

Koliko svetlobe sevajo v prostor zvezde, ki jih vidimo kot bolj ali manj svetle pike na jasnem nočnem nebu, je vprašanje, ki je dolgo časa miselno zaposlovalo človeka. Odgovoriti na to vprašanje pa je bilo mogoče šele takrat, ko je izmeril prvo oddaljenost zvezde. To se je zgodilo sredi 19. stoletja. Zvezde so različno oddaljene od nas. Njihove oddaljenosti seveda ne merimo s kilometri, ker je kilometer premajhna dolžinska enota, ampak v svetlobnih letih. Svetlobno leto je razdalja, ki jo svetloba s hitrostjo 300 000 km/s preleti v enem letu, to je razdalja $300\,000 \cdot 10^3 \text{ m/s} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$. Ni rečeno, da je na videz šibka zvezda tudi v resnici šibka, da oddaja malo svetlobe. Lahko oddaja ogromno svetlobe, ker pa je zelo daleč, jo iz velikanske daljave zaznavamo šibko. Kako močno zvezde sevajo, bi lahko ugotovili tako, da bi zvezde postavili v enako oddaljenost od nas in jih po oddani svetlobi primerjali med seboj. Tega pa ne moremo storiti, saj jih ne moremo premikati po vesolju. So tam, kjer so. Če želimo izračunati v sekundi oddano svetlobo zvezde, to je izsev zvezde, moramo nujno poznati njeno oddaljenost. Glavni namen tega spisa je, da pokaže, kako izračunamo izsev zvede.

Kako močno sevajo zvezde

Spis že za osnovnošolce, da znajo izračunati izsev zvezde.

Svetloba z zvezd prihaja iz predelov vesolja, ki so oddaljeni več kot 4,3 svetlobnega leta, kolikor je oddaljenost nam najbližje zvezde Proksime Kentavra. Na jasnem nočnem nebu se nam zvezde zdijo kakor drobcene svetle točke (pike), dejansko pa so glede na Sonce, našo dnevno zvezdo, lahko večje od njega in lahko tudi več sevajo.

Zvezde si moremo predstavljati kot razbeljene krogle vročih plinov oz. plazme. Koliko svetlobe v sekundi seva oziroma oddaja kaka zvezda, pove njen izsev. Gre za oddani (izsevani) svetlobni tok oziroma svetlobno moč zvezde, zato izsev označimo kar s črko P (po angleški besedi power – moč), kot je npr. moč stroja ali električne žarnice. Enota za moč je vat, to je joule na sekundo: $W = J/s$. Izsev zvezde torej povemo v vatih.

Sonce je nam najbližja zvezda. Je rumene barve in sveti pri površinski temperaturi okoli 5800 K. Od nas je oddaljeno 150 milijonov km. Izmerili so, da na Zemljo pošilja svetlobni tok z gostoto $j = 1400 \text{ W/m}^2$. Iz teh podatkov lahko izračunamo izsev Sonca.

Ker se oddani (izsevani) svetlobni tok ali izsev P zvezde v oddaljenosti r od zvezde enakomerno porazdeli po površini krogle $4\pi r^2$, je gostota svetlobnega toka $j = P/4\pi r^2$. Iz te enačbe sledi izsev zvezde $P = j \cdot 4\pi r^2$. Vstavimo podatke za Sonce in dobimo za izsev Sonca:

$$P = 1400 \text{ W/m}^2 \cdot 4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2 = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}.$$

To je ogromna vrednost. Izračunali so, da je energija, ki jo je v najrazličnejših oblikah razvilo človeštvo od začetka civilizacije do danes, komaj tisočinka energije, ki jo Sonce izseva v sekundi. Ta podatek sem našel pred petdesetimi leti v neki astronomski knjigi in ga ne znam pojasniti. Mu tudi ne verjamem. Celó mislim, da tega ni mogoče izračunati in primerjati z izsevom Sonca.

Tako kakor Soncu izračunamo izsev tudi drugim zvezdam, če le poznamo j in r .

Glede izseva se zvezde med seboj zelo razlikujejo, od 100 000 izsevov Sonca (nadorjakinje) do 1/100 000 izseva Sonca (pritlikavke). Zvezde, ki imajo velik izsev, imajo navadno tudi velik polmer (so velike). Takim zvezdam pravimo orjakinje (imajo več kot 100-krat večji polmer od Sonca), še večjim pa nadorjakinje (več kot 1000-krat večji polmer od Sonca). So pa tudi še večje, pa tudi dosti manjše zvezde od Sonca. To najdemo na spletu in v ustreznih astronomskih učbenikih in knjigah. V tem spisu samo povemo, kaj je izsev zvezde in kako ga izračunamo.

Navedimo še zgled za Severnico, ki je dovolj znana zvezda.

- Zvezda Severnica leži v oddaljenosti $r = 650$ svetlobnih let in pošilja na Zemljo svetlobni tok z gostoto $j = 4,5 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$. Izračunajmo izsev Severnice glede na izsev Sonca, če svetlobno leto meri $9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$.

Izsev Severnice je $P = j \cdot 4\pi r^2 = 4,5 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2 \cdot 4\pi (650 \cdot 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m})^2 = 216 \cdot 10^{28} \text{ W}$. Izsev zvezde glede na izsev Sonca je $216 \cdot 10^{28} \text{ W} / 4 \cdot 10^{26} \text{ W} = 5400$. Severnica torej oddaja v prostor svetlobo za okoli 5400 naših Sonc. Račun, ki ga tu ne moremo narediti, pove, da ima Severnica približno 80-krat večji polmer od Sonca.

Še dve nalogi za razvedrilo

1. Najsvetlejša zvezda nočnega neba, Sirij, je od nas oddaljena okoli 9 svetlobnih let, na Zemljo pa pošilja svetlobni tok z gostoto $1,1 \cdot 10^{-7} \text{ W/m}^2$. Izračunaj izsev Sirija glede na izsev Sonca. Eno svetlobno leto meri $9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$.

2. Zvezda ima 100-krat večji izsev kot Sonce, na Zemljo pa pošilja svetlobni tok z gostoto, ki je bilijonkrat manjša od gostote svetlobnega toka s Sonca. Izračunaj njeno oddaljenost.

Rešitev: 1. Okoli 25 izsevov Sonca. 2. Okoli 160 svetlobnih let.