

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 11 (1983/1984)

Številka 4

Strani 164-168

Andrej Čadež:

ALI IMAJO TUDI DRUGE ZVEZDE SVOJE PLANE- TNE SESTAVE

Ključne besede: astronomija.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/11/672-Cadez.pdf>

© 1984 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



ALI IMAJO TUDI DRUGE ZVEZDE SVOJE PLANETNE SESTAVE?

Pred nedavnim so časopisi poročali o odkritju novega planetnega sestava. Zaznal naj bi ga umetni satelit IRAS, ki opazuje nebo v infrardeči svetlobi. Odkritje planetov drugih zvezd spada gotovo med najrazburljivjša astronomska odkritja, zato je o njih vredno izgubiti nekaj besed, čeprav v strokovni literaturi še nismo zasledili poročila o tem, kaj natančno so ugotovili iz podatkov satelita IRAS.

Vprašanje obstoja planetov v okolici drugih zvezd je za ljudi pomembno iz več razlogov. Želeli bi vedeti, ali so planeti običajni spremljevalci zvezd ali pa je naše Sonce le ena redkih ali celo edina "srečna" zvezda. Kdaj v življenju zvezd nastanejo planetni sistemi in koliko časa traja razvoj planetov od začetkov zgoščevanja manjših kep do popolnoma ločenih planetov? Ali je običajno, da imajo planetni sestavi drugih zvezd prav tako številno članstvo, kot ga ima Osončje, itd.?

Na nobeno od teh vprašanj danes nimamo jasnega odgovora. Zaenkrat vemo s precejšnjo gotovostjo, da ima razen Sonca tudi ena od najbližjih zvezd — Barnardova zvezda — vsaj enega, morda pa dva planeta. Njuni masi naj bi bili približno tolikšni, kot je masa Jupitra — največjega planeta v Osončju. Iz podatkov o našem planetnem sestavu so astronomi poskušali zgraditi teorije o nastanku Osončja, ki naj bi bile na koncu uporabne tudi pri razlagi obstoja in nastanka drugih planetnih sestavov. Najbolj drzni si upajo ocenjevati število Zemlji podobnih planetov v naši Galaksiji in verjetnost, da na katerem od njih obstaja tako ali drugačno življenje. Take domneve so zanimive in gotovo vsaj načelno pravilne. Vendar imajo prav tudi skeptiki, ki zatrjujejo, da bodo ocene mogoče šele tedaj, ko bo zbranih več trdnih odgovorov na vprašanja o pogostosti planetnih sestavov. V tej luči je morebitno odkritje še enega planetnega sestava tako blizu Sonca res prava senzacija. Če bo odkritje dokončno potrjeno, bo zelo težko trditi, da je nastanek planetnega sestava v okolici zvezde redek pojav. Mnenje večine se bo nagnilo v prid domnevi, da so planeti pogosti spremljevalci zvezd.

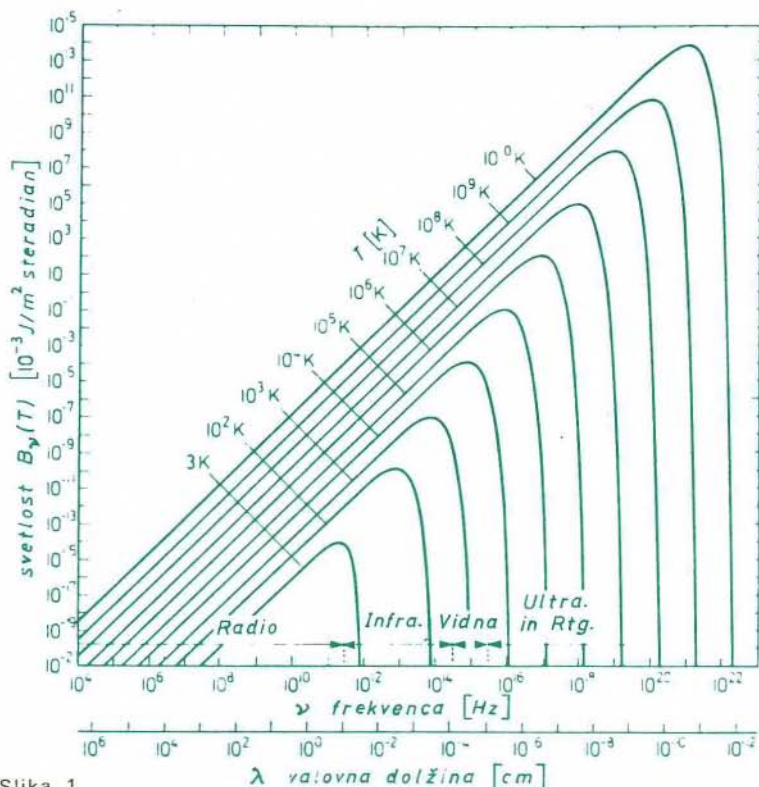
Najprej si oglejmo zgodbo o prvem odkrivanju izven-sončnega planetnega sestava, ki sega skoraj petdeset let v preteklost. Razkriva nam, kako težko je zaznati planet celo v okolici najbližjih zvezd. Pokaže nam tudi, na kako posreden način se morajo astronomi dokopati do svojih podatkov.

Kratka ocena pokaže, da se nam planeti ne pokažejo kot majhne svetle točkice, ki spremljajo zvezdo. Zamislimo si, da bi poskušali poiskati Zemljo s planeta ene od najbližjih zvezd. Navidezna razdalja med Soncem in Zemljo bi bila na tem planetu ravno tolikšna, kot je navidezna razdalja med glavico bucike in njeno konico, če jo opazujemo z razdalje 10 km, to je približno od Ljubljane do vrha Krima. Razločiti dva predmeta na razdalji dolžine bucike na oddaljenosti 10 km gotovo ni preprosto, vendar to še ni poglobljena težava. Planet Zemlja, pa tudi noben drug planet, ne seva lastne svetlobe, ampak samo odbija svetlobo matične zvezde; sij Zemlje je tako milijardokrat šibkejši od sija Sonca. Glavica bucike na Krimu, ki predstavlja Sonce, je torej milijardokrat svetlejša od konice, ki predstavlja Zemljo. Sonce bi lahko predstavljala nekajvatna žarnica, Zemljo pa fosforescentna pika na urnem kazalcu. Tako bližnjih točk s tako različnim sijem ne moremo zaznati z nobenim teleskopom. Ostane nam le svetla pika, ki je slika zvezde.

Privzemimo, da ima zvezda planet in da oba krožita okrog skupnega težišča. (V splošnem je treba upoštevati možnost, da se gibljeta planet in zvezda po elipsah.) Če je a razdalja med zvezdo (*) in planetom, M_p je masa planeta in M_* masa zvezde, je polmer kroga, po katerem kroži zvezda, enak $r_* = a \cdot M_p / (M_* + M_p)$, polmer kroga, po katerem kroži planet pa je $r_p = a \cdot M_* / (M_* + M_p)$. Razdalja a je ponavadi nekaj astronomskih enot (a.e. = razdalja med Soncem in Zemljo; a.e. = $150 \cdot 10^6$ km), razmerje $M_p / (M_* + M_p)$ pa ima npr. za sistem Zemlja – Sonce vrednost $1/300\,000$. Zaradi Zemlje naredi Sonce v enem letu obhod po krogu s polmerom $1 \text{ a.e.} / 300\,000 = 200$ km. Za sistem Jupiter – Sonce so številke nekoliko ugodnejše, ker je Jupiter oddaljen od Sonca za 5,2 a.e. in je njegova masa le približno tisočkrat manjša od Sončeve. Krog, ki ga opiše Sonce zaradi kroženja Jupitra v enem Jupitrovem letu, to je v 11 letih in 315 dneh, ima tako polmer $5,2 \text{ a.e.} / 1000 = 780\,000$ km. Če bi mogli z neke druge zvezde zelo natančno opazovati lego Sonca med drugimi zvezdami, bi morda opazili, da opiše Sonce v slabih dvanajstih letih krog s polmerom 780 000 km. Tako bi lahko sklepali, da ima Sonce planet, četudi Jupitra sploh ne bi videli. Tak način je imel v mislih astronom van de Kamp, ko je leta 1938 začel opazovati 40 zvezd, najbližjih Soncu. Seveda se je zavedal, da so njegove možnosti za uspeh razmeroma pičle. Tako majhnih krogov, kot je tisti s polmerom 200 km, ki ga opi-

še Sonce zaradi Zemlje, nikakor ne bi mogel opaziti v razdalji nekajkrat 10^{13} km, kolikor so od nas oddaljene najbližje zvezde. Upal je, da imajo tudi druge zvezde planete z večjo maso in so planeti bolj daleč od matične zvezde, kot je Zemlja. Po petindvajsetih letih je bila van de Kampova potrpežljivost poplačana. Odkril je, da Barnardova zvezda opisuje majhne krožce, ki jih je mogoče pripisati planetu ali celo dvema planetoma s približno Jupitrovo maso. Odkritje, ki je tako pomembno za astronomijo, je prišlo razmeroma neopazno, kot rezultat petindvajsetletnega trdega dela.

Tudi odkritje satelita IRAS je na podoben način posredno kot van de



Slika 1

Porazdelitev svetlosti segretega telesa po frekvencah (ν). Narisana je tudi skala valovnih dolžin (λ), ki ustrezajo danim frekvencam. Velja namreč $\lambda = c/\nu$, pri čemer je c hitrost svetlobe ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s).

Kampovo. Satelit IRAS je opremljen s teleskopom, ki zaznava samo infrardečo svetlobo. To je svetloba, ki našim očem ni vidna in ima daljše valovne dolžine kot vidna svetloba. Slika neba v infrardeči svetlobi je drugačna kot v vidni svetlobi. Vemo, da vsa segreta telesa sevajo "svetlobo", to je elektromagnetno valovanje različnih valovnih dolžin. Jožef Stefan je ugotovil, da je moč, ki jo s sevanjem odda neko segreto telo, sorazmerna z njegovo površino in s četrto potenco absolutne temperature. Max Planck pa je pokazal in utemeljil, kako je oddana svetloba porazdeljena po valovnih dolžinah, to je, kolikšen del je na radijskem področju, koliko na področju infrardeče svetlobe, koliko na področju vidne, ultravijolične svetlobe itd. Pokazal je, da sevajo telesa s temperaturo nekaj tisoč stopinj velik del energije v področju vidne svetlobe, pri še bolj vročih telesih je večina izsevane energije v obliki ultravijolične svetlobe, hladnejša telesa pa vidne svetlobe skoraj ne oddajajo, ampak oddajajo v glavnem infrardečo svetlobo in radijske valove. Res je, da odda vroče telo več infrardeče svetlobe kot enako veliko hladnejše telo, vendar je razlika na infrardečem področju veliko manjša kot na vidnem (glej sliko 1). Razlika med svetlostjo vročih in nekoliko hladnejših teles je zato v infrardeči svetlobi veliko manjša kot v vidni svetlobi. Zvezda s temperaturo 10 000 K seva v vidnem področju na enoto površine 10^{40} -krat več kot planet (npr. Zemlja) s temperaturo 300 K. (Pri tem smo zanemarili sončno svetlobo, ki jo Zemlja odbija). Tako je izjava, da Zemlja v vidnem področju ne seva lastne svetlobe, popolnoma upravičena. Drugače pa je v infrardečem področju. Planet seva na enoto površine "samo" 47 000-krat manj kot zvezda. Kontrast med svetlostjo zvezde in svetlostjo planeta je zato v infrardeči svetlobi bistveno manjši kot v vidni svetlobi. Zato upamo, da bo mogoče v infrardeči svetlobi videti vsaj nastajajoče planetne sisteme bližnjih zvezd. Teoretiki namreč napovedujejo, da so nastajajoči planetni sistemi v okolici zvezd razsežni in zelo redki oblaki plina s temperaturo nekaj 100 K. Taki oblaki, ki vsebujejo gostejše zamatke planetov, so razsežnejši od zvezde, zato lahko sevajo v infrardeči svetlobi samo nekoliko manj kot zvezda.

Kaže, da so opazovanja pokazala nekaj takega pri zvezdi Vega, ki je od nas oddaljena približno 25 svetlobnih let. Satelit IRAS je namreč zaznal, da je slika Vege (glej Presekovo zvezdno karto in astronomske efemeride Naše nebo) v infrardeči svetlobi zaznavno večja kot v vidni svetlobi. To pomeni, da so v okolici te zvezde razsežna področja, ki so precej hladnejša kot sama zvezda, oddajajo pa veliko infrardeče svetlobe. Po teorijah o nastanku planetnih sistemov sklepajo, da se bodo razsežni oblaki hladne snovi v okolici Vege zgoščevali, tako da bo v daljni prihodnosti nastal iz njih planetni sestav, ki bo morda v nekaterih potezah podoben našemu.

Na vprašanje, ali se bo morda v zelo odmaknjeni prihodnosti na planetih Vege razvilo življenje, moramo v skladu z današnjim znanjem odgovoriti nikalno. Zvezda Vega je namreč približno stokrat svetlejša od našega Sonca, njena masa pa je le približno štirikrat večja od Sončeve. Vemo, da zvezda seva na račun svoje mase. Če Vega, ki ima štirikrat tolikšno maso kot Sonce, porablja svojo maso 100-krat hitreje, bo njeno življenje kar 25-krat krajše od Sončevega. Po sedanjih predvidevanjih bo zato Vega živela tako kot danes še kvečjemu 400 milijonov let. Zamislimo si lahko, da nastaja življenje povsod po vesolju na podoben način in terja podoben čas kot na Zemlji. Za razvoj najpreprostejših oblik življenja na Zemlji je bilo potrebno vsaj milijardo let. Zatorej zaključimo, da planeti Vege ne bodo imeli dovolj časa, da bi se na njih razvile čeprav zelo primitivne življenjske oblike.

Podatki o planetih Barnardove zvezde in planetih Vege so doslej edini podatki o planetih izven Osončja. Še vedno so zelo skopi in za znanstvene teorije ne povsem zadovoljivo preverjeni. Vendar pa mislim, da lahko z optimizmom gledamo na možnosti dobivanja zanesljivejših podatkov o drugih planetnih sistemih, ki bodo skupaj s teoretičnimi predvidevanji kmalu dala jasnejšo sliko o verjetnem številu planetnih sistemov v naši Galaksiji in v vesolju. S tem bomo dobili tudi zanesljivejše ocene o tem, koliko planetov v naši Galaksiji bi utegnilo biti naseljenih s tako ali drugačno obliko življenja.

Andrej Čadež