

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik **30** (2002/2003)

Številka 1

Strani 22-24

Marijan Prosen:

IZSEV ZVEZDE

Ključne besede: astronomija, zvezde, izsev, sij, svetlobni tok.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/30/1502-Prosen.pdf>

© 2002 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.

IZSEV ZVEZDE

Zasledil sem, da pri pisanju o zvezdah nekateri nepravilno uporabljajo izraz *izsev zvezde*. Ker gre za eno najpomembnejših karakteristik zvezde, sem se odločil, da za Presek o tem napišem kratek prispevek.

Izsevani ali oddani svetlobi oz. svetlobni moči zvezde rečemo izsev zvezde. To je količina, ki pove, koliko svetlobe (sevanja, energije) zvezda v sekundi izseva (odda) na vse strani v prostor. Izsev zvezde označimo s črko P (power), enota pa je ista kot enota za moč, t.j. vat ($W=J/s$). Čim več vatov izseva zvezda, večji je njen izsev.

Izsev Sonca je okoli $4 \cdot 10^{26}$ W (oz. Sonce ima izsev okoli $4 \cdot 10^{26}$). Druge zvezde imajo večji ali pa manjši izsev glede na izsev Sonca (lahko več desetkrat, stokrat, tisočkrat večji oz. manjši izsev).

Zvezda kot žareča plinska krogla enakomerno na vse strani izseva izsev P . Če zanemarimo svetlobne izgube, se P porazdeli po kroglji površino $4\pi r^2$, kjer je r oddaljenost zvezde. Opazovalčevo oko na Zemlji v razdalji r od zvezde prestreže svetlobni tok z gostoto $j = P/4\pi r^2$. Ta vrednost za gostoto toka je odločilna za vtis na mrežnici človeškega očesa. Vtis je tem močnejši, čim večji je izsev zvezde in čim bližje nam je zvezda (kar neposredno razberemo iz zapisanega ulomka). Drugače povedano, tudi če ima zvezda zelo velik izsev, a je zelo daleč, se zdi za oko šibka, bližnja zvezda z majhnim izsevom pa svetlejša.

Omenimo še eno svetlobno količino, *sij zvezde*. Sij in izsev zvezde sta dve povsem različni svetlobni količini in ju ne smemo zamenjevati. Če izsev označuje v časovni enoti izsevano (oddano) svetlobo zvezde, sij meri svetlobo, ki jo zazna človeško oko (ali tudi drug sprejemnik svetlobe).

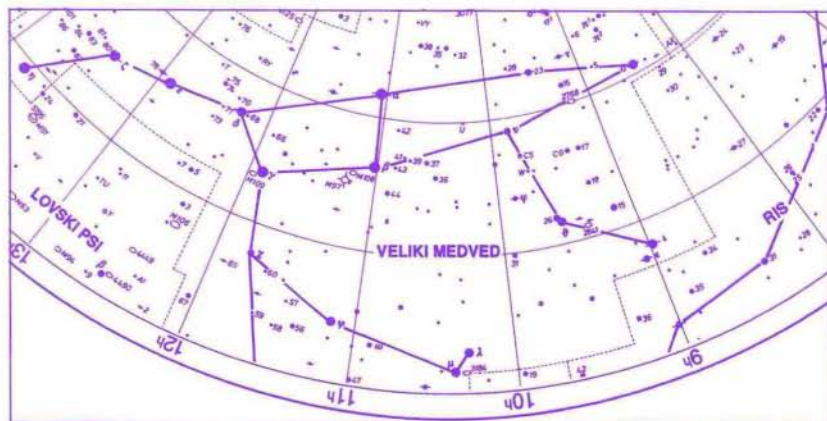
Človek vidi oz. opazuje zvezde. Na nebu zaznava navidezno sliko. Sploh so vsa telesa in gibanja na nebu navidezna, saj jih tja projiciramo. Pogled na temno zvezdno nebo nam pove, da zvezde različno močno sijajo. Samo zvezde Velikega voza je treba pogledati, pa to takoj opazimo. Vtisu (občutku), ki ga ima človeško oko, ko sprejme njegova mrežnica svetlobo oddaljene zvezde ali kakega drugega vesoljskega telesa, rečemo *sij*. Izraz je pri nas vpeljal srednješolski učbenik astronomije, velja že več kot 30 let (angl. brightness of a star).

Beseda *sij* je vezana na občutek, človeškemu očesu se torej zvezda takšna zdi, zato pred besedo *sij* ni treba postavljati dodatne besede navidezni (da bi izraz nosil ime navidezni sij). Zadostuje, da rečemo *sij zvezde* je tolikšen in tolikšen.

Sij zvezde je povezan z gostoto vpadne svetlobe z zvezde na mrežnico očesa (ali kak drug merilnik svetlobe). Ni pomembno, ali je zvezda daleč ali blizu, velika ali majhna. Seveda, čim večja je, čim več seva in čim

bližje je zvezda, tem večja je sprejeta gostota svetlobe. Kakor ima dolžina svojo enoto meter, izsev svojo enoto vat, ima enoto tudi sij. Rečemo ji magnituda. V latinščini magnitudo pomeni velikost, vendar ta enota nima nobene zveze z velikostjo, t.j. polmerom zvezde, ampak le z velikostjo svetlobnega vtisa na mrežnici človeškega očesa.

Z definicijo sija in magnitude je precej težav. Nekateri namesto sija zvezde radi uporabljajo kar izraz magnituda zvezde, vendar velja dogovor: najsvetlejšje zvezde imajo sij prve magnitude (oznaka 1^m , beri "ena m") ali so prve magnitude, manj svetle imajo sij 2^m , še manj svetle 3^m , ..., s prostim očesom komaj vidne 6^m . Severnica ima sij $2,1^m$ (zvezda sije z magnitudo $2,1^m$). Z daljnogledom so vidne zvezde s sijem 7^m , 8^m , ..., 22^m , 23^m , menda ob novejši tehnologiji vidimo že sij okoli 30^m in celo več. Sij vesoljskega telesa pa je lahko tudi nič in negativen. Venera v največjem siju doseže -4^m , Luna ob ščipu $-12,5^m$, Sonce kot najsvetlejšje svetilo na nebu pa kar -27^m .

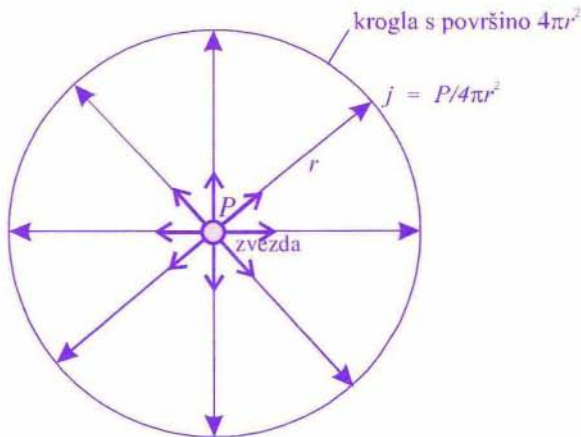


Slika 1. Zvezde Velikega medveda (Ursa maior) in drugih ozvezdij imajo različen sij.

Pomembno je, da povemo medsebojno odvisnost sija in gostote sprejetega toka z zvezde (z vesoljskega telesa). Povezuje ju enačba

$$\frac{j}{j'} = 10^{-0,4 \cdot (m - m')},$$

kjer sta npr. m in m' sija dveh zvezd, j in j' pa gostoti svetlobnega toka, ki ju s teh dveh zvezd sprejmemo na Zemlji. Z zvezde s sijem $m' = 1^m$ sprejmemo gostoto svetlobnega toka $j' = 10^{-8} \text{ W/m}^2$. Tako lahko za vsak m izračunamo j in obratno.



Slika 2. Zvezda z izsevom P . V človeško oko na Zemlji v razdalji r od zvezde pade svetlobni tok z gostoto $j = P/4\pi r^2$. Gostota svetlobnega toka, ki pada s kvadratom oddaljenosti zvezde, je torej odločilna za jakost sija.

Da bi obravnavane količine utrdili, navedimo poučno vajo.

Zvezda Sirij ima sij $m = -1,5^m$, od nas pa je oddaljena $r = 2,7$ parseka (en parsek je 3,3 svetlobnega leta, to je $3,1 \cdot 10^{16}$ m). Izračunaj izsev P Sirija.

Iz $\frac{j}{j_\odot} = 10^{-0,4 \cdot (m - m_\odot)}$ sledi $j = 10^{-8} \cdot 10^{-0,4 \cdot (-1,5 - 1)} \text{ W/m}^2 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$. Izsev zvezde pa je $P = j \cdot 4\pi r^2 = 10^{-7} \text{ W/m}^2 \cdot 4\pi (2,7 \cdot 3,1 \cdot 10^{16})^2 \text{ m}^2 = 88 \cdot 10^{26} \text{ W} = 22$ izsevv Sonca. Sirij torej v prostor oddaja svetlobo za 22 Sonc.

Za doma pa predlagam naslednje vaje:

1. Severnica ima sij $m = 2,3^m$ in leži v oddaljenosti $r = 240$ parsekov. Kolikšen je P ?
2. Nova (zvezda) je ob izbruhu pošiljala na Zemljo svetlobni tok z gostoto $j = 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$. Kolikšen sij je tedaj imela?
3. Sij Sonca je $m = -26,8^m$. Izračunaj sij Sonca, če bi ga opazovali z najbližje zvezde Proksime Kentavra v razdalji 270 000 astronomskih enot (oddaljenost Zemlja–Sonce). Ali bi Sonce videli s prostim očesom?

Rešitve so na str. 40.

**REŠITVE VAJ OB ČLANKU IZSEV ZVEZDE –
s str. 24**

1. 5200 izsevov Sonca
2. $2,1^m$
3. $0,4^m$; da.