

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 31 (2003/2004)

Številka 1

Strani 8-12

Marijan Prosen:

ENAKONOČJE

Ključne besede: astronomija, Zemlja, Sonce, letni časi.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/31/1538-Prosen.pdf>

© 2003 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.

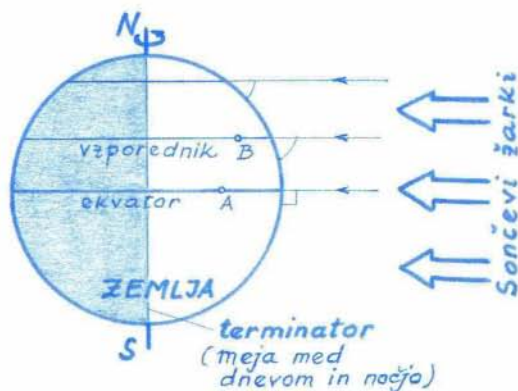
ENAKONOČJE

Pa je spet tu. Kdo? Kaj? Jesensko enakonočje vendar, ko sta dan in noč enako dolga, ko se pri nas, na severni zemeljski poluti, uradno začne (koledarska ali astronomska) jesen. Letos se začne 23. 9. ob 12. uri in 47 minut, navedli bi lahko celo sekunde, a ne bodimo preveč natančni. Za naše razmišljanje zapisani podatek povsem zadostuje.

Kaj se pravzaprav vsako leto na Zemlji oziroma v vesolju zgodi, da je ta trenutek izbran¹ (gre za dogovor) za začetek jeseni? Oglejmo si astronomske razmere ob enakonočju. Zanima nas predvsem dvoje, in sicer

- kaj se v tem času dogaja v vesolju, pri čemer mislimo na medsebojno lego Sonca in Zemlje, oziroma natančneje, mislimo na kot med smerjo sončevih žarkov in smerjo Zemljine vrtilne osi;
- kako to doživljamo na Zemlji, pri čemer mislimo na opazovano dnevno pot Sonca nad obzorjem ob enakonočju.

Beseda nanese na enakonočje, ko obravnavamo letne čase. Ti predstavljajo v našem življenju enega najpomembnejših naravnih pojavov. Nekateri mislijo, da je to povsem geografska tema. Daleč od tega!



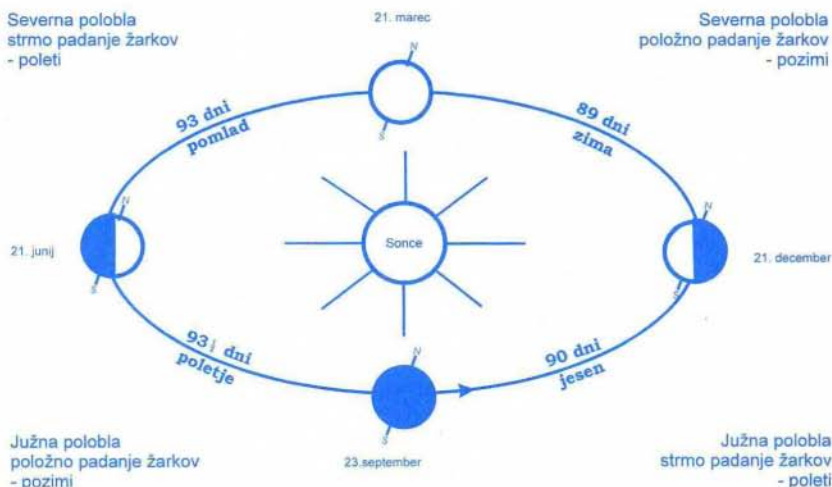
Slika 1. Lega Zemljine vrtilne osi glede na Sončeve žarke ob jesenskem ali spomladanskem enakonočju. V kraju A na zemeljskem ekvatorju ali v kraju B na vzporedniku sta dan in noč enako dolga, saj sta oba kraja enako časa osvetljena in enako časa v temi.

¹ Meteorološka jesen se začne že 1. septembra (dogovor). Podobno kot o jesenskem enakonočju lahko razmišljamo o spomladanskem, ki se zgodi vsako leto okoli 21. 3. Meteorološka pomlad se začne že 1. marca. S tujko enakonočju rečemo ekvinokcij (iz latinskih besed *aequus* – enak in *nox* – noč).

Letni časi nastajajo zaradi kroženja Zemlje okrog Sonca, vendar zato, ker je Zemljina vrtilna os za kot $66,5^\circ$ naklonjena k ravnini Zemljinega tira kroženja in ohranja svojo smer. Zaradi tega svetlobni žarki, ki prihajajo s Sonca, na obe zemeljski poluti med letom padajo pod različnim kotom. Kadar opoldne padajo na določeno ploskev na Zemljinem površju strmo, se ploskev bolj segreva (poletje), ko pa padajo položno, se segreva manj (zima).

Opomba. Če bi bila Zemljina vrtilna os pravokotna na ravnino Zemljinega kroženja, letnih časov ne bi bilo. Prav tako jih ne bi bilo, če se Zemlja ne bi vrtela. Čeprav se v bistvu Zemlja giblje okrog Sonca po rahlo sploščeni elipsi in je enkrat Soncu najbliže (za nas pozimi), drugič pa najdlje (za nas poleti), pa to na potek letnih časov ne vpliva.

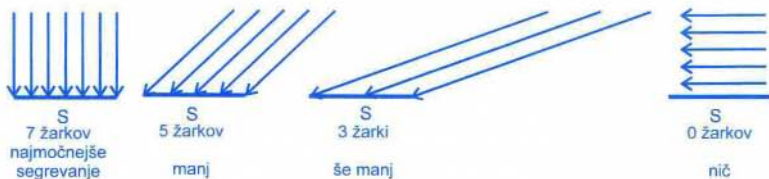
Enakonočje najbolj pojasnimo, če pozorno zasledujemo, kaj se dogaja s kotom med smerjo Sončevih žarkov in smerjo Zemljine vrtilne osi. Med letom se ta kot spreminja: od topega kota ($90^\circ + 23,5^\circ$) do ostrega ($90^\circ - 23,5^\circ$) in od ostrega do topega, dvakrat v letu pa doseže vrednost pravega kota, torej 90° , prvič v prvi polovici leta, drugič v drugi. V prvem primeru govorimo o spomladanskem enakonočju – na severni poluti se začne pomlad (na južni jesen), v drugem primeru o jesenskem – na severni



Slika 2. Štiri značilne lege Zemlje na njenem tiru okrog Sonca. Med letom Zemljina vrtilna os ohranja smer in naklon proti ravnini Zemljinega kroženja. Zato so na našem planetu letni časi.

poluti se začne jesen (na južni pomlad). Trenutek, ko omenjeni kot doseže 90° , je mogoče napovedati do sekunde natančno, vendar v navadnem življenju zadostuje na uro, večkrat celo na dan natančen podatek.

Za utrditev pojma letnih časov si velja dobro ogledati sliko 2, ki pojasnjuje začetek letnih časov s prikazom kroženja Zemlje okrog Sonca.



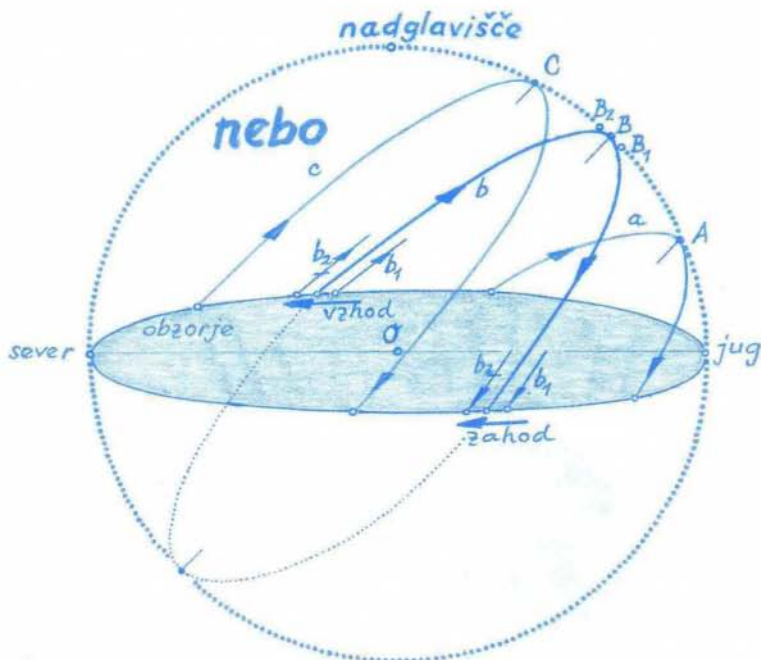
Slika 3. Čim višje nad obzorjem je Sonce, tem bolj greje. Segrevanje ravne ploskve S (kos Zemljinega površja) je odvisno od strmine Sončevih žarkov. Če padajo na ploskev pravokotno, je segrevanje najmočnejše. Pri vse bolj poševnih žarkih je segrevanje vse slabše. Če padajo žarki vzporedno s ploskvijo, segrevanja ni (primerjaj severne in južne strani streh, pogorij, cest, krtin). Skica prikazuje, kako enakomerno gost snop Sončevih žarkov pri različni strmini segreva enako veliko ravno ploskev s ploščino S.

Zdaj pa pogledjmo, kako enakonočje doživljamo v naših krajih, kako tega dne vidimo oziroma opazujemo Sonce na nebu. Pri tem opisu bomo še vedno zanemarili neke podrobnosti.

Opazovanja nas prepričujejo, da pri nas sredi zime Sonce vzhaja nekje na jugovzhodu, pride opoldne nizko nad jug in zahaja nekje na jugozahodu. Vendar pa se vzhajališče (vzid) in zahajališče (zaid) Sonca med letom spreminjata. Čim bolj gre zima v pomlad, tem bližje vzhodu vsak dan vzhaja Sonce in tem bližje zahodu zahaja. Okoli 21. 3. vzide skoraj natančno na vzhodu (E), zaide skoraj natančno na zahodu (W) in je ravno pol dneva (12 ur) na nebu, tj. nad obzorjem (slika 4).

Ko torej kot med Sončevimi žarki in Zemljino osjo doseže 90° , nastopi enakonočje (spomladansko ali jesensko), kar se zgodi v različnih časih. V vseh krajih na Zemlji (razen polih) tega datuma Sonce vzide na vzhodu in zaide na zahodu, je 12 ur nad obzorjem in 12 ur pod njim. Dan in noč sta enako dolga, kar pa seveda velja le za idealno obzorje, npr. na morju, kjer ni gora.

Vendar pa to, kar smo pravkar povedali, povsem ne drži, tudi za idealno obzorje ne. Res bi bilo le, če Zemlja ne bi imela ozračja. Ker ga ima, se stvari nekoliko zapletejo. Tu moramo predvsem omeniti lom svetlobe v ozračju. Svetlobni žarek, ki prihaja iz vesolja, npr. z zvezde, se v zračnih plasteh lomi k navpičnici, tako da ni raven, ampak se narahlo ukrivi in opazovalec na površju Zemlje vidi, na primer, zvezdo višje, kot je v resnici. Enako seveda velja tudi za Sonce.



Slika 4. Dnevne poti Sonca nad obzorjem:

- a – okoli astronomskega božiča (21. 12.);
- b – ob jesenskem (ali spomladanskem) enakonočju, ko je dnevna pot Sonca nad obzorjem (dan = 12 ur) enaka nočni poti Sonca pod obzorjem (noč = 12 ur);
- c – okoli astronomskega kresa (21. 6.).

Z b_2 je nakazana dnevna pot Sonca nad obzorjem malo pred jesenskim enakonočjem (malo po spomladanskem), ko je dan še daljši od 12 ur, z b_1 pa dnevna pot Sonca, ko je dan že krajši od 12 ur. Vrisana je smer premikanja vzhajališča in zahajališča Sonca okoli jesenskega enakonočja (okoli spomladanskega enakonočja je smer nasprotna). Slika ne upošteva vpliva loma svetlobe v ozračju.

Zaradi loma svetlobe vidimo Sonce še tik nad obzorjem, ko je dejansko že pod obzorjem, ko je torej že zašlo. Številčna vrednost loma ob obzorju je okoli $0,5^\circ$, kar je velikost zornega kota Sonca. Ker Sonce navidezno obkroži Zemljo v 24 urah, v teh 24 urah naredi kot 360° , brez težav izračunamo, da eni kotni stopinji (1°) ustreza čas štirih minut, polovici kotne stopinje ($0,5^\circ$) pa dve minuti (slika 5).



Slika 5. Zaradi loma svetlobe v ozračju pri vzhajanju vidimo Sonce že tik nad obzorjem, ko je v resnici še pod njim, pri zahajanju pa ga vidimo še tik nad obzorjem, ko je dejansko že zašlo.

Zaradi tega in še drugih vzrokov je 23. 9. ali pa 21. 3., ko navadno rečemo ali pa iz koledarjev preberemo, da je enakonočje, dejansko dan daljši od noči vsaj za približno štiri minute (teoretično). Dejansko jesensko enakonočje nastopi šele nekaj dni po uradno napovedanim datumom (v Ljubljani bo letos šele 26. 9.), dejansko spomladansko enakonočje pa nastopi že nekaj dni pred uradno napovedanim datumu (v Ljubljani je bilo letos že 18. 3.), o čemer se lahko prepričate v Astronomskih efemeridah *Naše nebo 2003*, ki jih izdaja Društvo matematikov, fizikov in astronomov. Tako skupno trajata pomlad in poletje pri nas celo več kot 186 dni, kar glede na teoretični izračun prikazuje priložena preglednica.

“To so pa že prevelike podrobnosti”, bi kdo rekel. No, mislite si karkoli, za astronoma niso.

Trajanja letnih časov

| severna poluta | trajanje | južna poluta | opomba |
|----------------|------------|--------------|--------------|
| pomlad | 92,8 dneva | jesen | skupaj |
| poletje | 93,6 dneva | zima | 186,4 dneva* |
| jesen | 89,8 dneva | pomlad | skupaj |
| zima | 89,0 dneva | poletje | 178,8 dneva |

* Od spomladanskega do jesenskega enakonočja je po teoriji dobrih 186 dni, kar je več kot polovica leta. To nastane v glavnem zaradi tega, ker se Zemlja giblje okrog Sonca po rahlo sploščeni elipsi in ne po krožnici.