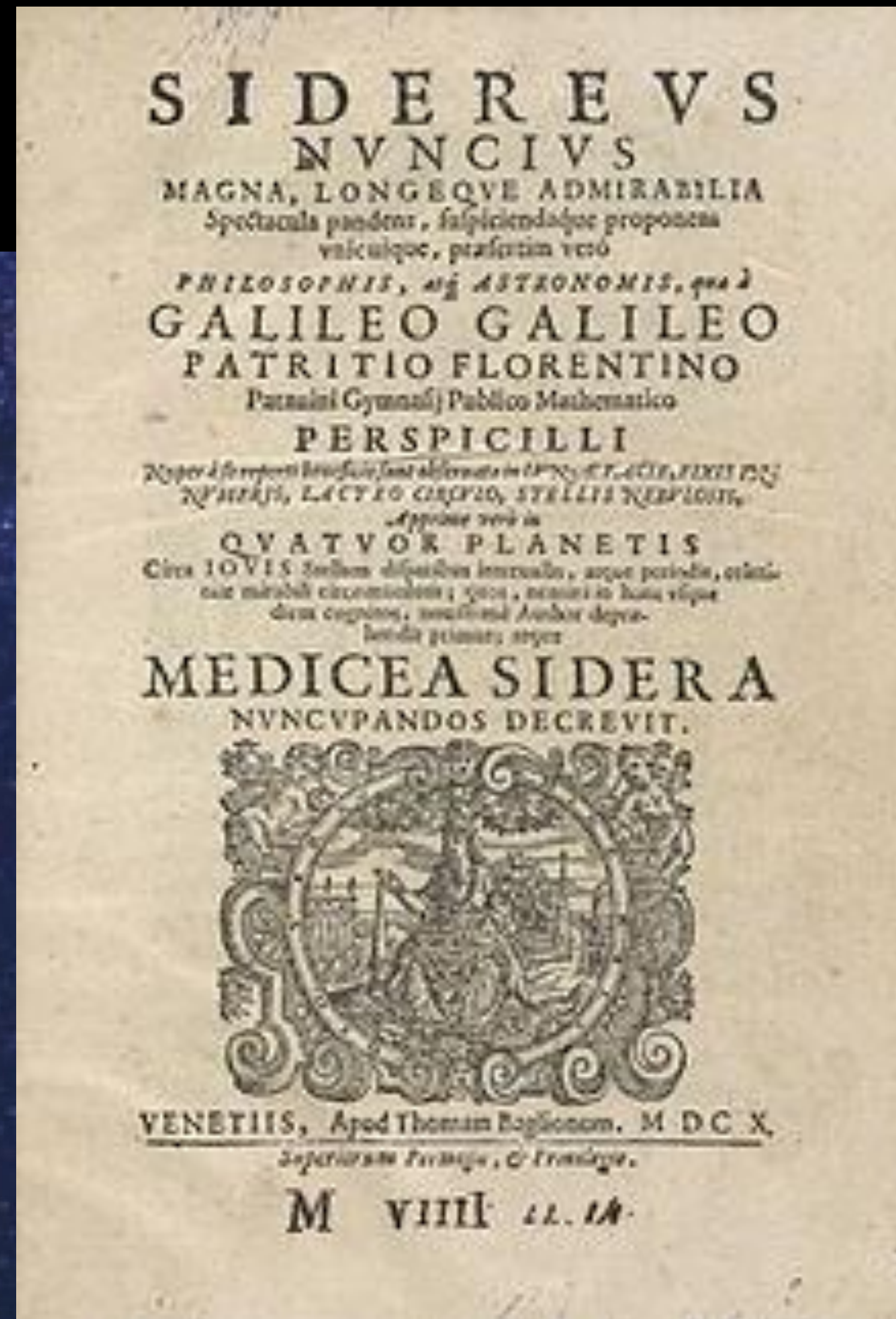


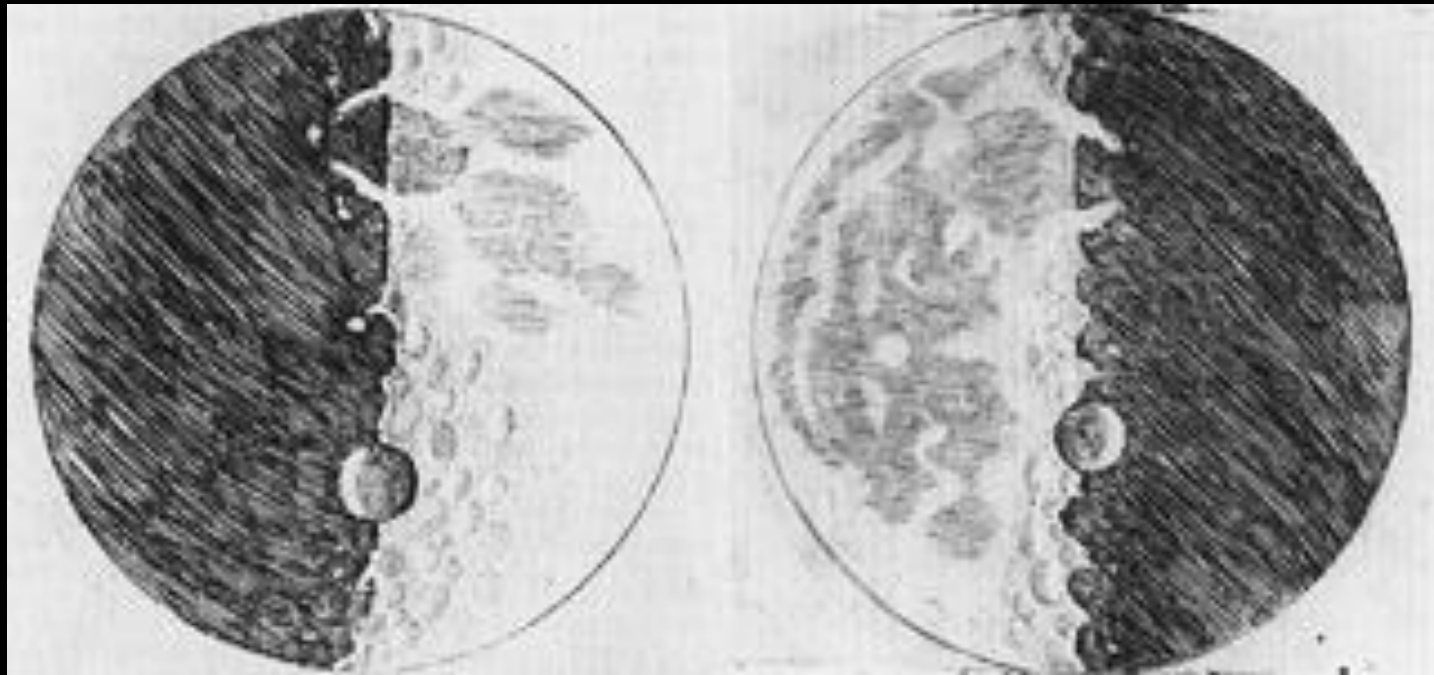
Svemirski čauši/glasnici (Sidereus Nuncius)



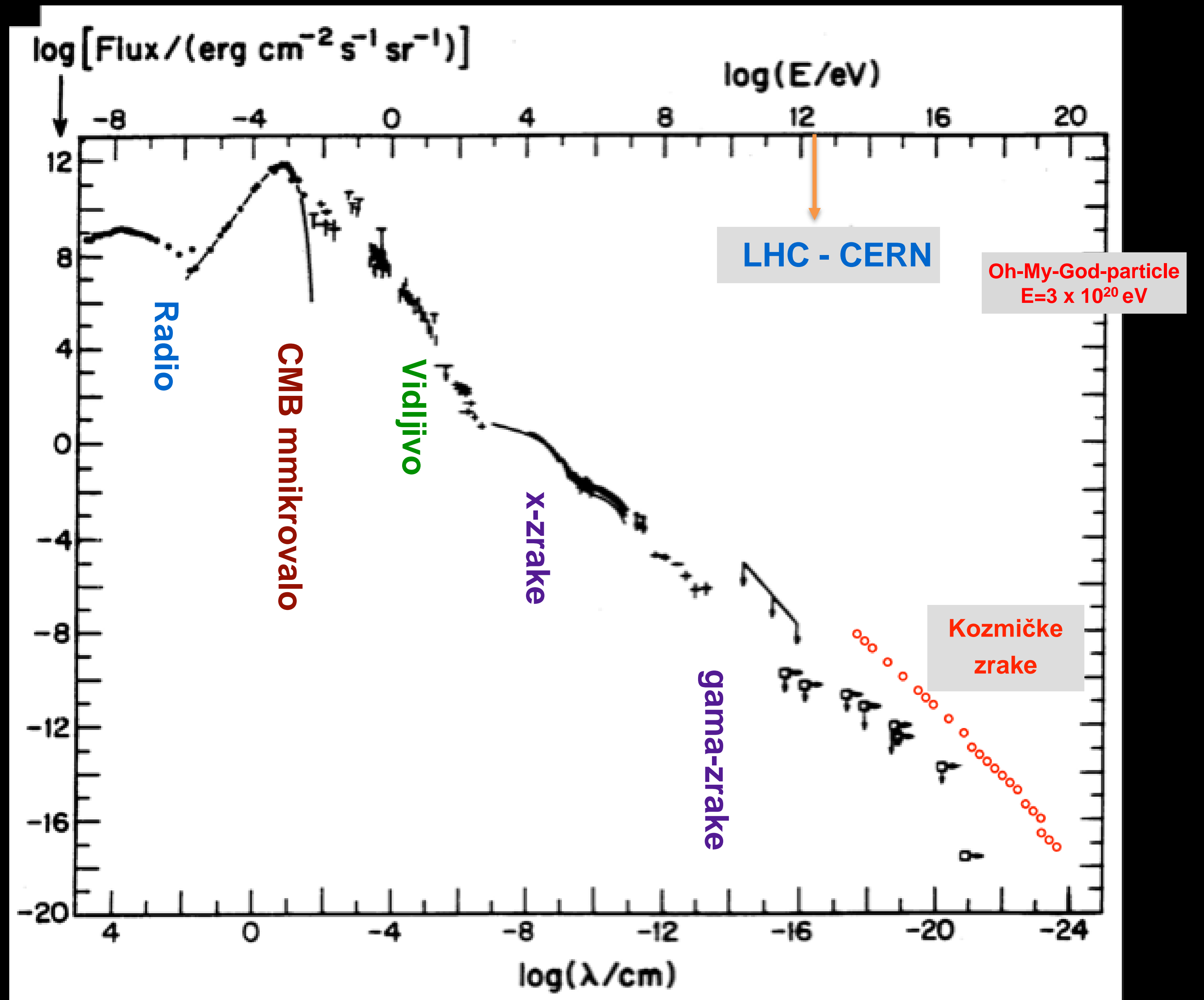
Difuzni spektar kozmičkog elektromagnetskog zračenja



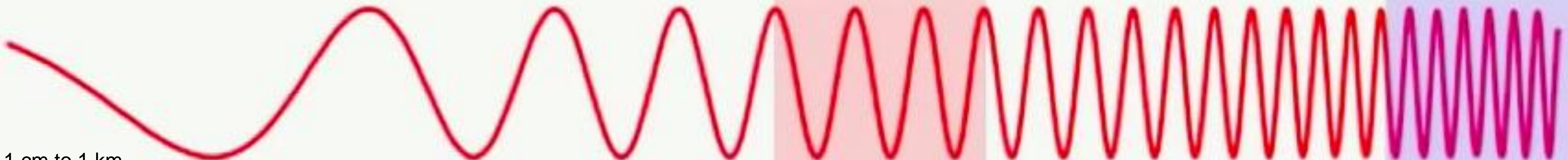
1610



400 godina



Spektar elektromagnetskih valova



1 cm to 1 km

Radio

10^3



Buildings

Microwave

10^{-2}



Humans

1 to 100 microns

Infrared

10^{-5}



Butterflies



Needle Point

Visible

0.5×10^{-6}



Protozoans

Ultraviolet

10^{-8}



Molecules

X-ray

10^{-10}



Atoms

Gamma ray

10^{-12}



Atomic Nuclei

Blue pale dot – naš dom



Voyager 1: Slika Zemlje s udaljenosti 6,4 milijarde kilometara

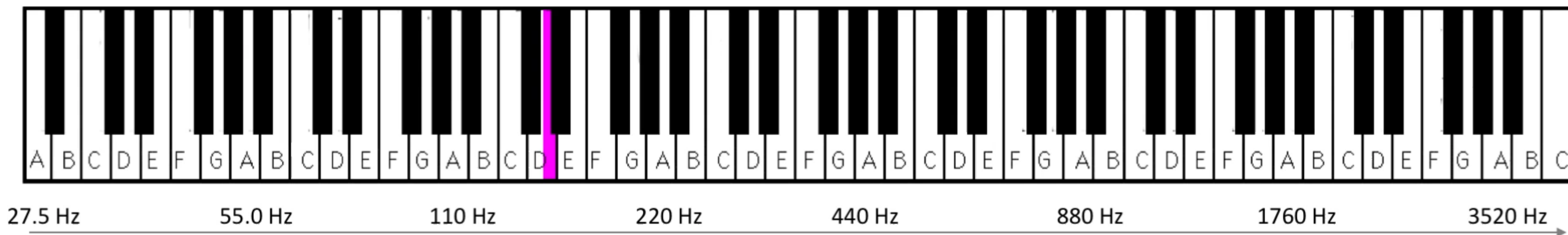
Zašto je potrebno otvoriti sve prozore

**Svaki dio spektra (prozor) nosi informaciju
o određenim fizikalnim procesima**

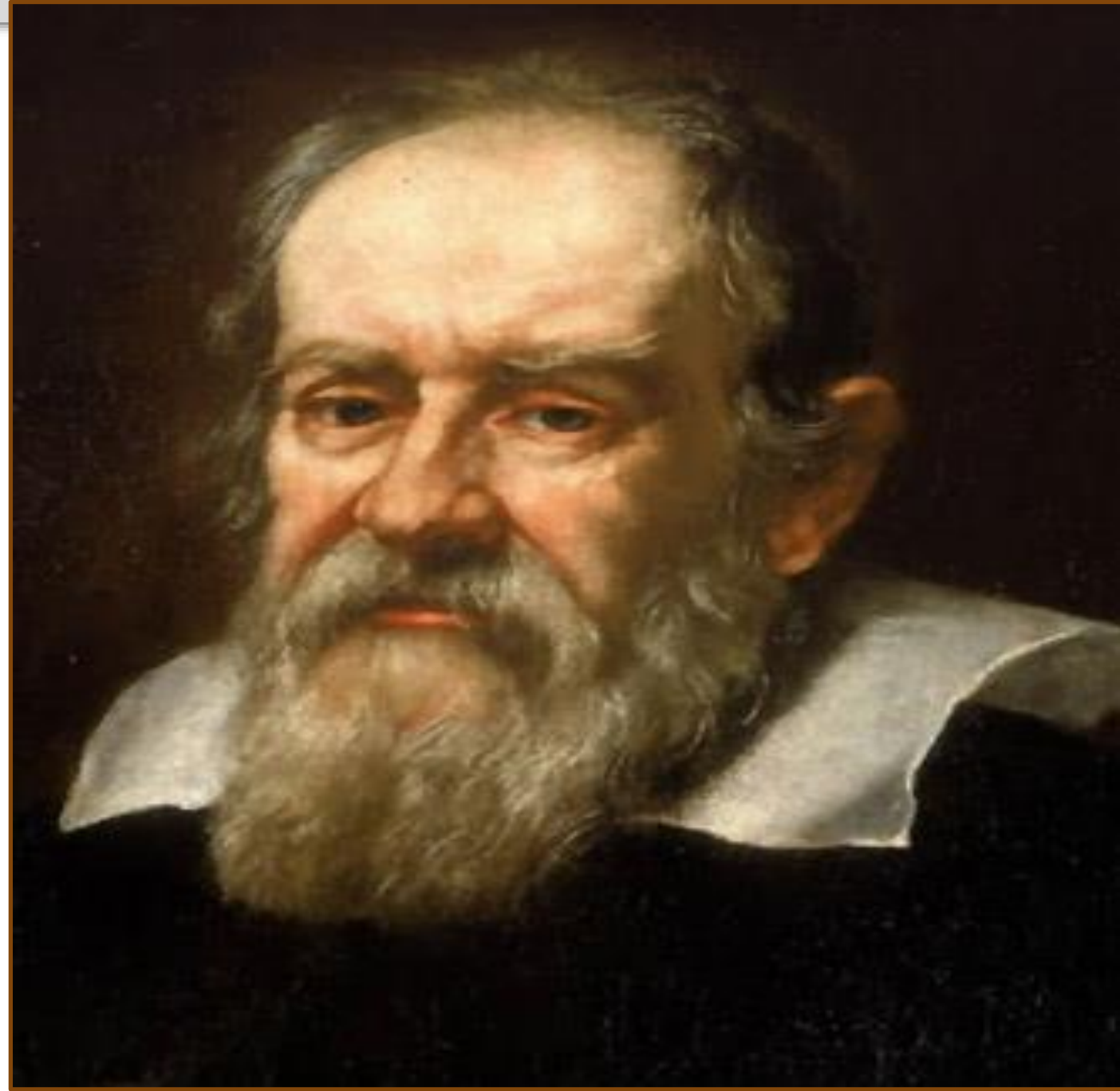


Sve svemirske note treba čuti

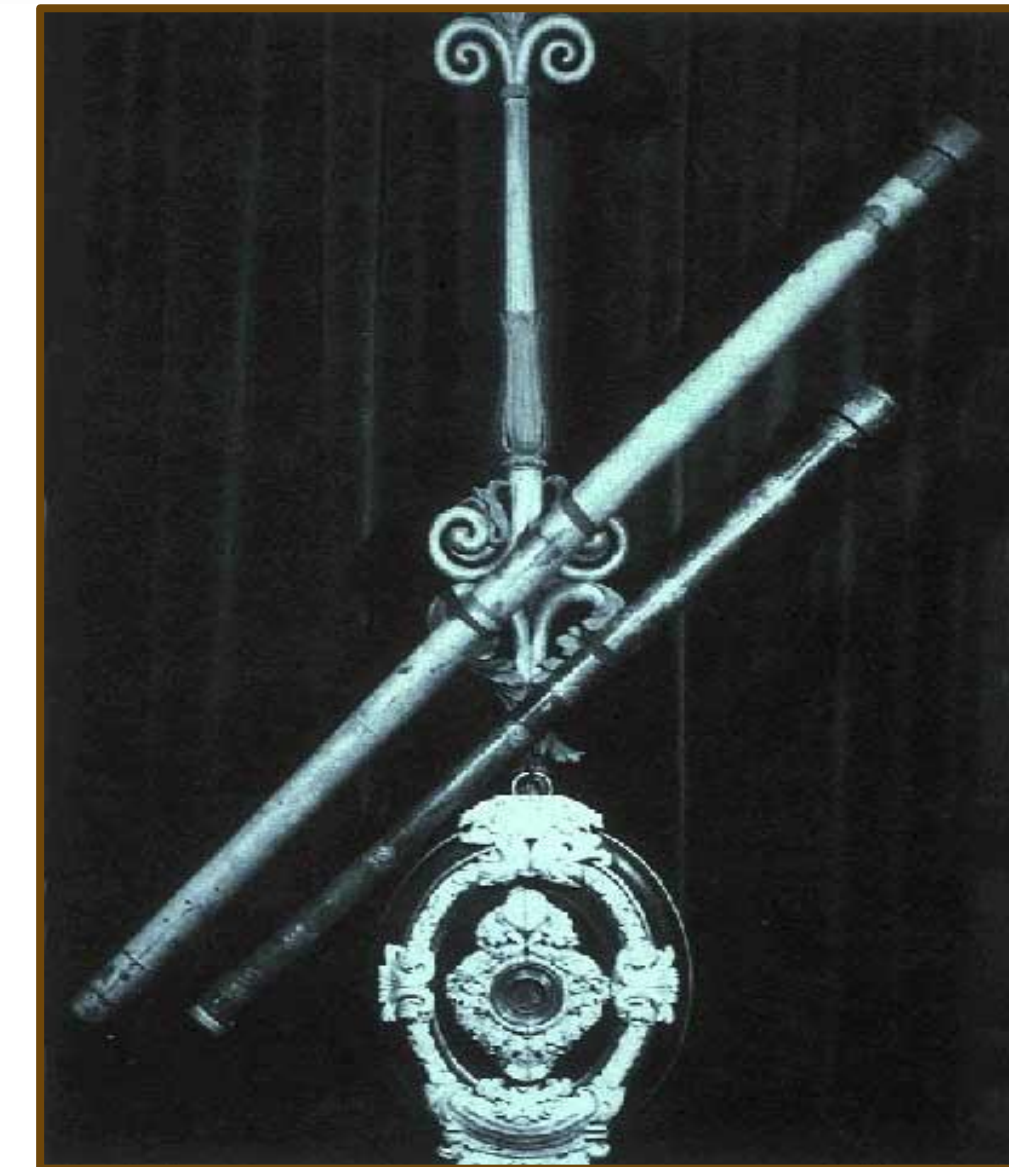
Notes Being Played



Kad je sve počelo



Galileo Galilei (1564 – 1642)



Galilean teleskop

- Ne zna se točno tko je prvi napravio teleskop, Lipperhey ili Janssen oko 1600.
- Zna se da je Galilei prvi usmjerio teleskop u nebo i otkrio: Mjesec nije ravan, tamne pjege na Suncu, 4 Jupiterova mjeseca, faze Venere.
- 25. kolovoza 1610 demonstrira svoj teleskop u Veneciji

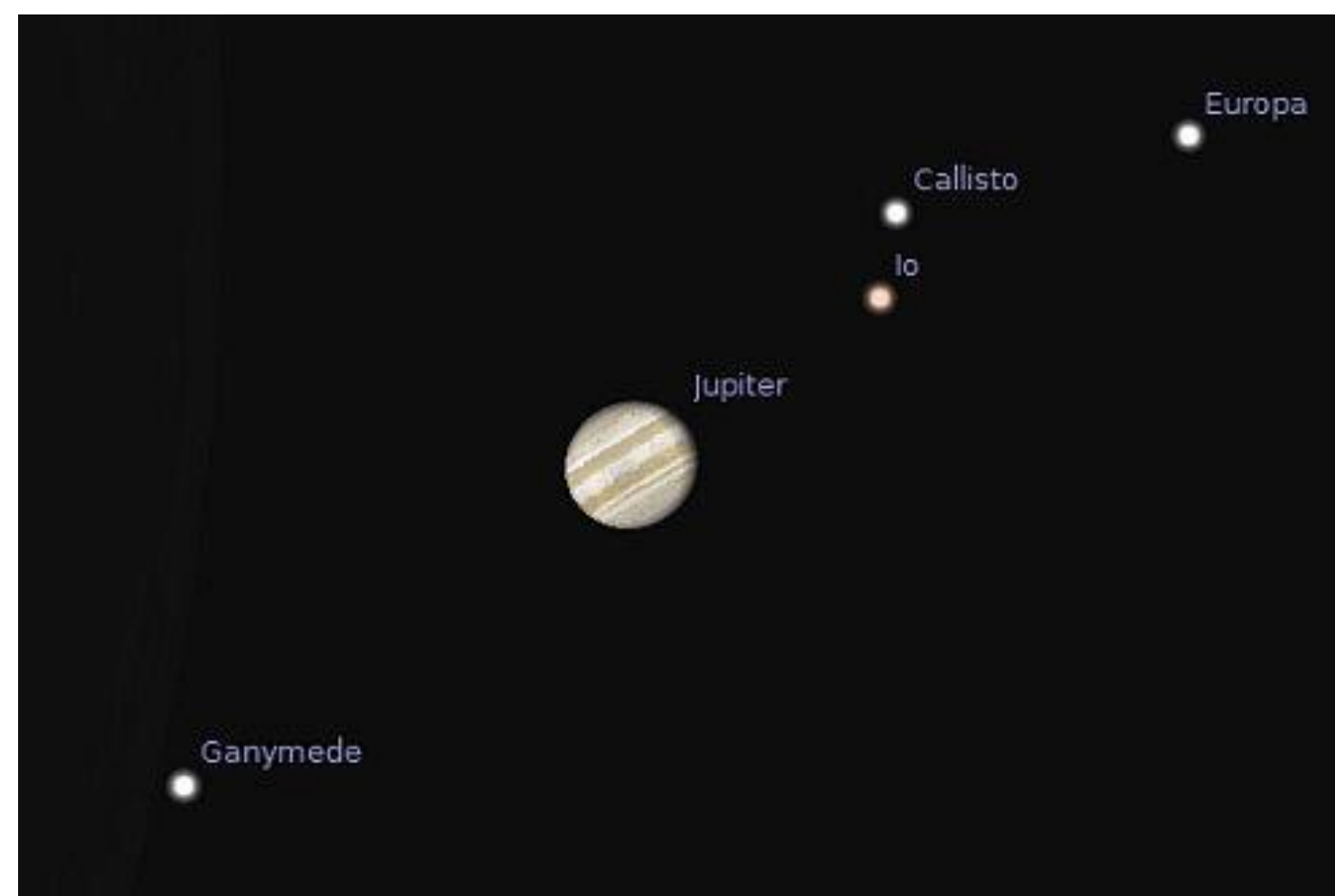
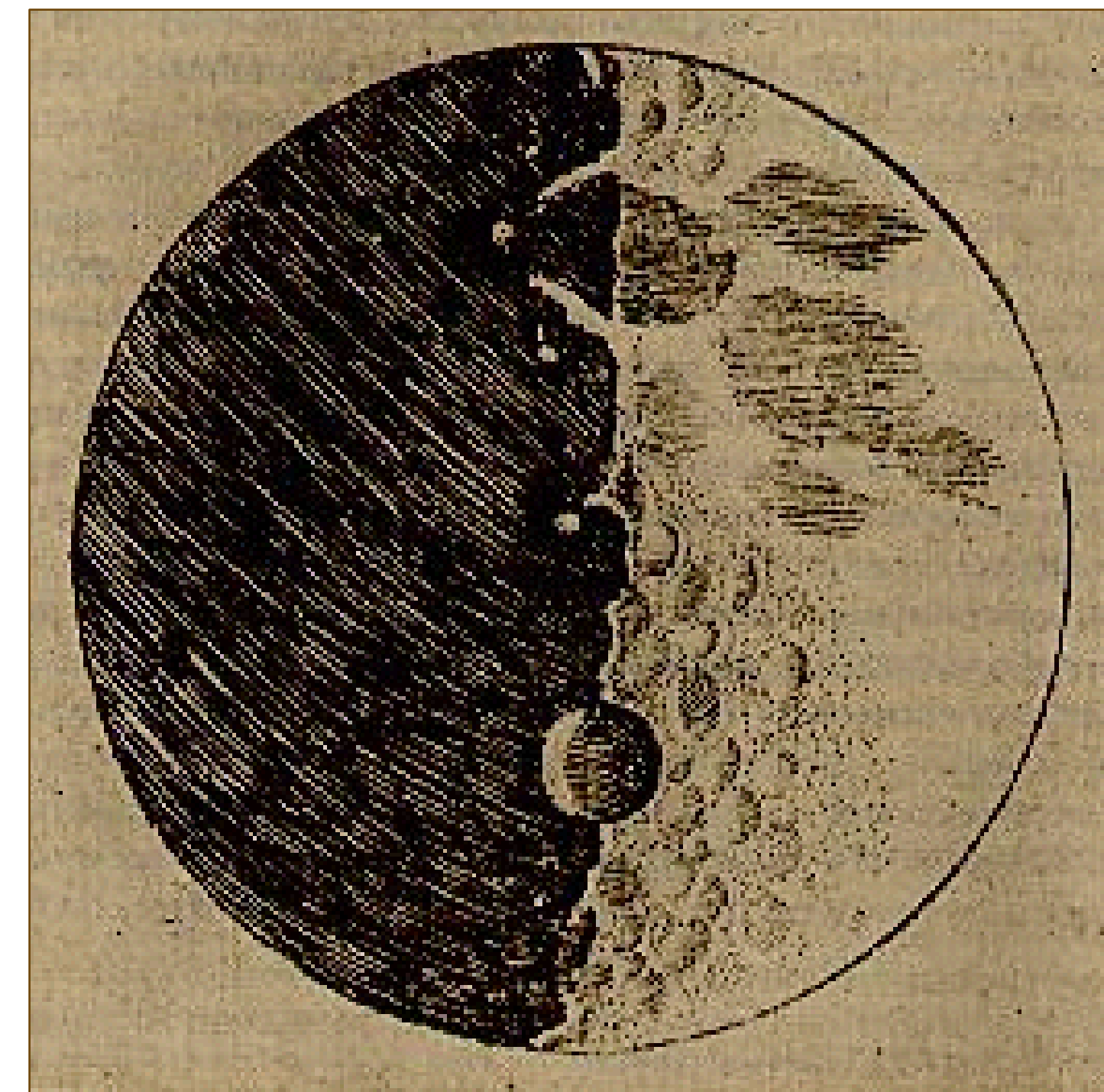


Od srebra do silicija (1)

- Prvi astronomi poput Galileja su morali biti i vješti crtači kako bi zabilježili svoja promatranja.
- Prvu fotografiju mjeseca J. W. Draper napravio 1840. Mala zrnca kristala srebrenog halida u emulziju izložena svjetlu postaju crna.
- Primjenom fotografije astronomija postaje objektivna, reproducibilna znanstvena metoda i znatno osjetljivija, duža ekspozicija znači više sakupljenog svjetla. Prvi put su uočeni objekti koje nije moguće vidjeti golim okom.

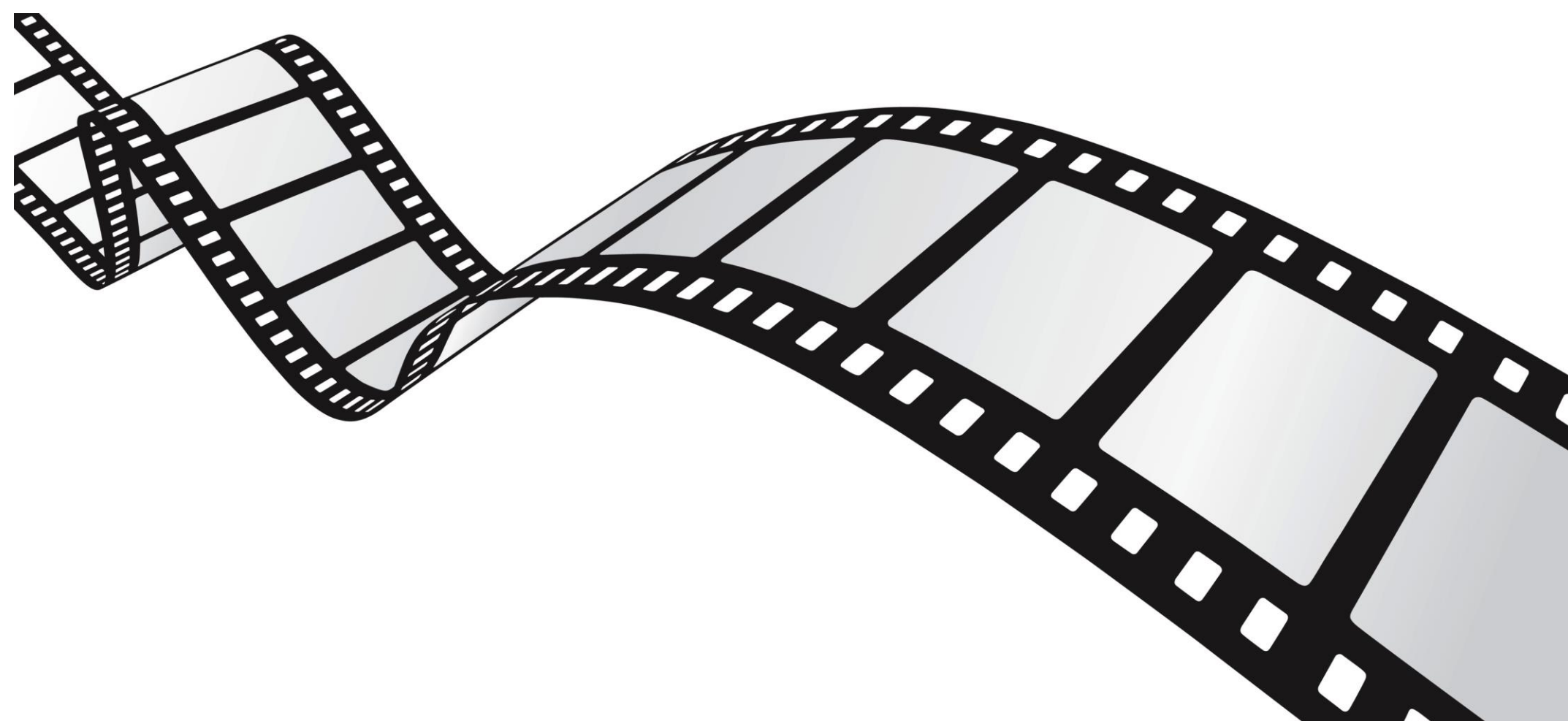
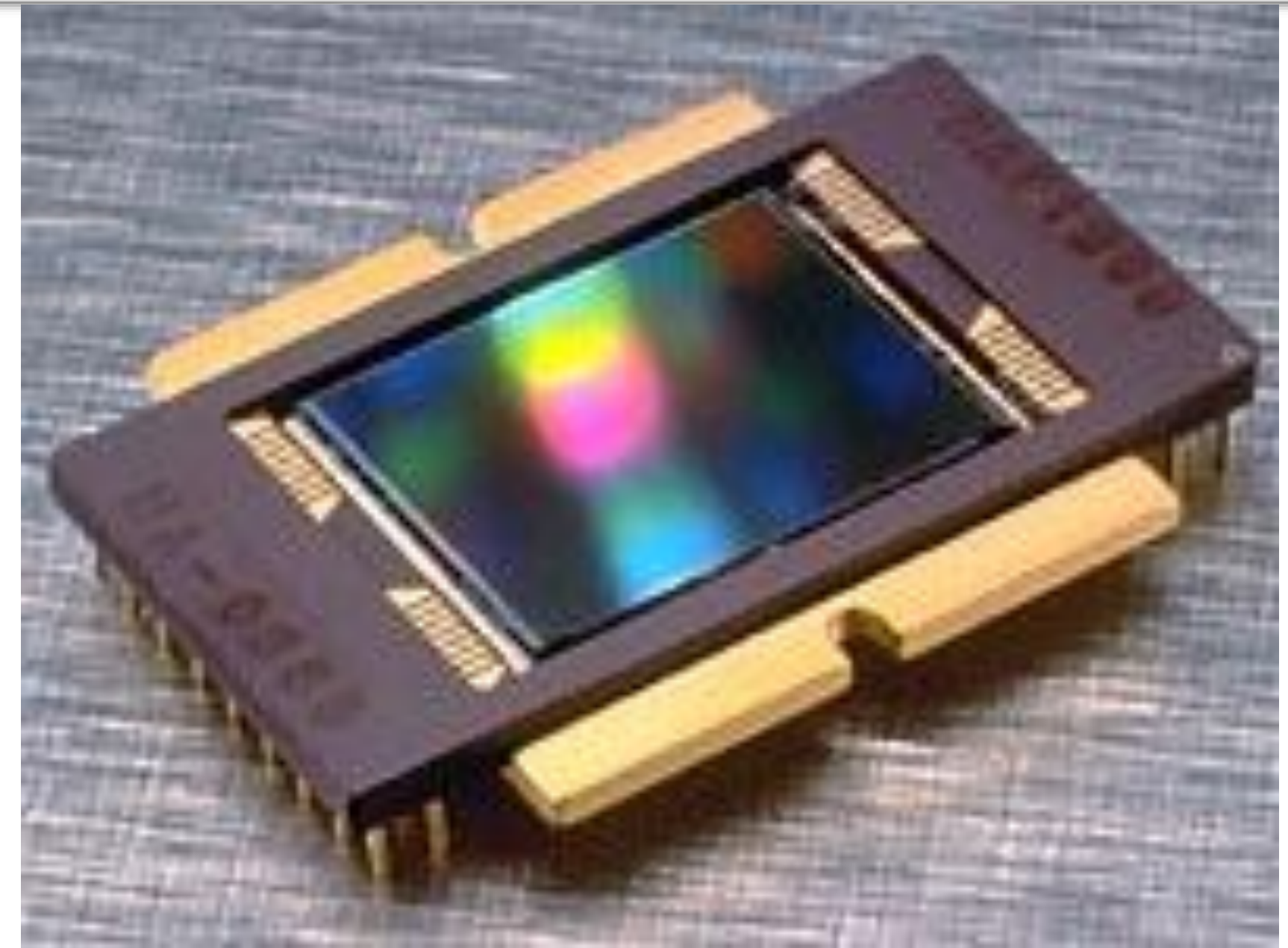
Observations de Jupiter
1610

20. Mars	○ * *
30. Mars	* * ○ *
2. Mars	○ * * *
3. Mars	○ * *
3. Mars	* ○ *
4. Mars	* ○ * *
6. Mars	* * ○ *
8. Mars H. 13.	* * * ○
10. Mars	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. Mars	* ○ *
13. Mars	* * ○ *
14. Mars	* * * ○ *



Od srebra do silicija (2)

- Za gotovo 100 puta povećala se sposobnost sakupljanja svjetla. (Osjetljivost na jedan jedini foton)
- Moguće snimiti vrlo slabe izvore u kratkom vremenu.
- Danas 15 cm teleskop (amaterski) opremljenim CCD kamerom sakupi jednaku količinu svjetla kao i 1 m teleskop iz 60-tih godina.



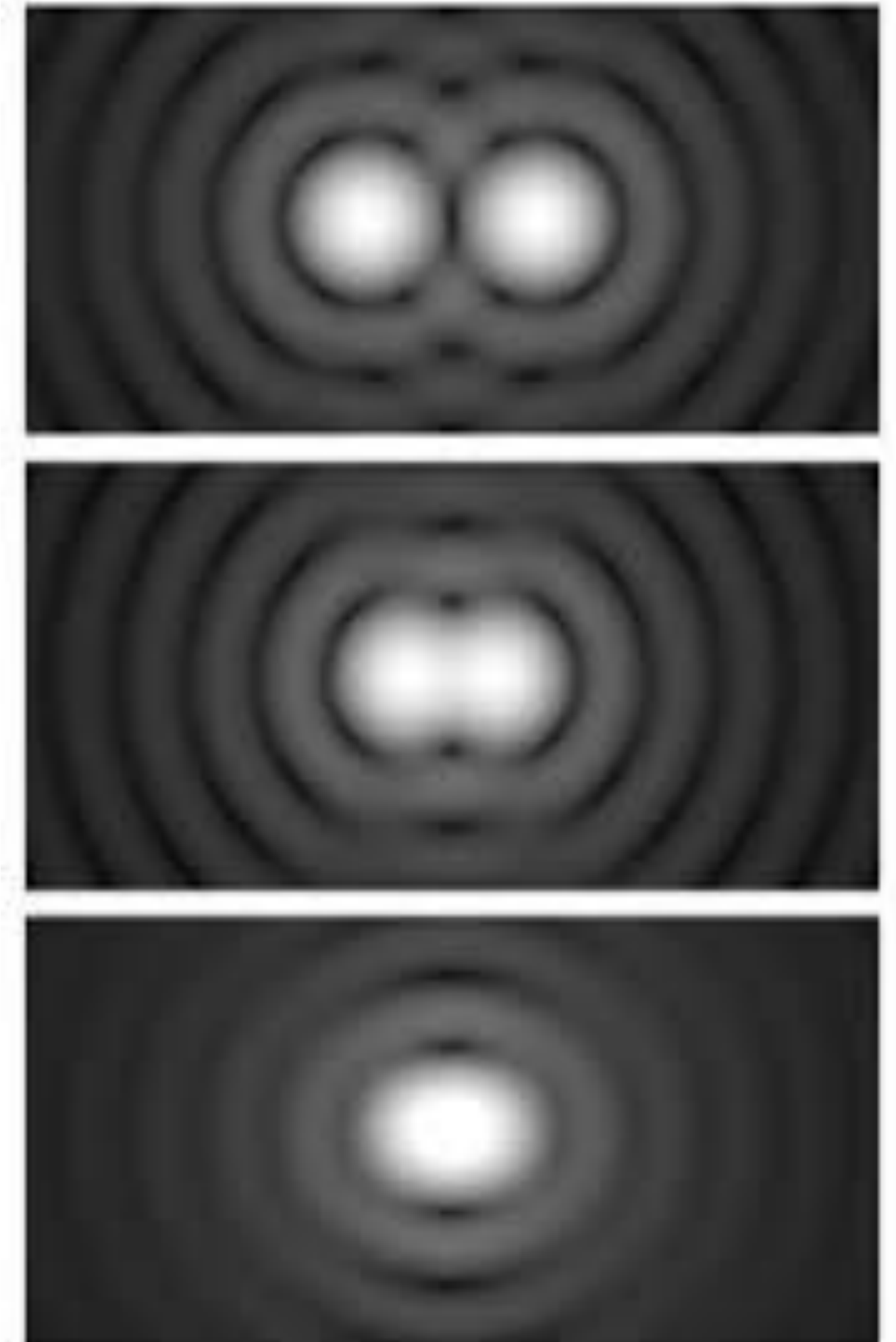
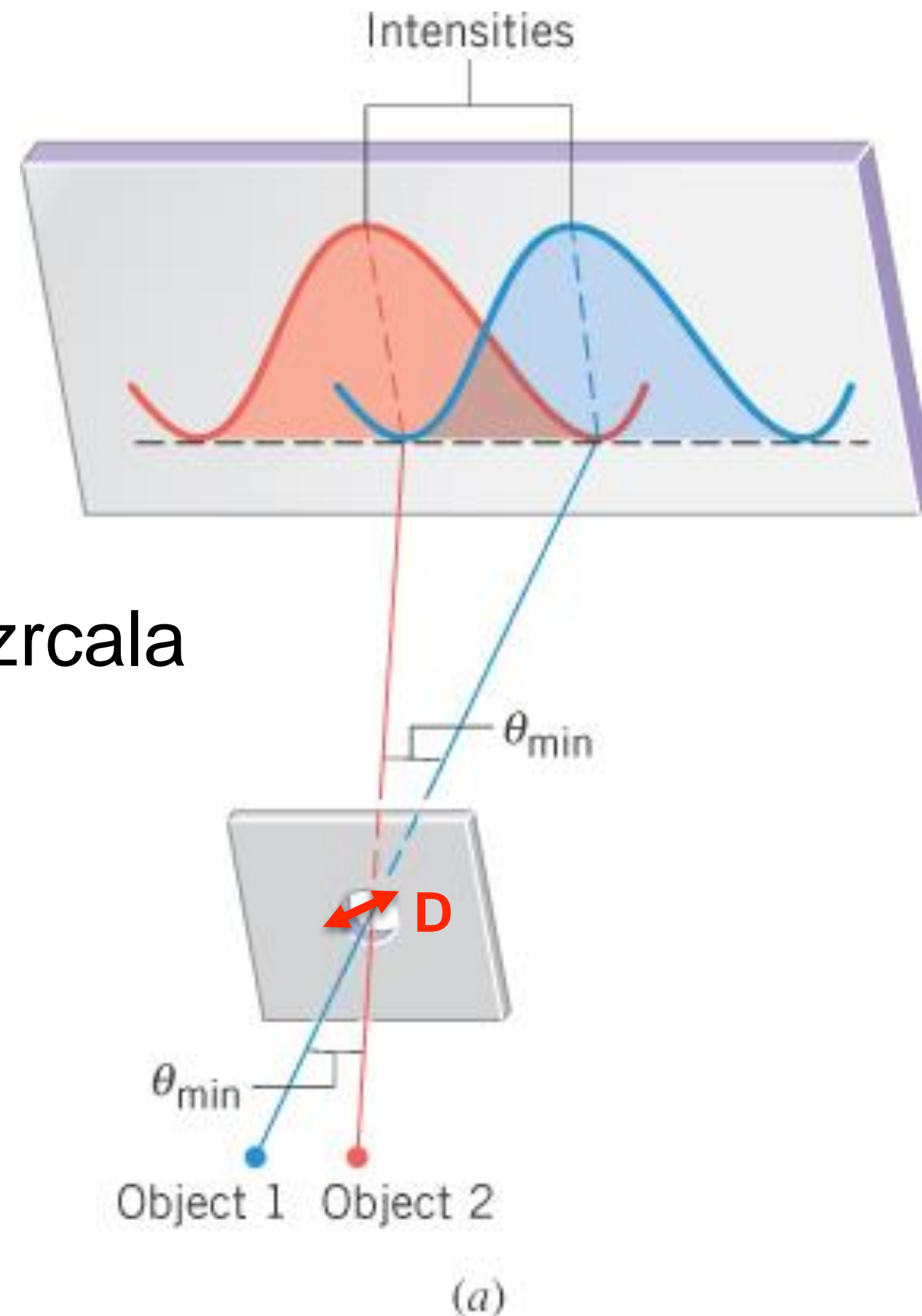
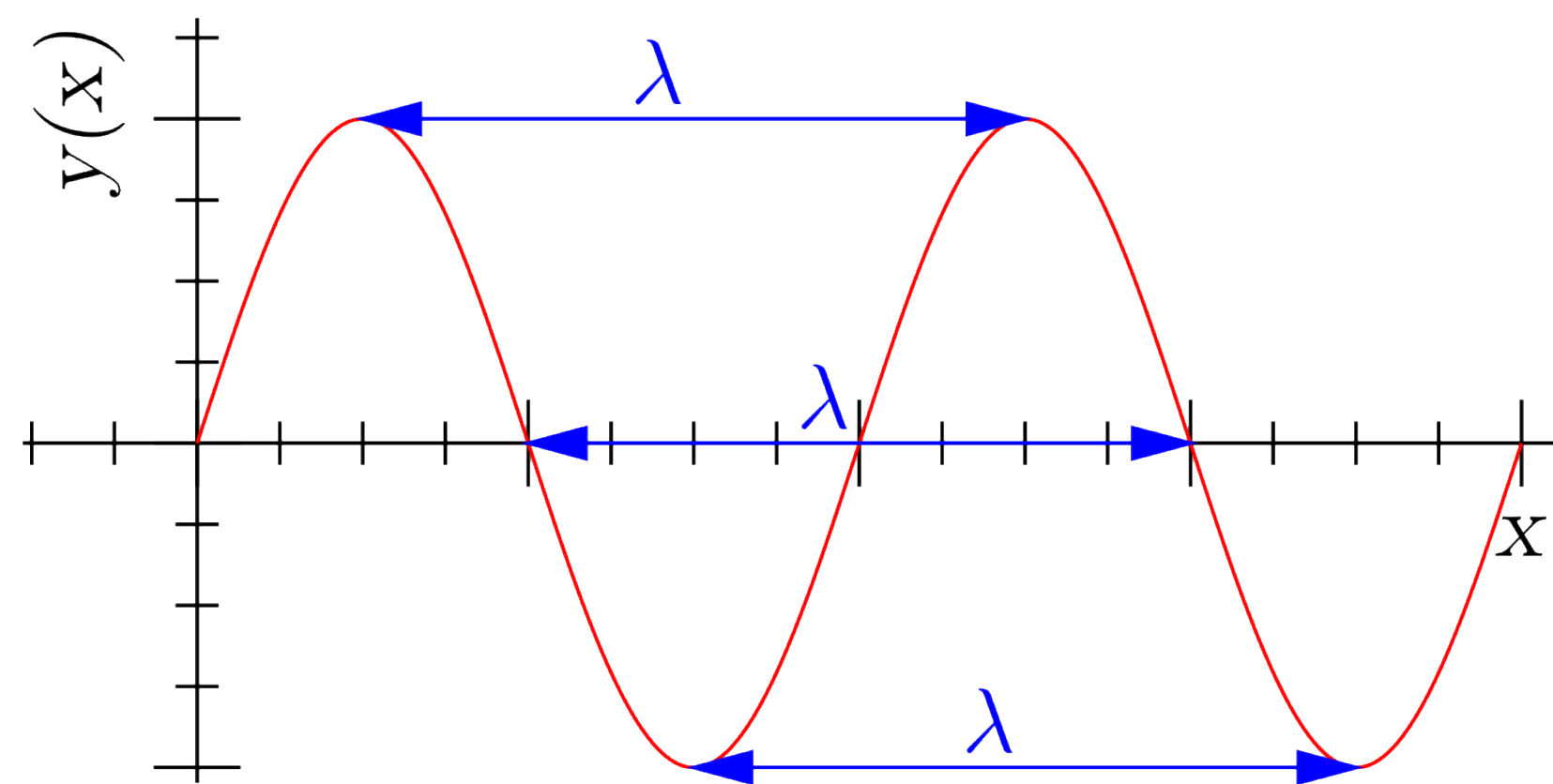
Kutno razlučivanje

Relacija koja definira minimalni kut između dva izvora koja se još mogu razlučiti

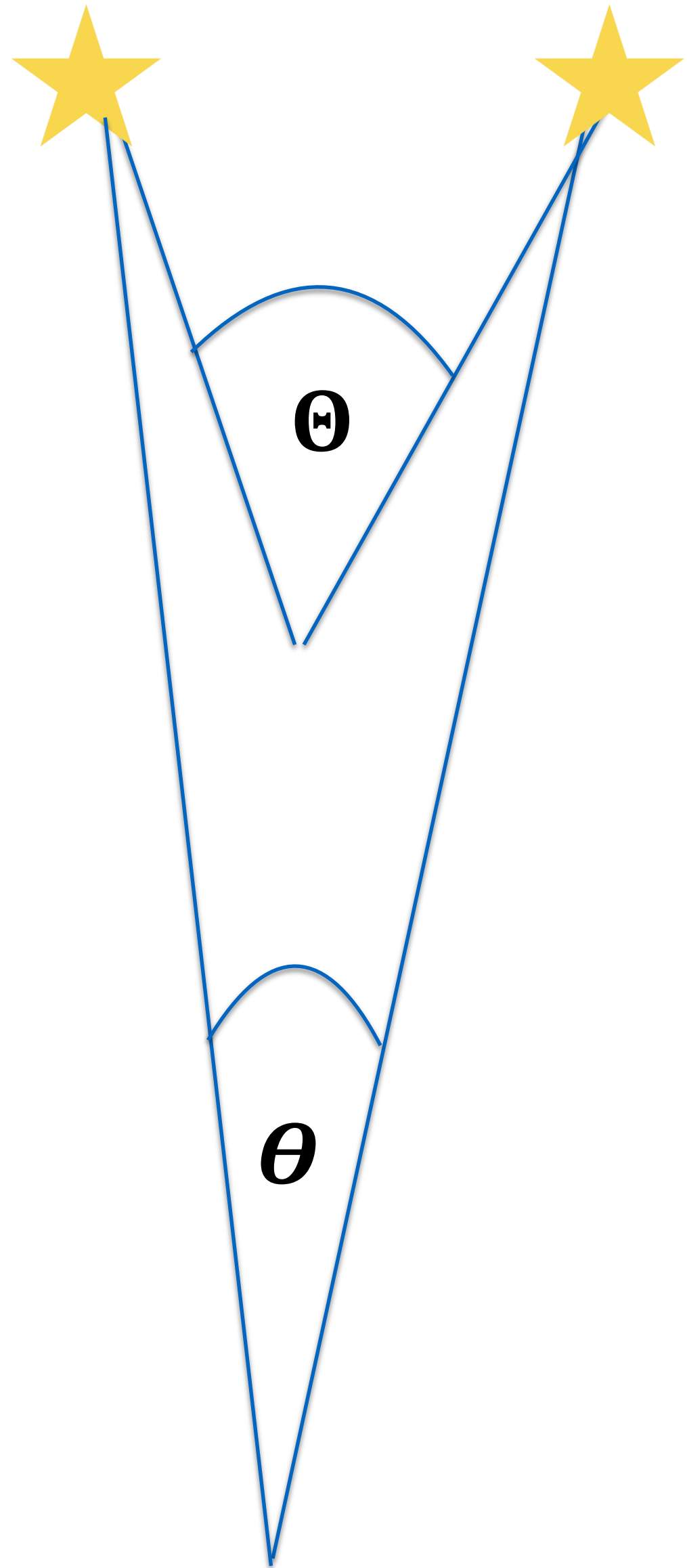
$$\theta_{\min} \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

λ - valna duljina (100 km do 10^{-18} m)

D - promjer kružnog otvora ili promjer zrcala



Koliko malo možemo vidjeti



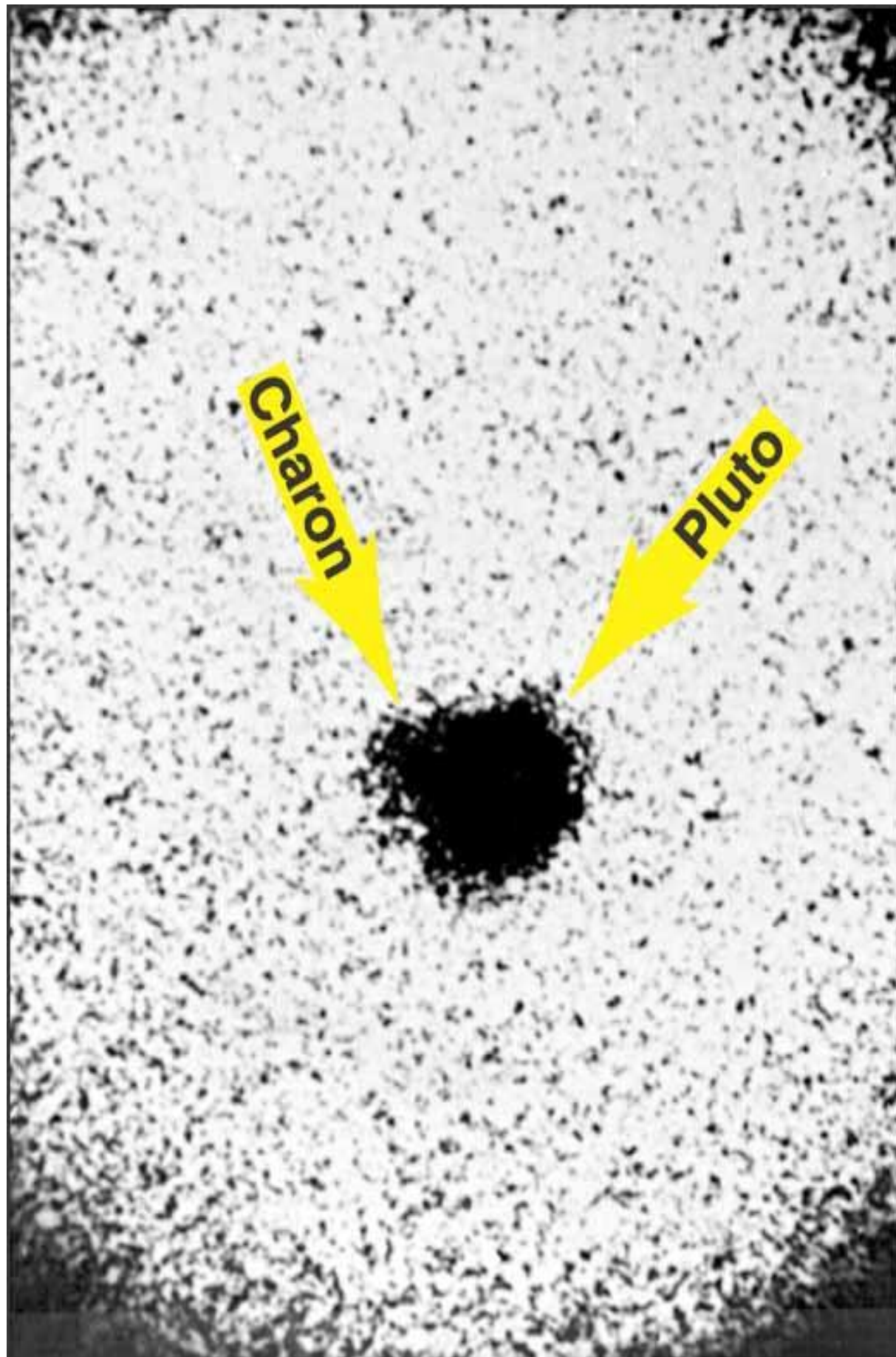
How Small Can We See?

Smallest Size $\approx \frac{\text{Wavelength}}{\text{Telescope Size}}$



Primjer razlučivanja

- Planet Pluton i njegov mjesec Charon
- Krajnje lijevo: Teleskop na Zemlji vidi razmazanu sliku planeta Plutona i njegovog mjeseca,
- Krajnje desno: "Hubble Space Telescope" jasno razlučuje i planet Pluton i njegov mjesec Charon.
- **Hubble Space Telescope može razlučiti dvije bliske zvijezde čija je kutna udaljenost oko $\theta_{\min} = 10^{-7}$ rad, ($0,05^\circ$) što je ekvivalentno mogućnosti razlučivanja dva objekta udaljena 1 cm na udaljenosti od 100 km.**



Hubble Space Telescope

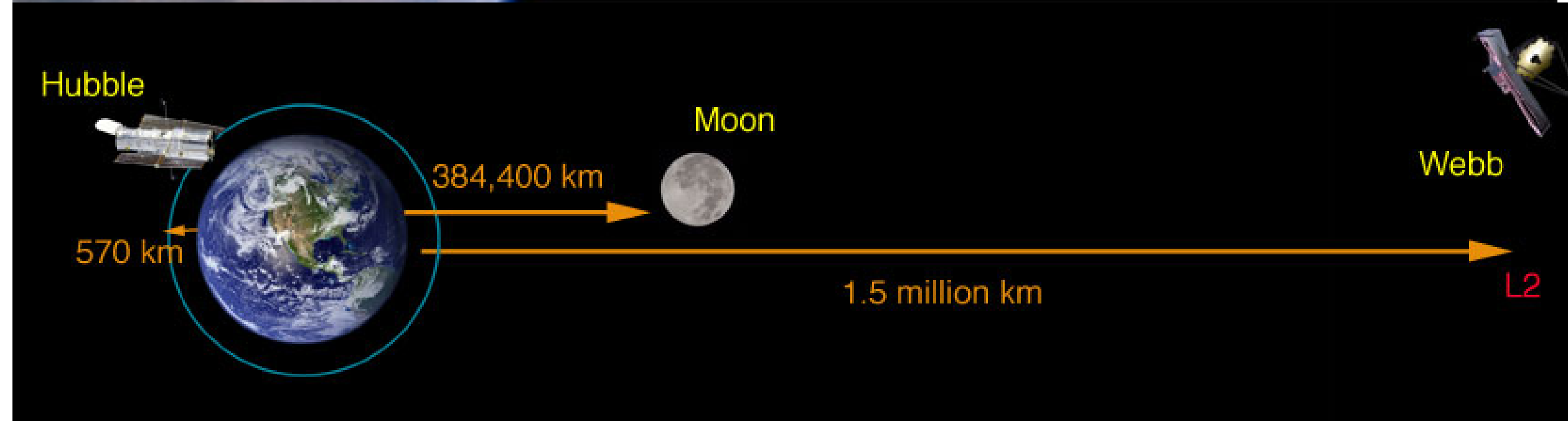
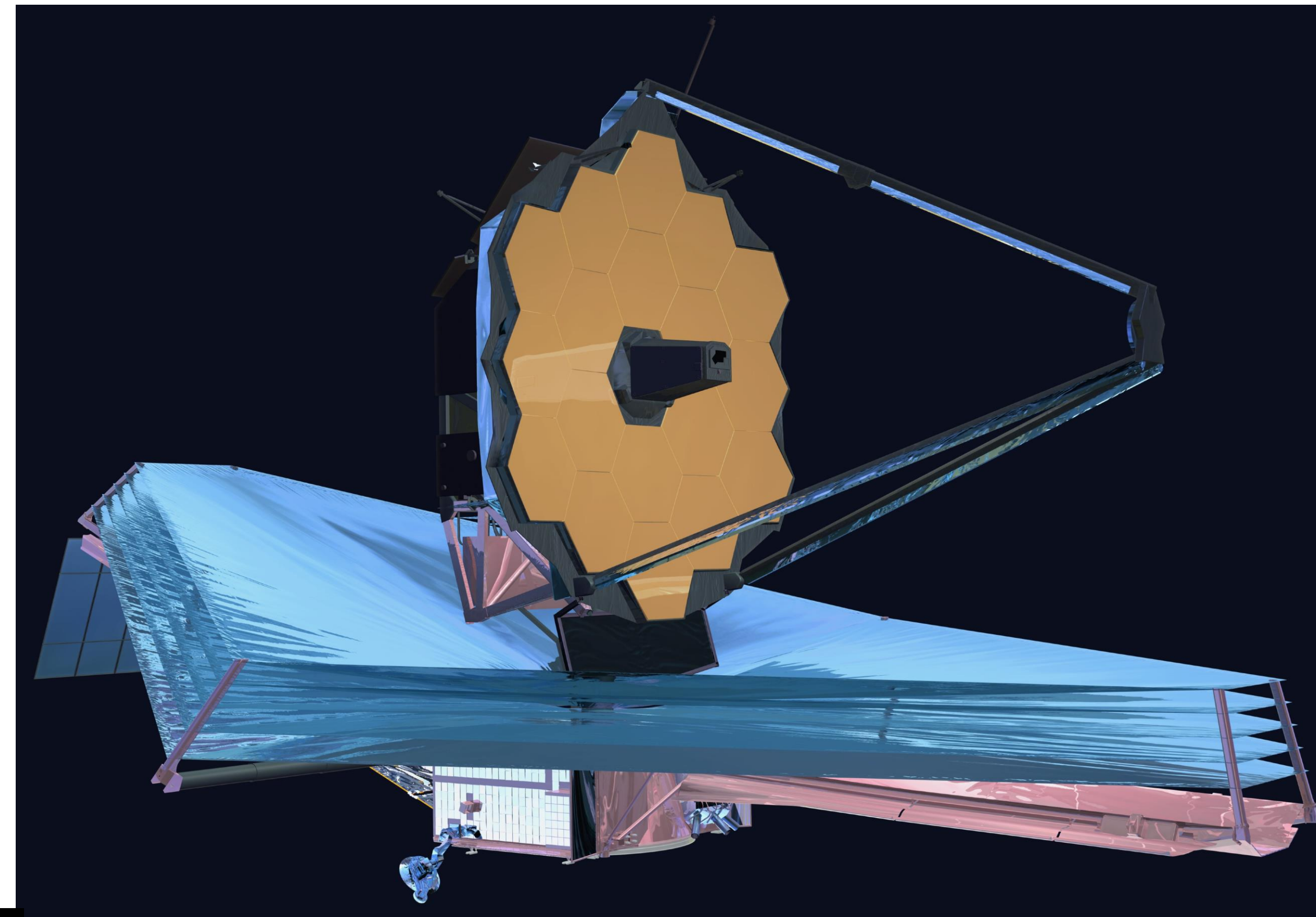


Teleskopi na satelitima

Hubble Space Telescope (HST) (1990, optičko + UV)

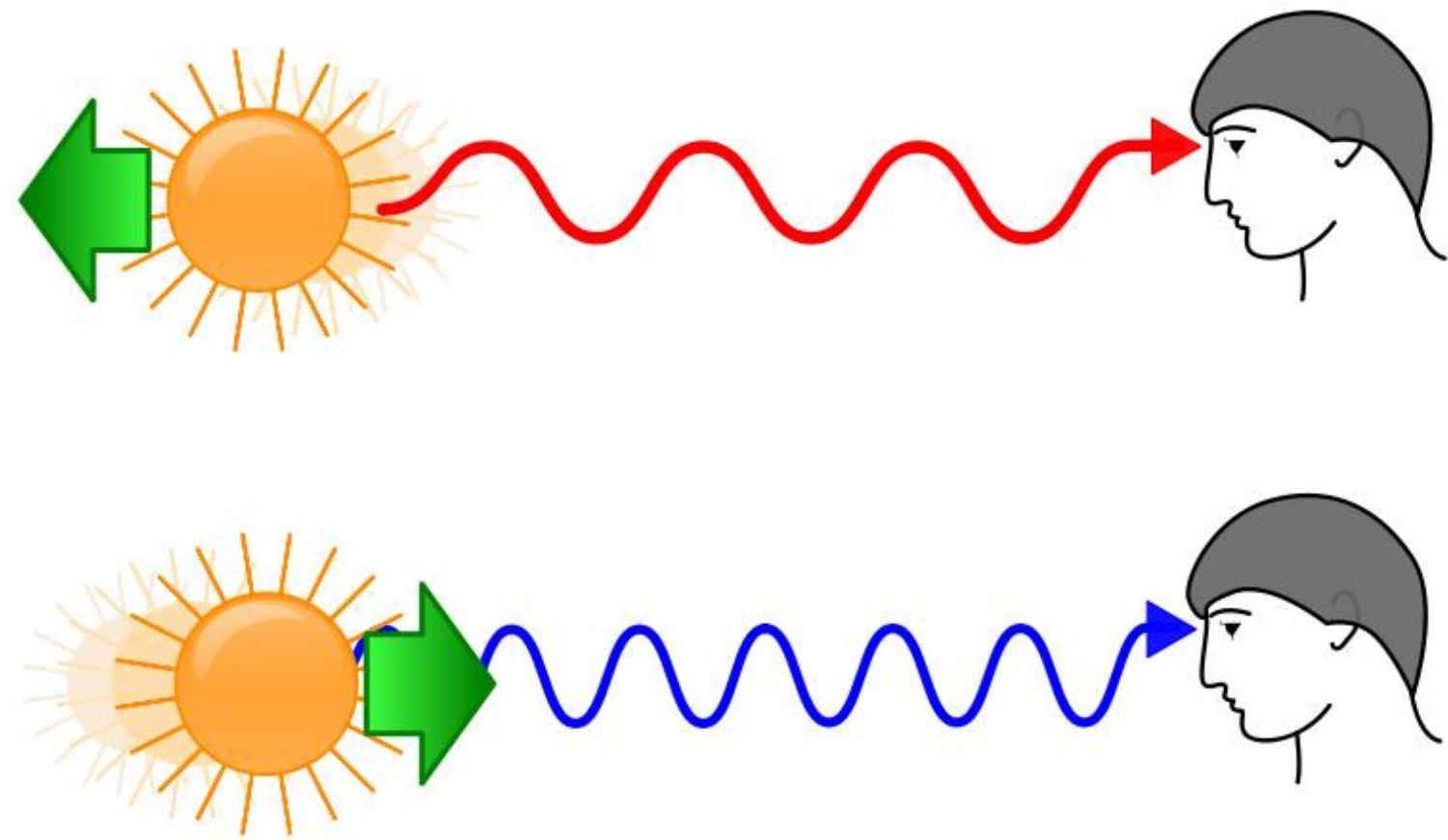


James Webb Space Telescope (JWST)



JWST započeo (2022) opažati svemir u infracrvenom području. Završiti će u epohu kad su nastale prve zvijezde, tragati za molekulama u extrasolarnim planetima. Istraživati dosada nevidljive faze i aspekte evolucije svemira. Radna temperatura mu je 7 K. Promjer zrcala 6,5 m. Udaljenost od Zemlje 1,5 milijun km, L2.

Pomak ka crvenom - vidiš dalje u prošlost svemira



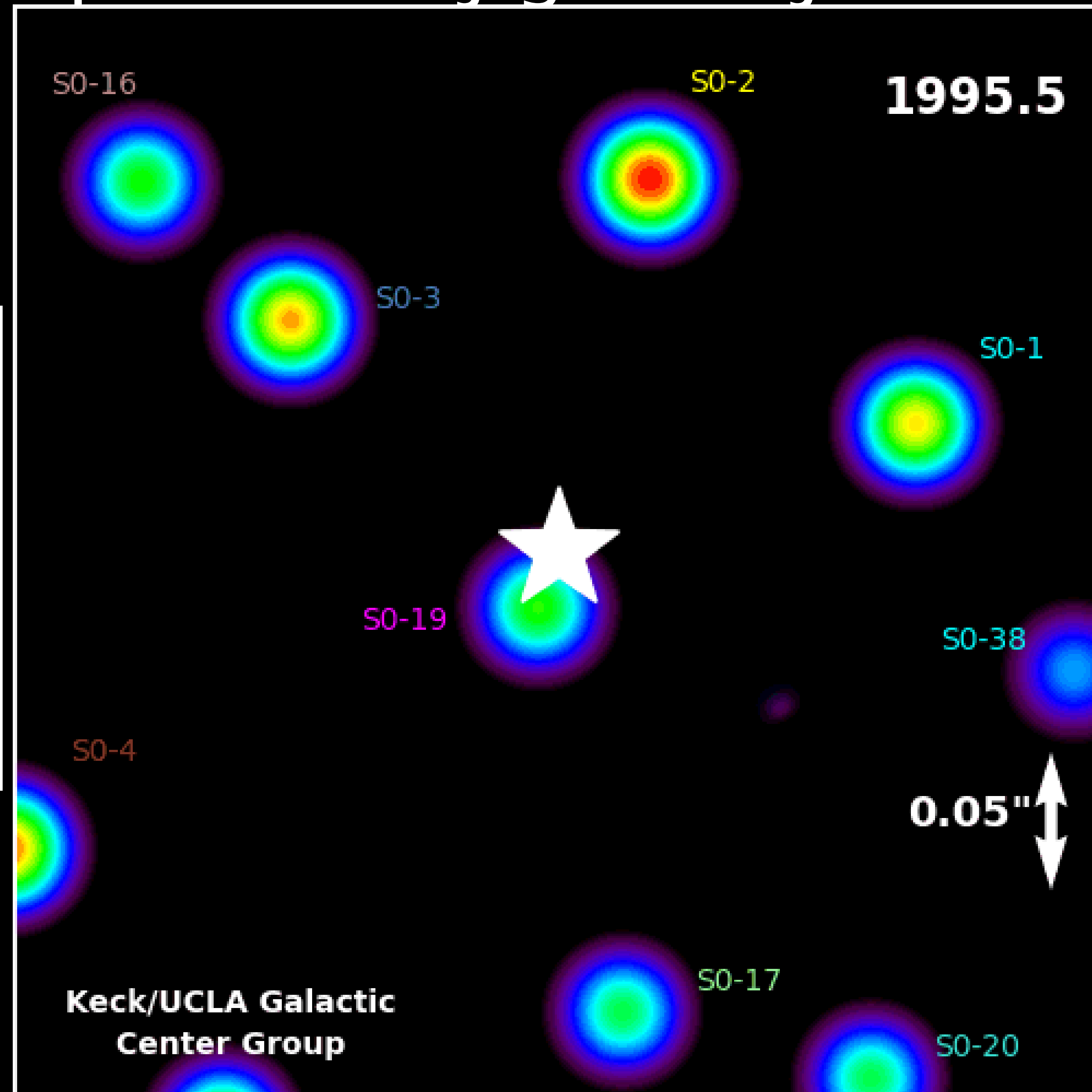
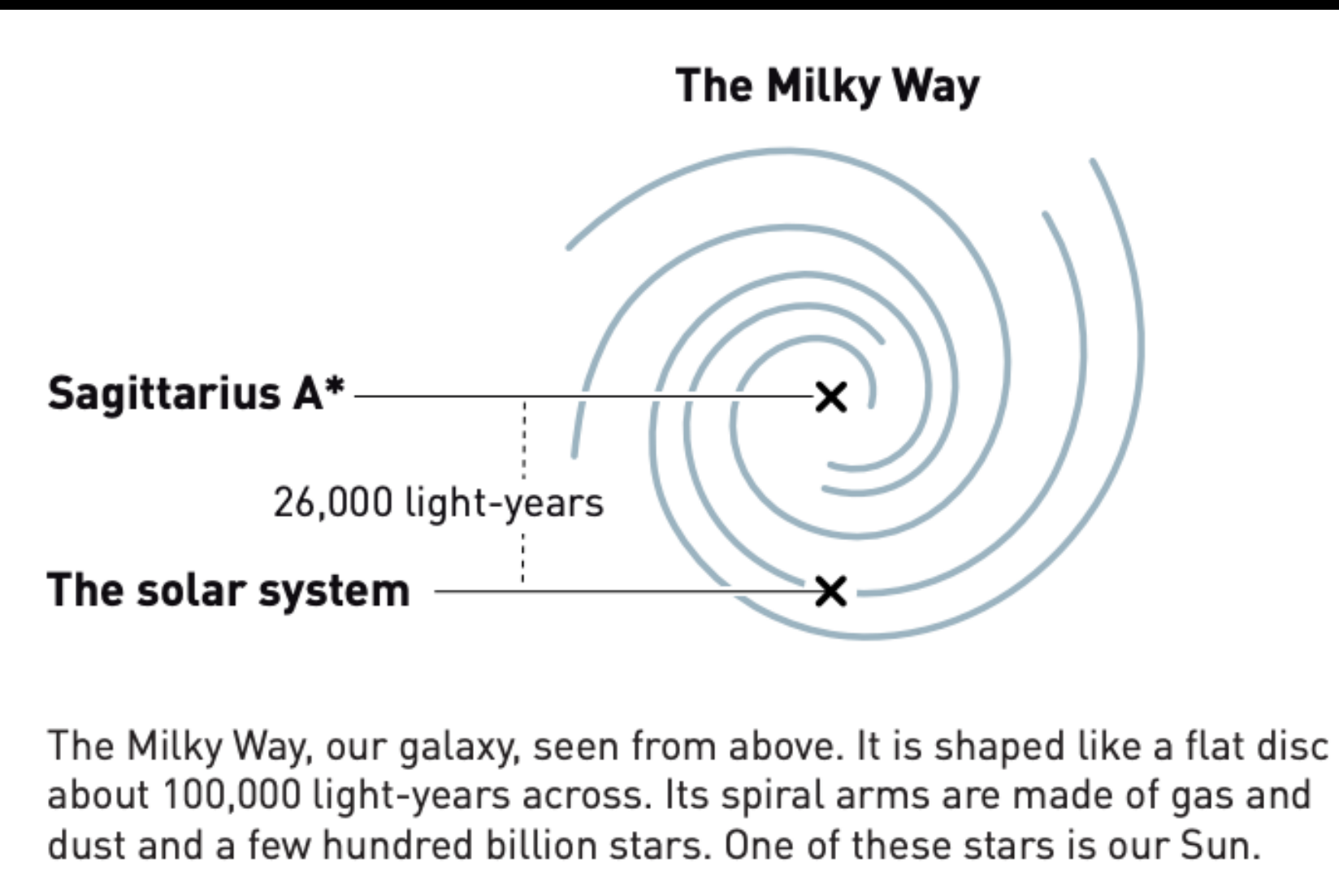
Webb će moći vidjeti unatrag od oko 100 milijuna do 250 milijuna godina nakon Big Banga. Ali zašto trebamo opažati infracrveno svjetlo da bismo razumjeli rani svemir? Zato što je svjetlost tih objekata pomaknuta u crveno jer se udaljavaju od nas.



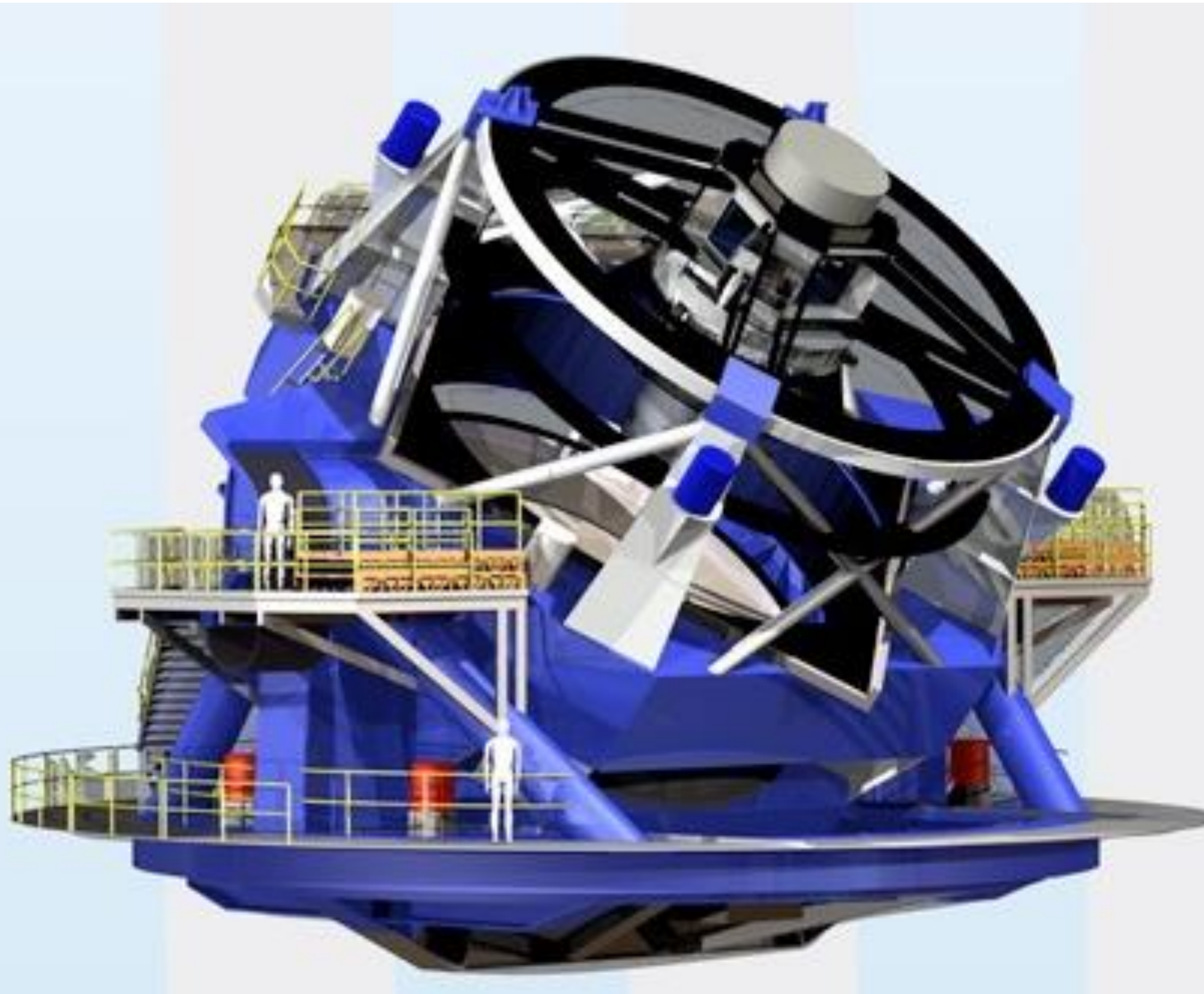
JWST - osjetljiv u infracrvenom (hladi se na 7 K, omogućit će da vidimo prve zvijede u svemiru, nastale nekoliko stotina milijuna godina nakon Big Banga)



Crna rupa u našoj galaksiji - IR



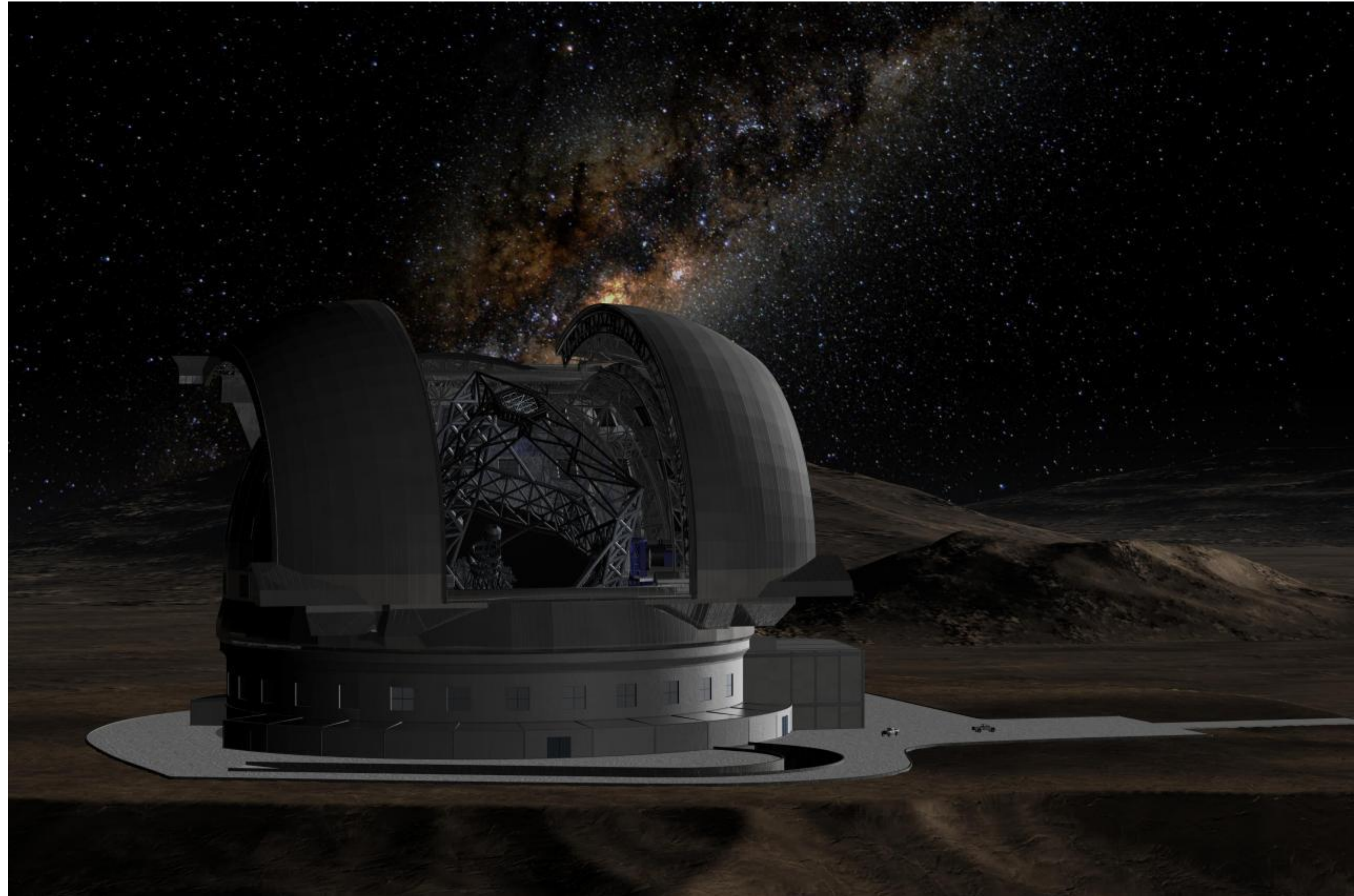
Vera C. Rubin Observatory-LSST - svemirsko kino



Investicija: 457 milijuna \$. FoV: 40 punih mjeseca (10 kvadratnih stupnjeva). Kamera 3.2 milijarde piksela Svake 3 noći nova slika neba - svemirska kinematografija. Početak rada uskoro. Snimiti 20 milijardi galaksija i zvijezda. Big Data izazov (6 milijuna Gb/godina) (Željko Ivezić – direktor Vera Rubin opservatorija)

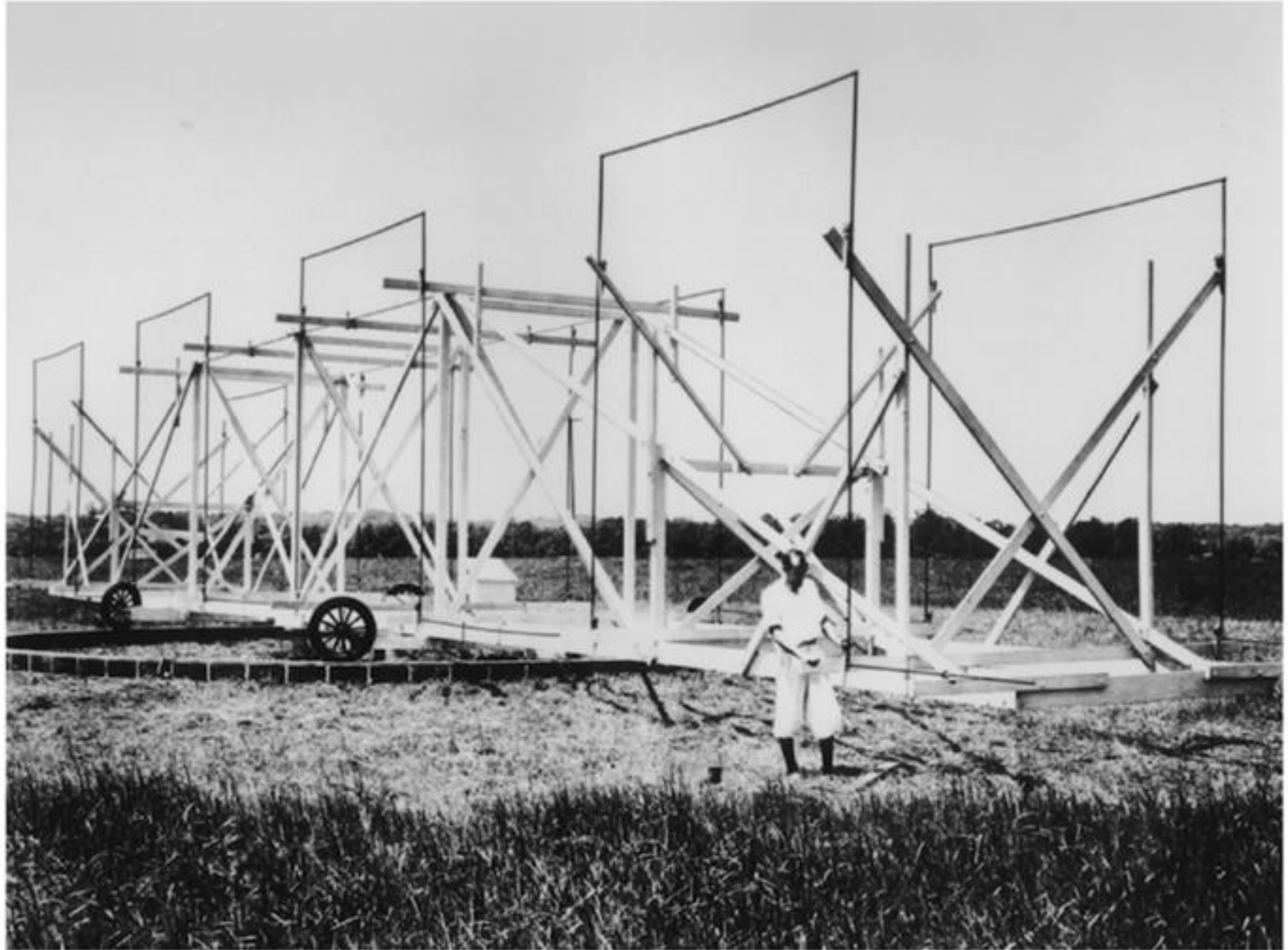
The World's Biggest Eye on the Sky, E-ELT

- European Extra Large Telescope (E-ELT) 1300 MEura, **optičko & IR**
- **Prvo svjetlo 2025.**
- Zrcalo promjera 39 m !
- Lokacija: Argentina ?
- **Rezolucija 18 puta bolja HST!**
- **Potruga za ekstrazolarnim planetima.**
- E-ELT predstavlja kvantni skok poput Galileeva teleskopa prema golom oku.
- Razlučit će zvijezde u dalekim galaksijama
- Mjeriti koliko se brzo Svemir širi.
- Raspodjelu tamne materije
- Supermasivne crne rupe
- Tko zna što će novo vidjeti E-ELT ...?



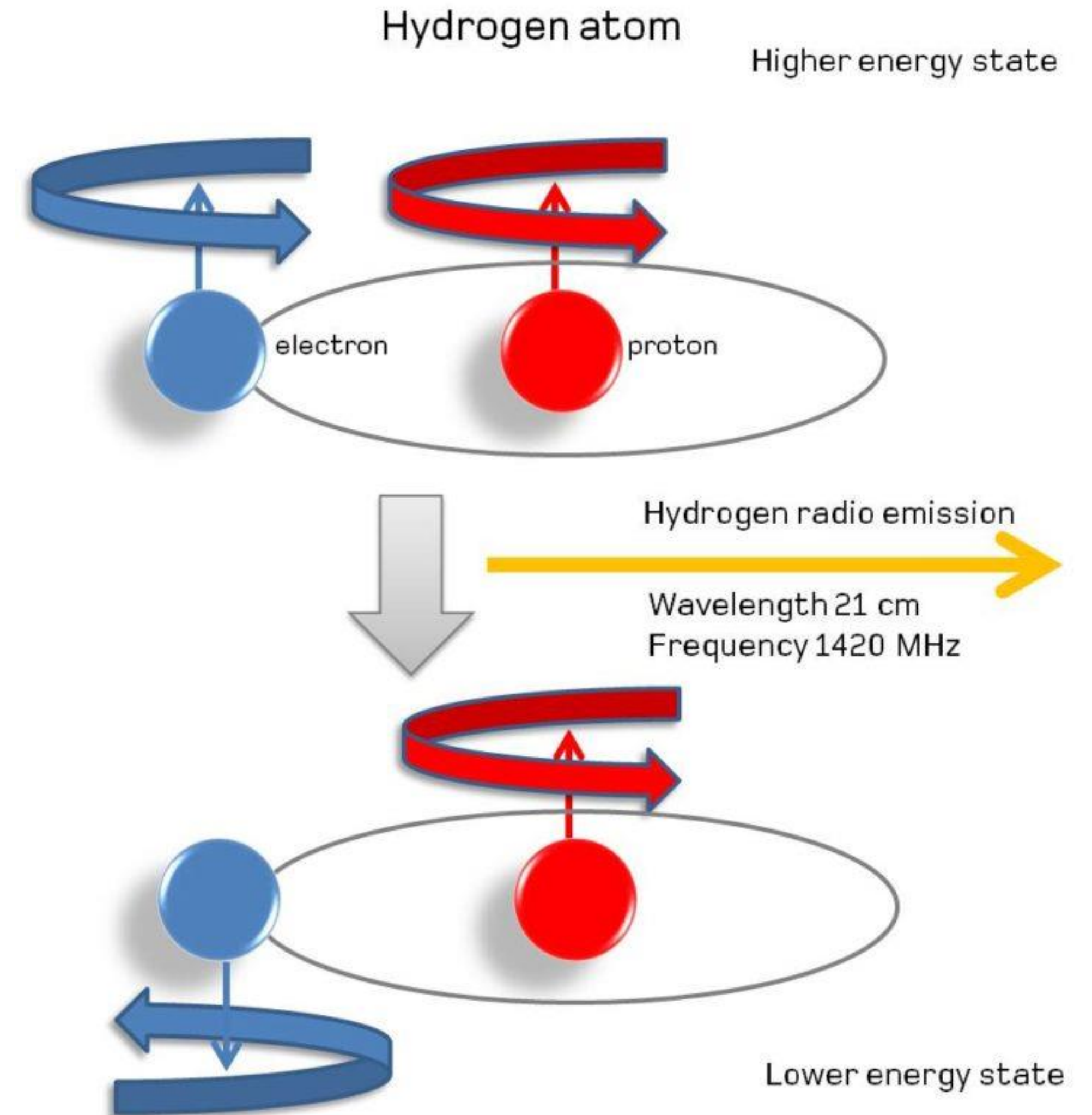


Radio astronomija (1933 Karl Jansky



Radio astronomija ($\lambda \sim \text{mm} - \text{km}$)

- Radiovalovi imaju veliku valnu duljinu u području od mm do km, zato imaju parabolična zrcala promjera i do 305 m Arcebio u Puerto Rico.



Very Large Array - New Mexico (USA)



- 27 radio teleskopa
- Promjer reflektora 25 m
- Podaci iz svih 27 teleskopa se elektronički kombiniraju i daju rezoluciju kao da je jedan reflektor promjera 130 m

ALMA ($\lambda \sim 0.32 \text{ mm} - 3.6 \text{ mm}$)



Plin u starburst galaksiji

Raspodijela molekularnog plina

Event Horizon Telescope - Kolika rezolucija?

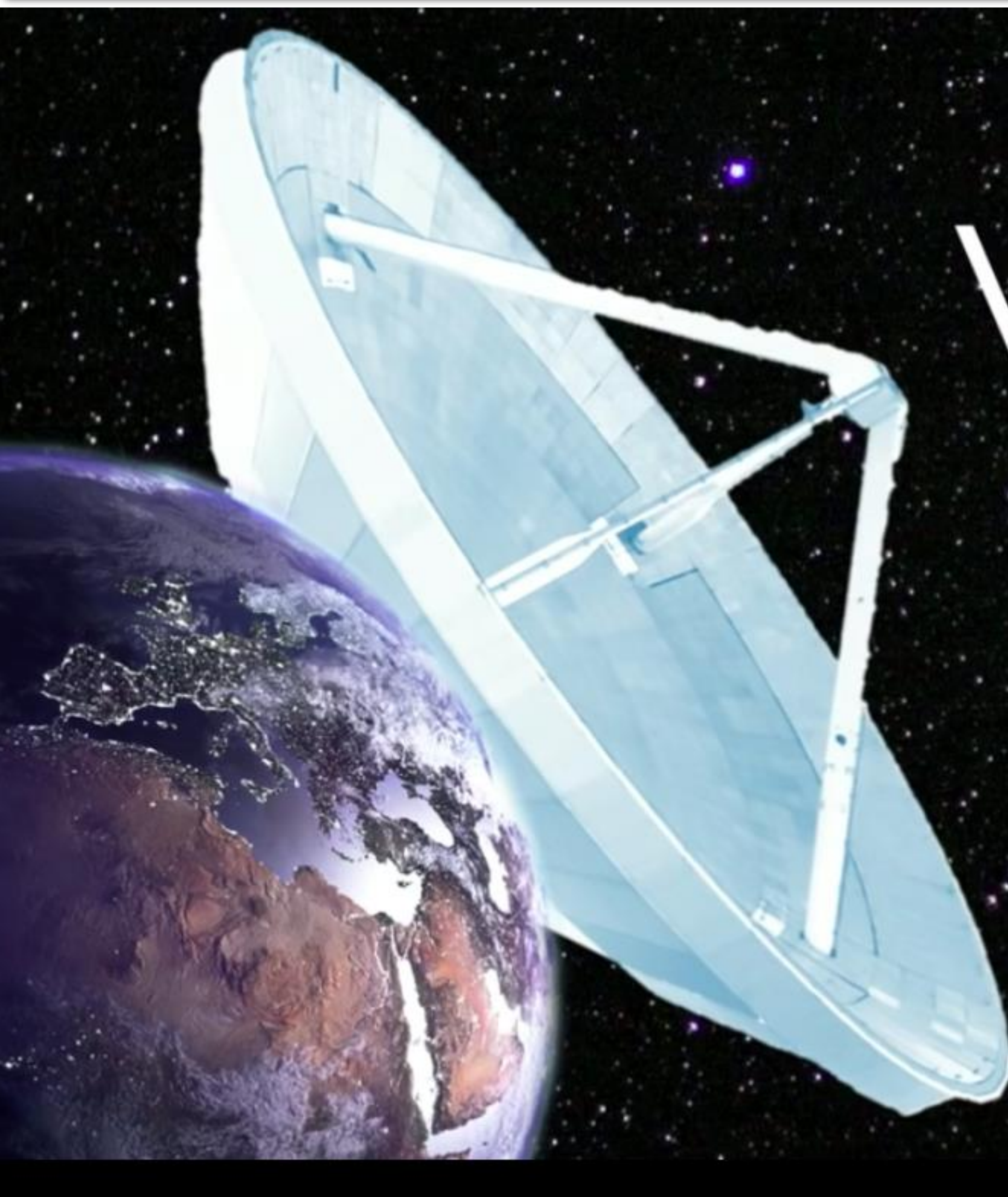
How Big Must Our Telescope Be?



≈

$$\frac{\text{Wavelength}}{\text{Telescope Size}}$$

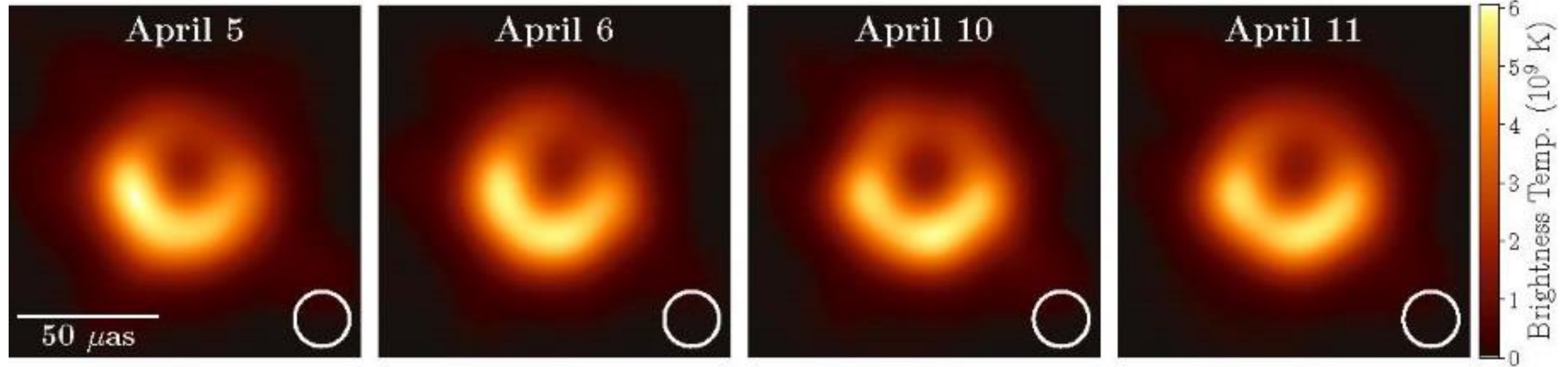
Virtualni radio teleskop veličine Zemlje - Event Horizon Telescope



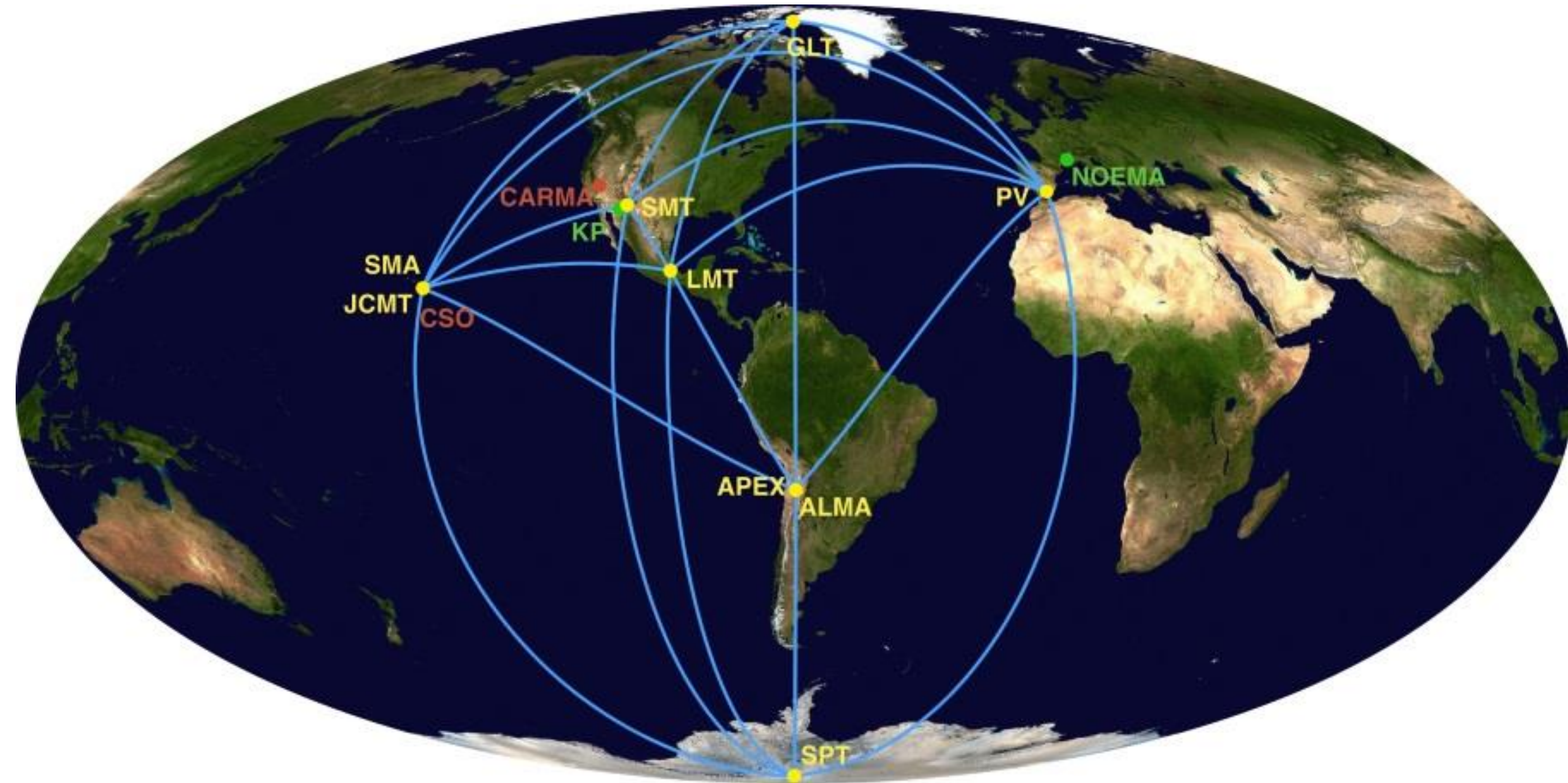
=



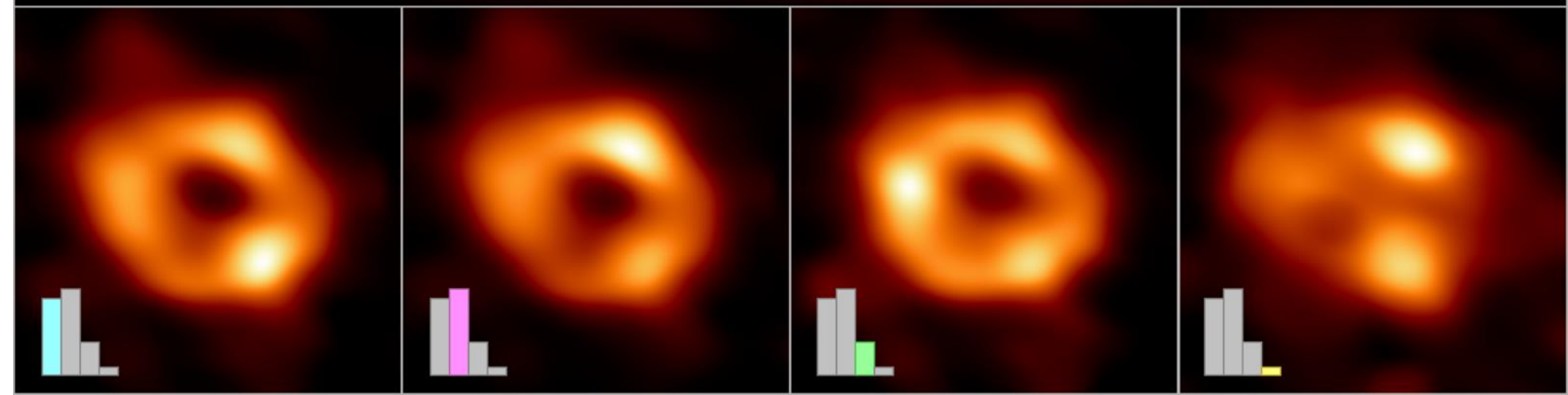
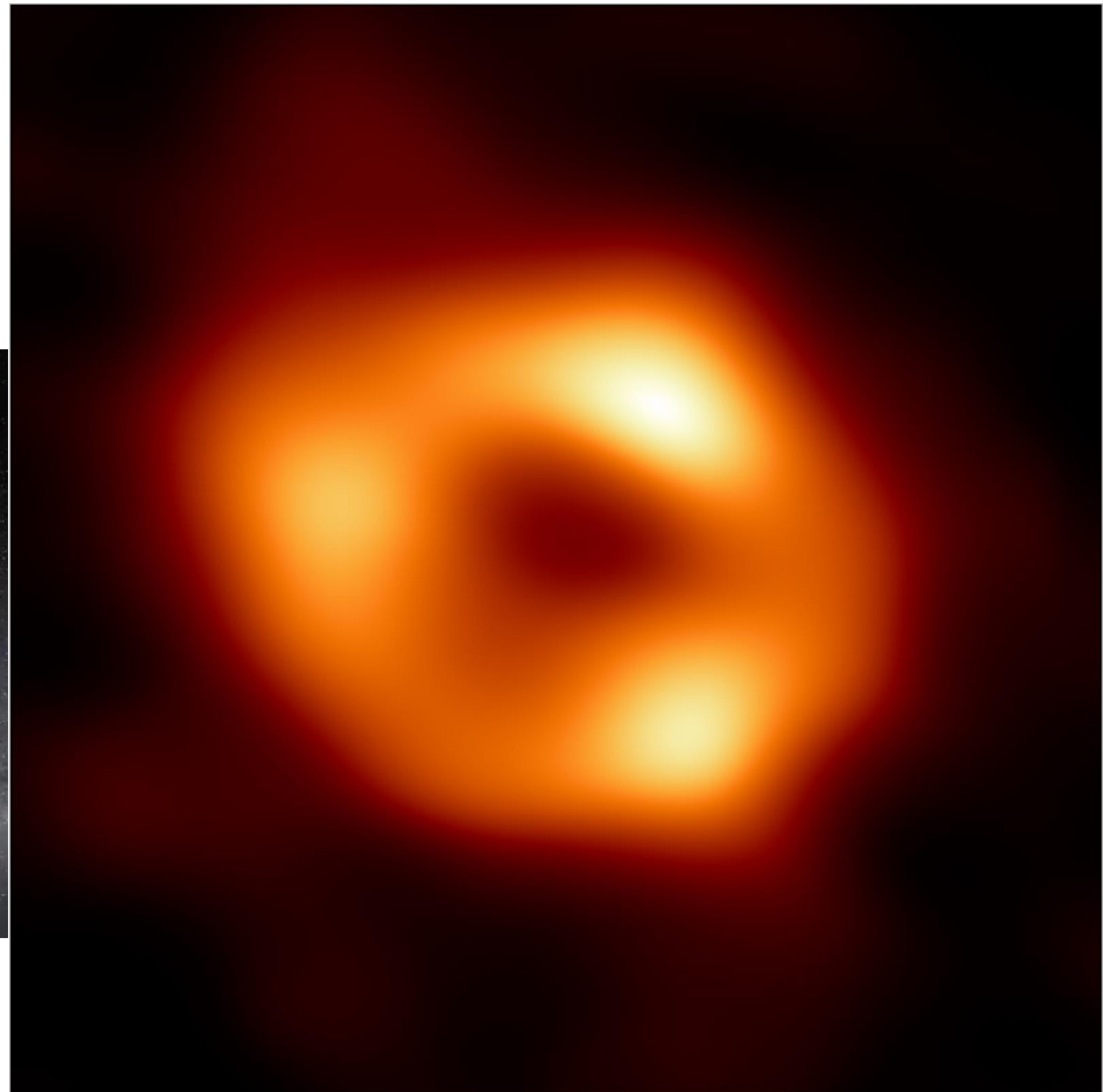
Prva slika sjene crne rupe - M87



Masa crne rupe:
Milijardu masa sunca
Udaljena: 54 milijuna l.y.



EHT - prva slika crne rupe u našoj galaksiji (2022)



Singularity

At the very centre of a black hole, matter has collapsed into a region of infinite density called a singularity. All the matter and energy that fall into the black hole ends up here. The prediction of infinite density by general relativity is thought to indicate the breakdown of the theory where quantum effects become important.

Event horizon

This is the radius around a singularity where matter and energy cannot escape the black hole's gravity: the point of no return. This is the "black" part of the black hole.

Photon sphere

Although the black hole itself is dark, photons are emitted from nearby hot plasma in jets or an accretion disc (see below). In the absence of gravity, these photons would travel in straight lines, but just outside the event horizon of a black hole, gravity is strong enough to bend their paths so that we see a bright ring surrounding a roughly circular dark "shadow". The Event Horizon Telescope is hoping to see both the ring and the "shadow".

Relativistic jets

When a black hole feeds on stars, gas or dust, the meal produces jets of particles and radiation blasting out from the black hole's poles at near light speed. They can extend for thousands of light-years into space. The GMVA will study how these jets form.

Innermost stable orbit

The inner edge of an accretion disc is the last place that material can orbit safely without the risk of falling past the point of no return.

Accretion disc

A disc of superheated gas and dust whirls around a black hole at immense speeds, producing electromagnetic radiation (X-rays, optical, infrared and radio) that reveal the black hole's location. Some of this material is doomed to cross the event horizon, while other parts may be forced out to create jets.

Accretion disc

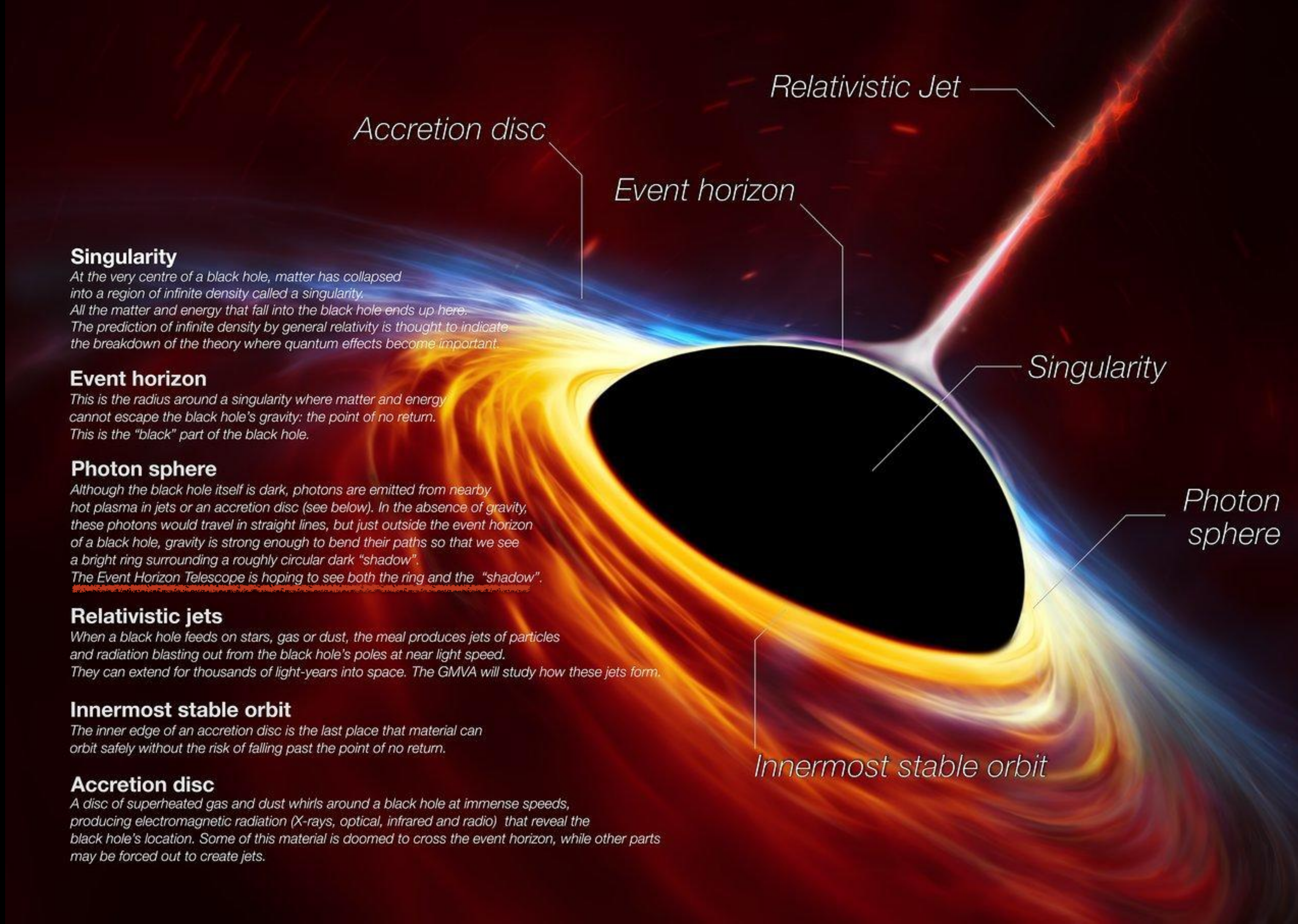
Event horizon

Relativistic Jet

Singularity

Photon sphere

Innermost stable orbit



Astročestična fizika

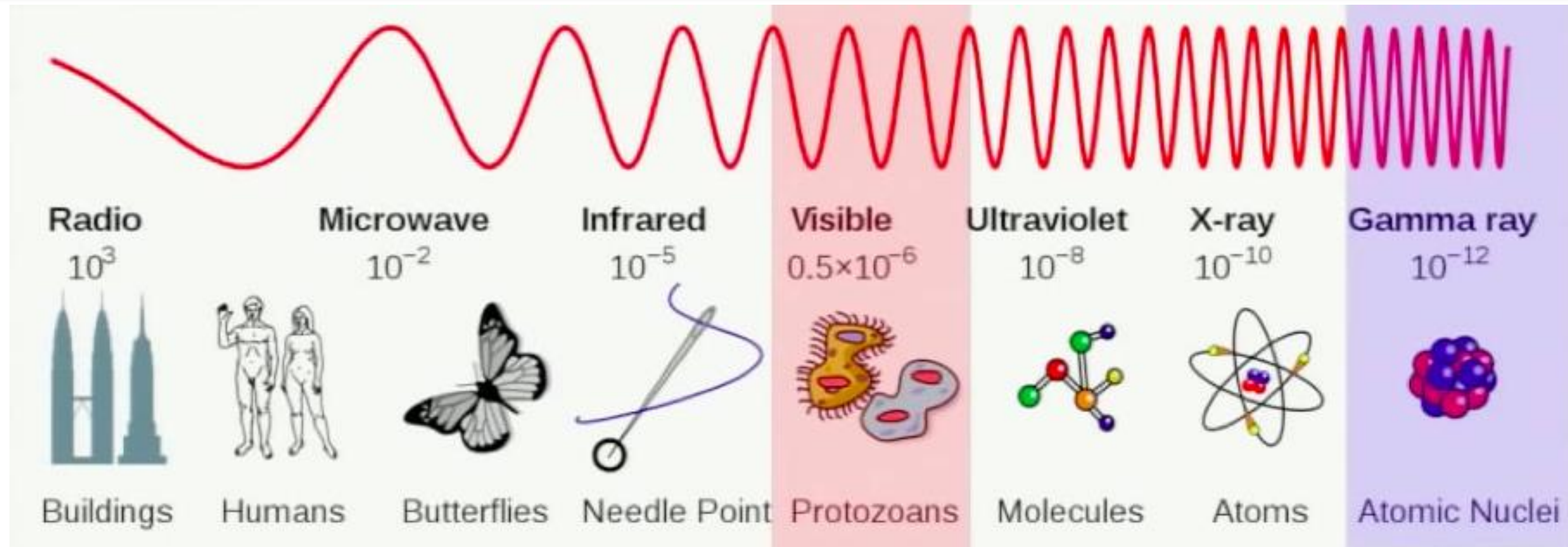
Gama zrake

Neutrini

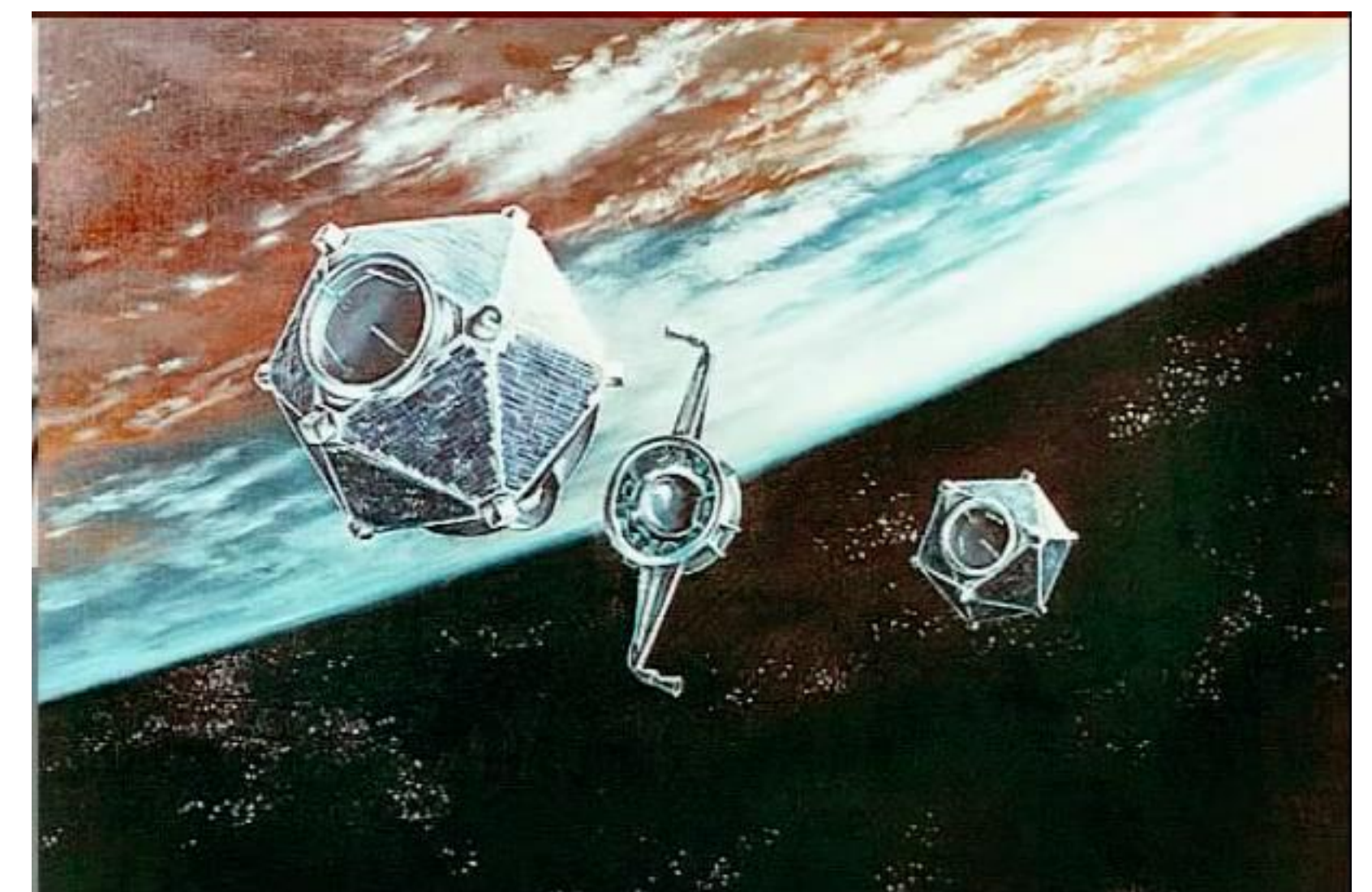
Kozmičke zrake – nabijene čestice

Gravitacijski valovi

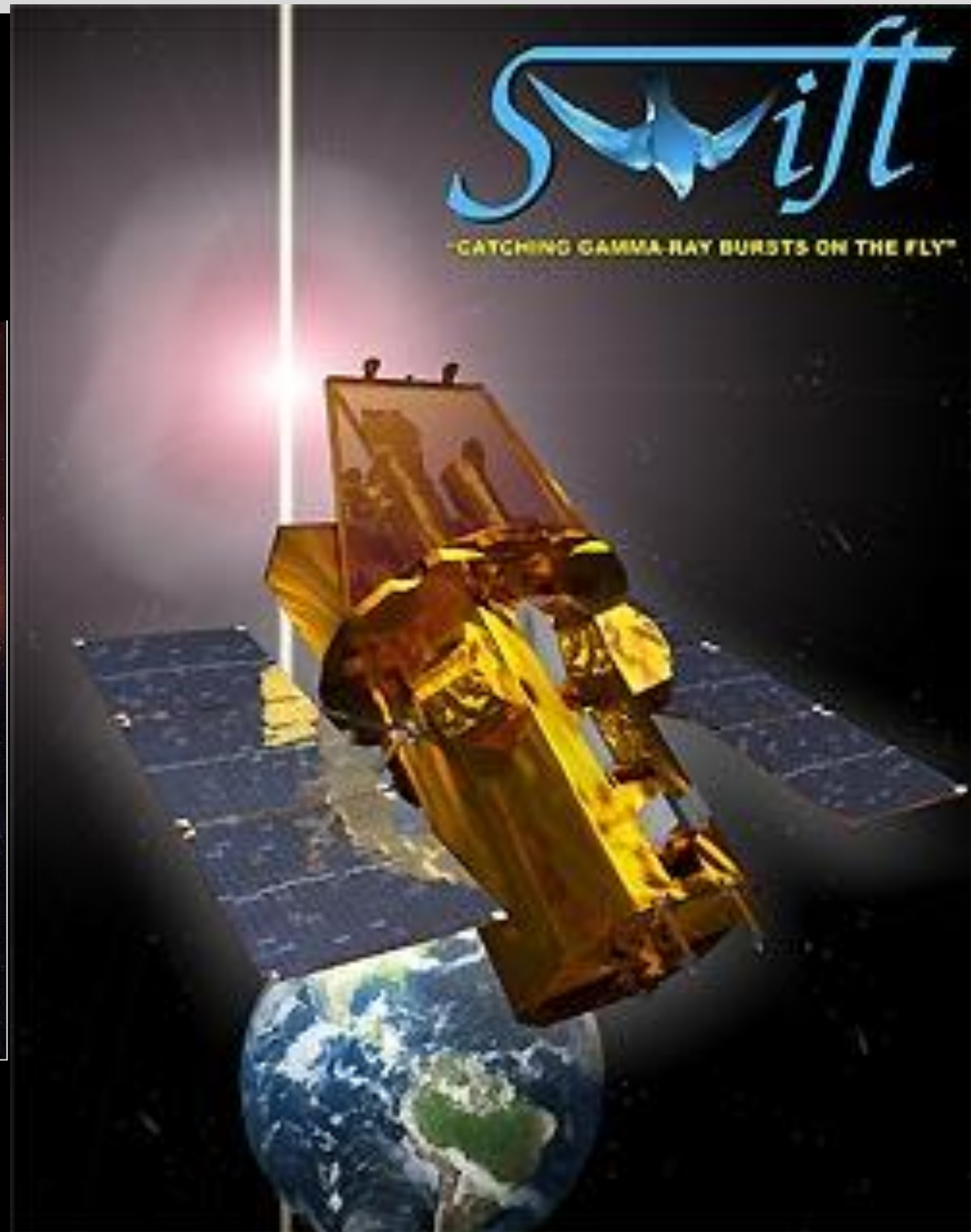
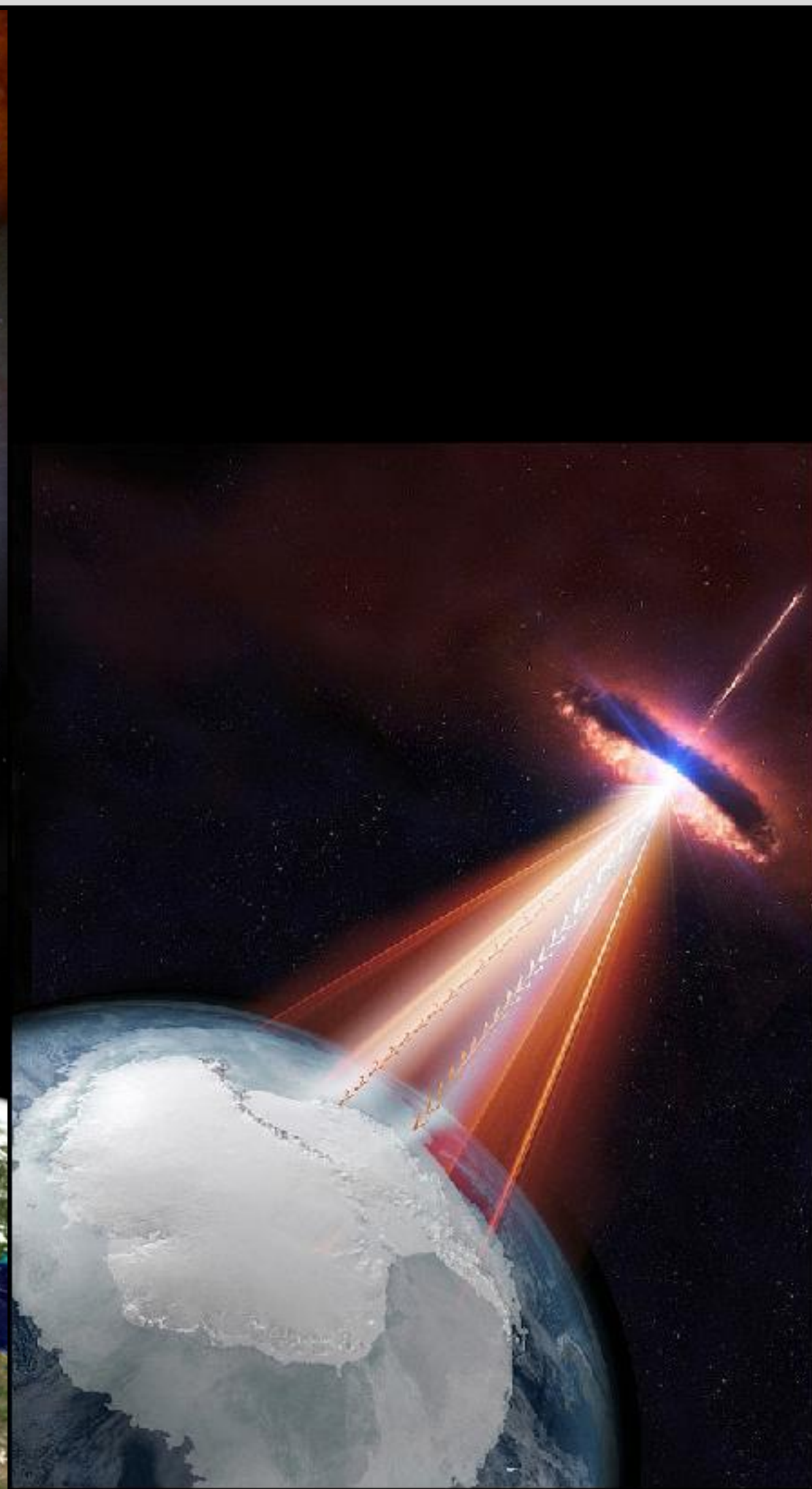
Gamma zrake - najsilovitije svjetlo



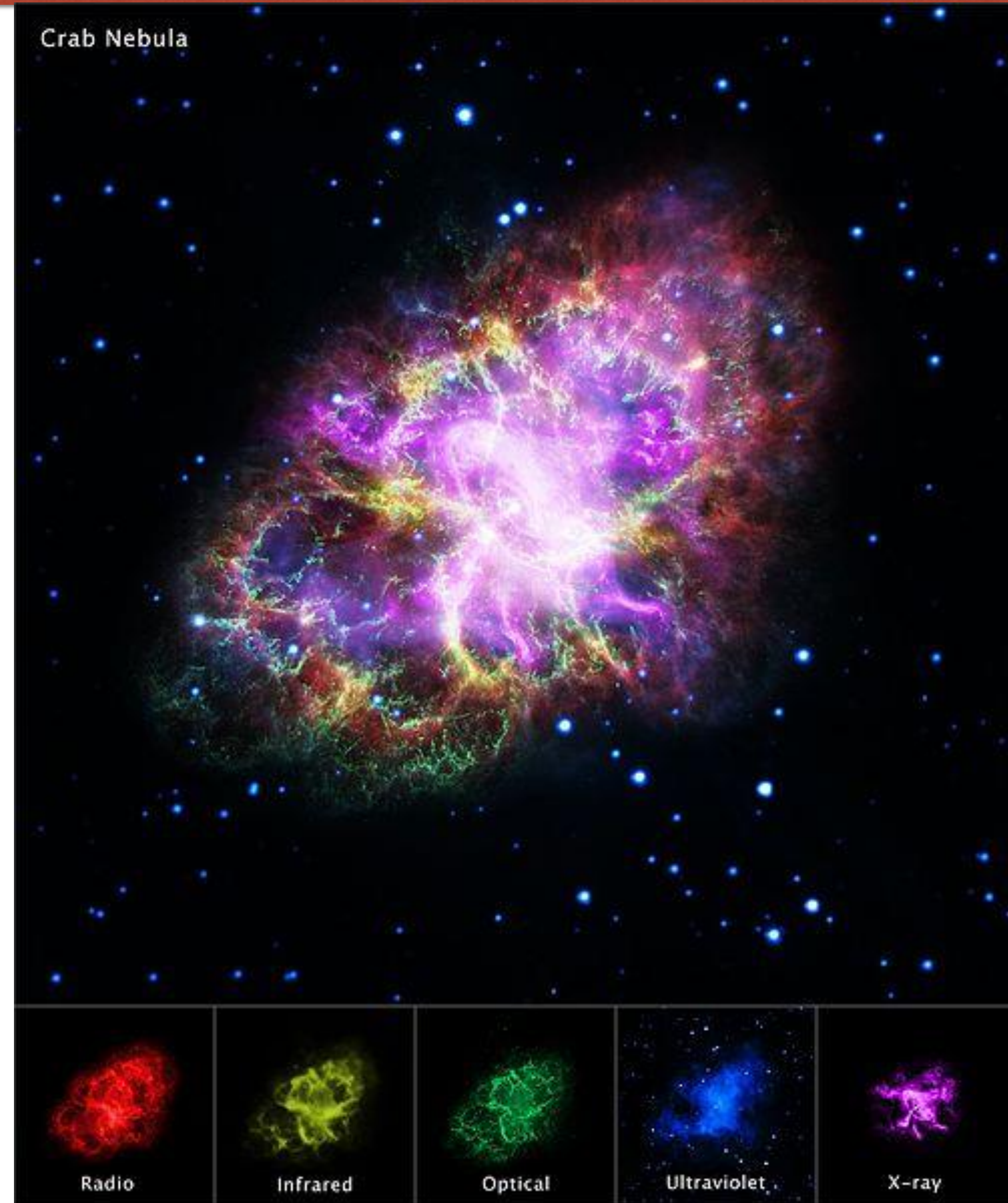
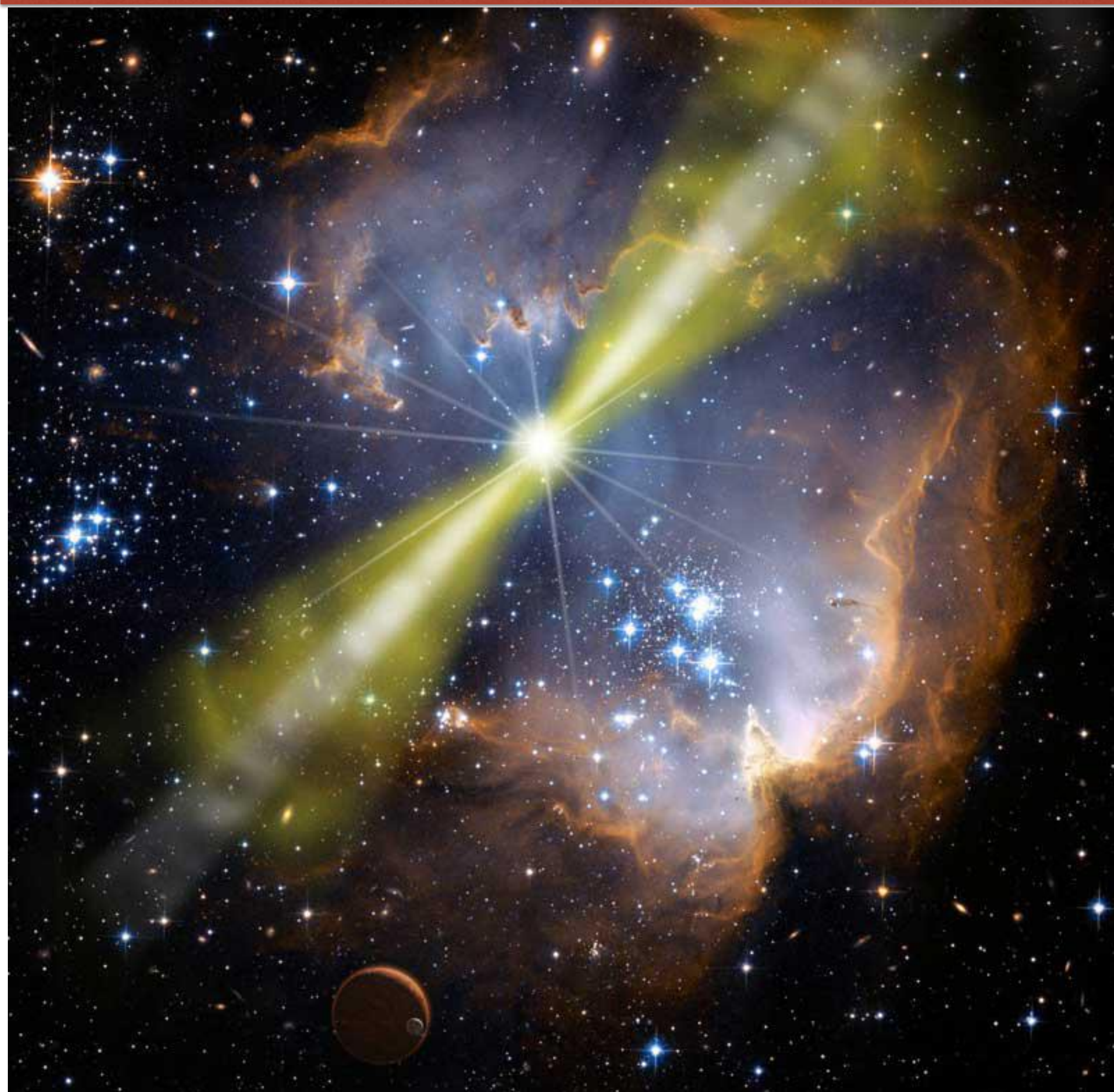
- Gama zrake - najenergetskiji oblik svjetla
- Srećom ne prolaze kroz atmosferu 😊
- 1967 Američki špijunski satelit Vela otkrio bljeskove gama zraka svemirskog porijekla
- 1973 obaviještana javnost - više nije državna tajna !



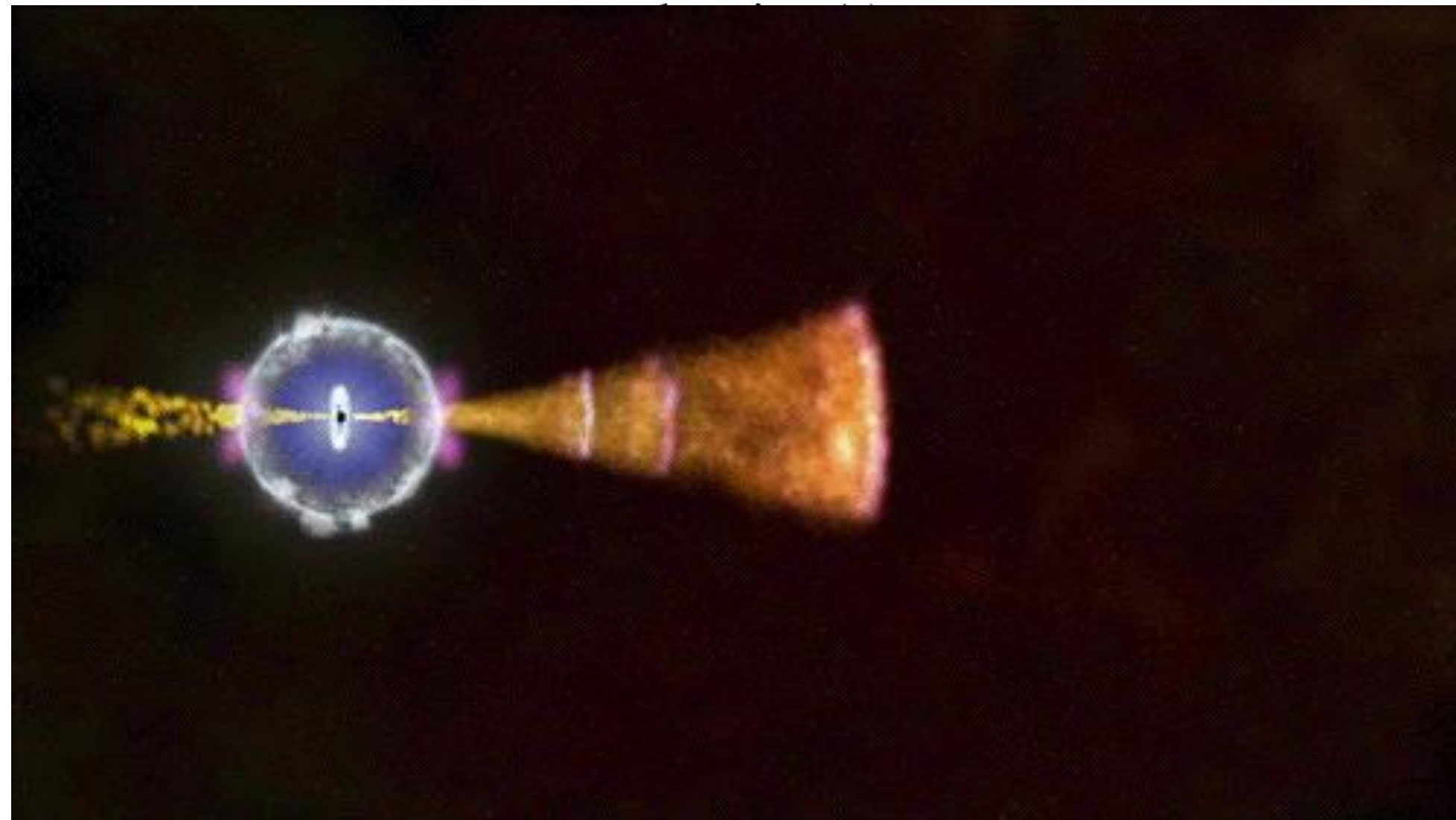
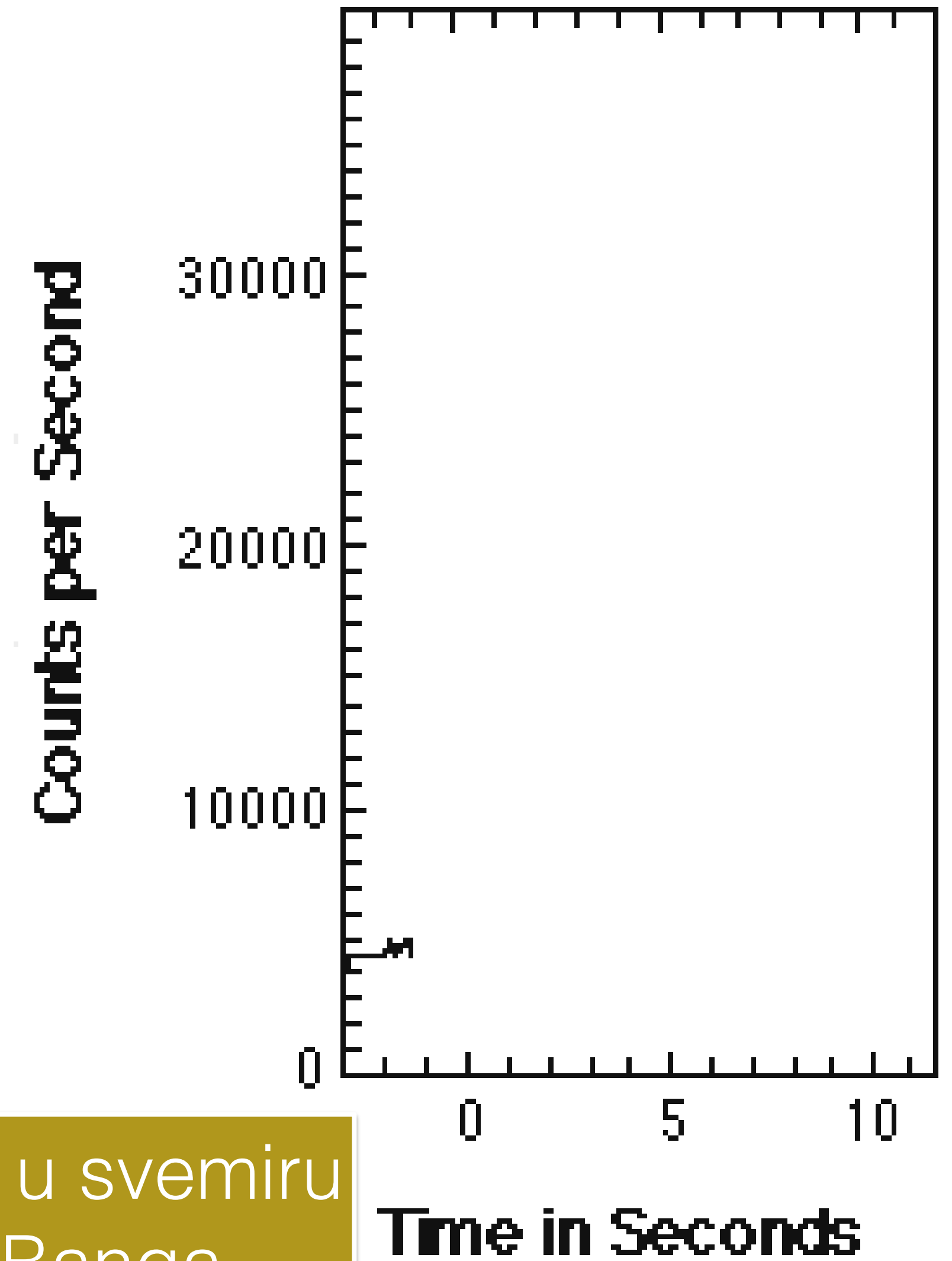
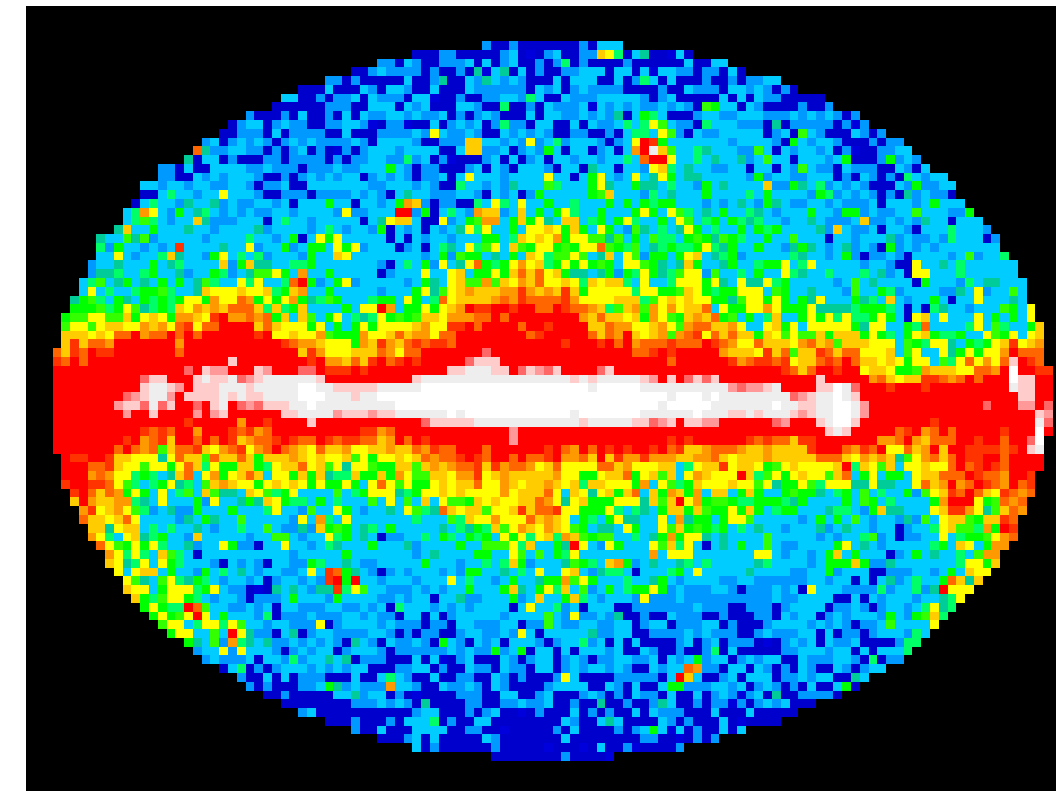
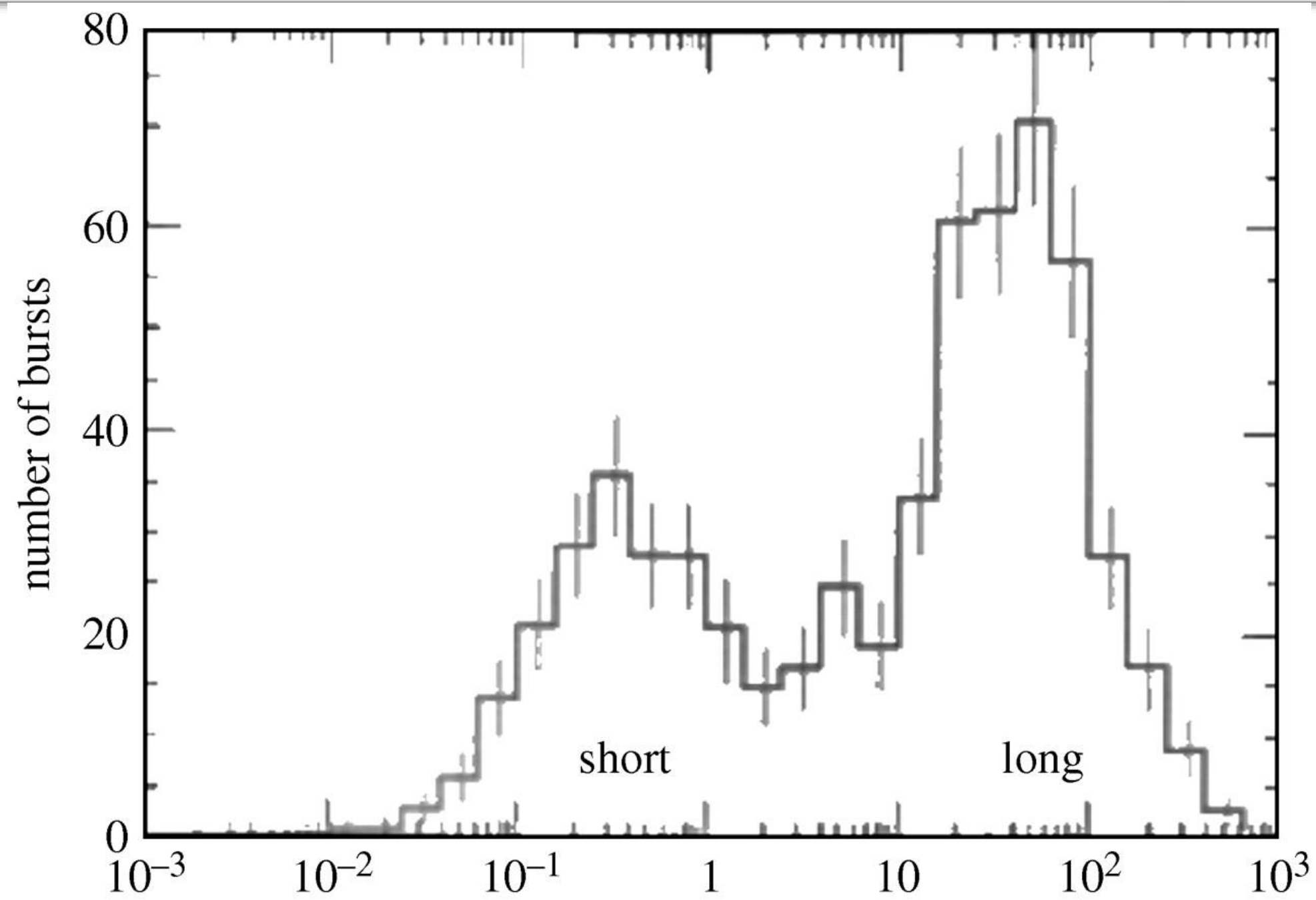
Gama detektori na satelitima



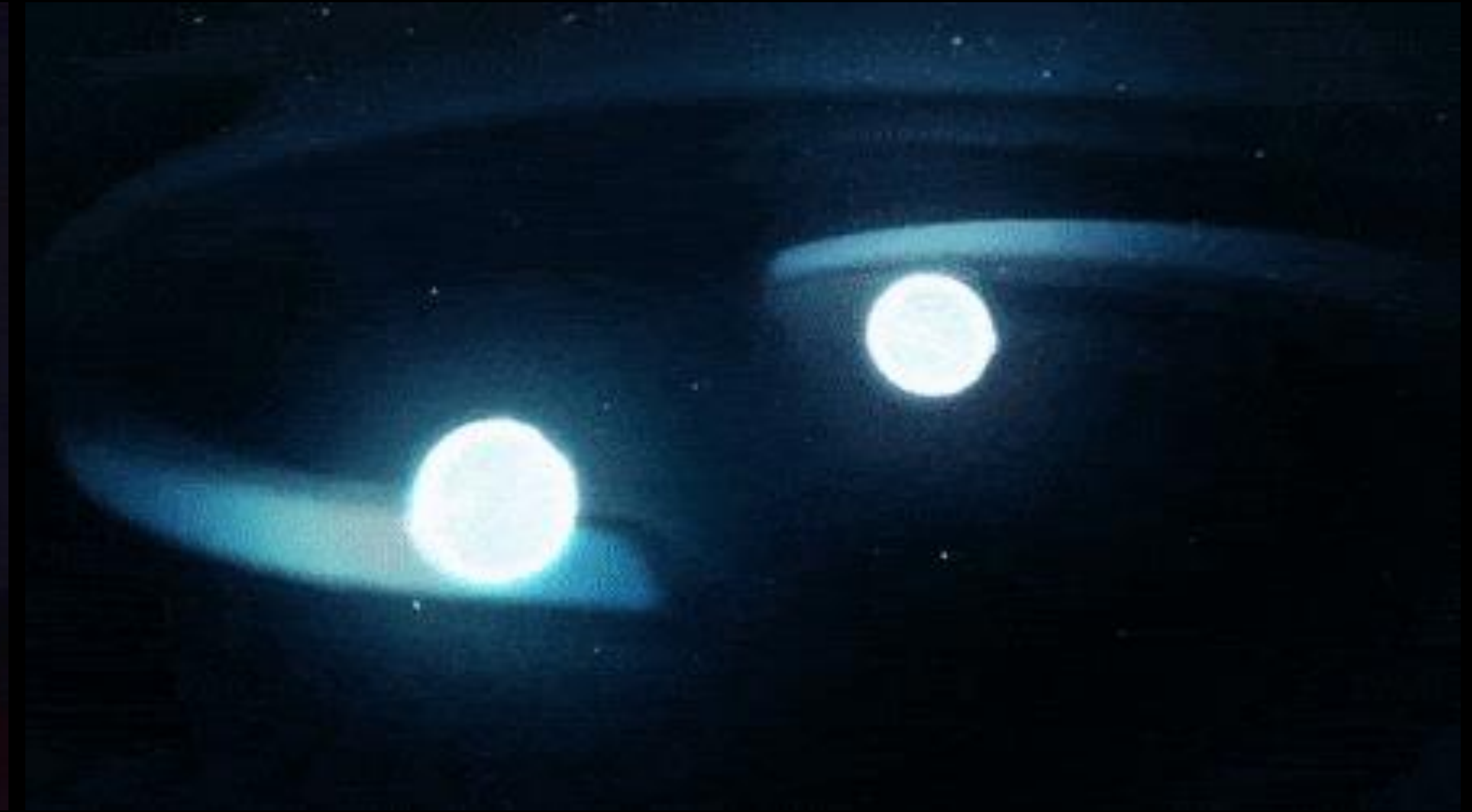
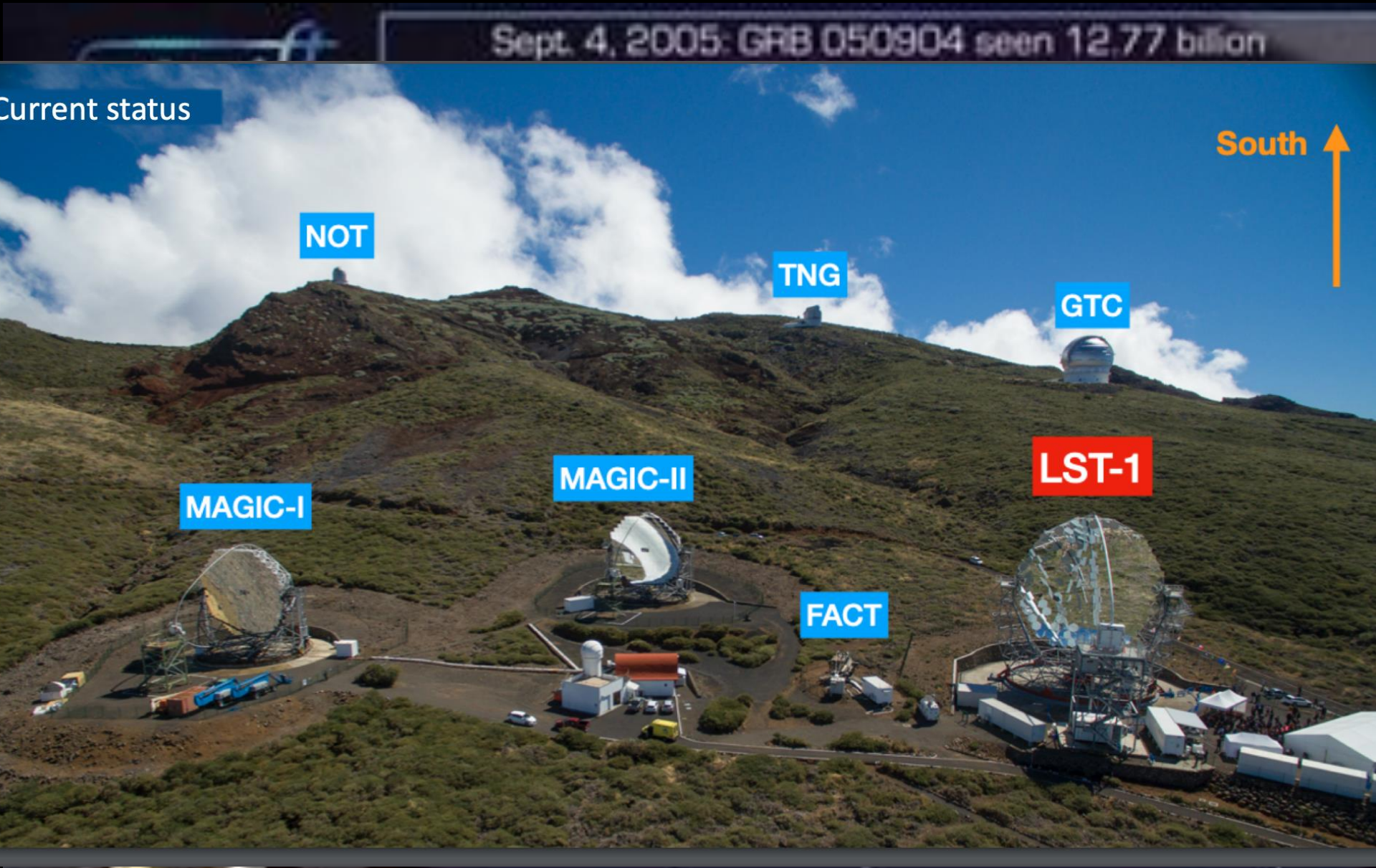
Gama zrake - najsilovitije svjetlo



GRB (Provale gama zraka)



Najsilovitije eksplozije u svemiru nakon velikog Big Banga



GRB



Afterglow

Current status



NOT

TNG

GTC

MAGIC-I

MAGIC-II

LST-1

FACT



LST

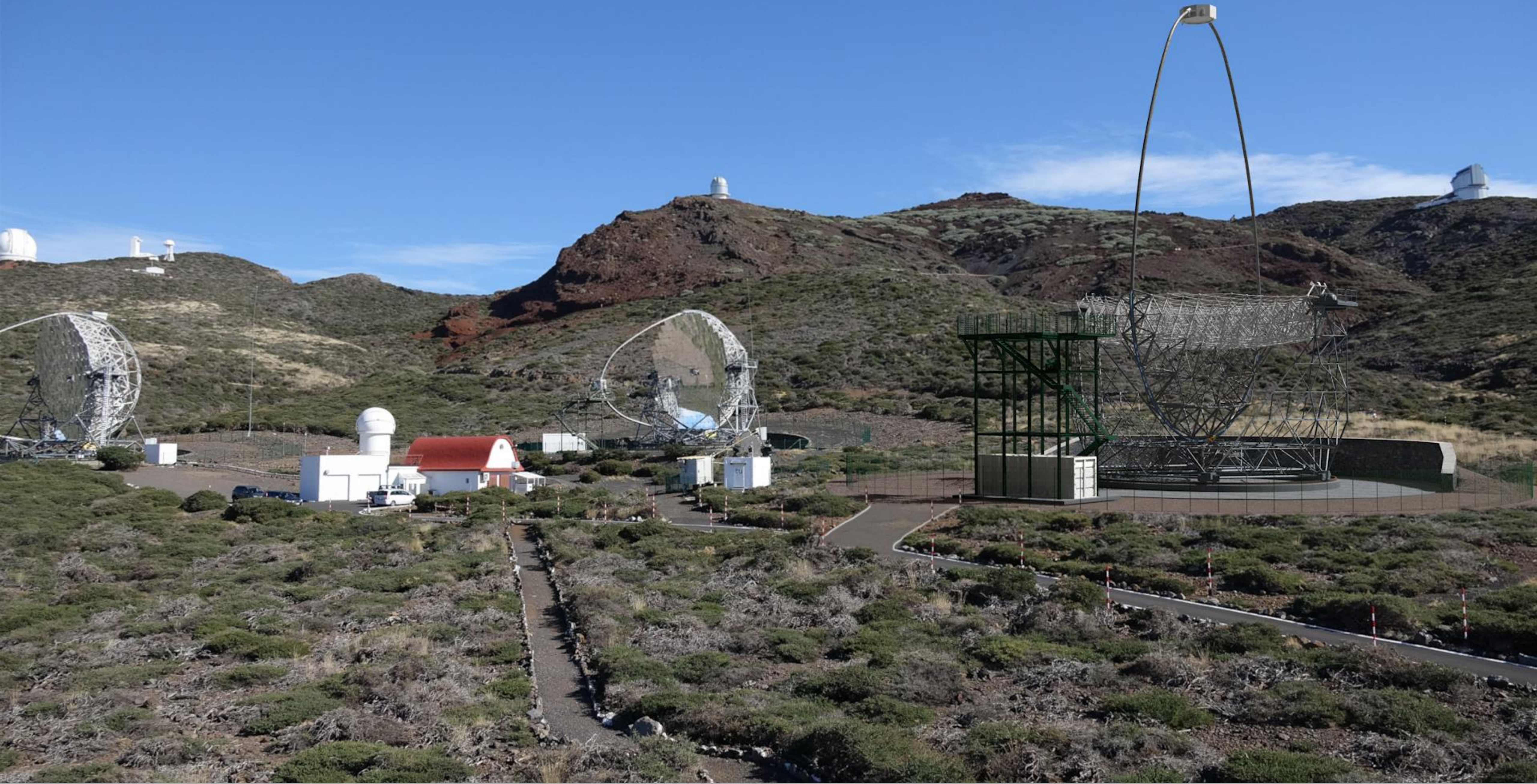


El primer LARGE SIZE TELESCOPE de la red de telescopios Cherenkov financiado por:
The first LARGE SIZE TELESCOPE of the Cherenkov Telescope Array funded by:

A grid of logos representing the funding organizations for the LST. The logos include:

- JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE / 日本学術振興会
- Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut)
- ICRR (Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo)
- IFAE (Institut de Física d'Altes Energies)
- EXCELENCIA SEVERO OCHOA
- LAPP (Laboratoire d'Astrophysique des Particules)
- Ciemat (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)
- EXCELENCIA MARIA DE MAEZTU
- CNRS
- 文部科学省 (MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS, SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN)
- EXCELENCIA SEVERO OCHOA
- 東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO)
- CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas)
- UNIVERSITÀ DI SIENA
- CPPM (CENTRE DE PHYSIQUE DES PARTICULES DE MARSILLE)
- 甲南大学 (KONAN UNIVERSITY)
- INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare)
- FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional)
- Dipartimento di Fisica e Astronomia Galileo Galilei (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA)
- 京都大学 (KYOTO UNIVERSITY)
- PIC (part d'informació científica)
- UNIVERSITAT DE BARCELONA
- 山形大学 (YAMAGATA UNIVERSITY)
- GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
- 徳島大学 (TOKUSHIMA UNIVERSITY)
- NAGOYA UNIVERSITY
- Aix-Marseille université (INSTITUT D'ASTRONOMIE)
- 茨城大学 (IBARAKI UNIVERSITY)
- FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro)
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja
- Universität Hamburg
- UJA (Universidad de Jaén)
- KINDAI UNIVERSITY
- FACULTY OF PHYSICS AND APPLIED INFORMATICS (University of Lodz)
- Politecnico di Bari
- Saitama University
- UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC
- CAN (CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS)
- JUNTA DE ANDALUCÍA (CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y FORTALECIMIENTO)
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE
- ICE (INSTITUT DE CIÈNCIES DE L'ESPAI)
- CSIC IECC
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO
- tifr
- TOKAI UNIVERSITY
- FESB

Upravo je izgrađen novi još veći teleskopa gama zraka



Zemaljski teleskopi gama zraka na Zemlji

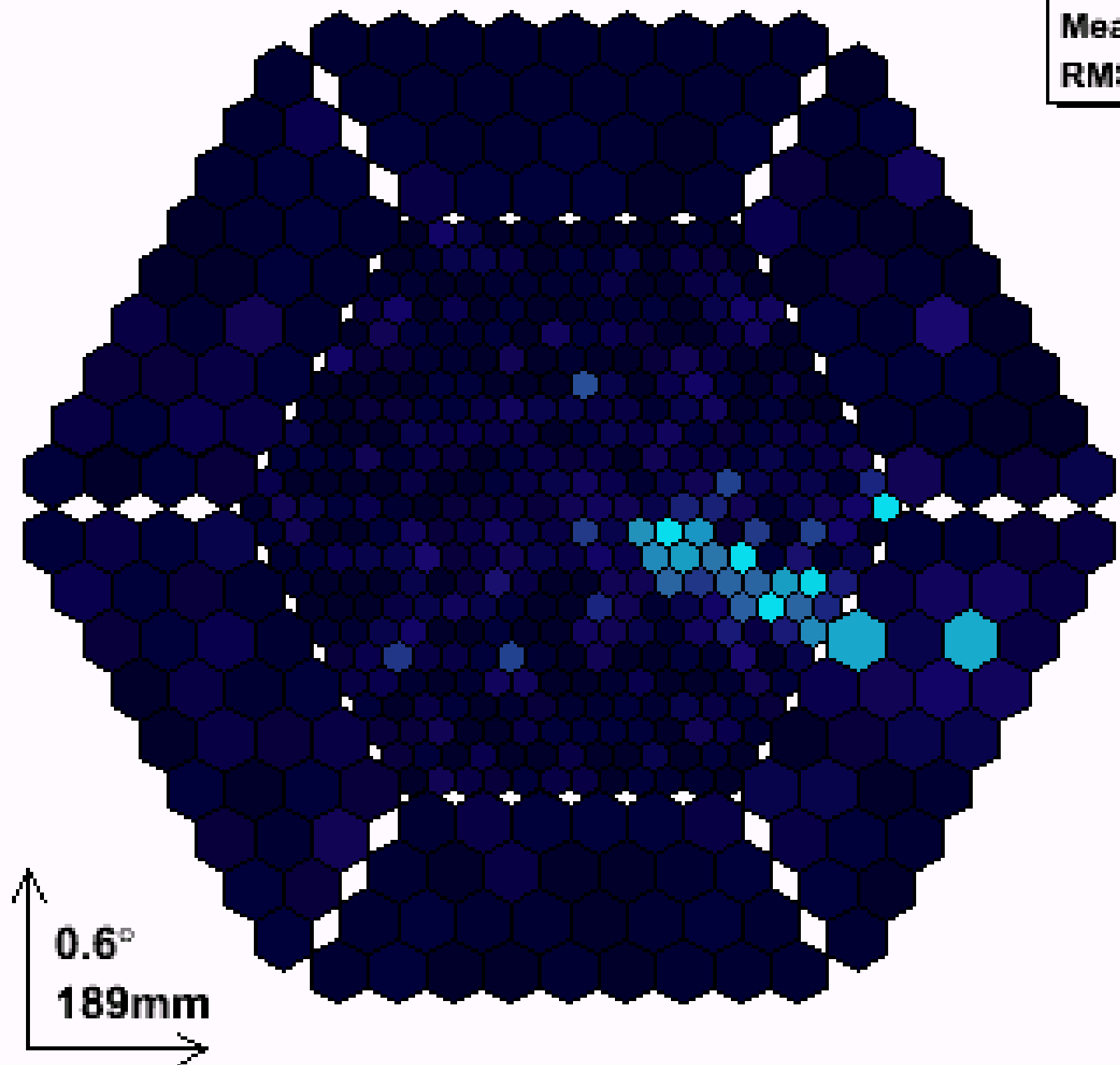


Kako detektiramo gama zrake zemaljskim teleskopima

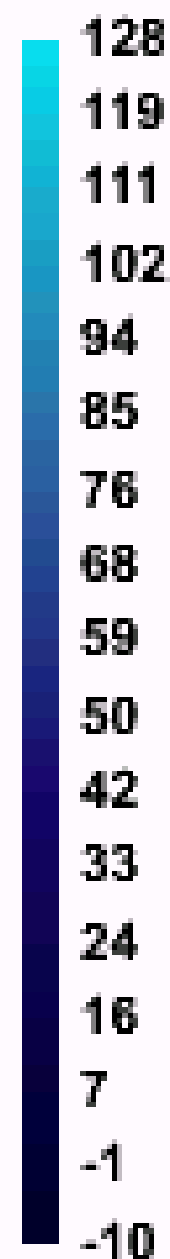
Kako MAGIC vidi gama zrake

Brza i osjetljiva kamera MAGIC teleskopa od oko 1000 piksela snimi u sekundi oko 200 kratkotrajnih plavičastih bljeskova svjetlosti, nevidljivih ljudskim okom

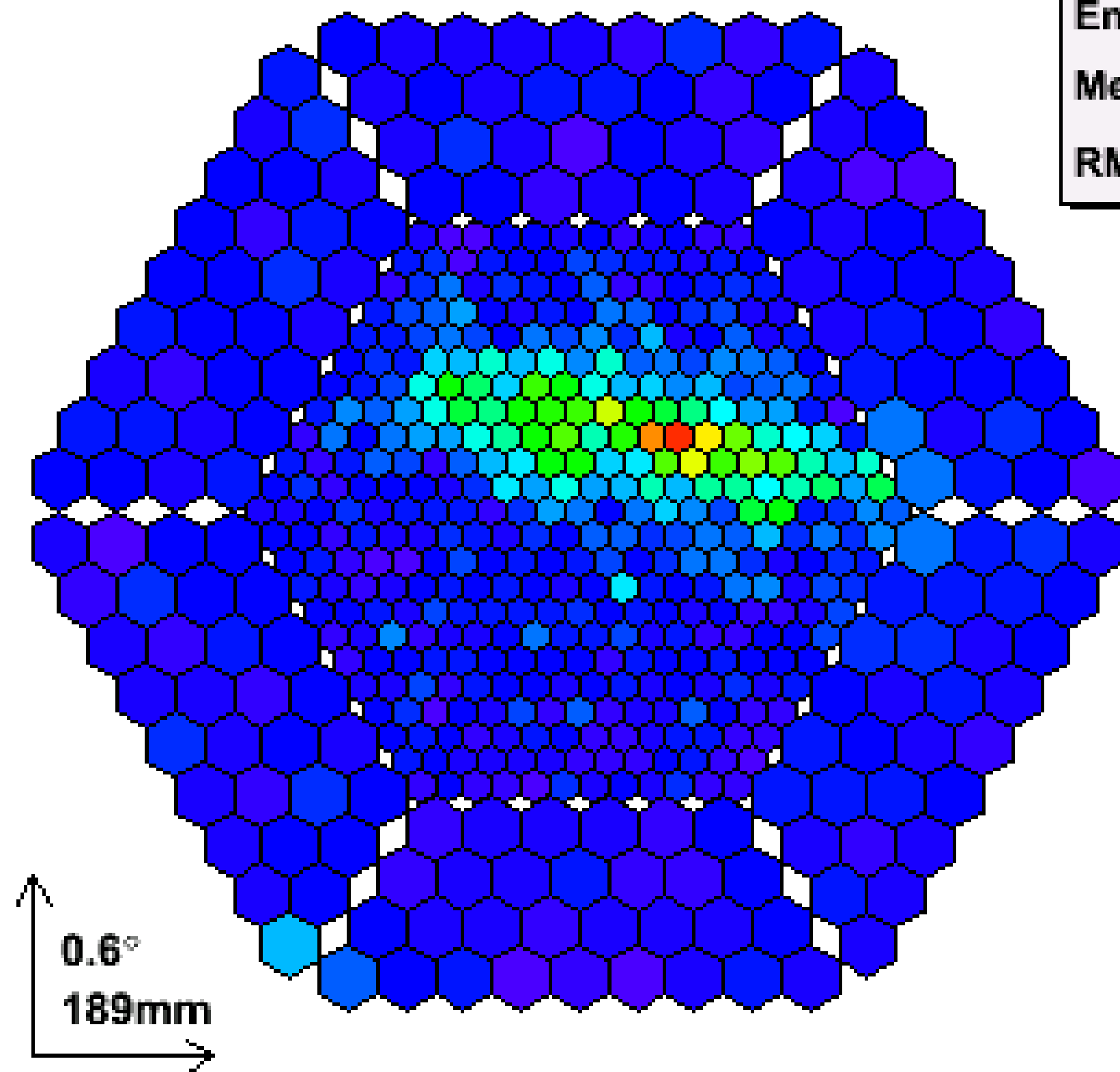
Gamma like



Entries	1
Mean	9.112
RMS	24.98



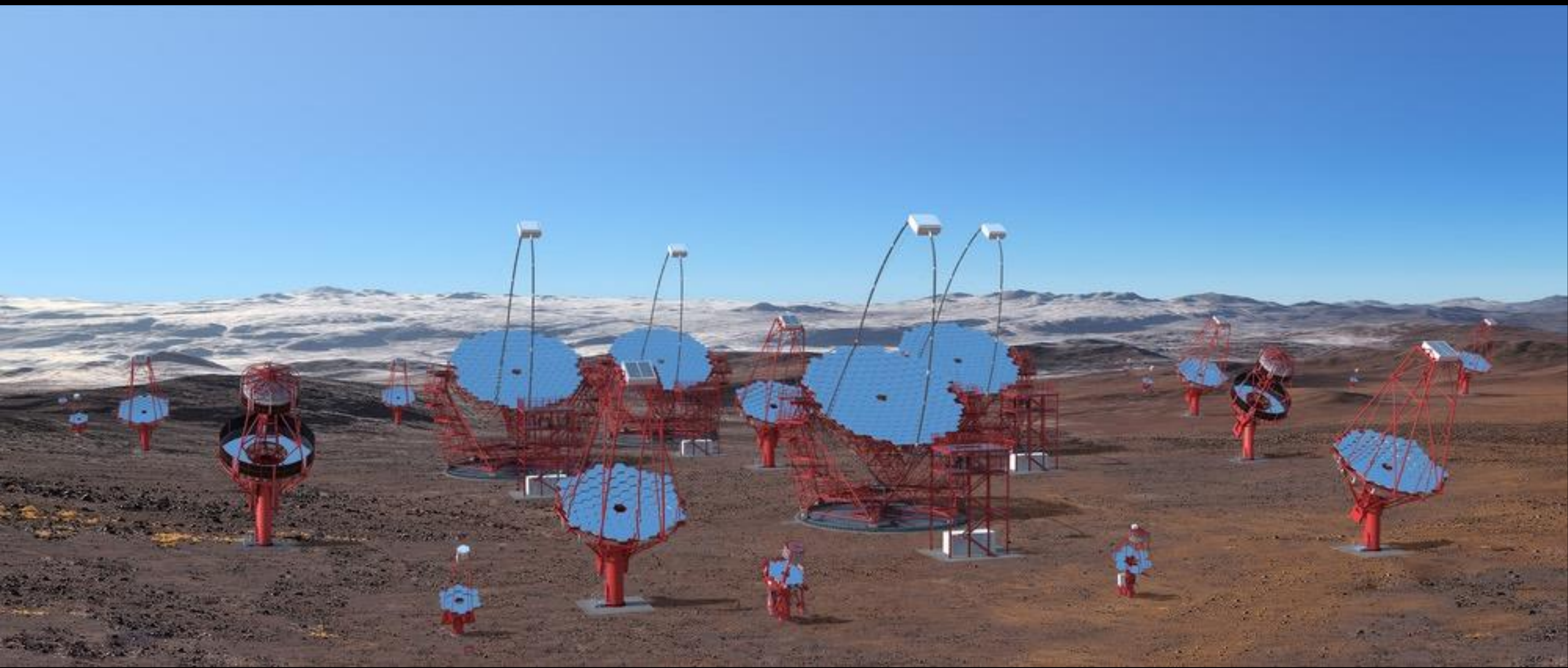
Entries	1
Mean	20.78
RMS	44.53



Cherenkov Telescope Array (CTA) - North



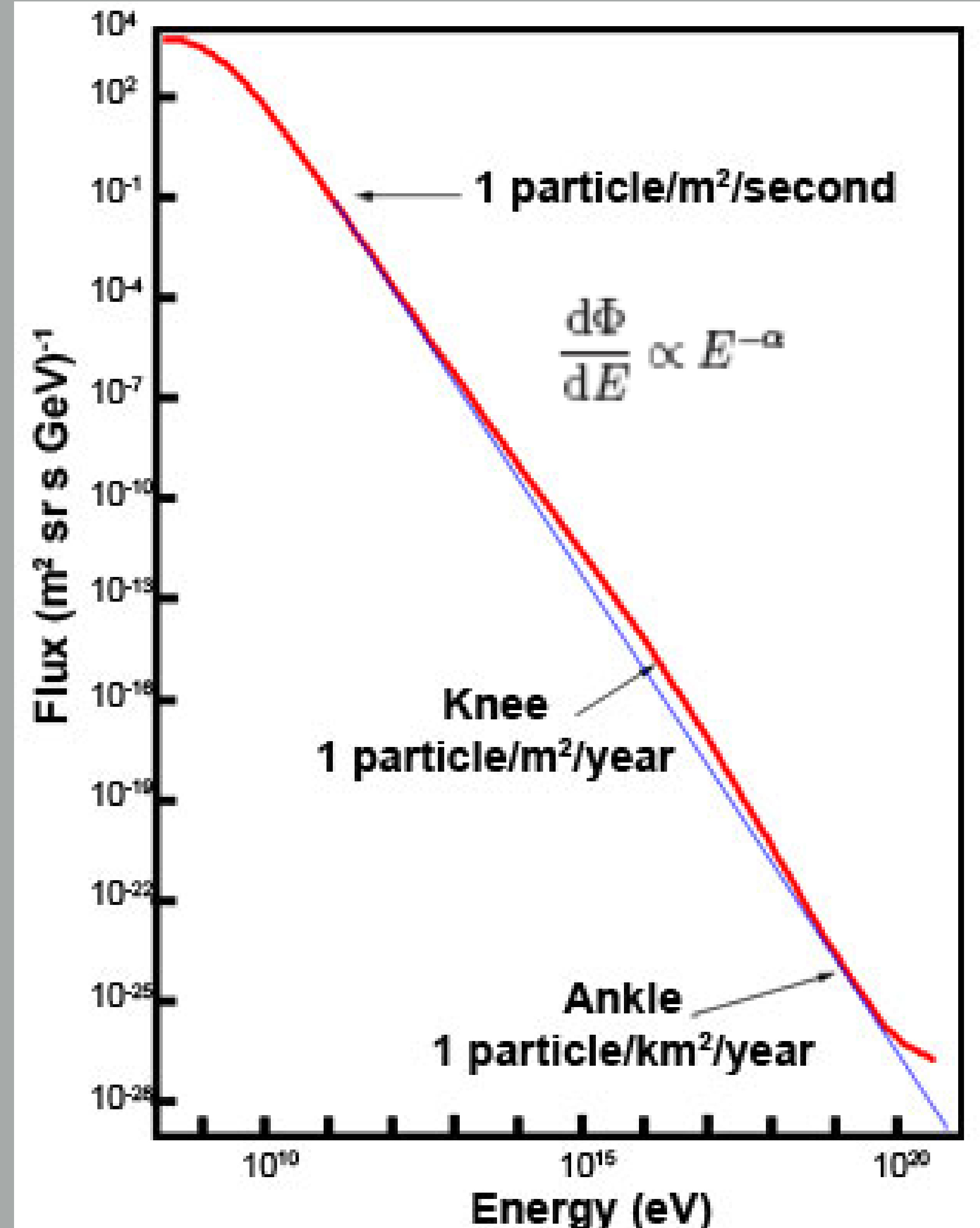
Cherenkov Telescope Array (CTA) - South



Kozmičké zraky

Kozmičke zrake

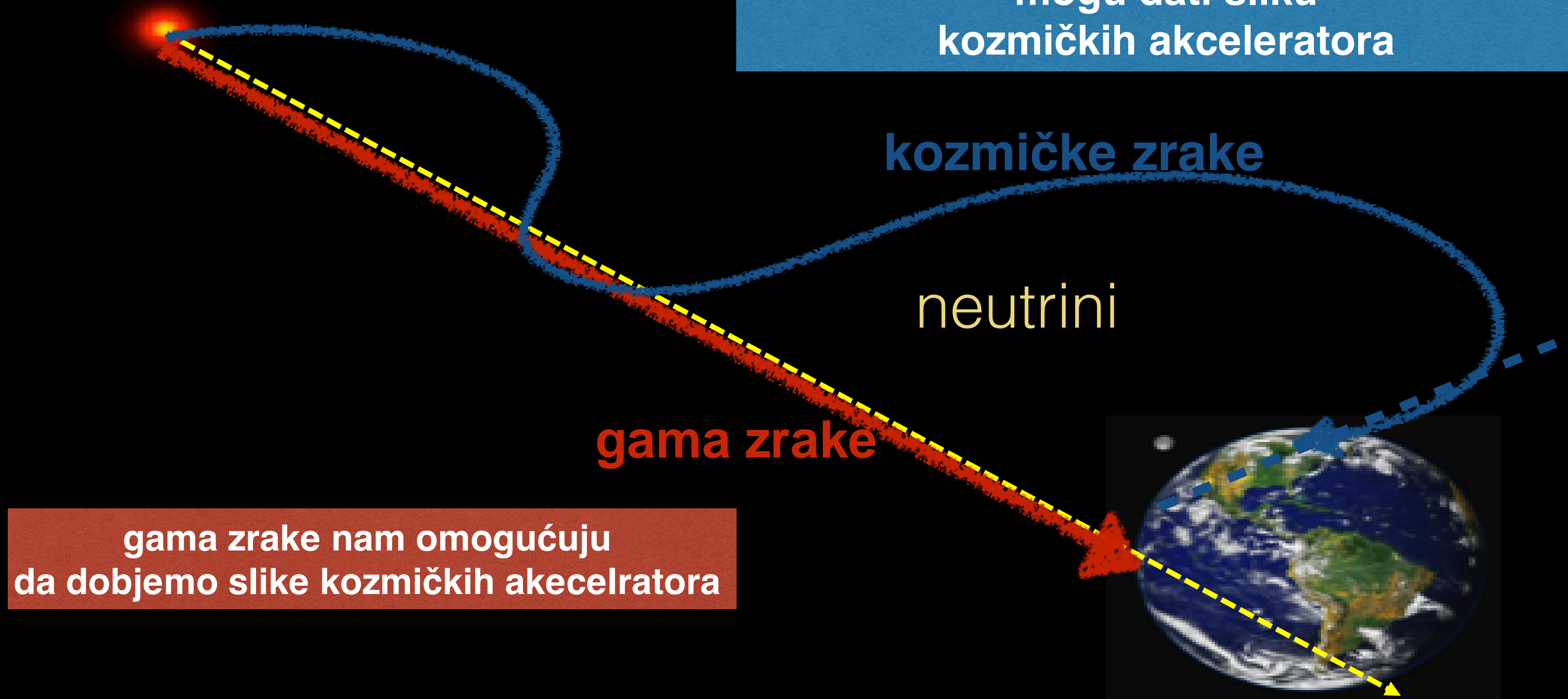
- Što su kozmičke zrake
 - 89% protoni
 - 10 % jezgre Helija
 - 1 % ostale teže jezgre
- Izvori kozmičkih zraka i gama zrake su **svemirski akceleratori**
- **Mjerenjem kozmičkih zraka i gama zraka i neutrina opažamo kozmičke akceleratori**



Kako opaziti kozmičke akcelerator

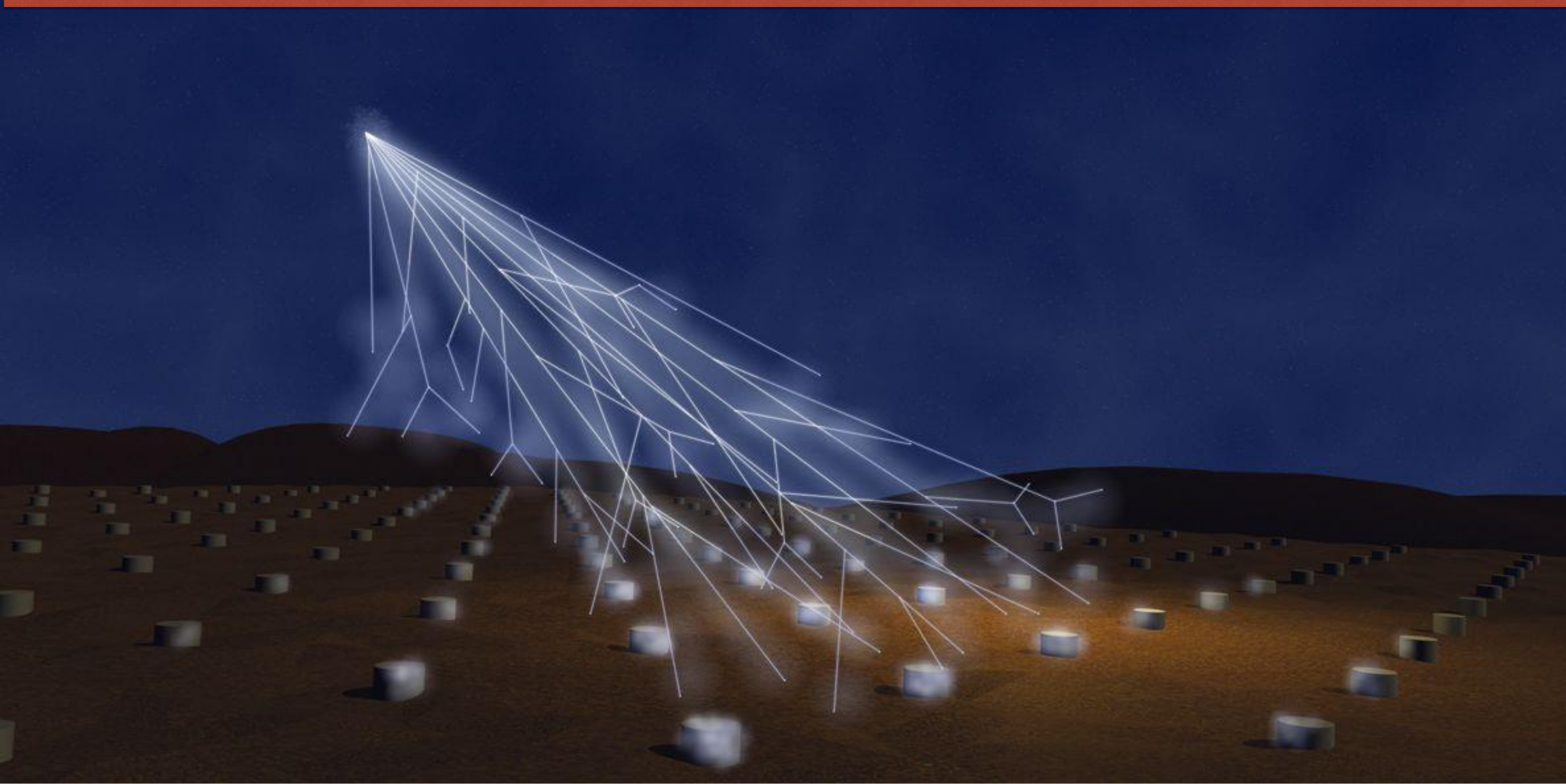
Kozmički akcelerator

kozmičke zrake imaju električni naboja,
magnetska polja ih zarkreću tako da ne
mogu dati sliku
kozmičkih akceleratora



gama zrake nam omogućuju
da dobijemo slike kozmičkih akcelratora

Pierr Auger Observatory



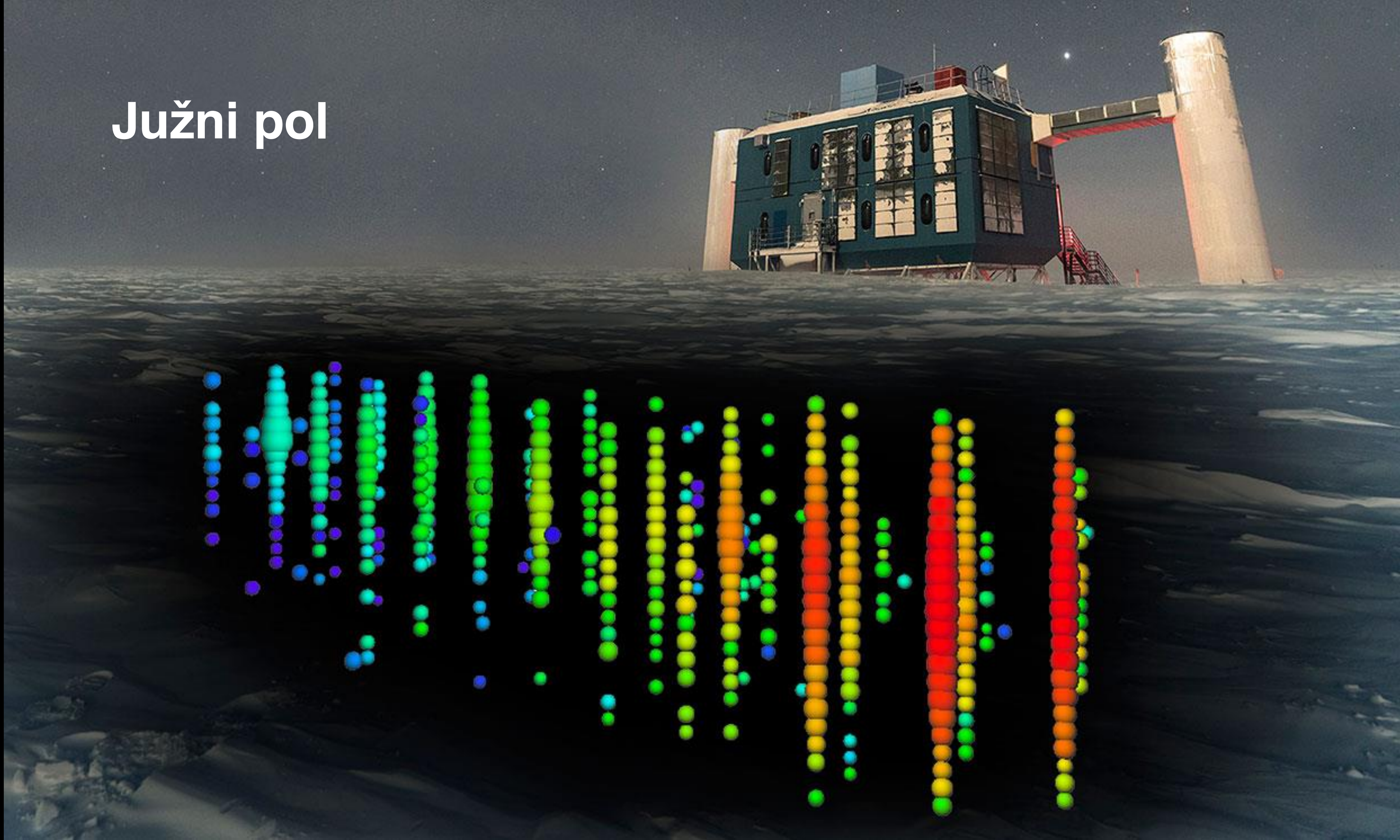
Pierre Auger Observatory

Mreža od 1600 detektora razmaknutih 1,5 km prekriva površinu od 3000 km²

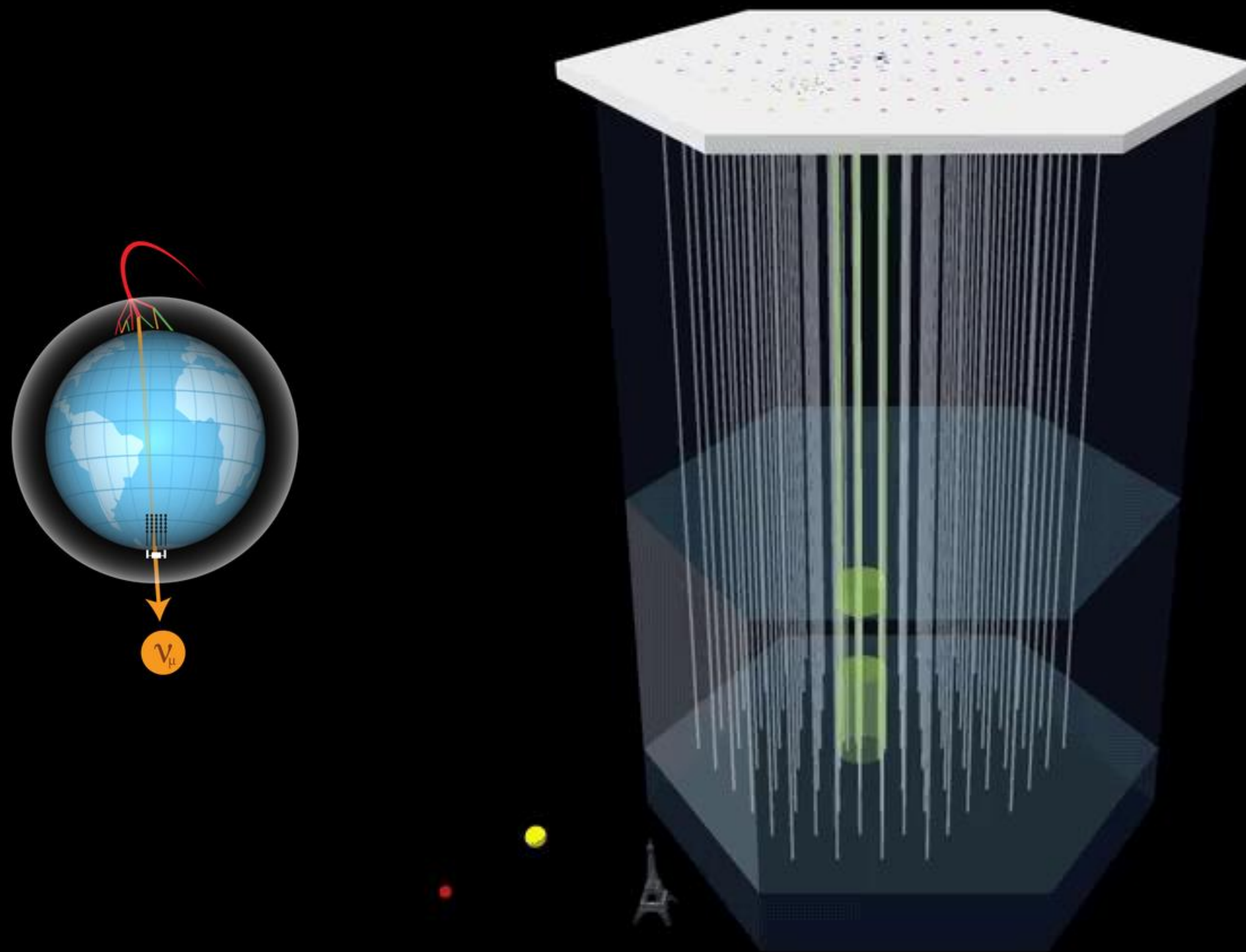


Kozmičk neutrini

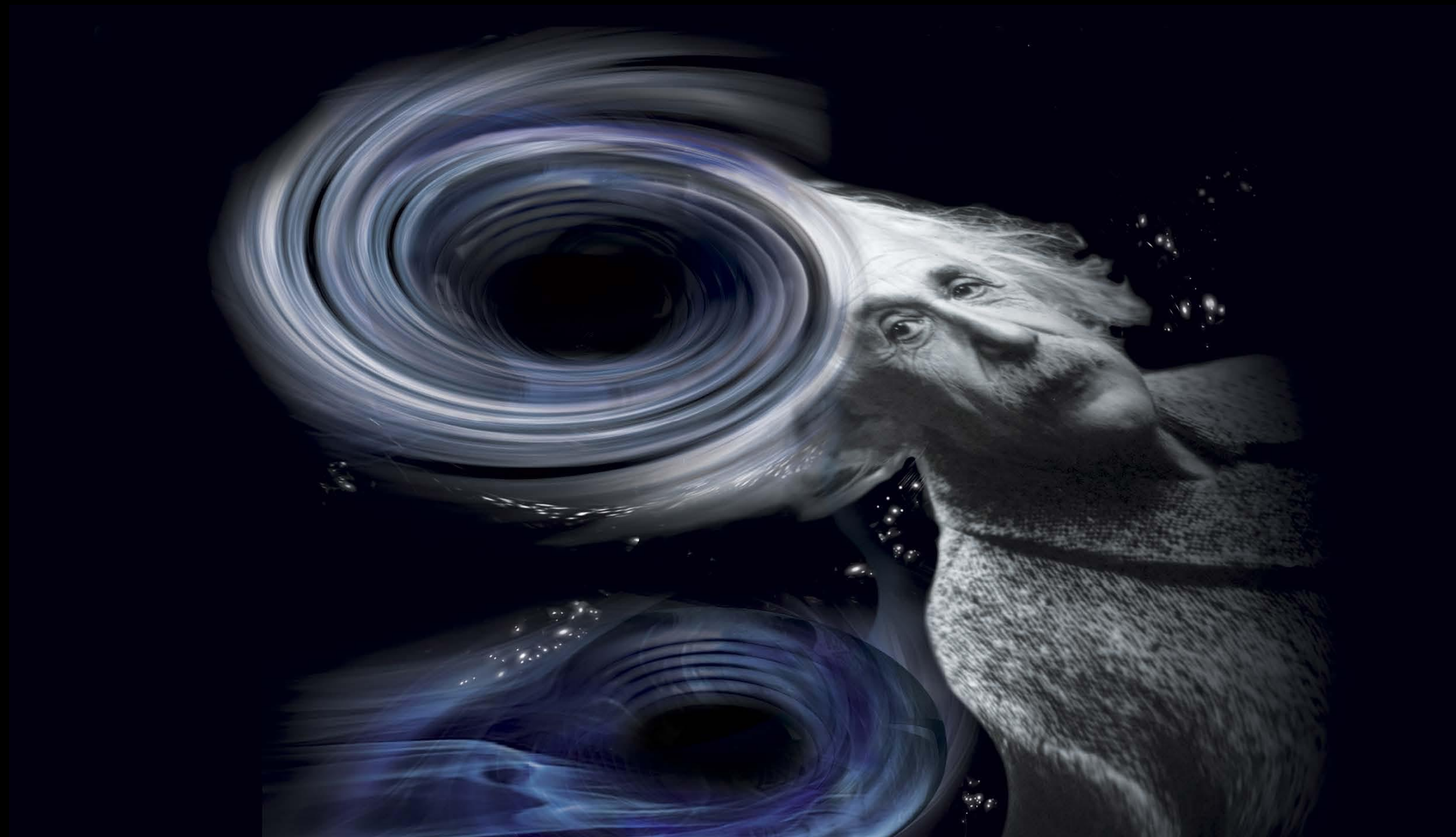
Južni pol



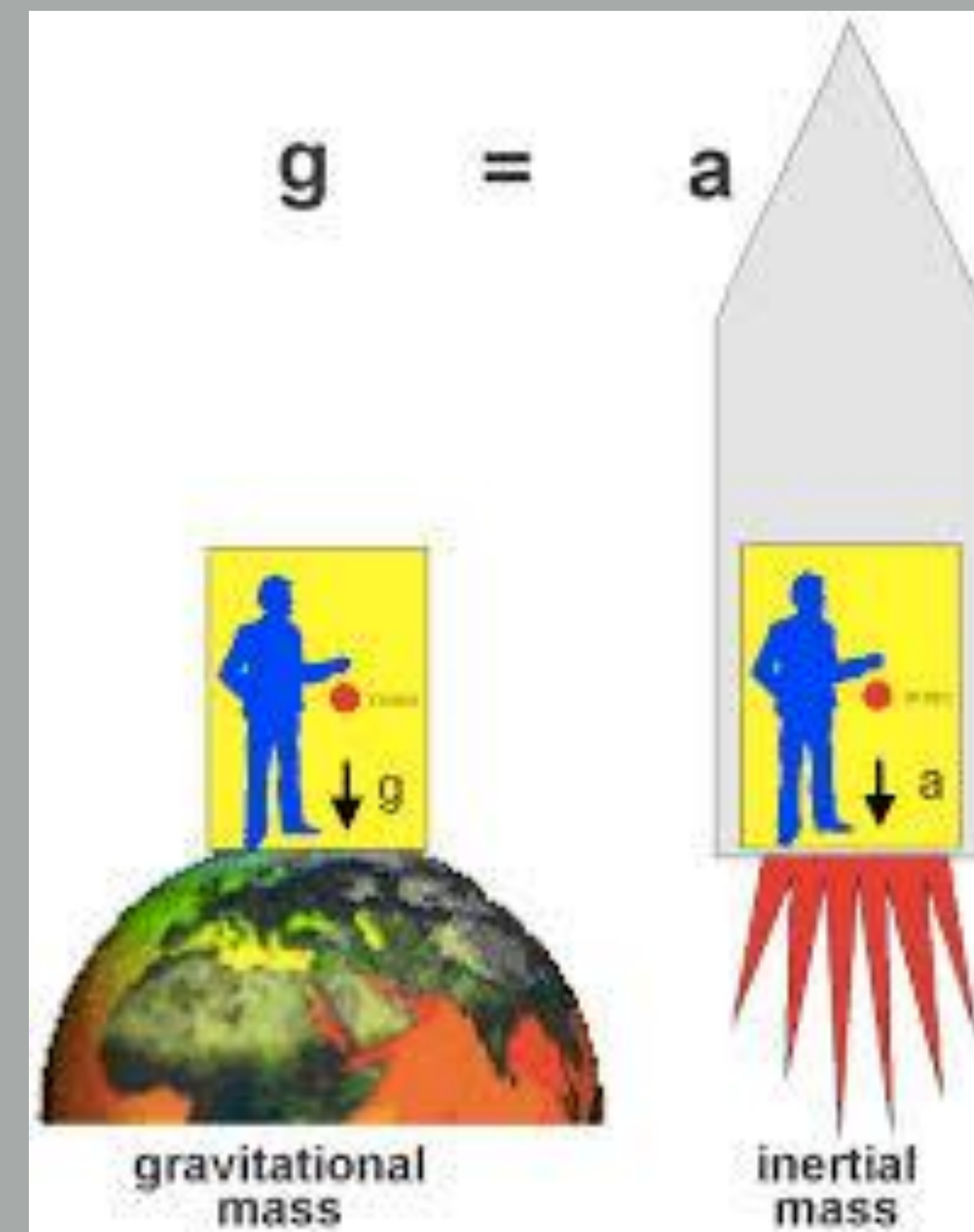
Detekcija neutrina u IceCube



Gravitacijski valovi



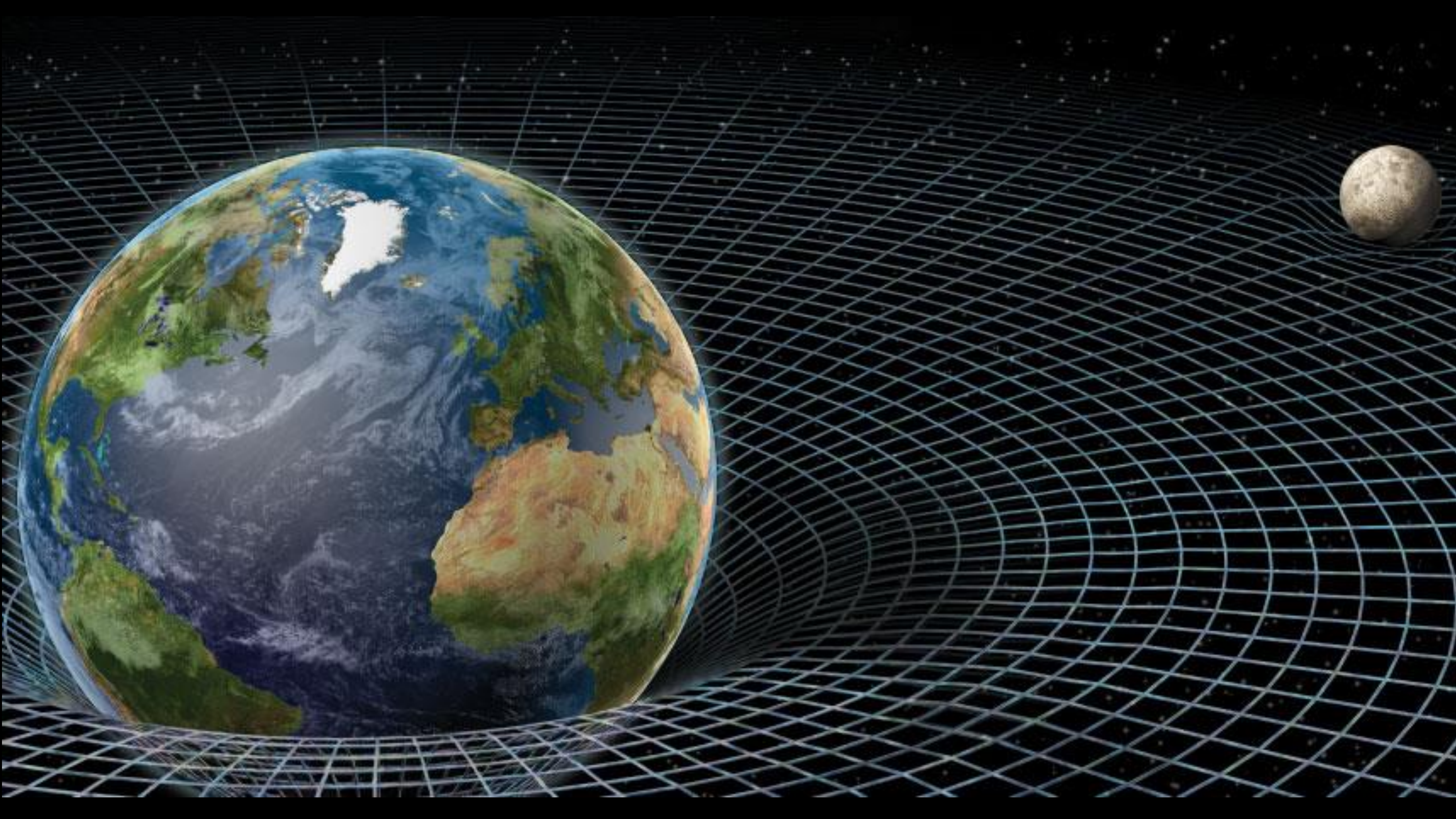
Einstein: “Najsretnija misao mog života”



Gravitacija je isto što i akceleracija

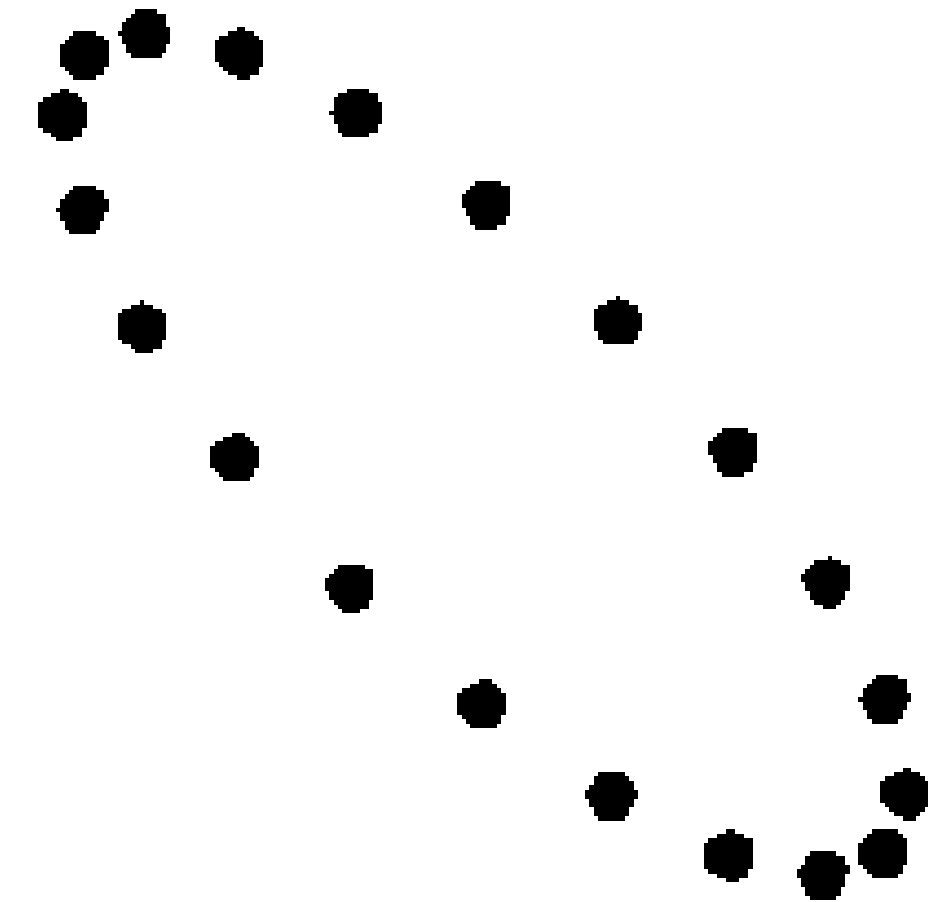
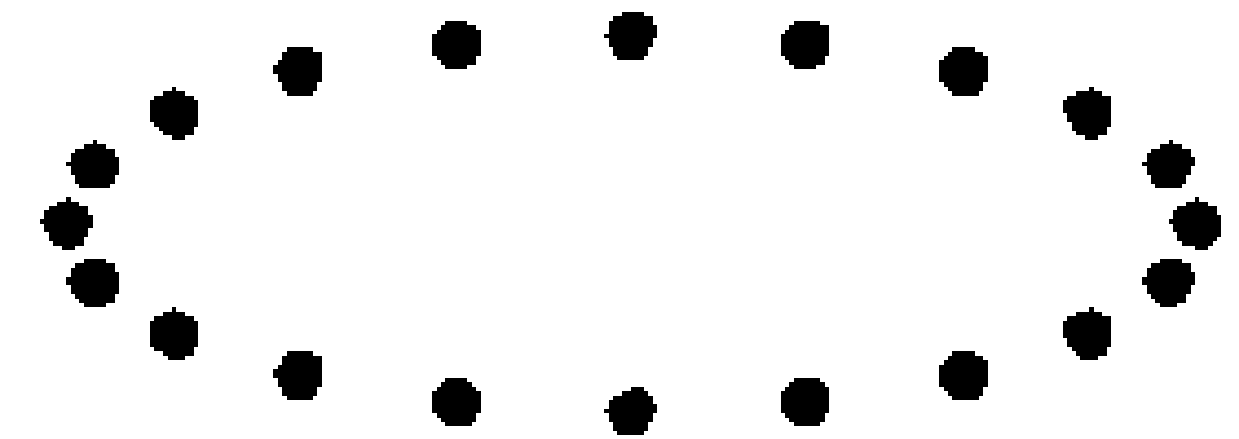
Gravitacija nije privlačenje, gravitacija nije sila (!!!) već posljedica geometrije prostor-vremena

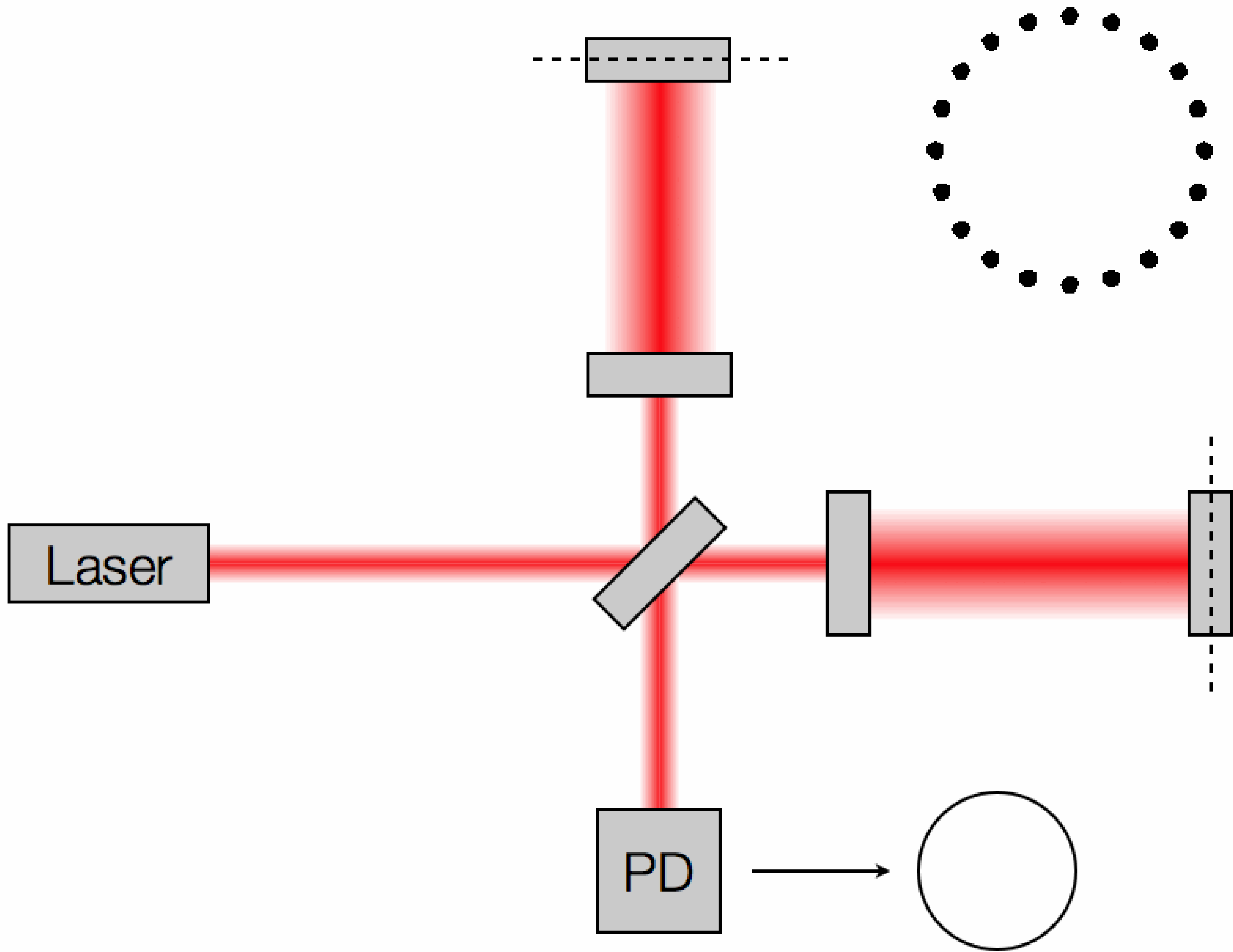
Dosada može biti jako kreativna



Kako detektirati gravitacijske valove

- Gravitacijski val rasteže prostor u jednom smjeru a drugom/okomitom smjeru ga sažima.
- Potrebno je vrloooo preciznoooo mjeriti dužinu krakova objekta oblika “L”
- Koliko preciznoooo? Jakooo preciznoooo ...
- Detektirati promjene u duljini reda veličine 10^{-18} m (milijarditniki dio milijarditinke metra)
- Kako?
- Pomoću lasera.



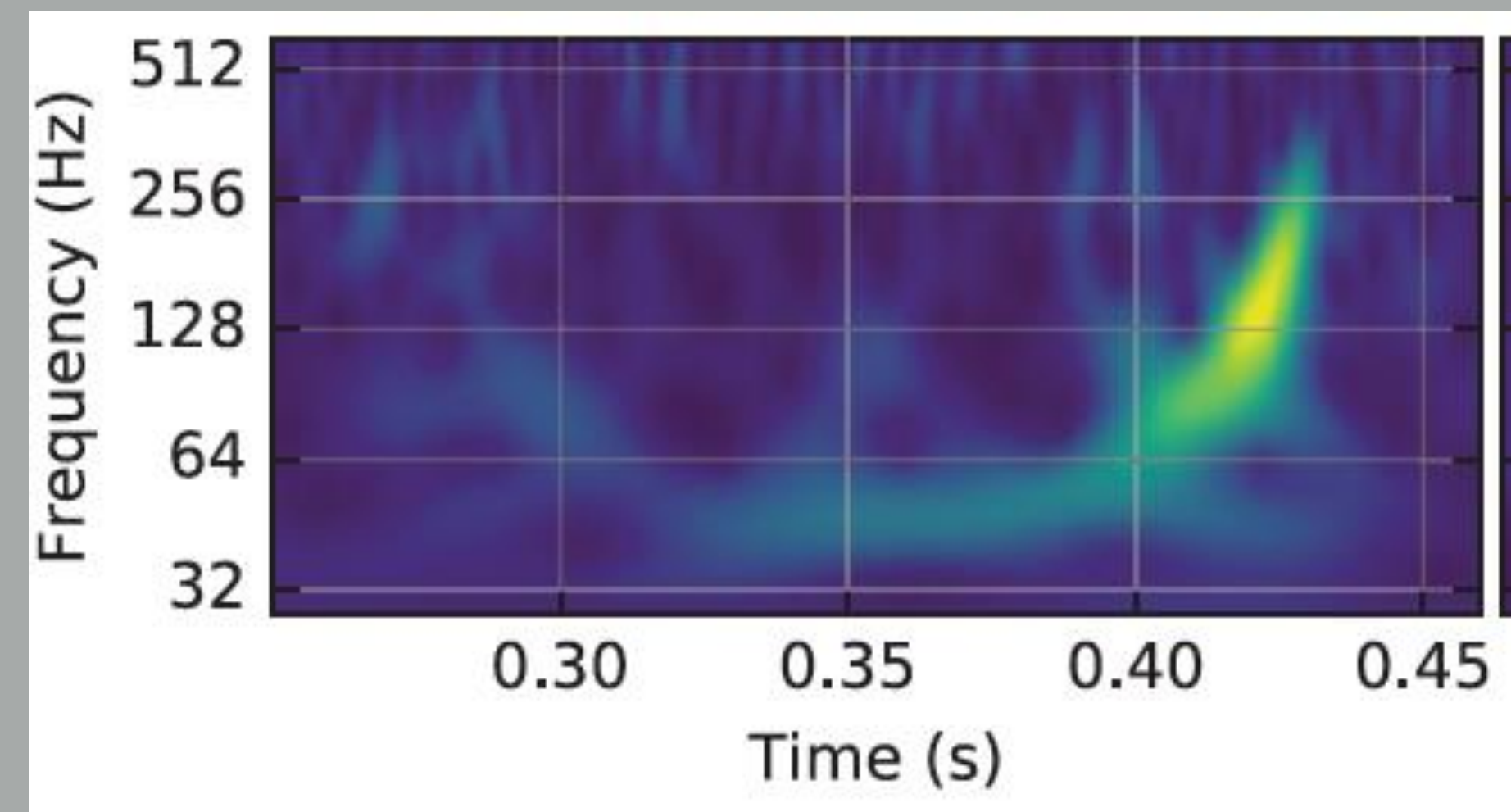
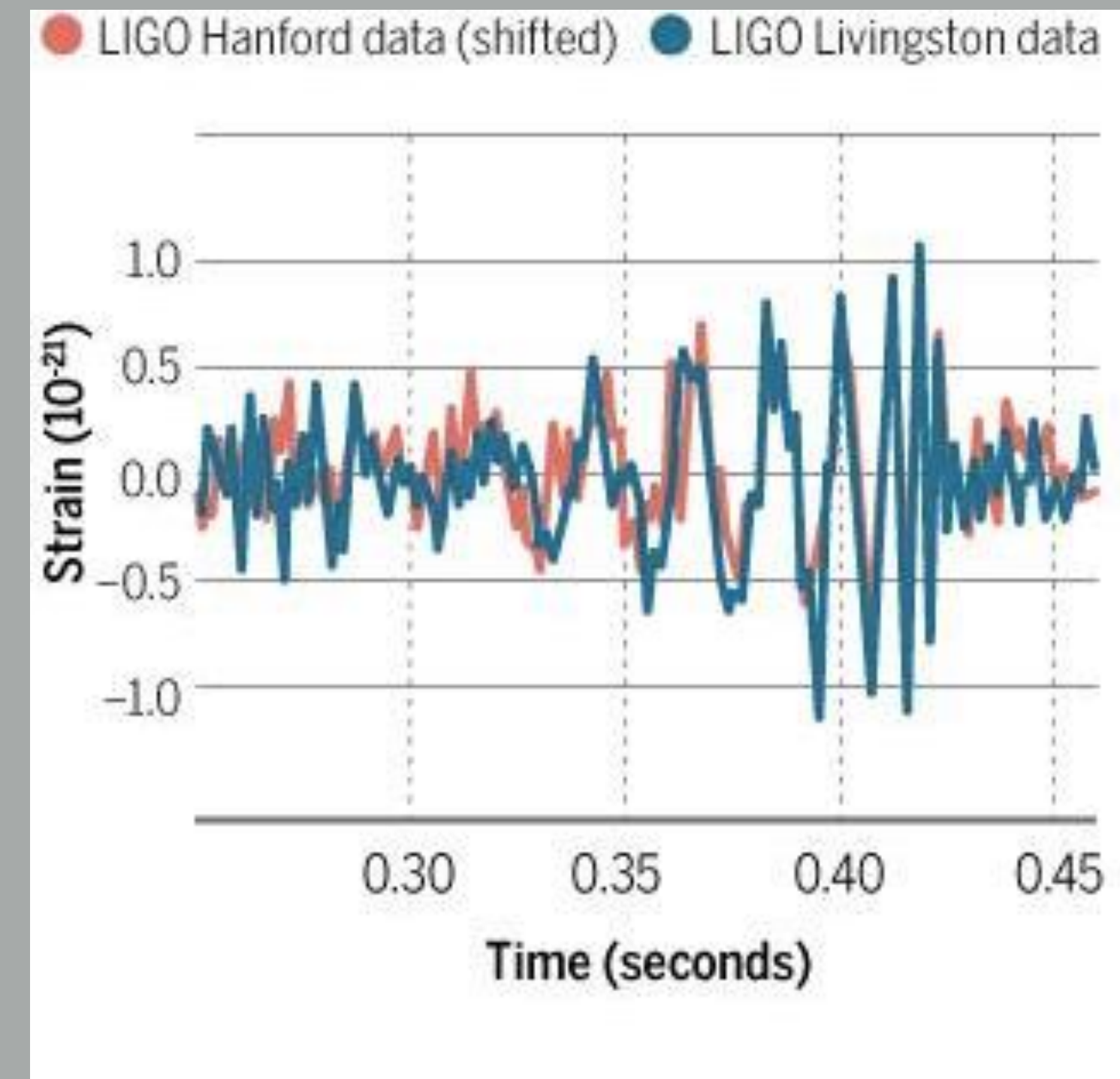


LIGO opservatorij čine dva detektora - stereo



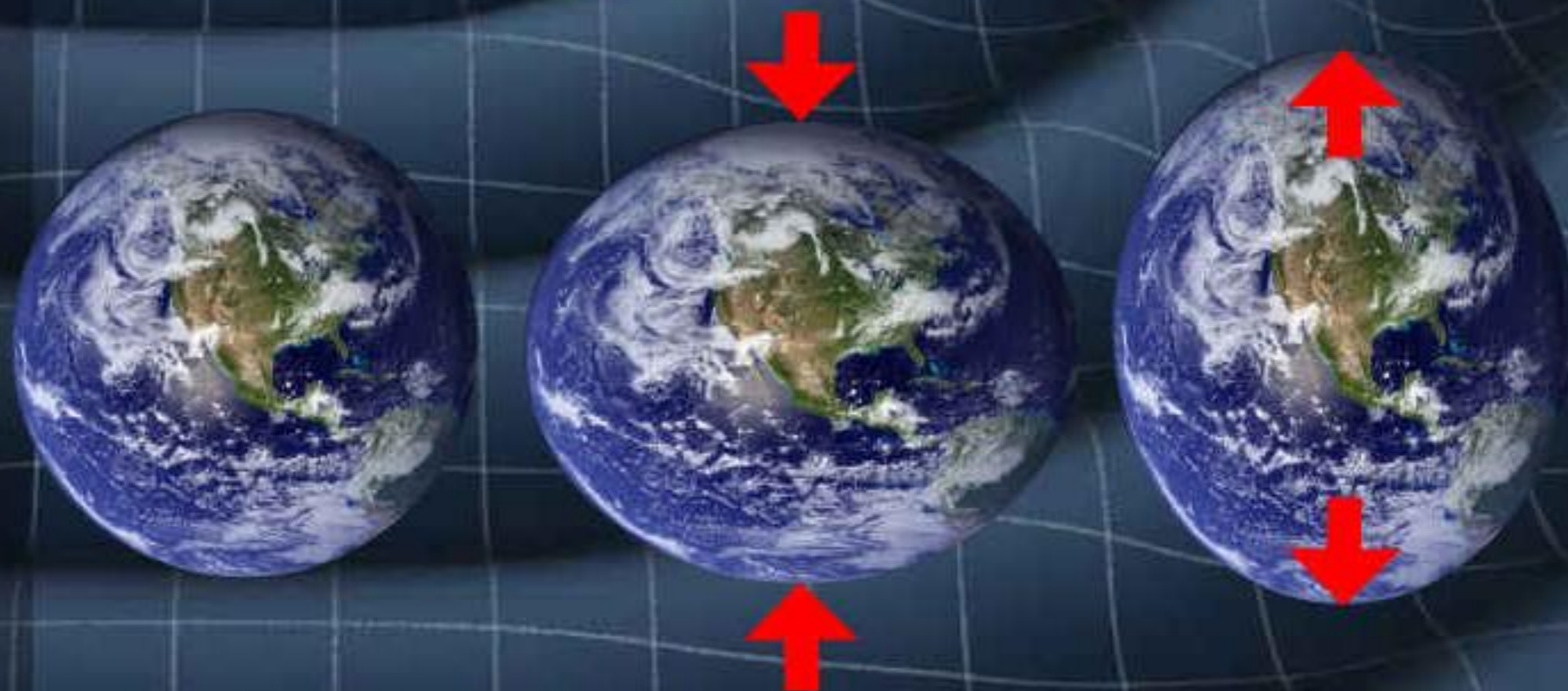
Što je LIGO vidio

- 14 rujna, 2015. u 09:50:45 (UTC) odnosno u 04:50 po lokalnom vremenu u Louisina i 02:50 i Washington detektirana je relativna promijena duljine dva kraka detektora u tajanju 0,25 sekundi. Signal je prvo detektirao H1 0,007 sekundi L1 detektor
- Promijene duljine na početku su oscilirale frekvencijom 35 Hz a zatim su rasle do 250 Hz da bi izčezle nakon 0,25 sekundi.



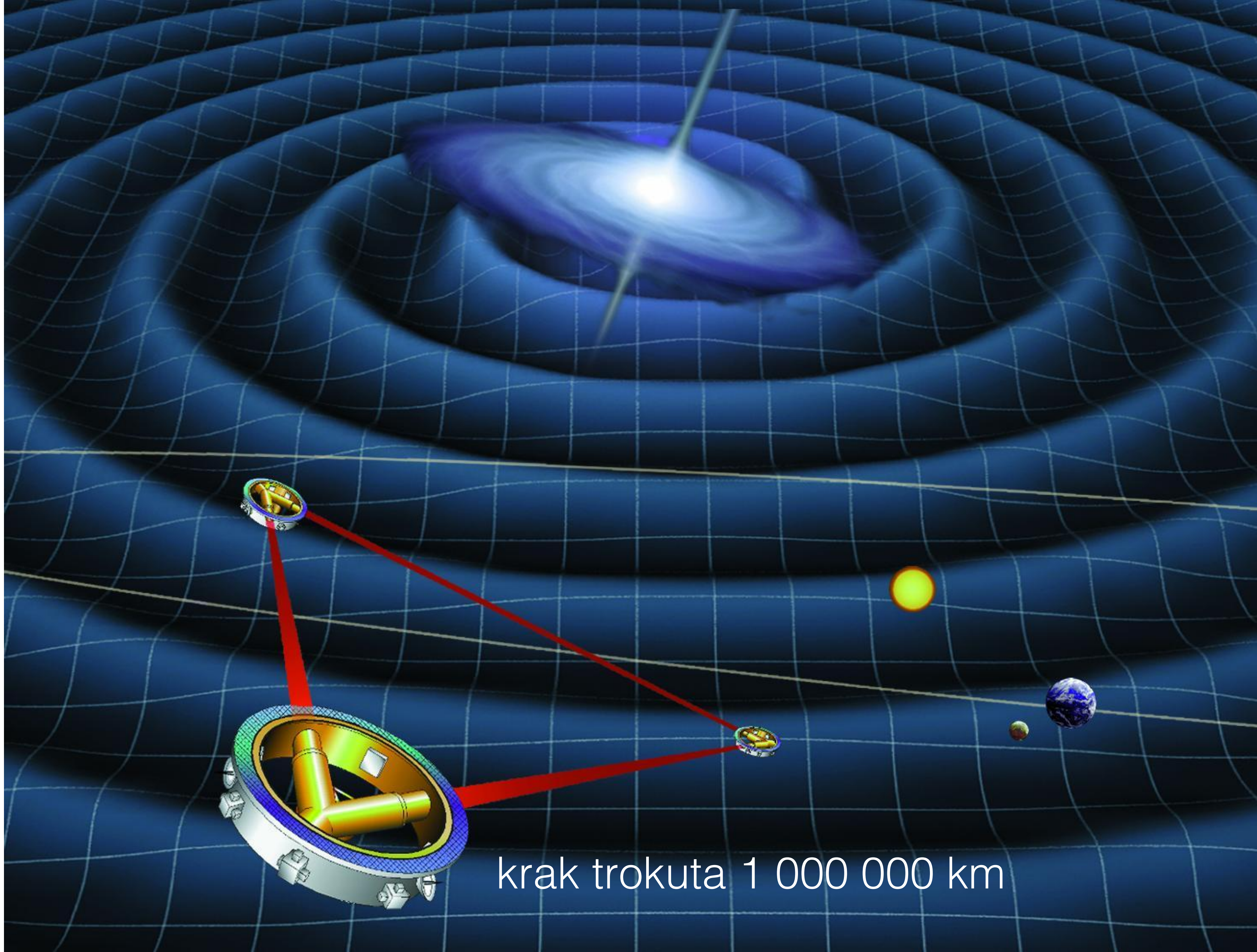
WHAT ARE GRAVITATIONAL WAVES?

Gravitational distortion of space-time occurs when massive objects such as black holes collide and merge. The waves squeeze and stretch space as they pass, but the effect is sub-atomically small. (The effect of stretching due to passing gravitational waves is hugely magnified in the globes at right.)



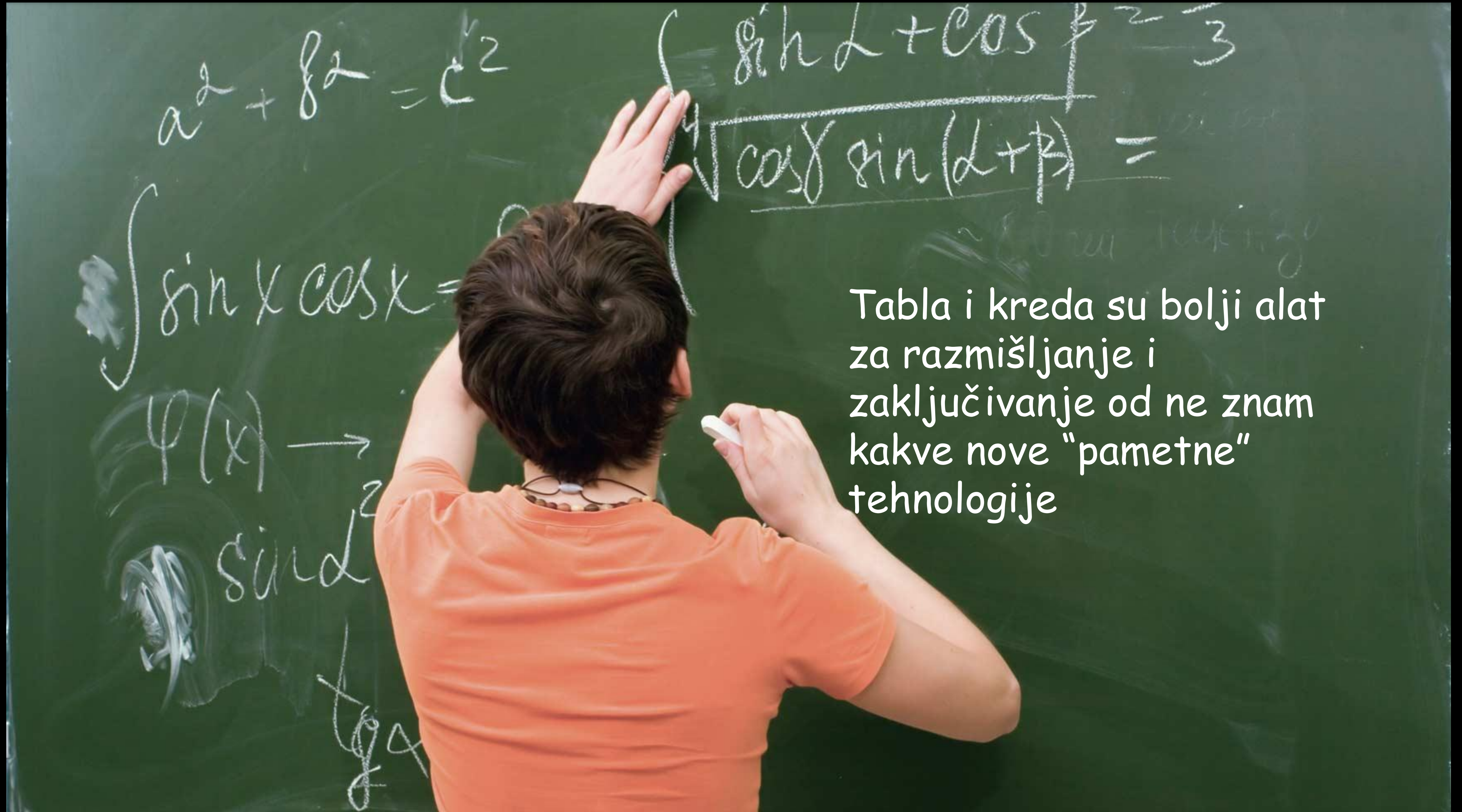
Kako pametno potrošiti
dvije milijarde EURA ?

Napraviti LISA 



krak trokuta 1 000 000 km

Budućnost obrazovanja – apstraktno razmišljanje



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\frac{\sin \alpha + \cos \beta}{\cos \gamma \sin(\alpha + \beta)} = \dots$$

$$\int \sin x \cos x = \dots$$

$$\varphi(x) \rightarrow \dots$$

$$\sin \alpha^2$$

$$\tan \alpha$$

Tabla i kreda su bolji alat za razmišljanje i zaključivanje od ne znam kakve nove "pametne" tehnologije

SCIENCE

Humans owe our evolutionary success to friendship

Cooperation is the key to long-term survival.

Brian Hare and Vanessa Woods

July 21, 2020



Our ability to show each other compassion could be the quality that has kept humans alive for so long. Photo by Helena Lopes on Unsplash

Vjerojatno nijedna narodna mudrost o ljudskoj prirodi nije nanijela više štete - ili je više pogrešna - od "opstanka najjačih". Ideja da će jaki i nemilosrdni preživjeti dok slabi nestaju postala je zacementirana u kolektivnoj svijesti nakon objavljivanja petog izdanja knjige Podrijetlo vrsta Charlesa Darwina 1869. U kojoj je napisao da je, kao zamjena za pojam prirodne selekcije, "Preživljavanje najjačih je točnije, a ponekad je i jednako zgodno."

Tijekom proteklog stoljeća i pol, ova pogrešna verzija "prilagođenosti" bila je temelj društvenih pokreta, restrukturiranja korporacija i ekstremnih pogleda na slobodno tržište. Korištena je za argumentiranje ukidanja vlade, za prosuđivanje skupina ljudi kao inferiornih i za opravdavanje okrutnosti. Ali za Darwina i suvremene biologe, "preživljavanje najjačih" odnosi se na nešto vrlo specifično - sposobnost preživljavanja i ostavljanja za sobom sposobnih potomaka - "Survival of the fittest" je ništa više i ništa manje od ovoga.

Ono što nam je omogućilo da preživimo i napredujemo dok su druge vrste izumirali bila je vrsta kognitivne supermoći: posebna vrsta prijateljstva koja se naziva kooperativna komunikacija. Mi smo stručnjaci za suradnju s drugim ljudima, čak i strancima. Možemo komunicirati s nekim koga nikada nismo upoznali o zajedničkom cilju i zajedno raditi na njegovom ostvarenju



Ovo je kao "influencer"

Ovo su kao "foloueleri"



Hvala