

Slika 6: *Nanoavto s pogonom na štiri »kolesa«* (Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016).

Čeprav so molekularni stroji danes sicer še na stopnji razvoja, na kateri so bili električni motorji leta 1830, so Jean-Pierre Sauvage, sir James Fraser Stoddart in Bernard L. Feringa s svojimi odkritji odprli vrata v nov svet kemije. Omogočili so sestavo molekularnih strojev, ki so vsaj tisočkrat manjši od lasu. S tem so dali besedi miniaturizacija popolnoma nov pomen in samo ugibamo lahko, kaj bo prinesla nova industrijska revolucija.

Literatura:

Anelli, P. L., Spencer, N., Stoddart, J. F., 1991: *A Molecular Shuttle. Journal of the American Chemical Society*, 113 (13): 5131–5133.

Dietrich-Buchecker, C. O., Sauvage, J. P., Kintzinger, J. P., 1983: *Une nouvelle famille de molécules: Les métallo-caténanes. Tetrahedron Letters*, 24 (46): 5095–5098.

How molecules became machines, *Popular Science Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016. The Royal Swedish Academy of Science.*

Koumura, N., Zijlstra, R. W. J., Delden, R. A. van, Harada, N., Feringa, B. L., 1999: *Light-Driven Monodirectional Molecular Rotor. Nature*, 401 (6749): 152–155.

Molecular Machines, Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2016. *The Royal Swedish Academy of Science.*

Naše nebo • Astronomi odkrili »okroglo« zvezdo

Astronomi odkrili »okroglo« zvezdo

Mirko Kokole

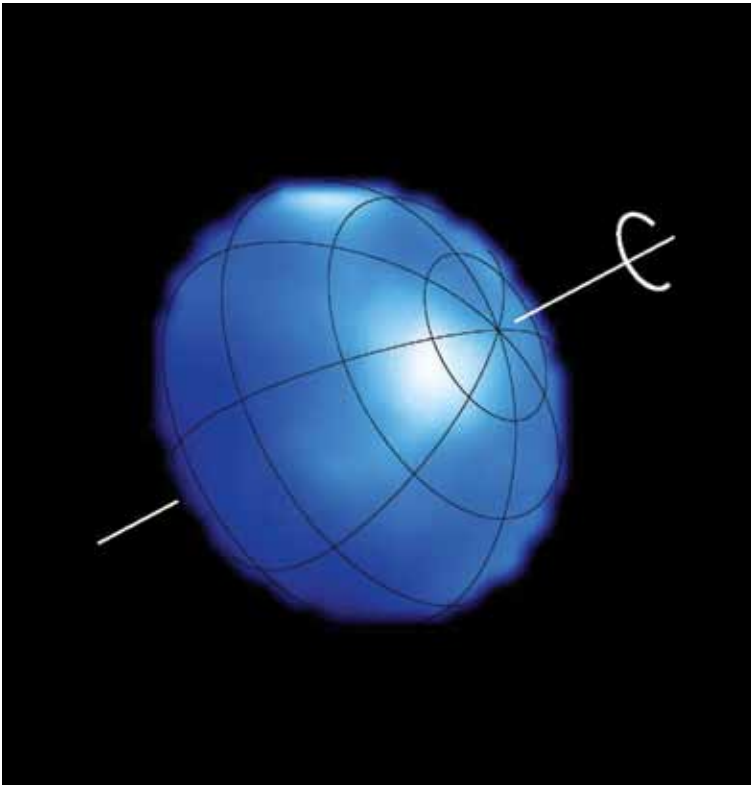
Morda se taka označba zdi na prvi pogled precej absurdna, a za njo se skriva pomemben dosežek na področju astronomije. Vsi namreč vemo, da se zvezde pod vplivom centrifugalne sile na ekvatorialnem delu nekoliko napihnejo in tako dobijo obliko sploščenega elipsoida. Hitreje kot se zvezda vrti, bolj je sploščena. Skupina astronomov je v nedavni številki revije *Science Advances*

objavila zanimiv članek, v katerem pišejo, da so odkrili zvezdo z izjemno majhno sploščenostjo. Ta zvezda je za zdaj najbolj okrogel nebesni objekt, ki ga poznamo. A bolj kot dejstvo, da je zvezda skoraj popolnoma okrogla, je pomemben način, kako so prišli do tega rezultata. Uporabili so namreč razmeroma mlado astronomsko vedo - asteroizmozologijo.

Asteroseizmologija je ena od mlajših ved astronomije in je sorodnica helioseizmologije, ki preučuje gibanje zvočnih valov v notranjosti Sonca. Ker pri Soncu lahko razločimo njegovo površje, lahko pridobimo več informacij o gibanju snovi v njem. Pri zvezdah, kjer površine ne razločimo, pa lahko opazujemo samo, kako se spreminja njen izsev. Iz spreminjanja izseva sklepamo, kako zvezda utripa. Ker zvezda utripa z značilnimi frekvencami, ki so odvisne od njene oblike in sestave, lahko rekonstruiramo, kakšni sta njena oblika in notranja zgradba. Najlažje si to lahko predstavljamo, če pomislimo na struno na glasbilu. Ko struno zanihamo, bo ta zvenela z natanko določeno frekvenco. Ta frekvenca je odvisna od dolžine strune, kako je struna napeta in iz kakšnega materiala je. Bolj zapleteno, vendar veliko bolj nazorno je nihanje vodne gladine v kozarcu. Vzemimo najprej kozarec

z okroglim presekom in v sredini zanihajmo gladino vode v njem. Nastali bodo krožni valovi z določeno valovno dolžino. Iz te valovne dolžine lahko ugotovimo, kako velik je kozarec. Sedaj vzemimo pravokotni kozarec in ponovimo enak poskus. Hitro vidimo, da je valovanje v njem bolj zapleteno, a lahko z nekaj računanja prav tako ugotovimo, kakšna je njegova velikost. Ko smo se naučili, kako voda niha v kozarcu, lahko z nekaj matematičnega truda in opazovanjem valovanja gladine rekonstruiramo poljubno obliko kozarca.

Asteroseizmologija na podoben način, in sicer na podlagi opazovanja nihanja izseva zvezde, ugotavlja, kakšne oblike je zvezda. Problem je seveda nekoliko bolj zapleten, ker za razliko od vode v kozarcu ne poznamo vseh fizikalnih lastnosti, jih pa večino lahko precej dobro uganemo, če vemo, kakšnega tipa je zvezda. Zvezde nihajo z več

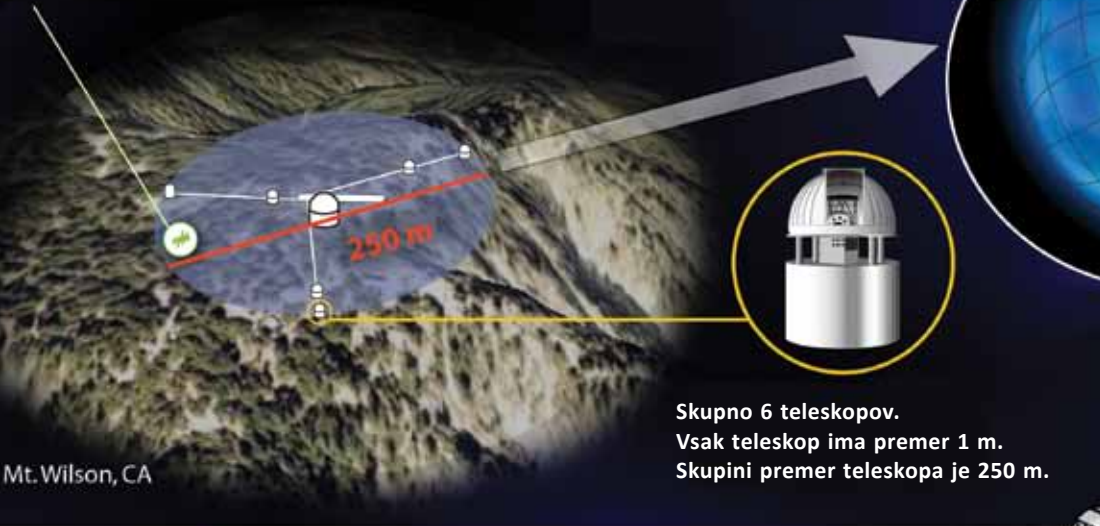


Slika površja zvezde Altair je bila posneta z infrardečim interferometrijskim teleskopskim sistemom CHARA. Altair je od nas milijonkrat bolj oddaljen kot Sonce. Credit: Ming Zhao, University of Michigan.

Interferometer CHARA: največji infrardeči teleskop na svetu

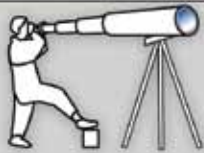
Velikost Hubblovega vesoljskega teleskopa v primerjavi z interferometrom CHARA.

Milijonkrat bolj oddaljen od Sonca (15 svetlobnih let).



Mt. Wilson, CA

Skupno 6 teleskopov.
Vsak teleskop ima premer 1 m.
Skupini premer teleskopa je 250 m.



100 milj daleč (161 km)

Analogija



2 mm

Astronome, ki zrejo v vesolje skozi največji infrardeči teleskop na svetu, je mogoče primerjati s človekom, ki skuša brati časopis, ki je od njega oddaljen sto šestdeset kilometrov. Interferometer CHARA se nahaja na Mount Wilson v Kaliforniji v Združenih državah Slovenije. CHARA je sestavljen iz šestih teleskopov, katerih svetlobozdružijo s pomočjo instrumenta MIRC (Michigan Infrared Combiner, Michiganski infrardeči združevalnik) in tako ustvarijo ogromen teleskop s premerom približno 250 metrov, kar je stokrat več, kot meri zrcalo Hubblovega vesoljskega teleskopa. Credit: Zina Deretsky, National Science Foundation.

različnimi frekvencami. Za zvezdo Kepler 11145123 (tudi KIC 11145123), ki jo je odkrila skupina astronomov z Inštituta za raziskovanje Sončevega sistema Max Planck in Univerze v Göttingenu pod vodstvom Laurenta Gizona in odkritje objavila v že omejnjeni reviji *Science Advances*, so značilna nihanja v frekvenčnem pasu od 15 do 25 utripov na dan in v območju manj kot 5 utripov na dan. Ker različne frekvence potujejo vsaka na svoj način skozi zvezdo, lahko iz

tega, kako močno zvezda utripa pri določeni frekvenci, zelo natančno ugotovimo, kakšna je njena oblika. K natančnosti dodatno pripomore tudi, kako dolgo časa zvezdo opazujemo. Ker je to zvezdo opazoval vesoljski teleskop *Kepler*, imamo o njej podatke za skoraj štiri leta. To nam omogoča izjemno veliko natančnost, v našem primeru so bile frekvence določene z natančnostjo najmanj 10^{-4} utripov na dan.

Zvezda Kepler 11145123 je zvezda spektral-



Altair. 2-krat večji od Sonca (umetniškova zamisel).

Časopis

nega tipa A in se okoli osi obrne v sto dneh. Za primerjavo povejmo, da se Sonce okoli svoje osi zavrti v 26 dneh. Z opisanimi asterozeizmološkimi meritvami so astronomi ugotovili, da je njena sploščenost le 0,0003-odstotna. To je izjemno malo, za primerjavo povejmo, da je sploščenost Zemlje 0,3-odstotna, zvezde Altair v ozvezdju Orla pa 14-odstotna – mimogrede, Altair je ena od redkih zvezd, katere površje so razložili z infrardečo interferometrijo.

Trenutno je zvezda Kepler 11445123 najbolj okrogel nebesni objekt, ki ga poznamo. Pravzaprav je tako malo sploščena, da je to astronome zmotilo, saj bi zaradi vrtenja njena sploščenost morala bi-

ti večja. Zato so domnevali, da mora imeti zvezda rahlo magnetno polje, ki popravlja njeno obliko. To pa je precej nenavadno, saj ima zvezda konvektivno sredico in radiacijski plašč, kar ni najbolj ugodno za nastanek učinka dinama. To pa povzroča dvom tudi o našem poznavanju nastanka magnetnega polja v zvezdah. Majhna sploščenost zvezde Kepler 11445123 nam pove tudi, da je zelo majhna verjetnost, da se okoli nje giblje kakšen večji planet, saj bi ta njeno sploščenost le povečal.

Kot vidimo, lahko asterozeizmološka opazovanja veliko povedo o zvezdah, njihovi sestavi in okolici. Ker imamo sedaj na voljo ogromno količino podatkov, ki jih je pridob-

il vesoljski teleskop *Kepler*, lahko zelo natančno določamo njihovo obliko in velikost. Kmalu bomo dobili še večjo količino podatkov, ki jih bo zbral vesoljski teleskop *Gaia*. Tako bo asterozeizmologija verjetno postala ena od pomembnejših znanstvenih ved v astronomiji v prihodnje.

Nebo v decembru

Zimsko nebo zagotovo najbolj zaznamujeta ozvezdji Oriona in Bika. Prvo je popolnoma nezgrišljivo in je skupaj z Velikim vozom eno najbolj poznanih ozvezdij. Tudi drugega ozvezdja Bika ne moremo zgrešiti, saj vsebuje razsuto zvezdno kopico, ki jo lahko s prostim očesom vidimo tudi v slabših opazovalnih razmerah. To so seveda Plejade. Plejade marsikoga spominjajo na pomanjšano različico ozvezdja Velikega voza. Poglejmo si nekaj pomembnih značilnosti teh dveh zimskih ozvezdij.

Ozvezdje Oriona je verjetno bolj poznano kot Veliki voz oziroma Veliki medved. Skozi njega poteka nebesni ekvator, zato ga poznajo tako na severni kot na južni zemeljski polobli, le da ga na južni polobli vidijo obrnjenega na glavo.

Orion je sestavljen iz sedmih svetlih zvezd: α Oriona ali Betelgeza, γ Oriona ali Bellatrix, β Oriona ali Rigel in κ Oriona ali Saiph nekako določajo Orionova ramena in nogi, ζ Oriona ali Alnitak, ϵ Oriona ali Alnilam in δ Oriona ali Mintaka pa njegov pas. Te tri zvezde pri nas poznamo tudi pod skupnim imenom Rimščice ali Kosci.

Betelgeza je rdeča orjakinja, ki je od nas oddaljena 420 svetlobnih let, njen izsev pa je za kar 15.000-krat večji od Sončevega. Betelgeza je zares zelo velika zvezda. Njen premer meri kar štiri astronomske enote (to je razdalja med Soncem in Zemljo), kar pomeni, da bi se njena notranjost, če bi jo postavili v naše Osončje, raztezala vse do Marsa.

Rigel je modra superorjakinja z magnitudo 0,12. Rigel izseva tako veliko energije, da bi na oddaljenosti 10 pársekov (ime parsek

izhaja iz okrajšav besed »paralaksa ene ko-
tne sekunde«) ali 32,6 svetlobnih let imel
magnitudo $-7,1$ in bi ga brez težav vide-
li tudi podnevi. Njegov izsev je približno
60.000-krat večji od Sončevega, maso pa
ima kar 50-krat večjo od Sončeve.

Rimščice ali Kosce sestavljajo tri modre
zvezde. Alnitak ima magnitudo 1,8, Alni-
lam 1,7, Mintaka pa 2,2. Blizu ζ Oriona
ali Alnitaka je znana temna meglica Konj-
ska glava ali Barnard 33, ki jo je leta 1889

odkril ameriški astronom Edward Char-
les Pickering (1846–1919).

Ko govorimo o ozvezdju Oriona, ne smemo
pozabiti tudi na najbolj znano meglico M42
ali Veliko Orionovo meglico. To je edina
meglica, ki jo vidimo s prostim očesom in
je znana predvsem po tem, da v njej nastajajo nove zvezde.

Ozvezdje Bika si ponavadi predstavljamo,
da ima glavo okoli Hijad, oba rogova se
končujeta v zvezdah ζ in β Bika, bikovo oko

Velika Orionova meglica. Credit: NASA, ESA, M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA) and the Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team.



pa je Aldebaran, ena od najsvetlejših zvezd na našem nebu.

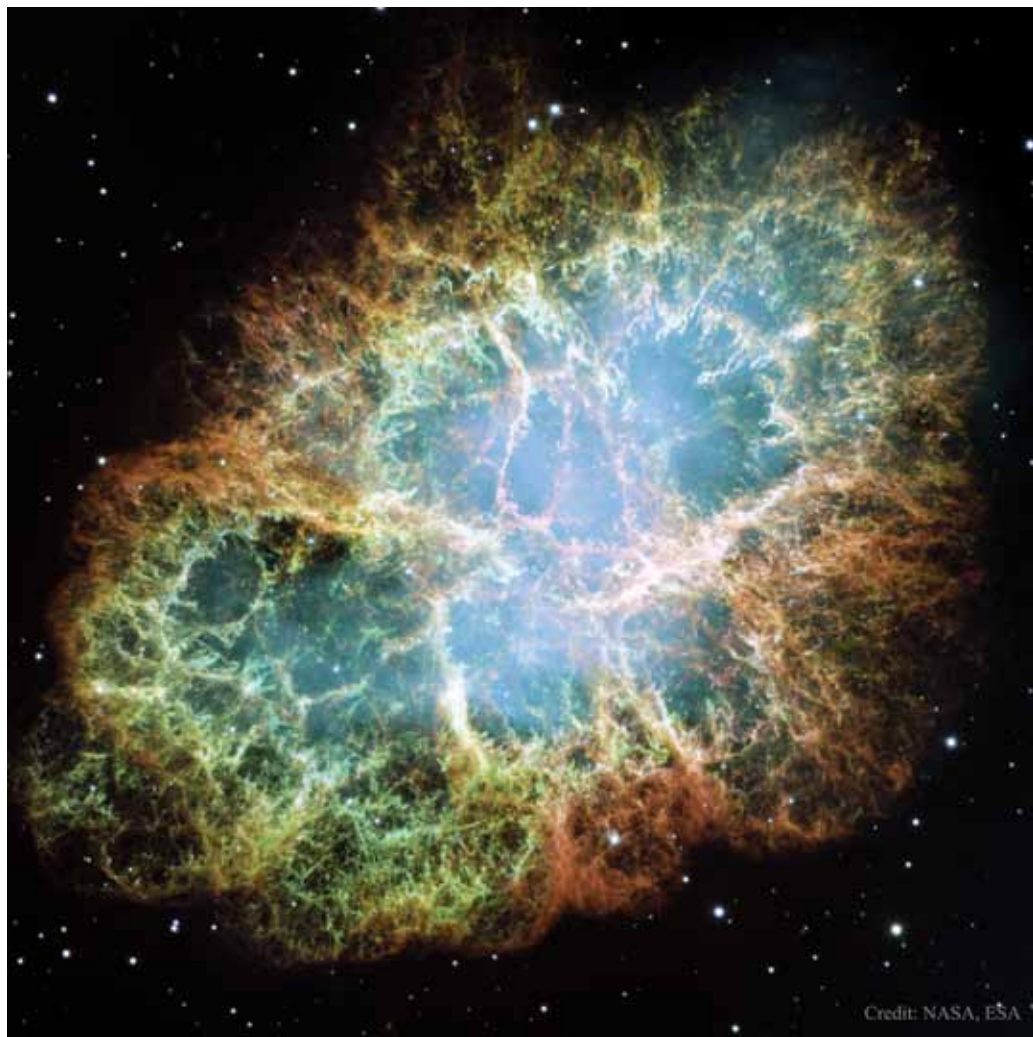
Največja znamenitost ozvezdja Bika so seveda Plejade. Plejade ali Gostosevci so razsuta zvezdna kopica, ki vsebuje mnogo zvezd, od teh jih ima devet najsvetlejših tudi svoja imena. Sedem od njih imenujemo po sedmih sestrah Plejadah, dve pa nosita imeni njunih staršev. Zvezde v Plejadah so mlade

modre zvezde, stare od 10 do 20 milijonov let, in jih obdaja meglica.

Druga znamenitost v Biku so Hijade, prav tako razsuta zvezdna kopica, le da je mnogo starejša. Zvezde Hijad so stare približno 400 milijonov let. Ker zvezde Hijad niso posebej svetle in so posejane po večji površini na nebu kot Plejade, jih je težje opaziti. Kot najbolj pomemben objekt v tem ozvezd-

Rakova meglica, ki jo je posnel Hubblov vesoljski teleskop. Sredi meglice leži pulzar, nevtronska zvezda, ki ima enako maso kot naše Sonce, velika je le kot manjše mesto, vrti pa se s hitrostjo 30 obratov na sekundo.

Credit: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU).



ju pa moramo omeniti tudi Rakovo meglico M1, ki je ostanek izbruha supernove, za katerega natanko vemo, kdaj je nastal. Kitajski zapisi namreč omenjajo svetlo zvezdo, ki je se pojavila v bližini ζ Bika 4. julija leta 1054 in je svetila 23 dni.

Za konec pa omenimo še meteorski roj Geminidov, ki ga lahko vsako leto opazujemo med 4. in 16. decembrom, največjo aktivnost pa dosežejo v noči med 13. in 14. de-

cembrom. Ob dobrih razmerah jih lahko vidimo tudi več kot sto na uro. Njihov radiant, to je točka na nebu, iz katere navidezno izhajajo, se nahaja v ozvezdju Dvojčkov, ki je tudi značilno zimsko ozvezdje in ga lahko najdemo vzhodno od Orionu in Bika.

*Nebo v decembru.
Datum: 15. 12. 2016.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.*

