



Astronomski instrumenti – 1. deo

ASTRONOMIJA
DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU

Refraktori. Reflektori

- Pouzdani podaci o upotrebi sočiva za poboljšanje vida nalaze se u XIII veku. Kao pronalazač naočara označava se italijanskom optičar i fizičaru Armatiju.



- Engleski astronom i astrolog, fizičar i hemičar Rodžer Bekon (1212-1294) nagovestio je da se “korišćenjem cevi sa sočivima ili pomoću ogledala mogu ”približiti” udaljeni predmeti i predeli”.
- On, ipak, nije pronašao teleskop. Postoje i crteži Leonarda da Vinčija (1452-1519), na kojima se vide cevi sa sabirnim sočivima.

- Sa pronalaskom durbina dovodi se u vezu i Frankastoro (1483-1553). On navodi (1538. g.) da Mesec izgleda mnogo bliže kada se gleda kroz dva sočiva ili kada se gleda kroz jedno debelo sočivo.
- Vlada potpuna nedoumica oko pronalazača teleskopa.
- Pojavljuju se imena Portija (tvorac *camera obscura*), Portinija (1590). Javnost se sa teleskopima prvi put upoznaje u Holandiji (Milderbah) 1608. g. Holandski optičar Zaharijas Jansen prodaje durbine, ali ih, po



- svemu sudeći, nije sam proizvodio. Pravo patentiranja teleskopa tražili su i holandski optičari Liperšej, Andrianson.
- Francuski kralj Anri IV traži 1608. g. od holandskih posetilaca durbin, sa namerom da ga koristi u vojne svrhe.
 - Tokom sledeće godine, Heriot uz pomoć durbina posmatra i crta Mesec.

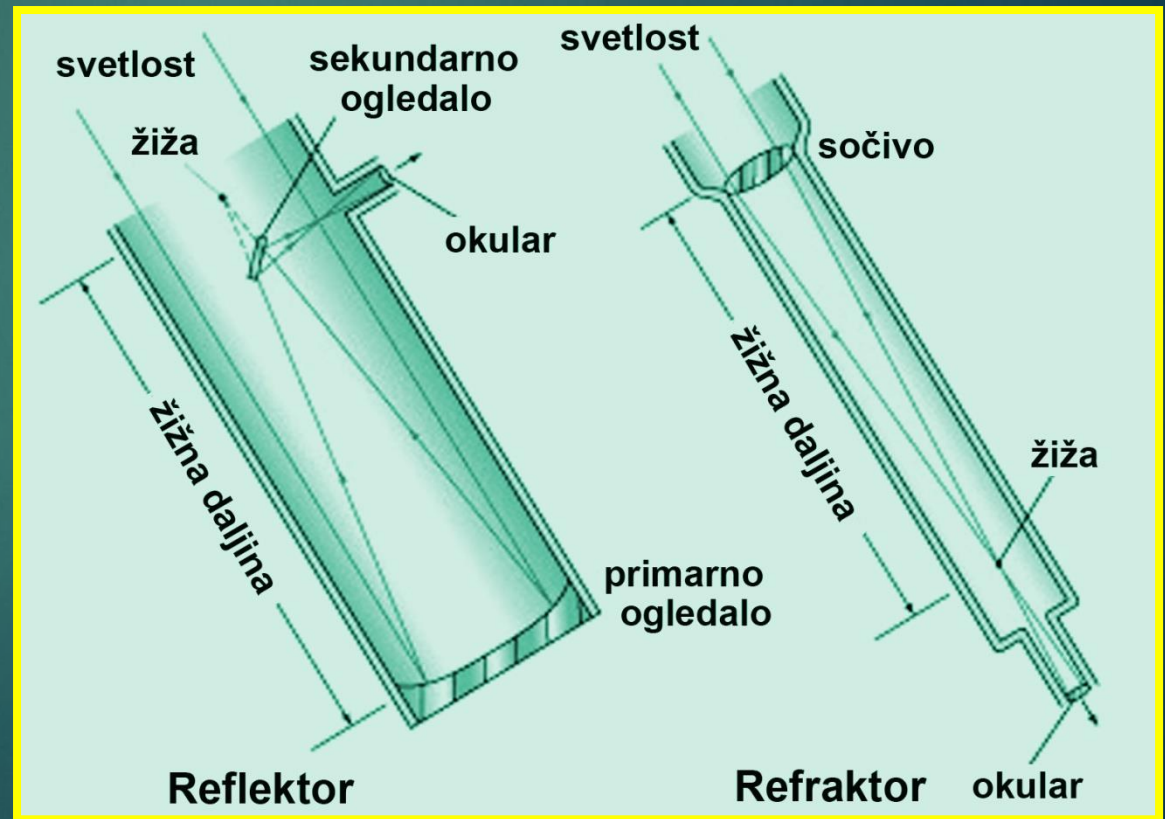
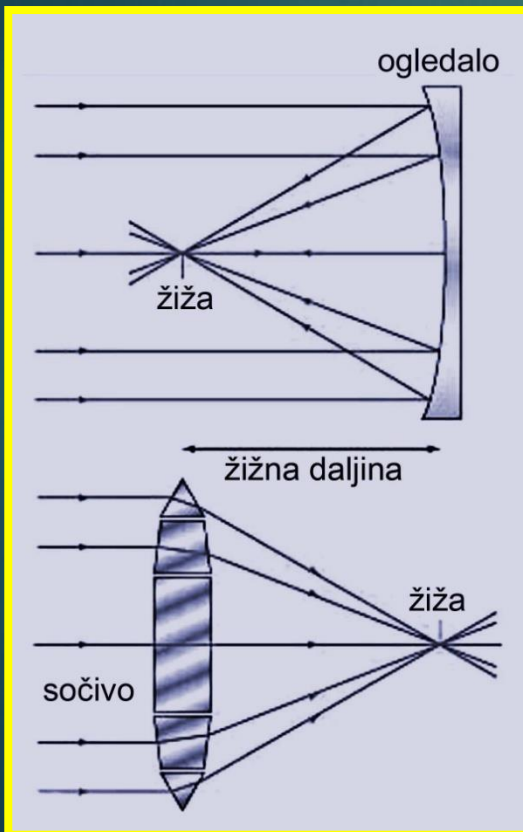
- Galileo Galilej 1609. godine saznaje da se u Parizu prodaju durbini. Na osnovu opisa nije mu bilo teško da napravi nekoliko teleskopa.
- Pomoću njih 1610. otkriva Venerine mene, Jupiterove satelite, planine na Meseću, zvezde u Mlečnom Putu, itd.
- U to vreme durbine u nebo upiru i drugi astronomi, a Majer, Fabricije, Peresk, Heriot osporavaju Galileju prvenstvo nekih otkrića.



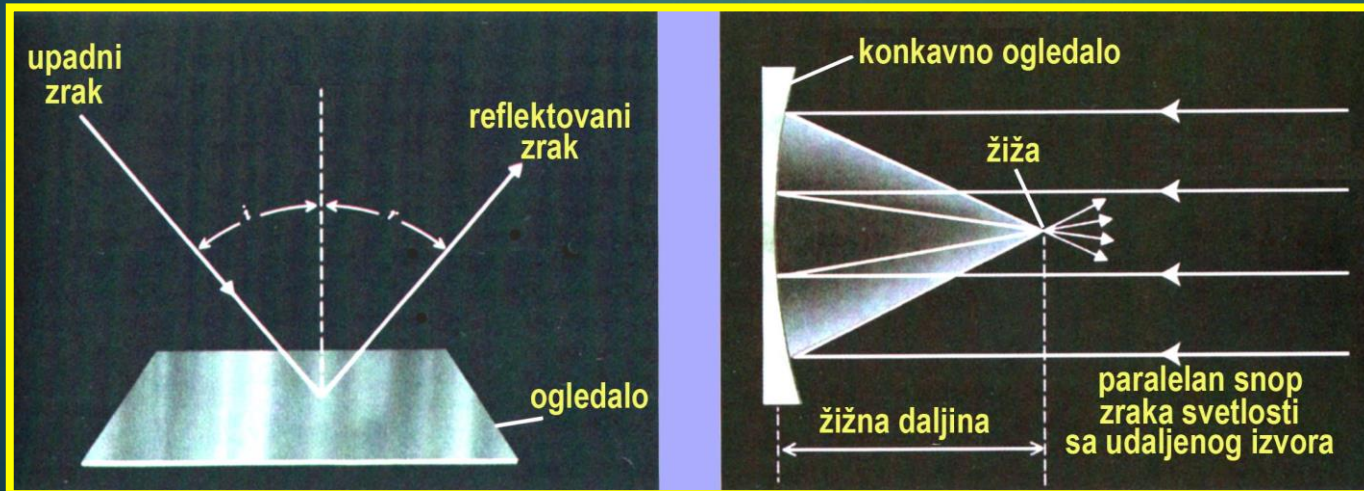
*replicare poterit. Cum hinc parato instrumēto, de ratione dir-
 ectionis dimetiendae excogitanda erit; quod tali artificio assequer-
 mur. sit. a. facilius intelligēt qm. Tubus abed. oculus in fi-
 cienti cōto. et radij; dū nulla in tubo esset pappilla ad*

*obiecti fg. in lineas ecf. elg. ferat. sed affixis pappi-
 a illis ferat ut ecf. edi. conuēt. n. et qui prius liberi ad
 fg. obiecti extendebāt, postea tū hi. cōprehendit; acceptis
 deinde ratione distans. ch. ad lineā hi. p tabulā hincū reflec-
 rit quātoq. angulū in oculo ege. obiecto. hi. distatū, quem
 minuta quēdā tū cōtinere inuenimus. Quod si hinc tū ed.
 bractes, alias atq. alios maiorib, alios u. minorib, perforat
 foraminib, & angulū plurib, pauciorib, minutib, subtendentem
 ut cōstituerit; cuius ope stellar, interstitia & aliquot minuta*

- Osnovni optički deo svakog teleskopa je **objektiv**: on treba da sakupi što više svetlosti i da omogući posmatranje objekta pod većim uglom. Zavisno od toga da li je objektiv sočivo (sistem sočiva) ili ogledalo (kombinacija ogledala) optički teleskopi dele se na:
 - **refraktore**
 - **reflektore.**



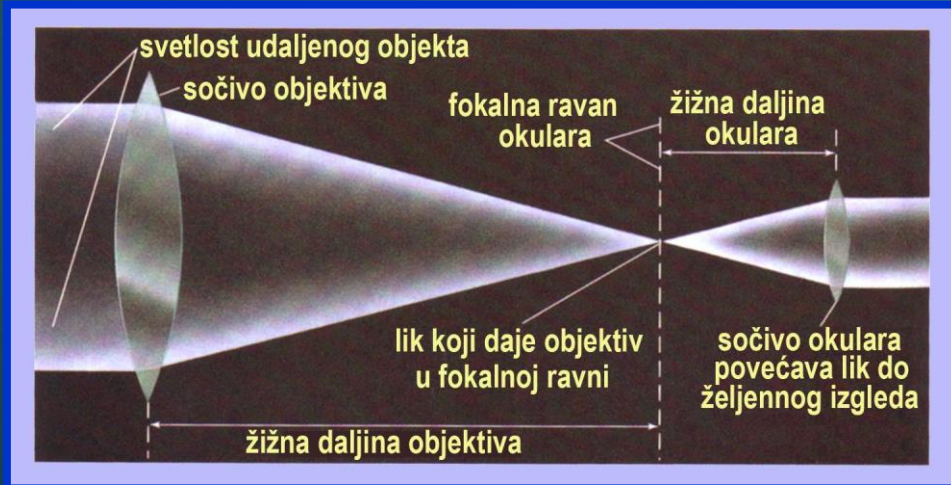
- Bez obzira što se svetlost kosmičkih objekata, u odnosu na njih, prostire radijalno, do nas dolazi u paralelnim snopovima.
- Nakon prolaska kroz sabirna sočiva ili odbijanja od konkavnih ogledala objektiva, zraci sa kosmičkih objekata seku se u žiži.



- Izvrnut lik povećava se do željenog izgleda sočivom okulara.
- ***Uvećanje teleskopa određuje se formulom:***

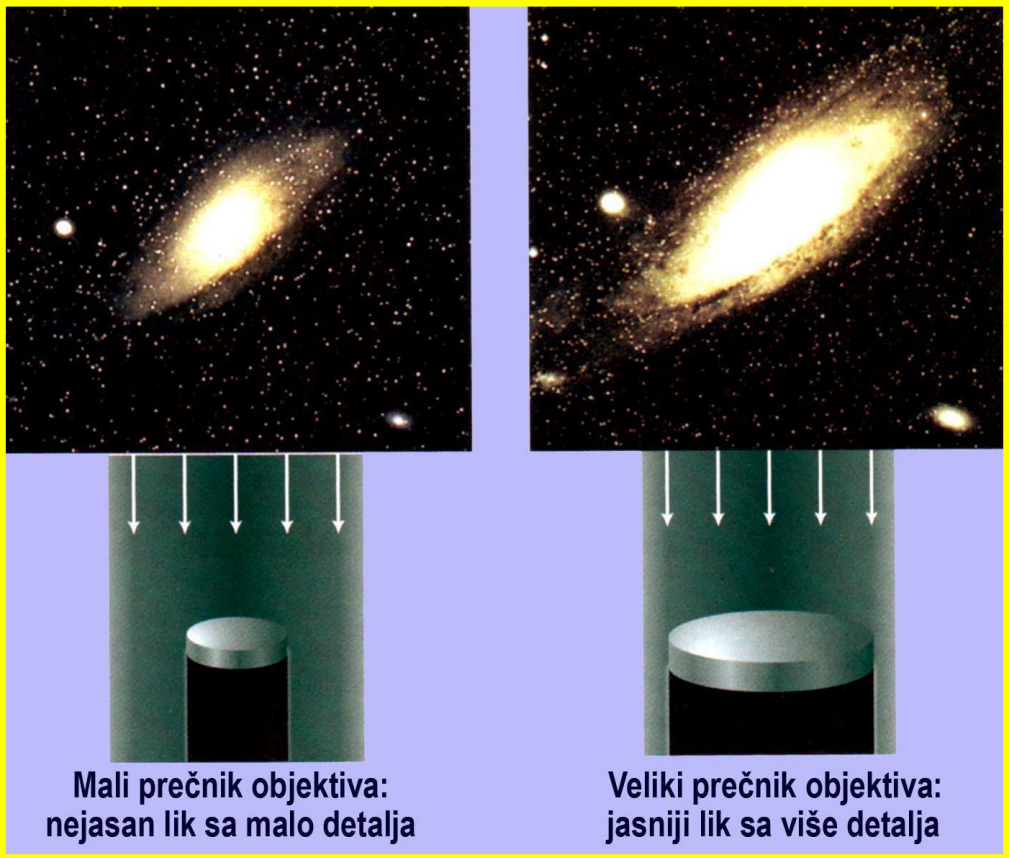
$$u = \frac{F}{f} = \frac{D}{d}$$

gde su F i f žižne daljine objektiva i okulara, a D i d prečnici objektiva i izlaznog snopa, respektivno.





- Uvećanje teleskopa je važna karakteristika teleskopa, ali je za praćenje kosmičkih objekata vrlo značajna količina svetlosti koju objektiv fokusira ka okularu. Veći prečnik objektiva omogućuje prikupljanje veće količine zračenja posmatranog objekta, što se manifestuje na taj način što je njegov lik jasniji i ima više detalja.



Mali prečnik objektiva:
nejasan lik sa malo detalja

Veliki prečnik objektiva:
jasniji lik sa više detalja

- Optička moć teleskopa predstavlja odnos fluksa zračenja koji izlazi iz teleskopa i koji ulazi u njega:

$$S_M = \frac{F_i}{F_u} = \left(\frac{D}{d} \right)^2$$

- Sa veličinom objektiva povezana je i **razdvojna moć teleskopa**: recipročna vrednost najmanjeg ugla koji teleskop razdvaja.
- Ta veličina određena je talasnom dužinom svetlosti i prečnikom objektiva. Teorija difrakcije daje za najmanji ugao razdvajanja formulu:

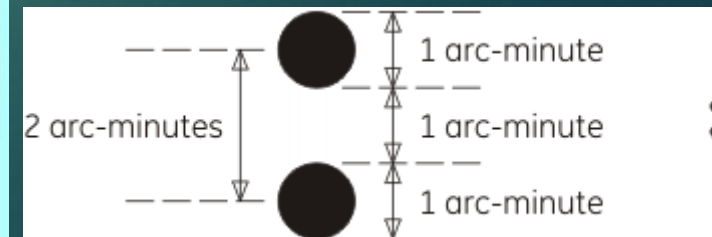
formulu:

$$\delta(\prime\prime) = \frac{\lambda(\text{nm})}{4D(\text{mm})}$$

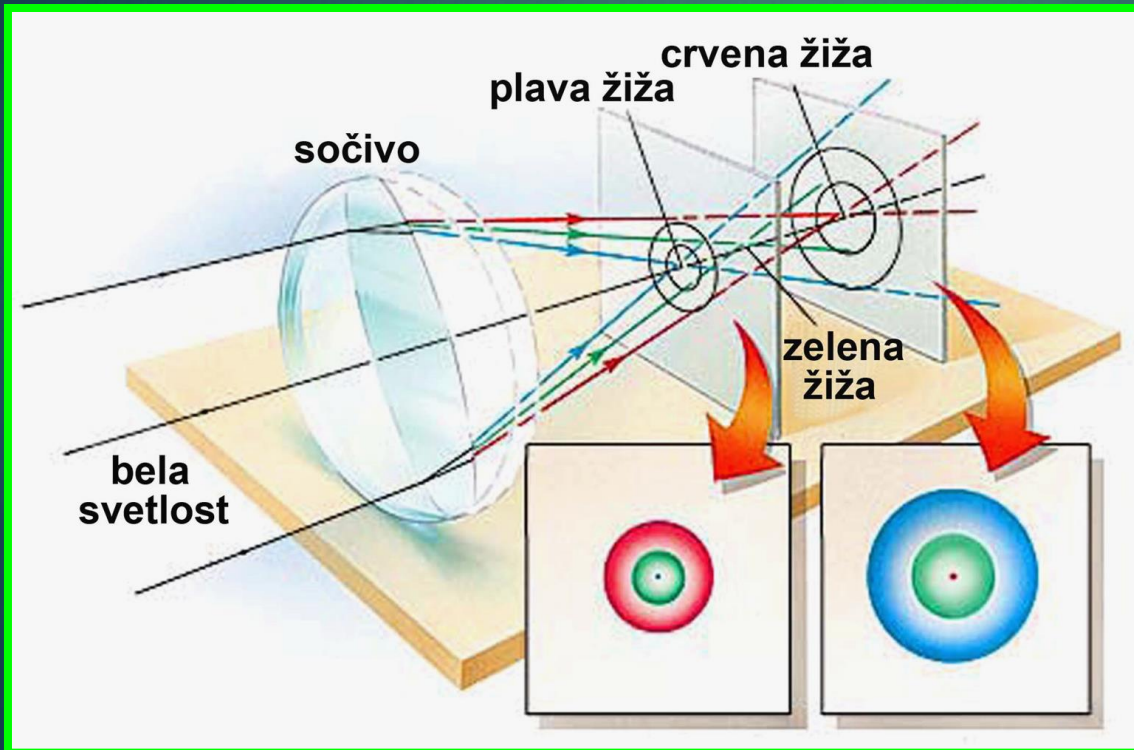
- Od kvaliteta optike zavisi da li će biti dostignuta ova vrednost.



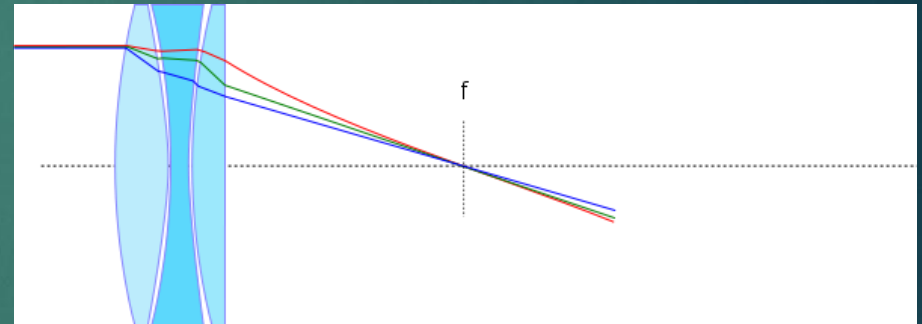
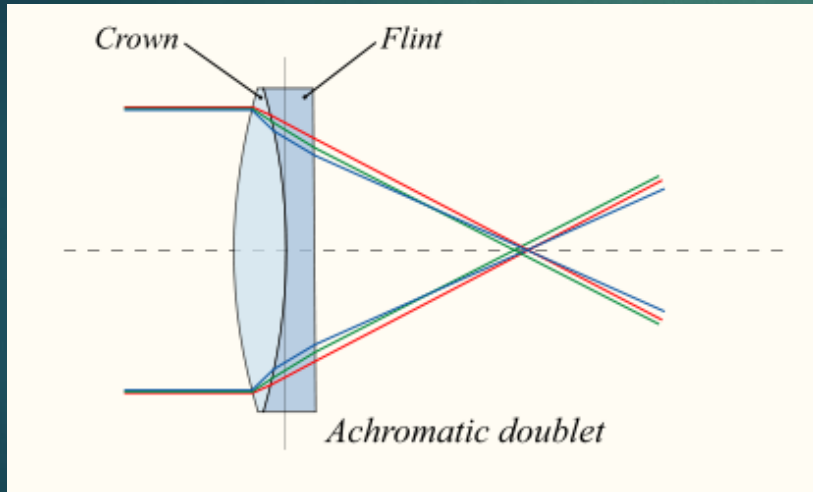
Andromedina galaksija (M31) sa uvećanjem 600 puta i različitim rezolucijama



- Pojedinačna sočiva imaju **hromatsku aberaciju**: grešku koja potiče od toga da žižna daljina zavisi od talasne dužine svetlosti.
- Žiža plave svetlosti bliže sočivu od žiže crvene svetlosti. Zbog toga je lik замуćen obodom u više boja.



- Ova aberacija se otklanja kombinacijom sabirnih i rasipnih sočiva načinjenih od lakog i teškog stakla (kron i flint). Ova kombinovana sočiva smanjuju hromatsku aberaciju tako da fokusiraju zrake dve boje (ahromat) ili više boja (apohromat).





Refraktor ahromat

- Refraktor ahromat: raspon apertura 80-150 mm. Dužina tubusa približno je jednako žižnoj daljini objektiva.



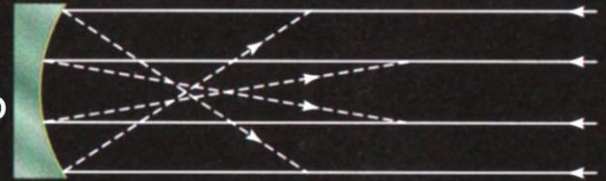
Refraktor apohromat

- Refraktor apohromat: raspon apertura 70-200 mm. Dužina tubusa približno je jednako žižnoj daljini objektiva.

- **Sferna aberacija** – anomalija sočiva ili oledala sfernih površina, koja se javlja zbog toga što je žižna daljina manja za zrake koji su dalje od optičke ose.
- Problem se ublažava na taj način što se koriste paraboličke i/ili eliptičke površine ili kombinacije sočiva i ogledala.

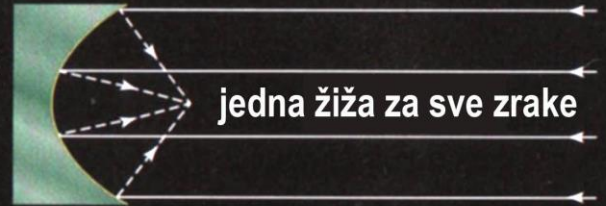
Problem: različite žižne daljine za različite zrake

sferno ogledalo



I način rešenja problema

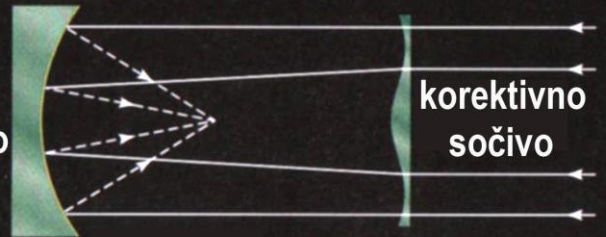
parabolično ogledalo



jedna žiža za sve zrake

II način rešenja problema

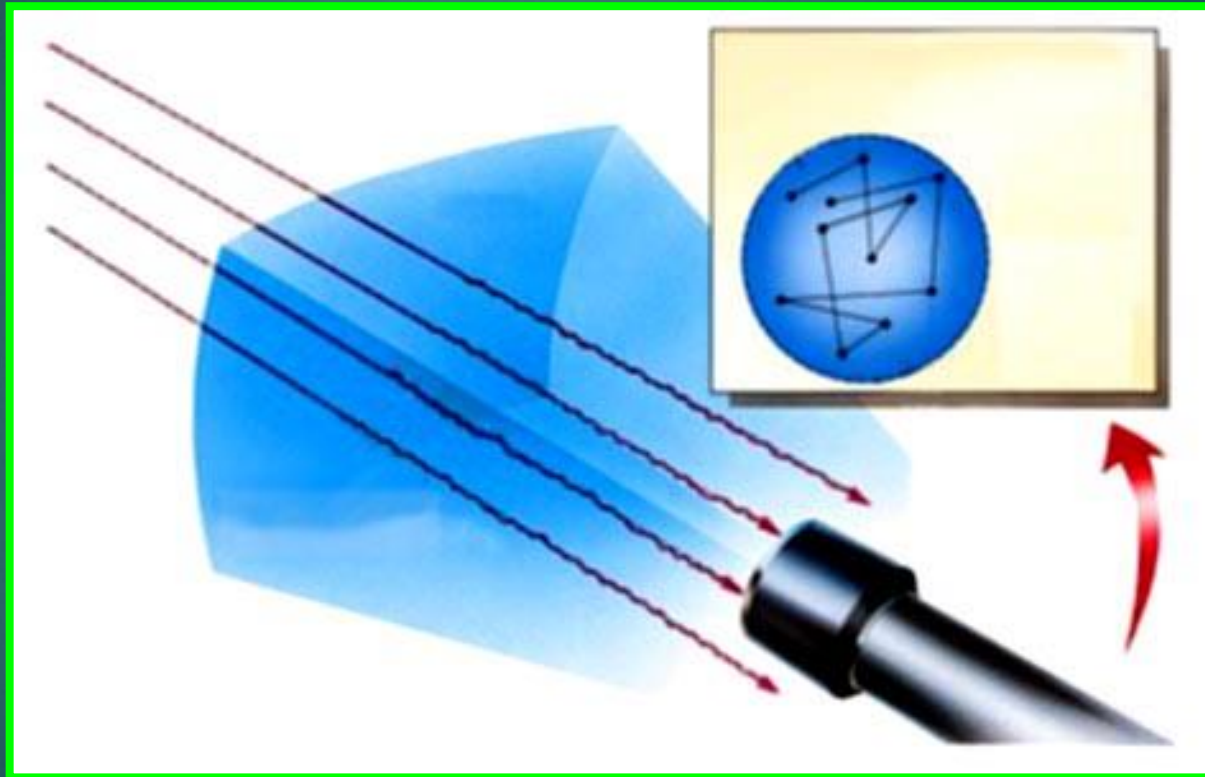
sferno ogledalo



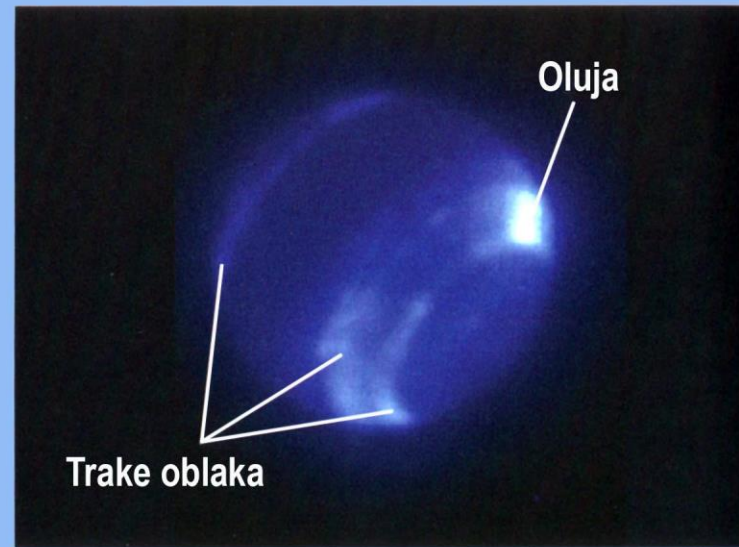
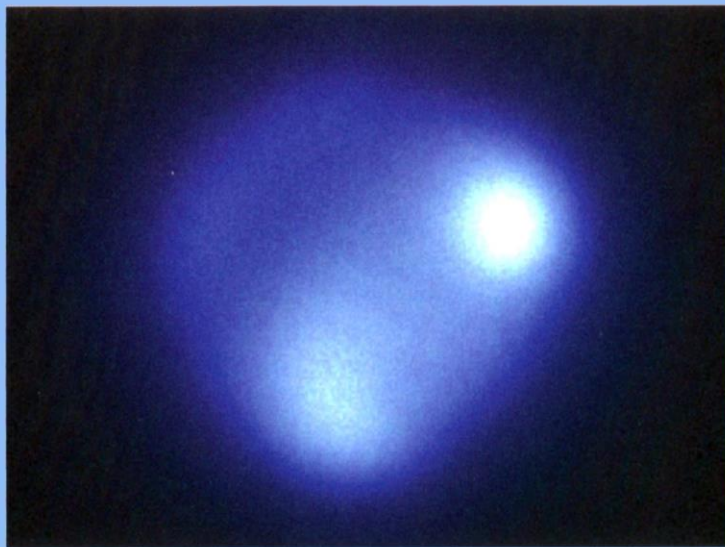
korektivno sočivo

Sferna aberacija

- Veliki problem predstavljaju i turbulencije vazduha u atmosferi. Zbog njih je lik objekta koji se posmatra zamućen i ima manje detalja.

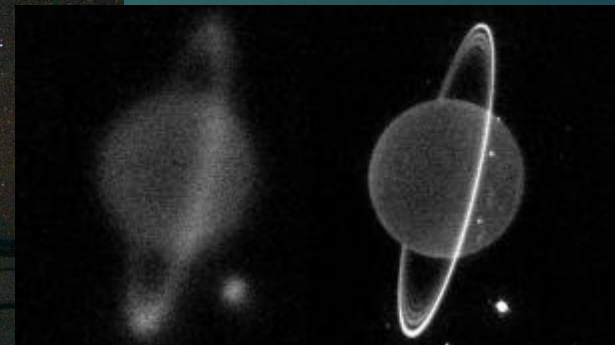
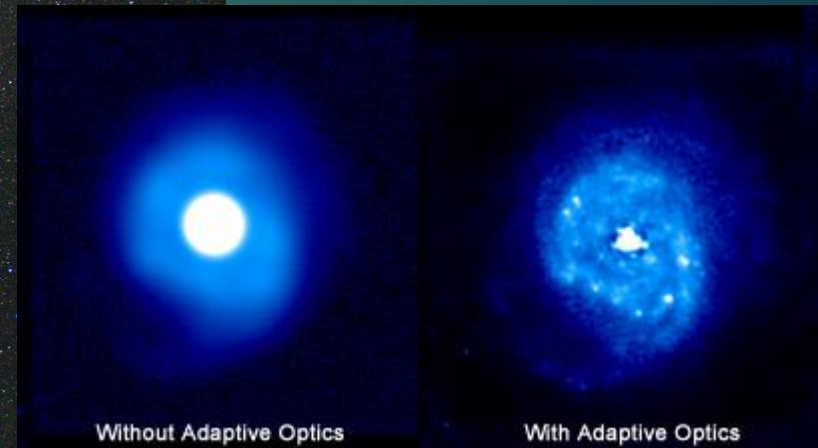
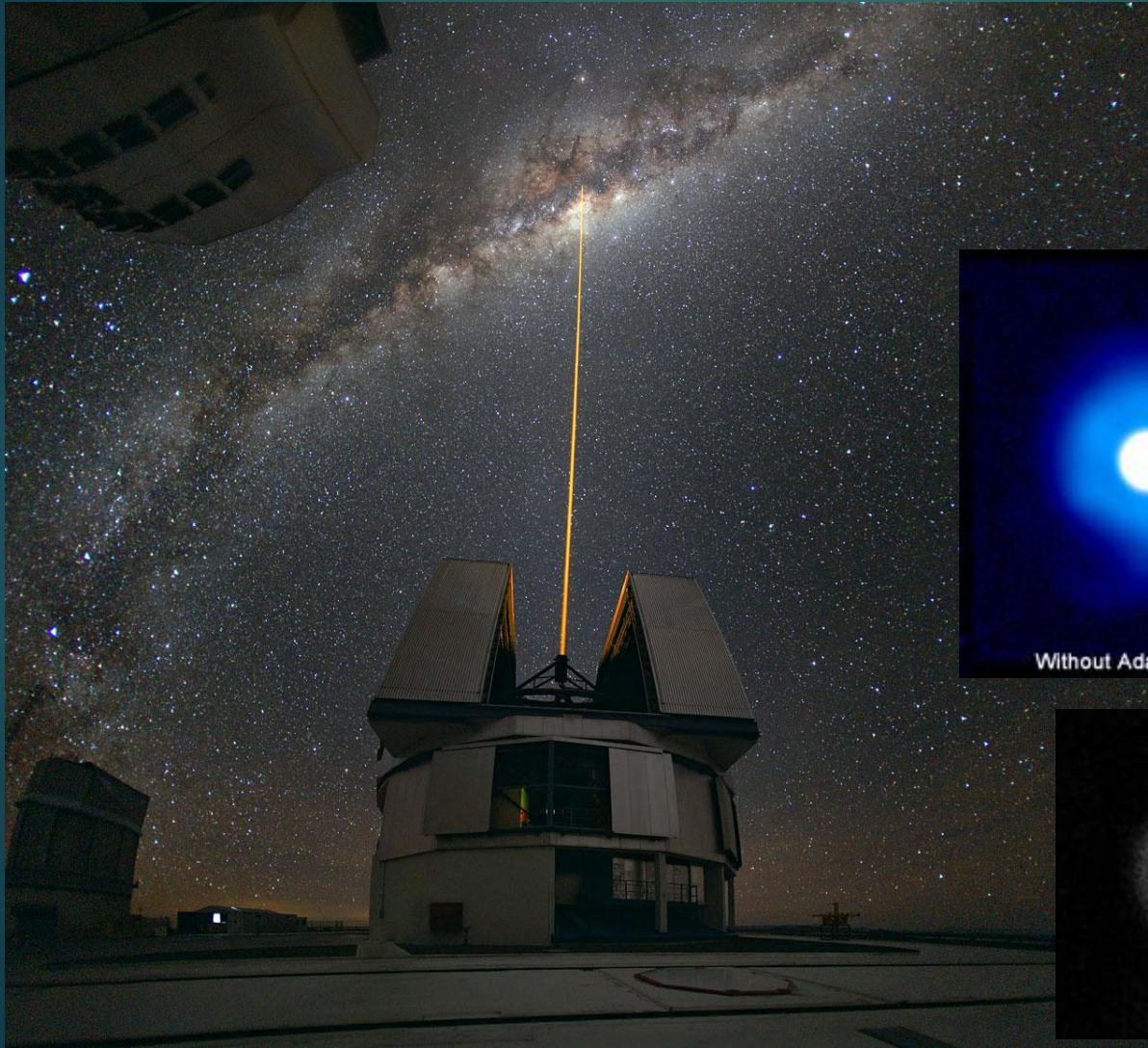


- Da bi se izbegli poremećaji svetlosti zbog treperenja u nemirnoj atmosferi, danas se kod teleskopa koristi i **adaptivna optika**. To je kompjuterski prilagodljiv optički sastav teleskopa, kojim se uz pomoć malog, savitljivog ogledala u deliću sekunde popravljaju slika posmatranog tela.

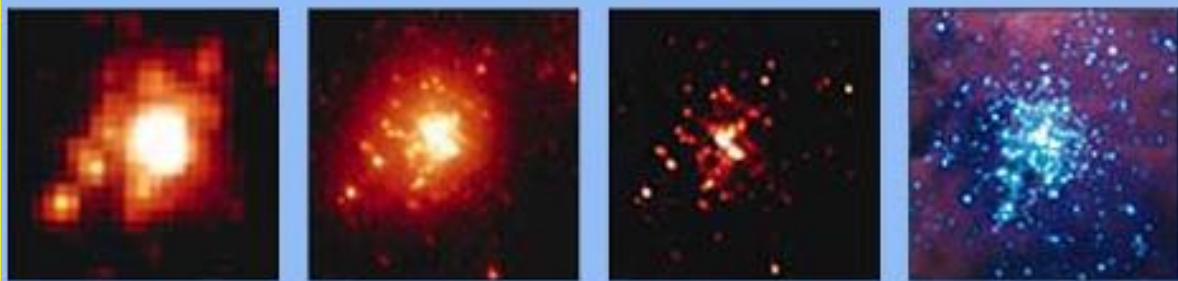


Neptun snimljen bez adaptivne tehnike (levo) i sa njom (desno)

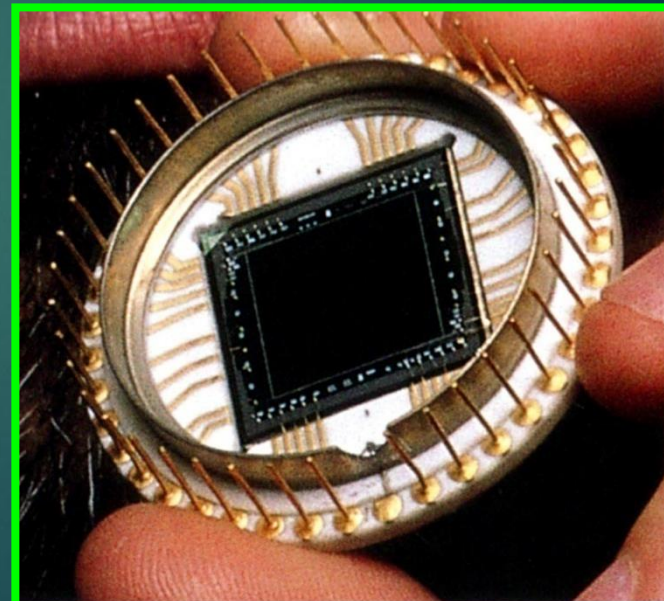
- Poremećaj se koriguje upore|ivanjem sa likom “etalonske” zvezde, koja može biti i “veštačka”, stvorena laserskim zrakom u visokoj temperaturi.



- Savremena tehnika snimanja i kompjuterske obrade slika kosmičkih objekata bitno su doprineli boljem poznavanju njihovih karakteristika. Npr. detektor **CCD kamere** predstavlja optički senzor koji se sastoji od poluprovodničkih dioda (piksela) osetljivih na svetlost.
- Fotoni u njima izbijaju elektrone koji se sakupljaju u toku ekspozicije. Nakon toga se naelektrisanje “ćelija” očitava. Dobija se digitalna slika koja je mnogo kvalitetnija od slika dobijenih klasičnom fotografskom emulzijom.

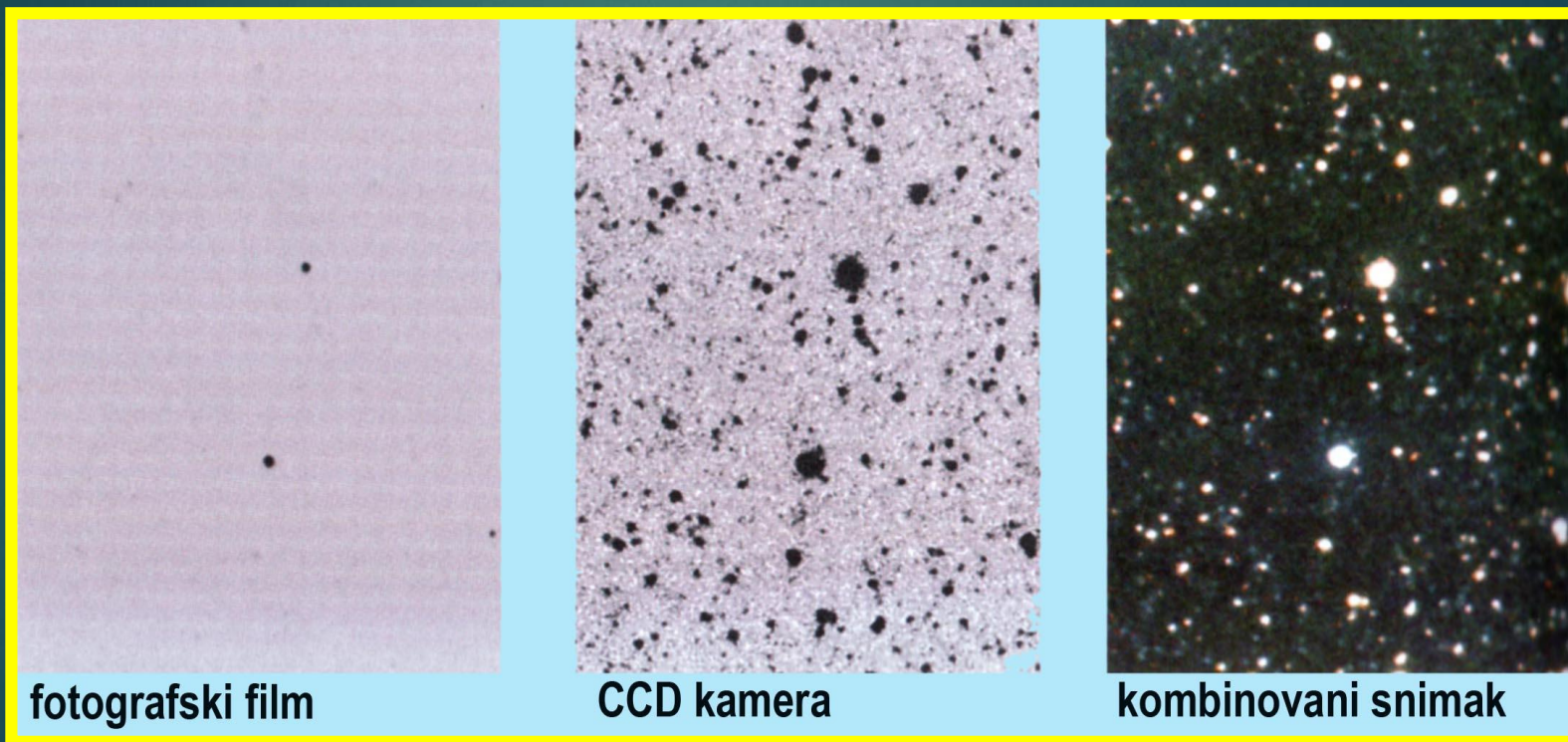


Kompjuterska obrada snimaka dela Velikog Magelanovog oblaka



Čip CCD kamere sa 16 772 216 piksela

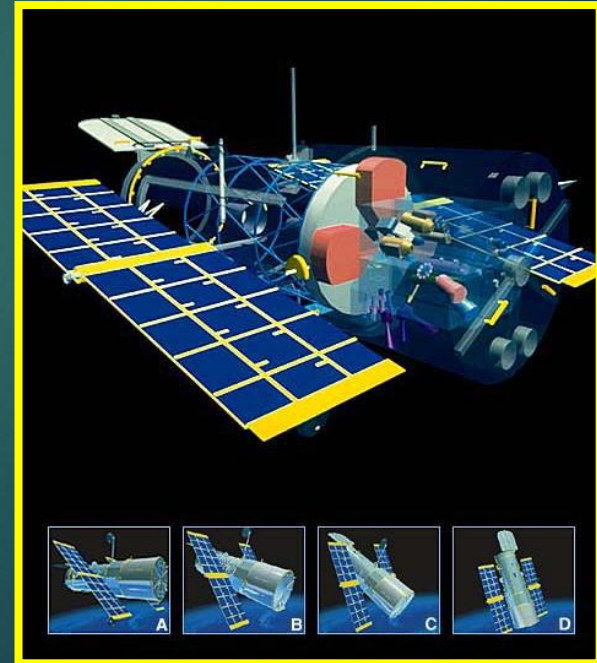
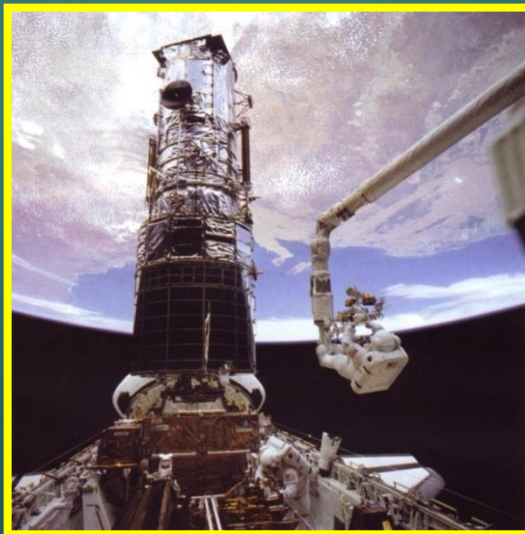
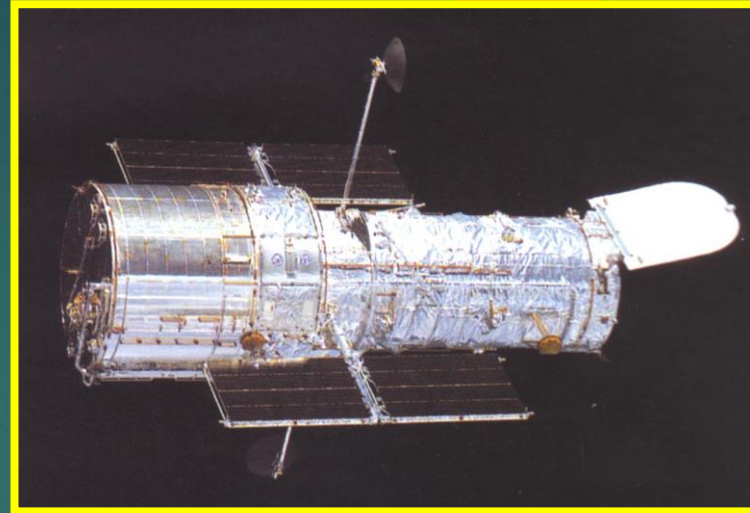
- *Često se vrši i kombinovanje snimaka dobijenih fotografskim filmom i CCD kamerom.*



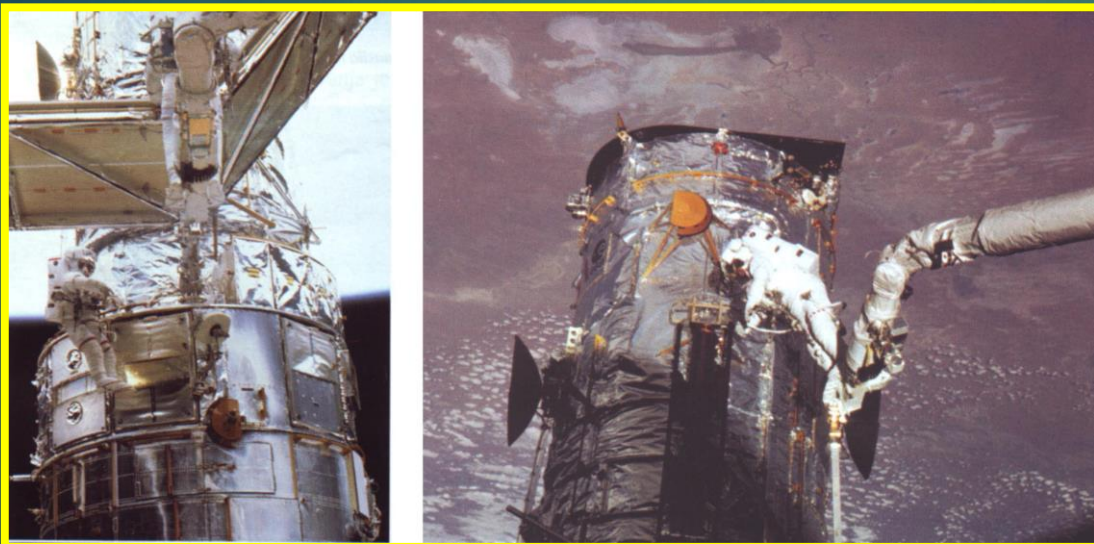
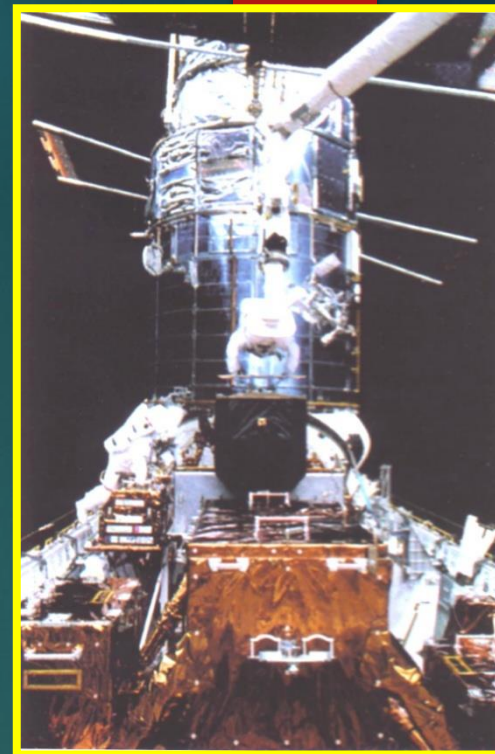
- Kao detektori zračenja koriste se prijemnici koji reaguju na **intenzitet zračenja** (npr. naše oko), **osvetljenost** (npr. fotografska emulzija), koji detektuju **čestičnu emisiju** (Wilsonova komora, Gajger-Milerov i Čerenkovljev brojač, itd.), koji reaguju na **fluks zračenja** (termopar, fotomultiplikator, električni dipol).
- Da bi se eliminisao uticaj atmosferskih turbulencija i apsorpcije koriste se visinske astronomske stanice (nalaze se u zoni pogodnih ruža vetrova i iznad oblaka) i teleskopi na satelitima koji na većim visinama kruže oko Zemlje.

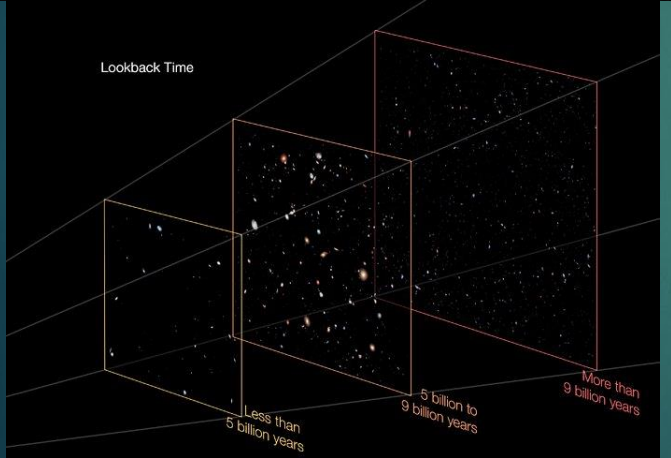
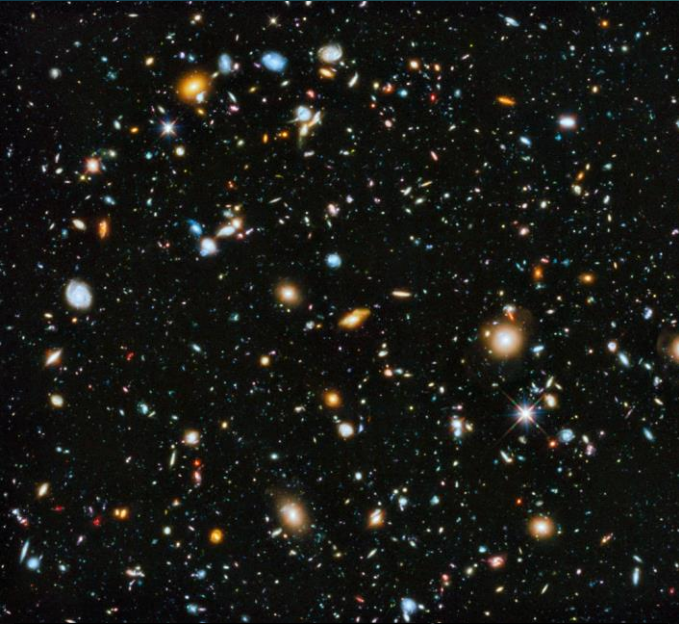


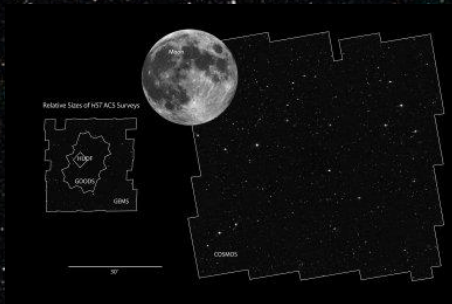
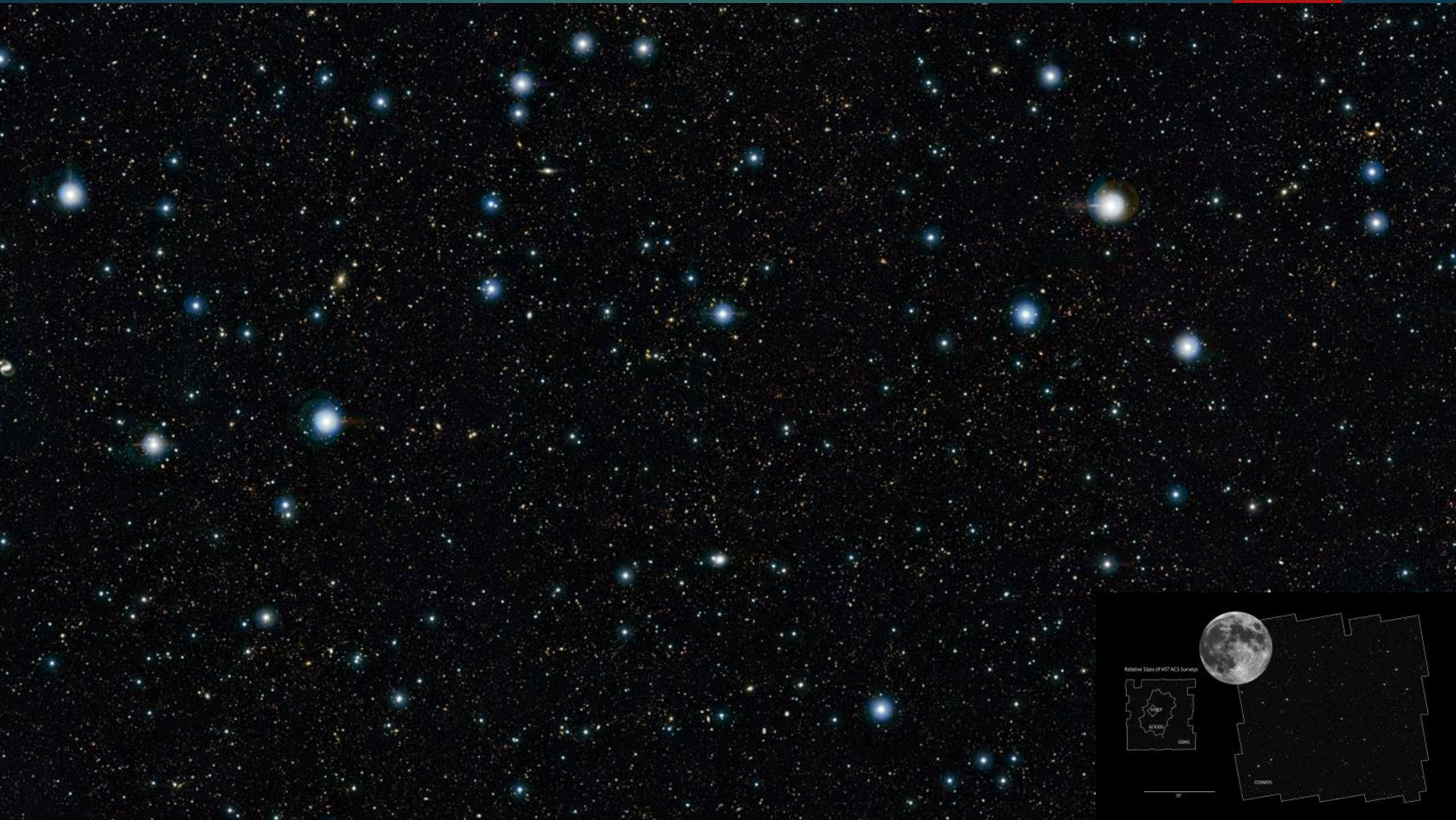
- Od 1990. g. oko Zemlje na visini oko 600 km po skoro kružnoj putanji funkcioniše svemirski teleskop “Habl” (HST). U orbitu je postavljen pomoću Šatla “Discoveri”. Radi se o optičkoj opservatoriji NASA-e i ESA-e. Teleskop ima ogledalo prečnika 2.4 m (iste veličine kao onaj iz prve polovine XX v. koji je koristio Edvin Habl).

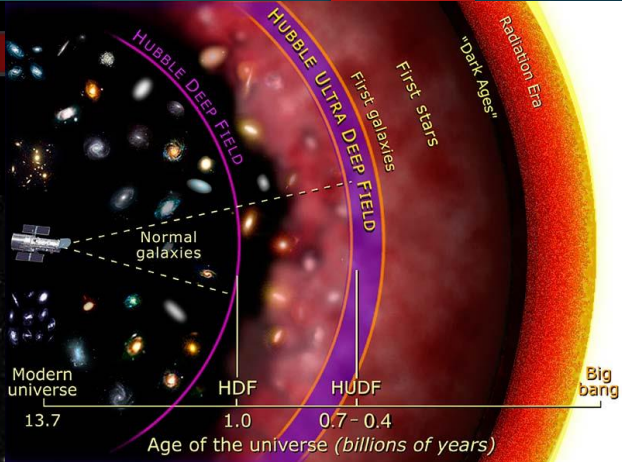
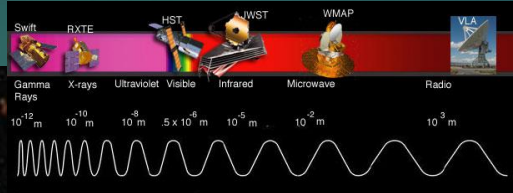


- Nedostaci izvedene optike korigovani su 1993. g, čime je postignuto ugaono razdvajanja od $0.1''$. Solarni paneli remontovani su 2002. g.
- Njegovi snimci dali su značajan doprinos savremenom razvoju astronomije i astrofizike.









1990

Ground-based observatories



1995

Hubble Deep Field



2004

Hubble Ultra Deep Field



2010

Hubble Ultra Deep Field-IR



FUTURE

James Webb Space Telescope

Redshift (z):

Time after the Big Bang

Present

1

6 billion years

4

1.5 billion years

5

6

7

800 million years

8

10

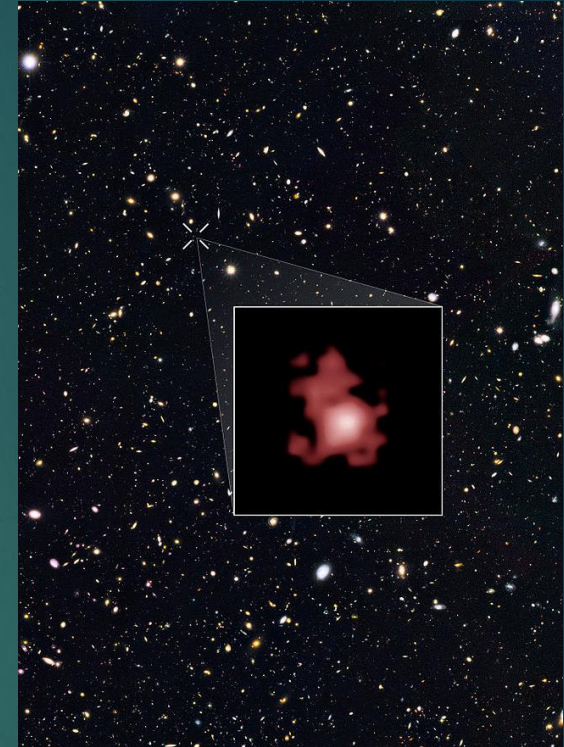
480 million years

>20

200 million years

GN-z11

- ▶ Najdalja i najstarija galaksija u vidljivom svemiru
 - ▶ Sazvežđe: Veliki medved
 - ▶ Pravo rastojanje
 - ▶ 32 milijarde svetlosnih godina
 - ▶ Ovu galaksiju vidimo kako je izgledala pre 13,4 milijarde godina (400 miliona godina posle nastanka svemira)
 - ▶ Otkrivena – mart 2016, HST i Spitzer teleskop
 - ▶ Najveće rastojanje koje HST može da posmatra
 - ▶ 150 miliona godina starija od prethodnog rekordera EGSY8p7
 - ▶ „blizu kraja tzv. tamne faze svemira“ i „blizu početka perioda rejonizacije“
 - ▶ 1/25 prečnika Mlečnog puta, 1% mase, zvezde nastaju 20 puta brže; starost zvezda 40 miliona godina;
 - ▶ Toliko masivna galaksija u ranom svemiru, nakon početka nastanka zvezda - izazov za teorijske modele





Astronomski instrumenti – 2. deo

OSNOVE ASTROFIZIKE SA ASTROBIOLOGIJOM
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU
2018/19 GODINA

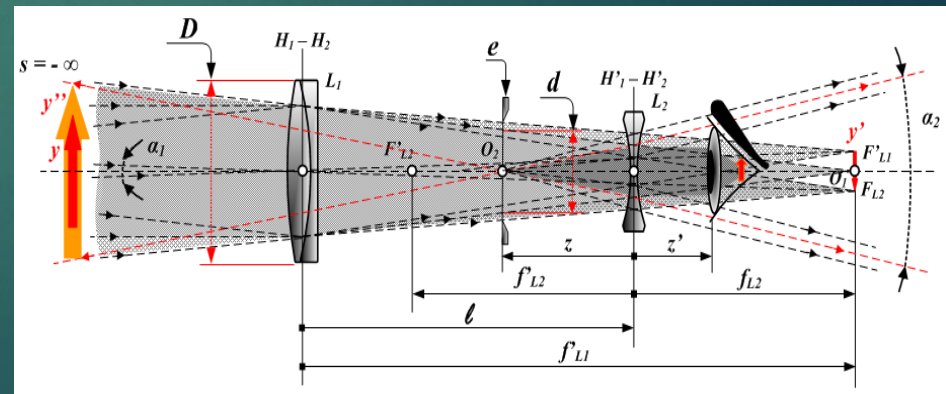
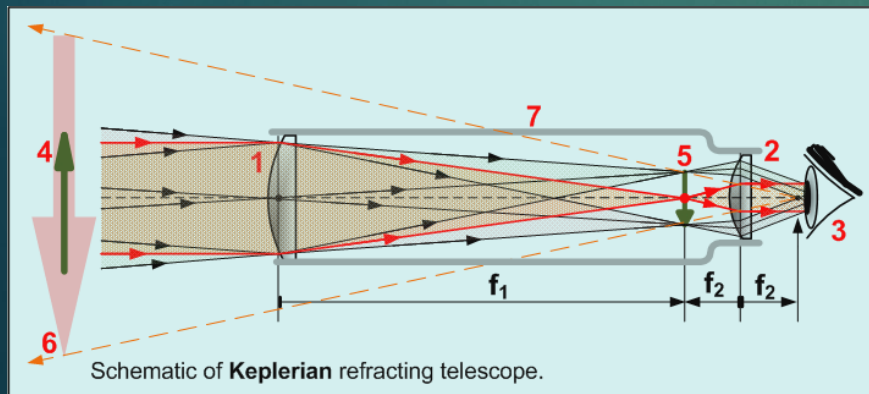
- Mnogi optički teleskopi su **katadioptrijski**: njihov optički mehanizam za oblikvanje slike sastoji se od kombinacije sočiva i ogledala.

Primeri optičkih sistema

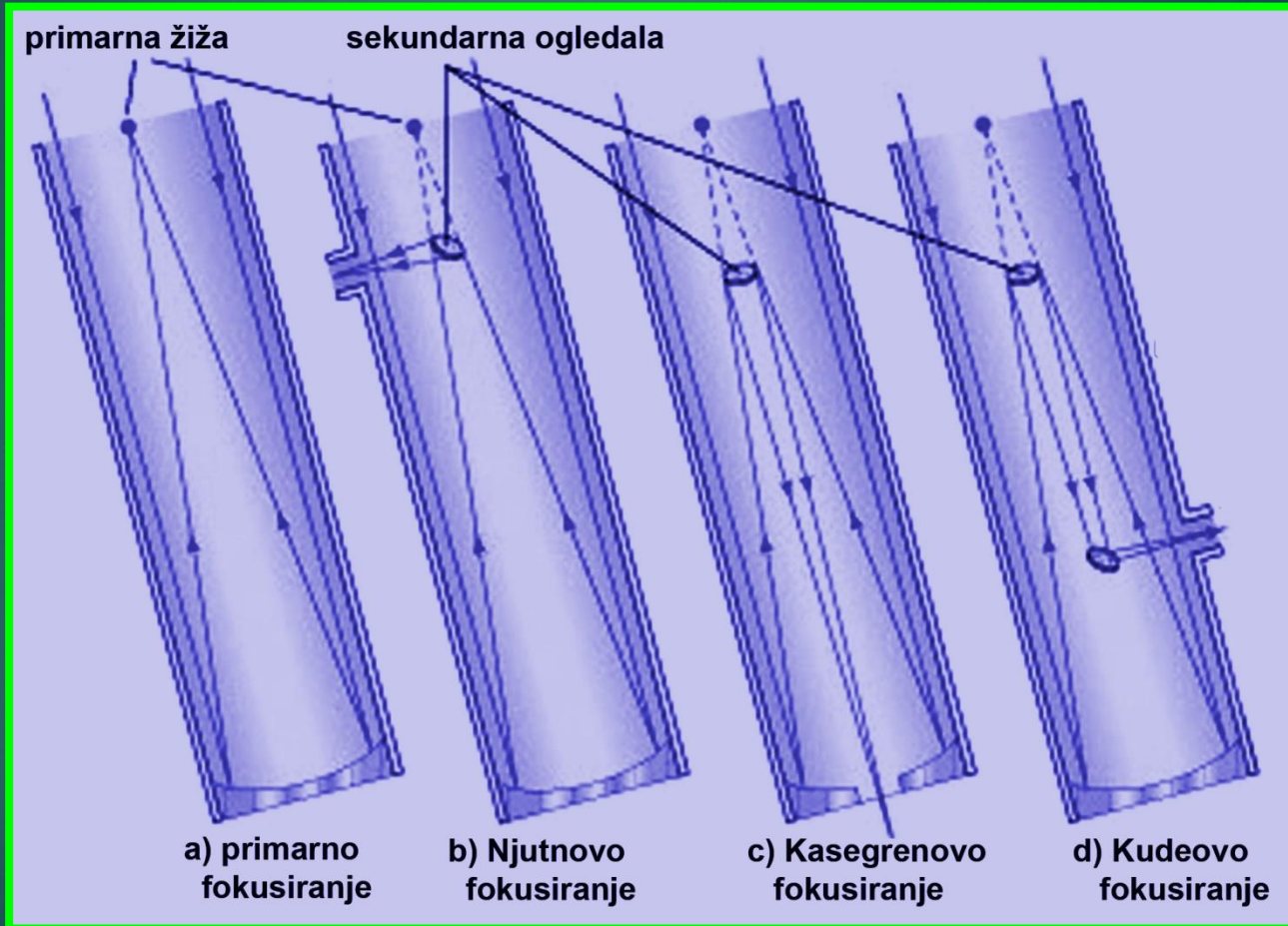
teleskopa

Keplerov refraktor: objektiv je sabirno sočivo iza čijeg se fokusa stavlja okular – sabirno sočivo male žižne daljine.

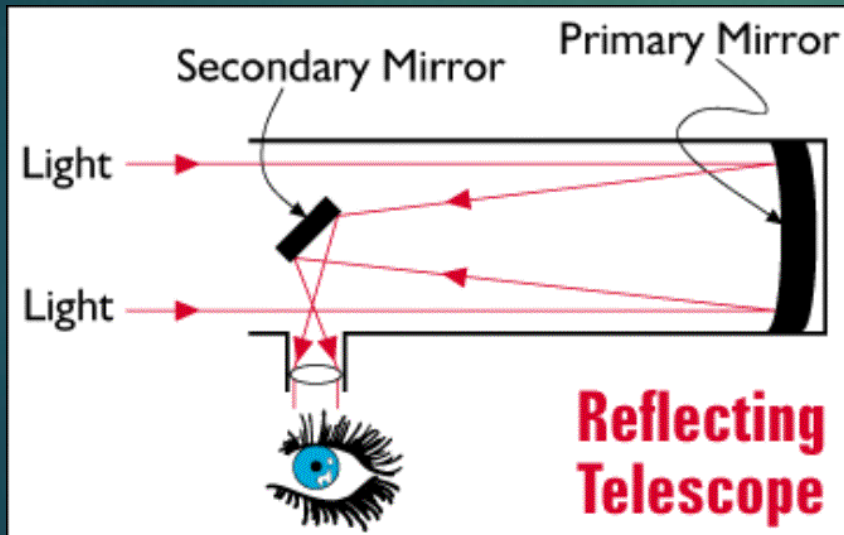
Galilejev durbin: okular je rasipno sočivo koje se postavlja ispred žiže sabirnog sočiva objektiva.

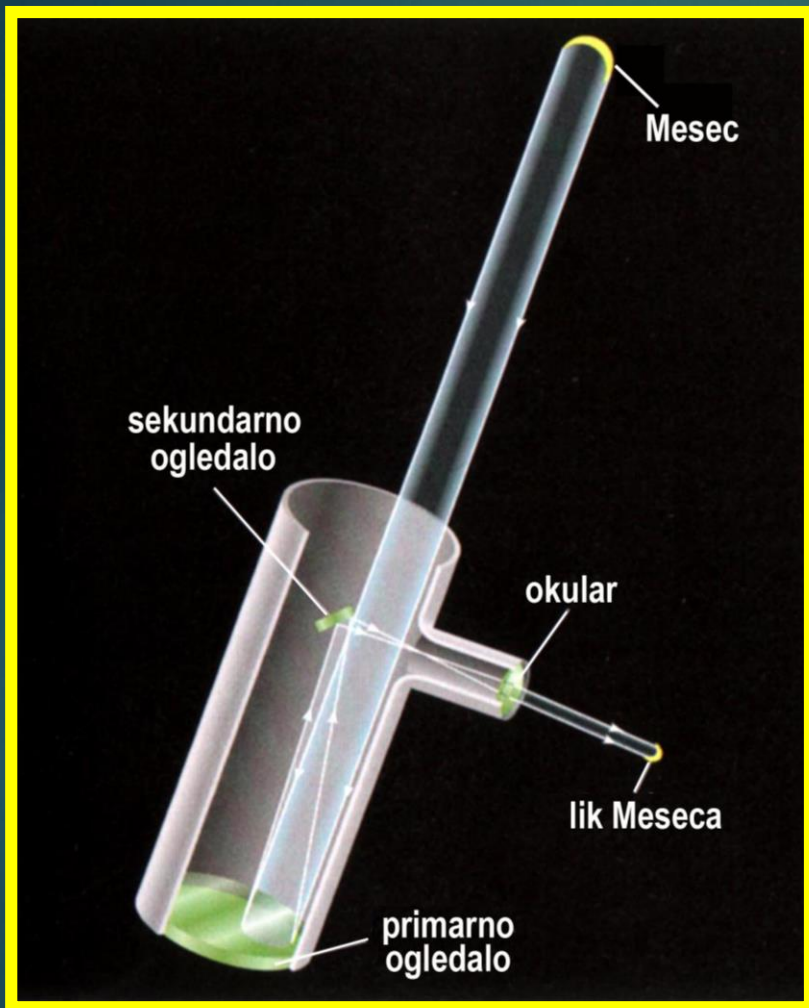


Reflektori: javljaju se u više varijanti (Njutnov, Gregorijev, Kasegrenov, itd.). Za fokusiranje se koristi ogledalo.



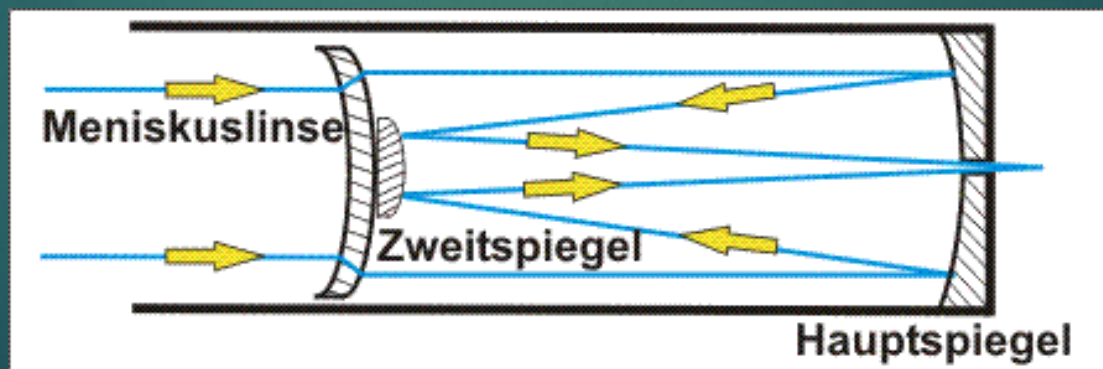
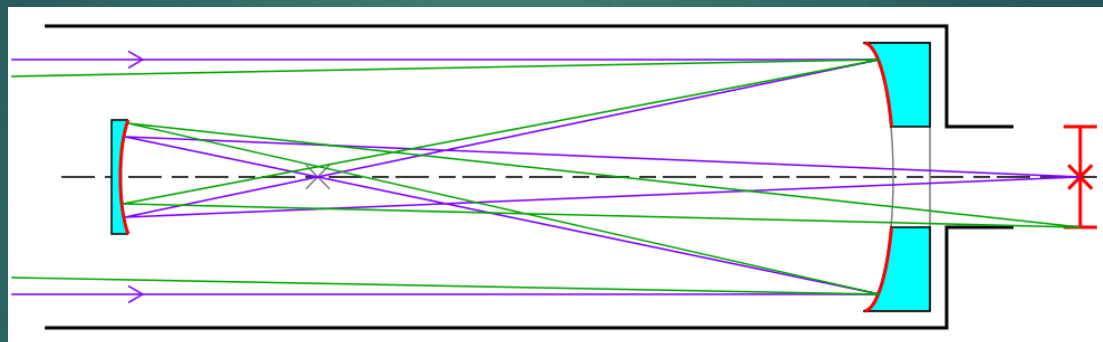
Njutnov reflektor (1661. g.): objektiv je od sfernog ogledala. U tubusu je malo sekundarno ravno ogledalo, postavljeno nešto ispred žiže objektiv. Konvergentan snop zraka ovo otklonsko ogledalo skreće pod pravim uglom van cevi teleskopa u okularni sistem.





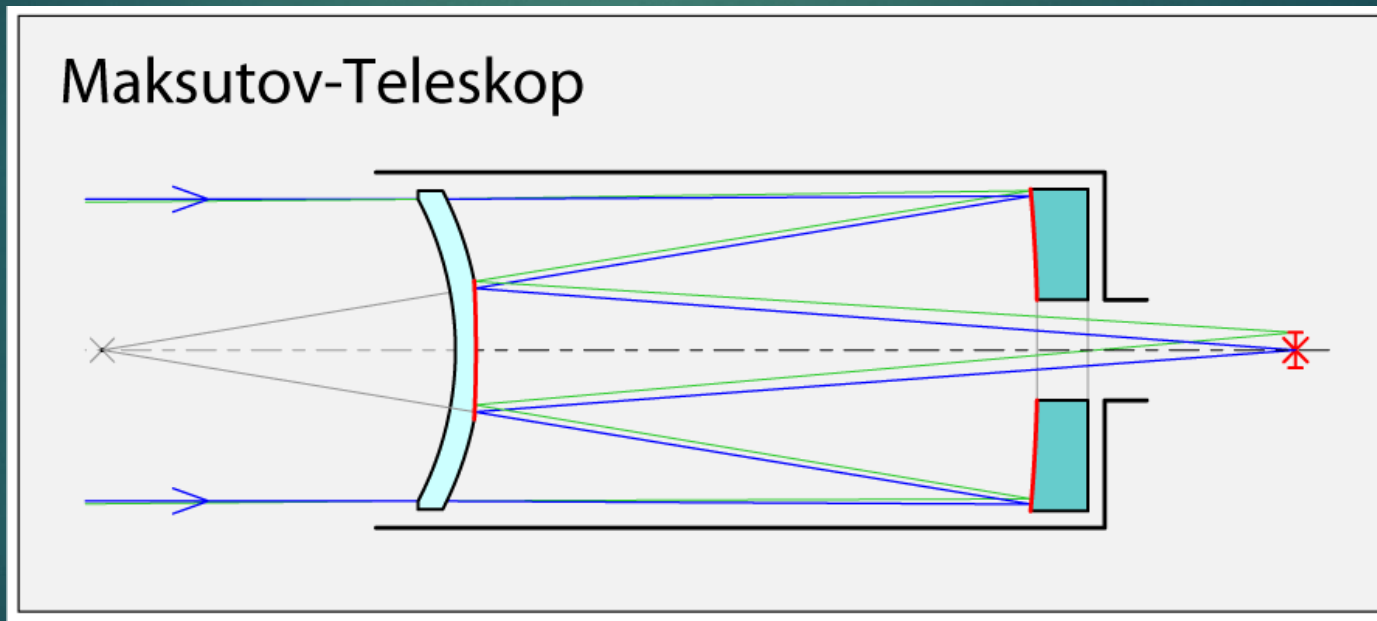


Gregorijev i Kasegrenov reflektor: radi se o reflektorima koji u sfernom ogledalu objektiva imaju otvor. Kroz njega prolaze zraci koji se odbijaju od konkavnog sfernog ili elipsoidnog sekundarnog ogledala. Ovo ogledalo nalazi se na optičkoj osi objektiva iza (Gregorijev) ili ispred žiže objektiva.



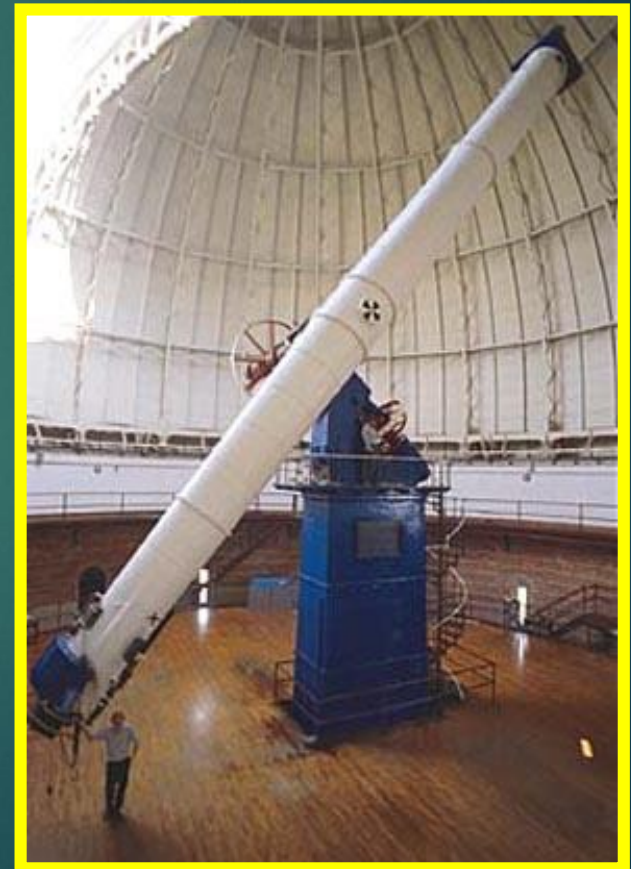
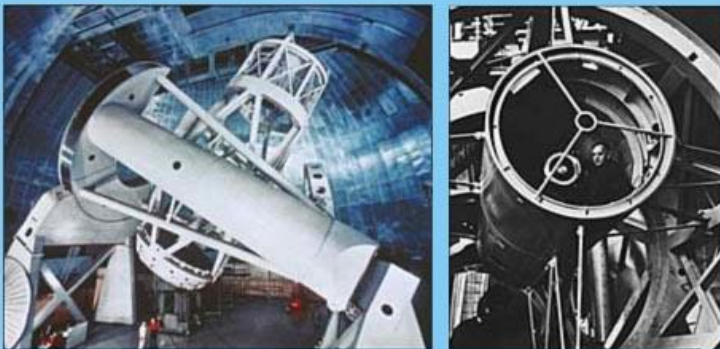
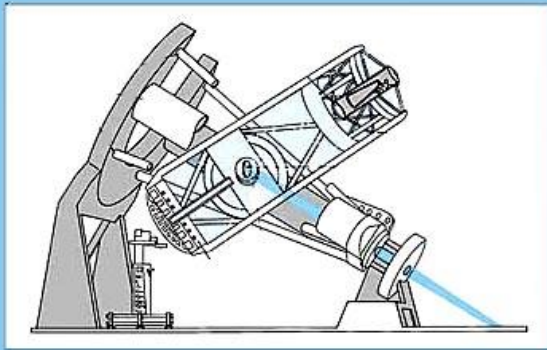
Kasegrenova optika kombinuje se ponekad sa Njutnovom.

Kod Maksutovljevog katadioptičkog teleskopa optika se sastoji od sfernog ogledala i čeonog sočiva sa obe sferne površine. Sočivo koriguje aberaciju ogledala. Daje sliku vrlo velikog vidnog polja. Kombinuje se sa Kasegrenovom optikom.



Bez obzira na dimenzije, teleskop mora da bude stabilan, dobro izbalansiran, na masivnom podnožju uz lako rukovanje.

Palomarski teleskop



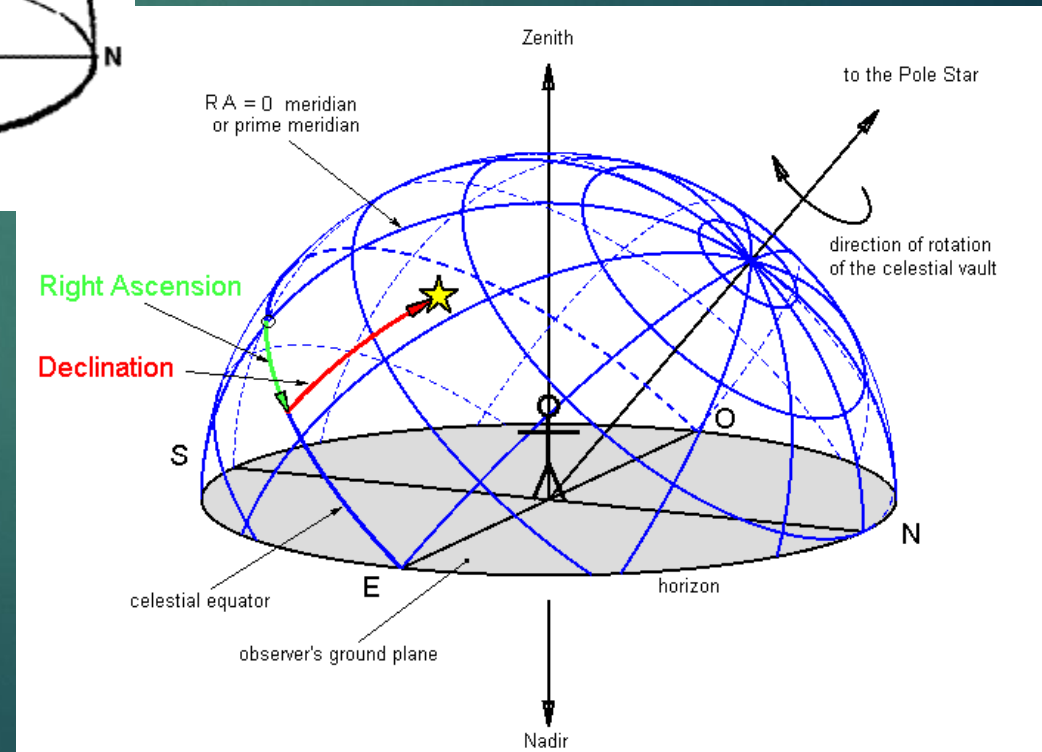
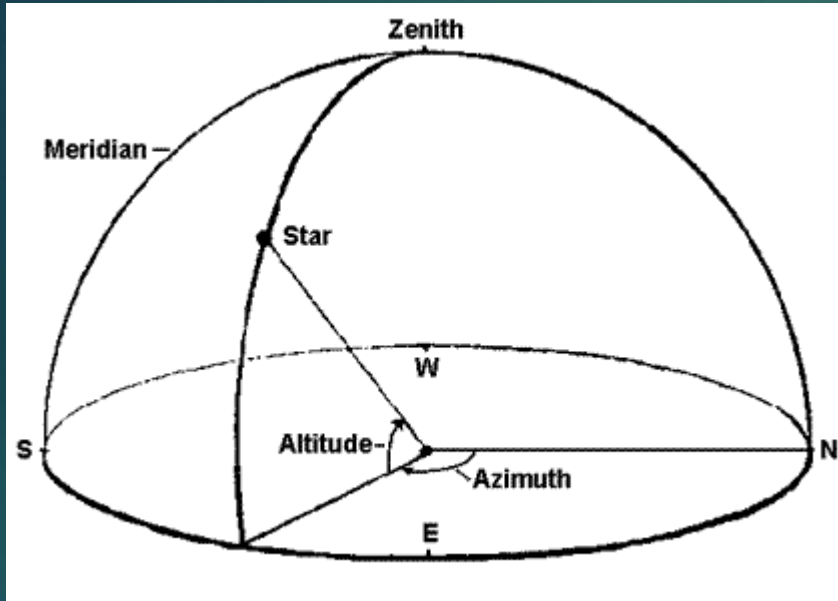
Teleskopi moraju posedovati mogućnost posmatranja svake tačke na nebu iznad horizonta. Treba da se nalazi u preseku dve međusobno normalne osovine oko kojih može slobodo da se obrće.



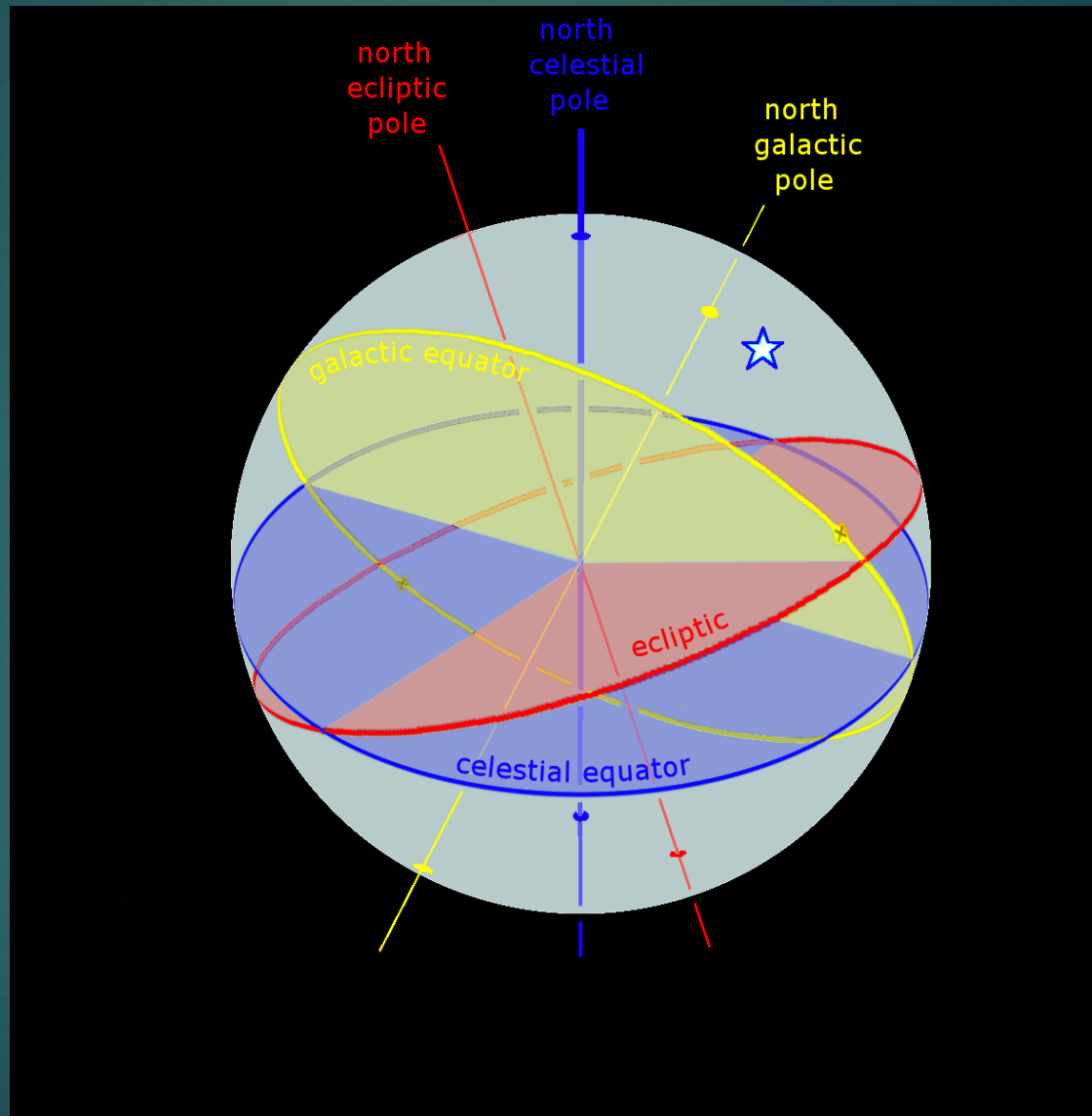
Opservatorija Persivala Lovela



Koordinatni sistemi

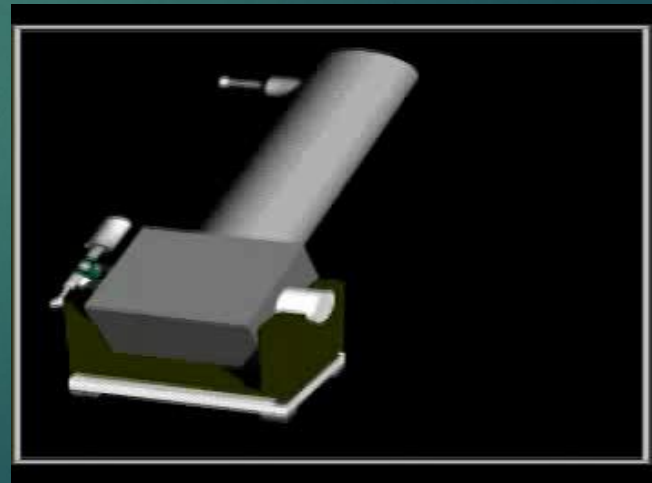
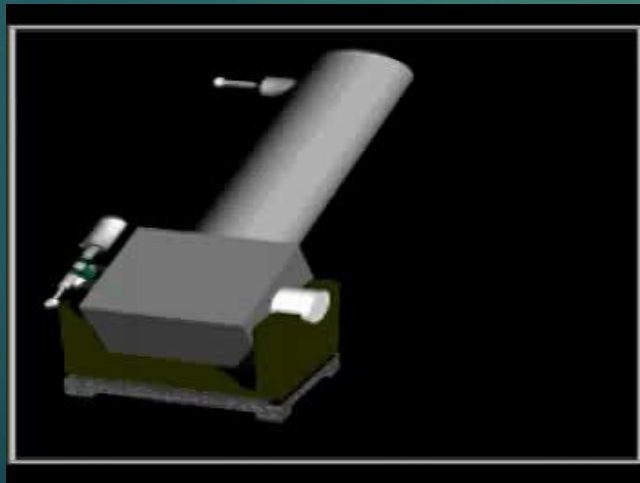


Koordinatni sistemi



U osnovi mehanizam pomeranja teleskopa može biti: horizontska (azimutalna, altazimutalna) i ekvatorijalna (paralaktička) montaža. Obe montaže kreću se u različitim varijantama.

Horizontska (azimutalna) montaža: način montiranja teleskopa sa pokretanjem oko vertikalne i horizontalne osovine. Teleskopska osa orijentiše se u smeru zadanom visinom, oko horizontalne ose, i azimutom, oko vertikalne ose.



U poslednje vreme najveći teleskopi grade se sa ovakvom montažom. Ovakvi teleskopi koriste se za određivanje visine i azimuta nebeskih tela.

Ekvatorijalna montaža: koristi se sa jednom osovinom oko koje se obrću delovi teleskopa i koja je paralelna sa Zemljinom osom (polarna osovina). Druga osa je normalna na polarnu osu (deklinacijska osovina). Ovom montažom prati se dnevno kretanje nebeske sfere. Sreće se u više varijanti: nemačka, engleska, potkovičasta, viljuškasta, itd.



Kod nemačke ekvatorijalne montaže teleskop je postavljen pored vertikalnog stuba (stativ) sa časovnom osovinom, koja je paralelna polarnoj osi. Sa druge strane tubusa je protivteg, kojim se težište vraća na stub.



Kod engleske montaže osovinu paralelnu polarnoj osi nose dva stuba, koji su u meridijanskoj ravni. Varijanta ove montaže je američka (potkovičasta) montaža.





Primer potkovičaste monaže:
Južna evropska opservatorija
u Čileu.



Postoje i duge variante ove
monaže. Takva je npr. Šetajuća
monaža.

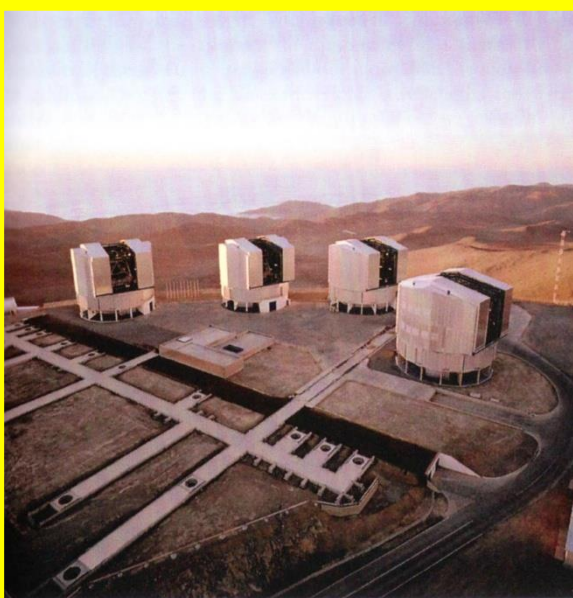


Optički teleskopi najveći na svetu

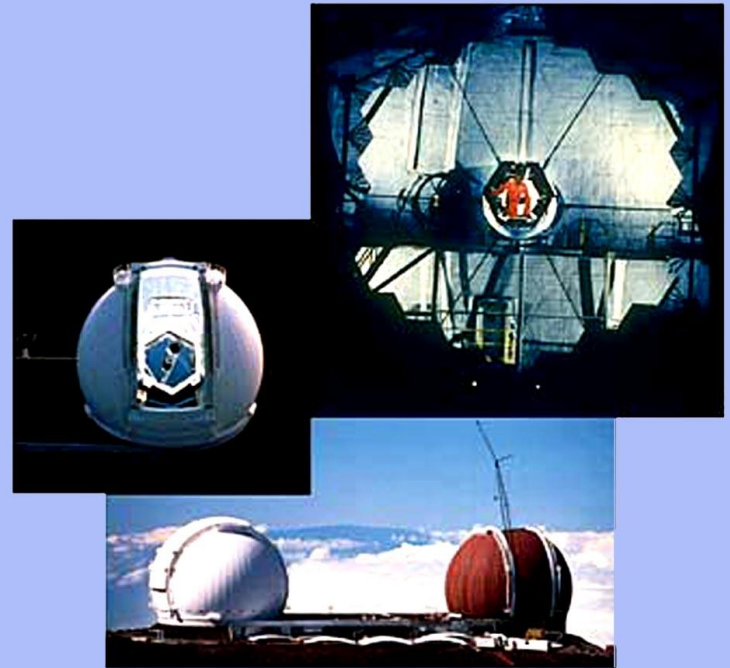
Naziv teleskopa	Lokacija	God. kompletiranja	Prečnik ogledala
Gran Telescopio Canarias	La Palma, Canary Islands, Spain	2004	10.4
Keck II	Mauna Kea, Hawaii	1996	10.0
Keck I	Mauna Kea, Hawaii	1993	10.0
Hobby-Eberly Telescope	McDonald Observatory, Texas	1998	11.0
South African Large Telescope	Sutherland, South Africa	2004	9.2
Large Binocular Telescope	Mount Graham, Arizona	2004–05	8.4
Subaru	Mauna Kea, Hawaii	1999	8.3
VLT UT 1–Antu	Cerro Paranal, Chile	1998	8.2
VLT UT 2–Kueyen	Cerro Paranal, Chile	1999	8.2
VLT UT 3–Melipal	Cerro Paranal, Chile	2000	8.2
VLT UT 4–Yepun	Cerro Paranal, Chile	2000	8.2
Gemini North (Gillett)	Mauna Kea, Hawaii	1999	8.1
Gemini South	Cerro Pachón, Chile	2000	8.1

U Evropi je u funkciji 9 teleskopa sa prečnikom od 3.5 do 4.2 m, 12 teleskopa između 1.9 i 3.5 m, 20 do 25 teleskopa sa ogledalima od 1 do 1.6 m.

Planira se da do 2024. g. bude završen Ekstremno veliki evropski teleskop (E-ELT) od 40 m, do 2018. teleskop od 30 m u Kanadi i Magelanov teleskop od 24.5 m u Australiji.



Četiri Vrlo velika teleskopa (VLT) Evroske južne opservatorije (ESO) u Atakama pustinji (Čile).
Dijametri teleskopa su po 8.2 m



Mauna Kea, Havaji

AS Vidojevica

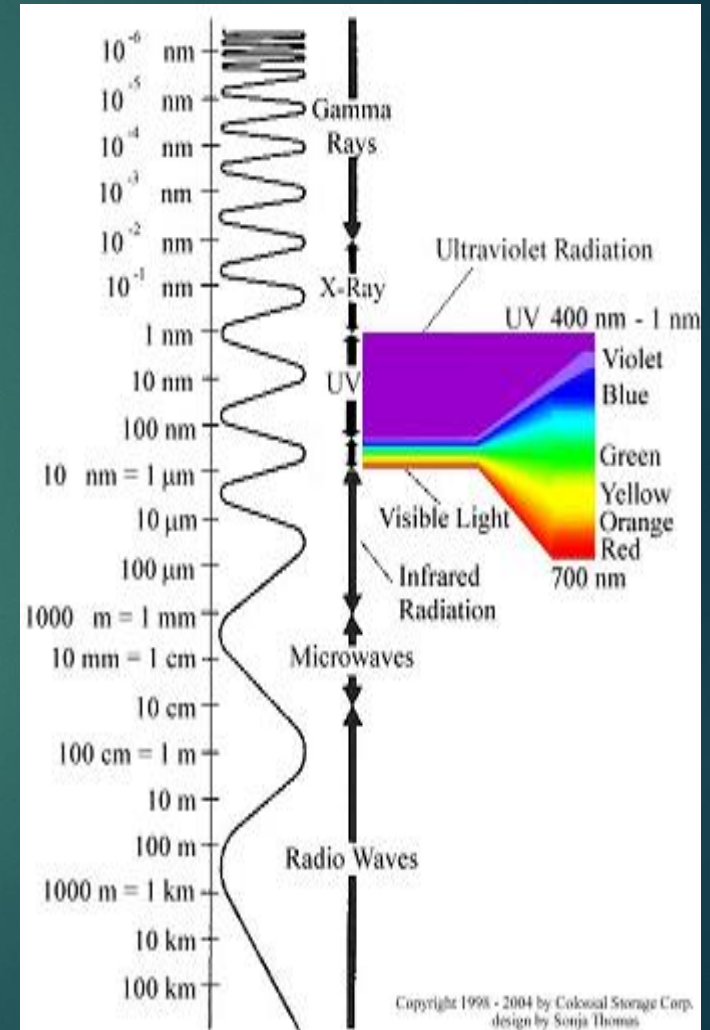
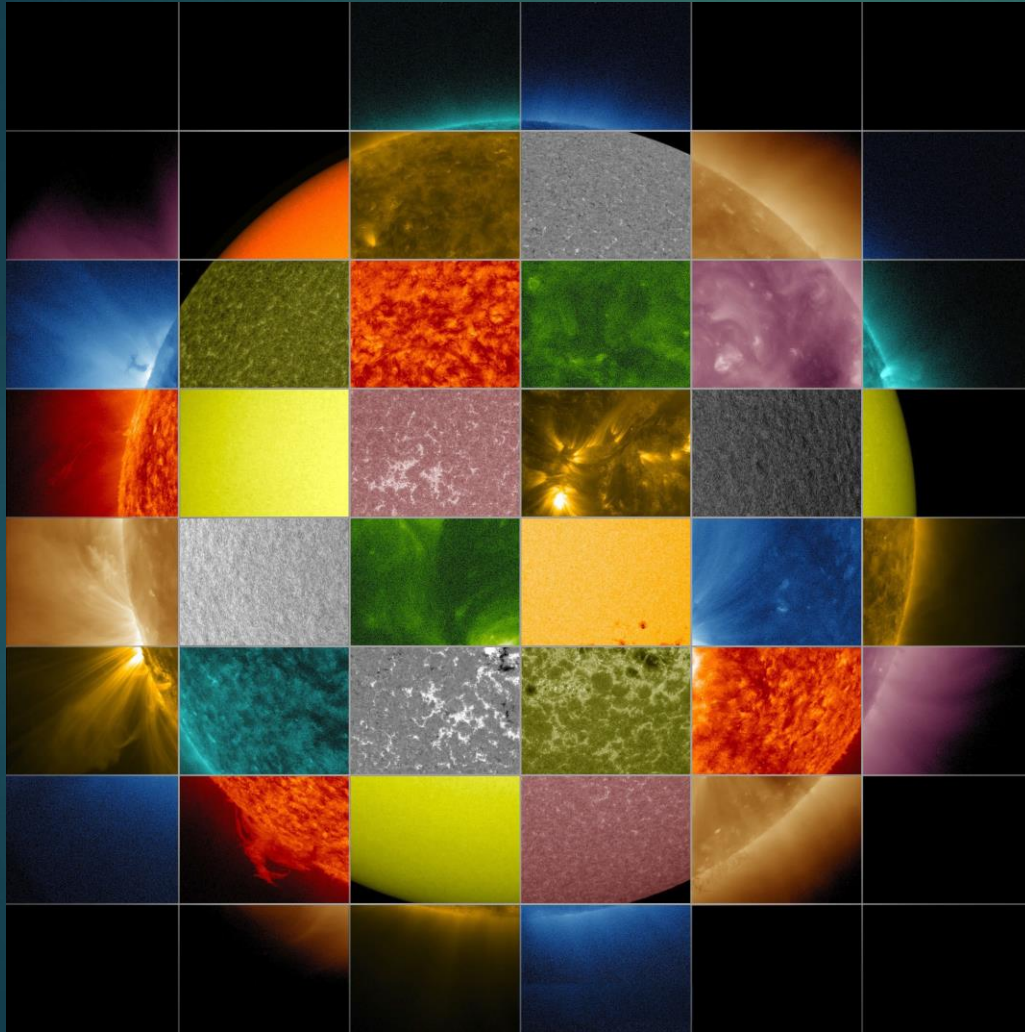


<http://belissima.aob.rs/>

Astronomija na drugim talasima



Astronomija na svim talasima

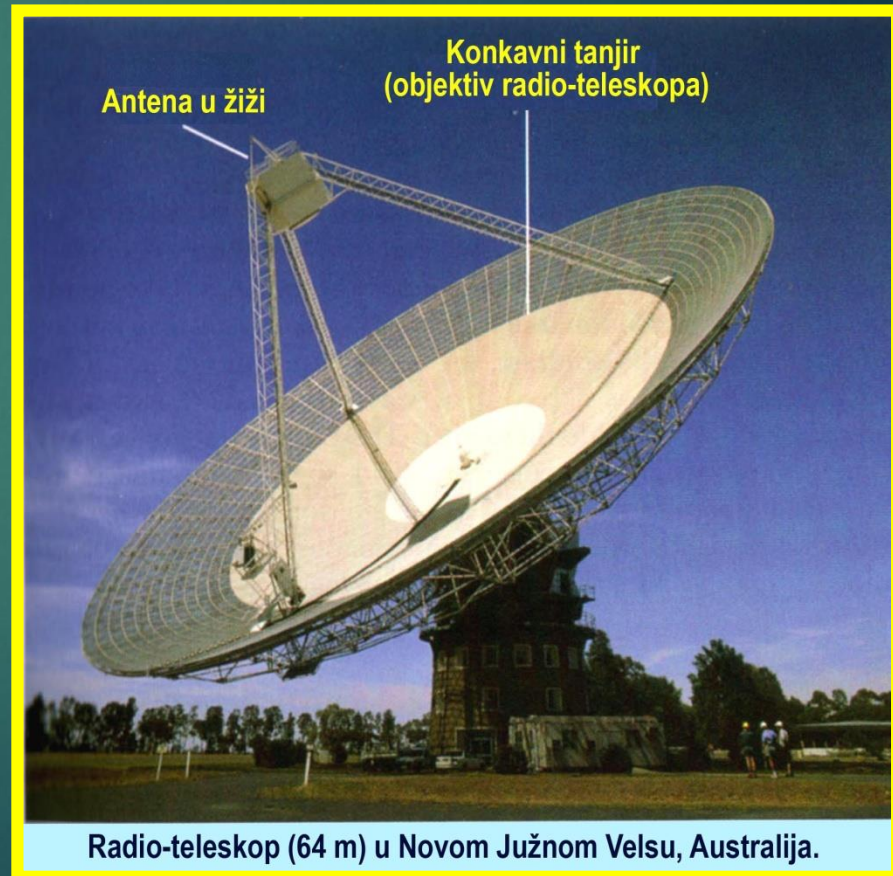


Radio teleskop



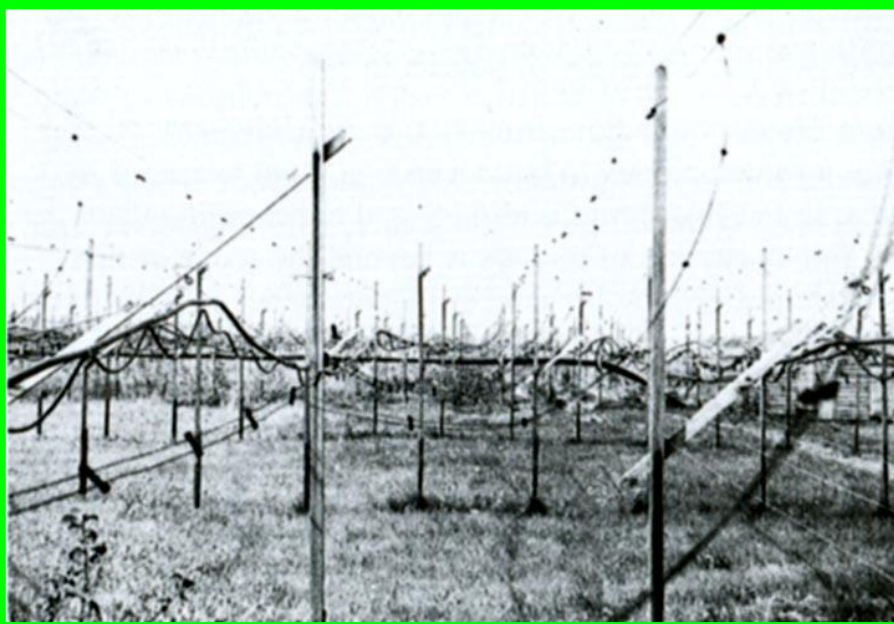
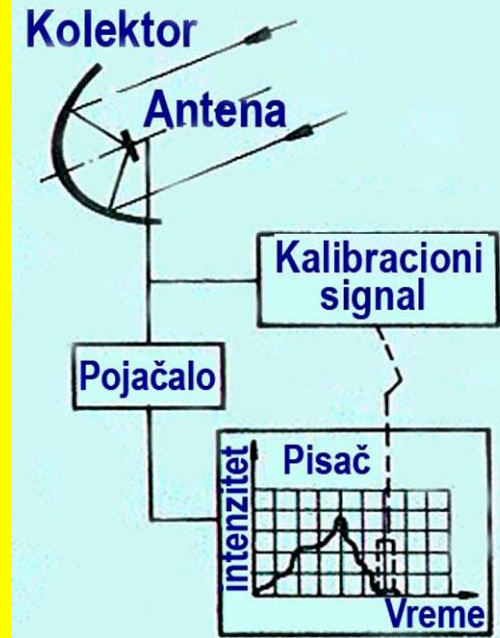
To su uređaji za prihvatanje radio zračenja kosmičkih objekata. Funkcijski odgovaraju reflektorskim teleskopima.

Ulogu primarnog ogledala igra metalni ili mrežasti paraboloid. Obično se (pogrešno) naziva antenom, mada se radi o kolektoru zračenja. U fokusu paraboloida nalazi se detektor – dipolni prijemnik.



Radio-teleskop (64 m) u Novom Južnom Velsu, Australija.

Radio teleskop se sastoji od kolektora radio talasa, antene, provodnika, pojačala signala i kompjuterskog analizatora signala.



Koriste se i tzv. sinfazni radio teleskopi koji se sastoje od niza dipolnih (Yagijevih) antena.

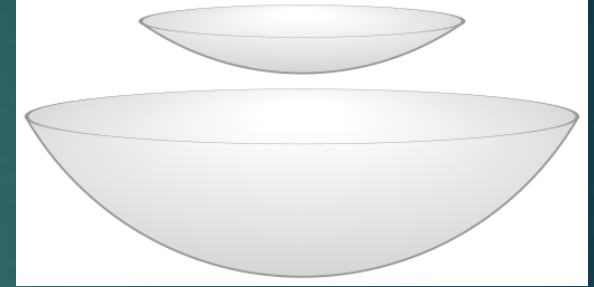
Snaga ukupnog radio zračenja koje iz Kosmosa dospeva do površine Zemlje je jako mala (odgovara snazi svega par sijalica). Iz tih razloga kolektori radio teleskopa imaju velike dimenzije. Npr. radio teleskop Aresibo (Portoriko) ima najveći nepokretni kolektor prečnika od 305 m. Nalazi se u krateru ugašenog vulkana, a u funkciji je od 1963. godine. Pokretni kolektor radio teleskopa kod Bona ima prečnik od 100 m.



U Zelenčuskoj opservatoriji na Kavkazu, na visini od 2100 m, nalazi se radio teleskop RATAN 600, koji ima kolektor u obliku prstena prečnika 576 m.



Aresibo (Portoriko)
305 metara



Five hundred meter Aperture
Spherical Telescope
FAST (Kina)
500 metara
First „light“ 25.09.2016



JODIE
FOSTER

MATTHEW
McCONAUGHEY

On July 11th,
take a journey
to the heart
of the universe.

CONTACT

WARNER BROS. PRESENTS

SOUTH SIDE AMUSEMENT COMPANY PRODUCTION A FILM BY ROBERT ZEMECKIS

JODIE FOSTER MATTHEW McCONAUGHEY "CONTACT" JAMES WOODS JOHN HURT TOM SKERRITT ANGELA BASSETT

ALAN SILVESTRI AND ARTHUR SCHMIDT MUSIC BY EDWARD VERREANY COSTUME DESIGNER DON BURGESS EXECUTIVE PRODUCERS CARL SAGAN ANN DRUYAN PRODUCED BY JOAN BRADSHAW LYNDA OBST

SCREENPLAY BY CARL SAGAN AND ANN DRUYAN DIRECTED BY CARL SAGAN EXECUTIVE PRODUCERS JAMES V. HART MICHAEL GOLDENBERG PRODUCED BY ROBERT ZEMECKIS AND STEVE STARKEY

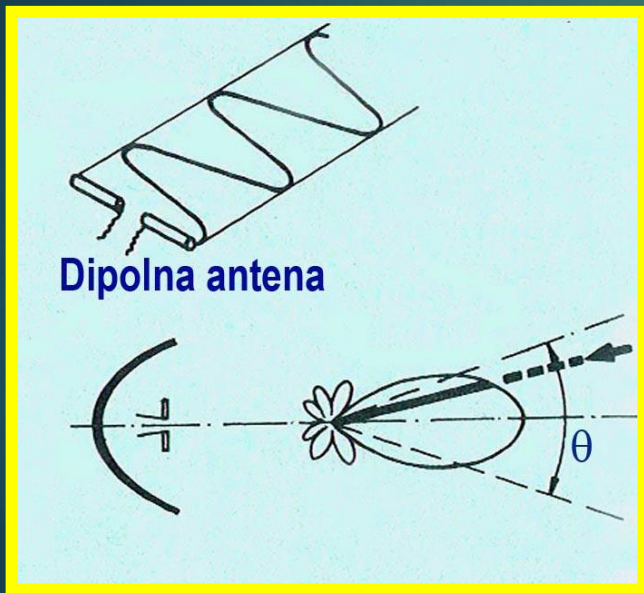
PG PARENTAL GUIDANCE SUGGESTED
SOME MATERIAL MAY BE INAPPROPRIATE FOR CHILDREN

www.contact-themovie.com

A FILM BY ROBERT ZEMECKIS



Veliki problem u radio astronomiji je eliminacija šumova, koji najčešće potiču sa Zemlje i koji su znatno intenzivniji od posmatranog signala. Zato se danas razvijaju metode za razdvajanje pravilnih radio signala nebeskih radio izvora od znatno složenijih šumova stohastičke prirode.



Osetljivost radio teleskopa najveća

je za zračenje koje dolazi iz pravca

vizure, a zbog difrakcije brzo se menja sa povećanjem ugla odstupanja od ovog pravca.

Zato je

potrebno poznavanje dijagrama

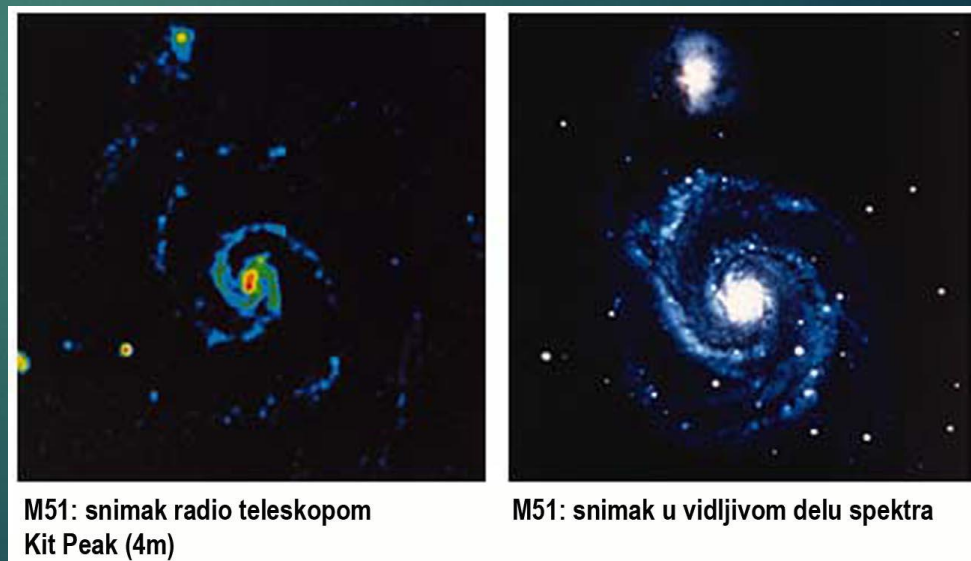
osetljivosti – funkcije

osetljivosti od

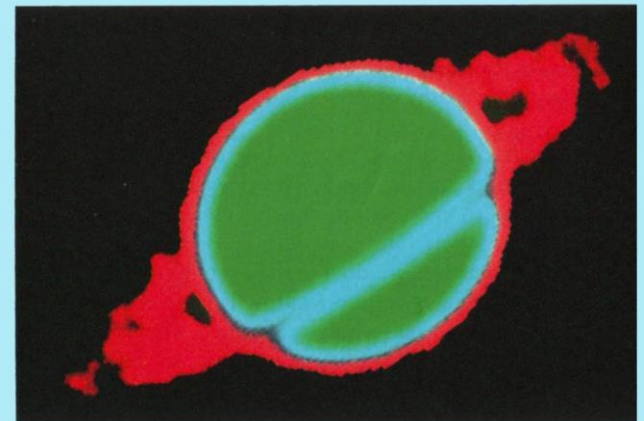
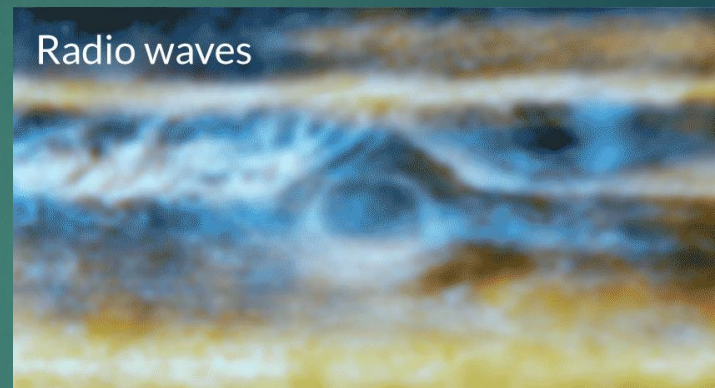
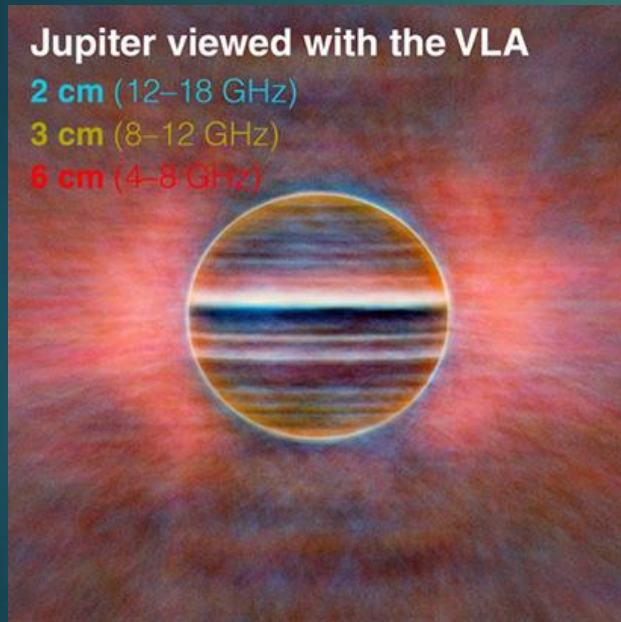
pravca u polarnim

Razdvojni ugao radio teleskopa jednak je polovini ugaone širine dijagrama usmerenosti.

U fluksu kolektora radio teleskopa ne formira se slika, već se radio fotometrom dobija raspodela intenziteta radio zračenja koje potiče od fokusiranog izvora. Povezivanjem tačaka sa istim intenzitetom zračenja dobijaju se radio izofote. Njihovo poznavanje daje dodatnu sliku o strukturi



Kompjuterskom obradom radio izofota u „lažnim bojama” može se dobiti slika kosmičkog objekta. Ona se često drastično razlikuje od slike dobijene u optičkom delu spektra.



Snimak Saturna u vidljivom i radio području

Za povećanje razdvojne moći radio teleskopa koriste se radio interferometri – radio vezom spregnuti pojedinačni radio teleskopi.

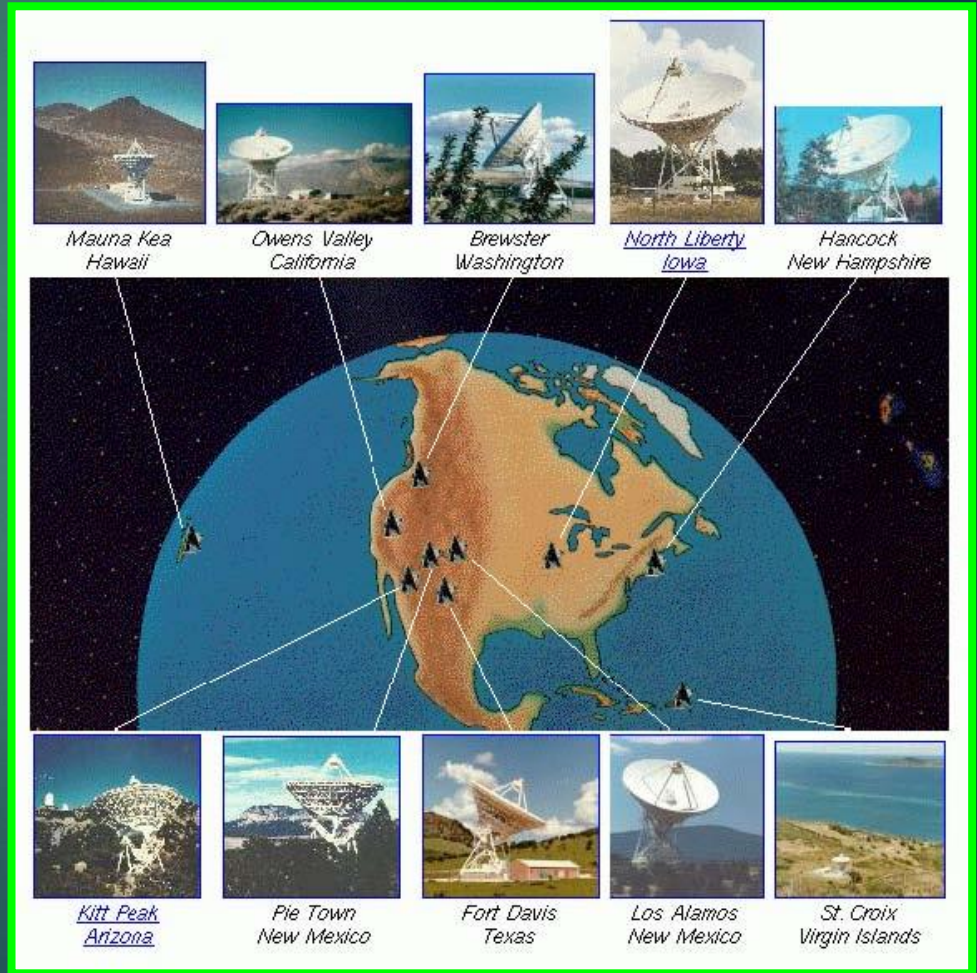


Interferometar u Novom Meksiku (dužina "krsta" 30 km sa 27 radio-antena)

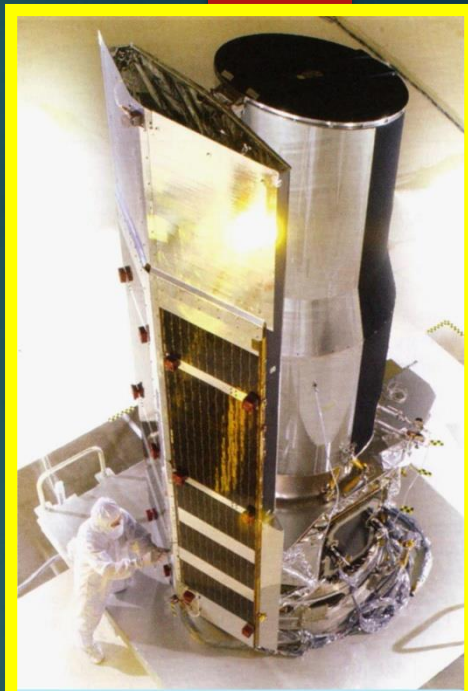
VLBA je radio interferometar u SAD kod kojeg se koriste radio teleskopi na havajskom ostrvu Mauna Kea i na Devičanski ostrvima. Tu baza iznosi 8000 km i postiže se ugaono razdvajanje od 0.001". Koriste se i drugi uređaji (MERLIN, VLBI, itd.).



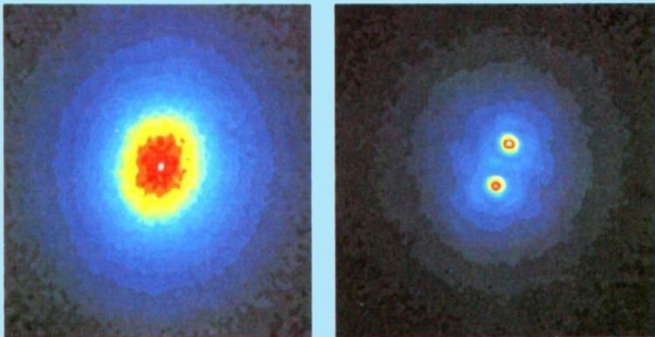
Very Long Baseline Array



U poslednjih par decenija istraživanje Kosmosa obavlja se i u drugim oblastima e.m. zračenja. To se uglavnom radi na taj način što se detektori zračenja pomoću balona ili satelita šalju izvan Zemljine ~~Totno~~ atmosfere slučaja sa IC teleskopima.



Spicerov kosmički teleskop
Najveći IC teleskop, postavljen
u orbiti oko Zemlje 2003. godine



Snimak dvojne zvezde u bliskoj IC oblasti, snimljen na kanadsko-francusko-havajskom teleskopu (Mauna Kea), bez adaptivne optike za atmosferske smetnje (levo) i sa njom (desno)



Od golubova do Nobelove nagrade



- ▶ 1950 – teorijsko predviđanje
- ▶ 1964 – otkriće kosmičkog mikrotalasnog pozadinskog zračenja (CMB)
- ▶ 1978 – Nobelova nagrada (Penzias i Wilson)

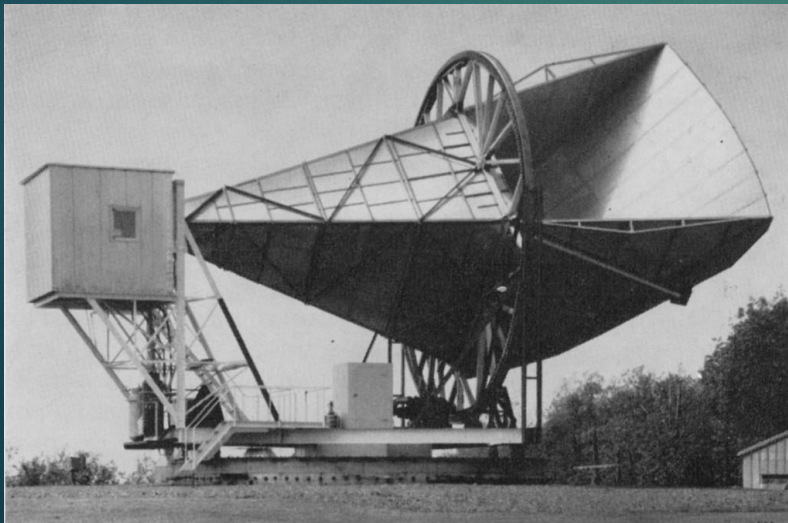
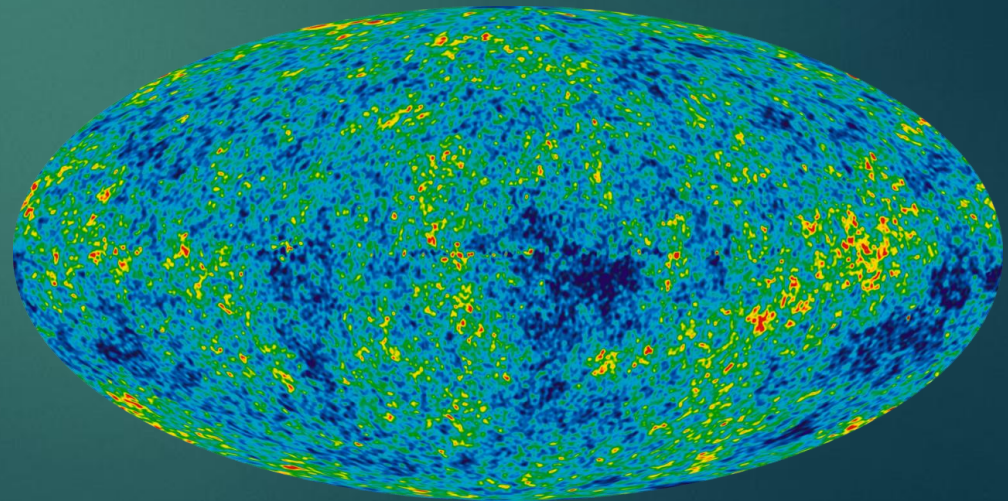
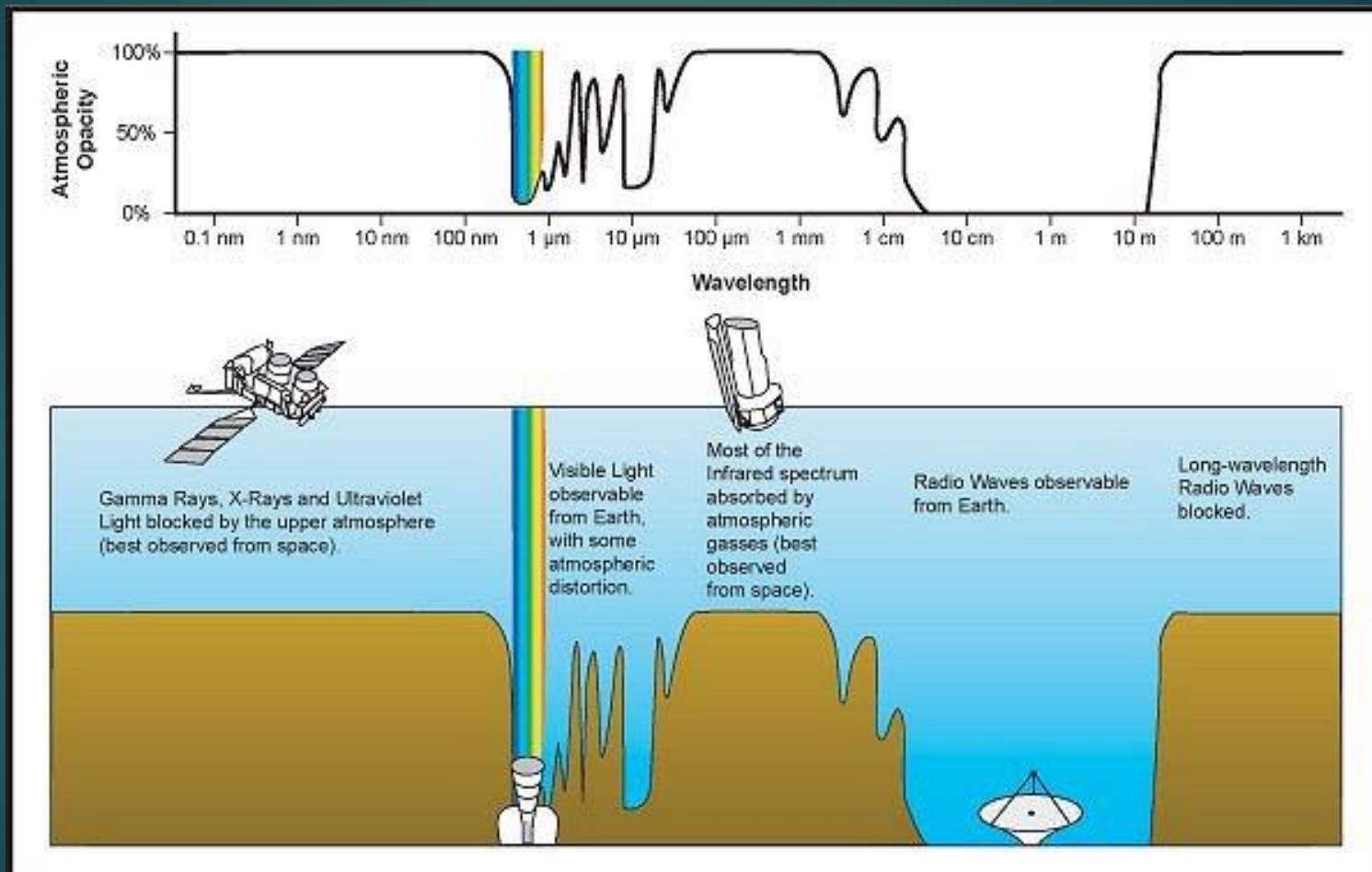


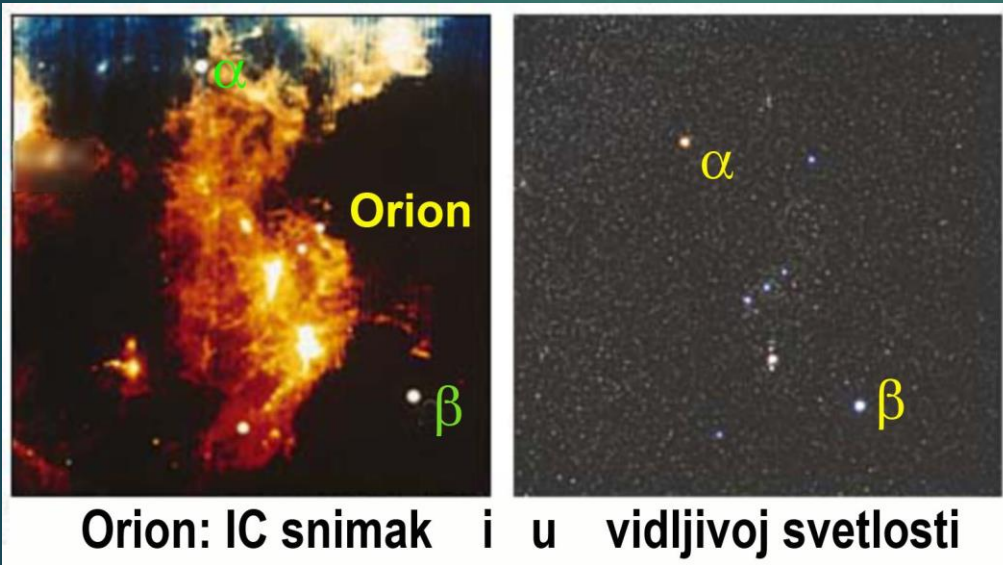
Fig. 2 — Horn-reflector antenna used in Project Echo experiment.



Atmosfera Zemlje i EM zračenje



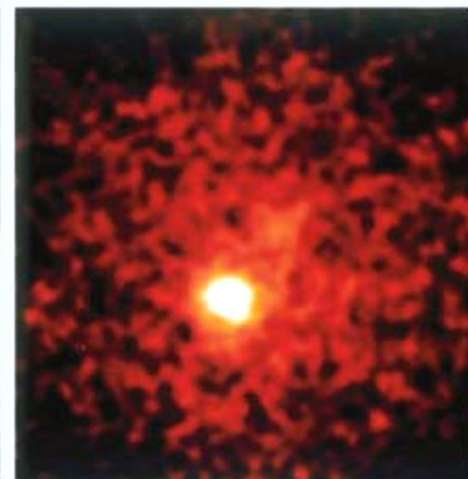
Metode IC astronomije su u punom zamahu razvoja.



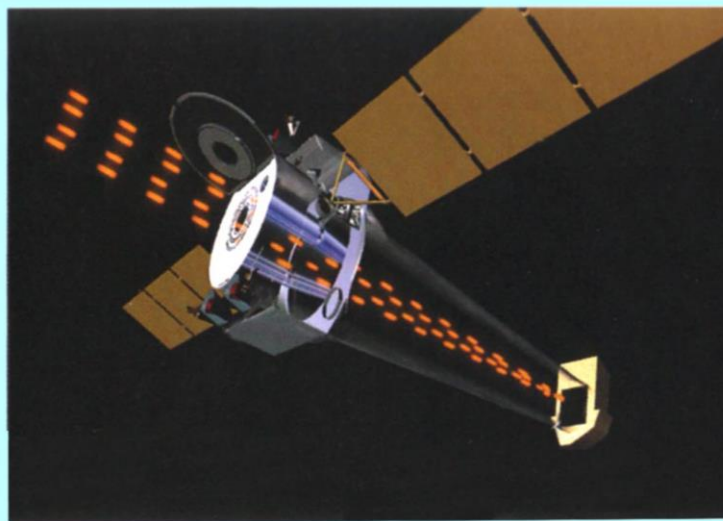
*Razvijaju se i metode
UV, X i gama
astronomije.*



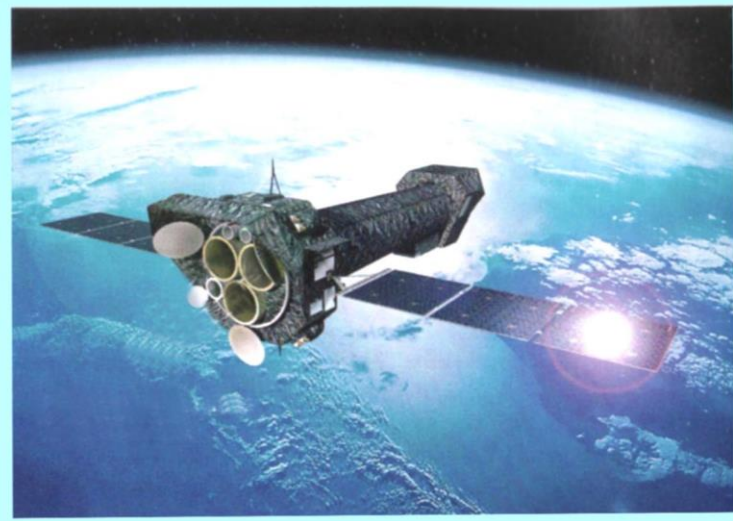
**Gamma-Ray
Observatory**



**Gama snimak galaksije
3C279**



Sateliti sa instrumentima za snimanje u oblasti X zračenja
Chandra: satelit NASA, lansiran 1999. godine, mase 5t, dužine 13 m, sa rendgenskim teleskopom visoke rezolucije



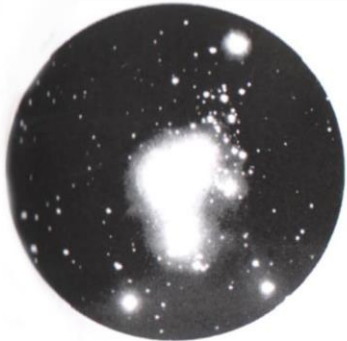
XMM-Newton: satelit ESA, lansiran 1999. godine. Ima 3 rendgenska teleskopa, kao i teleskope za vidljivo i UV zračenje

Ove metode daju potpuno nova saznanja o procesima u kosmičkim objektima.

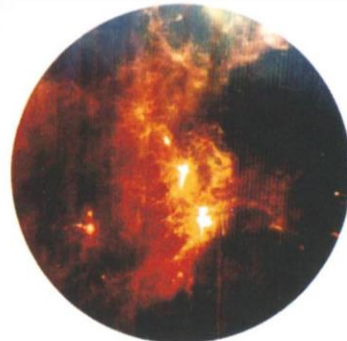


Snimak galaksije M74 u rendgenskoj oblasti

Snimci Oriona



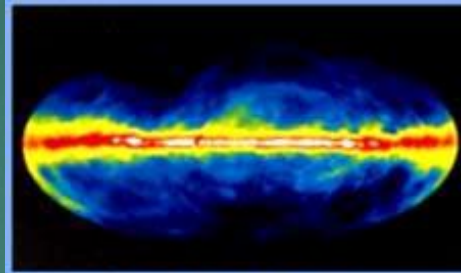
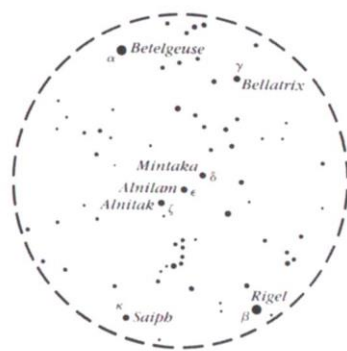
UV oblast



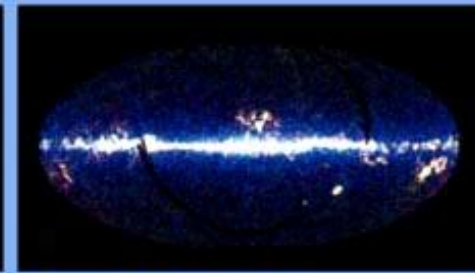
IC oblast



Optička oblast



snimak u radio oblasti



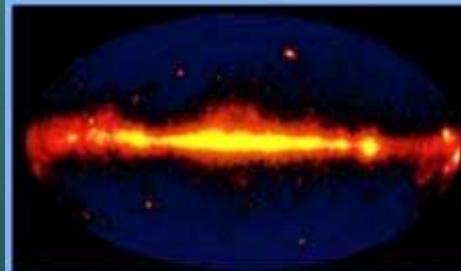
snimak u IC oblasti



snimak u vidljivoj oblasti

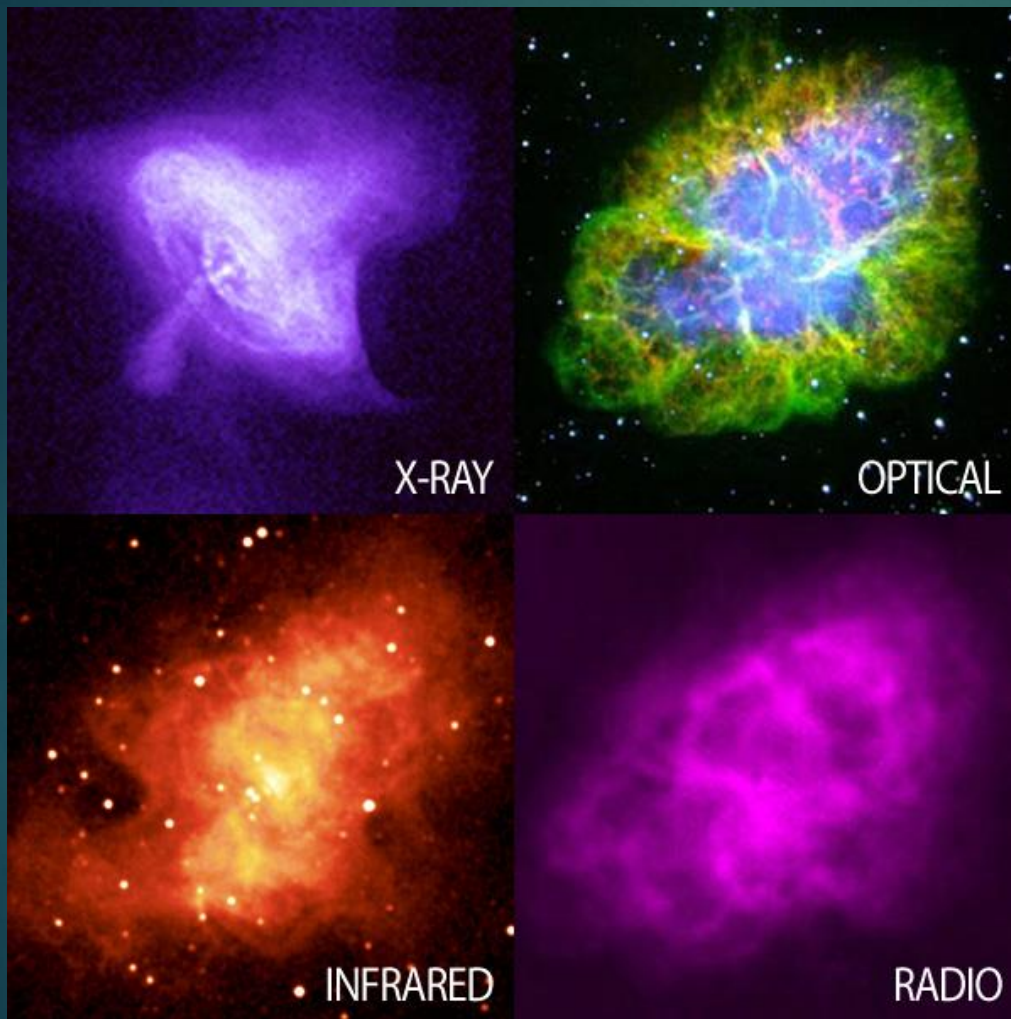


snimak u rendgenskoj oblasti



snimak u gama oblasti

Mlečni put



Maglina Raka u sazvežđu Bika nastala je nakon eksplozije supernove 1054. godine. širina magline je oko 6 s.g. a od nas je udaljena oko 6000 s.g. U njenom središtu je pulsar – brzo rotirajuća neutronska zvezda, čija se osa rotacije ne podudara sa osom njenog magnetnog polja.

„Teleskopi“ ispod Zemlje?



Detektori neutrina:

- Ice Cube
- Subaru
- Super Kamiokande

