

Hnědí trpaslíci

Hvězdy obíhají kolem galaktického jádra mnohem vyšší rychlostí než předpovídá teorie vycházející pouze z gravitačního působení viditelné hmoty. To vede ke známému závěru, že je naše Galaxie tvořena asi z 90 % temnou hmotou. Stále se ale neví, co všechno tato temná hmota obsahuje. Určitě lze mluvit o velkém počtu temných mlhovin, ale to není s velkou pravděpodobností zdaleka vše. Například se podle modelů vzniku a vývoje hvězd ukazuje, že by v naší Galaxii a ve vesmíru vůbec měly existovat objekty nazývané hnědými trpaslíky.

Dnešní představa vzniku hvězd je spojena s gigantickým oblakem mezihvězdného plynu a prachu. Díky gravitačním nehomogenitám uvnitř tohoto oblaku dochází ke smrštění jednotlivých chomáčů, jejichž rozměr by teoreticky mohl být libovolný. Na zapálení termonukleárních reakcí uvnitř nově vznikající hvězdy je zapotřebí její dostatečně velká hmotnost. Tato podmínka však nemusí být vždy splněna, a tak z určitého počtu chomáčů nemohou normální hvězdy vzniknout. Hnědými trpaslíky byly nazvány objekty, které vznikaly stejným způsobem jako hvězdy, ale nejsou dostatečně hmotné na zapálení termonukleárních reakcí ve svém jádru.

Jak vlastně vypadá dnešní model hnědého trpaslíka?

Nejdůležitější je limitní hmotnost mezi hvězdou a hnědým trpaslíkem. Ta byla pomocí fyzikálních výpočtů stanovena na 0,08 hmotnosti našeho Slunce. Jestliže má nějaký objekt tuto hmotnost, jeho smršťování se zastaví díky tlaku elektronů. Konečný průměr pak není větší než Jupiterův.

Na rozdíl od velkých planet naší sluneční soustavy neobsahují hnědí trpaslíci kamenné jádro. Jejich stavba je jednodušší. Celé jejich nitro je tvořeno pouze z kapalného vodíku, který pozvolna přechází do nepříliš silné vodíkové atmosféry.

Na první pohled lze hnědého trpaslíka od velké planety odlišit značně obtížně. Většina astronomů vidí hlavní rozdíl v jejich původu.

Hnědí trpaslíci vznikají pravděpodobně v prostoru víceméně osamocené, kdežto planety v prachoplyném disku rodící se hvězdy.

Po krátkou dobu na začátku svého života by hnědí trpaslíci mohli být naopak velmi podobní normálním hvězdám s nízkou hmotností. Hnědí trpaslíci září, přestože v nich neprobíhají klasické termonukleární reakce, které známe z hvězd. A to jednak uvolňováním své gravitační energie a jednak díky reakcím mezi deuteriem a protony, při kterých vzniká normální vodík a energie.

Nejlépe lze tedy hnědé trpaslíky pozorovat v raných fázích života. Problém je však v tom, že je toto žhavé stadium poměrně krátké. Navíc musíme tyto objekty odlišit od málo hmotných hvězd.

Aby bylo pátrání po nich co nejjednodušší, hledá je mnoho astronomů v mladých hvězdokupách, jejichž stáří i vzdálenost bezpečně známe. Snaží se nalézt slabé červené objekty s velmi nízkou hmotností. John Stauffer z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics má několik takovýchto kandidátů v 70 milionů let starých Plejádách. Jde však opravdu pouze o kandidáty. Důvodem k opatrnosti je skutečnost, že v průběhu minulých let bylo mnoho chybných hlášení objevů hnědých trpaslíků.

Spektrum kandidátů musí být ještě podrobeno lithiovému testu. Lithium vytváří temnou absorpční čáru na vlnové délce 670,6 nm. Ve vesmíru je zastoupeno asi v jedné miliardtině z celkového množství prvků. V normální hvězdě lithium v průběhu času shoří, ne ale v hnědých trpaslících. Modely hvězdného vývoje říkají, že nalezneme-li se v nějaké "hvězdě" staré 70 milionů let tento prvek, její hmota musí být menší než 0,08 hmotnosti Slunce. Hmotnost už jasně ukazuje na hnědého trpaslíka.

Z toho je zřejmé, že podaří-li se prokázat, u nějakého kandidáta původní množství lithia, může to být opravdu hnědý trpaslík.

Ačkoliv je tato metoda přímá, není její provedení ve skutečnosti

jednoduché. Kandidáti na hnědé trpaslíky jsou typicky velmi slabí, a proto jsou nezbytně dlouhé expozice největšími dalekohledy světa, aby bylo možné rozhodnout, zda jsou čáry lithia ve spektru přítomny. Už hvězdy 22. magnitudy jsou pro spektroskopii příliš slabé, takže detekovat čáry lithia je vyloučeno.

Lithiovým testem se podařilo vyloučit řadu nepravých kandidátů, a to tak úspěšně, že se zatím téměř všichni kandidáti studování spektroskopicky jeví být normálními hvězdami.

Naštěstí se objevování hnědých trpaslíků nemusí omezovat pouze na raná stadia jejich života. Další metodou hledání je pozorování jejich případného působení na hvězdy.

Několik vědeckých skupin provádí pozorování proměnných hvězd, jejichž náhlá změna jasnosti by mohlo být způsobena kompaktním temným tělesem pohybujícím se mezi námi a hvězdou.

Hned při pozorování nelze říci o jaké těleso se jedná, a tak se vžil název "masivní pevné halové objekty" - MACHOs (Massive compact halo objects).

Astronomové se snaží tyto změny jasnosti pozorovat v naší Galaxii i v LMC. Po zmapování jasnosti milionů hvězd zaregistrovali astronomové pouze asi padesát případů, kdy je změna jasnosti ovlivňována MACHOs. Pečlivá analýza světelných křivek ukázala, že většina těchto objektů je příliš hmotná na to, aby se jednalo o hnědé trpaslíky. Pouze u tří těles nacházejících se v LMC je poměrně velká pravděpodobnost, že je jejich hmotnost nižší než 0,08 hmoty Slunce.

Další metodu používá G. Marcy a jeho kolegové z University of Carolina v Berkeley. Zaznamenávají pohyby řady hvězd a snaží se v nich objevit drobné nepravidlosti, které by mohly ukazovat na přítomnost společníků s nízkou hmotností. Bohužel, po deseti letech pozorování se dosud nepodařilo nalézt nic neobvyklého. Vypadá to, že hnědí trpaslíci jsou velice vzácní jako společníci nějaké hvězdy, a to přinejmenším ve vzdálenostech 5 až 10 AU od této hvězdy. Více vzdálení trpaslíci mají příliš dlouhé oběžné

Uvnitř HHJ 3 v Plejádách, stejně jako ve čtyřech nebo v pěti dalších kandidátech, hoří lithium, a proto nemohou být skutečnými hnědými trpaslíky.



Pro srovnání mladá hvězda UX Tau C, v jejím nitru lithi- um dosud nezačalo hořet.

doby, takže se jejich pohyb nedá v průběhu jednoho desetiletí zachytit.

Poslední užívanou metodou je pozorování hnědých trpaslíků v infračerveném oboru spektra. Tímto způsobem se dají přímo pozorovat i pozdní, chladná stadia jejich života.

objektu je na hvězdu s nízkou hmotností neobvyklé. Není v něm nic takového, jako ve spektrech jiných málo hmotných hvězd. Jsou pro to dvě vysvětlení. Je možné, že bílý trpaslík ukládal během časných fází života na jeho povrch materiál.

NEJLEPŠÍ KANDIDÁTI NA HNĚDÉ TRPASLÍKY

jméno	poloha	souhvězdí	magnituda
PPL15	M45-Plejády	Býk	22,4
GD165B	oběžná dráha kolem bílého trpaslíka	Pastýř	14 (IČ)
4 hvězdy	M45-Plejády	Býk	22
7 hvězd	Rho v Hadonoši	Hadonoš	13-15 (IČ)

Pokud jde o konkrétní nejzajímavější kandidáty, poslední zmiňovanou metodou se podařilo nalézt objekt, který nese označení GD 165B. Je to společník bílého trpaslíka GD 165. Jedná se o velmi chladné těleso s nízkou jasností, nacházející se ve vzdálenosti nejméně 120 AU od hvězdy. Jeho oběžná doba by měla být přibližně 1600 let, a tak se dosud nepodařilo zpozorovat jeho pohyb na oběžné dráze. Do doby než se to podaří, nelze přesně určit jeho hmotu. Podle modelu vývoje by měl obsahovat pouze 0,06 hmoty Slunce, tedy dostatečně málo na hnědého trpaslíka.

Bohužel je u tohoto objektu jedna nejasnost, i když nutno přiznat, že docela zajímavá:

Jestliže vznikal společně s bílým trpaslíkem, je starý miliardu let. Za tuto dobu měl vyčerpávat jakékoliv zbytky energie z raných fází svého života. To se ale nestalo. Spektrum

Tento materiál pak změnil chemickou stavbu GD165B a udělal ho červenějším, než byl. Nebo podle druhého vysvětlení, silný vítr, opět v časných fázích vývoje bílého trpaslíka, odvanul pryč část hmoty jeho společníka a udělal ho menším, než byl původně. Oba tyto scénáře by mohly změnit hvězdu s nízkou hmotností v objekt, který vypadá jako hnědý trpaslík.

Dalším, dokonce ještě lepším kandidátem je nejslabší hvězda z Plejád PPL15. Astronomové G. Marcy a G. Basri z University of Carolina v Berkeley měli na tuto hvězdu zaměřen Keckův dalekohled 5 hodin, než se jim podařilo získat její spektrum (magnituda 22,4).

G. Marcy na nedávné konferenci Americké astronomické společnosti sdělil, že toto spektrum jeví silné absorpční čáry přesně na vlnové délce lithia. A to by mělo být jasným znamením hnědého trpaslíka.

Množství lithia je v tomto objektu o něco nižší, než předpovídá model. Ale i když by v jeho jádře docházelo k určitému hoření lithia (lithium hoří při nižší teplotě než vodík), nebude nikdy dostatečně horký, aby se stal pravou hvězdou.

Pro opatrnost pozorovatelé uvádějí, že existuje asi 5% šance, že jsou tyto absorpční čáry pouze šumem způsobeným malou jasností tohoto kandidáta.

V listopadu tohoto roku se dva astronomové vrací ke Keckovu dalekohledu, aby získali lepší spektrum PPL15 pro upevnění nebo vyvrácení této domněnky.

Jestliže PPL15 skutečně obsahuje lithium, je existence prvního hnědého trpaslíka poměrně přesvědčivě dokázána. Ale pro potvrzení obecné existence těchto objektů bude nutné pozorovat ještě několik stejně přesvědčivých případů, aby byla vyvrácena hypotéza, že PPL15 je pouze ojedinělým vrtochem přírody.

Podle *Astronomy* 9/1995
přeložil Václav Procházka

Galileo u Jupiteru (k vloženému obrázku na str.1)

Projekt NASA s názvem Galileo je plně automatizovaná mise pro výzkum planety Jupiter, jí obklopující systém měsíců a její magnetosféry. Sonda Galileo, která se vydala na svou pouť 18. října 1989 se skládá ze dvou částí. Jedna část zůstane na oběžné dráze kolem Jupitera, druhá je tzv. "vstupní sonda".



Sonda Galileo a "vstupní sonda" se od sebe úspěšně oddělily 12. července 1995 a k Jupiteru dorazí 7. prosince 1995 po nepatrně odlišných