlost na isti način kao i mutna tečnost. No, verovatno je da se njeno rasturanje događa i na molekulima gasova iz čije se smeše sastoji vazduh. Za pilote koji lete na velikim visinama, gde je vazduh vrlo razređen, nebo nije više tako plavo kao što izgleda sa Zemlje, već ima tamnu boju. Astronautima na satelitima i kosmičkim stanicama koji lete visoko iznad atmosfere je nebo crno, a zvezde izgledaju kao svetle tačkice.

2. JUTARNJE I VEČERNJE RUMENILO NEBA. Pri izlasku i zalasku Sunca zraci prelaze duži put kroz prizemne slojeve no u ostalim delovima dana. Poznato je da prizemni slojevi vazduha sadrže više prašine, dima, magle, nego slojevi iznad njih. Iz tih razloga, kao i kod plave boje neba, na tim sitnim delićima nastaje odbijanje zraka unazad, i to naročito onih sa kraćim talasnim dužinama, dakle, plavih. Prema tome, u oči nam dospevaju uglavnom zraci većih talasnih dužina, dakle, crveni i žuti, pa nam zato u prizemlju nebo izgleda rumeno. Rumeno Sunce vidimo i kada ga posmatramo kroz dim fabričkih dimnjaka ili lokomotive.

3. DUGA, Dugom nazivamo onaj obojeni kružni luk sa nizom spektralnih boja, koji vidimo na nebu pokrivenom tamnim oblacima iz kojih pada kiša ispred nas, kada Sunce sija sa suprotne strane.

4. HALO, Svetli prsten u đuginim bojama koji često okružuje Mesec, a redje Sunce, nazivamo halo. Unutrašnja strana ovog prstena udaljena je od Meseca za 22° , redje za 46° . Dugine boje rasporedjene su tako da je crvena u unutrašnjosti prstena, a ljubičasta na njegovoj periferiji. Ova pojava nastaje usled prelamanja svetlosnih zrakova kroz male ledene kristale koji u obliku pravilnih šestostranih prizama lebde u paperjastim oblacima na velikoj visini. Pošto najmanji ugao skretanja za te male ledene kristale iznosi 22° , oko posmatrača primiče prelomljene svetlosne zrake samo za uglove veće od 22° u odnosu na Mesec i Sunce, dok za manje uglove neće primiti, tako da će prostor između posmatranog nebeskog tela i unutrašnje strane prstena izgledati taman. Crveni zraci pri prelamanju manje skreću i nalaze se stoga na unutrašnjoj strani, dok ljubičasti zraci više skreću i nalaze se na spoljašnjoj strani prstena.

Halo oko Meseca i Sunca se naročito lepo vidi u polarnim krajevima, gde je atmosfera vrlo često ispunjena sitnim ledenim iglicama. U umerenim krajevima češće se vidi halo oko Meseca, a redje oko Sunca, jer jača Sunčeva svetlost sprečava da vidimo slabije osvetljeni halo.

Sličnu pojavu vidimo često zimi, na primer, kada kroz zamrznute prozore posmatramo svetlost sijalice na ulici. Nerazumevanje ove pojave može da bude uzrok sujeverja, kada se ona smatra predznakom neke katastrofe koja će zadesiti čovečanstvo.

Pojavu halo možemo dobiti eksperimentom (Cornu), kada kroz rastvor u kome lebde kristali stipse, dobijeni dodavanjem malo alkohola u rastvor stipse, posmatramo neki svetlosni izvor.

5. CRVENILO MESECA PRI NJEGOVOM POMRAČENJU, Za vreme totalnog pomračenja Mesec nije taman već i dalje svetli u tamnocrvenoj boji. Crvenu boju Mesecu daju Sunčevi zraci koji se prelamaju u Zemljinoj atmosferi, prodiru u konus Zemljine senke i padaju na Mesec. Medjutim, od bele Sunčeve svetlosti, kao mešavine duginih boja, atmosfera najviše zadržava plave zrake, tako da u konus senke propušta samo crvene zrake. Stoga za vreme totalnog pomračenja Meseca vidimo Mesec u tamnocrvenoj boji.

FRAUNHOFEROVE LINIJE, Veliki broj crnih linija koje su rasporedjene na medjusobno nejednakim rastojanjima u Sunčevom spektru nazivaju se Fraunhoferove linije. Javljaју se uvek na istom mestu u Sunčevom spektru i značajne su za određivanje indeksa prelamanja svetlosti za razne materijale i dužine spektra.

SPEKTRALNI APARATI

Do sada smo uglavnom spomenuli samo Sunčev spektar, no svoje spektre imaju i svi ostali svetlosni izvori, dakle, i sve materije koje su dovedene u takvo stanje da svetle. Aparata koji služe za ispitivanje spektra nazivamo spektralnim aparatima. Oni mogu biti različitih vrsta:

SPEKTROSKOP, je aparat koji služi za objektivno (golim okom) posmatranje i ispitivanje spektara. Sastoji se iz kolimatora, durbina i cevi sa skalom.

SPEKTROGRAF je aparat pomoću koga se mogu fotografisati spektri; sličan je spektroskopu, s tom razlikom što ima samo kolimator i durbin, dakle, nema cev sa skalom, i što na slobodnom kraju durbinske cevi umesto okulara ima mračnu komoru. U toj mračnoj komori, čija se dužina može menjati slično kao kod fotografskog aparata, nalazi se ploča od mutnog stakla. Ovu ploču treba postaviti u žižnu ravan durbinskog objektiva. Kada posmatrač na toj staklenoj ploči vidi oštar lik spektra, onda umesto mutnog stakla postavi na to mesto kasetu sa fotografskom pločom i postupi slično kao pri fotografisanju fotografskim aparatom. Fotografski snimak spektra koji se dobije pomoću spektrografa zove se spektrogram.

MONOHROMATOR je aparat pomoću koga dobijamo proizvoljno izabranu homogenu boju; ima takodje kolimator i durbin, no u durbinu umesto okulara u žižnoj ravni njegovog objektiva postavljen je metalni zaklon sa prerezom koji je paralelan sa ivicom prizme, a može se pomeriti. Prema tome, iza zaklona dobijamo onu hromatičnu svetlost koja prolazi upravo kroz pukotinu.

SPEKTROMETAR je aparat koji ima uređaj za merenje skretanja zrakova kroz prizmu ili druga providna tela.

POLARIZACIJA SVETLOSTI, Svetlost je talasno kretanje sa transverzalnim oscilacijama. Kod prirodne ili nepolarizovane svetlosti oscilacije se kreću u svim pravcima, upravnim u pravcu njenog prostiranja. Pojava da se kod svetlosti, pod izvesnim uslovima, od svih mogućih njenih oscilacija zadrže oscilacije samo u jednom odredjenom pravcu, zove se polarizacija svetlosti.

SPEKTRI, SPEKTRALNA ANALIZA

EMISIONI I APSORPCIONI SPEKTRI, Ispitivanjem spektara raznih svetlosnih izvora pomoću spektroskopa utvrđeno je da njihovi spektri mogu biti različitih tipova. U prvom redu razlikujemo one spektre koji postaju direktnim odašiljanjem svetlosti od nekih odredjenih svetlosnih izvora, bilo usled visoke temperature, bilo usled električnih ili hemijskih pobuda, pa ih stoga nazivamo emisionim spektrima (lat. emissio=odašiljanje).

Emisione spektre delimo u dve grupe:

A) KONTINUALNI ILI NEPREKIDNI SPEKTRI (lat. continuus = neprekidan) su spektri sa svim spektralnim bojama u neprekidnom nizu, tj. sa svim talasnim dužinama svetlosti vidljivog spektra. U kontinualnim spektrima nema ni Fraunhoferovih linija. Takve spektre daju sva usijana čvrsta ili tečna tela, na primer, belo usijana žica platine, sijalice, krater lučne svetiljke, sveća (jer se u njenom plamenu nalaze usijani delići čadji) i istopljeni metali (gvoždje, platina i dr.).

Pošto svi kontinualni spektri sadrže iste talase, izlazi da oni nisu karakteristični za telo koje zrači.

B) DISKONTINUALNI ILI ISPREKIDANI SPEKTRI sastoje se ili iz pojedinačnih svetlih linija medjusobno rastavljenih tamnim prostorima, pa kažemo da su to linijski spektri, ili iz skupine velikog broja linija koje se u vidu pruga nalaze na odredjenim mestima u spektroskopu, pa kažemo da su to prugasti spektri ili pantljikasti spektri. Isprekidan spektar daju usijani gasovi i pare i to linijske spektre, ako su u atomskom stanju, a prugaste spektre ako su u molekularnom stanju. Položaj i boje pojedinih svetlih linija u linijskim spektrima kao i položaj i grupisanje pojedinih pruga u prugastim spektrima zavisi od hemijskih osobina datog gasa ili pare. Dakle, linijski i prugasti spektri su karakteristični za utvrđivanje neke supstance.

Na primer, kad se u Bunzenov plamen, koji se nalazi ispred razreza kolimatorske cevi spektroskopa, pomoću ovlažene platinske žice unese malo kuhinjske soli, onda posmatranjam

kroz durbin vidimo žutu liniju na tamnoj podlozi na onom mestu koje u Sunčevom spektru odgovara Fraunhoferovoj liniji D. To je spektar natrijumove pare. Ako u Bunzenov plamen unesemo neku so litijuma (Li), vidimo da se spektar litijuma sastoji iz dve svetle linije, i to jedne narandžaste boje i druge crvene boje. Međutim, soli stroncijuma (Sr) i kalcijuma (Ca) daju spektre koji se sastoje iz više svetlih pruga. No tipičan prugasti spektar daje nam jedna para.

APSORPCIONI SPEKTRI, Ako svetlost koja daje neprekidan spektar prolazi kroz neku materiju, koja neki određeni deo te svetlosti, tj. talasne dužine, apsorbuje, onda u tom spektru nastaju prekidi, jer nema tih boja; dakle, na tim mestima nastaju tamne linije. Zato takve spektre nazivamo apsorpcionim spektrima.

Na primer, ako belu svetlost propustimo kroz crveno staklo u kolimator spektroskopa, u spektru se javlja samo crveni deo, dok je ostali deo taman. Dakle, crveno staklo propušta samo zrake crvene i narandžaste boje, dok ostale apsorbuje. Apsorpcioni spektar hlorofila pokazuje crnu liniju u crvenom delu spektra, a para joda u propuštenoj svetlosti pokazuje veliki broj crnih linija. Apsorpcioni spektri čvrstih i tečnih tela sastoje se iz tamnih pruga koje nisu jasno određene.

Međutim, apsorpcioni spektri gasova i para sastoje se iz tankih crnih linija koje se javljaju često i pored crnih pruga. Već je Fraunhofer uočio da se svetla žuta linija usijane natrijumove pare javlja u spektru na istom mestu na kome se u Sunčevom spektru javlja crna D linija. Takođe je utvrđeno da se crne linije C i E u Sunčevom spektru podudaraju sa svetlim linijama koje se javljaju na istim mestima u emisionom spektru vodonika. Uzrok ovom podudaranju otkrio je Kirhof 1860. godine, i istovremeno dao i objašnjenje postanka apsorpcionih spektara.

Kirhof je kroz žuto obojeni plamen alkonola, u koji je stavio kuhinjsku so, tj. kroz usijanuu paru natrijuma, propustio svetlost lučne svetiljke, koja daje neprekidni spektar, i tada je dobio apsorpcioni spektar u kome se umesto žute natrijumove linije javila crvena linija. To je tzv. izvrnuti spektar natrijuma. Kirhof je otud zaključio da je natrijumova para propustila svetlost svih talasnih dužina sem one koja odgovara žutoj natrijumovoj liniji, dakle, sem one koju ona sama odašilje, što znači da je natrijumova para baš tu vrstu žute svetlosti apsorbivala. Na osnovu ovakvih ogleda Kirhof je utvrdio pravilo, koje nazivamo Kirhofovim pravilom emisije i apsorpcije.

Svako telo može apsorbovati one vrste svetlosnih zraka koje samo zrači pod istim uslovima.

Ovaj zakon možemo proveriti ogledom. Ispred kolimatorске cevi spektroskopa, kroz koju prolazi bela svetlost sijalice ili lične svetiljke, stavimo metalni sudič sa komadićima čistog natrijuma ili kuhinjske soli, ispod koga se nalazi Bunzenov plamen. Tada će bela svetlost prolaziti kroz paru natrijuma, pa će se u kontinualnom spektru javiti crna linija u emi-

sionom spektru natrijumove pare. I doista, čim uklonimo izvor bele svetlosti, na istom mestu pojaviće se svetla natrijumova linija. Analogno postaju apsorpcioni spektri drugih gasova i para. Apsorpcioni spektar je i Sunčev spektar. Postanak Fraunhoferovih linija u Sunčevom spektru Kirhof je objasnio ovako: Bela svetlost koju emituje usijana čvrsta i tečna materija Sunca trebalo bi da daje kontinualni spektar; ali ta bela svetlost prolazi kroz usijanu atmosferu oko Sunca u kojoj se nalaze gasovi i pare raznih elemenata. Ti gasovi i pare apsorbuju svetlost onih talasnih dužina koje baš same u usijanom stanju emituju. Stoga se umesto karakterističnih linija pojedinih elemenata u Sunčevom spektru javljaju odgovarajuće crne linije, tj. Fraunhoferove linije. Na osnovu položaja ovih apsorpcionih linija u Sunčevom spektru, prema Kirhofovom zakonu saznamo hemijski sastav Sunčeve atmosfere, tj. koje elemente ona sadrži.

INFRACRVENI ZRACI. Ogledima je utvrđeno da sem zraka koje naše oko zapaža, tj. vidljivih zraka, postoje i nevidljivi zraci. Još pre 160 godina otkriveno je da spektar o kome smo govorili nije ograničen samo crvenim zracima, nego se širi i izvan tih granica, i da ti delovi spektra odgovaraju nevidljivim zracima. To znači da se spektar bele svetlosti sastoji iz vidljivog i nevidljivog dela.

Već je spomenuto da vidljivi deo spektra obuhvata zrake čije talasne dužine iznose od 400μ (ljubičasti) do 800μ (crveni), tj. u granicama između 4 i $8 \cdot 10^{-5}$ cm. Prema tome, nevidljivi deo spektra obuhvata ne samo nevidljive zrake koji su većih talasnih dužina od crvenih, nego i one koji su manjih talasnih dužina od ljubičastih. Nevidljive zrake ispred crvenog dela spektra, tj. zrake većih talasnih dužina nazivamo infracrvenim zracima (lat. infra=ispod) što znači ispod frekvencije crvenih zraka). Umesto internacionalnog naziva infracrveni zraci, neki autori ih nazivaju ultracrvenim zracima (lat. ultra=iznad).

Nevidljive zrake koji se nalaze iza ljubičastog dela spektra, tj. zrake kraćih talasnih dužina od ljubičastih, nazivamo ultraljubičastim zracima. Docnije, u atomskoj fizici, videćemo da emisija infracrvenih i ultraljubičastih zraka nastaje na isti način kao i kod vidljivih zraka usled izvesnih procesa koji se odigravaju u atomima. Prema tome, može se reći da se zraci iz oblasti vidljivog dela spektra u osnovi ne razlikuju od zraka u oblastima infracrvenog i ultraljubičastog dela spektra sa kojima se neposredno graniči. Stoga se oblast infracrvenog, vidljivog, i ultraljubičastog dela spektra naziva jednim imenom optički spektar.

Infracrveni zraci su elektromagnetni talasi čije se dužine nalaze između krajnjih crvenih zraka vidljive svetlosti i Hercovih talasa, oni ne deluju na naše oko pa su nevidljivi, a ističu se svojim toplotnim dejstvom, dakle, identični su sa toplotnim zracima.

FOTOGRAFIJA INFRACRVENIM ZRACIMA značajna je za snimanje po mutnom vremenu i mraku. Infracrveni zraci prodiru kroz maglu i slojeve koji sadrže vodenu paru. Pri snimanju infracrvenim zracima moramo odstraniti zrake vidljive svetlosti. To se postiže stavljanjem tamnocrvenih filtera od stakla ispred objektiva fotografskog aparata.

ULTRALJUBIČASTI ZRACI su elektromagnetni talasi čija je talasna dužina manja od ljubičastih zraka, a veća od Rendgenovih zraka; ističu se svojim hemijskim dejstvom, izazivaju fluorescenciju, fotoelektrični efekat, jonizaciju i biološko dejstvo na živo tkivo.

Sunčeva svetlost obiluje ultraljubičastim zracima, ali na Zemlju dopire samo njihov izvestan deo, pošto zrake kraćih talasnih dužina od 290μ apsorbuje ozon na visini od oko 50 km. Vazduh apsorbuje ultraljubičaste zrake utoliko više, ukoliko u sebi sadrži veću količinu prašine. Stoga je Sunčeva svetlost iznad morskih površina kao i u visokim planinama bogatija ultraljubičastim zracima nego u ostalim predelima, pa i jače deluje na ljudsku kožu.

FOTOGRAFISANJE ULTRALJUBIČASTIM ZRACIMA važno je za izvesne naučne i praktične svrhe, jer ovi prodiru dublje u slojeve materije. Na fotografijama dobijenim ultraljubičastim zracima jasnije vidimo predmete koji su premazani bojama, fosile, stare rukopise i slike.

SPEKTRALNA ANALIZA

Bunzen (R.W.Bunzen) i Kirhof (G.Kirchoff) ispitivali su 1859. god. spektre svih do tada poznatih elemenata i utvrdili da svaki element ima svoj određeni karakteristični spektar, koji se sastoji iz svetlih linija ili pruga. Na osnovu tih poznatih spektara pojedinih hemijskih elemenata može se posmatranjem nekog svetlosnog izvora utvrditi koji se hemijski elementi nalaze u njemu.

Prema tome, Bunzen i Kirhof uveli su novu metodu hemijske analize, koja se zasniva na posmatranju spektra elemenata iz kojih se sastoji neko telo, pa se stoga naziva spektralnom analizom.

Spektralna analiza je metoda hemijske analize pomoću koje se na osnovu posmatranja spektra utvrđuju pojedini hemijski elementi u sastavu nekog tela.

Za tu svrhu su nam potrebne utvrdjene tablice na kojima su označeni položaji karakterističnih linija u emisioinim spektrima svih poznatih hemijskih elemenata. Upoređenjem tih tablica sa spektrom svetlosti koju emituje kao svetlosni izvor dato telo čiji sastav ispitujemo, možemo zaključiti iz kojih se hemijskih elemenata ono sastoji.

Spektralna analiza se ne primenjuje samo u fizici i hemiji, već i u biologiji, medicini, naročito sudskoj medicini i industriji. Značajna je i za astrofiziku jer omogućava ispitivanje sastava nebeskih tela. Na osnovu Fraunhoferovih linija saznali smo od kojih se elemenata sastoji para u Sunčevoj atmosferi. Spektralnom analizom je utvrđeno da su to u stvari izbačeni plamenovi usijanog vodonika na Suncu. U spektru Sunčevih protuberanci astronom Normān Lokijer (Lockyer) otkrio je 1868. godine jednu žutu liniju koja je odgovarala nekom nepoznatom elementu. Taj element nazvan je helijum. Vilijem Remzi (William Ramsay) uspeo je 1894. godine da iz vazduha izoluje jedan nepoznati gas. Sledeće, 1895. godine, u spektru toga gasa Remzi je zapazio iste one linije koje se nalaze u spektru helijuma. Tako je utvrđeno da se gas helijum nalazi i na Zemlji.

Spektralnom analizom je utvrđeno da se Sunce sastoji iz istih hemijskih elemenata kao i Zemlja. Utvrđeno je da medju crnim linijama u Sunčevom spektru ima i takvih koje nisu nastale apsorpcijom bele svetlosti u Sunčevoj atmosferi, nego apsorpcijom u Zemljinoj atmosferi. Zbog toga ove crne linije u Sunčevom spektru nazivamo telurnim linijama (lat. tellus=Zemlja).

Pošto se spektri Mesečeve svetlosti, kao i planeta, podudaraju sa Sunčevim spektrom, zaključujemo da ne emituju sopstvenu, nego dobijaju Sunčevu svetlost. U spektrima kometa nalazimo pored prugastih spektara i Sunčev spektar. To znači da svetlost kometa delimično potiče od usijanih gasova i para, poglavito ugljovodonika i cijana, a delom od Sunca. Spektri zvezda nekretnica su isti kao i spektar Sunca. Dakle, svaka zvezda je sunce. Prema broju i rasporedu crnih linija u njihovim spektrima utvrđena je kalsifikacija zvezda, počev od onih čija površina ima najvišu temperaturu, pa do najhladnijih.

Prema tzv. HARVARDSKOJ SPEKTRALNOJ KLASIFIKACIJI ZVEZDA, pojedine spektralne klase označavaju se velikim slovima abecede: O, B, A, G, K i M. Temperatura zvezda u ovom nizu opada sleva nadesno od 50000 do 2000 K. Svaka klasa deli se na 10 potklasa koje se označavaju brojevima od 0 do 9. Na primer, Sunce je zvezda spektralne klase G2. Većina zvezda (90%) pripada klasama od B do M, a klasi O pripadaju malobrojne najtoplije zvezde. U novije vreme ove osnovne spektralne klase dopunjene su klasama S, R i N. U naše vreme poznati su spektri za oko 500 000 zvezda.

DOPLER-FIZOV EFEKAT U OPTICI, Dopler-Fizov efekat (princip) poznat je već iz nauke o zvuku. Tamo smo videli kako ton nekog zvučnog izvora postaje sve viši kada se zvučni izvor približava nama ili kada se mi njemu približavamo, a sve niži kada se udaljavamo. Takođe smo videli da se Dopler-Fizov efekat javlja kada se zvučni izvor i posmatrač istovremeno jedan drugom približavaju ili jedan od drugog udaljavaju.

Pošto Dopler-Fizov efekat važi za svako talasno kretanje, a svetlost je takodje talasno kretanje, izlaz da se ovaj efekat javlja i kod svetlosti. Dakle, i kada se svetlosni izvor kreće u odnosu na izvor, mora da nastupi promena broja svetlosnih oscilacija u sekundi. Kako rezultati koje smo dobili

u akustici važe i ovde, izlazi da se broj svetlosnih oscilacija povećava kada nam se svetlosni izvor približava, a smanjuje kada se svetlosni izvor od nas udaljava. Pošto od frekvencije svetlosti zavisi i njena talasna dužina, od talasne dužine svetlosti zavisi njena boja, izlazi da boja svetlosti zavisi od njene frekvencije. Medjutim, pomenute talasne dužine možemo zapaziti posredno na osnovu pomeranja spektralnih linija, pa i to samo u slučaju kada su brzine svetlosnih izvora velike i iznose po nekoliko kilometara u sekundi. Prema tome, ovakva pomeranja spektralnih linija mogu se zapaziti samo kod nebeskih tela, što je doista i utvrđeno spektrima zvezda.

Ako se neka zvezda udaljava od nas, onda se neka linija u njenom spektru (na primer, jedna linija koja pripada spektru vodonika) neće nalaziti na istom mestu na kome se nalazi u Sunčevom spektru, nego će biti nešto pomeren prema crvenom delu spektra. Naprotiv, ista spektralna linija biće pomeren ka ljubičastom delu spektra ako nam se zvezda približava. Ovo je prvi konstatovao 1868. godine engleski astronom Higin (Higgins), upoređivanjem zeleno-plave linije spektra vodonika ($H\alpha$) u spektru Sirijusa sa odgovarajućom linijom u spektru dobijenom električnim pražnjenjem u cevi ispunjenoj razredjenim vodonikom. Ovo pomeranje spektralne linije objašnjeno je Doplerovim efektom. Šta više, Higin je uspeo da na osnovu veličine tog pomeranja pomenute linije u spektru Sirijusa ka crvenom delu izračuna da se Sirijus udaljava od Zemlje brzinom od 48 kms^{-1} .

Na osnovu utvrđivanja veličine pomeranja neke linije (obično vodonikove) u spektru neke zvezde prema položaju iste linije u Sunčevom spektru, omogućeno je izračunavanje brzina pojedinih zvezda i maglina izvan galaktike u pravcu gledanja, tj. moguće je određivanje njihove radialne brzine.

Prema izloženom možemo reći:

Ako se neka zvezda približava Zemlji, nastaje smanjivanje talasne dužine svetlosti koju ona odašilje, tj. nastaje pomeranje spektralnih linija prema ljubičastom delu spektra i obratno; ako se zvezda udaljava od Zemlje, nastaje povećanje talasne dužine svetlosti, a usled toga i pomeranje spektralnih linija ka crvenom delu spektra.

Ovakvom metodom je utvrđeno da maksimalna brzina zvezda uopšte iznosi $200-300 \text{ kms}^{-1}$. Astronom Slifer (Slipher) je na osnovu fotografskih snimaka spektra oko 40 spiralnih maglina od 1914. do 1922. godine utvrdio da se kod njih spektralne linije znatno pomeraju ka crvenom delu spektra.

Na osnovu ovih činjenica izlazi da se spiralne magline, koje se nalaze izvan galaktike na daljinama većim od 1 miliona svetlosnih godina, udaljuju od nas brzinom od nekoliko stotina do nekoliko hiljada kilometara u sekundi.

Hamason (Humason) je nastavio istraživanja brzina najudaljenijih maglina, pa je na osnovu rezultata dobijenih 1928. godine utvrdio da su Fraunhoferove linije H i K, koje pripadaju elementu kalcijuma, u njihovim spektrima jako pomeren prema crvenom delu spektra, s obzirom na ona mesta na kojima se

ove linije nalaze u Sunčevom spektru. Hamason je našao da se neke magline, koje su od nas udaljene 6, 23, 85 i 135 miliona svetlosnih godina, udaljavaju brzinom od 200, 2260, 5500, 15500 i 23000 kms^{-1} . Šta više, za jednu maglinu koja je udaljena 247 miliona svetlosnih godina, utvrdio je 1935. godine da se ona udaljava brzinom od 42000 kms^{-1} .

Upoređivanjem daljina pojedinih maglina sa izračunatim brzinama, Habi (E.Hubble) je 1935. godine utvrdio da brzine kojima se spiralne magline udaljavaju, stoje u pravnoj srazmeri sa njihovim rastojanjima od Zemlje. Na primer, ako maglina koja je od nas udaljena za 6 miliona svetlosnih godina ima brzinu od 200 kms^{-1} , onda će maglina koja je udaljena 30 miliona svetlosnih godina imati pet puta veću brzinu.

Na osnovu ovog tzv. Hablovog pravila, u vezi sa Ajnštajnovim shvatanjem vasiona, došlo se do zaključka da se vasiona širi. Pri tome nikako se ne može uzeti da se ovo širenje vrši od Zemlje, odnosno Mlečnog puta, nego da je to jednoliko širenje svih daljina u vasioni.

Na osnovu Dopler-Fizovog efekta utvrđeno je i postojanje dvojnih zvezda, tj. sistema dveju bliskih zvezda nekretnica, koje se usled uzajamnog privlačenja obrću oko zajedničkog težišta. Zbog toga se linije u spektrima dvojnih zvezda periodično kolebaju prema crvenom i ljubičastom delu. Naime, svaka od tih zvezda se jedanput udaljava, a drugi put približava u odnosu na posmatrača sa Zemlje.

SVETLOST KAO ELEKTROMAGNETNI TALASI. Iz elektrodinamike nam je poznato da je Maksvel (1867) matematičkim putem dokazao da prostiranje električnih talasa nastaje naizmeničnim pretvaranjem električnog polja u magnetno i obratno. Prema ovoj Maksvelovoj elektromagnetnoj teoriji, električni talasi nastaju oscilacijama vektora jačine električnog i magnetnog polja, koji su upravni jedan prema drugome, dakle, to su u stvari elektromagnetni talasi.

Za postanak elektromagnetnih talasa potrebno je da se u njihovom generatoru vrše promene električnog i magnetnog stanja, koje će se dalje prenositi kroz sredinu izvesnom brzinom. Prema tome, brzina prostiranja elektromagnetnih talasa mora zavisiti od električne i magnetne polarizacione sposobnosti sredine kroz koju se prostiru.

Elektromagnetni talasi se prostiru kroz vakuum brzinom svetlosti.

Na osnovu ovako teorijski dobijenog rezultata, prema kom su brzine elektromagnetnih i svetlosnih talasa jednake, kao i to da su i jedni i drugi talasi transverzalni, Maksvel je zasnovao elektromagnetnu teoriju svetlosti.

Na osnovu izloženog možemo reći:

Pod svetlošću podrazumevamo elektromagnetne oscilacije u oblasti onih vrlo kratkih talasa koje zapažamo našim okom.

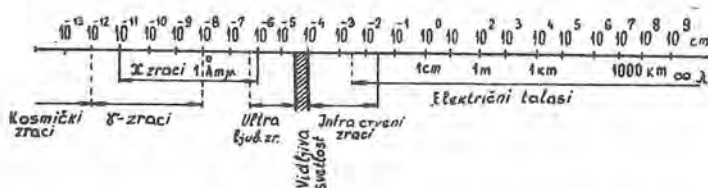
Prema tome, kad se govori o svetlosnim pojavama, obično se misli na vidljivu svetlost, tj. na elektromagnetne talase

iz oblasti vidljivog dela spektra. Međutim, pod pojmom svetlosti u širem smislu ne podrazumevamo samo elektromagnetne radijacije iz oblasti vidljivog dela spektra, nego i nevidljivog, tj. infracrvenog i ultraljubičastog dela spektra, dakle, podrazumevamo radijacije celokupnog optičkog spektra.

PREGLED CELOKUPNOG ELEKTROMAGNETNOG SPEKTRA. Ispitivanjem optičkog spektra utvrđeno je da se njegov infracrveni deo sa krajnjim najdužim talasima poklapa sa najkraćim električnim talasima, dok se na njegovom krajnjem ultraljubičastom delu nastavljaju Rendgenovi ili X-zraci, čije su talasne dužine manje od talasa ultraljubičastih zraka.

Do sada smo u elektrodinamici i optici proučili svojstva, dobijanje i sredstva kojima otkrivamo elektromagnetne oscilacije električnih talasa, infracrvenih zraka, vidljivih zraka, ultraljubičastih i Rendgenovih zraka. Međutim, skala elektromagnetnih talasa se ne završava X-zracima, jer postoje talasi još manjih talasnih dužina, a to su tzv. γ -zraci i kosmički zraci. Mađa ćemo svojstva ovih zraka upoznati u atomskoj fizici, ipak ćemo ih ovde uzeti u obzir radi pregleda i podele svih vrsta elektromagnetnih talasa.

U pogledu fizičkih svojstava nema principijelne razlike između elektromagnetnih talasa, od najvećih do najmanjih talasnih dužina. Međutim, ako elektromagnetne talase svih talasnih dužina poredjamo u niz od najmanje do najveće talasne dužine, onda će pomenute oblasti obuhvatiti intervale odredjenih talasnih dužina, koji se međusobno specifički razlikuju samo po načinu svoga prirodnog ili veštačkog proizvodjenja i sredstvima kojima ih otkrivamo. Pri tome kvantitativne promene talasne dužine uslovljavaju kvalitativne promene elektromagnetnog zračenja. Takav niz svih elektromagnetnih talasa nazivamo elektromagnetnim spektrom.



SLIKA 158 - Grafički prikaz pregleda elektromagnetnog spektra

Na slici 158 grafički je prikazan pregled elektromagnetnog spektra sa talasnim dužinama izraženim u centimetrima.

RADIO-ASTRONOMIJA I RADIO-TELESKOP. Kao što se vidi iz slike, vidljiva svetlost predstavlja veoma mali deo celokupnog elektromagnetnog spektra. Ovaj deo je "prozor" kroz koji vizuelno ili pomoću optičkih instrumenata posmatramo nebo i nebeska tela. Posmatranja se vrše na osnovu delovanja svetlosti na ljudsko oko, direktno ili preko fotografske ploče, ali su oba posmatranja ograničena s obzirom na intenzitet primljene svetlosti.

Savremena astronomija za posmatranje neba i nebeskih tela koristi celokupni elektromagnetni spektar i naziva se radio-astronomija, a instrument kojim se ona koristi radio-teleskop. Radio-teleskopi se zasnivaju na odbijanju elektromagnetnih talasa od metalnih paraboličnih površina i njihovo skupljanje u žiži, odakle ih mala antena prenosi kablovima do radio-prijemnika. Prijemnik pojačava radio-signal koji zatim aktivira neki uređaj za registraciju, najčešće pisač. Slobodni atomi elemenata emituju zračenje različitih talasnih dužina i mogu se odrediti radio-teleskopom. Na primer, karakteristična talasna dužina vodonika je 21 cm (slika 159).

Radio-teleskop daje utoliko više informacija o raspodeli intenziteta radio-talasa na nebu, ukoliko je metalno parabolično ogledalo veće, ili ukoliko se koriste manje talasne dužine. Medjutim, ne mogu se istovremeno koristiti oba preimućstva. Naime, manje talasne dužine zbog preciznosti zahtevaju manja parabolična ogledala. Parabolična ogledala radio-teleskopa mogu da se obrću u horizontalnoj i vertikalnoj ravni. Najveći radio-teleskop na svetu sa promerom ogledala 100 m izradjen je u Zapadnoj Nemačkoj 1970. i postavljen je kod Bona.

Posmatrajući celokupni elektromagnetni spektar (sl.158), interesantno bi bilo da zamislimo šta bi se dogodilo kada bi bilo moguće videti izgled neba koristeći radio-teleskop u oblasti talasnih dužina od 10^{-4} do 10^{-9} cm. Sunce, Mesec, planete i zvezde bi postepeno potamnili i posle potpunog mraka pojavila bi se sve jača svetlost. Svetlost bi dolazila iz dubine svemira gde se krije tajna o njegovom postanku. Iz te oblasti dolaze komete paraboličnih i hiperboličnih putanja.

TOPLOTNO ZRAČENJE I LUMINISCENCIJA, Pod toplotnim zračenjem podrazumeva se emitovanje elektromagnetnih talasa u jednom određenom intervalu talasnih dužina koje nastaje usled temperature nekog tela.

Nevidljivi deo toplotnog zračenja daleko doseže u delu spektra sa većim talasnim dužinama, tj. u smeru infracrvenih zraka, dakle, svetlosna energija čini samo jedan mali deo zračne energije. Medjutim, toplotni maksimum, tj. najveću energiju nose elektromagnetni zraci talasne dužine λ od 0,55 do 0,6 μ m, dakle, žuti zraci, a za dalje zrake od njih količina energije lagano opada u smeru infracrvenog spektra, a naglo u smeru ultraljubičastog dela.

Kvalitet toplotnog zračenja zavisi od temperature, tj. neko telo kod određene temperature zrači elektromagnetne talase određene talasne dužine.

Svetlosno zračenje, tj. onaj interval elektromagnetnih talasa, koje okom zapažamo, ne dobija se isključivo izazivanjem visoke temperature nekog tela već i nekim drugim uzrocima. Pojavu svetlosnog zračenja u svim ostalim slučajevima čiji uzrok nije temperatura tela nazivamo luminiscencijom.

RASPORED ZRAČNE ENERGIJE U SPEKTU CRNOG TELA NA RAZNIM TEMPERATURAMA, Slovenački fizičar Stefan, eksperimentalno, i nemački fizičar Bolcman, teorijski, utvrdili su zakon:

Ukupno zračenje E_0 crnog tela upravo je srazmerno četvrtom stepenu njegove apsolutne temperature T , dakle, $E_0 = kT^4$.

Bečki profesor Vin teorijski je izveo dva zakona o zračenju crnog tela:

- Povećanjem temperature maksimum toplotnog zračenja pomera se prema zracima kraćih talasnih dužina.
- Proizvod apsolutne temperature T i talasne dužine maksimalne zračne energije λ_m je konstanta, dakle, $T \cdot \lambda_m = C$.

Kad se uzme da je vrednost konstante $2890 \mu\text{m} \cdot \text{stepen}$ a talasna dužina žute linije u Sunčevom spektru $0,5 \mu\text{m}$, dobija se da temperatura na površini Sunca iznosi oko 6000 K .

Ova metoda određivanja temperature nekog izvora toplotnog zračenja na osnovu talasne dužine kojoj odgovara maksimalna energija u njegovom spektru, pogodna je za određivanje temperature koju imaju pojedine zvezde na svojoj površini, tj. pogodna je za određivanje efektivne temperature zvezda. Za tu svrhu je potrebno svetlost zvezde razložiti u spektar i pomoću termostuba istražiti položaj talasne dužine zraka sa najvećim maksimumom energije zračenja, i tada na osnovu poslednje jedinačine izračunati temperaturu zvezde.

Ovakvim merenjem utvrđeno je da efektivne temperature iznose za:

crvene zvezde	2000 - 4000 °K
žute zvezde	4500 - 7500 °K
bеле zvezde	8000 - 16000 °K
plave zvezde	25000 - 50000 °K

TEORIJA KVANTA, PLANKOV ZAKON, Ravnomerna raspodela prosečne energije zračenja u pojedine harmonijske oscilatore prema kalsičnoj statistici nije dovela do jednačine koja bi se potpuno slagala sa eksperimentima i ranije izvedenim zakonima. Značajna odstupanja nastala us za velike frekvencije, jer bi prema Reli-Džinsovom zakonu za te frekvencije ukupna energija zračenja bila beskonačno velika.

Ovom klasičnom teorijom, prema kojoj su atomi oscilatori u kojima se vrše linearne oscilacije, nisu se mogle objasniti mnoge spektralne pojave. Isto tako nije bilo moguće na osnovu ove teorije utvrditi jednačinu za raspored energije u spektru crnog tela, koja bi se slagala sa eksperimentalnim činjenicama, niti objasniti pojavu linijskih spektara gasova. Šta više, prema računima bi trebalo da usijano telo emituje zrake najmanjih talasnih dužina izvan ultraljubičastog dela spektra. Ovim neslaganjem klasična fizika je bila poljuljana baš kada je dostigla vrhunac Maksvelovom elektromagnetnom teorijom svetlosti.

Nemogućnost pobudjivanja harmonijskih oscilatora najviših frekvencija dovela je do potrebe novog shvatanja strukture energije. Energija se više nije mogla smatrati neprekidnom i beskonačno deljivom. Bilo je potrebno da se uvede hipoteza o

nedeljivim količinama, obrocima ili porcijama energije. Ovu hipotezu je postavio 1900. godine nemački fizičar, berlinski profesor Maks Plank (Max Plank, 1858-1947), u svojoj teoriji kvantna, kojom je izvršio revoluciju u fizici i postavio temelje kvantnoj fizici. Maks Plank je 1918. godine dobio Nobelovu nagradu za fiziku. On je uspeo da na osnovu zakona termodinamike i elektrokinamike izvede jednačinu za toplotno zračenje crnog tela, koja se slaže sa empirijskim činjenicama. Taj zakon kojim se matematički utvrđuje raspored zračne energije u spektru crnog tela zove se Plankov zakon.

Plankov zakon zračenja izveden je saglasno sa činjenicama pod pretpostavkom da crno telo ne emituje i ne apsorbuje zračnu energiju kontinualno, tj. neprekidno i u proizvoljnim količinama, nego samo diskontinualno (isprekidano) u multipli- ma izvesne najmanje količine energije, i to srazmerno frekven- ciji emitovanog zračenja.

Ova najmanja količina energije koja postoji, prema Plan- ku, zove se kvant dejstva. Plank je pretpostavio da atomi kao elektromagnetni oscilatori mogu zračiti energiju samo u nede- ljivim jedinicama ili obrocima energije, koji se nazivaju ele- mentarni kvanti energije. Ova fizička veličina ϵ proporcional- na je frekvenciji zračenja ν i iznosi $\epsilon = h\nu$, gde je faktor proporcionalnosti h kvant dejstva, a zove se Plankova kons- tanta. Ovo je takođe univerzalna konstanta.

Eksperimentalno je utvrđeno da vrednost Plankove kons- tante, tj. kvant dejstva, iznosi

$$h = \frac{\epsilon}{\nu} \frac{J}{s^{-1}} = 6,624 \cdot 10^{-34} \text{ JS}$$

Prema plankovom shvatanju izlazi da se crno telo sasto- ji iz bezbroj oscilatora, od kojih svaki ima svoju sopstvenu frekvenciju.

LUMINISCENCIJA. Pobudjivanje atoma da zrače svetlost ne izaziva se samo toplotom i usijavanjem tela, nego i na razne druge načine. Na primer, poznato je da staklo svetli kad na njega padaju katodni i rendgenski zraci, da fosfor svetli u mraku, a razredjeni gasovi u Gajlslerovim cevima pri električ- nom pražnjenju u njima, da šećer svetli pri drobljenju ili udaranju, da svetli buba svitac, razni mikroorganizmi i druga neka živa bića, koja žive u moru. Svaka pojava svetlosnog zra- čenja čiji uzrok nije toplota tela, već neki drugi uzrok, na- ziva se luminiscencija.

FOTOLUMINISCENCIJA. Mnoga tela imaju svojstvo da pod uticajem upadne svetlosti izvesne talasne dužine zrače svet- lost iste ili veće talasne dužine. U ovim slučajevima luminis- cencija nastaje usled apsorbovane zračne energije upadne svet- losti.

Ova pojava emisije svetlosti nekih tela pod dejstvom izvesne upadne svetlosti naziva se fotoluminiscencija. Ako zračenje svetlosti traje samo dok se telo nalazi pod dejstvom

upadne svetlosti, tu pojavu nazivamo fluorescencijom; ako se zračenje svetlosti nastavlja po prestanku upadne svetlosti, tu pojavu nazivamo fosforescencijom.

FLUORESCENCIJA, Štoks (G.G.Stokes) zapazio je 1852. godine da zelenkasti mineral fluorit (kalcijum-fluorid) svetli plavičasto kad se obasja belom svetlošću. Zbog toga se ova pojava svetljenja nekog tela dok je obasjano svetlošću naziva fluorescencija.

Fluorescentna tela emituju zrake uvek dužih talasa od onih zraka koje apsorbuju iz upadne svetlosti, tj. uvek fluorescentna svetlost ima duže talase od talasa one proste svetlosti kojom je izazvana.

FOSFORESCENCIJA, Pojava da izvesne materije svetle po prestanku upadne svetlosti, koja je to osvetljenje izazvala, zove se fosforescencija.

Takva tela koja imaju svojstvo da fosforesciraju, zovu se fosfori (grč. fos=svetlost, foros=nosilac). Ime je dato prema pojavi svetljenja fosfora u mraku, jer se smatralo da je to slična pojava.

ELEKTROLUMINISCENCIJA, Pojava svetljenja koja nastaje pri električnom pražnjenju kroz razređene gasove ili usled sudaranja elektrona sa atomima i molekulima nekog gasa ili udarcima o staklo i elektrode (katodoluminiscencija) zove se elektroluminiscencija. U tu grupu luminiscentnog svetljenja dolazi i svetljenje koje se javlja na elektrodama pri elektrolizi izvesnih elektrolita, kao i svetljenje pri kristalizaciji, međusobnim trenjem kao i drobljenjem kristala (triboluminiscencija). Pojavu triboluminiscencije susrećemo pri drobljenju ili udaranju šećera u mraku.

HEMOLUMINISCENCIJA, Svetljenje koje nastaje pri izvesnim hemijskim procesima naziva se hemoluminiscencija. Svetljenje fosfora zasniiva se na oksidaciji fosfora, dakle, to je hemoluminiscencija. Isto tako oksidacijom pirogalola u smesi sa perhidrolom nastaje crvenkasto svetljenje, koje zapažamo u mraku. U ovu grupu luminiscencije dolazi i bioluminiscencija, tj. svetljenje koje proizvode mnoga živa bića, na primer, neki insekti (svitac, kukujo i dr.), razne morske ribe i bakterije.

Svetljenje mikroskopski sitnih životinja i algi zasnovano je na dovodjenju kiseonika u specijalne organe, slično kao kod svica. Utvrđeno je da zračenje svetlosti kod životinja nastaje usled spajanja jedne organske materije (luciferina) sa kiseonikom, uz prisustvo luciferaze. U svetlećim organima morskih životinja koje svetle nalaze se, u stvari, svetleće bakterije. Ove životinje, sa kojima svetleće bakterije žive u simbiozi, mogu prema potrebi izazvati ili gasiti svetljenje tih bakterija regulisanjem dovoda kiseonika u svoje svetleće organe.

TERMIČKA DISOCIJACIJA je povratan proces razlaganja molekula elemenata na atome i molekule složenih hemijskih jedinjenja na molekule prostijih jedinjenja i molekule elemenata,

koji se zbiva prilikom zagrevanja. Stepem disocijacije pokazuje koji se deo od ukupnog broja molekula razložio. Može se dešavati kod gasovitih, tečnih i čvrstih supstanci. Na primer, disocijacija vodene pare na vodonik i kiseonik na vrlo visokim temperaturam.

KVANTNA PRIRODA SVETLOSTI, Svetlost je kvantna pojava. Iz izvora svetlosti izlaze kvanti svetlosti, tj. fotoni čija veličina energije ($\epsilon=h\nu$) zavisi od veličine frekvencije svetlosnih talasa. Fotoni se kreću kroz prostor odvojeno i direktno prenose energiju.

Na osnovu kvantne teorije svetlosti Ajnštajn je ovako objasnio fotoelektrični efekat: Pri dejstvu svetlosti na neki metal energija svakog apsorbovanog fotona $h\nu$ jednim delom se mora utrošiti na savladjivanje rada W , koji se mora utrošiti za otkidanje elektrona sa površine metala, a ostatak energije prelazi u kinetičku energiju elektrona $mv^2/2$, dakle

$$\frac{mv^2}{2} = h \cdot \nu - W.$$

To je Ajnštajnova jednačina fotoelektričnog efekta. Za ovu teoriju Ajnštajn je dobio Nobelovu nagradu 1921. godine.

SVETLOSNI PRITISAK, Prema kvantnoj teoriji, svetlosni zraci shvataju se kao struja fotona. Iz Lenardovih eksperimenata već smo zaključili da fotoni, isto kao i čestice materije, imaju masu i energiju. Mađa ovo izgleda protivrečno, jer svetlost se prostire konstantnom brzinom, dakle, njena brzina se ne može ni povećati ni usporiti, fizička je stvarnost da svetlost deluje na materiju kao struja čestice materije.

Već Maksvel je teorijskim putem utvrdio da mora postojati svetlosni pritisak. Lebedev, moskovski fizičar, uspeo je 1900. godine da eksperimentalnim putem odredi pritisak koji svetlosni zraci vrše na čvrsta tela i na gasove.

Svetlosni pritisak je neznatne veličine, no njegovo dejstvo ipak može doći do izražaja na čestice materije vrlo malih dimanzija, koje se nalaze u prostoru između nebeskih tela. Treba imati u vidu da na svaki delić materije, sem gravitacije istovremeno deluje i svetlosni pritisak. Sila kojom neko nebesko telo privlači neku česticu materije u vasioni srazmerna je masi te čestice, ali obasjavajući je svojom svetlošću istovremeno je odbija silom svetlosnog pritiska, koja je srazmerna površini čestice. Ukoliko je čestica manja, utoliko će biti manja i njena masa, pa će stoga biti manja i sila kojom nebesko telo priblači česticu. Ako pretpostavimo da je čestica loptastog oblika, onda će se smanjenjem njene mase menjati i njena zapremina, srazmerno kubu poluprečnika. Smanjenjem zapremine istovremeno će se smanjivati i površina čestice srazmerno kvadratu njenog poluprečnika. Prema tome, smanjivanjem čestice brže će opadati sila kojom je neko nebesko telo privlači no sila kojom na nju deluje svetlosni pritisak. Pod izvesnim uslovima sila kojom nebesko telo privlači delić može biti manja od sile kojom je ona odbijena, pa zbog toga čestica će se udaljavati od tog nebeskog tela u vasioni prostor.

Na ovaj način se objašnjava iskrivljenost repa kometa, kad one prolaze pored Sunca. Skretanje repa je uvek upravljeno od Sunca. Naime, u blizini Sunca svetlosni pritisak, koji vrše sunčevi zraci na molekule gasova u repu komete, postaje toliko velik da ih otklanja nasuprot gravitaciji. Edington smatra da bi se masa zvezda jako skupila usled dejstva gravitacije kad ne bi postojao svetlosni pritisak koji suprotno deluje na deliće njihove mase i time održava ravnotežu, koja se ne bi mogla uspostaviti samo pritiskom gasova.

Pošto i kvanti svetlosti imaju masu, izlazi da treba i svetlosni zraci usled dejstva teže da skreću u prostoru oko Zemlje. Medjutim, ova pojava ne može se zapaziti, jer je ta sila veoma mala; sem toga, brzina svetlosti je velika. Skretanje svetlosnih zrakova u blizini Sunca i ostalih zvezda treba da je izraženo, jer prema računima izlazi da je privlačna sila dovoljne jačine da izazove takvo skretanje.

Posmatranja koja su vršena za vreme pomračenja Sunca 1919. godine potvrđuju Ajnštajnov efekat, tj. pojavu skretanja svetlosnih zraka koji nam stižu od neke zvezde prolazeći pored Sunca, kako je to Ajnštajn i predvideo. Skretanje svetlosnih zraka iznosilo je $1'74''$.

DUALISTIČKA PRIRODA SVETLOSTI. Iz svega do sada izloženog o nauci o svetlosti vidimo da se pojave kao što su interferencija, difrakcija i polarizacija svetlosti mogu objasniti samo talasnom teorijom svetlosti.

Medjutim, pojave pri kojima se vrši prenošenje energije i impulsa svetlosti na atome, kao što su fotoelektrični efekat, fluorescencija, fosforescencija, kao i neke druge sa kojima ćemo se upoznati u atomskoj fizici, Komptonov i Ramanov efekat, mogu se objasniti samo kvantnom teorijom svetlosti.

Iskustvo pokazuje da se svetlost u nekim slučajevima manifestuje kao talasna pojava, a u drugim kao kvantna pojava.

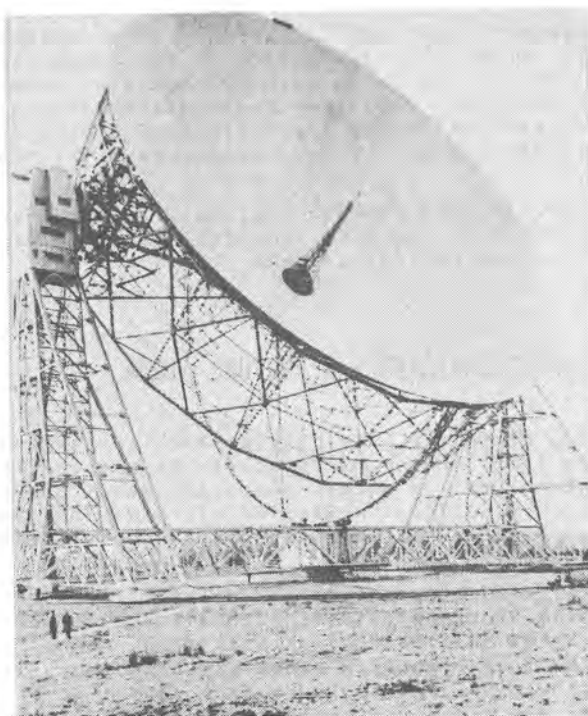
Dakle, prema okolnostima, svetlost se ponaša tako kao da je talasna ili korpuskularne prirode, pa stoga možemo reći da svetlost ima dualističku prirodu.

Da svetlost ima svojstvo talasa i čestice utvrdio je francuski fizičar Luj de Brojli (Louis de Broglie) 1924. godine, matematičkim putem.

Na osnovu razmatranja teorijskim putem izlazi da svaka čestica koja se kreće ima svojstvo talasa. Ovo važi ne samo za fotone nego i za elektrone i druge elementarne čestice atoma.

Postavkom dualističke prirode svetlosti de Brojli je uspeo da izvede optiku iz velike krize u kojoj se nalazila početkom XX veka.

Prema shvatanju dualističke prirode svetlosti izlazi da svaki svetlosni zrak istovremeno ima svojstvo i talasa i korpuskule. Talasni vid fotona manifestuje se pri pojavama prostiranja svetlosti u prostoru, a objašnjenje tih pojava daje nam talasna optika.



SLIKA 159 - Radio-teleskop sa paraboličnom antenom prečnika 76metara koji se nalazi kod Mančesteru u Engleskoj

Medjutim, korpuskularni vid fotona manifestuje se u slučaju lokalizovane akcije, koja se odnosi na postanak svetlosti ili promene energije i impulsa, kako je to već napred istaknuto. Ovakve pojave objašnjavaju se u kvantnoj optici.

De Brojli je dualističkom teorijom svetlosti dao sintezu dveju protivrečnih teorija svetlosti, talasne i kvantne teorije, i istakao neku simetričnu vezu između talasa i korpuskule, tj. fotona, koja se može ovako iskazati:

Svaki foton združen je sa elektromagnetnim talasom. Stoga svetlost u jednim slučajevima pokazuje svojstvo fotona, a u drugim slučajevima svojstva talasa; dakle, svetlost je dualističke prirode. Ako se pri lokalizovanom dejstvu fotona izražava talasni vid svetlosti, ne javlja se korpuskularni vid i obratno.

Sinteza ovih protivrečnosti talasnih i korpuskularnih svojstava svetlosti može se shvatiti samo na bazi dijalektičkog materijalizma koji tvrdi da su svim prirodnim pojavama svojstvene i protivrečnosti i njihovo dijalektičko jedinstvo dijalektičkih protivrečnosti, tj. protivrečnosti bez kojih određene pojave, izražene njihovim jedinstvom, ne bi ni postojale.

Shvatanje dualističke prirode svetlosti veoma je značajno za savremenu fiziku, jer su time izmenjene klasične predstave o materiji i njenim manifestacijama.

PROBLEMI UNUTRAŠNJE STRUKTURE ATOMA

VEZA IZMEDJU ATOMA I ELEKTRICITETA. Analizom zakona elektrolize Hemholz je 1881. godine pretpostavio da elektricitet ima atomsku strukturu, tj. da moraju postojati atomi pozitivnog elektriciteta čija količina elektriciteta odgovara elementarnoj jedinici naelektrisanja poznatoj pod imenom elementarni kvantum elektriciteta ili elektron.

Prema elektronskoj teoriji izlazi da pozitivni joni atoma nastaju kad nekom atomu nedostaje jedan ili više elektrona, a negativni joni atoma kad imaju višak elektrona. Baš od toga broja elektrona, koji se otrgne iz atoma ili njihovog viška kojih on ima, zavisi valencija datog jona, tj. zavisi da li će jon biti pozitivno ili negativno jednovalentan, dvovalentan ili viševalentan.

JONIZACIJA je obrazovanje jona i elektrona iz neutralnih atoma ili molekula, i to je uslov za proticanje elektriciteta kroz gasovitu, tečnu ili čvrstu dielektričnu sredinu. Može nastati sudarom elektrona ili jona sa atomima ili molekulama, radioaktivnim zračenjem u nekoj sredini, Rendgenovim zracima, ultraljubičastom svetlošću (zracima), usijanim metalima i vrlo visokom temperaturom.

JONIZACIONI POTENCIJAL, Kad se elektron nalazi beskrajno daleko od jezgra, on je u stvari udaljen iz atoma, pa iz datog atoma nastaje odgovarajući pozitivan jon. Pošto je rad za uklanjanje tj. izbacivanje jednog perifernog, odnosno najslabije vezanog elektrona iz atoma uvek jednak energiji koja se oslobodi iz atoma, kad elektron preskoči iz putanje $n=\infty$ na osnovnu putanju $n=1$, izlazi da je energija koja je potrebna za otkidanje jednog elektrona iz atoma, tzv. jonizaciona energija ili jonizacioni potencijal, jednaka razlici energije atoma u normalnom stanju E_1 i njegove maksimalne energije E^∞ .

Jonizacioni potencijal, tj. jonizaciona energija, koja je potrebna da bi se jedan periferni elektron udaljio iz atoma, jednaka je energiji atoma u normalnom nepobudjenom stanju.

Potencijali pri kojima nastaje potpuno apsorbovanje energije elektrona nazivaju se potencijali pobudjivanja ili rezonantni potencijali. Ovaj naziv označava da se spektralna linija odgovarajuće talasne dužine pojavljuje baš stoga, što kvant energije elektrona pri pomenutim potencijalima odgovara sopstvenoj frekvenciji atoma.

RADIOAKTIVNOST je svojstvo atoma nekih elemenata da se njihova jezgra spontano, tj. bez ikakvog spoljašnjeg uticaja raspadaju i prelaze u jezgra atoma manjih atomskih težina uz emisiju radioaktivnih zraka. Opšte svojstvo radioaktivnih zraka je da deluju na fotografsku ploču, da prodiru kroz razne materijale izvesnih debljina, da izazivaju jonizaciju gasova i fluorescenciju raznih tela.

IZOTOPI I IZOBARI ELEMENATA, Na osnovu protonsko-neutronske teorije jezgra mogu se ovako definisati elementi, izotopi i izobari:

Elementi su materije čiji svi atomi imaju jednako naelektrisanje jezgra.

Izotopi jednog elementa su atomi čija jezgra sadrže isti broj protona, jednak rednom broju elemenata u periodnom sistemu, ali različite brojeve neutrona.

Izobari su elementi čija jezgra atoma uz iste masene brojeve, tj. uz isti ukupni broj protona i neutrona, imaju različiti broj protona, tj. različita naelektrisanja, odnosno različite redne brojeve.

TABELA I-a

OSNOVNI PODACI O NEKIM POZNATIJIJIM I ZNAČAJNIJIJIM PERIODIČNIM KOMETAMA
KOJE SU SE POJAVILE VIŠE PUTA

Red. br.	Ime komete	Pronalazač i datum otkrića	Kataloška oznaka	Datum prvog prolaska kroz perihel	Broj prolazaka kroz perihel do 1982.g.	Broj posmatranja pojava komete do 1982.g	Datum posljednjeg prolaska kroz perihel	Kataloška oznaka komete pri posljednjem prolasku
1.	Halley	—, 239.g.p.n.e. (466) Edmund Halley 1705.	-239	25.maj 239.p.n.e.	32	30	20.april 1910.	1910 II
2.	Biella	Montaigne, 8.mart 1772.	1772	17.februar 1772.	14	6	23.septembar 1852.	1852 III
3.	Encke	Méchain, 17.januar 1786, J.Luj Pons, 26. novembar 1818.	1786 I	31.januar 1786.	60	52	6.decembar 1980.	1980 XI
4.	Pons-Brooks	J.Luj Pons, 21.juli 1812, Robert Brooks, 2.septembar 1883.	1812	16.septembar 1812.	3	3	23.maj 1954.	1954 VII
5.	Crammelin	J.Luj Pons, 23.februar 1818, Coggia, 10. novembar 1873, Forbes, 19.novembar 1928.	1818 I	6.februar 1818.	6	4	25.oktobar 1956.	1956 VI
6.	Fay	Fay, 23.novembar 1843.	1843 III	17.oktobar 1843.	18	17	28.februar 1977.	1977 IV
7.	D'Arrest	D'Arrest, 28.juni 1851.	1851 II	9.juli 1851.	20	14	14.septembar 1982.	1982 e
8.	Tuttle-Giacobini-Kresák	Tuttle, 3.maj 1858. Giacobini, 1.juni 1907. Kresák, 24.april 1951.	1858 III	3.maj 1858	22	6	26.decembar 1978.	1978 XXV
9.	Tempel 1	Vilhem Tempel, 3.april 1867.	1867 II	24.maj 1867.	20	6	11.januar 1978.	1978 II
10.	Tempel 2	Vilhem Tempel, 3.juli 1873.	1873 II	26.juni 1873.	3	3	23.maj 1954.	1954 VII
11.	Wolf	Max Wolf, 17.septembar 1884.	1884 III	18.novembar	12	12	25.januar 1976.	1976 II

NASTAVAK TABELE I-a

12.	Brooks	Robert Brooks, 7. juli 1889.	1889 V	1.oktobar 1989.	12	12	25.novembar,1980.	1980 IX
13.	Grigg-Skjellerup	Grigg, Skjellerup, 22.juni 1902.	1902 II	3.juli 1902.	16	14	25.maj 1982.	1982 a
14.	Kopff	Kopff, 20.avgust 1906.	1906 IV	3.maj 1906.	11	11	8.mart 1977.	1977 V
15.	Schwassmann-Wachmann 1	Schwassmann,Wachmann, 4.mart 1902.	1925 II	7.maj 1925.	4	4	15.februar 1974.	1974 II
16.	Schwassmann-Wachmann 2	Schwassmann,Wachmann,4.mart 1902.	1929 I	23.mart 1929.	9	9	17.mart 1981.	1979 VIII
17.	Schwassmann-Wachmann 3	Schwassmann,Wachmann,27.april 1930.	1930 VI	14.juni 1930.	10	3	14.septembar 1982.	1982 e

ELEMENTI ZA NEKE POZNATIJE I ZNAČAJNIJE
KOJE SU SE POJAVILE

Red. br.	IME KOMETE i godina poslednje pojave	Trajanje sideričke revolucije (perioda) godina	Vreme prolaza kroz perihel	Odstojanje perihela (a.j.)	Odstojanje afela (a.j.)
		P	T	q	Q
1.	Halley (1910 II)	76,10	20,83 april 1910	0,587	35,303
2.	Biela (1852 III)	6,62	23,54 septembar 1852.	0,860	6,19
3.	Encke (1980 XI)	3,30	6,58 decembar 1980.	0,340	4,10
4.	Pons-Brooks (1954 VII)	70,90	22,88 maj 1954.	0,774	33,50
5.	Cromelin (1956 VI)	27,90	25,21 oktobar 1956.	0,734	17,65
6.	Fay (1977 IV)	7,39	27,83 februar 1977.	1,610	5,98
7.	D'Arrest (1982 e)	6,38	14,31 septembar 1982.	1,291	5,59
8.	Tuttle-Giacobini Kresák (1978 XXV)	5,58	25,71 decembar 1978.	1,124	5,17
9.	Tempel 1 (1978 II)	5,50	11,01 januar 1978.	1,497	4,73
10.	Tempel 2 (1982 α)	5,29	1,54 jun 1983.	1,381	4,69
11.	Wolf (1976 II)	8,42	25,36 januar 1976.	2,501	5,78
12.	Brooks 2 (1980 IX)	6,90	25,39 novembar 1980.	1,849	5,40
13.	Griegg-Skjellerup (1982 a)	5,09	11,995 maj 1982.	0,989	4,93
14.	Kopff (1977 V)	6,43	7,98 mart 1977.	1,572	5,34
15.	Schwassmann-Wachmann 1 (1974 II)	15,0	15,33 februar 1981.	5,448	6,73
16.	Schwassmann-Wachmann 2 (1979 X)	6,50	2,78 septembar 1978.	2,135	4,83
17.	Schwassmann-Wachmann 3 (1982 e)	5,38	14,31 septembar 1982.	0,941	5,20

PERIODIČNE KOMETE
VIŠE PUTA

Ekcentričnost putanje e	Argument latituda perihela ($^{\circ}$) ω	Longituda ulaznog čvorra ($^{\circ}$) Ω	Nagib putanje ($^{\circ}$) i	Apsolutni sjaj m_0	Izvršilac proračuna (kalkulator)	Red. br.
0,967	111,717	57,847	162,215	5	Yeoman-Kiang(1981)	1.
0,756	223,217	247,280	12,551	8	Marsden (1981)	2.
0,847	185,983	334,195	11,946	11	Marsden (1981)	3.
0,995	199,034	255,192	74,178	6	Carr (1972) Yeomans (1977)	4.
0,919	195,977	250,429	28,881	11	Marsden (1973)	5.
0,576	203,659	199,085	9,091	11	Marsden-Sekanina (1971)	6.
0,625	176,968	138,860	19,430	11	Yeomans (1982)	7.
0,643	49,376	153,326	9,941	12	Marsden (1977)	8.
0,520	179,078	68,340	10,545	10	Nakako (1982)	9.
0,545	190,922	119,158	12,438	12	Marsden (1982)	10.
0,396	161,145	203,81	27,33	13	K.Polonskaya (1980)	11.
0,490	198,221	176,236	5,543	13	Marsden (1979)	12.
0,666	359,328	212,632	21,137	13	Sitarski (1981)	13.
0,545	162,908	120,332	4,724	10	Nakano (1982)	14.
0,105	14,468	319,636	9,747	4	Marsden (1979)	15.
0,387	357,459	125,942	3,723	11	Nakano (1981)	16.
0,694	198,743	69,274	11,408	12	Marsden (1979)	17.

TABELA II-a

OSNOVNI PODACI O NEKIM POZNATIJIM I ZNAČAJNIJIM KOMETAMA KOJE SU SE
POJAVILE SAMO JEDNOM

Red. br.	Ime komete	Pronalazač	Period posmatranja	Broj posmatranja	Kataloška oznaka	Napomena
1.	—	Tadeuš Hajek	1.XI 1577.-26.I 1578.	24	1577 I	
2.	—	—	14.XI 1680.-19.III 1681.	161	1680	Ima periodu oko 9000 god.
3.	Chéseaux	Filip Luj Chéseaux	29.XI 1743.-22.IV 1744.	76	1744	
4.	Messier	Charles Messier	8.VIII 1769.-3.XII 1769.	37	1769	Posmatrao Jovan Rajić u Novom Sadu od 14.VIII do 4.IX 1769. Ima periodu oko 2100 godina.
5.	Lexell	Ch.Lexell	14.VI 1770.-3.X 1770.	130	1770 I	Ima periodu $p=5,60$ god.
6.	Velika kometa	Flaugergues	25.III 1811.-17.VIII 1812.	~1000	1811 I	Ima periodu oko 3100 god.
7.	Velika martovska kometa	—	5.II 1843.-19.IV 1843.	~200	1843 I	Ima periodu $p=513$ god.
8.	Donati	Djovani Batista Donati	2.VI 1858.-4.III 1859.	~1000	1858 VI	
9.	Lialis	Lialis	27.II 1860.-14.III 1860.	60	1860 I	
10.	Tempel	Tempel	5.VII 1864.-5.X 1864.	~210	1864 II	Ima periodu oko 4000 god.
11.	Coggia	J.E.Coggia	17.IV 1874.-19.X 1874.	77	1874 III	Ima periodu oko 1400 god.
12.	Coggia	J.E.Coggia	19.VIII 1874.-15.XI 1874.	50	1874 IV	Ima periodu $p=306$ god.
13.	Velika kometa	Tebbutt	22.V 1881.-15.II 1881.	~1200	1881 III	
14.	Velika septembarska kometa	Cruls	1.IX 1882.-1.VI 1883.	~1500	1882 II	Ima periodu $p=760$ god.
15.	Morehouse	Morehouse	2.IX 1908.-11.V 1909.	141	1908 III	
16.	Velika januarska kometa	—	13.I 1910.-16.VII 1910.	~400	1910 I	Ima periodu oko 4 miliona godina
17.	Brooks	Brooks Robert	21.VII 1911.-12.II 1912.	619	1911 V	Ima periodu oko 2100 god.

NASTAVAK TABELE II-a

18.	Skjellerup-Maritany	Skjellerup, Maristany	28.XI 1927.-28.IV 1928.	34	1927 IX	
19.	Finsler	Finsler	4.VII 1937.-30.XII 1937.	212	1937 V	Ima periodu oko 14 miliona godina
20.	Velika južna kometa	—	7.XII 1947.-20.I 1948.	44	1947 XII	Ima periodu oko 3800god.
21.	Honda-Bernasconi	Honda-Bernasconi	3.VI 1948.-3.IX 1948.	150	1948 IV	Ima periodu oko 67.000g.
22.	Arend-Roland	Arend, Roland	14.IX 1956.-11.IV 1958.	150	1957 III	
23.	Mrkos	Antonin Mrkos	29.VII 1957.-9.VII 1958.	108	1957 V	Ima periodu oko 11000g.
24.	Ikeya-Seki	K.Ikeya, T.Seki	18.XI 1965.-12.II 1966.	119	1965 VIII	Ima periodu oko 880 god.
25.	Benett	Jack Benett	28.XII 1969.-27.II 1971.	391	1970 II	
26.	Kohoutek	Luboš Kohoutek	28.I 1973.-10.XI 1974.	597	1973 XII	
27.	Schuster	Schuster	9.II 1975.-29.IV 1976.	52	1975 II	
28.	West	R.West	10.VIII 1975.-23.X 1976.	218	1976 VI	Ima periodu oko 560.000 godina
29.	Howard-Koomen-Michels	Howard, Koomen, Michels	30.VIII 1979.-	6	1979 XI	
30.	IRAS-Araki-Alcock	IRAS, Araki, Alcock	25.IV 1983.-		1983 d	

TABELA II-b

ELEMENTI PUTANJE ZA NEKE POZNATIJE I
KOJE SU SE POJAVILE

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Vreme prolaska kroz perihel	Odstojanje perihela a.j.
			T	q
1.	—	1577 I	27,45 oktobar 1577.	0,1775
2.	—	1680	14,49 decembar 1680.	0,0062 *
3.	Chéseaux	1744	1,84 mart 1744	0,2222
4.	Messier	1769	8,12 oktobar 1769.	0,1227
5.	Lexell	1770 I	14,04 avgust 1770.	0,6744
6.	Velika kometa	1811 I	12,76 septembar 1811.	1,0354
7.	Velika martovska kometa	1843 I	27,91 februar 1843.	0,0055
8.	Donati	1858 VI	30,46 septembar 1858.	0,5785
9.	Liais	1860 I	17,12 februar 1860.	1,1989
10.	Tempel	1864 II	16,8 avgust 1864.	0,9093
11.	Coggia	1874 III	9,36 juli 1874.	0,6758
12.	Coggia	1874 IV	18,20 jili 1874.	1,6880
13.	Velika kometa	1881 III	16,94 juli 1881.	0,7346
14.	Velika septembarska kometa	1882 II	17,72 septembar 1882.	0,0077
15.	Morehouse	1908 III	26,26 decembar 1908.	0,9453
16.	Velika januarska kometa	1910 I	17,59 januar 1910.	0,1290
17.	Brooks	1911 V	28,24 oktobar 1911.	0,4894
18.	Skjellerup-Maristany	1927 IX	18,18 decembar 1927.	0,1761
19.	Finsler	1937 V	15,67 avgust 1937.	0,8627
20.	Velika južna kometa	1947 XII	2,58 decembar 1947.	0,1100
21.	Honda-Bernasconi	1948 IV	15,90 maj 1948.	0,2076
22.	Arend-Roland	1957 III	8,03 april 1957.	0,3160
23.	Mrkos	1957 V	1,44 avgust 1957.	0,3549
24.	Ikeya-Seki	1965 VIII	21,18 oktobar 1965.	0,0077
25.	Benet	1970 II	20,04 mart 1970.	0,5376
26.	Kohoutek	1973 XII	28,43 decembar 1973.	0,1424
27.	Schuster	1975 II	15,55 januar 1975.	6,8808
28.	West	1976 VI	25,22 februar 1976.	1,1966
29.	Howard-Koomen-Michels	1979 XI	30,92 avgust 1979.	0,00164
30.	IRAS-Araki-Alcock	1983 d	21,19 maj 1983.	0,99137

ZNAČAJNIJE KOMETE
SAMO JEDNOM

Eksentričnost putanje e	Argument latituda perihela (^o) ω	Longituda ulaznog čvora (^o) Ω	Nagib puta- nje (^o) i	Izvršilac proraču- na (kalkulator)	Red. br.
1,0	255,67	30,54	104,88	Wolstedt (1844)	1.
0,999986	350,62	275,93	60,68	Encke (1818)	2.
1,0	151,48	48,60	47,14	Plumer (1873), Hind (1848)	3.
0,99925	329,12	177,59	40,74	Bessel (1807)	4.
0,78612	224,86	133,93	1,56	Leverrier (1857)	5.
0,99512	65,41	142,35	106,94	Herz (1892)	6.
0,99991	82,64	2,83	144,35	Kreutz (1901)	7.
0,99629	129,11	166,60	116,96	Hill (1867)	8.
1,0	209,76	325,32	79,68	Pechüle (1868)	9.
0,99635	151,38	96,78	178,13	Kowalczyk (1870)	10.
0,99882	152,37	119,80	66,35	Heppergery (1882)	11.
0,96282	149,59	216,92	34,13	Holetschek (1882)	12.
0,99595	354,24	271,93	63,42	Riem (1895)	13.
0,99991	69,59	346,96	142,00	Hufnagel (1919)	14.
1,00672	171,58	103,75	140,18	Marsden (1978)	15.
0,999995	320,90	89,33	138,78	Mello e Simas (1912)	16.
0,997005	153,01	253,50	33,81	Van Biesbroeck-Vesely- Marsden (1976)	17.
0,99984	47,15	77,54	85,11	Marsden (1978)	18.
0,999985	114,83	58,71	146,41	Klevetskij (1972)	19.
0,999548	196,15	336,61	138,53	Marsden (1978)	20.
0,999875	317,06	203,11	23,15	Guigay (1955)	21.
1,000168	308,78	215,16	23,15	Schrutka (1978)	21.
0,999365	40,31	67,62	93,94	Marsden (1978)	22.
0,99915	69,05	346,29	141,86	Sekania (1978)	23.
0,996193	254,15	223,96	90,04	Marsden (1967)	24.
1,000008	37,82	257,76	14,30	Biffoni-Manara (1971)	24.
1,00215	193,42	22,09	112,02	Marsden (1978)	25.
0,999971	358,42	118,23	43,07	Marsden (1978)	26.
1,0	72,06	350,10	142,68	Marsden (1978)	27.
1,0	192,79	48,40	73,37	Marsden (1979)	28.
				Marsden (1978)	28.
				Sekania (1981)	29.
				Marsden (1983)	30.

TABELA III

KOMETE KOJE NOSE IME "VELIKA"

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Period posmatranja	Otkrivač
1.	Velika kometa	1759 III	7.I 1760.-11.II 1760.	-
2.	Velika kometa	1770 II	9.I 1771.-20.I 1771	-
3.	Velika kometa	1784	15.XII 1783.-26.V 1784.	-
4.	Velika kometa	1807	9.IX 1807.-27.III 1808.	-
5.	Velika kometa	1811 I	25.III 1811.-17.VIII 1812.	Flaugergues
6.	Velika kometa	1819 II	1.VII 1819.-25.X 1819.	Tralles
7.	Velika kometa	1823	24.XII 1823.-01.IV 1824.	-
8.	Velika kometa	1830 I	16.III 1830.-17.VIII 1830	Dobadie
9.	Velika kometa	1830 II	03.I 1831.-19.III 1831.	Herapath
10.	Velika martovska kometa	1843 I	05.II 1843.-19.IV 1843.	-
11.	Velika kometa	1844 III	17.XII 1844.-12.III 1845.	Wilmot
12.	Velika junska kometa	1845 III	2.VI 1845.-2.VII 1845.	Colla
13.	Velika kometa	1854 II	23.III 1854.-28.IV 1854.	-
14.	Velika kometa	1860 III	18.VI 1860.-18.X 1860.	-
15.	Velika kometa	1861 II	13.V 1861.-1.V 1862.	Tebbutt
16.	Velika južna kometa	1865 I	17.I 1865.-2.V 1865.	-
17.	Velika južna kometa	1880 I	1.II 1880.-20.II 1880.	Gould
18.	Velika kometa	1881 III	22.V 1881.-15.II 1882.	Tebbutt
19.	Velika septembarska kometa	1882 II	1.IX 1882.-1.VI 1883.	Cruis
20.	Velika južna kometa	1887 I	18.I 1887.-30.I 1887.	Thome
21.	Velika kometa	1901 I	12.IV 1901.-14.VI 1901.	Viscara
22.	Velika januarska kometa	1910 I	13.I 1910.-16.VII 1910.	-

TABELA IV

KOMETE KOJE SU PROSLE PORED ZEMLJE NA
UDALJENOSTI ISPOD 10 MILIONA KM

Red br.	Ime komete	Kataloska oznaka	Datum približenja Zemlji	Najmanje rastojanje od Zemlje (10^6 km)	Brzina susreta (km/s)
1.	P/Lexell	1770 I	1.juli 1770.	2,3	21
2.	P/Tempel-Tuttle	1366	26.okt.1366.	3,5	71
3.	Grischow	1743	9.feb.1743.	4,1	14
4.	Iras-Araki-Alcock	1983 d	11.maj 1983.	4,7	44
5.	P/Halley	837	10.apr.837.	4,8	65
6.	P/Biela	1806 I	9.decem.1806.	5,5	14
7.	P/Pons/Winnecke	1927 VII	26.juni 1927.	5,9	14
8.	Lahire-Maraldi-Bianchini	1702	20.apr.1702.	6,6	24
9.	—	1499	17.avg.1499.	6,8	19
10.	P/Schwassmann-Wachmann 3	1930 VI	31.maj 1930.	9,3	14
11.	Sugano-Saigusa-Fujukava	1983 e	12.juni 1983.	9,3	53

TABELA V

10 KOMETA KOJE SU PROŠLE PORED SUNCA NA NAJMANJEM RASTOJANJU - KROJCOVA PORODICA
KOMETA (komete sa najmanjim perihelskim rastojanjem)

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Rastojanje u prihelu - q		Vreme prolaska kroz perihel T	Ekcentričnost e	Argument latituda perihela ω	Longituda ulaznog čvora Ω	Nagib putanje i
			a.j.	km					
1.	Howard-Komen-Michels	1979 XI	0,00164	245 340	1977,66	1,0	72,07	350,1	142,7
2.	Velika južna kometa (thome)	1887 I	0,00483	723 157	1887,03	1,0	83,5	3,9	144,4
3.	Pereyra	1963 V	0,00506	757 714	1963,64	0,99995	86,2	7,2	144,6
4.	Velika južna kometa (Gould)	1880 I	0,00549	821 891	1880,07	1,0	86,2	7,1	144,7
5.	Velika martovska kometa	1943 I	0,00553	826 828	1843,16	0,99991	82,6	2,8	144,3
6.	-	1680	0,00622	930 799	1680,97	0,99998	350,6	275,9	60,7
7.	du Toit	1945 VIII	0,00752	1124 378	1945,99	1,0	72,1	350,5	141,9
8.	Velika septembarska kometa (Cruls)	1882 II	0,00775	1159 534	1882,71	0,99991	69,6	347,0	142,0
9.	Ikeya - Seki	1965 VIII	0,00779	1164 770	1965,80	0,99991	69,1	346,3	141,9
10.	White-Ortiz-Bolelli	1970 VI	0,00888	1328 281	1970,37	1,0	61,3	336,3	139,1

TABELA VI

10 KOMETA KOJE SU PROŠLE PORED SUNCA NA NAJVEĆEM
 RASTOJANJU (KOMETE SA NAJVEĆIM PERIHELSKIM RASTOJANJEM)

Red br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Datum prolaza kroz perihel	Rastojanje u perihelu q	
				a.j.	miliona km
1.	Schuster	1975 II	15,550 januar 1975.	6,880784	1.029,35
2.	Van den Bergh	1974 XII	7,775 avgust 1974.	6,018928	900,42
3.	Lovas	1976 IX	6,388 juli 1976.	5,857415	876,26
4.	West	1977 IX	21,559 juli 1977.	5,606362	838,70
5.	P/Schwassmann- Wachmann	1957 IV	12,829 maj 1957.	5,537631	828,41
6.	P/Schwassmann- Wachmann 1	1941 VI	21,609 april 1941.	5,522849	826,21
7.	P/Schwassmann- Wachmann 1	1925 II	7,856 maj 1925.	5,474962	819,04
8.	P/Schwassmann- Wachmann 1	1974 II	15,329 februar 1974.	5,447856	814,99
9.	Araya	1972 XII	18,945 decembar 1972.	4,880748	730,15
10.	Sandage	1973 X	8,148 novembar 1973.	4,812056	719,87

TABELA VII

10 PERIODIČNIH KOMETA SA NAJKRAĆOM PERIODOM

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Perioda (godina)	Vreme prolaza kroz perihel	Odstojanje perihela a.j.	Odstojanje afela a.j.	Ekscen-tričnost	Argument latituda perihela (°)	Longituda ulaznog čvora (°)	Nagib putanje (°)	Apsolutni sjaj
			P	T	q	Q	e	ω	Ω	i	m_0
1.	Encke*	1931 II	3,28	3.1 juni 1931.	0,332	4,09	0,849	184,90	334,91	12,56	9
2.	Helfenzrieder	1766 II	4,35	27.9 april 1766.	0,406	4,92	0,847	178,65	75,61	7,86	7
3.	Grigg-Skjellerun	1902 II	4,83	3.5 juli 1902.	0,753	4,96	0,736	350,73	221,26	8,30	10
4.	Blanpain	1819 IV	5,10	20.8 novembar 1819.	0,892	5,03	0,699	350,22	79,15	9,11	9
5.	du Toit-Hartley	1982 c	5,20	30,4 mart 1982.	1,195	4,81	0,602	251,67	308,58	2,94	-
6.	Tempel 2	1873 II	5,21	25,8 juni 1873.	1,344	4,66	0,552	185,19	121,98	12,75	9
7.	Honda-Mrkos-Pajdušakova	1948 XII	5,22	17,7 novembar 1948.	0,559	5,46	0,814	184,12	233,09	13,16	12
8.	du Toit 2	1945 II	5,28	18,7 april 1945.	1,250	4,81	0,587	201,53	358,86	6,92	12
9.	Barnard 1	1884 II	5,38	17,0 avgust 1884.	1,280	4,87	0,583	301,04	6,07	5,46	9
10.	Schwassman-Wachmann 3	1979 VII	5,38	2,8 sept. 1979.	0,941	5,20	0,696	198,74	69,27	11,41	12

* U nekim katalozima kao kometa sa najkraćom periodom navodi se kometa Wilson-Harrington (1949 III) koja po proračunima Cunningham-a (1949. Harvard Announc. Card 1052) ima eliptičnu putanju sa periodom od 2,8 godine. B.Marsden je dokazao 1978.god, (Quart. J. Roy. Astron. Soc. 19,82) da ova kometa nije periodična, već da ima paraboličnu putanju.

TABELA VIII

10 PERIODIČNIH KOMETA SA NAJDUŽOM PERIODOM*

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Perioda	Vreme prolaza kroz perihel	Odstojanje perihela	Odstojanje afela	Ekscentričnost	Argument latitude perihela	Longituda uzlaznog čvora	Inklinacija
			(miliona godina)	T	q	Q	e	ω	Ω	i
1.	Finsler	1937 V	14,3	15,7 avgust 1937.	0,836	117 650	0,99998	114,83	58,71	146,41
2.	Araya	1972 XII	12,6	18,9 decembar 1972.	4,861	108 100	0,99991	267,21	314,19	113,08
3.	Velika januarska komete	1910 I	4,0	17,6 januar 1910.	0,129	50 150	0,99995	320,90	89,33	138,78
4.	Burnham	1958 III	3,5	16,3 april 1958.	1,323	46 200	0,99994	16,45	150,50	15,79
5.	Peltier	1952 VI	1,7	15,3 juli 1952.	1,202	28 300	0,99991	96,59	187,94	45,56
6.	Perrine	1902 III	1,4	24,4 novembar 1902.	0,401	25 350	0,99997	152,97	50,03	156,35
7.	Barnard	1889 II	1,37	11,3 juni 1889.	2,256	24 800	0,99982	236,08	311,54	163,85
8.	Burnham- Staughter	1959 I	1,34	11,5 mart 1959.	1,628	24 300	0,99987	100,74	323,08	61,25
9.	Wells	1882 I	1,14	11,0 juni 1882.	0,061	21 800	0,99994	208,99	205,89	73,80
10.	Brooks	1888 III	0,97	31,6 juli 1888.	0,902	19 600	0,99908	59,21	102,36	74,19

* Period komete se računa samo do 1000 godina, jer se za duži period smatra nepouzdanim pošto komete u tom slučaju prolazi vrlo velika rastojanja na kojima može pretrpeti mnogobrojne nepredvidive uticaje koji utiču na promenu kometine putanje. Zato vrednosti perioda date u gornjoj tablici treba shvatiti kao približne vrednosti, čiji je cilj samo ilustracija primera komete sa vrlo velikom periodom.

TABELA IX

DO SADA POSMATRANE KOMETE KOD KOJIH JE DOSLO
DO RASPADA JEZGRA

Red. br.	Ime komete	Kataloška oznaka	Period posmatranja	Odstojanje perihela (a.j.) q	Heliocentrično rastojanje na kome je došlo do raspada jezgra (a.j.) r	Broj delova raspadnutog jezgra n
1.	P/Biella	1846 II	26.XI 1845-27. IV 1846.	0,8564	4,68	2
2.	Liais	1860 I	27.II 1860.- 14.III 1860.	1,1989	1,20	2
3.	Velika septembarska kometa	1882 II	01.XI 1882.- 01.VI 1883.	0,0077	0,0078	8
4.	P/Brooks 2	1889 V	07.VII 1889.- 13.I 1891.	1,9498	-	6
5.	P/Holmes	1892 III	07.XI 1892.- 06.VI 1893.	2,1407	-	2
6.	Swift	1899 I	04.III 1899.- 12.VIII 1899.	0,3266	0,71	2
7.	Kopff	1905 IV	10.I 1904.- 04.VII 1907.	3,3399	3,34	2
8.	P/Halley	1910 II	25.VIII 1909.- 16.VI 1911.	0,5872	-	2
9.	Mellish	1915 II	10.II 1915.- 21.X 1916.	1,0053	1,56	2
10.	P/Taylor	1916 I	24.XI 1915.- 28.V 1916.	1,5581	1,56	2
11.	Južna kometa	1947 XII	07.XII 1947.- 20.I 1948.	0,1100	0,20	2
12.	Pajdušáková	1951 II	04.II 1951.- 08.V 1951.	1,7191	0,72	2
13.	Honda	1955 V	29.VII 1955.- 20.XI 1955.	0,8846	1,04	2
14.	Wirtanen	1957 VI	16.III 1955.- 25.IX 1960.	4,4467	4,90	2
15.	Ikeya- Seki	1965 VIII	18.IX 1965.- 12.II 1966.	0,0078	0,0078	3
16.	Bally-Clayton	1968 VII	24.VIII 1968.- 24.XI 1968.	1,7711	1,40	2
17.	Kohoutek	1970 III	23.VII 1969.- 01.IV 1971.	1,7191	-	2
18.	West	1976 VII	10.VIII 1975.- 23.X 1976.	0,1966	0,20	4

TABELA X

VEZE POZNATIJIH KOMETA I METEORSKIH ROJEVA (POTOKA)

Red. br.	Meteorski roj Kometa	Elementi putanje					Karakteristike meteorskog roja																																																																																																																																																						
		Odstojanje perihela (a.j.) q	Ekscentricitet e	Argument latitude perihela ($^{\circ}$) ω	Longituda ulaznog čvora ($^{\circ}$) Ω	Nagib putanje ($^{\circ}$) i	Period vidljivosti	Datum maksimuma	Satna frekvencija	Radijant																																																																																																																																																			
										R.A. ($^{\circ}$)	DEC ($^{\circ}$)																																																																																																																																																		
1.	Kvadrantidi Kometa 1860 I	0,977	0,71	170,5	282,3	81,5	27.XII-07.I	03.I	30	231	+49																																																																																																																																																		
		1,199	1,0	209,8	209,8	79,7						2.	Liridi Kometa 1861 I	0,920	0,95	214,0	31,0	80,0	18.-24. IV	21.IV	10	271	+33	0,921	0,98	213,4	31,2	79,8	3.	η Akvaridi Halejeva kometa	0,562	0,97	97,3	43,6	162,2	21.IV - 12.V	04. V	12	334	-04	0,587	0,97	111,7	57,8	162,2	4.	δ Akvaridi Kometa 1948 XII	0,06	0,96	156,0	304,6	24,0	20.VII - 14.VIII	30.VII	15	339	-10	0,558	0,81	183,8	233,0	13,2	5.	Perseidi Kometa 1862 III	0,97	0,93	153,0	139,6	114,0	29.VII - 18.VIII	12.VIII	60	46	+58	0,963	0,96	152,8	138,7	113,6	6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15	0,587	0,97	111,7	57,3	162,2	7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12
2.	Liridi Kometa 1861 I	0,920	0,95	214,0	31,0	80,0	18.-24. IV	21.IV	10	271	+33																																																																																																																																																		
		0,921	0,98	213,4	31,2	79,8						3.	η Akvaridi Halejeva kometa	0,562	0,97	97,3	43,6	162,2	21.IV - 12.V	04. V	12	334	-04	0,587	0,97	111,7	57,8	162,2	4.	δ Akvaridi Kometa 1948 XII	0,06	0,96	156,0	304,6	24,0	20.VII - 14.VIII	30.VII	15	339	-10	0,558	0,81	183,8	233,0	13,2	5.	Perseidi Kometa 1862 III	0,97	0,93	153,0	139,6	114,0	29.VII - 18.VIII	12.VIII	60	46	+58	0,963	0,96	152,8	138,7	113,6	6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15	0,587	0,97	111,7	57,3	162,2	7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6										
3.	η Akvaridi Halejeva kometa	0,562	0,97	97,3	43,6	162,2	21.IV - 12.V	04. V	12	334	-04																																																																																																																																																		
		0,587	0,97	111,7	57,8	162,2						4.	δ Akvaridi Kometa 1948 XII	0,06	0,96	156,0	304,6	24,0	20.VII - 14.VIII	30.VII	15	339	-10	0,558	0,81	183,8	233,0	13,2	5.	Perseidi Kometa 1862 III	0,97	0,93	153,0	139,6	114,0	29.VII - 18.VIII	12.VIII	60	46	+58	0,963	0,96	152,8	138,7	113,6	6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15	0,587	0,97	111,7	57,3	162,2	7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																											
4.	δ Akvaridi Kometa 1948 XII	0,06	0,96	156,0	304,6	24,0	20.VII - 14.VIII	30.VII	15	339	-10																																																																																																																																																		
		0,558	0,81	183,8	233,0	13,2						5.	Perseidi Kometa 1862 III	0,97	0,93	153,0	139,6	114,0	29.VII - 18.VIII	12.VIII	60	46	+58	0,963	0,96	152,8	138,7	113,6	6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15	0,587	0,97	111,7	57,3	162,2	7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																												
5.	Perseidi Kometa 1862 III	0,97	0,93	153,0	139,6	114,0	29.VII - 18.VIII	12.VIII	60	46	+58																																																																																																																																																		
		0,963	0,96	152,8	138,7	113,6						6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15	0,587	0,97	111,7	57,3	162,2	7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																													
6.	Orinoidi Halejeva kometa	0,537	0,92	87,8	29,3	162,9	14.-26.X	22.X	45	94	+15																																																																																																																																																		
		0,587	0,97	111,7	57,3	162,2						7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17	0,340	0,85	186,0	334,2	11,9	8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																																														
7.	Tauridi Enkeova kometa	0,414	0,80	287,8	232,4	3,2	20.X - 25.XI	4. XI	10	55	+17																																																																																																																																																		
		0,340	0,85	186,0	334,2	11,9						8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22	0,976	0,90	189,1	231,4	162,7	9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																																																															
8.	Leonidi Kometa Tempel (1866 I)	0,987	0,90	184,9	231,5	162,3	08.-18. XI	17.XI	15	152	+22																																																																																																																																																		
		0,976	0,90	189,1	231,4	162,7						9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55	0,86	0,76	223,2	247,3	12,6	10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																																																																																
9.	Andromeidi Kometa Biela	0,80	0,70	230,0	235,0	13,1	15.XI - 06.XII	20.XI	-	13	+55																																																																																																																																																		
		0,86	0,76	223,2	247,3	12,6						10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76	1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																																																																																																	
10.	Ursidi Kometa Tuti	0,92	0,83	210,0	270,2	56,0	19. - 23.XII	22.XII	12	213	+76																																																																																																																																																		
		1,2	0,82	207,0	269,8	54,6																																																																																																																																																							

PREGLED SVIH POSMATRANJA HALEJEVE KOMETE

Tabela XI

Red.br. posmatranja	Godina prolaza kroz perihel	Trenutak prolaza kroz perihel T	Period posmatranja	(T - t)*	Ukupno vreme posmatranja u danima	Zemlja posmatranja	Najveći sjaj (^m)	Najveća dužina repa (stepeni)
-	-465	18,24.juli	Nema podataka	-	-	-	-	-
-	-390	14,47.septem.	Nema podataka	-	-	-	-	-
-	-314	8,52.septem.	Nema podataka	-	-	-	-	-
1.	-239	25,12.maj	Maj (-239) - juni (-239)	oko 5-10	oko 30	Kina	-	-
-	-163**	12,57.novem.	Nema podataka	-	-	Japan	-	-
2.	-86	06,46.avgust	Avgust (-86)-septemb.(-86)	oko 5-10	oko 30	Kina,Evropa	-	-
3.	-11	10,85.oktob.	26.avgust(-11)-20.oktobra(-11)	44	56	Kina,Evropa	oko(-4)	-
4.	66	25,96.januar	31.januar 66-11.april 66	5	70	Kina,Evropa Bliski istok	-	-
5.	141	22,43.mart	26.mart 141-maj 141.	4	oko 50	Kina	-	-
6.	218	17,72.maj	april 218-maj 218.	oko 40	oko 30	Kina Evropa	-	-
7.	295	20,40.april	maj 295-maj 295.	-20	oko 30	Kina	-	-
8.	374	16,34.februar	3.mart 374 -maj 374.	-15	oko 70	Kina	-	-
9.	451	28,25.juni	10.juni 451-16.avgust 451.	18	68	Kina,Evropa	-	-
10.	530	27,13.septem.	28.avgust 530-27.septem.530.	30	31	Kina	-	-
11.	607	15,48.mart	18.april 607- juli 607.	-34	oko 90	Kina	-	-
12.	684	02,77.oktob.	6.septem.684-24.oktob. 684.	27	49	Kina	-	-
13.	760	20,67.maj	16.maj 760-juli 760.	4	oko 60	Kina	-	oko 10
14.	837	28,27.februar	22.mart 837-28.april 837.	-22	37	Kina,Evropa	-3,5	80
15.	912	18,76.juli	19.juli 912-28.juli 912.	1	10	Kina,Evropa	-	-
16.	989	05,69.septem.	6.juli 989-oktobar 989.	61	oko 90	Kina,Evropa Koreja	oko 0	-

Nastavak Tabele XI

17.	1066	20,93.mart	1.april 1066-7.juni 1066.	-11	68	Kina,Evropa Japan	oko(-4)	-
18.	1145	18,56.april	14.april 1145-9.juli 1145.	4	87	Evropa,Japan	1-2	90
19.	1222	28,82.septem.	3.septem.1222-23.oktob.1222.	26	51	Evropa,Kina, Koreja	-	-
20.	1301	25,58.oktobar	14.septem.1301-31.oktob.1301.	42	48	Evropa,Kina	2	oko 150
21.	1387	10,69.novem.	26.septem.1378-10.novem.1378.	46	46	Kina	1	20
22.	1456	09,63.juni	26.maj 1456-8.juli 1456.	15	44	Evropa,Kina	-	22
23.	1531	26,24.avgust	1.avgust 1531-8.septem.1531.	26	39	Evropa,Kina	oko(-1)	14
24.	1607	27,54.oktobar	21.septem.1607-26.oktob.1607.	36	36	Evropa,Kina	1	10
25.	1682	15,28.septem.	24.avgust 1682-22.septem.1682.	22	30	Evropa,Kina	1-2	30
26.	1759	13,06.mart	25.decembar 1758-22.juni 1759.	78	180	Evropa,Kina	0	47
27.	1835	16,44 novem.	5.avgust 1835-19.maj 1836.	103	288	Evropa	2	20
28.	1910	20,18.april	24.avgust 1909-16.juni 1911.	238	658	Evropa,Amerika	0,7	150
29.	1986	09,44.februar	16.oktobar 1982- ?	1212	?	Prvo medjuna- rodno posma- tranje IHW	?	?

* (T-t) - je razlika u danima medju datumom otkrića i datumom prolaza kroz perihel.
Znak (-) označava da je kometa otkrivena posle prolaza kroz perihel.

** Neki podaci u vezi sa pojavom komete ove godine ukazuju na mogućnost da je posredi neka druga kometa, pa većina astronoma smarta da se ovo posmatranje ne može pripisati Halejevoj kometi.

FIZIČKE OSOBINE I DRUGE KARAKTERISTIKE
HALEJÉVE KOMETE

- Prečnik jezgra (procena)	5 km
- Gustina jezgra (procena)	1 gr/cm ³
- Period rotacije (procena)	10,3 časa
- Posmatrani spektar (1910.)	CH, CN, C ₂ , C ₃ , NaO, CO ⁺ , N ₂ ⁺
- Posmatrani rep	tip I (jonski) i tip II (prašinski)
- Veza sa meteorskim rojem	Eta Akvaridi i Orionidi
- Najstarije zabeleženo posmatranje	240.god.p.n.e.
- Broj posmatranih povrataka (od 240.god.p.n.e. do 1910.)	28
- Povratak komete 164.god.p.n.e. nije pouzdano dokazan	
- Najkraća perioda (1835-1910)	74,42 godina
- Najduža perioda (451-530)	79,25 godina
- Najveća udaljenost od Sunca (12.febr.491.)	5436,02 x 10 ⁶ km
- Najmanja udaljenost od Sunca (25.oktob.1301.)	85,68 x 10 ⁶ km
- Najbliže Suncu izmedju povratka 1910-1986. (9.februar 1986.)	87,83 x 10 ⁶ km
- Najdalje od Sunca izmedju povratka 1910-1986 (17.mart 1984.)	5280,06 x 10 ⁶ km
- Najmanja udaljenost od Zemlje (11.april 837.)	5,98 x 10 ⁶ km
- Najveća orbitalna brzina (perihel, 25.oktobar 1301.)	55,25 km/s
- Najmanja orbitalna brzina (afel, 12.februar 491.)	0,84 km/s
- Najveća orbitalna brzina izmedju povratka 1910-1986. (perihel, 9.februar 1986.)	54,55 km/s
- Najmanja orbitalna brzina izmedju povratka 1910-1986. (afel, 1/.mart 1948.)	0,91 km/s
- Najveća dužina repa na nebu (sredinom aprila 837.)	93 ^o
- Najveći posmatrani sjaj - prividna veličina (11.april 837)	-3,5 ^m

PROGRAM ZA KUĆNI RAČUNAR "SINCLAIR SPECTRUM"
ZA IZRAČUNAVANJE POLOŽAJA KOMETE NA NEBU

Program je napisan u BASIC-u, zauzima u memoriji računara oko 16 K tako da se može koristiti na obe verzije "SPECTRUM-a". Sastavni deo programa su podaci o ekvatorskim koordinatama Halejeve komete dati za svaki peti dan u periodu od 1. septembra 1985. do 1. oktobra 1986. godine, pa računar može izračunati položaj komete samo u ovom periodu.

Kada korisnik izabere željeno mesto posmatranja i navede njegove koordinate, na primer za Novi Sad $\varphi = 45^{\circ}, 258$; $\lambda = -19,853$, i navede datum, računar će pronaći u memoriji koordinate komete i izračunati: vreme izlaza, azimut izlaza, vreme prolaza kroz meridijan, visinu meridijana i azimut zalaza (slika 160 i 161).

U drugom delu programa, korisnik treba da izabere vreme, (na primer, $18^h 10^m$) u koje želi da mu računar izračuna položaj komete u odnosu na horizont (slika 162).

```
H A L E J E V A   K O M E T A
U MESTU Novi Sad
za datum 1. 1. 1986.
-----
Ima ekvatorske koordinate

- RA = 22 h   14.38 m
- DEC = -30  22.69'

Prividna veličina: 5.8

VIDI SE GOLIM OKOM
```

Slika 160 - Primer prikazivanja rezultata položaja komete za traženi datum (1)

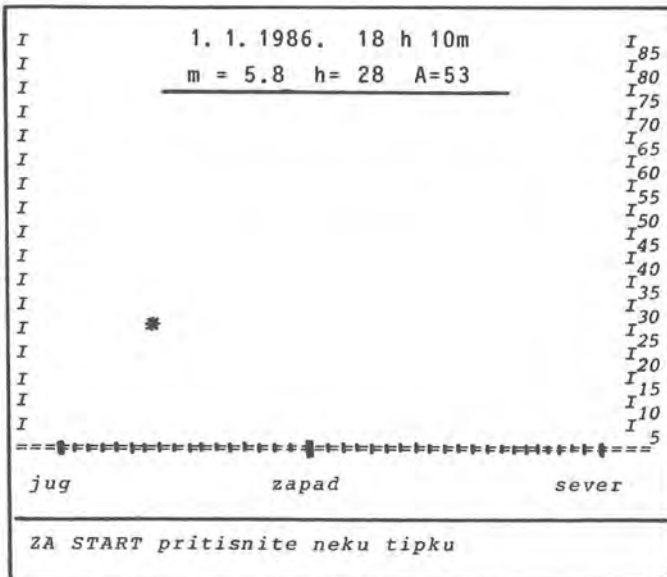
- izlazi u : 9 h 23 m
- azimut izlaza : 273° 44'

U MERIDIJANU = 15 h 11 m
ima visinu Hm = 42° 7'

- zalazi u : 21 h 00 m
- azimut zalaza : 86° 16'

ZELITE LI CTREZ POLOZAJA
KOMETE U TRENUTKU T d/n?
"L"

SLIKA 161 - Primer prikazivanja rezultata položaja
komete za traženi datum (2)



SLIKA 162 - Primer crteža položaja komete u odnosu na
horizont posmatrača

```
10>REM - HALEJEVA KOMETA
20 REM
30 BEEP 1,3: BEEP 1,2: BEEP 2,1
40 BORDER 1: PAPER 1: INK 6: PRINT "*": CLS
50 FLASH 1: BRIGHT 1: PRINT AT 11,3;" Z A U S T A V I T
R A K U ": FLASH 0: BRIGHT 0
60 PRINT AT 20,8;"ZA START PROGRAMA          pritisnite bi
10 koju tipku"
70 IF INKEY$="" THEN GO TO 70
80 CLS : BEEP 1,0
90 REM - Naslov
100 REM
110 PRINT AT 5,10;"*"
120 PRINT AT 20,30;"*"
130 PRINT AT 15,28;"*"
140 PRINT AT 17,20;"*"
150 PRINT AT 10,25;"*"
160 PRINT AT 8,3;"*"
170 PRINT AT 15,5;"*"
180 PRINT AT 19,2;"*"
190 PLOT 240,30: PLOT 200,70: PLOT 110,30: PLOT 150,70: PLO
T 150,150: PLOT 120,90: PLOT 20,120: PLOT 10,60: PLOT 40,100

200 PLOT 180,10: PLOT 250,20: PLOT 150,5: PLOT 180,10: PLOT
60,20: PLOT 40,30: PLOT 130,130: PLOT 90,100: PLOT 255,100:
PLOT 180,40: PLOT 240,130: PLOT 100,120
210 PAUSE 50
220 CIRCLE 220,140,4
230 DRAW -60,-10,.3
240 CIRCLE 220,140,3
250 DRAW -100,-80,.3
260 CIRCLE 220,140,2
270 DRAW -150,-100,.3
280 CIRCLE 220,140,1
290 DRAW -150,-60,.3
300 CIRCLE 220,140,1
310 DRAW -100,-110,.3
320 PRINT AT 1,1;" H A L E J E V A   K O M E T A
          1 9 8 5 / 1 9 8 6 ."
330 BRIGHT 1: PRINT AT 21,6;" J. Francisty 1985. ": BRIGH
T 0
340 IF INKEY$="" THEN GO TO 340
350 CLS : BEEP 1,0
360 REM - Uputstvo
370 REM
380 PRINT AT 2,8;"PROGRAM DAJE : "
390 PRINT AT 6,1;"- EKVATORSKE KOORDINATE (RA,DEC) "
400 PRINT AT 7,3;"od 1.IX 1985. do 1.X 1986. "
405 PRINT AT 9,1;"- PRIVIDNU VELICINU (m) "
410 PRINT AT 11,1;"- IZLAZ I ZALAZ "
412 PRINT AT 13,1;"- AZIMUT IZLAZA I ZALAZA "
420 PRINT AT 15,1;"- VREME PROLAZA KROZ MERIDIJAN "
430 PRINT AT 16,3;"I MERIDIJANSKU VISINU (Hm) "
440 PRINT AT 18,1;"- POLOZAJ NA NEBU U ODNOSU          NA HOR
IZONT POSMATRACA "
450 PRINT AT 20,3;"U TRENUTKU T "
460 IF INKEY$="" THEN GO TO 460
470 CLS
480 CLEAR
490 REM - Konstante
500 DIM R(83)
510 DIM D(83)
```

```
520 DIM M(83)
530 LET K2=.065709823
540 LET K3=1.0027379
550 LET S$="Novi Sad"
560 LET TZ=-1
570 LET FI=45.258
580 LET LA=-19.853
590 REM - Mesto posmatranja
600 REM
610 PRINT AT 0,0;"Mesto posmatranja je NOVI SAD - zelite
li za drugo mesto d/n?";
620 INPUT Z$
630 PRINT Z$
640 IF Z$="n" OR Z$="ne" THEN GO TO 770
650 PRINT AT 3,6;"NAZIV MESTA : ";
660 INPUT S$
670 PRINT S$
680 PRINT AT 5,2;"- Casovna zona : ";
690 INPUT TZ
700 PRINT TZ
710 PRINT AT 7,2;"- Geograf.duzina: ";
720 INPUT LA
730 PRINT LA
740 PRINT AT 9,2;"- Geograf.sirina: ";
750 INPUT FI
760 PRINT FI
770 LET F=FI*(PI/180); LET L=LA*(PI/180)
780 REM
790 REM - Datum posmatranja
800 REM
810 PRINT AT 12,4;" KALENDARSKI PODACI "
820 PRINT "=====
830 PRINT
840 PRINT AT 15,4;"- GODINA : ";
850 INPUT GOD
860 PRINT GOD
870 IF GOD<1985 AND GOD>1986 THEN PRINT "IZABERITE GODINU
1985. ili 1986.": PAUSE 200: GO TO 840
880 REM
890 PRINT AT 17,4;"- MESEC(1-12): ";
900 INPUT MES
910 PRINT MES
920 PRINT AT 19,4;"- DATUM : ";
930 INPUT DAT
940 PRINT DAT
950 IF MES=1 THEN LET DAN=DAT
960 IF MES=2 THEN LET DAN=DAT+31
970 IF MES=3 THEN LET DAN=DAT+59
980 IF MES=4 THEN LET DAN=DAT+90
990 IF MES=5 THEN LET DAN=DAT+120
1000 IF MES=6 THEN LET DAN=DAT+151
1010 IF MES=7 THEN LET DAN=DAT+181
1020 IF MES=8 THEN LET DAN=DAT+212
1030 IF MES=9 THEN LET DAN=DAT+243
1040 IF MES=10 THEN LET DAN=DAT+273
1050 IF MES=11 THEN LET DAN=DAT+304
1060 IF MES=12 THEN LET DAN=DAT+334
1070 REM - koordinate komete
1080 REM
1090 IF GOD=1985 THEN LET CC=DAN-234: LET K1=6.64037496
1100 IF GOD=1986 THEN LET CC=DAN+131: LET K1=6.6244008
1110 IF CC<=0 THEN CLS : PRINT AT 12,3;"IZABERITE DATUM FOS
LE 1.SEPTEMBRA 1985.": BEEP 1,0: PAUSE 200: CLS :
GO TO 500
```

```
1120 IF CC>399 THEN CLS : PRINT AT 12,3;"IZABERITE DATUM
      DO 1.OKTOBRA 1986.": BEEP 1,0: PAUSE 200: CLS
: GO TO 500
1130 IF CC>162 AND CC<183 THEN GO TO 2980
1140 FOR C=1 TO 83
1150 READ R(C)
1154 READ D(C)
1158 READ M(C)
1160 NEXT C
1180 REM
1270 LET C=INT ((CC/5)+.9)
1280 REM - Beselova interolacija
1285 REM
1290 LET K=(CC/5)-INT (CC/5)
1300 REM - R.A.
1310 LET RA1=R(C)
1320 LET RA2=(R(C+1)-R(C))*K
1330 LET RA3=K*(K-1)*(R(C+2)-R(C+1)-R(C)+R(C-1))/4
1340 LET RA=RA1+RA2+RA3
1350 IF RA>24 THEN LET RA=RA-24: GO TO 1350
1360 LET RAm=(RA-INT (RA))*60
1370 LET RAm=INT (100*RAm+.5)/100
1380 LET R=RA*15*(PI/180)
1390 REM - DEC
1400 LET DEC1=D(C)
1410 LET DEC2=(D(C+1)-D(C))*K
1420 LET DEC3=K*(K-1)*(D(C+2)-D(C+1)-D(C)+D(C-1))/4
1430 LET DEC=DEC1+DEC2+DEC3
1440 LET DECm=(DEC-INT (DEC))*60
1450 LET DECm=INT (100*DECm+.5)/100
1460 LET D=DEC*(PI/180)
1470 REM
1480 REM -Uslov za izlaz i zalaz
1490 REM
1500 IF -DEC>=90-FI THEN GO TO 2960
1510 REM - Izlaz komete
1520 REM
1530 LET TT=-TAN (F)*TAN (D)
1540 LET TR=ACS (TT)
1550 LET TS=TR*(180/PI)
1560 LET T=TS/15
1570 IF T>24 THEN LET T=T-24: GO TO 1570
1580 LET GMSTi=RA-T+(LA/15)
1590 LET UTi=(GMSTi-K1-(K2*DAN))/K3
1600 LET SDTi=UTi-TZ
1610 IF SDTi>24 THEN LET SDTi=SDTi-24: GO TO 1610
1620 IF SDTi<0 THEN LET SDTi=SDTi+24: GO TO 1620
1630 REM - Zalaz komete
1640 REM
1650 LET GMSTz=RA+T+(LA/15)
1660 LET UTz=(GMSTz-K1-(K2*DAN))/K3
1670 LET SDTz=UTz-TZ
1680 IF SDTz>24 THEN LET SDTz=SDTz-24: GO TO 1680
1690 IF SDTz<0 THEN LET SDTz=SDTz+24: GO TO 1690
1700 REM -Azimut izlaza i zalaza
1710 REM
1720 LET AA=-SIN (D)/COS (F)
1730 LET AR=ACS (AA)
1740 LET A=AR*(180/PI)
1750 IF A<180 THEN LET Az=A: LET Ai=360-A
1760 IF A>180 THEN LET Ai=A: LET Az=360-A
1770 REM -Prolaz kroz meridijan
1780 REM
1790 LET GMSTm=RA+(LA/15)
```



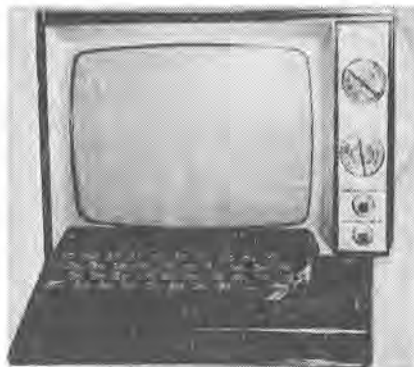
```
2420>PRINT AT 7,6;"- MINUTA ? ";
2430 INPUT MIN
2440 PRINT MIN
2450 LET SDT=SAT+MIN/60
2460 LET UT=SDT+TZ
2470 LET GMST=K1+(K2*DAN)+(K3*UT)
2480 IF GMST<=24 THEN GO TO 2500
2490 LET GMST=GMST-24
2500 LET GM=GMST*(PI/180)*15
2510 REM
2520 REM - IZRACUNAVANJE h i A
2530 LET T1=GM-R-L
2540 LET S1=SIN (F)*SIN (D)
2550 LET S1=S1+COS (F)*COS (D)*COS (T1)
2560 LET C1=1-S1*S1
2570 IF C1>0 THEN LET C1=SQR (C1)
2580 IF C1<=0 THEN GO TO 2600
2590 LET H=ATN (S1/C1); GO TO 2610
2600 LET H=SGN (S1)*(PI/2)
2610 LET C2=COS (F)*SIN (D)
2620 LET C2=C2-SIN (F)*COS (D)*COS (T1)
2630 LET S2=-COS (D)*SIN (T1)
2640 IF C2=0 THEN LET A=SGN (S2)*(PI/2)
2650 IF C2<0 THEN GO TO 2680
2660 LET A=ATN (S2/C2)
2670 IF C2<0 THEN LET A=A+PI
2680 IF A<0 THEN LET A=A+(2*PI)
2690 LET A=(A*(180/PI))-180
2700 IF A<0 THEN LET A=A+360
2710 LET H=H*(180/PI)
2720 IF H<=0 THEN GO TO 3000
2730 IF H>85 THEN GO TO 3020
2740 REM - REZULTAT 2
2750 REM
2760 CLS : BEEP 1,3: BEEP 2,1
2770 FOR P=1 TO 17
2780 PRINT "I";
2790 PRINT TAB 28;"I-";90-P*5
2800 NEXT P
2810 PRINT AT 16,0;"===== "
2820 PRINT AT 17,1;"| | | | | I | | | | | "
2830 IF A>0 AND A<180 THEN PRINT "jug          zapan          s
ever "; LET y=INT (A*27/180)
2840 IF A>180 AND A<360 THEN PRINT "sever          istok
jug "; LET y=INT (A*27/180)-25
2850 PRINT AT 20,1;"----- "
2860 LET x=17-INT (H*17/90)
2870 REM
2880 PRINT AT 0,5;DAT;".";MES;".";GOD;".";SAT;"h ";MIN;"m"
2890 PRINT AT 1,5;"m=";M;" h=";INT (H+.5);" A=";INT (A+.5)
2900 FLASH 1: PRINT AT x,y;"*": FLASH 0
2910 PRINT AT 21,1;"Za START pritisnite neku tipku"
2920 IF INKEY$="" THEN GO TO 2920
2930 RUN 470
2940 REM - Ogranichenja
2950 REM
2960 CLS : FLASH 1: BRIGHT 1: PRINT AT 11,2;"KOMETA ZA TRAZE
NI DATUM          NE IZLAZI IZNAD HORIZONTA": FLASH 0: BRIGHT
0
2970 BEEP 1,3: BEEP 2,1: PAUSE 300: RUN 470
2980 CLS : FLASH 1: BRIGHT 1: PRINT AT 11,2;"KOMETA SE NE MO
```

```

1800 LET UTm=(GMSTm-K1-(K2*DAN))/K3
1810 LET SDTm=UTm-TZ
1820 IF SDTm>24 THEN LET SDTm=SDTm-24; GO TO 1820
1830 IF SDTm<0 THEN LET SDTm=SDTm+24; GO TO 1830
1840 REM - Visina u meridijanu
1850 REM
1860 IF DEC<=90-FI THEN LET Hm=90-FI+DEC
1870 IF DEC>=90-FI THEN LET Hm=90+FI-DEC
1930 REM -Prividna velicina
1940 REM
1950 LET M1=M(C)
1960 LET M2=(M(C+1)-M(C))*K
1970 LET M3=K*(K-1)*(M(C+2)-M(C+1)-M(C)+M(C-1))/4
1980 LET M=M1+M2+M3
1990 LET M=INT (10*M+.5)/10
2000 REM - REZULTAT 1
2010 REM
2020 CLS ; BEEP 1,3; BEEP 2,1
2030 PRINT "H A L E J E V A   K O M E T A "
2040 PRINT AT 2,0;"U MESTU ";S#
2050 PRINT AT 3,0;"Za datum ";DAT;".";"MES;".";"GOD;"."
2060 PRINT AT 4,0;"-----"
2070 PRINT AT 8,0;"Ima ekvatorske koordinate "
2080 PRINT AT 11,0;"- RA = ";INT (RA);" h ";RAM;" m"
2090 PRINT AT 13,0;"- DEC= ";INT (DEC);" o ";DECm;" °"
2100 PRINT AT 16,2;"PRIVIDNA VELICINA = ";M
2105 REM - Vidljivost komete
2107 REM
2110 IF M>=12 THEN FLASH 1; PRINT AT 18,2;"VIDI SE SAMO KROZ
TELESKOP      otvora najmanje 10cm": FLASH 0
2120 IF M>=10 AND M<12 THEN FLASH 1; PRINT AT 18,2;"VIDI SE
SAMO KROZ TELESKOP      otvora najmanje 8cm": FLASH 0
2130 IF M>=6 AND M<10 THEN FLASH 1; PRINT AT 18,2;"VIDI SE
KROZ MANJI TELESKOP      ILI DVOGLED": FLASH 0
2140 IF M<6 THEN FLASH 1; PRINT AT 18,3;"VIDI SE GOLIM OKOM
": FLASH 0
2150 PAUSE 0
2160 PRINT
2170 PRINT
2175 CLS
2180 PRINT AT 2,0;"- Izlazi u      : ";INT (SDTi);" h ";INT
(((SDTi-INT (SDTi))*60)+.5);" m"
2190 PRINT AT 4,0;"- azimut izlaza: ";INT (Ai);" o ";INT ((
(Ai-INT (Ai))*60)+.5);" °"
2200 PRINT AT 8,0;"- U MERIDIJANU = ";INT (SDTm);" h ";INT
(((SDTm-INT (SDTm))*60)+.5);" m"
2210 PRINT AT 10,0;"- ima visinu Hm= ";INT (Hm);" o ";INT (
(Hm-INT (Hm))*60)+.5);" °"
2220 PRINT AT 14,0;"- Zalazi u      : ";INT (SDTz);" h ";INT
(((SDTz-INT (SDTz))*60)+.5);" m"
2230 PRINT AT 16,0;"- azimut zalaza: ";INT (Az);" o ";INT (
(Az-INT (Az))*60)+.5);" °"
2240 PRINT AT 18,0;"-----"
2330 PRINT AT 20,0;"ZELITE LI CRTEZ POLOZAJA      KOMETE U
TRENUTKU T      d/n?"
2340 INPUT U$
2350 PRINT U$
2360 IF U$="n" OR U$="ne" THEN GO TO 470
2370 CLS : BEEP 1,0: PRINT "POLOZAJ KOMETE
U DATUM TRENUTKU"
2380 PRINT "=====
2390 PRINT AT 4,1;"U koliko SATI ? ";
2400 INPUT SAT
2410 PRINT SAT

```

```
ZE POSMATRATI JER JE VRLO BLIZU SUNCA od 27.I do
17.II 1986.": FLASH 0: BRIGHT 0
2990 BEEP 1,0: PAUSE 300: RUN 470
3000 CLS : FLASH 1: BRIGHT 1: PRINT AT 11,5;"KOMETA SE NALAZ
I ISPOD HORIZONTA": FLASH 0: BRIGHT 0
3010 BEEP 1,3: BEEP 2,1: PAUSE 300: RUN 470
3020 CLS : FLASH 1: BRIGHT 1: PRINT AT 11,5;"KOMETA SE NALAZ
I U BLIZINI ZENITA": FLASH 0: BRIGHT 0
3030 BEEP 1,3: BEEP 2,1: PAUSE 300: RUN 470
3040 REM - Data
3050 REM
3100 DATA 6.1111167,19.21633,13.0,6.1498167,19.288167,12.8,6
.1839,19.361833,12.6,6.2125167,19.441,12.4,6.2345,19.528333,
12.2,6.2483,19.627,11.9,6.2521667,19.741167,11.6,6.2438167,1
9.876167,11.4,6.2203667,20.037333,11.1,6.1779333,20.231,10.7
,6.1112,20.464167,10.4
3200 DATA 6.0128667,20.742833,10.0,5.873,21.071167,9.6,5.677
6333,21.4445,9.2,5.4070833,21.837833,8.8,5.0341667,22.18,8.3
,4.5248333,22.321667,7.8,3.8475833,21.888167,7.3,3.0006333,2
0.4565,6.9,2.0493833,17.678167,6.6,1.1198833,13.843,6.4
3400 DATA 0.304433,9.78166,6.3,23.6893833,6.184833,6.2,23.20
6766,3.287166,6.2,22.838166,1.031,6.1,22.5510833,-.7290,6.0,
22.3204833,-2.133833,5.9,22.12805,-3.2947166,5.7,21.960366,-
4.30466,5.4,21.8072,-5.2285,5.1,21.66075,-6.126166,4.8,21.51
53,-7.047,4.5
3500 DATA 21.36733,-8.032,4.2,21.2158166,-9.109833,4.0,21.06
225,-10.2955,2.3,20.909933,-11.59166,2.3,20.76155,-12.99766,
2.3,20.6175,-14.52433,2.4,20.4746166,-16.20733,2.6,20.325716
6,-18.11466,2.6,20.1585833,-20.3595,2.7
3550 DATA 19.9534167,-23.11533,2.7,19.676233,-26.641833,2.6,
19.2629,-31.2968333,2.5,18.581517,-37.39133,2.3,17.369583,-4
4.23866,2.2,15.4021,-47.51933,2.2,13.373933,-42.2415,2.5,12.
0951,-32.98966,3.0,11.395783,-25.94166,3.6,10.998317,-19.417
67,4.2
3600 DATA 10.759917,-15.4315,4.7,10.612533,-12.5930,5.2,10.5
2145,-10.531833,5.6,10.46735,-9.01,6.0,10.43875,-7.87433,6.4
,10.428467,7.023166,6.7,10.43185,-6.388166,7.0,10.445717,-5.
92233,7.3,10.467733,-5.5915,7.6,10.4961,-5.37,7.8
3800 DATA 10.529517,-5.2375,8.1,10.56695,-5.181167,8.3,10.60
7717,-5.187833,8.5,10.65115,-5.2495,8.7,10.696717,-5.3585,8.
9,10.743917,-5.50867,9.0,10.792367,-5.6945,9.2,10.84175,-5.9
11833,9.3,10.89185,-6.1575,9.5,10.94235,-6.4285,9.6,10.99301
7,-6.72167,9.7,11.043583,-7.0345,9.9
3900 DATA 11.093817,-7.36467,10.0,11.143567,-7.771033,10.1,1
1.192667,-8.070167,10.2,11.240867,-8.442,10.3,11.287967,-8.8
245,10.4,11.333717,-9.21417,10.5,11.377933,-9.61417,10.5,11.
42045,-10.018833,10.6,11.461033,-10.42833,10.7,11.4994,-10.8
41,10.8
```



S Y N O P S I S

The book "Meeting The Halley's Comet" authors Živojin Čulum and Jaroslav Francisty contains information on comets from earliest times up to date. It is written scientifically-popular, and omittance of scientific texts represents again a story of its own whose content is understandable to common reader.

Stepping stones of the text represent appearances of Halley's comet from the first written data of 467 B.C. until today.

Descriptions are given of earliest comets noticed including the drawings that showed how long ago people imagined and sawed them. Chronological development of knowledge of comet creatin is given through the history from earliest attempts to results contemporary scientific discoveris.

The question of the comet origin and the formation of its tail is investigated thoroughly with necessary explanations.

A survey of all significant comets in the history of mankind starting from the Chinese observations (B.C.) to today is given in the section Comet Through the History, which includes drawings photographs and most important data. Parallel with the appearance of comets, historical facts from that time are mentioned including a superstition connected to the appearance. It is showed how development of science slowly takes off the mistic veil from the comet appearance and engages in an open fight with superstition.

Reappearance of the Halley's comet of 1910. was described and the effects it created here and throughout the world.

A survey of programs for International Halley's Wach (IHW) during its appearance in 1985/86 is also given.

In the Appendix, amongs other data, instructions are given how to find a comet on the sley, which would be very useful to the amature astronomers.

Finally original program for the home calculator "SINCLAIR ZX SPECTRUM" is given which gives Halley's comet position on the sky from any place in Yugoslavia.

L I T E R A T U R A

- Андриенко, Д.А., Ващенко, В.Х.: Кометы и корпускулярное излучение солнца, Наука, Москва 1981.
- Berry, Arthur: *A Short History of Astronomy*, Dover Publication, inc. New York 1961.
- Calder, Nigel: *The Comet is Coming! The Feverish Legacy of Mr Halley*, British Broadcasting Corporation, London, 1980.
- Цесевич, В.П.: Что и как наблюдать на небе, "Наука", Москва, 1979.
- Чурюмов, Н.И.: Кометы и их наблюдение, "Наука", Москва, 1980.
- Djurić, Branko; Ćulum, Živojin: *Fizika, I - V*, Naučna knjiga, Beograd 1953 - 1983.
- Flammarion, Camille: *Astronomie Populaire, Avec la collaboration d'un groupe d'astronomers*, Paris 1955.
- Flammarion, Camille: *Priповјest o repatici*, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb 1915.
- Francisty, Jaroslav: *Kalendar i merenje vremena*, NISRO "DNEVNIK" Novi Sad 1982.
- Hoyle, Fred: *Astronomija*, "Mladost" Zagreb 1971.
- Ilić, Milan: *Kako nauka objašnjava prirodne pojave*, Gradina, Niš 1975.
- Janković, Nenad: *Astronomija u predanjima, običajima i mitovima Srba*, Etnografski zbornik SANU, knjiga LXIII, Beograd 1951.
- Карпенко, Ю.А.: Названия звезданого неба, "Наука", Москва 1981.
- Колчинский, И.Г.; Норсунь, А.А.; Подригес, М.Г.: *Астрономы*, Биографический справочник, "Наукова думна", Киев 1977.
- Marx, Seigfred; Pfau, Werner: *Observatoires of The World*, Leipzig 1980.
- Menzel, D.N.; Whipple, F.L.; G.de Vaucouleurs: *Survey of The Universe*, Prentice-Hall, inc. Englewood Clifs, New Jersey 1970.
- Meyer, M.Von: *Kometen und Meteore*, Stuttgart 1922.
- Meynent, Marie-Julie: *Historie des observatoires et de l'astronomie a Marseille*, Observatoire de Marseille, 1984.
- Milanković, Milutin: *Istorija astronomske nauke od njenih početaka do 1727*, Naučna knjiga, Beograd 1979.
- Mišković, Vojislav V.: *Hronologija astronomskih tekovina*, I-II, SANU, Beograd 1975-1976.
- Mihajlović, Jelenko: *Komete, padalice i meteori, popularno kritički pregled o propasti Zemlje*, Profesorsko društvo Beograd, 1896.
- Moore, Patrick: *Comets*, Published by Charles Scribner's Sons, New York 1976.

- Nedeljković, Milan: *Svet i Halejeva kometa*, Astronomska opservatorija, Beograd 1910.
- Nedeljković, Milan: *Izveštaj opservatorije i meteoroloških stacija*, Astronomska opservatorija, Beograd 1910.
- Rajić, Jovan: Астрологическое писание кометахъ и свойствъ ихъ, Rukopis iz 1769, napisan u Novom Sadu, Patrijaršiska biblioteka biblioteka, Beograd.
- Roth, G.D.: *Astronomy a Handbook*, Sky Publishing Corporation, Cambridge, Massachusetts, USA, 1975.
- Томита, Ноиро: Беседы о кометах, "Знание", Москва 1982.
- Vavilov, S.I.: *Isac Newton*, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb 1950.
- Vlach, R., Čenek, J.: *Skalnate pleso*, Astronomický ustav Slovenskej akademie vied, Bratislava 1968.
- Воронцов-Вельяминов, Б.А.: Очерки о вселенной, "Наука" Москва 1980.
- Grupa autora: *Comets and The Origin of Life*, Prevod na ruski, "Mir", Moskva, 1984.

K A T A L O Z I

- Brian G.Marsden: *Catalogue of Cometary Orbits*, IAU Central Bureau for Astronomical Telegrams, Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, Massachusetts, USA 1982.
- В.П.Томанов: Каталог периодических комет, *Астрономический вестник*, 1979/2, Москва, 1979.

A S T R O N O M S K I G O D I Š N J A C I

- *Астрономический ежегодник СССР на 1985.год.*, Институт теоретической астрономии ан СССР, Ленинград 1982.
- *Астрономический календарь*, "Наука", Москва, 1984, 1985.
- *Astronomická ročenka 1984*, SÚAAH, Krajská hviezdaren v Hlohovci, Slovenska astronomicka spločnost pri SAV, Bratislava 1983.
- *Chillagaszati evkönyv 1984*, Gondolat, Budapest 1983.
- *Godišnjak našeg neba*, Astronomska opservatorija univerziteta u Beogradu, komplet izdanja 1934 - 1941.

- *Das himmels-jahr 1983*, Franckh Kosmos, Stuttgart 1982. FRG

A S T R O N O M S K I Č A S O P I S I

- *Astronomy*, AstroMedia Corp.P.O.Box 92788 Milwaukee, WI 53202, USA 1983/8, 1983/9, 1984/2, 1984/4, 1985/1.
- *Astro-amater*, Centar astronoma amatera Jugoslavije, M.Tita 44, Sarajevo, Akademsko astronomsko društvo Sarajevo. 1974/1, 1974/2, 1974/3, 1976/2, 1976/3-4.
- *Kozmos*, Slovenské ústredie amatérskej astronomie v Hurbanove, ČSSR, 1970/3, 1973/5, 1974/4, 1975/2, 1982/3, 1983/2, 1983/5, 1984/2, 1984/5, 1984/6, 1985/1.
- *Sky and Telescope*, Sky Publishing Corporation, 49 Bay State Road, Cambridge, Massachusetts 02238-1290, USA 1976/4, 1976/5, 1976/6, 1977/4, 1982/9, 1983/2, 1983/3, 1983/7, 1983/9, 1984/10, 1984/12, 1985/1, 1985/2.
- *Vasiona*, Astronomsko društvo "Rudjer Bošković" Narodna opservatorija - Kalemegdan, Beograd, 1957/2, 1958/2, 1971/2, 1965/4, 1974/1, 1974/2, 1974/3, 1982/2, 1984/1, 1984/2.

I H W P U B L I K A C I J E

- *The International Halley Wach*, Report of the Science Working Grup, July 1980.
- *The Comet Halley Handbook and Observer's Guide* Created for the International Halley Wach by Donald K.Yeomans, January 15, 1981.
- *International Halley Wach*, Newsletter No.1, August 1, 1982.
- *International Halley Wach Amateur Observer's Manual for Scientific Comet Studies*, Part II. Ephemeris and Star Chart, Stephen J.Edberg, March 1, 1983.
- *IHW Amateur Observer's Manual*, Stephen J.Edberg, JPL, Pasadena, California Institute of Technology, USA
- *Comet Halley Ephemeris Uncertainties in 1985-1986*, D.K.Yeomans, R.A. Jacobson, B.G. Williams, P.W.Chodas, JPL, California Institute of Technology, Pasadena, California, Februar 1983.
- *Ephemeris (With Perturbations) for Comet Halley*, IHW 1984.

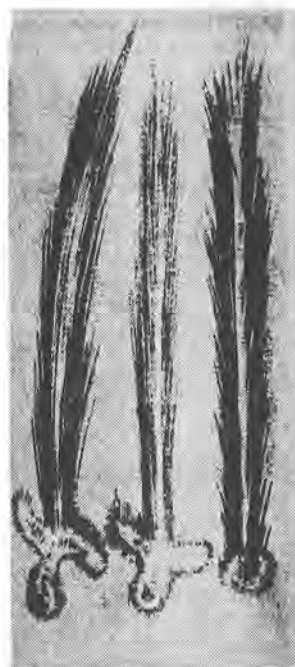
R E G I S T A R I M E N A

- Acteka 101
Adams 142
Alfons VI 107
Alkok (Alcock) 233
Ambroaz (Ambroise) 103
Andjelika 101
Apijanus (Apianus) 102, 104, 107
Apolonije 93
Arago 154
Araki 45, 233
Arend-Roland 26,207,209,211,226
Ares (d'Arest) 155
Argelander 151
Aristotel 4, 50, 93
Arktur (Arctur) 164, 165
Arsdale (van Arsdale) 43
"Askorekord" ("Ascorecord") 326
Astro 250,261
Atila 97
Avgust 1, 95, 99
- Babilus 95
Bačer (Butcher) 244
Bakhard (Buchard) 138,139
Bald (Balde) 22,75,172,173
Barnard 32,33,46,48,175,291
Batist 141
Bečvar 45
Belton 244
Ben Akiba 186
Bencenberg 131
Benet (Bennett) 216, 233
Benetova kometa 216
Beograd 218
Bernaskoni (Bernasconi) 43
Bernuli (Bernoulli) 112
Besel (Bessel) 63,135,142,149,158
Bester 46
Bisbruk (Biesbroch) 210
Bizi (Bisi) 112
Bjela (Biela) 26,29,42,74,134,151,
151,154,155,156
Bjenevic (Bienewitz) 107
Bobrovníkov (Bobrovnikoff) 65,178
Bobrovnikovljeva metoda 326
Boleslav I 97,
Boreli (Borrelli) 33,55,109,239
Bošković 129,141,270,271
Brahe 3,107,109
Brandes 131
Branik 188
Braun (Brown) 87,250
Bredfield 38,40,293,299
Bredihin 65,66
Bruks (Brooks) 29,31,33,169
- Barnhem (Burnham) 46
Buvar (Bouvard) 29,145
- Cezar 1,93
Cimerman (Zimmerman) 244
Ciner (Zinner) 26,39
Cizat 109
- Či-Hoang-Ti 91
- Damoazo (Damoiseau) 157
Danijelson (Danielson) 243,244,245
Delport (Delporte) 42
Demokrit 50
Denihg-1,239
Derfel (Dörfel) 112,118,119
Dilon (Dillon) 36
Dolond (Dollond) 34
Donald 246
Donati 42,43,53,65,66,163,164
Draper 175
Dresler (Dressler) 244
Dubjago 161
- Đakobini (Giacobini) 39
Đakobini-Ciner (Giacobini-Zi-
nner) 259,261
Đorgovski 148,150
Đoto (Giotto) 99,263,264,265
- Džefers (Jeffers) 239
Džekson (Jackson) 42,85
Džou (Jou) 237,291
Džozef (Jozef) 95
Džuvit (Jewitt) 243,244,245
- Edberg 251
Efelsberg (Effelsberg) 236
Eli (Ely) 232
Enke (Encke) 25,29,33,41,42,61,
149,257,259
Enkeova kometa 27,145,148,150
Erazmo (Erasmus) 105
Everhart 292,297
- Faj (Faye) 26
Farkhar 250
Fetke (Fedtke) 43
Fildijus (Phildius) 211
Filip (Phillipe) 99,103
Flamarion (Flammarion) 55,112,
115,172,173,177
Flamstid (Flamstee) 119,123,135
Fložerk (Flaugerques) 145,146
Fogelkvist (Fogelquist) 175

- Flakastor 107
Frančesko 42
Fransoa II 103
Frederik 48
Frost (Phroast) 175
Fudžikava 46,236,239
- Gadburg 109,11
Gaje (Gayet) 76
Gale (Galle) 21,175
Galeov katalog 21
Galilej 291
Gambar (Gambart) 31,35,40
Gapijo (Gappiot) 159
Gasendi (Gassendi) 105
Geber 39
Gerels 46
Gibson 226
Gil (Gill) 168
Gou (Gow) 208
Grig-Skjelerup (Grigg- Skje-
llerup) 257,259
Gan (Gunn) 244
- Hjugens (Huggins) 52,53,54,142
Hajek 107
Halej (Halley) 116,117,119,121,122,
123,126,127,129,137
Halejeva kometa 3,17,18,19,23,25,27,
61,75,91,95,97,101,116,124,157,
158,173,174,176,177,179,180,181,
182,188,193,204,211,223,238,242,
243,244,245,247,249,251,259,263,
265,270,
Halejev katalog kometa 121
Halejeva kometa 1910. u beograskoj
i novosaskoj dnevnoj štampi 183
Han 89
Harst 233
Hauard-Kumen-Majkls (Howard-Commen-
Michels) 163
Herik 155
Heršel C. (Herchel C.) 41,238
Heršel V (Herchel W.) 3,139,140,157
Hevelijus (Hevelius) 64,65,109,134,
135,136
Hind 42,155
Hirao 250
Hi-Ze-Zing 89
Hjuz (Hughes) 87
Hladni 131,143
Honda 26,37,39,40,43,
Honda-Mrkos-Pajdušakova 259
Hut (Huth) 29
- Ikeja (Ikeya) 45
Ikeja-Seki (Ikeya-Seki) 212,214,
215,228,233
Ikemura 46
Inka 101
- IRAS 45,234,237
IRAS-ARAKI-ALKOK 233,234,236,
ISSE 3,250,258,259,260
- Jakovljevič 102, 103
Jamamoto (Yamamoto) 22,39
Janković 131,135
Japansko astronomsko društvo 48
Joumans (Yeomans) 159,22,238,
244,246,247
Jovan XXII 101
- Karačencev 243
Karlo Neustrašivi 103
Karlo Veliki 97
Kasini (Kassini) 113
Kazimir 97
Kepler 3,11,109,117
Keplerovi zakoni 117
Kiang 159
Kineska hronika 237
Kirkvud (Kirkwood) 143
Klaudije 95
Klauzen (Clausen) 142
Klero (Clairaut) 124,125,126,246
Klinkerfus 43
Klod 204
Kodicilus (Codicillus) 107
Kodža (Coggia) 144,167
Kohoutek 23,25,46,218,219,221,
222,225,227,233,299,300
Kometa "stoleća" 222,227
Komon 167
Komštok (Comstock) 175
Konfučije (Confucije) 237
Koval (Cowel) 87
Lovel (Cowel) 175,177,188
Kozik 41
Kralj (Cruis) 167
Kranel (Cranell) 87
Kraus 210
Kresak 27,39,41
Kristijan (Kristian) 109
Kristijan VIII (Kristian VIII)
48
Kromlin (Crommelin) 22,27,29,
153,175,177,188
Kromlinova kometa 27,150,152
Kulik 80
Kenise (Quénisset) 173
- Lagranž (Lagrange) 129,157
Lajnes (Lines) 45
Laland (Lalande) 124,125,126,
127,128
Lamber (Lambert) 129
Laplas (Laplace) 21,50,149,157
Lebedev 67
Leksel (Lexell) 50
Lekselova kometa 27,138,139,141

- Lepot (Lepaute) 125
Leverje (Leverrier) 22,143,175
Levin 60
Ležandr (Legendre) 142
Libi (Lybby) 87
Lovaš (Lovas) 46,300
Luj I Dobročudni 97
Luj XI 101
Luj XIV 113
- "Mariner" 227
Maristani (Maristany) 228
Maskutov 323
Matilda 97
Marsden 22,23,221,223,224
234
Maunt Palomar(Mont Palomar)
23,48,243,244,245,324
Maunt Vilson(Mont Vilson)48,179
Mauri (Maury) 155
Mek Keler (Mc Kellur) 59
Mek Kler (Mc Klure) 214,215
Mesije (Messier) 34,40,41,46,
126,127,128,138,291
Mešen (Méchain) 34,41,141,149,238
Montej (Montaigne) 128,134
Morehaus (Morehouse) 55
Moris 233
Morisova metoda 329
Morštat 143
Mrkos 26,37,38,39,45
- Napoleon 150
NASA 234,246,257,261
Nedeljković 206,207
Nej (Ney) 227
Neron 95
Nevesinjska puška 167
Nikole (nikollet) 29
Nisetas 99
Neujmin 42
- Njuborn (Newborn) 251
Njutn (Newton) 3,11,51,63,67,74,
113,117,119,121,126,128
Njutn H.A.(Newton H.A.) 143,155
- Obaldija (Obaldia) 22
Opservatorije:
Arceti 36,43
Atina 224
Bamberg 26
Beograd 5
Big-Bear 231
Brera 36
Breslav 21
Delfos 40
ESO 246
Flagstaf 178
Hajdelberg 23,174
- Hamburg-Bergedorf 6,46,221
Harvard (Harward) 26,75
Heluan (Helwan) 177
Ik1 207
Imen (Humain) 210
Katalin (Catalin) 235
Kembridž (Cambridge) 20
Kil 169
Kit Pik (Kitt Peack) 244
Kleč 26,40
Konkoj (Konkoly) 46
Kordoba 36
Lajden 208
Lik 36,43,48,173,178,240
Lovel (Flagstaf) 176,178,181
Marselj 28,30
Nanking 205
Nešvil (Naschville) 169
Nica 26,27
Ot Provans (Haute Provance)208
Piskeštete 46
Pomorska - Pariz 34
Puškovo 155
Skalnaté Pleso 26,27,212,229
Tols Hil (Tals Hill) 53
Upsala 210
Vulston (Woolston) 226
Zivizi (Juvisy) 55,172,177
- Olbers 25,31,131,142
O'Mira Stiven Džems (O'Mara Ste-
phen James) 246
Ort (Oort) 77
Orlov 65,66
Ovidije 1
- Pajdušáková 26,39,45
Palič (Palitch) 34,126
Pare 103
Pedersen 246
Peltije (Peltier) 40,41
Pengre (Pingré) 91
Perajn (Perrine) 39,55,175
Pikering E.C. (Pickering E.C.)175
Pikerin V.H. (Pickering W.H.)27
Plivinel 55
Pons 28,30,31,34,36,46,51,75,145,
151,153,238
Potekulan (Potécoulant) 157
Protić 209,210
- Rahe 251
Rajan (Ryan) 85
Rajić 131,135,136,137
Rajnhard (Reinhard) 250
Regiomontan 103
Remer (Roemer) 239,240
Ri (Rue) 165,166
Rigol (Rigolle) 41
Rihter (Richter) 61
Rimljani 1

- Rozenberger(Rosenberger) 157
- Sagdiv (Sagdeev) 250
- Sidžvikova (Sidgwick) metoda 329
- SAO 3,250
- Sarajevo 218,226,230
- Sarings (Surings) 59
- Sato 45
- Segiza (Saigusa) 236
- Seki 38,42,43,45,143,155
- Seneka 50,93,
- Sežur (Sejour)131
- Skajlab-3 (Skylab-3) 226,227
- Skjapareli (Chiaparelli) 143
- Skjelerup (Skjellerup) 228
- Spejs satl (Space Shuttle) 257,258, 261
- Stan 232
- Stanojević 188
- Strav (Struve) 155,157
- Sugano 236
- Suzuki 45
- Svrljig 170
- šambe (Chamber) 167,168
- šenik (Schönigk) 106,107
- šezo (Cheseaux) 129,130
- ščerbanovski (ščerbanovskij) 243
- šmit J. (Schmidt J.) 169
- šmit M. (Schmidt M.) 244
- šnajder (Schneider) 244
- šnel (Snel) 109
- štremgren (Strömgren) 76,77
- šulhof (Schulhof) 151
- švasman-Vahman (Schwassmann-Wachmann) 26,41,75
- Tago 39
- Tatl (Tuttle) 27,36,39,41,238
- Tebat (Tebbutt) 165
- Tempel 26,35,36,40,46,165,237
- Tempel-1, Tempel-2,Tempel-3; 26,257
- Teril (Terrile) 243
- Tevzadze 43
- Tihookeansko astronomsko društvo 48
- Toa (Toit) 42
- Todorović 159
- Tolstoj 188
- Tomita 39
- Toroporl(Toroporle) 159
- Trpković 185,186,188,192,195, 196,204
- Tunguska eksplozija 81
- Tunguzi 83
- Tusen (Tousaint) 43
- Tven Mark 259
- Vajld (Vild) 46
- Vanderlin 109
- "VEGA" 250,263,267,268
- Velika januarska kometa 1910. 170,172,173
- Velika kometa iz 1861; 165
- Velika kometa 1976; 233
- Velika martovska kometa 160
- Velika septembarska kometa 167, 168
- Velman (Wellmann) 208
- Venera 48
- Vest (West) 46,228,229,231,239
- Vestfal (Westphal) 244
- Viko (de Vico) 42
- Vineke (Winnecke) 34,36,37,51, 75,151
- Vilijem Osvajač 97
- Vino kometa 145,147
- Vinston 113,115,116
- Vipl (Whipple) 26,41,42,43, 75,76,87,223
- Viskonti (Wisconti) 99
- Valenkvist (Wallenquist) 210
- Vorden (Worden) 208
- Voterfild (Waterfield) 210,226
- Volf (Wolf) 23,34,174,175,193
- Vurva 65
- Zagreb 218, 230



REGISTAR PREDMETA I POJMOVA

- Afel 9
Amaterska posmatračka mreža 255
Analiza snimljenih fotografskih ploča (negativa) 325
Asimptote hiperbole 10
Astometrija 252, 256
Astronomski optički instrumenti 305
Atomi: pobudjivanje atoma 59
 problemi unutrašnje strukture atoma 362
 veza između atoma i elektriciteta 362
- Blink komparator 325, 326
- Crvenilo Meseca pri njegovom pomračenju 346
- Duga 345
- Durbin 305
 astronomski ili Keplerov durbin 308
 durbin sa prizmama 317
 durbin tražilac 5
 dogled "Binar" 318, 319
 Galilejev ili holanski durbin 306
 montaže durbina 305
 obrtanje likova kod durbina 313
 sheme principa rada durbina 307
 sheme raznih varijanti okulara durbina 312
- Ekscentričnost 9, 15
- Fenomeni velikih razmera 252
Fluorescencija 59, 358
Fosforescencija 358
Fotoelektrična fotometrija 256
 fotometrija i polarimetrija 60
Fotografisanje 256
 fotografisanje infracrvenim zracima 350,
 fotografisanje ultraljubičastim zracima 350
Fraunhoferove linije 346
- Halejeva kometa: mogućnost pomstranja komete sa površine naše planete i Jugoslavije u periodu od 1985-1986; 282, 283, 284, 285
 mogućnost posmatranja komete 1985/86; 288, 289
 položaj komete na geografskim širinama 40° i -20° od 5. januara do 25. aprila 1986; 286, 287
 potraga za kometom 242
 putanje komete 1974-1987; 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281,
- Halo 345
Hipersenzitivizacija "KODAK TECHICAL PAM FILMA 2415" 336
- IAU 244, 249
IHW 248, 249, 250, 259, 272
 uputstvo za fotografisanje 33
 uputstvo za vizuelno posmatranje 328
Infracrveni zraci 349
Inklinacija 16
Izgled standardnog obrasca za izveštaj 334, 335, 342

Izotopi i izobari elemenata 363
Izveštaj o fotografisanju 340
Izveštaj vizuelnih posmatranja 333

Jonizacija 59
Jonizacioni potencijal 363

Kometa 4

crtanje izgleda komete 332
efemeride komete 17
empirijska formula sjaja komete 60
fotometrijska merenja sjaja komete 60
fotografsko traženje kometa 300
fotografisanje repa komete 339
glava komete 4
grafički prikaz prividne veličine kometa 62
jezgro komete 4
kako se traže komete 291
kako se sastavlja šifrovan telegram o otkriću kometa 303
oblast blizu jezgra komete 253
označavanje kometa 23
poreklo kometa 76
porodica kometa 17, 163
postanak repa komete 74
prividna veličina sjaja komete 61
putanje kometa 7, 8, 14, 18, 20
repovi kometa 68,69,70,71,72,73, 74
sjaj kometa 60
snimanje kometa 338
teorije o formiranju repa komete 63
vizuelno merenje sjaja kometa 60
- posmatranje repa komete 331
- traženje kometa 293
zarobljavanje kometa 13
Kalibracija filma 338
Katalozi 22
Koma 4
Kosmičke letilice 257

Latituda 16
Literatura 393
Longituda 16
Luminiscencija 357
elektroluminiscencija 358
fotoluminiscencija 357
toplotno zračenje i luminiscencija 355

Merenje prečnika kome 330
Mogućnost sudara komete i Zemlje i posledice 78
Monohromator 346

Način merenja pravougljih koordinata nebeskih tela sa fotografskih ploča 322, 327
Najpoznatiji lovci na komete 44, 47
Najvažnije fizičke i hemijske pojave koje su odigrale značajnu ulogu u proučavanju kometa 343

Odredjivanje pozicionog ugla 331
Optičke pojave u atmosferi pri kojima se javljaju boje 344

Perihel 9

- Perioda revolucije 16
- Perturbacije 11
- Plava boja, jutarnje i večernje rumenilo neba 344, 345
- Posmatranje meteorskih rojeva 256

- Radio-aktivnost 363
 - astronomija 354
 - istraživanja 254
- Raspored zračne energije u spektru crnog tela na raznim temperaturama 355
- Retrogradno kretanje 16

- Sinopsis (Synopsis) 392
- Spektri: apsorpcioni spektri 348
 - diskontinualni ili isprekidani spektri 347
 - emisioni ili apsorpcioni spektri 347
 - infracrvena spektroskopija i radiometrija 252
 - kontinualni ili neprekidni spektar 347
 - pregled celokupnog elektromagnetnog spektra 354
 - spektar komete Bruks (Brooks) 56
 - - Honda-Bernaskoni (Honda-Bernasconi) 58
 - - Morehuz (Morehouse) 56
 - - Vest (West) 58
 - Sunčev spektar 344, 346
- Spektralna analiza 350
- Spektralni aparati 346, 347
- Spektroskopija 254
- Spektrofotometrija 254
- Spektroskopska posmatranja 256
- Srednje dnevno kretanje 16
- "Sunčevo jedro" 259
- Svetlost: disperzija svetlosti 57
 - dualistička priroda svetlosti 360
 - interferencija svetlosti 343
 - kvantna priroda svetlosti 252
 - prelamanje (refrakcija) svetlosti 343
 - savijanje (difrakcija) svetlosti 343
 - svetlosni pritisak 359
 - svetlost kao elektromagnetni talasi 353

- Šta se radi kada se otkrije kometa 302

- Tabele I - XI 364, 382
- Telegram 24
- Teleskopi 319
 - Kasegrenov teleskop 321
 - najveći teleskop na svetu 321, 324
 - Njutnov teleskop 320
 - radio-teleskop 354
 - sheme raznih tipova teleskopa 322
 - Šmitov teleskop 6, 323
- Teorija kvanta, Plankov zakon 356
- Termička disocijacija 358

- Ultraljubičasti zraci 350
- Uran 3
- Uredjaj za odredjivanje koordinata sa snimka 326, 327

- Velika eksplozija u Sibiru 1908; 79

- Žižna daljina 9

Zivojin Čulum - Jaroslav Francišti

HALEJEVA KOMETA

Glavni urednik

Raša Popov

Recenzenti

Dr Nikola Milinski

Mr Djura Paunić

Lektor

Dr Milorad Zivančević

Korice

Borivoj Popržan

Tehničko rešenje ilustracija

Jaroslav Francišti

Izdavači

IRO Matice srpske, Novi Sad

Matica srpska

Tiraž

1500 primeraka

Štampano kao rukopis

Štampa

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ODUR štamparija za grafičku delatnost

1985

Pošto je tiraž od 1500 primeraka rasprodat u periodu

od jula do decembra 1985. godine

Astronomsko društvo Novi Sad-"ADNOS" u saradnji sa
društvom "Mašinac" FTN Novi Sad u decembru je doštampalo

1000 primeraka

1950-1951 - 1951-1952

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN

WILSON, JOHN