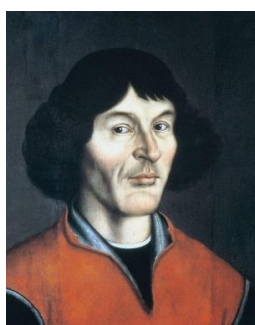


*Ko Kopernik razpravlja o Aristotlovih in Ptolemajevih argumentih, poudarja, da se skupaj z Zemljo vrtil še vsa vodna masa, večina okolnega zraka in vse, kar je kakorkoli tesno povezano z Zemljo. Ni se treba čuditi, pravi, da pri kroženju Zemlje okrog Sonca ne opazimo premikov zvezd. Velikost sveta je namreč tako ogromna, da razdalja Zemlja-Sonca, ki je sicer dosti večja od polmera krogle poljubnega planeta, predstavlja nekaj skoraj nezaznavnega v primerjavi z oddaljenostjo sfere nepremičnih zvezd. Lažje je torej privzeti to misel, kot pa si razbijati glavo nad vpeljavo neskončne množice pomožnih sfer, kot so to morali storiti tisti, ki so postavili Zemljo v središče sveta.*

## Droben spomin ...

### ... na Kopernika



Nikolaj Kopernik (1473–1543) je prvi v zgodovini astronomije izdelal pravilni načrt zgradbe Sončevega sistema, ko je določil njegovo relativno velikost. Za enoto razdalje je vzel oddaljenost Zemlja-Sonca, tj. astronomsko enoto (a.e.). Izračunal je, da so razdalje od Sonca do Merkurja, Venere, Marsa, Jupitra in Saturna: 0,376 a. e., 0,723 a. e., 1,52 a. e., 5,217 a. e. in 9,184 a. e. Razen zadnjega podatka se vsi drugi skoraj ne razlikujejo od današnjih vrednosti.

Kopernik je izračunal tudi zvezdne (siderske) obhodne čase planetov okrog Sonca. Zvezdni obhodni čas Zemlje okrog Sonca je enak časovnemu presledku, v katerem se Sonce, ki opiše veliki krog na nebesni sferi, vrača k isti zvezdi. Traja po Koperniku 365,256 dneva.

Dnevno vrtenje nebesnega svoda je Kopernik pojasnil z vrtenjem Zemlje okrog svoje vrtilne osi, letno gibanje Sonca po ekliptiki pa s kroženjem Zemlje v prostoru okrog Sonca. Zamotano navidezno gibanje planetov je opisal kot rezultanto kroženja planeta in kroženja Zemlje po njunih tirih okrog Sonca. Pri predstavitvi svojega sistema je Kopernik izhajal iz stališča, da planeti krožijo enakomerno po krožnicah (kar pa ni res in velja le v prvem približku).

Kopernikov nauk je povzročil revolucijo ne samo v astronomiji, ampak v vsem človekovem pogledu na svet. Verski krogi so v njem zaznali njegovo veliko nevarnost. Vroč zagovornik tega nauka Giordano Bruno je bil leta 1600 v Rimu sežgan na grmadi, Galilei, ki je predstavil nesporne dokaze o pravilnosti Kopernikovega sistema, pa se je moral odreči svojim idejam.

## *... na Herschla*



William Herschel (1738–1822) je razširil velikost Osončja kar za dvakrat, ko je leta 1781 odkril sedmi planet Uran. Kmalu se je pokazalo, da so njegove opazovane lege na nebu drugačne od izračunanih in da teh razlik ni mogoče pojasniti s privlakom znanih planetov, katerih mase so ravnokar natančno ugotovili po III. izpopolnjenem Keplerjevem zakonu. Leta 1840 so bila razhajanja v legi med teorijo in prakso, tj. opazovanji, okoli 1,5', leta 1844 pa že okoli 2'.

Z ogromnimi matematičnimi napori in neodvisno drug od drugega sta Francoz Urbain J. J. Leverrier (1811–1877) in Anglež John Couch Adams (1819–1892) izračunala elemente tira novega planeta, ki naj bi motil Uran v njegovem gibanju. Adams je sicer izračunal lego domnevno motečega planeta že leta 1845 z natančnostjo  $2^\circ$ , a ga v Angliji niso mogli odkriti zaradi nenatančnih zvezdnih kart pa tudi mlademu matematiku niso verjeli oziroma zaupali v dobljeni rezultat. Leverrier pa je zaključil podobne izračune avgusta leta 1846, jih poslal na Berlinski observatorij, tam pa so še istega dne zvečer, ko so pismo prejeli, to je 23. 9. 1846, odkrili novi planet Neptun, in sicer na razdalji vsega 52' od izračunanega lege na nebu. To je bil strahoten triumf Kopernikovega nauka, hkrati pa tudi Newtonove teorije splošne privlačnosti teles v vesolju. Osončje se je ponovno močno razširilo, seveda pa se je pozneje izkazalo, da je še veliko razsežnejše.

## *... na Stefana*



Sredi 19. stoletja se je v astronomiji začela močno razvijati nova znanstvena panoga, in to o fizikalni zgradbi in naravi nebesnih teles – astrofizika. Leta 1868 so ob popolnem Sončevem mrku prvič pozorno opazovali spekter Sončeve kromosfere in v njem zelo blizu natrijeve črte D našli močno rumeno črto. Neznani element, ki mu je ta črta pripadala, so imenovali po bogu Sonca - helij. Leta 1895 pa so pri

raziskovanju spektrov določenih mineralov helij odkrili tudi na Zemlji. To odkritje je predstavljalo blestečo potrditev materialne enotnosti vesolja.

V ta čas pade tudi prva ocena temperature Sončeve fotosfere. Teoretske raziskave so pokazale, da se Sonce in zvezde v vesolju pojavljajo kot ogromne žareče plinske krogle. Iz eksperimentalnih podatkov o količini energije, ki jo sevajo razžarjena telesa, so izpeljali, da bi morala biti površinska temperatura Sonca najmanj okoli 30 000 °C. Številka je petkrat previsoka, vendar pa je bila prva.

Pomemben prispevek astrofiziki v tedanjem času sta dala Slovenec Jožef Stefan (1835–1893) in njegov učenec na Dunaju Ludwig Boltzmann (1844–1906). Stefan je leta 1879 eksperimentalno odkril, Boltzmann pa leta 1884 teoretično potrdil, da je gostota izsevanega svetlobnega toka  $j^*$  črnega telesa sorazmerna četrti potenci absolutne temperature  $T$ , na katero je segreto črno telo, kar zapišemo z enačbo kot Stefan-Bolzmannov zakon:  $j^* = \sigma T^4$ , kjer je  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^{-4}$  Stefan-Bolzmannova konstanta.

S tem obrazcem je možno izračunati površinsko temperaturo Sonca in tudi zvezd, če izmerimo gostoto svetlobnega toka, ki pride od njih na Zemljino površje. Gostota svetlobnega toka, ki s Sonca pade na Zemljino površje (solarna konstanta), je  $j = 1350 \text{ W/m}^2$ , Sonce pa z Zemlje vidimo v zornem kotu  $\alpha = 0,5^\circ$ . S tema podatkom lahko izračunamo temperaturo Sončevega površja  $T = (4j/\sigma\alpha^2)^{0,25} = 6000 \text{ K}$ .

Ves čas je ostalo odprto vprašanje o starosti Sonca in zvezd ter o naravi virov njihove energije. Odgovori na ta vprašanja in še na druga pa so prišli v 20. stoletju.

*Kranj, 7. december 2017*

*Majo Prosen*