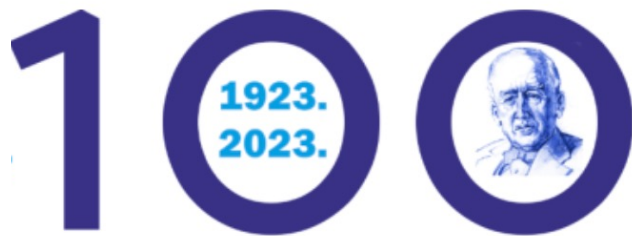


MILUTIN MILANKOVIĆ: CIKLUSI, KLIMATSKA TEORIJA I KALENDAR

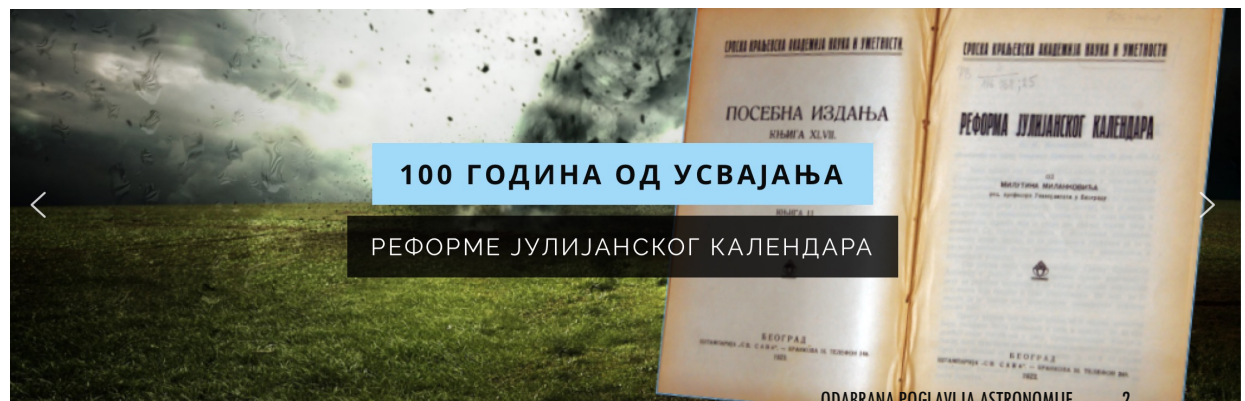
Dragana Ilić

100 GODINA NOVOJULIJANSKOG KALENDARA

14-16. December 2023.



**HUNDRED YEARS
OF THE NEW JULIAN
CALENDAR**



27.10.2023.

ODABRANA POGAVLJA ASTRONOMIJE 2

MILUTIN MILANKOVIĆ – KRATKA BIOGRAFIJA

- Milutin Milanković (rođen 1879. u Dalju, Austro-Ugarska [sada u Hrvatskoj] – preminuo 1958. u Beogradu, Jugoslavija [sada u Srbiji])
- Srpski astronom, matematičar i geofizičar
- Studirao građevinarstvo u Beču, diplomirao 1902. godine, stekao doktorat 1904. (prvi doktorat Tehničkih nauka iz Srbije)
- 1905. godine počeo akademsku karijeru na Univerzitetu u Beogradu (Srbija)
- Bio je profesor primenjene matematike na Univerzitetu u Beogradu
- Sekretar Srpske akademije nauka i umetnosti
- Objavio je naučne i popularne knjige (<http://legati.matf.bg.ac.rs/milankovic>)

The background is a dark blue field filled with glowing, semi-transparent mathematical formulas and circuit-like patterns. Visible formulas include M , Z , $X + 0$, Y , $Z = Y + 0$, $p = \frac{1}{3} n m \overline{v^2}$, $\frac{2}{3} = \frac{2}{3} n E_k = \frac{1}{3} n m \overline{v^2}$, $= n k T$, $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$, and $1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

ASTRONOMSKI OSNOVI KALENDARA

ASTRONOMSKI CIKLUSI

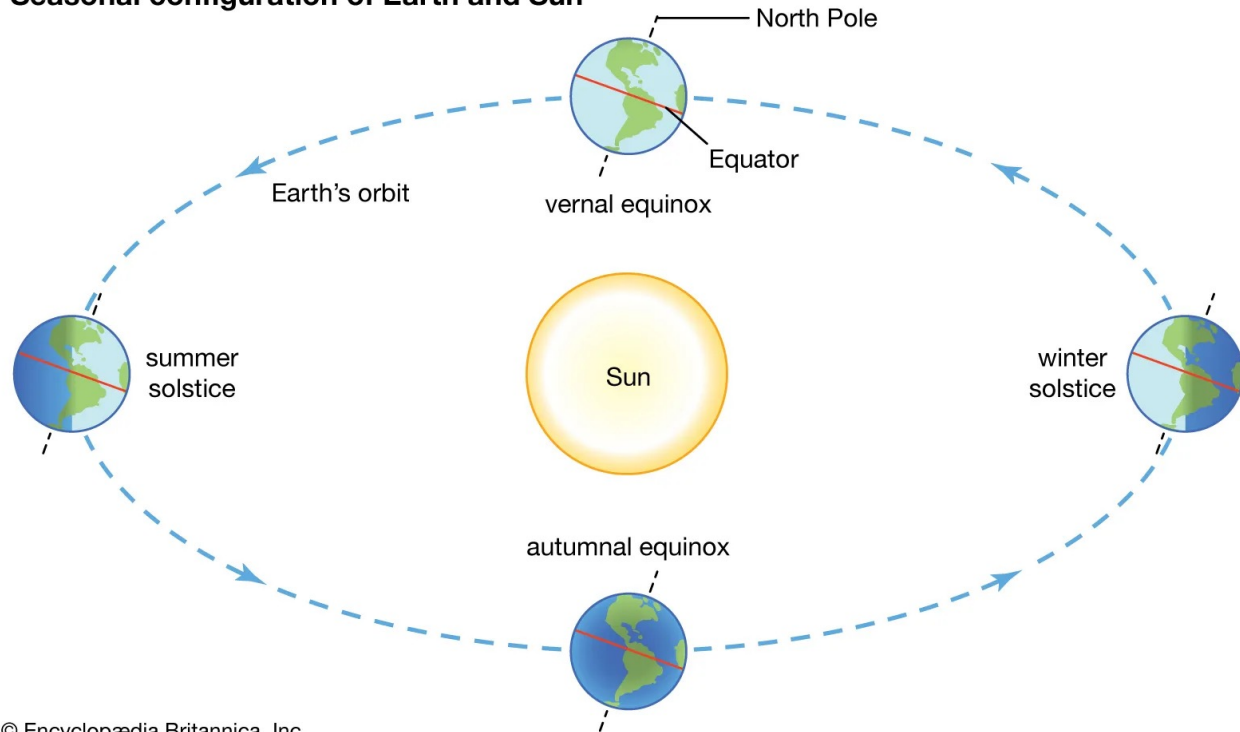
- dan (zasnovan na rotaciji Zemlje oko svoje ose)
- godina (zasnovana na revoluciji Zemlje oko Sunca)
 - tropska godina: srednji interval između prolećnih ravnodevica; ~ 365.25 dana
- mesec (zasnovan na revoluciji Meseca oko Zemlje)
- složenost kalendara zbog:
 - ciklusi revolucije ne obuhvataju ceo broj dana
 - ciklusi nisu konstantni niti savršeno međusobno uklopljeni
- solarni (Gregorijanski), lunarni (Islamski) i lunisolarni kalendar (Hebrejski, Kineski)

LETNJA RAVNODNEVICA

Kalendar godina koja se sastoji od celog broja dana ne može biti savršeno sinhronizovan sa tropskom godinom (u odnosu na Sunce).

Tropska godina - 365.242
Siderička godina - 365.256

Seasonal configuration of Earth and Sun



© Encyclopædia Britannica, Inc.

TRI TIPA KALENDARA

Solarni kalendar, čiji je primer građanski Gregorijanski kalendar, napravljen je da održi sinhronizaciju sa tropskom godinom. Da bi to postigao, dani se ubacuju (formirajući prestupne godine) kako bi se povećala prosečna dužina kalendarske godine.

Lunarni kalendar, kao što je Islamski kalendar, prati lunarni fazni ciklus bez obzira na tropsku godinu. Zbog toga se meseci Islamskog kalendara sistematski pomeraju u odnosu na mesece Gregorijanskog kalendara.

Treći tip kalendara, *lunisolarski kalendar*, ima niz meseci zasnovanih na lunarnom faznom ciklusu; ali svakih nekoliko godina se ubacuje ceo mesec kako bi se kalendar vratio u fazu sa tropskom godinom. Hebrejski i Kineski kalendari su primeri ovog tipa kalendara.

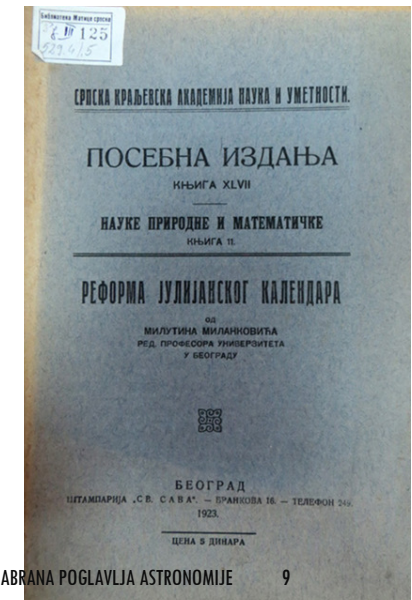
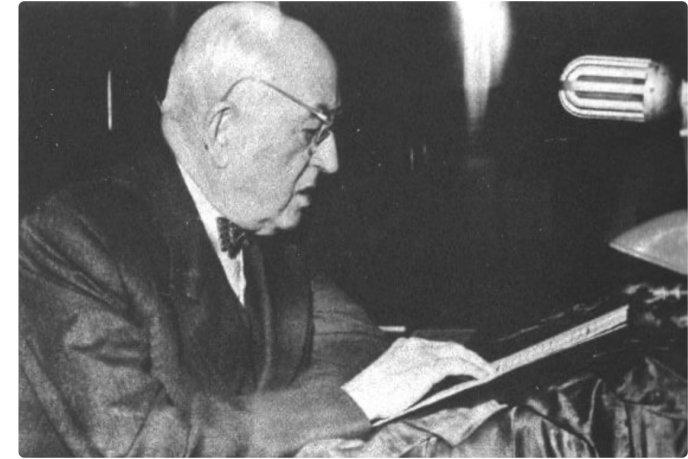
GREGORIJANSKI KALENDAR



- 1582, Papa Grgur XIII donosi dekret koji navodi da je dan posle četvrtka 4. oktobra zapravo 15. oktobar (a ne 5.)
 - Predloženo od strane astronoma Aloysius Lilius i Christopher Clavius
- Obična godina – 365 dana
- Leap years – 366 prestupna, sa interkalacionim danom 29. februara
 - Svaka godina deljiva sa 4, osim onih deljivih sa 100
 - Stogodišnje godine su prestupne samo ako su deljive sa 400
- Nakupi se greška od oko 1 dan na 2500 godina
- Datum Uskrsa: prva nedelja posle **crkvenog** punog meseca koji pada na ili odmah posle 21. marta
 - NIJE: prva nedelja posle prvog punog meseca posle letnje ravnodnevice

REFORMISAN JULIJANSKI KALENDAR

- Predložen od strane Milankovića 1923. na Ekumenskom kongresu istočnih pravoslavnih crkava u Carigradu.
 - Cilj reforme bio je da ujedini verske proslave u obe hrišćanske crkve (pravoslavnu i katoličku) i izbegne dvostruke proslave koje dovode do konfuzije i finansijskih gubitaka za nacionalne ekonomije.
- Ima iste mesece i iste dužine meseci kao Julijanski i Gregorijanski kalendar, ali pravila za prestupne godine su sledeća:
 - Godine koje su deljive sa 4 su prestupne godine.
 - Izuzetak: stogodišnje godine (uvek deljive sa 100) bi bile prestupne samo ako je deljenje sa 900 ostavilo ostatak 200 ili 600 (Gregorijanski: deljenje sa 400 bez ostatka).



TAČNOST

- **10x tačniji od Gregorijanskog kalendara**

-

Ovaj kalendar odražava tropsku godinu sa greškom od samo 2 sekunde godišnje, dok Gregorijanski kalendar ima grešku od 27 sekundi godišnje.

- Razlika će biti tek u 2800. godini

GREGORIAN LEAP YEARS:

2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800

MILANKOVITCH LEAP YEARS:

2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800
2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700

UPOTREBA NOVOJULIJANSKOG KALENDARA

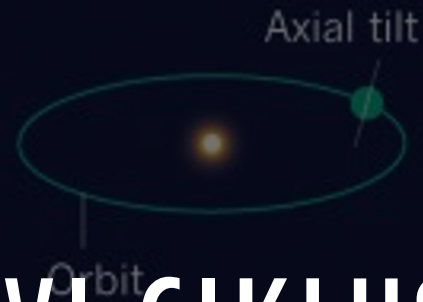


- Nije široko u upotrebi, glavni razlog je taj što nikada nije bio namenjen za civilnu upotrebu → Smišljen je kako bi reformisao merenje vremena u Pravoslavnoj crkvi.
- "Novi", "revidirani" ili "ispravljeni" Julijanski kalendar koriste:
 - Patrijaršije Carigrada, Aleksandrije i Antiohije, Crkve u Grčkoj, Kipru, Bugarskoj, Rumuniji, Poljskoj, Albaniji, Češkoj, Slovačkoj, Pravoslavna crkva u Americi (od 1983)
- Stari Julijanski kalendar koriste:
 - Patrijaršija Jerusalima, Crkve u Rusiji i Srbiji, Manastiri autonomne monaške države Svete Gore.

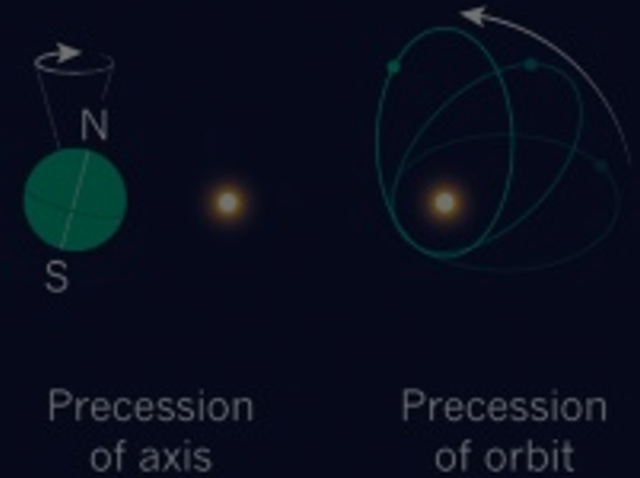
a Eccentricity



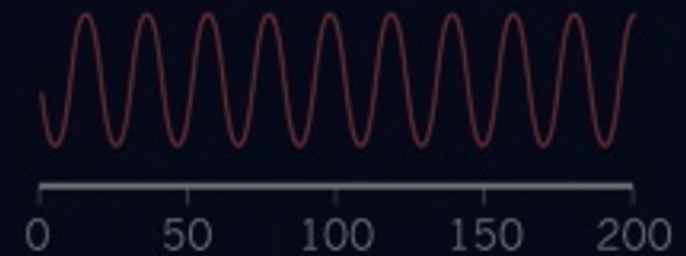
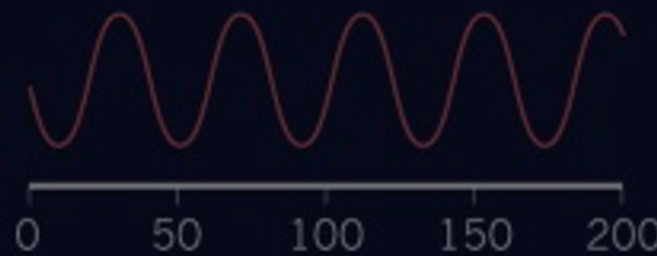
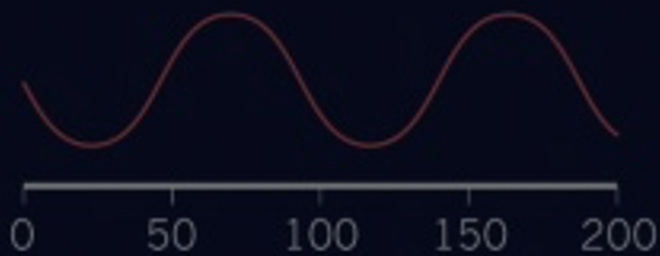
b Obliquity



c Precession



MILANKOVIĆEVI CIKLUSI



Thousands of years

MILANKOVIĆEVI CIKLUSI

Milankovićeви ciklusi opisuju kolektivne efekte dugoročnih (seklularnih) promena u orbitalnim elementima Zemlje na njen klimatski sistem tokom veoma dugih vremenskih razdoblja.

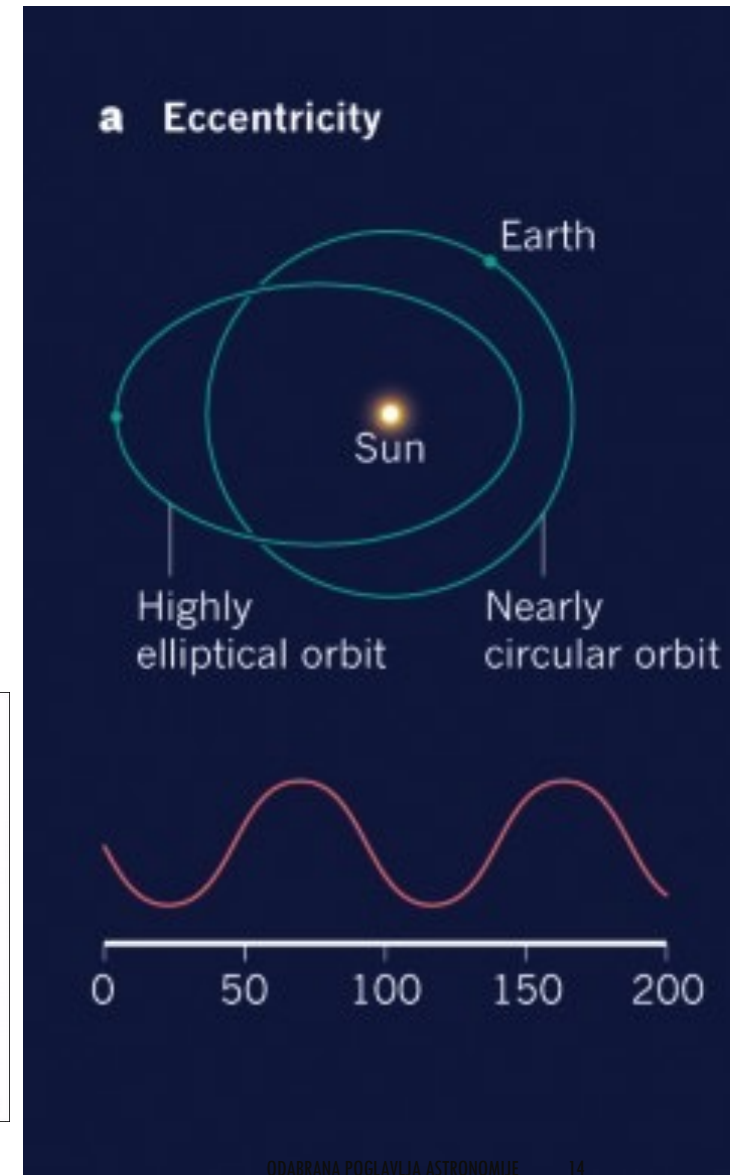
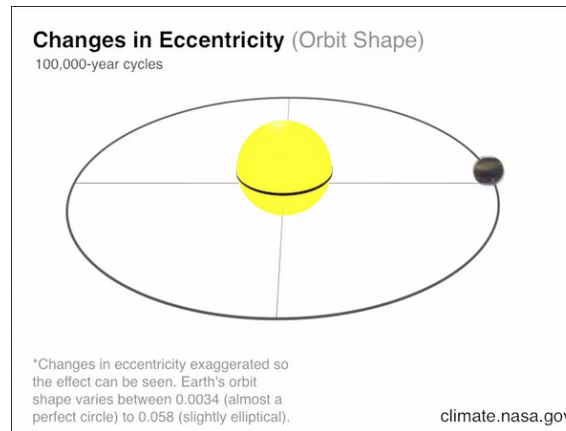
Krajem 19. veka, istraživanja o klime Zemlje su bila na veoma niskom nivou, uglavnom zbog nedostatka podataka.

Ideje da su promene u Zemljinim orbitama odgovorne za ledene doba su već bile postulirane od strane Džeјmsa Krola (James Croll), naučnika iz 19. veka iz Škotske.

EKSCENTRICITET

Ekscentricitet opisuje oblik Zemljine orbite oko Sunca i varira od gotovo kruga do elipse, delimično zbog gravitacije Jupitera

period ~96,000 godina



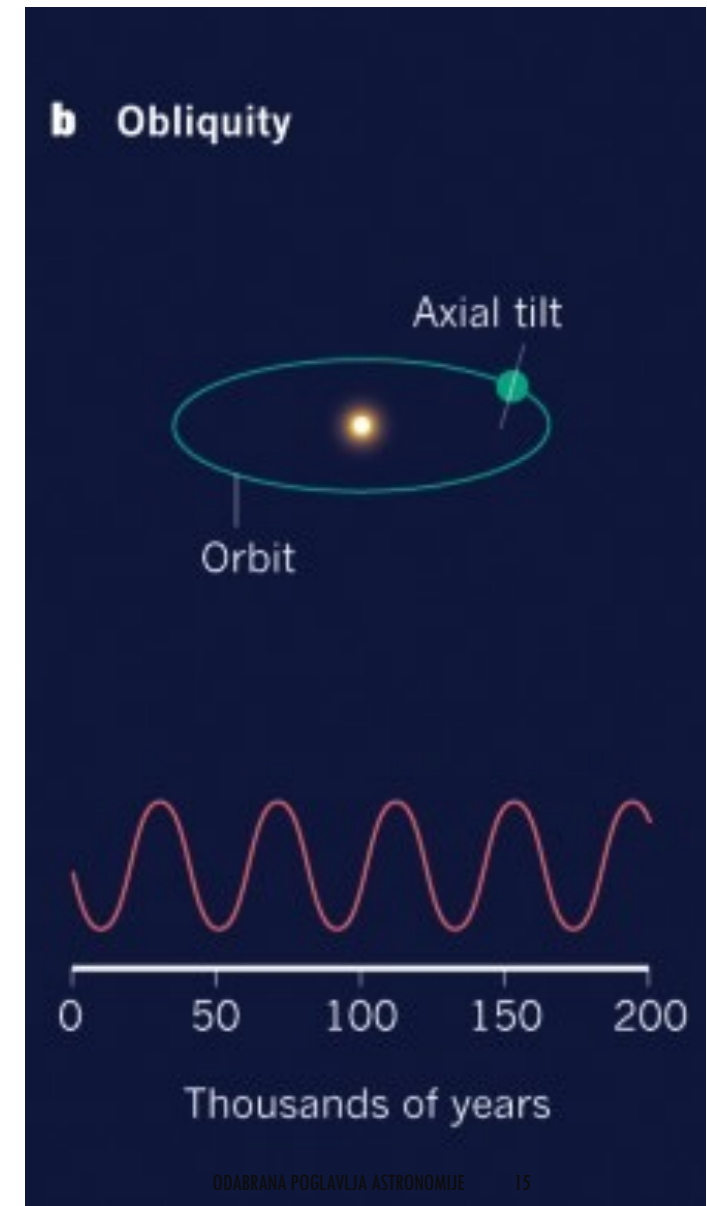
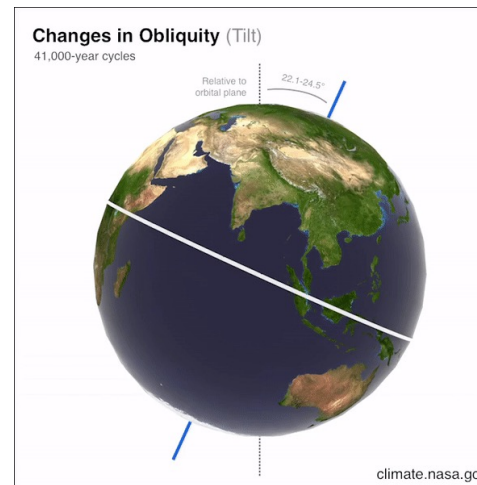
Maslin, M. ^{27.10.2023}Forty years of linking orbits to ice ages. *Nature* **540**, 208–209 (2016)

NAGIB (INKLINACIJA)

Nagib Zemljine ose rotacije u odnosu na ravan njene orbite varira u opsegu 22,1-24,5 stepeni.

Ovo direktno utiče na intenzitet godišnjih doba.

Oscilira u periodu od ~41.000 godina.

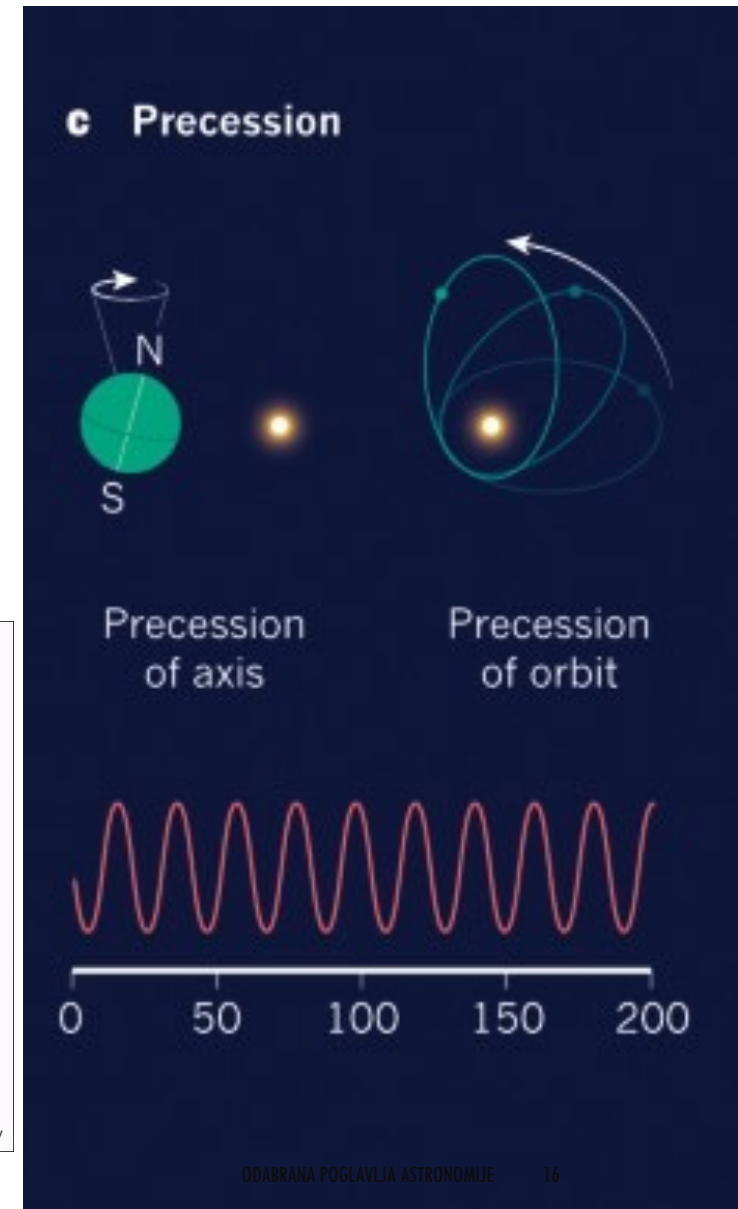
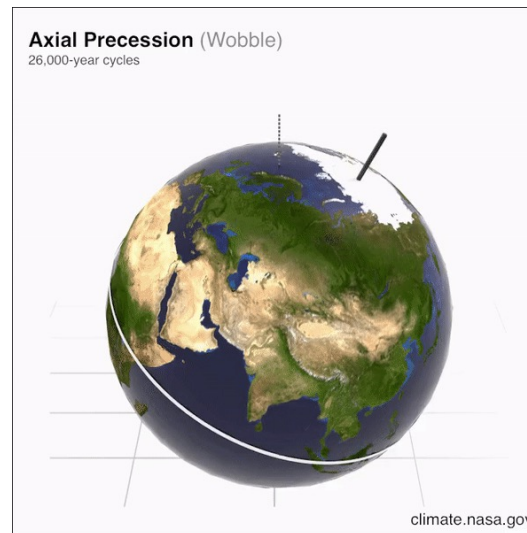


PRECESIJA

Osa Zemljine rotacije i njena orbita precesiraju (rotiraju se) tokom vremena.

Ovo je najkomplicovaniji tip promene orbite jer menja udaljenost između Zemlje i Sunca tokom svake sezone.

Kombinovani efekti ove dve komponente i ekscentricitet daju ciklus od oko ~21.000 godina

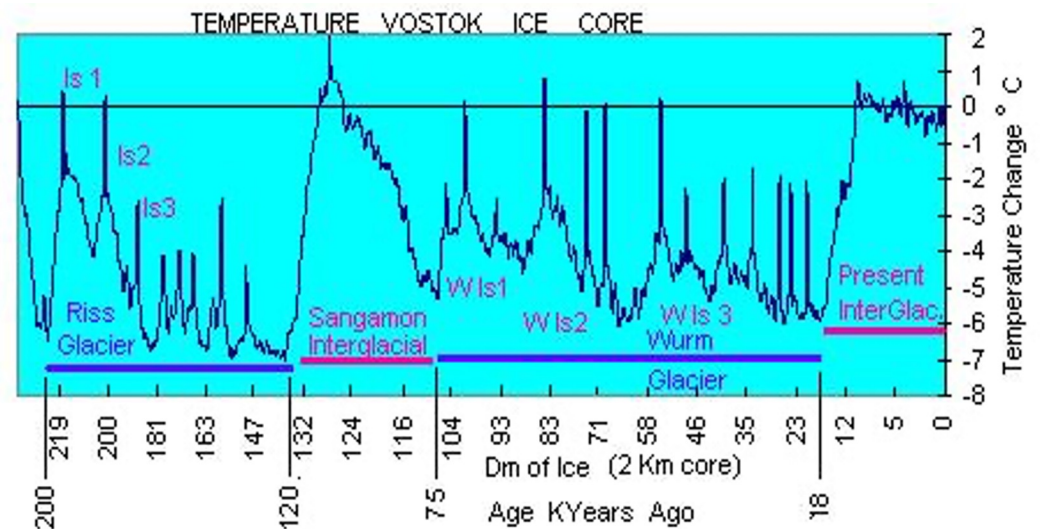


Maslin, M. ^{27.10.2023}Forty years of linking orbits to ice ages. *Nature* **540**, 208–209 (2016)

NEREŠEN PROBLEM – LEDENA DOBA



27.10.2023.



ODABRANA POGAVLJA ASTRONOMIJE

17

KANON DER ERDBESTRAHLUNG

UND

SEINE ANWENDUNG

AUF

DAS HEUTIGEN PROBLEM

KANON OSUNČAVANJA
ZEMLJE I NJEGOVA
PRIMENA NA PROBLEM
LEDENIH DOBA

VON

M. MILANKOVITCH

27.10.2023.

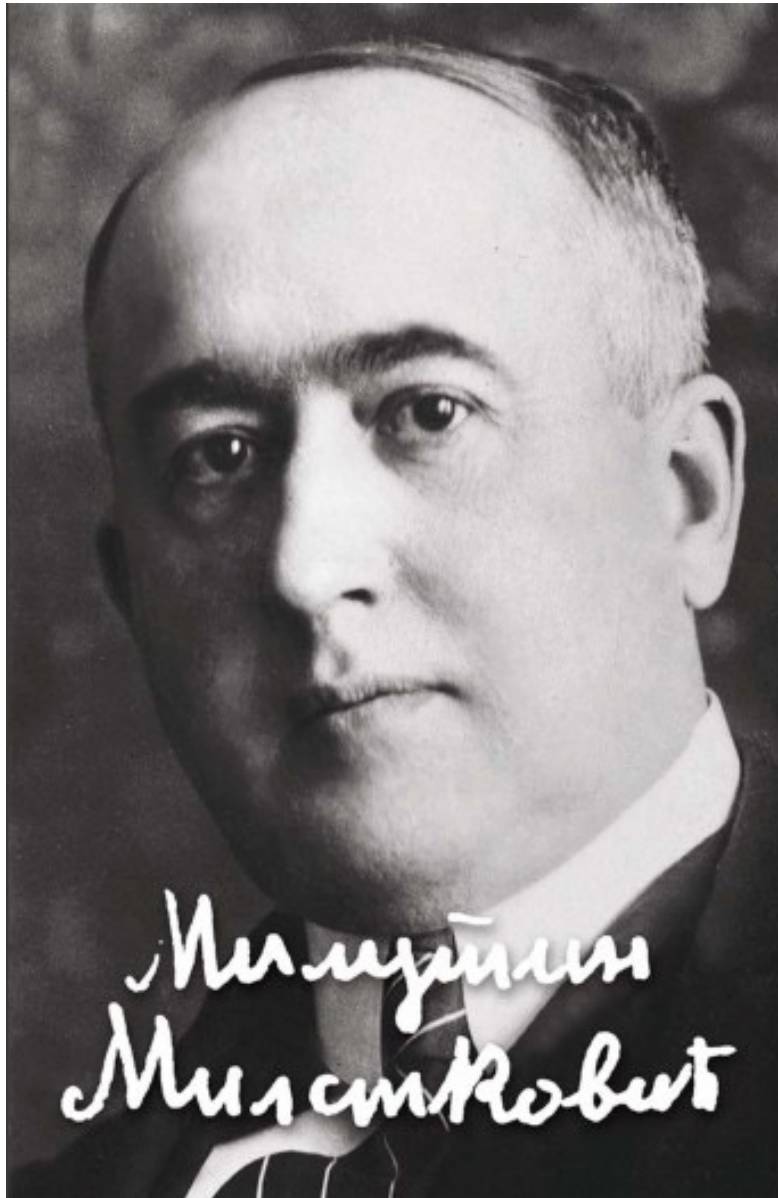
ordentlichem Professor an der Universität in Belgrad, wirklichem Mitgliede

ODABRANA POGLAVLJA ASTRONOMIJE

18

MILUTIN MILANKOVIĆ – BIBLIOGRAFIJA U OVOJ OBLASTI

- 1914: “About the issue of the astronomical theory of ice ages”
- Njegov rad je prekinut Prvim svetskim ratom, međutim nastavio je da radi pod kućnim pritvorom.
- 1919: “Investigation of the climate of the planet Mars”
 - Predviđanja o surovim atmosferskim uslovima na Marsu; klimatski uslovi na Merkuru i Veneri i predviđene temperature na Mesecu bile su okvirno tačne.
- 1920: “Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire” (Mathematical Theory of Heat Phenomena Produced by Solar Radiation)
- 1930: “Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen” (Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climate Change)
- **1941: Kanon der Erdbestahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem (Kanon osunčavanja zemlje i njegova primena na problem ledenih doba)**



ACADÉMIE YOUGOSLAVE DES SCIENCES ET DES ARTS DE ZAGREB

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
DU ROYAUME DES SERBES, CROATES ET SLOVÈNES

THÉORIE MATHÉMATIQUE
DES
PHÉNOMÈNES THERMIQUES

PRODUITS PAR
LA RADIATION SOLAIRE,

PAR

M. MILANKOVITCH,

PROFESSEUR ORDINAIRE DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES
À LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE BELGRADE.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET C^e, ÉDITEURS
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 25.

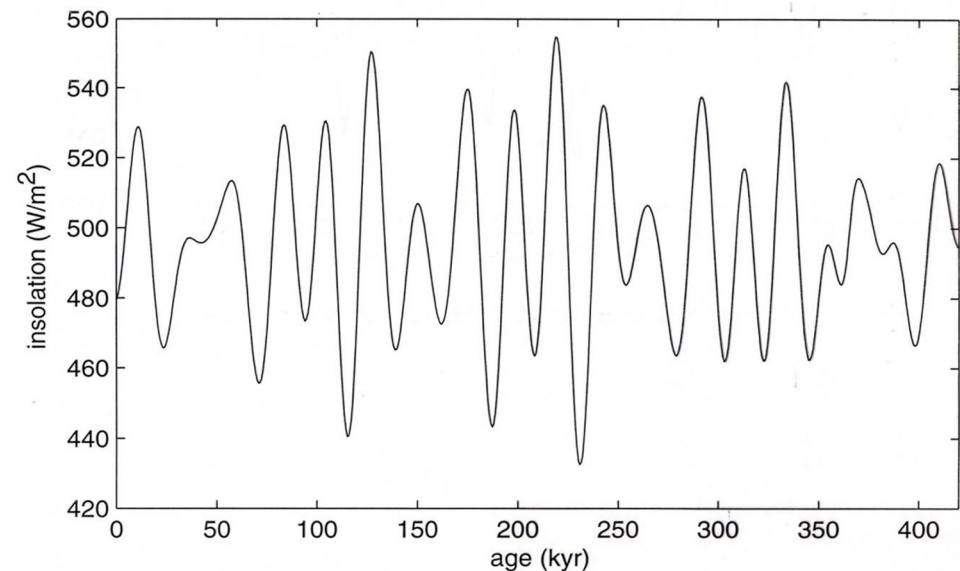
1920

KRIVA SUNČEVOG ZRAČENJA: OSUNČANOST NA 65°N

Ukupna količina sunčevog zračenja na polovima ima veći uticaj na globalnu klimu nego zračenje koje pada na ekvatoru.

→ Kada su polovi bili hladniji, mogle su se formirati veće ledeno ploče. → Veća ledena ploča reflektuje više sunčeve svetlosti sa površine Zemlje, što dovodi do hlađenja klime, stvarajući još veću ledena ploču

Milanković je prepoznao da je ukupna masa ledenih ploča uglavnom određena procesima ablacije: Region oko geografske širine od oko 65 stepeni severno i minimalna osunčanost tokom leta imaju najveći uticaj na napredovanje ledenih ploča i samim tim na cikluse ledenih doba.



Insolation, July 65N.

LEDENI POKRIVAČ

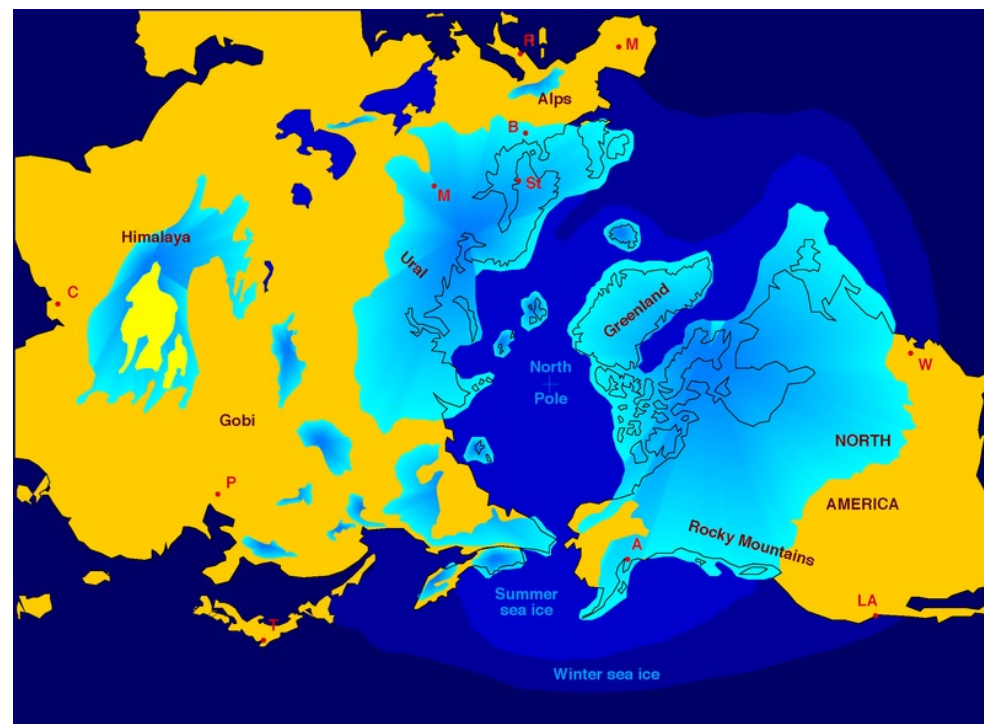
Smatra se da su blagi severni letnji periodi doveli da se poveća značaj albeda, što je dovelo do toga da planeta uđe u ledeno doba.

Severna hemisfera ima kontinente blizu polova - Evropu, Aziju i Severnu Ameriku. Danas ovi kontinenti uglavnom imaju umerene klime. Tokom zime, sneg pada širom mnogih kopnenih područja, da bi se tokom letnjih meseci istopio.

Ako leta nisu dovoljno vruća da otope sav sneg i led, glečeri mogu napredovati, pokrivajući veći deo kopna. Budući da led ima visok albedo, više sunčeve svetlosti se reflektuje nego pre, pa se Zemlja hladi. Ovo stvara pozitivnu povratnu spregu, jer hladniji uslovi omogućavaju ledu da napreduje dalje - što, zauzvrat, povećava albedo i hladi Zemlju. Konačno, veliki deo severnih kontinenata postao je pokriven ledom.

Slika: Ledeni pokrivač (svetlo plavo) na severnoj hemisferi tokom ledenih doba (Izvor: [Hannes Grobe](#))

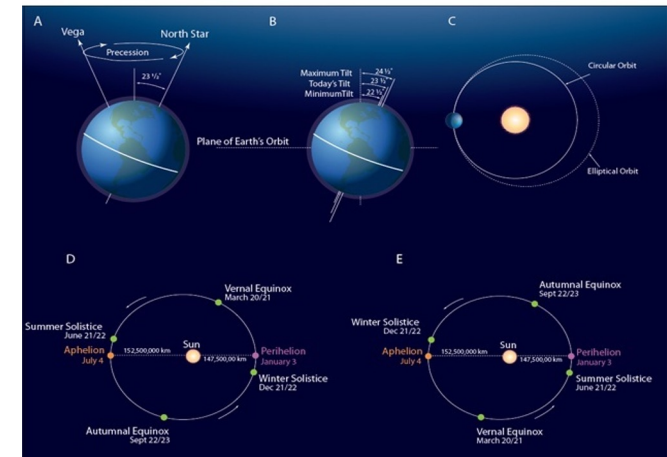
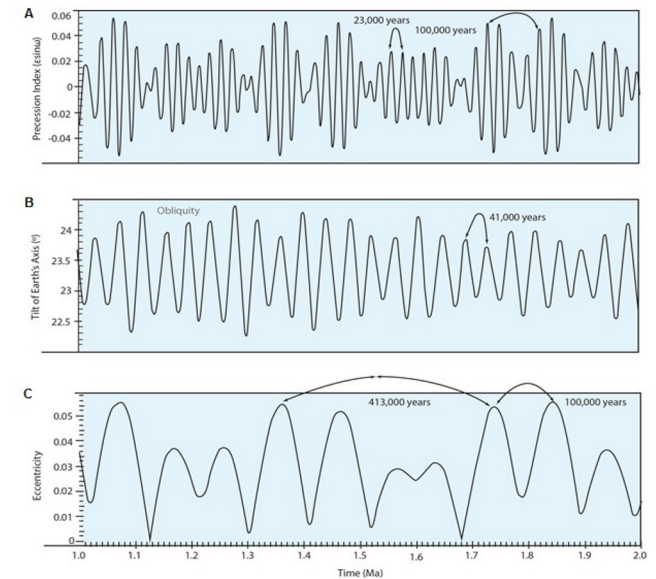
<https://courses.lumenlearning.com/suny-sustainability-a-comprehensive-foundation/chapter/milankovitch-cycles-and-the-climate-of-the-quaternary/#id1165534782810>



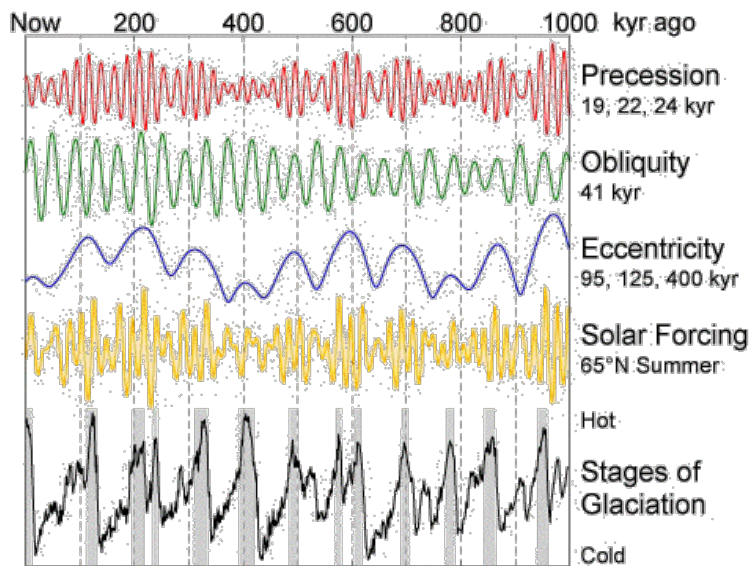
OSUNČANOST ZEMLJE

- A.** Precession and precessional index with a periodicity of $\sim 23,000$ years, with the amplitude of the cycles modulated at eccentricity periods of 100,000 years and 413,000 years (“variability packets”).
- B.** The tilt of the Earth’s axis with a periodicity of 41,000 years.
- C.** The eccentricity of the Earth’s orbit with periodicities of 100,000 and 413,000 years.
- D.** Present position of the Earth in its orbit at different times of the year.
- E.** Position of the Earth in its orbit at different times of year $\sim 11,000$ years in the future.

© 2012 **Nature Education** Graph reproduced from Kingston 2005, diagrams a–c reproduced from Lutgens & Tarbuck 2001, d–e reproduced from PhysicalGeography.net. All rights reserved



KRIVA SUNČEVOG ZRAČENJA



Milanković je
izračunao cikluse za
600,000 godina.

Ali su bili potrebni
tačno vremenski
određeni geološki
zapisi o ledenim
dobima.



KASNO PRIZNANJE



Deep-sea sediments: Cycles can be observed in the colouration and resistance of different sediment strata.

27.10.2023.

Oko 50 godina Milankovićeve teorija je uglavnom bila ignorisana.

1976: istraživanja snimaka visoko-rezolucije sedimenata iz dubokog mora potvrdila su da ledena razdoblja, koja se ogledaju u temperaturama morske vode, precizno prate Milankovićeve predviđanja u poslednjih milion godina (Science, Hays et al. 1976): *“The observed regularity is too great to be explained as a random result”*

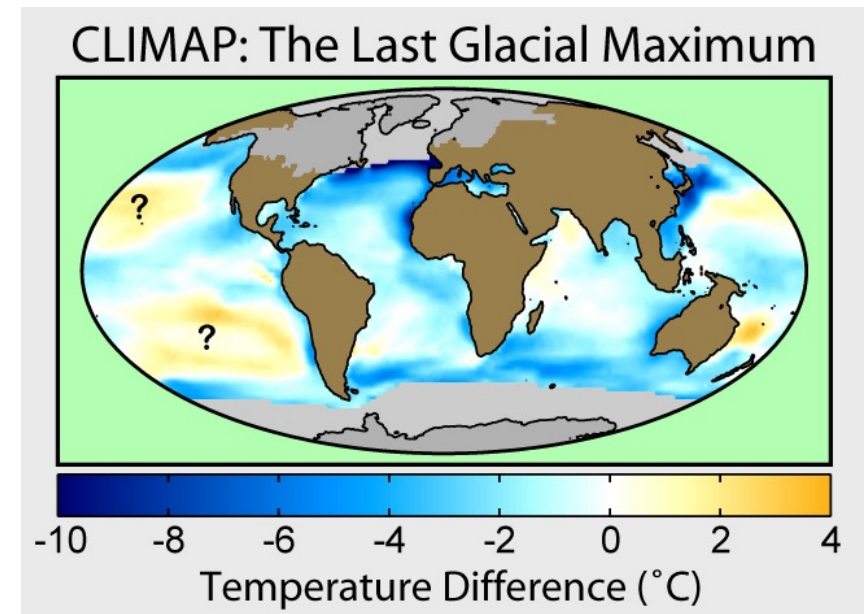
Ledeni periodi su se događali kada je Zemlja prolazila kroz različite faze promena u orbiti.

CLIMAP

“Climate: Long range Investigation, Mapping, and Prediction” (CLIMAP, 1981)

Cilj: rekonstruisati svetsku klimatsku istoriju kroz istraživanja sedimenta dubokog mora.

Posle toga je Američka nacionalna akademija nauka zvanično prihvatila Milankovićev model klimatskih ciklusa, sa zaključkom da: “orbital variations remain the most thoroughly examined mechanism of climatic change” (National Research Council, 1982, p. 7).

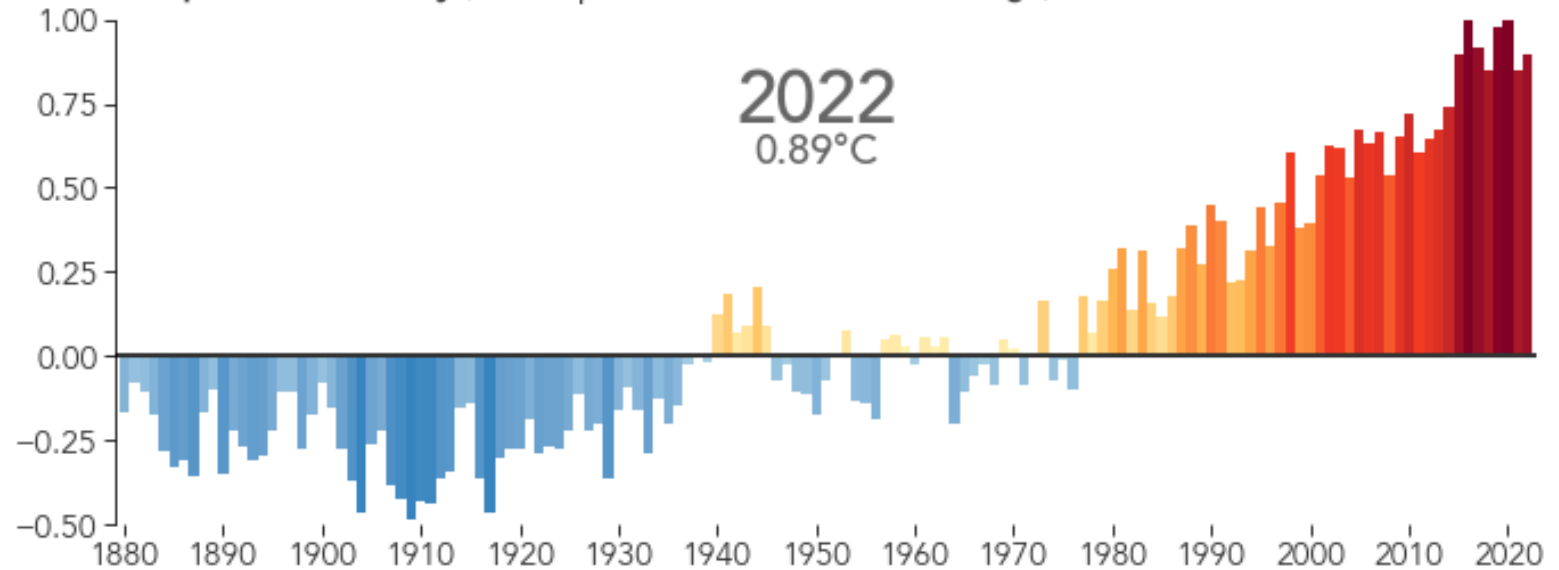


PROMENE GLOBALNE TEMPERATURE

<https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>

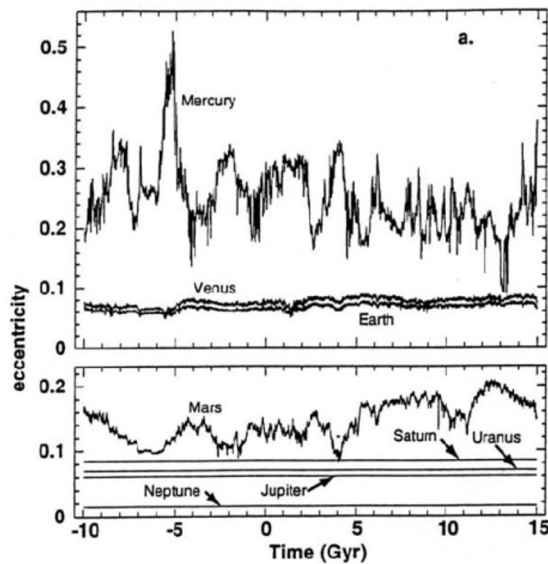
Last 9 Years Warmest on Record

Global Temperature Anomaly (°C compared to the 1951-1980 average)

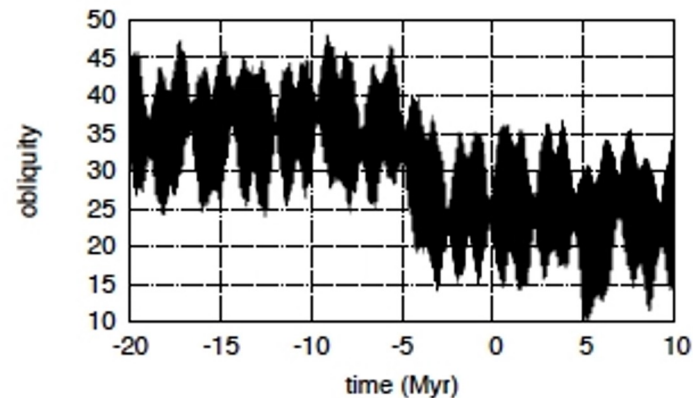


MILANKOVIĆEVI CIKLUSI VAN ZEMLJE

Milankovićeви ciklusi nisu jedinstveni za Zemlju, niti su orbitalne karakteristike solarnog sistema fiksne u vremenu. U unutrašnjem solarnom sistemu, ekscentriciteti planeta pokazuju haotično ponašanje na vremenskim razmerama od milijardu godina.



Numerical Integration describing orbital parameters (10 Byr backward, note this is older than the age of these planets, and 15 Byr forwards). The larger planets behave more regularly. Based on J. Laskar, A&A 287, L9 (1994)



Recent obliquity variation on Mars (-20 Myr to 10 Myr). See Laskar et al (2004)

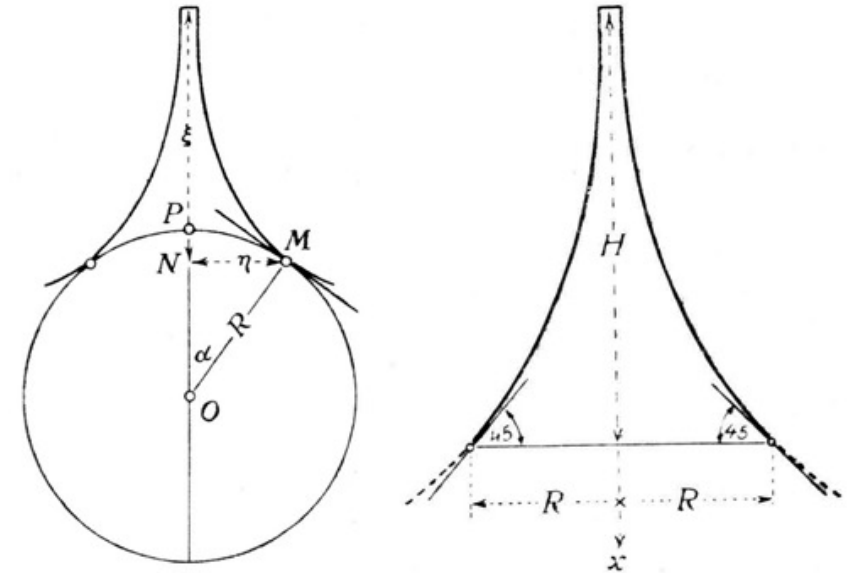
Mars ima nagib ose koji može haotično da se menja između $\sim 0-60^\circ$, što ima ozbiljne posledice za evoluciju klime na Marsu. Milankovićeви ciklusi na Marsu zapravo mogu imati ulogu u redistribuciji leda na globalnom nivou. Konkretno, smatra se da su naslage velike količine leda koja su nedavno pronađena u određenim područjima srednjih geografskih širina Marsa (npr. Holt et al., 2008) morale nastati u vreme kada je klima bila pogodna za glacijaciju na srednjim geografskim širinama.

“APSOLUTNA ZGRADA”

1955: izračunao je da bi najviša moguća zgrada na našem planetu morala biti slična Ajfelovom tornju, sa rotacionom simetrijom i bazom prečnika skoro 113 km, kako bi se uzdizala 20.25 km iznad Zemlje.

Dakle, "modernizovana Vavilonska kula" bi imala razumnu bazu od 2 km za visinu od 13.58 km

Kao materijal u svojim proračunima koristio je beton zbog njegovog stvrdnjavanja tokom vremena, dok gvožđe počinje da rđa; stoga bi najviša zgrada trebala biti napravljena od betona, ojačanog na višim nivoima zbog pritiska vetra.



Original drawings of Milankovitch

LITERATURA

Published scientific and popular books of Milutin Milankovitch all available online through Digital legacy (thanks to University of Belgrade – Faculty of Mathematics <http://legati.matf.bg.ac.rs/milankovic>)

Cvijanovic, I., Lukovic, J. & Begg, J.D. One hundred years of Milanković cycles. *Nat. Geosci.* **13**, 524–525 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0621-2>

Maslin, M. Forty years of linking orbits to ice ages. *Nature* **540**, 208–209 (2016). <https://doi.org/10.1038/540208a>



Milutin Milanković
Digitalni legat

Математички факултет Универзитета у Београду
Удружење "Милутин Миланковић"

Naslovna strana Prilozi Dela Raspave Predavanja Knjige o Milankoviću Radovi o Milankoviću

30

LINKOVI

<https://www.advancedsciencenews.com/pioneers-in-science-milutin-milankovic/>

<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEhelp/calendars.html#JulianCal>

<https://hgss.copernicus.org/articles/10/235/2019/>

<https://climate.nasa.gov/news/2948/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/>

ODREĐIVANJE RASTOJANJA U ASTRONOMIJI - PARALAKSA

Dragana Ilić

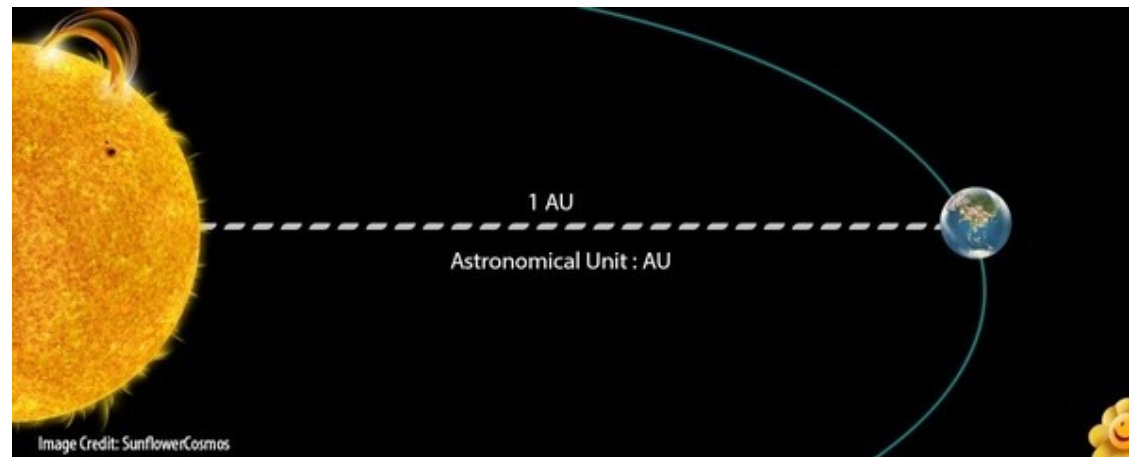
JEDINICE MERENJA U ASTRONOMIJI

Često potrebne “ekstremne” mere

- Prosečno rastojanje između Zemlje i Sunca = 1.5×10^8 km

Astronomije uvode nove jedinice

- Prosečno rastojanje između Zemlje i Sunca = 1 astronomska jedinica = aj (AU, *astronomical unit*)
- Korisno za merenje rastojanja u Sunčevom sistemu



RASTOJANJA U SUNČEVOM SISTEMU

Daljine do Sunca:

Merkur 0.4 AU

Venera 0.7 AU

Zemlja 1 AU

Mars 1.5 AU

Jupiter 5.2 AU

Saturn 9.5 AU

Uran 19 AU

Neptun 30 AU

(Pluton 40 AU)

Najbliža Zvezda (a da nije Sunce) je preko 250.000 AU udaljena!

- Trebaju nam nove jedinice za rastojanja van Sunčevog sistema!

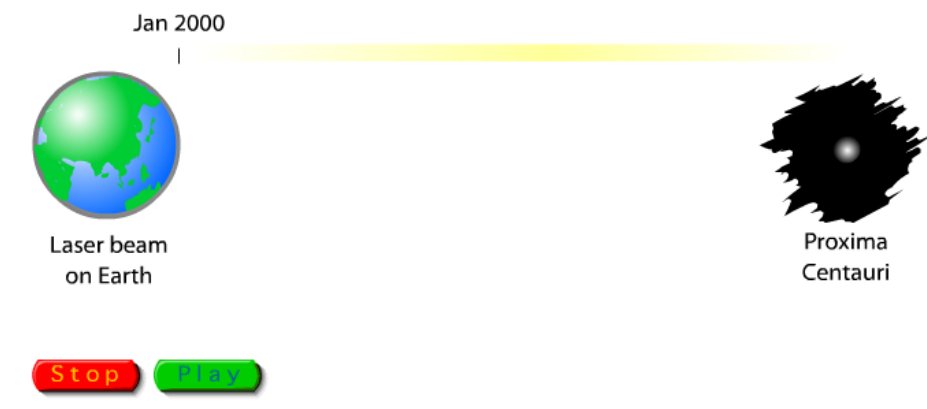
RASTOJANJA VAN SUNČEVOG SISTEMA

Svetlosna godina (sv. god.)

- Rastojanje koje svetlost pređe za godinu dana

$$1 \text{ sv. god.} = 9,5 \times 10^{13} \text{ km}$$

- Svetlost pređe
1 AU za 8 min



DRUGE JEDINICE U ASTRONOMIJI

Astronomi često smišljaju nove jedinice za neka merenja

Nove jedinice treba da povežu nešto novo i nepoznato sa nečim poznatim

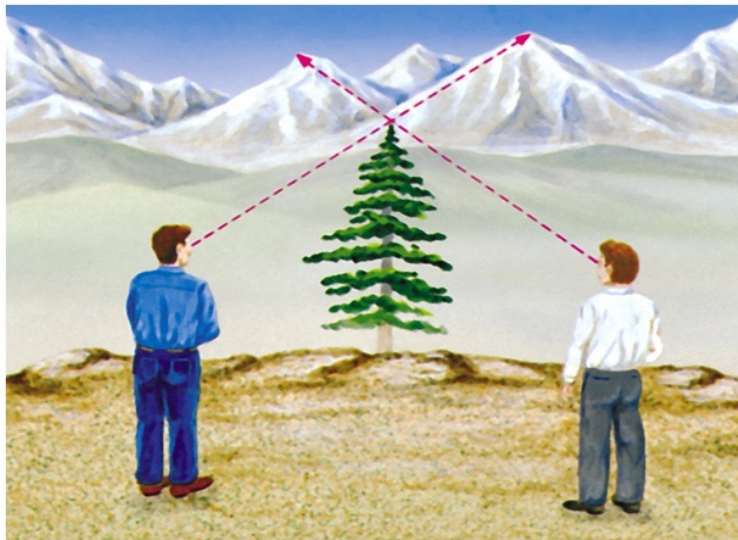
Obično su nove jedinice vezane za Zemlju ili Sunce

- Mase planeta: u jedinicama mase Zemlje
- Mase zvezda: u jedinicama mase Sunca
- Veličine zvezda: u jedinicama Sunčevog poluprečnika

MERENJE RASTOJANJA: PARALAKSA

Paralaksa je efekat zbog kog imamo osećaj o daljinama predmeta u prostoru

To je promena projektovanog položaja tela zbog promene ugla gledanja



MERENJE RASTOJANJA: PARALAKSA

Metod triangulacije – koristimo zamišljeni trougao

d - Rastojanje do tačke O od polovine rastojanja AB

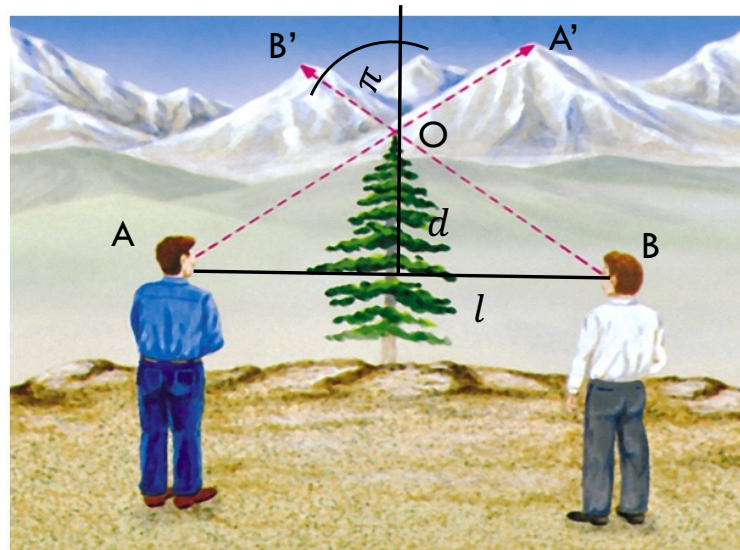
l - Polovina rastojanja između tačaka A i B

$$d = \frac{l}{\tan \pi} \approx \frac{l}{\pi}$$

Za velika rastojanja

$$d \approx AO$$

$$d = \frac{l}{\sin \pi} \approx \frac{l}{\pi}$$



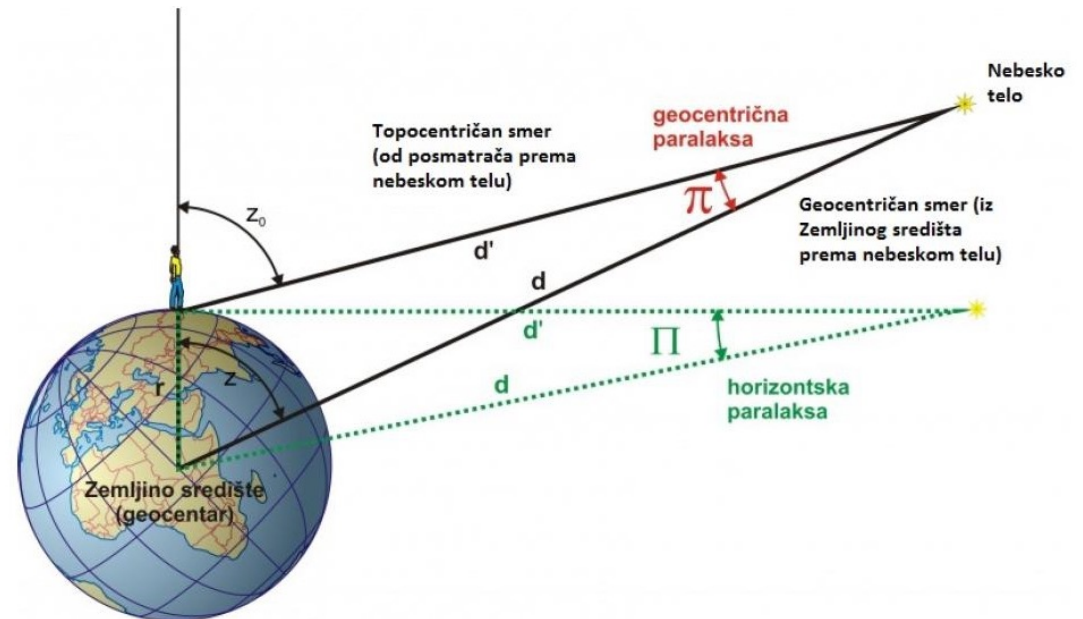
DNEVNA PARALAKSA P

Dnevna paralaksa p nekog tela je ugao pod kojim bi se sa tog tela video radijus Zemlje

Za telo u zenitu, dnevna paralaksa je jednaka nuli

Za telo na horizontu, dnevna paralaksa je maksimalna = horizontska paralaksa

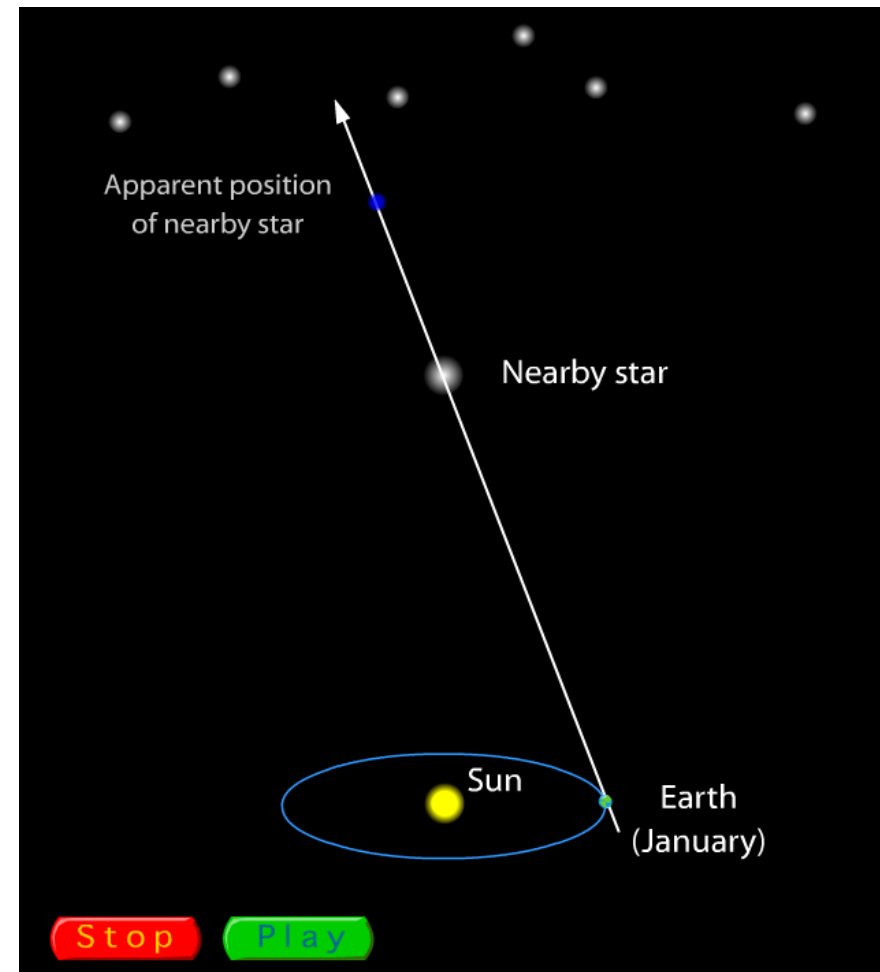
Koristi se za određivanja
rastojanja do bliskih tela
u Sunčevom sistemu



GODIŠNJA PARALAKSA

Najveći ugao pod kojim bi se sa neke zvezde video radijus Zemljine putanje oko Sunca.

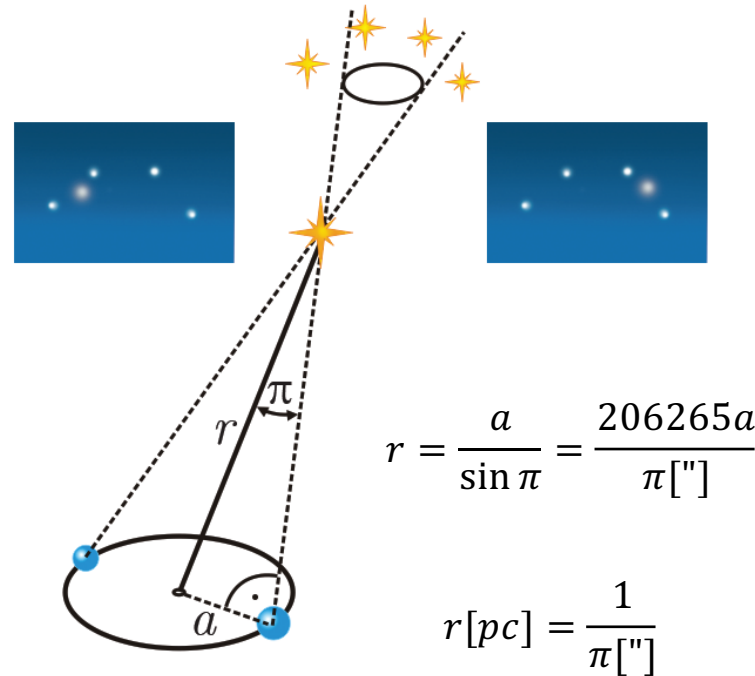
Izmereno prvi put 1838.godine do zvezde ϵ Labuda (Bessel)



GODIŠNJA PARALAKSA

Paralaksa zvezde je polovina ugla za koliko se promeni položaj zvezde kad je posmatramo iz dva suprotna položaja Zemljine orbite

Što je paralaksa veća, Zvezda je bliža

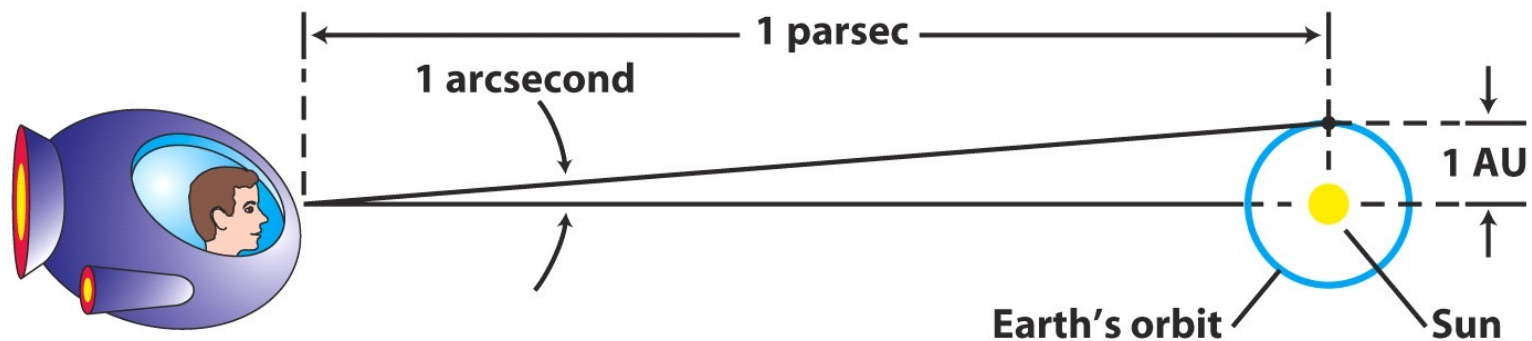


$$\text{Rastojanje do zvezde u pc} = \frac{1}{\text{Paralaksa zvezde u sekundama}}$$

PARALAKSA I PARSEK

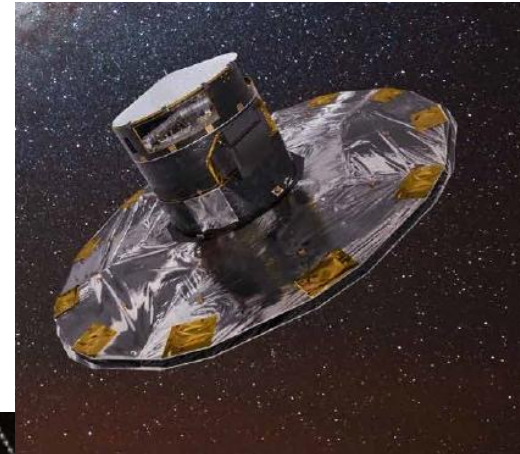
1 parsek (1 pc) je rastojanje sa kog vidimo veliku poluosu Zemljine putanje pod uglom 1 sekunde

$$\begin{aligned} 1 \text{ pc} &= 3.09 \times 10^{13} \text{ km} \\ &= 3.26 \text{ svetlosne god.} = 206265 \text{ AU} \end{aligned}$$



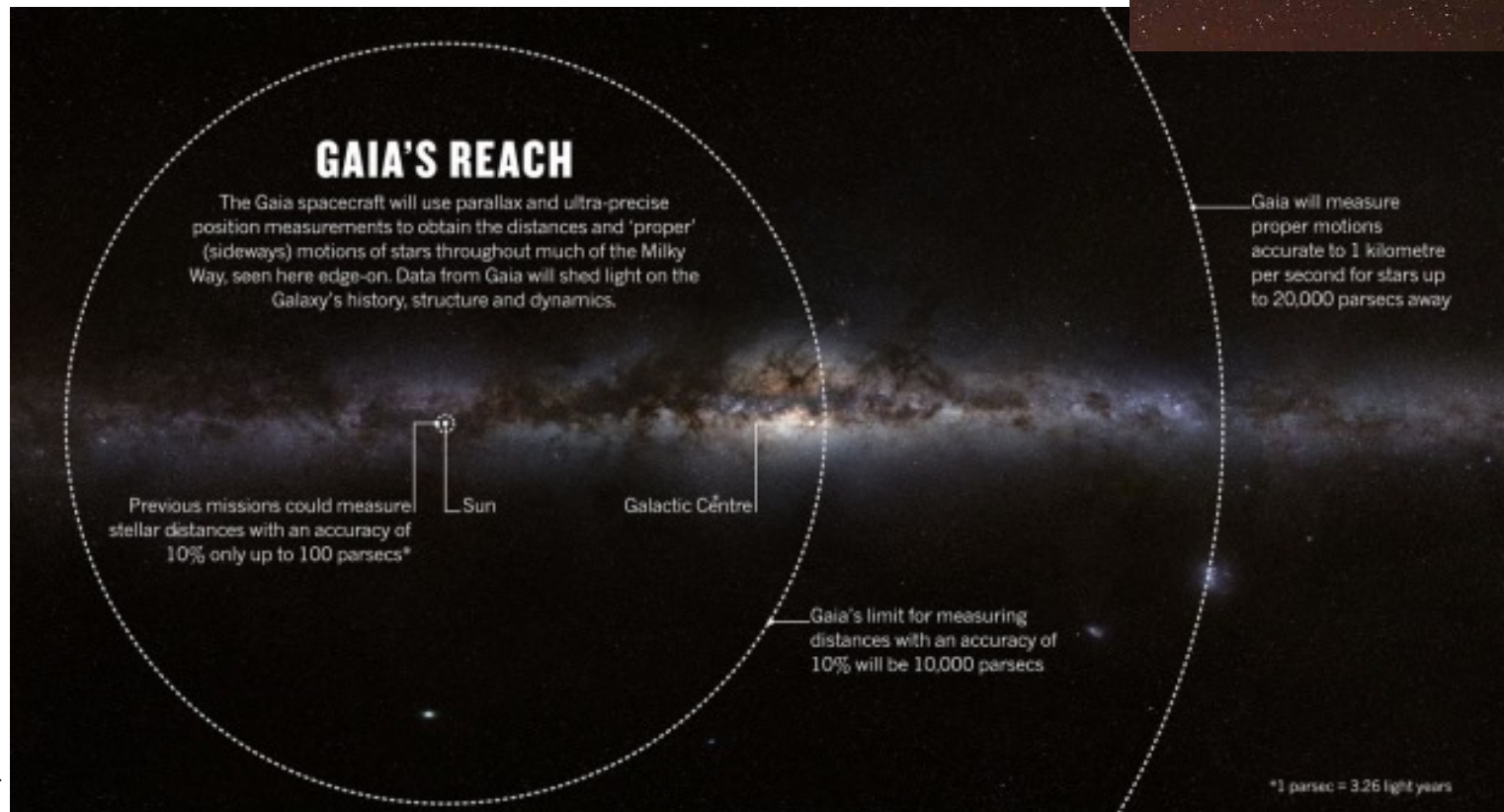


European Space Agency



GAIA MISIJA

Lansirana 2013. od strane ESA
(European Space Agency)



ODREĐIVANJE RASTOJANJA U SUNČEVOM SISTEMU

Za osnovicu koristili dve udaljene tačke na Zemlji i određivali paralaksu

U XVII veku određeno rastojanje do Sunca

- Odredili paralaksu Marsa posmatranjem iz dva mesta na Zemlji
- Dobili rastojanje do Marsa
- Znali su orbitalni period Marsa
- Koristili 3. Keplerov zakon, poznato rastojanje do Marsa i njegov orbitalni period, odredili rastojanje Zemlje od Sunca

Danas, odbijanjem signala lasera i radara o opremu na Mesecu i merenjem vremena da signal stigne, precizno merimo rastojanje do Meseca kao $r = ct/2$

STELLARIUM

Stelarijum aplikacija:

<https://stellarium.org/>

Upustvo za korišćenje:

http://www.astronomia.edu.uy/CTE2/stellarium_user_guide-0.10.2-1.pdf

stellarium
latest version is 23.3

Linux source Linux snap Linux amd64; AppImage macOS 10.14+; x86_64 macOS 11.0+; universal Windows 32 bit; Windows 7+ Windows 64 bit; Windows 10+ Stellarium Web

Stellarium is a free open source planetarium for your computer. It shows a realistic sky in 3D, just like what you see with the naked eye, binoculars or a telescope.

The great nebula in Orion. Press N to bring up the nebula labels.
view screenshots »

features

sky

- default catalogue of over 600,000 stars
- extra catalogues with more than 177 million stars
- default catalogue of over 80,000 deep-sky objects
- extra catalogue with more than 1 million deep-sky objects

news

- Stellarium 23.3
- Stellarium 23.2
- Stellarium 23.1
- Stellarium 1.2
- Stellarium 1.1
- D/L/Nakota and Ojibwe skycultures withdrawn
- Stellarium 1.0!
- Stellarium v0.22.2 has been released!

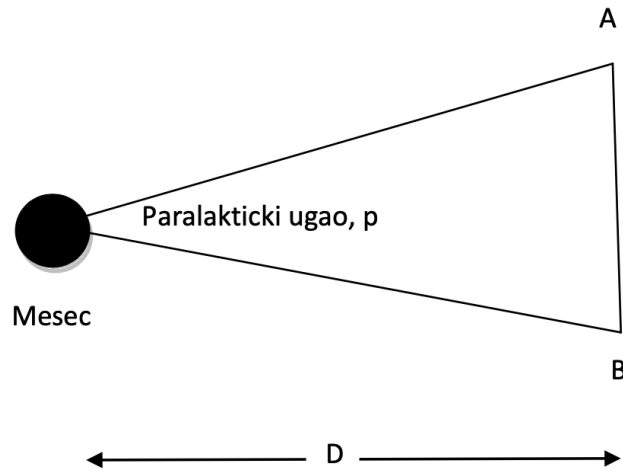
collaborate

You can learn more about Stellarium, get support and help the project from these links:

- discussions
- mailing list
- wiki
- FAQ

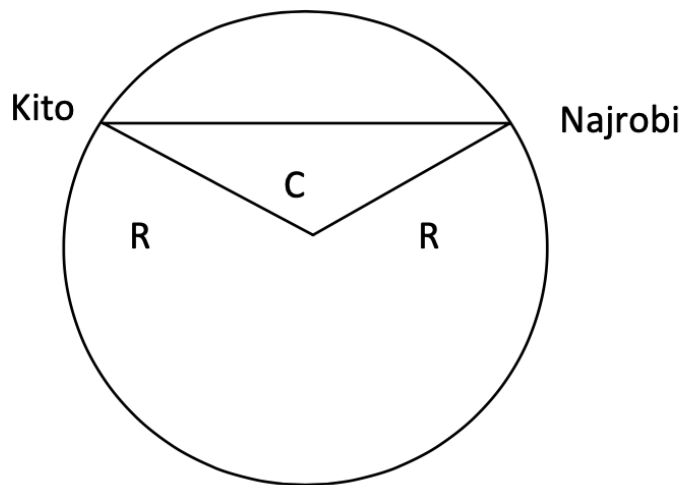
STELLARIUM

1. Odrediti orbitalne periode Jupiterovih satelita: Io, Europa, Ganimed, Calisto
2. Odrediti rastojanje do meseca, iz njegovog položaja na nebu gledano iz dva grada na ekvatoru.
 - pun mesec 28.10.2023
 - gradovi na ekvatoru: Kito (Quito) u Ekvadoru i Najrobi (Nairobi), Kenija
 - odrediti horizontsku paralaksu meseca: budući da su oba mesta približno na ekvatoru, deklinacija meseca je ista (pretpostavićemo da je ista), pa se ugao paralakse svodi na razliku merene rektascenzije – SKICIRATI
(alternativno izabrati lokacije u Stellarium-u koje imaju identične geografske širine 0deg)



$$p = \frac{AB}{D} [\text{radians}] = \frac{AB}{D} 180/\pi$$

$$D = \frac{AB 180}{p \pi}$$



$$AB^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos C$$

Ugao C možemo izračunati preko geografskih dužina mesta iz kojih posmatramo. Kako se jedno mesto nalazi na istoku a drugo na zapadu ovaj ugao biće jednak sumi njihovih geografskih dužina.