

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik **31** (2003/2004)

Številka 5

Strani 259-263

Marijan Prosen:

ASTRONOMSKI POJAV BREZ PRIMERE, Navidezni prehod Venere čez Sončevo ploskvico dne 8. 6. 2004

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

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/31/1569-Prosen.pdf>

© 2004 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.

ASTRONOMSKI POJAV BREZ PRIMERE

Navidezni prehod Venere čez Sončevo ploskvico dne 8. 6. 2004

Prispevek je napisan v štirih delih. V prvem je kratek opis pojava, v drugem vidnost pojava v naših krajih, v tretjem nekaj navodil za opazovanje, v četrtem pa še tri tipične naloge, vse povezane z Venerinim navideznim prehodom prek Sonca.

Opis pojava

Da bo pojav razumljiv čim širšemu krogu bralcev, bomo razlago zelo poenostavili. Torej, kadar pride Venera na svoji poti okrog Sonca natanko med Sonce in Zemljo (kar se zgodi zelo redko), z Zemlje lahko opazujemo, kako se Venera kot majhna temna okrogla pega (krožec) navidezno premika v smeri od vzhoda proti zahodu preko svetle Sončeve ploskvice (diska). Temu nebesnemu pojavu rečemo *navidezni prehod* (prečkanje, tranzit) *Venere čez Sonce*. Celoten pojav lahko traja več ur.

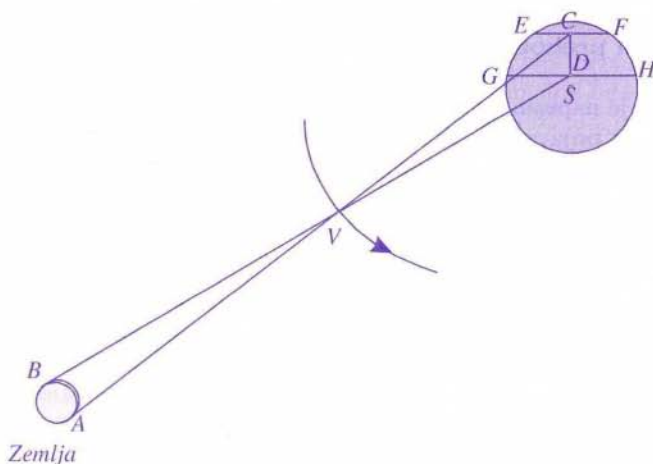
Čeprav je naša revija že kar precej pisala o Venerinih prehodih čez Sončevo ploskvico¹, si velja vseeno prebrati še nekaj zanimivosti.

Astronom Johannes Kepler je pred svojo smrtjo, leta 1629, prvi napovedal navidezni prehod Venere čez Sonce, in sicer dne 6. 12. 1631. Francoski filozof, matematik in astronom Pierre Gassendi, ki je tega leta kot prvi že opazoval podoben pojav, namreč navidezni prehod Merkurja čez Sonce, je seveda želel biti prvi, ki bi opazoval tudi Venerin prehod. Tako je Venero opazoval med 4. in 7. decembrom, toda prehoda ni videl. Danes vemo, zakaj. Prehod se je namreč dogajal v noči od 6. na 7. december, ko Sonce iz Evrope ni bilo vidno.

Kepler je spregledal Venerino navidezno prečkanje Sonca leta 1639. Spregledal pa ga ni oziroma izračunal ga je mladi angleški župnik, sicer veliki ljubitelj astronomije in strasten opazovalec, Jeremiah Horrox. Napovedal je prečkanje, ga čakal in tudi pričakal sredi popoldneva 4. 12. 1639. Da zares opazuje omenjeni pojav, je hitro sporočil svojemu prijatelju. Začetne stopnje prečkanja, ko je Venera že nekoliko "zlezla v Sončevo ploskvico", je malo pred zatonom decembrskega Sonca opazoval tudi ta prijatelj. Morebitna druga opazovanja tega prehoda niso znana.

V začetku 18. stoletja je astronom Edmond Halley opozoril, da je iz opazovanj navideznih Venerinih prehodov čez Sonce mogoče natančno ugotoviti vrednost astronomske enote, t.j. razdalje Zemlja-Sonca (slika 1).

¹ Glej Presek 25 (1999/2000), 266 in Presek 30 (2002/03), št. 6, 344. Ti prehodi so bili: 1631 in 1639; 1761 in 1769; 1874 in 1882 in bodo: 2004 in 2012; 2117 in 2125 itn.



Slika 1. S – Sonce, V – Venera, A in B – kraja (opazovališči) na Zemlji.

Bistvene poteze merjenja astronomske enote, t.j. na skici označene razdalje $|AS| = |BS|$: Iz kraja A opazujemo navidezni prehod Venere čez svetlo Sončevo navidezno okroglo ploskvico vzdolž tetive ECF , iz kraja B pa po tetivi GDH . Kot, v katerem je z Zemlje viden razmik tetiv CD , je odvisen od razdalje med A in B , $|AB|$, oddaljenosti Venere od Sonca, $|VS|$ in oddaljenosti Zemlje od Sonca, $|AS|$. Ta kot je namreč možno izmeriti. Pri znanih $|AB|$, $|VS|$ in tem kotu je nato mogoče izračunati $|AS|$, t.j. vrednost astronomske enote.

Zato so vse štiri prehode v 18. in 19. stoletju množično opazovali prav v ta namen. Izkazalo pa se je, da ta opazovanja ne dajejo tako dobrega rezultata, kot so pričakovali. Metoda je zamrla. Danes določajo astronomsko enoto predvsem po radarski metodi, ki je zares natančna.

Vendar pa bodo prihodnje navidezne Venerine prehode čez Sonce še vedno množično opazovali (z Zemlje in celo iz vesoljskih sond), ne le zaradi zanimivosti in njihove redkosti, ampak tudi zaradi tega, ker je na ta način moč dobiti veliko novih podatkov o Venerinem tiru gibanja in tudi o drugih dinamičnih lastnostih planeta.

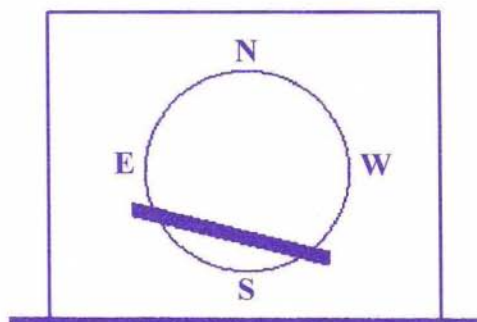
Zelo zanimiva, če ne edinstvena in skoraj žalostna zgodba v zvezi z navideznim Venerinim prehodom čez Sonce, je usoda francoskega astronoma Le Gentila. Ta je, da bi opazoval Venerin prehod leta 1761, odpotoval že 1759 v Indijo, a je zaradi političnih dogodkov v kraj opazovanja prišel prepozno. Tam je ostal osem let, da bi dočkal naslednji prehod 1769. Vendar pa so mu takrat oblaki zastrli Sonce. Torej deset let, da ni videl ničesar.

Potek pojava 8. 6. 2004

Tokratno navidezno Venerino prečkanje Sonca bo vidno iz Evrope, Afrike, Azije in vzhodnih delov Amerike. Gre za prvi prehod Venere, ki bo v celoti, torej po vsej dolžini tetive na Sončevi ploskvi, viden iz Evrope. Venera bo navidezno prečkala južno poluto Sonca. Pojav se bo odigral na ozadju ozvezdja Bik. Kako bo pojav viden iz naših krajev, prikazuje slika 2. Časovni potek pojava navajamo za sredino Slovenije, kar služi kot orientacija za druge kraje v Sloveniji. Razlike so majhne.

V Ljubljani tega dne Sonce vzide ob 5 h 11 min. Prehod se bo začel okoli 7 h 15 min, ko bo Sonce še nizko nad obzorjem, končal pa se bo približno ob 13 h 25 min, ko bo Sonce več kakor 60° visoko na nebu. Prehod bo trajal dobrih 6 ur.

Opomba. Natančnejše podatke najdete na zadnji strani ovitka in v Astronomskih efemeridah *Naše nebo 2004*, DMFA.



Slika 2. Shematičen prikaz navideznega prehoda Venere čez Sončev disk 8. 6. 2004 tako, kot bi ga videli pri pogledu s prostim očesom. Pozor. **PAZITE NA OČI.**

Opazovanje pojava

Sliko Sonca projiciramo na zaslon daljnogleda, kjer opazujemo Sonce in seveda tudi navidezni prehod Venere čez Sončev disk. Opazovanje je povsem varno. Daljnogled mora stati na trdnem stojalu, da se ne premika, zaslon mora biti tudi trdno vpet z daljnogledom, da se slika Sonca ne trese. Na zaslon nalepimo bel papir. Slika Sonca mora biti ostra. Ostrino izostrimo po robu Sonca ali po pegah, če so. Venera bo na ozadju svetle Sončeve ploskve vidna kot majhen temen krožec, ki se bo najprej od zunaj na vzhodnem robu dotaknil velikega svetlega Sončevega diska (prvi stik), nato bo krožec lezel v disk in se ga dotaknil z notranje strani (drugi stik), potem se bo temen krožec premikal po južnem delu diska, se dotaknil zahodnega dela robu z notranje strani (tretji stik) in končno z zunanje strani (četrti stik), nakar bo zapustil Sonce in z njega odšel za naslednjih osem let (slika 3).

Opazovanje prehoda je naporno. Pred Sončevo pripeko se moramo ustrezno zaščititi. Naredimo vse, da se počutimo čim udobnejše. Predlagam naslednji način opazovanja:

i) Slikovno beleženje pojava

Na sliki Sonca na zaslonu daljnogleda zabeležimo (označimo) navidezni vstop Venere, posamezne njene lege na Sončevem disku in njen navidezni izstop s Sonca. Ta slikovni del opazovanja shranimo kot dokument. Na sliki so lahko tudi razne opombe. Narisane so tudi pege itn.

ii) Časovno beleženje pojava

Tabela

	h	min	s
prvi stik t_1		
drugi stik t_2		
tretji stik t_3		
četrti stik t_4		

Izračunamo:

čas, ko Venera leze v Sončev disk: $t_2 - t_1 =$

čas, ko Venera leze iz Sončeve ploskve: $t_4 - t_3 =$

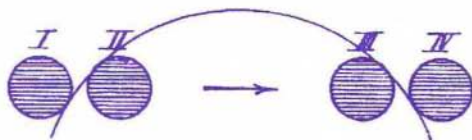
čas trajanja prehoda: $t_4 - t_1 =$

Iz opazovanj poskušamo ugotoviti:

- trajanje prehoda in ga primerjati s teoretično napovedjo,
- navidezno pot Venere čez Sončevo sliko,
- kvocient zornih kotov Sonca in Venere ter ga primerjati z nalogo 2 (glej dalje),
- pa še sami si kaj izmislite, saj je dosti možnosti.

Ves pojav je mogoče tudi fotografirati, o njem posneti video. Pri tem opravilu bodite skrajno previdni. Posvetujte se s strokovnjakom. Seveda pa je opazovanje odvisno predvsem od vremena. Če nam jo zagode, je vsega konec.

Glede samega opazovanja Sonca se lahko ravnate po navodilih iz moje knjižice *Astronomska opazovanja*, Presekova knjižnica 3, 1978, kjer boste našli še kopico drugih, novih idej tudi za razna druga opazovanja v astronomiji.

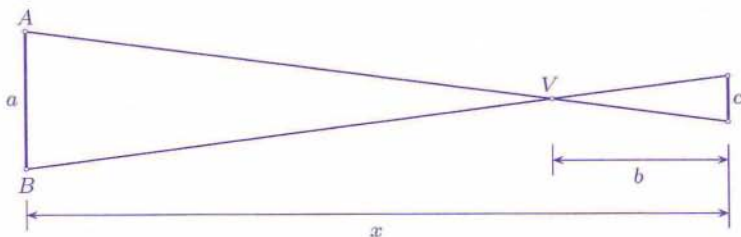


Slika 3. Navidezno premikanje Venere čez Sončev disk – shema. Opazovanje začnemo vsaj četrte ure pred napovedanim začetkom (prvim stikom). Pazimo na strani neba na zaslonu daljnogleda (glej knjižico *Astronomska opazovanja*).

Naloge

1. Naj bosta A in B kraja na Zemlji v oddaljenosti a , naj bo V lega Venere v oddaljenosti b od Sonca (natančno vrednost za b ugotovijo astronomi po tretjem Keplerjevem zakonu), c pa naj bo razmik tetiv, po katerih iz krajev A in B na Zemlji vidimo navidezno potovati Venero čez Sončev disk.

Izračunaj oddaljenost Zemlje od Sonca, t.j. astronomsko enoto, ki smo jo označili z x .



Slika 4. Skica k teoretični nalogi – izračun astronomske enote.

2. Zorni kot Venere pri pogledu z Zemlje se spreminja v mejah od $66''$ do $10''$. Ob letošnjem navideznem prehodu čez Sonce je Venera s polmerom $R = 6100$ km od Zemlje oddaljena $r = 0,29$ astronomske enote ($1 \text{ a.e.} = 150$ milijonov km). Izračunaj:

- a) zorni kot Venere ob prehodu,
- b) kvocient zornih kotov Sonca in Venere, če vzameš, da je zorni kot Sonca $0,5^\circ$.

Rezultat tega dela naloge npr. pove, kolikokrat je premer slike Sonca na zaslonu večji od premera slike Venere (temnega krožca), kar lahko seveda praktično ugotoviš iz opazovanja samega prehoda.

3. Primerjaj razsežnost posameznih peg na Soncu (če so) z velikostjo ($2R$) po Sončevi ploskvi premikajoče se Venere.

Marijan Prosen

Rešitve so na strani 271.