

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 27 (1999/2000)

Številka 5

Strani 266-269

Marijan Prosen:

BLIŽNJE VENERINO NAVIDEZNO PREČKANJE SONCA

Ključne besede: astronomija, Sonce, Venera, Merkur, Sončeva paralaksa, navidezna prečkanja Sonca.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/27/1416-Prosen.pdf>

© 2000 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

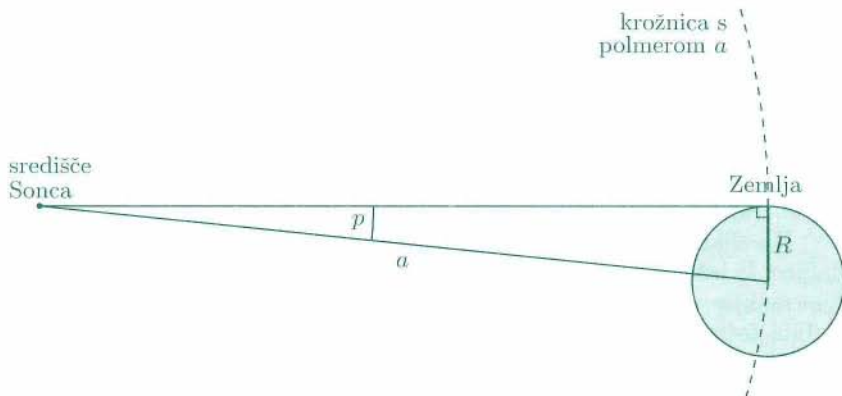
BLIŽNJE VENERINO NAVIDEZNO PREČKANJE SONCA

Okrog Sonca kroži devet planetov. Od teh krožita Merkur in Venera znotraj Zemljinega tira, zato jima pogosto rečemo notranja planeta. Značilno zanj je, da lahko pri določenih pogojih prideta med Zemljo in Sonce. Tedaj sta z Zemlje projicirana na Sonce in lahko opazujemo, kako navidezno prečkata Sončevo okroglo ploščico oziroma disk, kot se nam Sonce prikazuje na nebu. Tako opazovalec na Zemlji opazuje *navidezno prečkanje* (prehod) *planeta čez Sonce*. Z opazovanjem navideznih prečkanj notranjih planetov, predvsem Venere, pa je mogoče določiti paralakso Sonca, iz nje pa vrednost astronomske enote, to je razdalje Zemlja–Sonce.

Sončeva paralaksa je kot, v katerem bi iz Sonca, oziroma natančneje iz njegovega središča, videli Zemljin polmer $R = 6400$ km pravokotno na zorno smer (slika 1). Sončevo paralakso p in astronomsko enoto a povezuje tale enačba:

$$\frac{p}{360^\circ} = \frac{R}{2\pi a}.$$

Če p izmerimo, lahko pri znanem R izračunamo a .



Slika 1. Zveza med Sončevo paralakso p in astronomsko enoto a . Enačbo lahko zapišemo tako zato, ker je R dosti manjši od a in tetivo R obravnavamo kar kot lok, ki pripada središčnemu kotu p v krožnici s polmerom a .

Ravnina Venerinega tira je rahlo (okoli $3,5^\circ$) naklonjena proti ravnini Zemljinega tira. Zato v notranji konjukciji s Soncem Venera ne leži vedno v ravnini Zemljinega tira. Včasih pa ob notranji konjukciji na svoji

poti okrog Sonca le pride v tako lego, da ležijo Sonce, Venera in Zemlja na isti premici. Takrat opazovalec na Zemlji projicira Venero na Sonce. Opazuje, kako Venera navidezno prečka Sončevo krožno ploskvico v smeri od vzhoda proti zahodu (v desno). Pri tem pojavu je Venera vidna kot majčkena okrogla temna pega, ki počasi potuje po tetivi čez svetlo Sončevo ploskvico.

Zaradi določenih značilnosti Venerinega gibanja so Venerina prečkanja mogoča le v juniju in decembru, in sicer vsakih 243 let dvakrat po dva prehoda. Med prehodoma prvega para je osem let presledka, potem pa preide več kot sto let, ko si sledita spet dva prehoda v presledku osem let. Zadnja navidezna prečkanja Venere preko Sonca sta bila 8. 12. 1874 in 6. 12. 1882, naslednja pa bosta 7. 6. 2004 in 5. 6. 2012.

Poglejmo, kako iz Venerinega navideznega prečkanja Sonca določimo njegovo paralakso.

Prečkanje Venere čez Sončev krožec opazujeta z Zemlje dva opazovalca v krajih A in B v medsebojni razdalji $|AB|$, ki je v splošnem manjša od R (slika 2). Zaradi lažjega razumevanja vzemimo, da je medsebojna razdalja kar R . Za opazovalca v kraju A Venera prečka Sončevo ploskvico po tetivi $|KL|$, za opazovalca v kraju B pa po tetivi $|MN|$, ki je vzporedna s $|KL|$. Razmik tetiv $d = |A'B'|$ vidimo iz B pod kotom δ . Isto dolžino d bi opazovalec na Veneri videl pod enakim kotom p' , pod katerim vidi dolžino $R = |AB|$. Torej je kot p' paralaksa Venere. Paralaksa Sonca je kot p pri A' , pod katerim bi opazovalec s Sonca videl polmer Zemlje R .

Kota p in δ sta zelo majhna, zato v trikotniku $A'BV$ lahko vzamemo

$$\frac{p}{\delta} = \frac{|BV|}{|A'V|} = \frac{\text{oddaljenost(Venera - Zemlja)}}{\text{oddaljenost(Venera - Sonce)}}.$$

Ker je $|A'V| = 0,723a$, je $|BV| = a - 0,723a = 0,277a$. Sledi $p = \frac{277 \cdot \delta}{723}$. Če kot δ izmerimo, lahko izračunamo p .

Kota δ ni mogoče neposredno izmeriti, saj vsak opazovalec opazuje prečkanje planeta po drugi tetivi. Kot δ pa je mogoče izračunati, če izmerimo čas prečkanja Venere po prvi in po drugi tetivi.

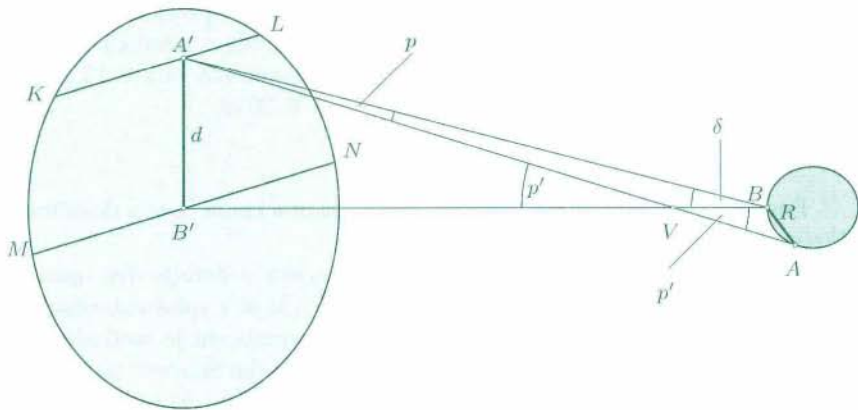
Opazovalca v A in B morata torej čim natančneje izmeriti čas, ko se temna pega Venere dotakne svetlega Sončevega diska pri K oziroma pri M , in čas, ko pri L oziroma N pega zapušča krožec. Pri $|AB| = R$ meri kot δ okoli $23''$.

Izračunamo $p = \frac{277 \cdot 23''}{723} = 8,8''$. (Če $|AB|$ ni enak R , kar običajno ni, izračunamo δ tako, da $|AB|$ izrazimo v delih polmera R .)

Tako astronomska enota meri:

$$a = \frac{R \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot p} = \frac{6400 \text{ km} \cdot 360 \cdot 60 \cdot 60''}{2\pi \cdot 8,8''} = 150 \text{ milijonov km}$$

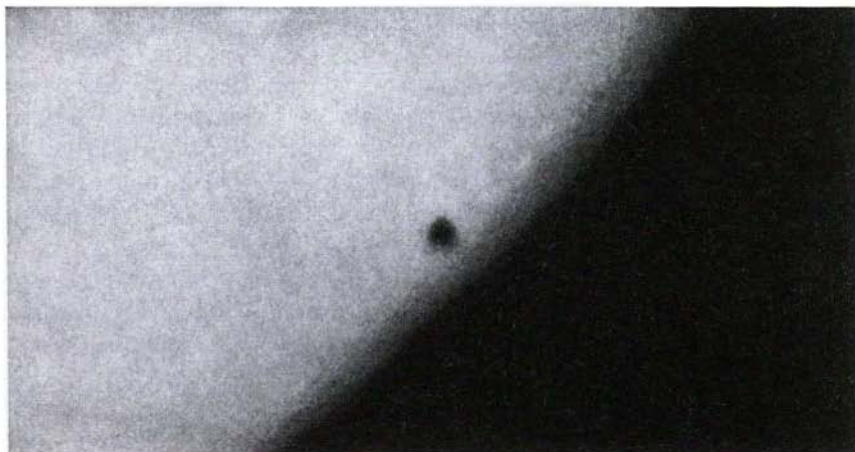
ali $1,5 \cdot 10^{11}$ m.



Slika 2. Opazovanje navideznega prečkanja Venere (V) čez Sonce iz dveh krajev A in B na Zemlji. Opazovali so prečkanja v letih 1761 in 1769 ter 1874 in 1882, naslednji prečkanji pa bosta 2004 in 2012.

Na opazovanje Venerinih prečkanj čez Sonce so se odpravile številne znanstvene ekspedicije v različne, med seboj zelo oddaljene kraje na Zemlji, da bi od tam zabeležile pojav. Prečkanje namreč lahko traja več kot štiri ure, medtem ko je razlika v izmerjenih časih prečkanja tudi pol ure. Pri opazovanju pa so se pojavile velike težave. Stiki temnega Venerinega krožca s svetlim Sončevim diskom so neostri, kar zelo otežuje natančno merjenje časa navideznega prečkanja.

Posebno slabe rezultate dobijo pri opazovanju Merkurjevih prečkanj. Zato navideznih prečkanj notranjih planetov čez Sonce *danes ne uporabljajo več za določitev astronomske enote*, čeprav je bil v preteklosti ta način zelo moden in je dal celo zadovoljivo natančnost. Vendar se tehnika astronomskih meritev razvija, napreduje. Človek si hitro izmisli kakšno izboljšavo.



Slika 3. Planet Merkur (črna pega) ob navideznem prečkanju čez Sončev disk dne 14. 11. 1954. Približno tako bo pri prečkanju vidna tudi Venera, le nekoliko "večja" bo kot črna pega na sliki. Pojav bo viden s prostim očesom. Seveda bo treba paziti na oči.

Morda nas bodo astronomi že v kratkem presenetili s kakšnim boljšim načinom opazovanja navideznih prečkanj notranjih planetov čez Sonce, saj je Venerino prečkanje dne 7. 6. 2004 pred durmi. In astronomi se na ta pojav mrzlično pripravljajo. Vsekakor bo to v zgodovini astronomije najbolj množično opazovanje prehoda Venere čez Sonce, in to ne samo z Zemlje, ampak tudi iz vesolja.

Marijan Prosen

PREMISLI IN NARIŠI

Nariši trikotnik, če poznaš dolžino stranice c , dolžino težiščnice t_a na stranico a in velikost polmera r trikotniku očrtane krožnice.

Koliko neskladnih rešitev ima naloga? Od česa je odvisen odgovor na to vprašanje?

Marija Vencelj