

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 25 (1997/1998)

Številka 1

Strani 34-38, III

Mirjam Galičič:

PLANETI OKROG DRUGIH SONC

Ključne besede: astronomija, astrometrija, planetni sistemi.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/25/1323-Galicic.pdf>

© 1997 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.

PLANETI OKROG DRUGIH SONC

Konec leta 1995 je svet občla vest, da so astronomi odkrili prvi primer planeta, ki kroži okrog Soncu podobne zvezde z imenom *51 Pegasi*. Sledile so objave še drugih podobnih odkritij, vendar pa skorajda ni primera, kjer bi bilo odkritje sončnega sistema povsem gotovo. Poglejmo, zakaj je iskanje planetov okrog drugih sonc tako težko delo.

Zvezda 51 Pegasi in njen planet

Po osemnajstih mesecih neprestanih in natančnih merjenj sta oktobra leta 1995 astronoma M. Mayor in D. Queloz z ženevskega observatorija objavila svoje odkritje: Soncu podobno zvezdo 51 Pegasi obkroža planet, po masi podoben Jupitru. Planet obkroži zvezdo v dobrih štirih dneh, kar pomeni, da je svojemu soncu precej bliže, kot je našemu Soncu najbližji planet Merkur. Masa planeta naj bi bila približno polovica Jupitrove mase.

Zvezda 51 Pegasi ima navidezno vizualno magnitudo 5.5, torej jo lahko vidimo s prostim očesom, še posebej, če si izberemo jasno noč in opazovališče izven večjih mest (glej sliko 1). Od nas je zvezda oddaljena štirideset svetlobnih let. Stara naj bi bila nekaj milijard let, sveti podobno kot Sonce in se prav tako kot Sonce tudi počasi vrti okrog svoje telesne osi.



Slika 1. Na sliki je prikazana lega zvezde 51 Pegasi v ozvezdju Pegaz. Štiri svetlejšje zvezde tvorijo znani Pegazov štirikotnik, ki ga zlahka najdemo s prostim očesom.

Ker je odkriti planet tako blizu zvezde, so astronomi kmalu navrgli argumente proti obstoju nam znanega življenja na njem. Razmere na tem planetu so namreč precej neprijazne. Ker poznamo planetov obhodni čas, lahko izračunamo tudi njegovo oddaljenost od zvezde. Ta je le sedem milijonov kilometrov, to pa je sedemkrat manj od razdalje med Soncem in Merkurjem. Zaradi tolikšne bližine soncu mora biti na površini tega planeta temperatura vsaj tisoč stopinj Celzija, takih temperatur pa organizmi, kakršni živijo na Zemlji, ne bi prenesli. Pogled na nebo podnevi bi bil s tega planeta precej zaslepljujoč, saj bi bilo sonce z njega kar v kotu deset ločnih stopinj (naše Sonce je veliko le pol ločne stopinje), to pa je toliko, kot se nam zdi velika teniška žogica, ki jo držimo v iztegnjeni roki.

Kaj pa, če meritve pomenijo kaj drugega in ne gre za planet? Že od leta 1940 naprej se je namreč kar nekajkrat zgodilo, da so objavili odkritje planeta, potem pa se je izkazalo, da gre za dvojni sistem, na primer "običajne" zvezde in rdeče pritlikavke. Danes poznamo tudi že rjave pritlikavke (o katerih je Presek pisal lani), ki bi morda lahko namesto planeta obkrožale zvezdo. Razlikovanje med obema tipoma objektov ni preprosto, saj si lahko še najboljše pomagamo z enim samim parametrom, maso. Masa rjave pritlikavke naj bi bila precej večja od mase planeta. Vendar pa po teoretičnih ocenah poznamo le zgornjo mejo za maso rjave pritlikavke. S pomočjo opazovanj radialne krivulje, s katerimi so odkrili planet zvezde 51 Pegasi, pa dobimo spodnjo mejo za maso planeta.

Primer planeta zvezde 51 Pegasi so neodvisno preverile še druge skupine astronomov po svetu. Meritev je že toliko, da so z veliko gotovostjo izločili še druge fizikalne razloge, ki bi tudi lahko bili odločilni za izmerjene krivulje, na primer zvezdine pulzacije ali radialna nihanja. Večina astronomov verjame, da je odkrit planetni sistem. Vendar pa vse le še ni pojasnjeno, saj je ocena za maso planeta le okvirna, pa tudi teorijo nastajanja sončnih sistemov bo spričo tega, zvezdi tako bližnjega planeta, najbrž treba dopolniti.

Opazovalne metode

Stoletja dolgo so generacije astronomov ugibale, ali planeti krožijo tudi okrog drugih zvezd. Mnogi so upali, da se bo veliko odkritje zgodilo še za njihovega življenja. Vendar pa so astronomski učbeniki že pred časom pisali, da bi bil planet okrog neke druge zvezde tako rekoč nemogoče opaziti neposredno, to pomeni, da bi enostavno pogledali skozi teleskop in videli svetlo sonce, v njegovi bližini pa planet, podobno kot nam pogled z lovskim daljnogledom razkrije dve zvezdi, eno svetlejšo, drugo šibkejšo, če ga usmerimo na srednjo zvezdo v ojesu Velikega voza (znano vizualno dvozvezdje Mizar-Alkor). Do take trditve so prišli s preprosto oceno.

Vzeli so kak planet našega Osončja, na primer Zemljo. Njeno oddaljenost od Sonca poznamo. Predstavljajmo si, da gledamo Zemljo z neke druge zvezde, pri čemer vzamemo za njeno oddaljenost neko določeno vrednost. Pokaže se, da bi bil kot med Zemljo in Soncem tako majhen, da Zemlje ne bi mogli ločiti od Sonca, saj bi se povsem skrila v njegovi bleščavi.

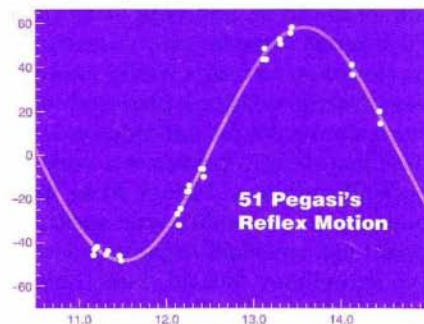
Neposredno torej planetov ni mogoče videti, ker so zvezde preprosto predaleč. Kaj pa posredno? Za to obstajata dve metodi. Prva sodi v področje *astrometrije*, druga pa se poslužuje *spektroskopov*, s katerimi merimo hitrosti zvezd. Poglejmo si najprej astrometrično metodo.

Astrometrija je področje astronomije, ki se ukvarja z natančnim merjenjem leg zvezd. Po matematično bi rekli, da povemo (izmerimo) koordinate zvezde v izbranem koordinatnem sistemu. Od Keplerja naprej vemo, kako obravnavamo sistem sonca in planeta (ali pa dveh zvezd). Vsako od teles kroži okrog skupnega težišča. Če je eno telo mnogo težje od drugega, tako kot je to ponavadi pri soncu in planetu, potem se nam – dokler pri meritvah nismo dovolj natančni – zdi, da lažje telo (planet) kroži okrog težjega (sonca). Če izračunamo koordinate težišča, se nam to ne zdi nič čudnega; težišče planeta in sonca namreč ponavadi leži znotraj sonca. (Hitri račun s pomočjo tabel za mase in oddaljenosti v Osončju nam pove, da v našem Sončnem sistemu leži težišče teles Sonce-Zemlja krepko znotraj Sonca, težišče sistema Sonce-Jupiter pa blizu Sončeve površine.) Ker se v resnici vedno gibljeta obe telesi, tudi težje od obeh, lahko z natančnimi meritvami lege zvezde po daljšem času ugotovimo, da se njena lega morda sistematično premika glede na ozadje mnogo bolj oddaljenih zvezd. Ker smo pri takih meritvah omejeni z ločljivostjo teleskopov, ki jih uporabljamo, doslej z astrometrično metodo še niso uspeli najti planetnega sistema.

Druga metoda pa je tista, s katero so odkrili planet zvezde 51 Pegasi. Tu opazujemo majhne spremembe v hitrosti gibanja zvezde stran od opazovalca ali proti njemu, v našem primeru Zemlji. Ker gledamo to hitrost v radialni smeri, ji pravimo *radialna hitrost*. Meritev temelji na Dopplerjevem pojavu, ki se ga najbolje spomnimo po znanem primeru vlaka. Njegov pisk se nam zdi višji (višja frekvenca – manjša valovna dolžina), če se nam vlak približuje, in nižji (nižja frekvenca – večja valovna dolžina), če se nam oddaljuje. Podobno se nam zdi valovna dolžina svetlobe zvezde takrat, ko se nam na poti po svoji orbiti približuje, manjša (premaknjena proti modremu delu spektra) in, ko se od nas oddaljuje, večja (premaknjena proti rdečemu delu spektra). Po teh premikih določijo radialno hitrost zvezde v trenutku meritve. V resnici seveda gledajo le svetlobo določenih valovnih dolžin, tako imenovane črte (glej sliko 2 na III. strani ovitka). Te (spektralne) črte pa nam razkrije spektroskop. Dobljene izmerke za radialno

hitrost nato narišejo v odvisnosti od časa. Kadar dobijo lepo krivuljo, katere oblika se v času ponavlja, je to znak, da gre za pravilno ponavljajoče se gibanje, kakršno je na primer kroženje zvezde okrog težišča (slika 3). Tako sklepajo, da zaradi prisotnosti drugega telesa, s katerim je zvezda gravitacijsko povezana, zvezda kroži okrog skupnega težišča.

Slika 3. Krivulja radialne hitrosti zvezde 51 Pegasi je razkrila, da jo obkroža planet. Na abscisni osi je označen čas (celotna os pokriva štiri opazovalne noči v oktobru 1995), na ordinatni osi pa radialna hitrost (v metrih na sekundo; negativni predznak pomeni oddaljevanje). Narisana sinusna krivulja se izmerkom zelo dobro prilagaja. Gre torej za pravilno, ponavljajoče se gibanje.



Slika 4. Trimeterski teleskop na ameriškem observatoriju Lick (blizu mesta San Jose v Kaliforniji) slovi po doslej največjem številu (4) odkritih kandidatov za planetne sisteme. Teleskop je star 37 let.

Obeti za prihodnost

Danes je na listi kandidatov za okolišne planetene sisteme kakih osem članov. Nekateri so bolj, drugi manj zanesljivi. Tako so bili z izjemno natančnimi meritvami doslej nedvomno potrjeni trije planeti, ki obkrožajo pulzar po imenu PSR1257+12. Ta pulzar je oddaljen tisoč šeststo svetlobnih let in leži na področju ozvezdja Devica. Na listi sta tudi primera zvezd 70 *Virginis* (zvezda leži v ozvezdju Devica) in 47 *Ursae Majoris* (zvezda je na področju ozvezdja Veliki medved), ki sta bila objavljena kmalu po prvem iz serije nedavnih planetnih odkritij, sistemu zvezde 51 Pegasi. Tudi v zvezi s tema dvema kandidatomoma so se takoj pojavila ugibanja o možnosti naseljenosti in o prisotnosti vode na planetih, vendar pa o tem nimamo nobenih meritev. Mnogi, ki se ukvarjajo z iskanjem planetnih sistemov, poudarjajo, da bodo ravno spektroskopske metode, s katerimi odkrivamo prisotnost različnih organskih sestavin in sestavin, povezanih z življenjem (voda, ogljikov dioksid, kisik), bistvenega pomena pri nadaljnjem delu.

Ko smo govorili o opazovalnih metodah, smo spustili tisto, od katere si astronomi v prihodnosti še največ obetajo. Gre za opazovalno tehniko, ki je izredno zahtevna in občutljiva, zato so ustrezne naprave še vedno v fazi projektiranja, izgradnje in testiranja, ne pa v široki uporabi. Gre za tako imenovano *interferometrijo*. Pri interferometriji moramo imeti vsaj dva teleskopa. Z obema zbrano svetlobo kombiniramo in gledamo dobljeni vzorec. Interferometrijo že dolgo s pridom uporabljajo na področju radijskih valovnih dolžin. Pri krajših valovnih dolžinah, kot so tiste z optičnega in infrardečega področja, ki sta za iskanje planetnih sistemov najobetavnejši, pa je uporaba interferetrije bistveno težja, ker so valovne dolžine, ki jih uporabljamo, bistveno krajše. Pri interferometriji moramo namreč vse pomožne inštrumente, ki jih uporabljamo, postaviti vsaj tako natančno, kot je velikostni red valovne dolžine. Pri tem nas ob opazovanjih z Zemlje seveda motijo vsi treslaji in temperaturna nihanja v okolici, seizmološki premiki tal in še tako minimalni potresi. Nekaterim od teh zunanjih vplivov se do neke mere da izogniti, vendar pa se mnogim astronomom zdi za postavitev optičnega ali infrardečega interferometričnega observatorija še najobetavnejša lega izven Zemlje. Tako bi se izognili neželenim zunanjim motnjam. Umetnikova zamisel takšnega vesoljskega interferometra je prikazana na sliki 5 na III. strani ovitka.

Prva odkritja so dala novega zagona astronomom, ki so leta in desetletja osamljeno iskali druge planetne sisteme. V zadnjem letu so se zrcala mnogih observatorijev, ki si lahko privoščijo spremembo opazovalnih programov in ki imajo ustrezno opremo, preusmerila k novemu, vabljivemu cilju. Novi načini opazovanja in razvoj opazovalne opreme bodo v prihodnjih desetletjih zagotovo prinesli odkritja novih planetnih sistemov.

Mirjam Galičič

