

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 24 (1996/1997)

Številka 1

Strani 2-4, III

Mirjam Galičič:

ODKRITJE RJAVIH PRITLIKAVK

Ključne besede: astronomija, zvezde, rjave pritlikavke.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/24/1284-Galicic.pdf>

© 1996 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.

ODKRITJE RJAVIH PRITLIKAVK

Poznamo več vrst zvezd. Naše Sonce je, na primer, precej povprečna in ne hudo masivna zvezda, ki preživlja aktivna leta svojega življenja. To pomeni, da v Sončevi sredici potekajo reakcije jedrskega zlivanja, od katerih je najbolj pogosto zlivanje vodikovih atomov v atome helija. Obstajajo na primer tudi takšne zvezde, za katere pravimo, da so na koncu svojega življenja, saj so že pokurile svoje zaloge jedrskega goriva. Med temi so najbolj znane bele pritlikavke in nevtronske zvezde.

Po približno dvajsetih letih iskanja pa so astronomi sedaj končno uspeli odkriti posebno vrsto zvezd, ki se imenujejo *rjave pritlikavke*. Pravijo jim *objekti, ki so premajhni, da bi bili zvezde, in preveliki, da bi bili planeti*.

Kaj razlikuje planete od zvezd? Z besedo *zvezde* ponavadi mislimo na aktivne zvezde, torej take, ki svetijo, ker v njih potekajo jedrske reakcije. Tako je, kot smo na začetku že povedali, tudi Sonce. Pri reakcijah sproščena energija se nato širi iz središča navzven, dokler se končno s površine ne izseva kot svetloba. Da jedrske reakcije stečejo, mora biti snov v središču dovolj stisnjena in dovolj vroča. Zato mora imeti na kup zbrana snov – zvezda – dovolj veliko maso. Objekti, ki imajo premajhno maso, da bi v njih potekale jedrske reakcije, so na primer planeti našega Osončja. Ti sami ne proizvajajo svetlobe, ampak le odbijajo svetlobo Sonca in jih zato lahko vidimo. Pravzaprav ta trditev ne velja povsem za vse planete Osončja. Mejna masa, ki razlikuje med zvezdo in planetom, je namreč nekaj tisočink mase Sonca. To pa pomeni, da bi v notranjosti Jupitra utegnile v manjši meri že potekati jedrske reakcije. Meritve, ki jih pošilja sonda Galileo, kažejo kar nekaj znakov, da jedrske reakcije v Jupitru morda v manjši meri res potekajo, vendar bodo potrebne še dodatne potrditve. Toda vrnimo se nazaj k rjavim pritlikavkam.

Kakšni so parametri rjave pritlikavke? Njena masa naj bi bila okrog $1/50$ Sončeve mase ali približno $4 \cdot 10^{28}$ kilogramov, polmer pa okrog 70 tisoč kilometrov, kar je približno enako polmeru Jupitra ali kakih desetkrat manj kot Sončev polmer. Na površini rjave pritlikavke bi nam bilo precej vroče, saj bi termometer, če bi zdržal, nameril tja do 1000 stopinj Celzija.

Kako pa vemo, kolikšna je temperatura na površini rjave pritlikavke? Astronomi so uporabili metodo, kakršne se pogosto poslužujemo tudi v običajnem življenju: neznano primerjamo z znanim. Najprej seveda vemo,

da je ta temperatura zagotovo manjša od površinske temperature aktivne zvezde. Natančnejšo vrednost pa so astronomi določili iz spektra ene od znanih rjavih pritlikavk. V spektru so pri infrardečih valovnih dolžinah opazili zelo tipične metanove črte, ki jih ta plin seva, če je segret na določeno temperaturo. Podobne črte so opazili v spektru Jupitrove atmosfere; zanjo pa vemo, da ima temperaturo okrog tisoč stopinj Celzija.

Zakaj je od ideje, da rjave pritlikavke obstajajo, do njihovega odkritja minilo toliko časa? Prav gotovo je te zvezde težko opaziti. V svoji notranjosti nimajo jedrskih peči, kjer bi se sproščala tolikšna energija, da bi lahko videli njihovo površino razbeljeno vročo kot pri Soncu. V središču rjave pritlikavke se sicer za kratek čas morda prižgo jedrske reakcije, vendar hitro ugasnejo. V dvajsetih letih iskanja so odkrili številne kandidate za rjave pritlikavke, vendar se je na koncu za večino njih izkazalo, da gre za katero od že poznanih zvezd. Kje in kako so jih končno našli?

Kot poroča ameriška astronomska revija *Sky & Telescope*, sta dve od rjavih pritlikavk v znani razsuti kopici Plejade, ki leži v ozvezdju Bika. (To je skupina zvezd, od katerih jih s prostim očesom v povprečni noči vidimo vsaj pet, razporejene so pa podobno kot zvezde v Malem vozu. Zato jih ima mnogo ljudi – seveda zmotno! – za Mali voz. Starejše slovensko ime za Plejade je Gostosevci.) Tretjo rjavo pritlikavko pa so opazili kot objekt, ki kroži okrog nekoliko masivnejše zvezde v dvozvezdju. Objekt z imenom *Gliese 229* leži na meji med ozvezdjema Velikega psa in Zajca (slika 1 na III. strani ovitka).

Ocenjujejo, da je rjavih pritlikavk veliko. Zato sodijo med tako imenovane kandidate za napolnjevanje vreče manjkajoče mase v naši Galaksiji. Gibanja zvezd v Galaksiji namreč kažejo, da mora biti v njej več mase, kot je tiste, ki jo lahko vidimo. K vidni masi prispevajo zvezde, ki svetijo, in prah ter plini, ki jih te zvezde osvetljujejo, in jih zato vidimo. Ker je te mase premalo, iščejo astronomi različne oblike skrite mase. Ena od možnosti so objekti, ki so zelo temni in jih zato doslej še nismo opazili. Morda so med njimi tudi rjave pritlikavke.

Rjave pritlikavke so lahko same, ali pa so del dvojnic, kar pomeni, da krožijo okrog masivnejše zvezde. Astronomi so jih iskali v okolici bližnjih zvezd in na področjih, kjer se rojevajo zvezde. Čeprav so v osemdesetih letih našli ogromno kandidatov, pa dokončna potrditev nikoli ni bila prepričljiva. Za običajne zvezde, ki dovolj močno svetijo, lahko izmerimo spektre in njihov celotni izsev ter tako določimo njihovo starost, ki je pomembna lastnost pri razvrščanju. Kot smo že omenili, vir svetjenja (če se že pojavi) v rjavih pritlikavkah zelo hitro tudi ugasne. Torej ta možnost

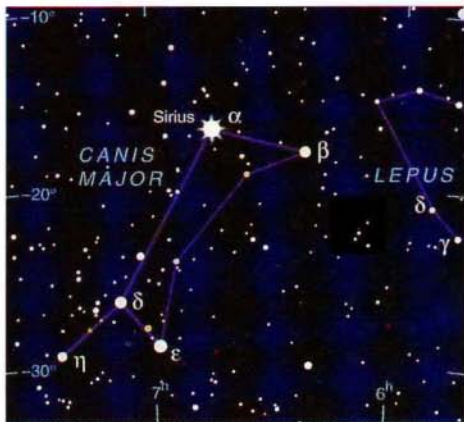
odpade. Zato je nedvomna identifikacija ponavadi vprašljiva. Ker niso dobro vedeli, kakšne so njihove površinske temperature in koliko naj bi rjave pritlikavke sevale pri posameznih valovnih dolžinah, se na podlagi izmerjenih rezultatov niso mogli preprosto odločiti za ali proti. Zato so potrebovali nov kriterij, ki bo pomagal razločevati rjavo pritlikavko od drugih malo masivnih zvezd.

Eden zelo dobrih kriterijev je čim bolj natančno določena masa. Če bi našli temen objekt, ki bi imel maso manjšo od kakih osem odstotkov Sončeve mase, potem bi bili že precej gotovi, da gre za rjavo pritlikavko. Vendar pa je merjenje mas ena najtežjih reči v astronomiji. Pravzaprav lahko to dovolj natančno naredimo le, če je zvezda sestavni del dvojnega (ali večkratnega) sistema. Tedaj namreč lažja zvezda kroži okrog težje, podobno kot Zemlja kroži okrog Sonca. To gibanje je na podlagi dolgotrajnih opazovanj planetov pravilno opisal že Kepler (*Keplerjevi zakoni*), matematično-fizikalno pa ga je pojasnil in zapisal Newton. Da pa meritve zares lahko opravimo, moramo zvezdi razločiti preko njunega gibanja, kar pomeni, da ne smeta biti predaleč, preveč skupaj ali prešibki.

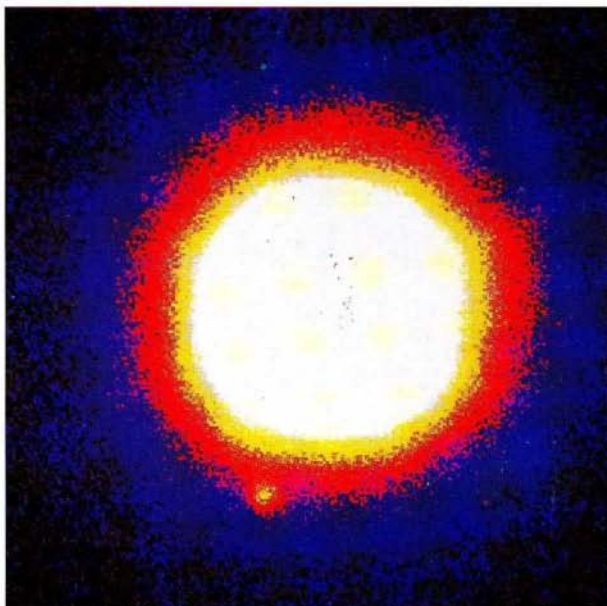
Ena od treh doslej identificiranih rjavih pritlikavk, omenjeni objekt Gliese 229, je del dvozvezdja. Da gre za rjavo pritlikavko, so se opredelili prav na podlagi njene mase. Na observatoriju Palomar so s posebno metodo, s katero nekoliko zastrejo bleščavo svetlejšo zvezde, posneli tudi sliko, na kateri je, ob težji zvezdi, spremljevalka jasno vidna (slika 2 na III. strani ovitka).

Merjenje zvezdnih mas je torej težko opravilo, poleg tega pa niso vse rjave pritlikavke del dvojnih sistemov. Na srečo so astronomi nedavno našli še eno metodo, s pomočjo katere se da s precejšnjo gotovostjo trditi, da gre za rjavo pritlikavko. Izmerili so spekter rjave pritlikavke na področju valovnih dolžin, ki ustrezajo rdeči barvi. Opazili so črto, ki je v spektrih ostalih, bolj vročih zvezd, ni videti. Gre za črto, ki jo naredijo atomi lahkega elementa litija. Pri bolj vročih zvezdah se je namreč zaradi mnogo višje temperature litij z jedrskimi reakcijami pretvoril v druge elemente in ga zato ni. Litijevo črto so našli v spektru svetlobe z zvezde PPL 15, ki je ena od rjavih pritlikavk v Plejadah.

Astronomi, ki se ukvarjajo z iskanjem rjavih pritlikavk, so prepričani, da so jih zdaj zares odkrili. Dokončne potrditve pa si obetajo od Hubblovega vesoljskega teleskopa. Naslednje leto bodo namreč poslali nanj novo servisno misijo, ki bo namestila nekaj novih, natančnih inštrumentov, s katerimi bomo tudi rjave pritlikavke videli ostreje kot kdajkoli doslej.



Slika 1. Leva slika prikazuje ozvezdje Velikega psa (Canis Major) in del ozvezdja Zajca (Lepus). Področje med obema ozvezdjema, kjer leži rjava pritlikavka Gliese 229B, označuje črn kvadratek. Na desni sliki je to področje povečano prikazano še enkrat.



Slika 2. Na posnetku, ki je bil narejen na observatoriju Palomar v ZDA, vidimo obe zvezdi iz dvojnega sistema, od katerih je ena rjava pritlikavka Gliese 229B. Posnetek so naredili tako, da so bleščavo svetle večje zvezde (z navidezno magnitudo 8) zastri. Tako lahko na sliki razločimo rjavo pritlikavko spodaj pod večjo zvezdo.