



GLIESE

Časopis o exoplanetách a astrobiologii



Číslo 3/2011

Ročník IV

Časopis Gliese přináší 4krát ročně ucelené informace z oblasti výzkumu exoplanet, protoplanetárních disků, hnědých trpaslíků a astrobiologie.

Gliese si můžete stáhnout ze stránek časopisu, nebo si ho nechat zasílat emailem (více na www.exoplanety.cz/gliese/zasilani/).

GLIESE 3/2011

Vydavatel: Petr Kubala

Web: www.exoplanety.cz/gliese/

E-mail: gliese@exoplanety.cz

Šéfredaktor: Petr Kubala

Jaz. korektury: Květoslav Beran

Návrh layoutu: Michal Hlavatý, [Scribus](#)

Návrh Loga: Petr Valach, Mikuláš Pätoprstý

Uzávěrka: 30. června 2011

Vyšlo: 14. července 2011

Další číslo: 6. října 2011

ISSN: 1803-151X

OBSAH

<i>Úvodník</i>	5
Téma: 400 miliard exoplanetárních bezdomovců aneb revoluce v astronomii?	6
Komentář: Duchovní otec výzkumu exoplanet je naštvaný na NASA	11
Ze světa exoplanet	14
Slovenský návrh na klasifikaci exoplanet míří do světa	14
Planetě Saturn vděčíme za život, Mars Jupiteru za podvyživenost	17
Mají astronomové v rukou obyvatelnou exoplanetu, o které se nemluví?	19
Matka s dcerou se spikly proti druhé planetě aneb záhada retrográdních exoplanet vyřešena?	21
Analýza: Hledání exoplanet zemského typu a infračervená astronomie	23
Horcí Neptuni nemají migraci zapotřebí?	26
Kepler-7 b: něco schází nebo přebývá?	27
Kepler: více multi než jsme čekali?	28
680 000 Kč na nalezení druhé Země aneb optickými vlákny k přesnosti	31
HD 181068: tichá zákrytová trojhvězda z Keplera	33
Temná hmota jako adoptivní matka exoplanet bez sluncí?	35
55 Cnc e: kosmický dalekohled Spitzer si dal rande s novou celebritou	37
SETI hledá signály u exoplanet od Keplera	39
Ze Sluneční soustavy	41
Vzácný Měsíc?	41
Nové exoplanety	42
HD 38283 b: tento způsob obyvatelné oblasti zdá se nám poněkud nevhodný	42
Nové exoplanety od SuperWASP: rekordmanka, pivní dalekohled v akci a potvrzený objev	43

HIP 5158: planetární systém, kde se fantazii meze nekladou	45
Kepler-10 c: vlídnější tvář pekla	46
HATNet: Nové tranzitující exoplanety	47
Pozemské dalekohledy se zakously do objevů Keplera	48
UZ For(ab): dva rodiče, dvě planety a spousta smrtícího záření k tomu	49
Dalekohled Kepler objevil exoplanetu u vizuální dvojhvězdy	51
CoRoT objevil nové exoplanety	53
Situace na trhu	56

Úvodník

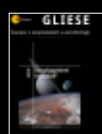
Na první pohled se může zdát, že se toho za uplynulé tři měsíce v oboru moc nestalo. Opak je ale pravdou a uplynulé období, které shrnujeme v letním čísle našeho časopisu, přineslo minimálně jeden kontroverzně laděný objev, o kterém se sice příliš nemluvilo, jeho dopady však mohou být do budoucna zásadní. Astronomům se zdá se podařilo prokázat existenci exoplanet, které neobíhají okolo žádné z hvězd. Dle studie to dokonce vypadá, že těchto planetárních tuláků bude více než samotných hvězd, což mění nejen náš pohled na vesmír ale zejména na formování planetárních systémů.

V brzké době by web [exoplanety.cz](http://www.exoplanety.cz) měl být dostupný pro čtečky elektronických knih (více na www.exoplanety.cz/). Zatím pouze pro Kindle od Amazonu a pouze webové stránky, avšak do budoucna bychom rádi poskytovali v atraktivnějších formátech pro čtečky elektronických knih i samotný Gliese.

Závěrem úvodníku mi nezbývá, než popřát všem čtenářům hezké léto, které snad bude alespoň z části strávené poznáváním krás vesmíru. Na konci letních prázdnin by měl tým Keplera zveřejnit objevy dalších kandidátů, takže ve světě exoplanet se ani v horkých měsících přisun zajímavých novinek nezastaví...

PK

Titulní stránka: Exoplaneta bez mateřské hvězdy v představách malíře. Credit: NASA



Téma: 400 miliard exoplanetárních bezdomovců aneb

Mluvilo se o tom dlouho. Napsány byly desítky článků a nad celým tématem se vznášela jakási aura tajemna, neznalosti a hypotetických, mnohdy nevyřčených teorií. Řeč je o planetách bez sluncí, planetách jenž už svou samotnou podstatou evokují pochyby o tom, zda je vůbec za planety považovat. Díky práci novozélandských, japonských a polských astronomů se z bájných hypotéz stává tvrdá realita, která dost možná otřese nejednou teorií a představou o vzniku a vývoji planet i rozložení objektů v Galaxii. Objevil mezinárodní tým astronomů první planety, které neobíhají okolo žádné hvězdy?

Dle teorií vznikly „bludné planety“ stejně jako jejich spořádání příbuzní – v disku z prachu a plynu, který obklopoval mladou rodící se hvězdu. Následně však byly tyto planety díky gravitačním interakcím se svými kolegy vystřeleny ven ze vznikajícího planetárního systému.

Obecná teorie relativity přichází na pomoc

Scénář sice vypadá trochu nepravděpodobně, ale opak je pravdou. Astronomové očekávali, že bludných planet mohou být v Galaxii miliardy! Jak ale takové osamělé poutníky mezihvězdným prostorem nalézt? Bludné planety vyzařují jen velmi málo světla a tak jsou téměř neviditelné. Ale nejsou nehmotné! Jednu z mála možností, které máme, nám nabízí teorie relativity.

Konkrétně se pak jedná o metodu gravitačních mikročoček. Tento postup k detekci exoplanet není nový. Do dnes se díky této metodě podařilo nalézt 12 exoplanet, ale všechny obíhaly okolo nějaké hvězdy.

Tým astronomů z Japonska, Nového Zélandu, Polska a dalších zemí využil dva klíčové projekty, které se zaměřují na hledání exoplanet pomocí gravitačních mikročoček ve snaze nalézt bludné planety. Zmíněnými projekty jsou novozélandský MOA a polský OGLE, který je provozován na observatoři Las Campanas v Chile. Obě stanoviště se tedy nacházejí na jižní polokouli, což je poměrně logické. Právě na jižní obloze totiž nalezneme střed Galaxie a galaktickou výduť, kde je vysoká koncentrace hvězd a tedy i největší pravděpodobnost mikročočkové události.

Metoda gravitačních mikročoček má, jako ostatně každá metoda, svá pro a proti. Nevýhodou je fakt, že postavení všech těles během mikročočkové události je fakticky neopakovatelné, takže planetu sice objevíme, ale její další výzkum je nemožný. Na druhou stranu nám tato metoda umožňuje nalézt planety i u velmi vzdálených hvězd nebo dokonce v jiné galaxii. Metoda gravitačních mikročoček je a v budoucnu nepochybně bude využívána zejména pro statistické kejkle. Nepůjde nám tedy o objev konkrétních exoplanet a jejich následný výzkum, ale

spíše o počty objevených exoplanet. S tímto úkolem má do vesmíru v budoucnu odstartovat například družice WFIRST.

Až 400 miliard planet bez sluncí?

Takahiro Sumi a jeho tým však tentokrát nehledali nové exoplanety u vzdálených hvězd ale exoplanety bez sluncí.

Princip metody je poměrně jednoduchý. Představte si velmi vzdálenou hvězdu, před kterou (z našeho pohledu) přechází osamocená planeta. Ta svou gravitací zakřivuje okolní prostor, jak nám praví obecná teorie relativity, a způsobí zjasnění vzdálené hvězdy. Obecně lze říci, že planeta zafunguje jako čočka. Planetu tedy nevidíme, projevy její gravitace však ano.

Astronomové očekávali, že touto metodou objeví ve vzdálenosti 10 000 až 20 000 světelných let od nás dvě, možná tři planety. Jenomže oni jich našli hned 10! Všechny exoplanety mají hmotnost srovnatelnou s Jupiterem a s největší pravděpodobností neobíhají okolo žádné hvězdy. Existuje sice možnost, že některá z nich přece jen okolo nějaké hvězdy obíhá a to po velmi vzdálené dráze, ale většina z objevených planet by měla být skutečně osamocenými tuláky mezihvězdným prostorem.



obr.1 Bludná planeta bez mateřské hvězdy v představách malíře. Credit: JPL, NASA

Tým vědců vzal počet deseti úlovků a dal se do počítání. Na základě možností dalekohledů, pravděpodobnosti mikročočkové události apod. bylo odhadnuto, že v naší Galaxii se nachází dost možná až 400 miliard exoplanet, které neobíhají okolo žádné hvězdy! Zdá se vám toto číslo velké? Pak vězte, že těchto planet může být v Galaxii dokonce více, než samotných hvězd hlavní posloupnosti! Konkrétně by bludných planet mělo být až 1,8x více než hvězd, v krajním případě dokonce 3,5x více!

MOA a OGLE prováděly výzkum v letech 2006 až 2007. Objev by mohl mít poměrně značný dopad na teorie o vzniku a vývoji planetárních systémů. V tomto duchu studii konec konců komentovala i jedna z předních „lovkyň exoplanet“ Debra Fischer. Také ostatní astronomové prozatím novou studii hodnotí spíše kladně.

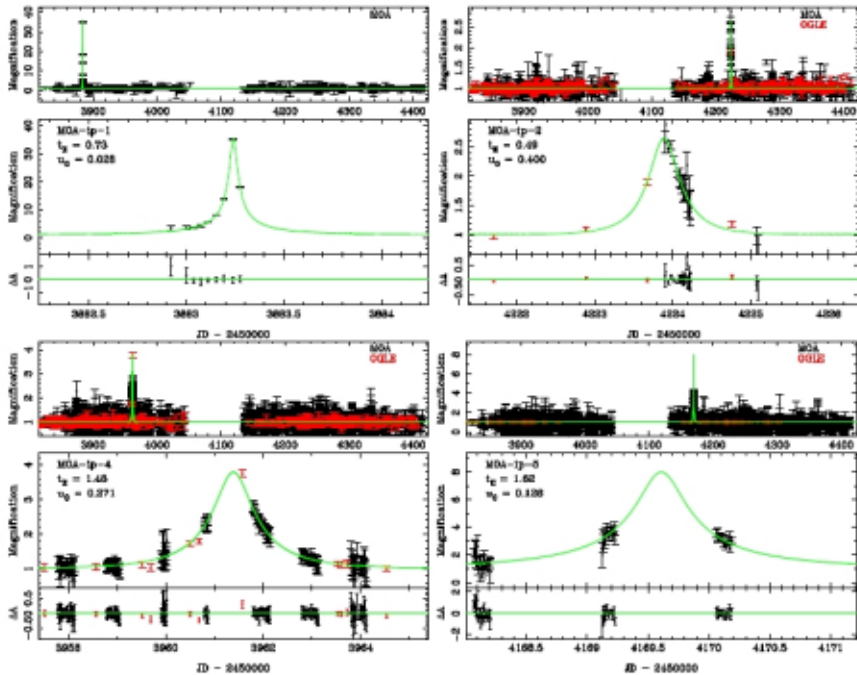


obr.2 Dalekohled MOA na Novém Zélandu. Zdroj: Wikipedia

Trochu toho názvosloví

V souvislosti s „planetami“, které neobíhají okolo žádné hvězdy, nutně vystane otázka, zda je planetami vůbec nazývat. Žel oficiální definice planety je vztažena pouze na Sluneční soustavu a tento jakož i jiné problémy soudobé astronomie příliš neřeší. Existuje však „pracovní definice“ Mezinárodní astronomické unie z února 2001, která byla upravena o dva roky později. Tuto definici však zatím IAU oficiálně neschválila a jen málo lidí ji používá.

Návrh předpokládá, že všechny objekty o hmotnosti menší než 13 Jupiterů, které obíhají okolo hvězd nebo hvězdných pozůstatků, budeme nazývat planetami. Hranice 13 Jupiterů odděluje planety od hnědých trpaslíků – jakéhosi přechodu mezi planetami a hvězdami. Hnědí trpaslíci ve svém nitru spalují deuterium, takže se nejedná o plnohodnotnou termonukleární reakci jako u klasických hvězd.



obr.3 Světelné křivky 4 z 10 bludných exoplanet. V horním obrázku je světelná křivka za dva roky, v dolním pak výřez okolo zjasnění čocované hvězdy. Credit: Takahiro Sumi a kol.

Samotná hranice 13 Jupiterů je ovšem spíše smluvní, než že by byla založena přímo na vlastnostech objektu. Záleží totiž na jeho přesném složení počátečních podmínkách apod. I tak ale bude vždy hmotnější objekt spalovat ve svém nitru deuterium více než méně hmotný kolega. Hmotnostní předěl na úrovni 13. Jupiterů je tak spíše kompromisním řešením a s postupnými objevy velmi hmotných planet a hnědých trpaslíků je brán stále s menší vážností. Problém také spočívá v tom, že v případě řady objektů nejsme schopni hmotnost přesně určit, takže objekt často levituje na pomezí planetární a „hnědotrpasličí“ džungle. Konec konců z 552 známých exoplanet v katalogu na exoplanet.eu má 27 hmotnost větší než 13 Jupiteru! To vše samozřejmě řeší horní definiční hranici planety (rozdíl mezi planetami a hnědými trpaslíky). Rozdíl mezi planetou a planetkou je dle návrhu řešen stejně jako v rámci Sluneční soustavy (viz definice z Prahy z roku 2006).

Návrh definice dále říká, že objekty které neobíhají okolo žádné hvězdy či hvězdného pozůstatku a mají hmotnost méně než 13 Jupiterů, budeme nazývat „jinak“. Co si pod slovem jinak představit je už ovšem složitější. V návrhu samotném se vyskytuje termín sub-brown dwarf. Přesný český ekvivalent tohoto termínu neexistuje. Na základě jiné terminologie lze český ekvivalent odvodit jako sub-hnědý trpaslík nebo spíše hnědý podtrpaslík.

Pro objekty planetární hmotnosti, které nejsou gravitačně vázané na žádnou z hvězd, se také neoficiálně používají termíny jako rogue planet, interstellar planet a orphan planet neboli volně přeloženo: toulavá planeta, mezihvězdná planeta nebo sirotčí planeta.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1105.3544>

<http://www.nature.com/news/2011/110518/full/news.2011.303.html>

<http://www.nasa.gov/topics/universe/features/planet20110518.html>

Komentář: Duchovní otec výzkumu exoplanet je našťvaný na NASA

Do výzkumu a hledání exoplanet dnes fušuje kde kdo. Máme tu úspěšné i méně úspěšné ale přesto vytrvalé týmy i jednotlivce, kteří se zabývají teoretickými aspekty, vývojem detekčních metod apod. Dva týmy, které se v průběhu posledních téměř dvaceti let přetavily na hotové „exoplanetární bašty“, však vyčnívají. V Evropě se jedná o Ženevskou observatoř a jejího duchovního otce a spoluobjevitele první exoplanety Michela Mayora, na druhé straně Atlantiku pak o Geoffa Marcyho a jeho kolegy.

V roce 1995 byl výzkum exoplanet teprve v plenkách a počet lidí, kteří se tomtu oboru skutečně vážně věnovali šel spočítat na prstech jedné ruky. Dnes už známe více než 550 oběžnic cizích hvězd a denně hltáme nejnovější objevy. Geoff Marcy byl na počátku 90. let terčem posměchu. Mnoho jeho kolegů považovalo nalezení exoplanet za natolik obtížné, že se tomu nemělo smysl v nejbližších letech ani věnovat. V podobné atmosféře zahajoval svou exoplanetární kariéru i Michel Mayor, který to však kamufloval hledáním hnědých trpaslíků, což byla branže s přece jen větším pochopením.

Když se v létě 1995 konala na observatoři Haute Provence konference o budoucnosti výzkumu exoplanet, byla ve znamení až chorobné skepse a posměšků. Domácí Michel Mayor přitom už v té době se svým kolegou věděl o existenci první exoplanety 51 Peg b, ale díky informačnímu embargu z odborného časopisu musel držet jazyk za zuby. Kdyby tehdy promluvil, rozcupoval by konferenci, která tak moc odrážela skeptické pohledy mnoha jeho kolegů, na kusy.

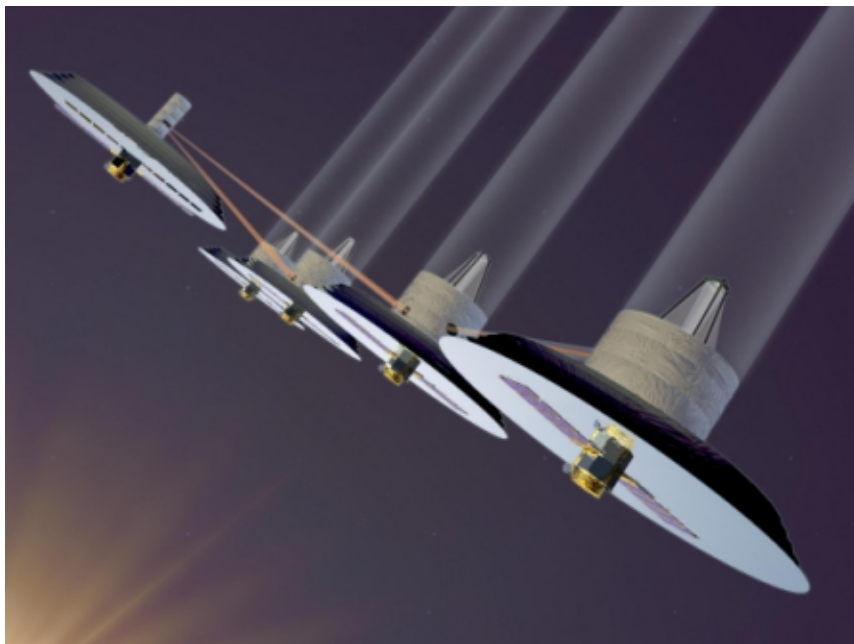
Dnes je výzkum exoplanet tahounem a afrodiziakem astronomie. Doma tena se však opět dere k moci a budoucnost exoplanetárního výzkumu jen tiše lapá po dechu.

Sara Seager uspořádala koncem května menší konferenci na MIT (Massachusetts Institute of Technology). Jedním z pochopitelných účastníků byl i Geoff Marcy, který během svého vystoupení nenechal nit suchou snad na nikom – NASA počínaje a svými kolegy konče. Úřad pro letectví a vesmír to však nepochybně odsákal nejvíce a Marcy se nechal slyšet, že je na něj velmi ale opravdu velmi našťvaný.

Výzkum exoplanet měl už od poloviny 90. let dvě futuristické vlajkové lodě. Kosmický dalekohled SIM (Space Interferometry Mission) se měl zaměřit na hledání nových exoplanet tranzitní metodou a jeho kolega TPF (Terrestrial Planet Finder) měl prozkoumat nejbližší hvězdné okolí našeho Slunce. TPF měl kombinovat dva přístroje: TPF-C a TPF-I. V prvním případě mělo jít o ultrafialový

koronograf o průměru hlavního zrcadla asi 8 m, který měl prozkoumat nejbližší okolí blízkých hvězd. V případě TPF-I se mělo jednat o čtyři kosmické dalekohledy, letící ve formaci nebo na pevné konstrukci. Každý z dalekohledů měl být vybaven primárním zrcadlem o průměru 4 m. Interferometr měl pracovat v infračervené části spektra a zabývat se výzkumem blízkých exoplanet.

Oba projekty byly neustále odkládány a to jednak z důvodů technické složitosti, kvůli penězům a pak také z „bezpečnostních důvodů“. NASA a zainteresovaní mecenáši chtěli mít jistotu, že exoplanety jsou ve vesmíru skutečně běžné a oba dalekohledy za stovky milionů dolarů tak nakonec nebudou muset hledat jehlu v kupce sena.



obr. 4 Interferometr dalekohledu TPF zůstane pouze na obrázku. Credit: NASA

V posledních letech se však kosmické dalekohledy TPF i SIM pohybovaly ve stádiu klinické smrti. Pokud bychom měli lékařskou terminologií dodržet, v letošním roce byly jak TPF tak i SIM odpojeny od přístrojů.

Na vině jsou samozřejmě finanční úspory ale podle Marcyho také samotní astronomové, kteří za oba projekty dostatečně nebojovali a byli ve svých názo-

rech až přespříliš rozhádání. Celá záležitost došla tak daleko, že z TPF se postupem času stal téměř posvátný projekt a přestože byl neustále odkládán, ostatní návrhy na výzkum exoplanet byly v jeho jméně okamžitě smety ze stolu. Na druhou stranu považovali někteří vědci celý TPF za příliš ambiciózní a navrhovali jeho menší verzi. Hádky a nejednota nakonec vedly k tomu, že nemáme ani velký, ani menší ... prostě žádný TPF.

Naštvanost na výsledek dlouhodobých sporů prostupuje celou komunitou. Wesley Traub z JPL má na starosti exoplanetární výzkum NASA a jak sám prohlásil, zrušení dalšího z dalekohledů SIM je tou nejtrapnější věcí, kterou ve svém životě zažil.

NASA sice v současné době provozuje kosmický dalekohled Kepler, ale ani v jeho případě není situace bůh ví jak různá. Tým Keplera se musí potýkat se škrtými v rozpočtu a pracuje v dosti nehostinných podmínkách. Sídlo týmu je situováno do polorozpadlé bývalé vojenské základny, značně vzdálené od bydliště zaměstnanců.

Celou budoucnost exoplanetárního výzkumu tak nyní nesou na bedrech dalekohledy JWST a WFIRST. Prvně jmenovaný se zaměří na infračervený výzkum vesmíru (v určité míře snad i exoplanet a protoplanetárních disků), druhý jmenovaný pak na výzkum skryté hmoty a hledání exoplanet metodou gravitačních mikročoček. Žel půjde o hledání exoplanet čistě pro statistické potřeby a to ve velmi vzdálených končinách Galaxie. Ani tyto dva projekty na tom nejsou stoprocentně dobře. Realizace WFIRSTu je nejistá a start JWST proběhne díky nedostatku finančních prostředků za uherský rok a možná i později.

Poznámka: o zrušení projektu SIM jsme už psali v minulých číslech časopisu Gliese nebo také zde: <http://www.exoplanety.cz/2010/10/sim/>

Zdroj:

<http://www.astrobio.net/exclusive/4005/rage-against-the-dying-of-the-light>

Ze světa exoplanet

Slovenský návrh na klasifikaci exoplanet míří do světa

Eva Plávalová z Univerzity Komenského v Bratislavě zveřejnila velmi zajímavý odborný článek, ve kterém navrhuje novou klasifikaci exoplanet, i když v tomto případě je vhodnější termín taxonomie exoplanet, který konec konců používá i samotná autorka. O co jde? Cílem je vypracovat systém na generaci určitého „kódu“, ze kterého bychom mohli velmi rychle poznat klíčové fyzikální vlastnosti dané planety, jako je tomu v případě klasifikací hvězd.

V současné době sice existuje jakási neformální klasifikace exoplanet, která ovšem není dobře definovaná a ani zdaleka nepopisuje všechny objevy planet mimo Sluneční soustavu. V katalogu exoplanet přitom máme už více než 560 kousků a jak jsme na našem webu už mnohokrát psali, kosmický dalekohled Kepler objevil jen za první čtyři měsíce pozorování na 1200 exoplanetárních kandidátů. To jsou již cifry, kdy by bylo vhodné mít k dispozici mechanismus na jejich snadnou a kvalitní klasifikaci.

Exoplanety bývají obvykle charakterizovány mnoha parametry, jako je hmotnost, poloměr, hustota, velká poloosa dráhy, oběžná doba, výstřednost, rovnovážná teplota apod. Použití velkého množství parametrů by však bylo příliš komplikované. Kromě toho řadu z nich dost často ani neznáme. Poloměr exoplanety lze zjistit pouze tranzitní fotometrií, takže pokud planeta před svou hvězdou nepřechází, máme smůlu nejen v případě znalosti poloměru ale také hustoty.

Autorka proto volí jen čtyři elementární parametry pro klasifikaci planet mimo Sluneční soustavu. Těmito parametry jsou hmotnost, vzdálenost od mateřské hvězdy, teplota exoplanety a výstřednost.

Z těchto parametrů bychom měli být mimo jiné schopni hned na první pohled říci, zda je exoplaneta obyvatelná (nebo má aspoň smysl o obyvatelnosti diskutovat). Hmotnost nám určí, zda se jedná o plynňý či kamenný svět, velká poloosa v kombinaci s teplotou pak nadhodí informaci o podmínkách na povrchu a excentricita je poměrně klíčová pro stabilitu života.

Hmotnost

Pro vyjádření hmotnosti exoplanety se obvykle používají násobky hmotnosti Jupiteru. V případě menších exoplanet pak násobky hmotnosti Země. Autorka navrhuje podstatně větší rozsah a hmotnosti exoplanet počítá v násobcích hmotností různých planet Sluneční soustavy takto:

Pro hmotnosti menší než 0,003 Mj se používají násobky hmotnosti Merkuru (M).

Pro hmotnosti od 0,003 do 0,05 Mj se používají násobky hmotnosti Země (E).
Pro hmotnosti od 0,05 Mj do 0,99 Mj se používají násobky hmotnosti Neptunu (N).

Pro hmotnosti nad 0,99 Mj se logicky používají násobky hmotnosti Jupiteru (J).

Příklady: Uran je 15 E (15x hmotnost Země), exoplaneta 55 Cnc e je 9E (9x hmotnost Země).

Velká poloosa

Velká poloosa exoplanet se v katalogích udává v násobcích AU (astronomická jednotka, střední vzdálenost Země od Slunce).

Autorka v taxonomii velkou poloosu zaokrouhluje a to dle jednoduchého klíče. Pro velkou poloosu menší než 1 se používá jedno desetinné místo, pro velkou poloosu menší než 0,1 dvě desetinná místa. Vzhledem k mezinárodní povaze klasifikace se desetinná čísla neoddělují čárkou ale tečkou.

Příklady: Neptun má 30, Země 1, 55 Cnc e 0.02, 55 Cnc c 0,2 apod.

Teplota

Teplotu v dané vzdálenosti od hvězdy definuje autorka snadno na základě znalosti zářivého výkonu mateřské hvězdy (lze vypočítat z povrchové teploty a poloměru hvězdy), poloměru hvězdy, vzdálenosti planety od ní a výstřednosti. V úvahu je brána průměrná teplota.

Klasifikace pak vypadá takto:

F (Freezing class) – chladné světy s teplotou pod 200 K. V rámci Sluneční soustavy jde o Jupiter, Saturn, Uran a Neptun.

W (Water class) – vodní třída exoplanet představuje logicky světy, na kterých by mohla být teoreticky voda v kapalném skupenství. Rozsah teplot pro tuto skupinu se pohybuje mezi 200 a 400 K. V rámci Sluneční soustavy jde o Zemi a Mars.

G (Gaseous Class) – skupina plyných světů s teplotou mezi 400 a 1000 K. Ve Sluneční soustavě by sem spadali Venuše a Merkur.

R (Roasters Class) – velmi žhavé světy s teplotou nad 1000 K.

P (Pulsar class) – speciální skupina planet, které obíhají okolo pulsarů. Teplota v tomto případě nehraje roli.

Výstřednost

Výstřednost dráhy nám říká, jak moc je oběžná dráha protáhlá. Pro tělesa s výstředností 0 je dráha přesně kruhová, čím více se pak hodnota blíží 1, tím více je dráha protáhlá (eliptická). V rámci klasifikace používá autorka výstřednost zaokrouhlenou na jedno desetinné místo.

Něco málo k povrchu

Už jsme v úvodu článku nastínil, že zjistit poloměr a tedy i hustotu a přibližné složení exoplanety není jednoduché. Do budoucna se však pozorovací metody budou nadále vylepšovat, takže by v klasifikaci měly být rozbedněny i vlastnosti povrchu. Autorka proto zavádí pátý parametr, který nevychází přímo z naměřených hodnot a je odvozena z rozdělení planet Sluneční soustavy. Tento parametr se uvádí pouze u těch exoplanet, u kterých je zřejmý (doložený nejlépe znalostí poloměru a hustoty).

- t – terestrické planety neboli planety zemského typu s pevným povrchem jako má Země, Merkur, Venuše, Mars.
- g – plynné planety jako jsou Jupiter či Saturn
- i – ledové planety typu Neptunu či Uranu.

Jak to funguje?

Asi nejlépe pochopíme fungování této klasifikace na konkrétních příkladech. Tím prvním je klasifikační kód pro Venuši.

Venuše: 15M0.7G0t

15M = 15 hmotnosti Merkuru

0.7 = velká poloosa Venuše je 0,723, zde zaokrouhleno.

G = plynný svět dle teploty

0 = oběžná dráha Venuše je téměř kruhová, výstřednost proto zaokrouhluje dolů na nulu.

t = planeta zemského typu

Pro první objevenou exoplanetu 51 Peg b je tento kód 9N0.05R0, neboť:

9N = exoplanet má hmotnost nepatrně méně než 0,5 Jupiteru, takže dle pravidel klasifikace bereme v úvahu hmotnost Neptunu. V tomto případě má 51 Peg b hmotnost 8,67 Neptunu a po zaokrouhlení 9.

0.05 = velká poloosa dráhy (přesně 0,052 AU).

R = třída velmi horkých planet.

0 = výstřednost 51 Peg b se bude blížit nule.

Příklady některých slavných exoplanet:

HD 4308 b: 13E0.1R3

61 Vir b: 5E0.05R1

Kepler-11 f: 4M0.3G0

WASP-17 b: 9N0.05R0

Seznam většiny exoplanet a jejich taxonomie naleznete v odkazovaném odborném článku.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1106.0635>

Planetě Saturn vděčíme za život, Mars Jupiteru za podvyživenost

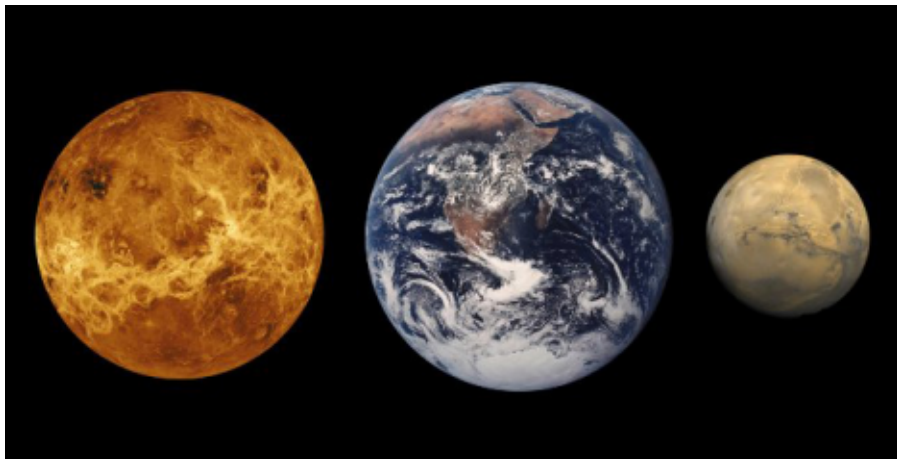
Více než 15 let objevů planet mimo Sluneční soustavu nám poměrně dobře ukázalo, že planetární systémy v Galaxii jsou velmi rozmanité. Výzkum exoplanet nám pomáhá mnohem lépe pochopit i vznik našeho vlastního domova – Sluneční soustavy. Zajímavý pohled na počátky naší domoviny přináší výsledky nejnovější počítačové simulace.

Astronomům se do dnešních dní podařilo objevit velké množství horkých Jupiterů. Jedná se o exoplanety o hmotnosti Jupiteru, které obíhají velmi blízko svých hvězd s periodou jen v řádu desítek hodin až dní. Obří plynné světy přitom dle akrečních teorií vznikají ve větších vzdálenostech od hvězdy, kde je k tomu dostatek potřebného materiálu. Objevy horkých Jupiterů však teorie přežily a našly snadné vysvětlení: plynní obří vznikají tam, kde mají, poté však migrují směrem k mateřské hvězdě.

Mohl také Jupiter migrovat směrem ke Slunci? Podle nových simulací ano a toto vysvětlení dokonce řeší některé problémy, jež planetology v posledních letech trápily. Elegantní řešení částečně vychází z teorie, kterou před dvěma lety zveřejnil Brad Hansen. Podle jeho názorů vznikly planety zemského typu z poměrně úzkého disku o šířce jen 0,3 AU, rozprostírající se ve vzdálenosti 0,7 až 1 AU. Uvnitř disku vznikly Země a Venuše, na jeho obou okrajích (kde bylo méně materiálu) pak Merkur a Mars. Tento fakt by vysvětlil poněkud chudší

proporce Merkuru a Marsu ve srovnání se Zemí a Venuší.

Teorie je to sice hezká, ale nebere moc v úvahu dění za hranicí tohoto disku a to zejména vznik hlavního pásu planetek mezi Marsem a Jupiterem. Dlouho se za viníka existence pásu planetek považoval Jupiter, který svou gravitací bránil vzniku většího tělesa a tak vše zůstalo v mezifázi rozdrobeno na stovky tisíc planetek.



obr.5 Venuše, Země, Mars. Credit: NASA

Podle simulace ale bylo vše trochu jinak. Jupiter krátce po svém vzniku zahájil migraci směrem ke Slunci a to v doprovodu menšího Saturnu. Obr Sluneční soustavy se zastavil ve vzdálenosti pouhých 1,5 AU od Slunce, kde dnes obíhá Mars (ten byl v té době mnohem blíže Slunci). Za zastavením migrace Jupiteru stojí patrně Saturn, který svému většímu bráškovi zavčasu vyčínil. Obě planety se k sobě přibližovaly až do chvíle, kdy mezi nimi nebyl žádný zbylý materiál. To zastavilo migraci obou planet a zahájilo opačný jev – Jupiter i Saturn postupně migrovaly zase hezky od Slunce do dnešních pozic.

Důsledky výletu Jupiteru můžeme pozorovat dodnes. V hlavním pásu planetek nacházíme tělesa s velkým obsahem vody, ale rovněž objekty, u kterých bychom vodu hledali jen těžko. Podle simulace za to může Jupiter, který sem natlačil tělesa, vzniklé jednak v oblasti od 1 do 3 AU a pak i tělesa, která se zformovala ve vzdálenosti větší než 5 AU.

Zatímco my můžeme být rádi, že se migrace plynných obrů zastavil dříve, než by smetla rodící se Zemi, rudá planeta Mars to odnesla za nás. Jupiter totiž

vyluxoval velké množství materiálu, který poté chyběl při dalším vzniku Marsu. Proto je rudá planeta poněkud podvyživená, má mnohem menší velikost i hmotnost ve srovnání se Zemí.

Zdroje:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/06/110615080207.htm>

<http://www.physorg.com/news/2011-06-solar-formation-jupiter-foray-mars.html>

Mají astronomové v rukou obyvatelnou exoplanetu, o které se nemluví?

Podzim loňského roku byl ve znamení objevu exoplanety Gliese 581 g, která dle propočtů měla být první planetou zemského typu, obíhající okolo své hvězdy v obyvatelné oblasti. Celebrita mezi exoplanetami však měla jepičí život, který skončil v okamžiku, kdy nezávislý tým zpochybnil její existenci. Astronomové však jako cena útěchy zajímá poslední dobou stále více její sestra – Gliese 581 d. Je ona tím pravým místem, na kterém by se mohl nacházet život?

V roce 2009 poslali australští astronomové vzkazy obyvatel naší planety směrem k exoplanetě Gliese 581 d. Jestli si vzkazy někdo poslechne, se dozvíme za necelých 40 let, kdy by mohla dorazit zpět případná odpověď.

O planetárním systému u hvězdy Gliese 581 jsme psali podrobněji v Gliese 4/2010, kdy se ještě hovořilo o možnosti existence Gliese 581 g.

Gliese 581 je poměrně blízkým červeným trpaslíkem, který nalezneme ve vzdálenosti 20 světelných let směrem v souhvězdí Vah. Hmotnost hvězdy je přibližně třetinová ve srovnání se Sluncem. Vzhledem k tomu, že se jedná o červeného trpaslíka, vyzařuje 77x méně světla než naše Slunce. Z tohoto důvodu se i obyvatelná oblast okolo hvězdy nachází mnohem blíže. V případě Gliese 581 si můžeme zónu života vytyčit ve vzdálenosti zhruba 0,093 až 0,14 AU.

Při pohledu do katalogu se může zdát, že Gliese 581 d je pro astrobiologické úvahy ze hry. Její velká poloosa totiž činí asi 0,22 AU. Jenomže exoplaneta okolo své hvězdy obíhá po dosti protáhlé eliptické dráze s výstředností 0,38, takže se ke svému slunci dostává nejbližší na vzdálenost 0,13 AU a nejdále na vzdá-

lenost 0,3 AU. Během jednoho oběhu, který trvá 66,8 dní, se Gliese 581 d dostane do obyvatelné oblasti nebo k jejímu vnějšímu okraji.

Pro planety tohoto typu je jednou z mála nadějí skleníkový efekt, který by povrch planety ohříval. Samotná pozice planety dle orbitálních elementů stačí k odhadu tzv. rovnovážné teploty. Tento údaj nám říká, jaká teplota by panovala na povrchu v případě, že by planeta neměla atmosféru. V případě Země však atmosféra zvyšuje teplotu na povrchu o přibližně 35°C, u jiných planet se silným skleníkovým efektem to mohou být i stovky stupňů.

V roce 2010 provedli vědci několik simulací, které měly ukázat, zda atmosféra Gliese 581 d může ohřát povrch na dostatečně vysokou teplotu k udržení vody v kapalném skupenství. O výsledcích jsme psali v tehdejšímu článku (<http://www.exoplanety.cz/2010/05/gl-581-d-podminky-k-zivotu/>).

R. Wordsworth (Institut Pierre Simon Laplace, Paříž) a jeho tým už tehdy zmínil, že k potvrzení svých domněnek budou potřebovat další trojrozměrné simulace atmosféry. Rok po první studii vychází žádané simulace od stejného týmu, které potvrzují předešlé výsledky. Tým simuloval různé scénáře a složení atmosféry planety. Podle teoretických předpokladů se zdá, že Gliese 581 d bude mít vázanou rotaci, což v praxi znamená, že je k mateřské hvězdě nakloněna stále stejnou stranou. Autoři tuto skutečnost museli zahrnout do svých simulací.

Planeta přijímá o třetinu méně energie od své hvězdy, než přijímá Mars od Slunce. Do oblasti pólů a odvrácené strany nedopadá prakticky žádné záření. Přesto by mohla na povrchu planety panovat teplota nad bodem mrazu v případě, že je k dispozici atmosféra tvořena oxidem uhličitým (a dalšími plyny) o tlaku alespoň 10 barů. Simulace vzala v úvahu i scénář, který počítal s vlivem případného významného oceánu kapalné vody.

Gliese 581 d přesto vzbuzuje určité pochybnosti a to z několika důvodů. Atmosféru planety sice můžeme simulovat, avšak o jejím složení nevíme zhruba nic. Tento handicap navíc nebude v dohledné době odstraněn. Gliese 581 d před svou hvězdou nepřechází, takže není možné uplatnit klasický postup na průzkum atmosféry tranzitní metodou. Na druhou stranu je Gliese 581 relativně blízkou hvězdou, takže spektrum planety by mohlo být získatelné přímým zobrazením další generací dalekohledů. Tato možnost bude na stole nejdříve za 10, 15 let.

Hmotnost exoplanety byla odhadnuta na 7 Zemí, což je ale poměrně dost, vezmeme-li v úvahu nepřesnost metody měření radiálních rychlostí. Už zmíněná absence tranzitů Gliese 581 d před mateřskou hvězdou nám nedovoluje určit velikost planety a tím i její hustotu.

Určitá míra pochybnosti panuje i nad samotným údajem o výstřednosti. Ex-

centricita planety se „neloví“ přímo ze spektra, ale „navolí se“ pro účely teoretického modelu, který se následně konfrontuje s napozorovanou realitou. Gliese 581 d způsobuje změnu amplitudy radiálních rychlostí mateřské hvězdy jen asi 1,9 m/s. Přesnost současných spektrografů je přitom okolo 1 m/s. Gliese 581 d bude nepochybně vděčným cílem dalších simulací a pozorování.

Nejnovější studie: Gliese 581d is the first discovered terrestrial-mass exoplanet in the habitable zone:?
<http://arxiv.org/abs/1105.1031>

Předešlá studie: Is Gliese 581d habitable? Some constraints from radiative-convective climate modeling:
<http://arxiv.org/abs/1005.5098>

Matka s dcerou se spikly proti druhé planetě aneb záhada retrográdních exoplanet vyřešena?

Teorie o vzniku planetárních systémů vychází z poznání naší Sluneční soustavy. Koncem minulého století a na začátku toho současného však tato teorie utrpěla mnoho šrámů, které prozatím dokázala vždy nějakým způsobem překonat. Výzkum vzniku a vývoje planetárních systémů je ovšem lemován velkým množstvím dosud neobjasněných záhad, jejichž počet stále roste s postupnými objevy nových exoplanet.

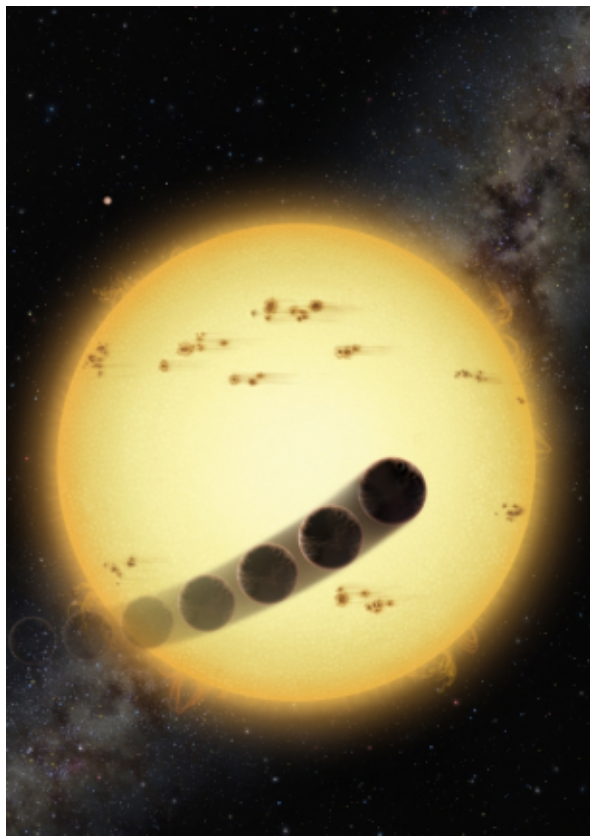
Naše představy předpokládaly, že obří plynné planety obíhají dostatečně daleko od svých hvězd (v řádu jednotek AU). Už první objevy ale daly podnět k vytvoření speciální kategorie tzv. horkých Jupiterů. Jedná se o plynné obří exoplanety, které okolo hvězd obíhají s periodou jen několika málo dní nebo i méně. Teorie o formování planet tento škraloup přežila. Horcí Jupiteri vznikají přesně tam, kde mají, následně pak migrují směrem ke svému slunci.

Planety jak známo obvykle vznikají z disku prachu a plynu, který obklopuje rodící se hvězdu. Po svém zformování by planety měly mít tento fakt hluboce zakořeněn v oběžné dráze. Jak? Tím, že okolo hvězdy budou obíhat více méně v jedné rovině, totožně s rovinou rovníku mateřské hvězdy. Při pohledu na planety Sluneční soustavy si můžeme oddychnout, tento předpoklad je beze zbytku naplněn.

Rovina oběžné dráhy řady exoplanet je ovšem vůči rovině rovníku hvězdy skloněna o provokativně významný úhel. Výjimkou nejsou ani případy, kdy ten-

to úhel činí 180° , což v překladu znamená, že planeta okolo hvězdy obíhá v opačném (retrográdním) směru, než v jakém rotuje mateřská hvězda.

Logickým vysvětlením retrográdního pohybu by byly gravitační interakce mezi planetou a hvězdou, případně mezi planetou a jejími sestrami. Je ale vůbec možné, aby gravitační interakce změnily směr oběhu obří planety?



obr.6 Může se horký Jupiter dostat na retrográdní dráhu díky gravitačnímu vlivu druhé planety? Credit: Lynette Cook

Frederic A. Rasio z Northwestern University v Chicagu nyní se svým týmem představil v časopise Nature výsledky počítačových simulací. Podle studie se zdá, že výše popsáný scénář je skutečně možný.

Představme si hvězdu, okolo které obíhá normální, fádňní a ničím nezajímavá planeta. Její oběžná dráha je téměř kruhová a sklon vůči rovině rovníku hvězdy více méně nulový. Ve větší vzdálenosti od této exoplanety obíhá ještě jedna a podstatně hmotnější planeta, která svou gravitací sestře ztrpčuje život. Původně téměř kruhová oběžná dráha se postupně „protahuje“. Za nějaký čas se planeta dostává na velmi protáhlou a úzkou eliptickou dráhu. Moment hybnosti planety klesá na úkor hmotnější sestry. Nebohá planeta se díky tomu dostává na své dráze stále blíže k mateřské hvězdě. V té době působí hvězda na planetu extrémně vysokými slapovými silami. V důsledku toho může dojít ke změně sklonu oběžné dráhy planety, což nakonec může vést až k retrográdnímu pohybu.

Zdroje:

<http://www.nature.com/nature/journal/v473/n7346/full/nature10076.html>
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-05/nsf-wsp051111.php

.....

Analýza: Hledání exoplanet zemského typu a infračervená astronomie

Je velmi obtížné odhadnout budoucí vývoj v oblasti výzkumu exoplanet. Zatím to však vypadá, že zejména jednou věcí si můžeme být jistí. Většina exoplanet zemského typu bude v nejbližších letech patrně objevena u trpasličích hvězd. Zajímavý pohled do budoucnosti nabízí nepřímo studie F. Rodlera (Kanárský astrofyzikální institut) a jeho kolegů.

Nová studie se zabývá možnostmi hledání exoplanet u velmi chladných trpasličích hvězd v oblasti blízkého infračerveného záření. Ačkoliv to autoři neměli v úmyslu, jejich práce poměrně dobře popisuje trend, který se v nejbližších letech stane v oblasti hledání exoplanet dominantní.

Trpasličí hvězdy jsou zkrátka pro hledání exoplanet jako stvořené. Astrobiologové se sice příliš neshodnou na vhodnosti červených trpaslíků jako přístavu života, ale nás budou dnes zajímat exoplanety zemského typu co do proporcí, obyvatelnost necháme hezký spát.

Nejvíce exoplanet bylo dnes objeveno metodou měření radiálních rychlostí a tranzitní fotometrií. Prvně jmenovaná nedává zatím příliš mnoho šancí na nalezení exoplanet o hmotnosti Země u hvězd jako je Slunce. Tranzitní fotomet-

rie je na tom sice nepatrně lépe (díky Keplerovi), ale ani tam se prozatím exoplanetární žně na poli exoplanet o velikosti Země nekonají.

Hloubka tranzitu přitom závisí na velikosti planety a mateřské hvězdy. U menších hvězd se tak budou planety o poloměru Země hledat přece jen lépe.

Pokud chceme mít o planetě komplexní představu a kromě poloměru znát i její hmotnost, musíme její mateřskou hvězdu prozkoumat metodou měření radiálních rychlostí. V tomto případě platí jednoduchá poučka. Změna amplitudy radiálních rychlostí závisí na výstřednosti planety, její hmotnosti a vzdálenosti od hvězdy. Klíčovým parametrem je však rovněž hmotnost samotné hvězdy. V případě trpaslíků, kteří mají hmotnost jen v řádu desetin Slunce, se exoplaneta zemského typu bude hledat daleko lépe.

Hvězdy jako jsou pozdní M trpaslíci (červení trpaslíci) nebo chladnější L trpaslíci vyzařují jen velmi málo v oblasti viditelného záření, jejich parketou je spíše záření infračervené. Jenomže současné spektrografy, které jsou instalovány na obřích dalekohledech a zaměřují se na hledání exoplanet metodou měření radiálních rychlostí, pracují především v oblasti viditelného záření.

Rodler a jeho tým provedli simulace a zjistili, že ideálním oborem pro červené trpaslíky je infračervená část spektra okolo 1 mikrometru, pro L trpaslíky pak okolo 1,25 mikrometru. Červení trpaslíci přitom dle odhadů tvoří asi 70% hvězd v Galaxii, takže se z hledání exoplanet rozhodně nejedná o chytání za konec stěbla.

Do simulací byly zahrnuty všechny spektrální podtřídy od M0 do M9.5, které dosahují povrchové teploty od 2200 do 3700 K a hmotnosti od 0,07 do 0,5 Slunce.

Výsledky simulace

Pro trpaslíky spektrální třídy M9.5 o teplotě 2200 K je možné dosáhnout přesnost měření radiálních rychlostí pro jednotlivá spektrální rozlišení:

R = 20 000 přesnost 24,2 m/s

R = 40 000 přesnost 8,7 m/s

R = 60 000 přesnost 5,4 m/s

R = 80 000 přesnost 3,8 m/s

Tyto nejlepší výsledky byly docíleny pro pásmo Y, což znamená na vlnové délce 1 mikrometru.

V případě L trpaslíků (teplota 1800 K) je situace poněkud horší, neboť tyto hvězdy vyzařují málo světla a také rychle rotují. Přesto se podařilo nalézt zajímavé vý-

sledky. Nejpřesněji lze radiální rychlosti měřit v pásmu J (1,25 mikrometrů):

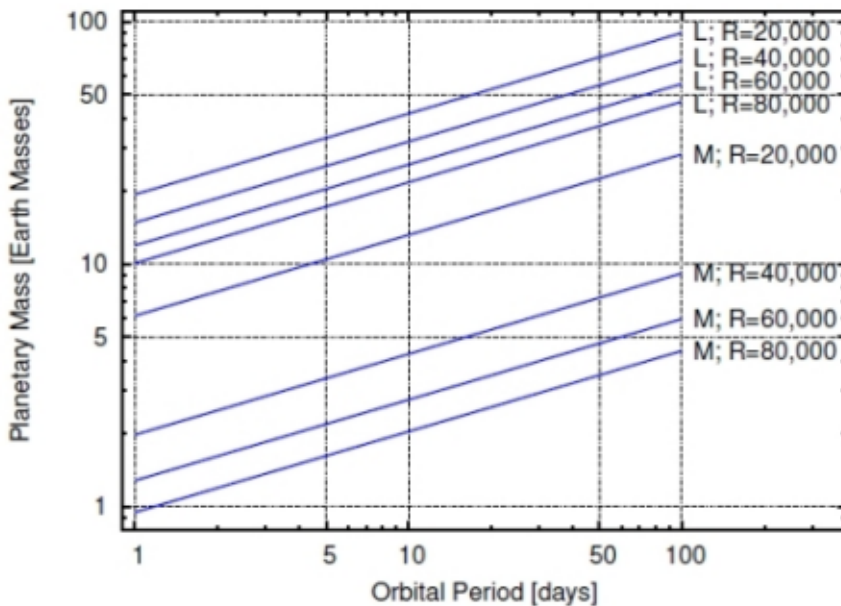
R = 20 000 přesnost 77,0 m/s

R = 40 000 přesnost 61,8 m/s

R = 60 000 přesnost 50,9 m/s

R = 80 000 přesnost 41,9 m/s

Přešel čísel vám asi mnoho nepoví, pro potřeby našeho článku postačí závěr studie, podle kterého lze nalézt u M trpaslíka exoplanetu o hmotnosti nepatrně větší než je Země při dosažení spektrálního rozlišení 60 000 a více. U L trpaslíků by stejné rozlišení mělo stačit na objev alespoň exoplanety o hmotnosti Neptunu.



obr.7 Závislost hmotnosti exoplanety (v násobcích Země) na oběžné době pro jednotlivé spektrální třídy (M a L trpaslíci) a spektrální rozlišení R. Credit: R. Rodler a kol.

Tolik teorie a nyní praxe

Už jsme zmínili, že v současné době jsou na obřích dalekohledech instalovány spektrografy pracující spíše v oblasti viditelného záření. Přístroje pro oblast blízkého infračerveného záření se už ale připravují.

NIRINTS (známý dříve jako NAHUAL): R 61 000

Jedná se spektrograf, který by měl být instalován na Velkém kanárském dalekohledu (GTC) s průměrem hlavního zrcadla 10,4 m, jenž byl nedávno uveden do provozu na Kanárských ostrovech pod taktovkou Španělska, Mexika a USA. Rozlišení by mohlo být v ideálním případě kolem 70 000. Termín spuštění není znám, projekt je zatím ve stádiu příprav.

CARMENES: R: 85 000

Spektrograf by měl být instalován na 3,5 m dalekohledu na observatoři Calar Alto ve Španělsku.

Poznámka: spektrální rozlišení R se vypočítá dle vztahu:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

, kde $\Delta\lambda$ je nejmenší rozdíl vlnových délek, který je možné rozlišit při vlnové délce λ .

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1105.2287>

Horčí Neptuni nemají migraci zapotřebí?

Známou kategorií exoplanet jsou tzv. horcí Jupiteri. Jedná se o hmotné plynné světy, které obíhají velmi blízko svých hvězd. Dle teorií vznikly tyto světy daleko od svých hvězd a hned ve svém dětství migrovaly směrem do vnitřních částí rodičeho se planetárního systému. Poblíž hvězdy tyto obří planety vzniknout akrecí nemohly, neměly by k tomu potřebný materiál. Méně slavnou kategorií jsou horčí Neptuni.

Už první data z kosmického dalekohledu Kepler naznačují, že poblíž mateřských hvězd ve vzdálenosti menší než 1 AU neobíhají jen horcí Jupiteri ale také jejich méně hmotní kolegové: horčí Neptuni (o hmotnosti nad cca 10 Zemí) a su-

per-Země (méně než 10 Zemí). Obecně se očekávalo, že i tyto planety vznikly ve větší vzdálenosti od hvězdy a následně podstoupily migraci jako horcí Jupiteri.

Brad Hansen (University of California, Los Angeles) a Norm Murray (Canadian Institute for Theoretical Astrophysics) připravili simulaci, která naznačuje, že horcí Neptuni v mnoha případech nemuseli migraci absolvovat, ale mohli skutečně vzniknout velmi blízko svých hvězd. Tento scénář by měl být dle výsledků reálný v případě velmi masivních protoplanetárních disků. V okolí rodící se hvězdy by se měl nacházet do vzdálenosti 1 AU materiál o souhrnné hmotnosti 50 až 100 Zemí.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1105.2050>

Kepler-7 b: něco schází nebo přebývá?

Kromě hmotnosti a velikosti exoplanety je jedním z klíčových parametrů albedo. Bezrozměrné číslo nám říká, kolik světla objekt pohltí a kolik naopak odráží zpět do kosmického prostoru. Tak například uhlí má albedo 0,04 (4% světla odráží), čerstvě napadaný sníh naopak kolem 0,9. Z vesmírných objektů má například Země průměrné albedo 0,36, zatímco Jupiter 0,52. Velkým oříškem zůstává albedo horkých Jupiterů.

Znát albedo je pro výzkum exoplanet velmi důležité. Jednak nám může napovědět, jak asi planeta vypadá a také se jedná o důležitý parametr pro výpočet rovnovážné teploty.

Zejména díky pozorování kosmického dalekohledu Spitzer mají astronomové informace o albedu některých horkých Jupiterů. Dle teorie by exoplanety v této kategorii měly mít spíše menší albedo o hodnotě 0,3 a méně. Kdybychom měli tu možnost některý z horkých Jupiterů navštívit, viděli bychom ho jako spíše tmavý svět, který velkou část viditelného světla pohlcuje a vyzářuje zejména v oblasti infračerveného záření.

Někteří horcí Jupiteri se však této teoretické simulaci vysmívají. Například ups And b má dle odhadů albedo 0,42 a poměrně dost světla odráží i slavná exoplaneta HD 189733 b.

Dnes mají astronomové v rukou nejen objevy nových horkých Jupiterů z pro-

dukce kosmického dalekohledu Kepler ale i více než solidní balík přesných fotometrických dat. Na zoubek se proto podívali exoplanetě Kepler-7 b, jejíž objev byl prezentován v lednu 2010.

Kepler-7 b má hmotnost asi 0,43 Jupiteru, ale je 1,4x větší než největší planeta Sluneční soustavy. Okolo své mateřské hvězdy obíhá Kepler-7 b s periodou 4,8 dní. Brice-Olivier Demory a jeho tým vzali data z Keplera, uveřejněné radiální rychlosti mateřské hvězdy (z pozemských dalekohledů) a údaje o astroseismologii (analýza otřesů hvězdy na základě měření Keplera) a odhadli albedo exoplanety Kepler-7 b na $0,32 \pm 0,03$. Jedná se o dosud nejpřesnější odhad albeda exoplanety.

V praxi to znamená, že změřené albedo je větší, než by se na horký Jupiter slušelo. Podle studie mohou být na vině dvě příčiny. V případě Jupiteru jsou za větší albedo odpovědné oblaka amoniaku a vodního ledu ve vyšších částech atmosféry. V atmosféře Kepler-7 b se mohou vyskytovat oblaka, vzhledem k malé vzdálenosti od hvězdy ale určitě ne z ledových krystalků. Druhou možností je absence sodíku a draslíku v atmosféře exoplanety.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1105.5143>

Kepler: více multi než jsme čekali?

Na posledním zasedání Americké astronomické společnosti v Seattlu byl představen objev druhé exoplanety u hvězdy Kepler-10. Tým okolo lovce exoplanet také debatoval o objevu multiplanetárních systémů kosmickým dalekohledem. Jejich počet je mnohem větší, než se původně čekalo.

Jako multiplanetární systémy označujeme případ, kdy okolo hvězdy obíhá více než jedna planeta. Nalezení více planet u jedné stálice není samozřejmě žádným překvapením. Tranzitní metoda je však v tomto případě zatížena poměrně velkým „observačním balvanem“. Abychom našli exoplanetu touto metodou, musí její rovina oběžné dráhy směřovat téměř přesně k nám. Jen a pouze tehdy můžeme pozorovat poklesy jasnosti hvězdy v okamžiku, kdy planeta před ní přechází.

Nalézt exoplanetu tranzitní fotometrií vyžaduje nutnou dávku štěstí. Představte si, že máme planetární systém, který je věrnou kopií Sluneční soustavy.

Pravděpodobnost, že objevíme „Zemi“ tranzitní metodou je pouze 0,46%. V případě Jupiteru pak dokonce pouze 0,08%. Pravděpodobnost, že oběžná rovina planety bude směřovat k vám je dána vztahem:

$$(r^* / a) \cdot 100,$$

kde r^* je poloměr hvězdy, a je velká poloosa planety.

Pokud bychom si představili tisíce planetárních systémů jako je ten náš (stejný poloměr mateřské hvězdy a stejné vzdálenosti planet), pak bychom tranzitní metodou byli schopni nalézt jen jednu z 217 Zemí, jednoho z 1250 Jupiterů nebo jednoho z 6250 Neptunů!

Planeta	Velká poloosa	Pravděpodobnost
Merkur	0,4 AU	1,16%
Venuše	0,7 AU	0,66%
Země	1,0 AU	0,46%
Mars	1,5 AU	0,31%
Jupiter	5,2 AU	0,08%
Saturn	9,5 AU	0,05%
Uran	19,6 AU	0,02%
Neptun	30,0 AU	0,02%

Právě proto se při tranzitní metodě pozoruje současně několik desítek tisíc hvězd, aby byla šance najít aspoň něco.

Vše, co jsme popsali, se ovšem týká pouze jednotlivých planet. Pokud chceme u jedné hvězdy nalézt dvě a více planet tranzitní metodou, je to skutečně zapeklitý problém. Tyto dvě nebo i více planet musí obíhat v téměř stejné rovině. Selský rozum velí, že tato podmínka by měla být hravě naplněna. Vždyť planety vznikají z velmi tenkého a plochého disku z prachu a plynu. Jenomže oběžné roviny planet jsou po jejich vzniku rozhozeny vzájemnými gravitačními interakcemi. Obecně bychom mohli říci, že planety Sluneční soustavy obíhají téměř v jedné rovině. Pokud se podíváte třeba na výborný simulátor solarsystemscope.com, dáte nám asi za pravdu. Jenomže slovo téměř je v tomto případě zcela na místě. Například oběžná rovina Merkuru je vůči rovině zemské oběžné dráhy skloněna o 7°, což sice není příliš postřehnutelné ale je to dost. Rozhodně je to dost na to, aby případný pozorovatel z cizího planetárního systému nenalezl tranzitní metodou všechny planety Sluneční soustavy. Při nutné dávce štěstí dost možná naleznete maximálně 6 planet, chybět mu budou zejména Merkur a Venuše.

Co tím vším chceme říci? Že nalézt více exoplanet u jedné hvězdy je velmi ale opravdu velmi obtížné, všechny planety by totiž musely obíhat v téměř stejné rovině nebo přesněji by se jejich roviny oběžných drah nesměly lišit o více než cca 1° .

Od Keplera se tedy očekávalo všechno možné, jen ne objevy většího množství multiplanetárních systémů. Realita je ovšem výrazně odlišná!

V únoru představil tým Keplera údaje o 1235 kandidátech, kteří byli objevení u 997 hvězd. Přičemž u 170 hvězd se podařilo nalézt dva a více kandidátů:

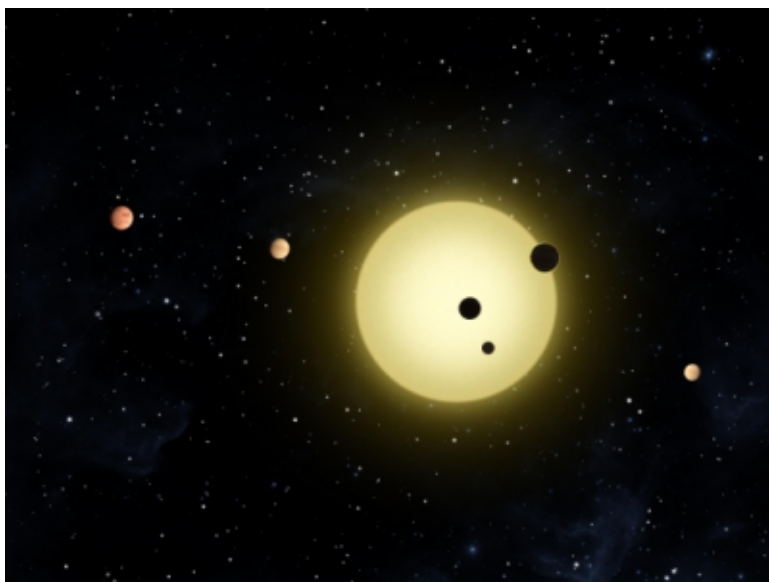
U 115 hvězd byli nalezeni dva kandidáti.

U 45 hvězd byli nalezeni tři kandidáti.

U 8 hvězd byli nalezeni čtyři kandidáti

U 1 hvězdy bylo nalezeno pět kandidátů

U 1 hvězdy bylo nalezeno hned šest kandidátů, které už ale byly převedeny do podoby oficiálních objevů, jedná se o systém u hvězdy Kepler-11.



obr.8 Planetární systém u hvězdy Kepler-11 v představách malíře. Credit: NASA

Tyto počty jsou velmi překvapující a naznačují, že „ploché“ planetární systémy nemusí být ve vesmíru zase tak vzácné, jak jsme si mysleli. Není bez zajímavosti, že většina kandidátů v těchto potenciálních multiplanetárních

systémech má velikost jako Neptun a menší. Naopak je u nich absence obřích planet o velikosti Jupiteru. Tento jev je poměrně logický, neboť právě hmotné planety naruší stabilitu systému nejvíce a rozhodí oběžné dráhy svých sester.

Planetární systémy s více než jednou tranzitující planetou mohou být pro astronomy velmi přínosné. Obě planety na sebe totiž působí svou gravitací a nepatrně si tak mění parametry oběžných drah. Tento jev se projeví tím, že k tranzitům před mateřskou hvězdou dochází nepravidelně (odchylky mohou dělat až desítky minut). Na základě metody tzv. časování tranzitů pak lze vypočítat hmotnost jednotlivých planet. Poprvé se toho naplno využilo u již potvrzeného systému u hvězdy Kepler-11.

Pokud bychom se dnes podívali do katalogu potvrzených tranzitujících exoplanet, nalezneme tam 3 multiplanetární systémy:

Kepler-10 (dvě tranzitující planety)

Kepler-9 (tři tranzitující planety)

Kepler-11 (šest tranzitujících planet)

Samozřejmě existují případy, kdy máme multiplanetární systém, ve kterém byla jedna planeta objevena tranzitní metodou a další jedna a více planet byly nalezeny metodou měření radiálních rychlostí, avšak netranzitují.

Zdroj:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/05/110524153542.htm>

.....

680 000 Kč na nalezení druhé Země aneb optickými vlákny k přesnosti

Debra Fischer z Yale University patří mezi nejúspěšnější lovce exoplanet. Před časem dostala grant ve výši 40 000 dolarů (asi 680 000 Kč) od slavné Planetary Society, jejímž spoluzakladatelem byl astronom a spisovatel Carl Sagan (mimo jiné autor knižní předlohy k filmu Kontakt). Fischer pracuje na projektu FINDS Exo-Earths (Fiber-optic Improved Next generation Doppler Search for Exo-Earths), jehož úkolem je zpřesnění hlavní současné metody detekce exoplanet.

Astronomové se dnes snaží nalézt exoplanety o hmotnosti a velikosti Země, které obíhají okolo svých hvězd v obyvatelných zónách. V poslední době je nejmodernější metodou k odhalení takovýchto světů tranzitní fotometrie a to zejména díky kosmickému dalekohledu Kepler. Vědci se však snaží udržet krok vývoje

i v oblasti metody měření radiálních rychlostí. Ideální je samozřejmě situace, kdy je planeta zkoumána oběma metodami současně. Takový objev je věrohodnější a můžeme i mnohem lépe vyvodit závěry o složení zkoumaného světa, neboť na základě velikosti a hmotnosti dokážeme vypočítat hustotu odhalené planety.

Metoda měření radiálních rychlostí je však v současné době bez šance na nelezání planety zemského typu. Amplituda výchylky radiální rychlosti je závislá zejména na hmotnosti mateřské hvězdy a planety. Pokud chceme nalézt exoplanetu o hmotnosti Země u hvězdy typu Slunce, musíme být schopni změřit amplitudu změny radiální rychlosti asi 0,1 m/s. Přesnost současných spektrografů je však pouze okolo 1 m/s. Ani s hledáním exoplanet zemského typu u méně hmotných hvězd (červených trpaslíků) to příliš nevyhrajeme, neboť i zde je nutné dosáhnout přesnosti okolo 0,6 až 0,7 m/s – v případě velké poloosy planety, odpovídající parametrům obyvatelné zóny.

Na stole máme dvě možnosti, jak naše vyhlídky zlepšit. Tou první je stavba nové generace spektrografů. Konkrétní plány sice existují, ale jejich realizace bude časově i finančně náročná. Druhou možností je zlepšení nádobička, které už máme k dispozici.

Debra Fischer se v rámci svého projektu snaží vyřešit jeden z nešvarů, který je odpovědný za podstatnou část chyb měření současných spektrografů. Světlo zkoumané hvězdy putuje z dalekohledu do šterbiny, která oddělí světlo hvězdy od ostatních „rušivých“ zdrojů a nasměruje ho k analýze do spektrografu. V ideálním případě se hvězda nachází přesně uprostřed šterbiny. Jenomže ideální stav je takový, který se v praxi nedá dosáhnout a hvězda se během pozorování díky nárazům větru apod. posouvá mimo střed šterbiny, čímž vznikají chyby pozorování.

Fischer navrhuje jako řešení, dát mezi šterbinu spektrograf optická vlákna. Postgraduální student Julian Spronck sestavil zařízení FINDS, které využívá optická vlákna o průměru asi 100 mikrometrů. Prototyp přístroje byl otestován na spektrografu Hamilton, který se nachází na dalekohledu Lickovy observatoře v Kalifornii.

Výsledky pozorování byly více než úspěšné a chyby měření byly sníženy téměř o třetinu. Astronomové proto vyzkoušeli přístroj také na 10 m dalekohledu Keck na Havaji. Největší americký dalekohled má samozřejmě „napěchovaný“ pozorovací čas, takže pro experiment dostala Debra Fischer se svým studentem jen jednu noc koncem září 2010. Kvůli omezením museli nasadit miniaturní verzi přístroje FINDS o velikosti krabičky od zápalek (obrázek).

Také testy se spektrografem na dalekohledu Keck dopadly dobře z hlediska minimalizace chyb, ale... jedním z negativních důsledků tohoto vylepšení jsou

velké ztráty „světla“. V případě testů na Keckově dalekohledu přišli astronomové až o 60% světla zkoumané hvězdy, což je příliš vysoká cena. Testy na menším dalekohledu Lickovy observatoře dopadly podstatně lépe. Fischer a její kolega se proto nevzdávají a domnívají se, že jsou na dobré cestě zpřesnit současná pozorování exoplanet.

Zdroj:

<http://www.planetary.org/programs/projects/finds/20110401.html>

.....

HD 181068: tichá zákrytová trojhvězda z Keplera

Mezinárodní tým astronomů pod vedením A. Derekase (Eötvös University, Budapešť, Maďarsko) představil v časopise Science objev další zákrytové trojhvězdy kosmickým dalekohledem Kepler. Nejedná se o první takový případ, už v minulém čísle jsme psali o podobném objevu trojhvězdy dalekohledem Kepler.

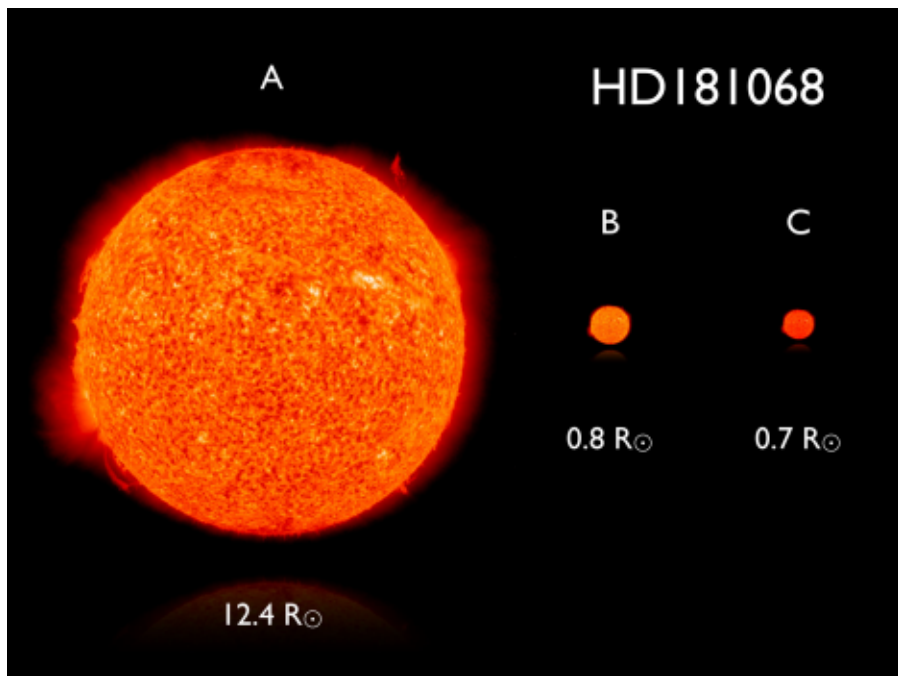
HD 181068 je však trochu jiný šálek kávy. Primární složkou je rudý obr, okolo kterého obíhá s periodou 45 dní dvojice červených trpaslíků. Pár menších hvězd obíhá okolo společného těžiště s periodou jen 0,9 dne a vzájemně se zakrývá. Oba červení trpaslíci pak současně s tím přecházejí z našeho pohledu před rudým obrem, čímž způsobují další zákryt a měřitelný pokles jasnosti.

Rudý obr má velikost asi 12,4x větší než Slunce a hmotnost přibližně trojnásobnou ve srovnání s naší mateřskou hvězdou. Červení trpaslíci mají poloměr asi 0,7 a 0,8 Slunce. HD 181068 dosahuje jasnosti asi 7 mag, takže je na obloze viditelná už menším dalekohledem.

Zákrytové dvojhvězdy či trojhvězdy jsou analogicky podobné tranzitujícím exoplanetám. Také v tomto případě se přechod (zákryt) projeví ve světelné křivce poklesem jasnosti hvězdy. Rozdíl oproti exoplanetám je pouze ve hmotnosti (typu) zúčastněných aktérů.

Trojhvězda HD 181068 je však přesto v něčem neobvyklá. V případě rudých obrů jsme zvyklí na určité oscilace. Tým získal data z Keplera za 218 dní, avšak žádné větší oscilace rudého obra nenašel. Kepler je přitom schopen změřit i velmi nepatrné oscilace, které se projeví jako drobné změny jasnosti. Tohoto principu (tzv. astroseismologie) se pak využívá při studiu nitra hvězd nebo dokonce k odvození přesnější velikosti hvězdy a zprostředkovaně tak i případné planety.

Logickým vysvětlením absence oscilací HD 181068 A je právě přítomnost dvou průvodců (červených trpaslíků), kteří mohou svou gravitací oscilace zmírnit. HD 181068 je nepochybně zajímavou laboratoří pro studium dynamiky vícenásobných hvězdných systémů.



obr.9 Schéma trojhvězdy HD 181068 - rudý obr a dva červení trpaslíci. Credit: NASA

Zdroje:

<http://www.sciencemag.org/content/332/6026/216.abstract#aff-2>

<http://kepler.nasa.gov/news/nasakeplernews/index.cfm?FuseAction=Show-News&NewsID=119>

Temná hmota jako adoptivní matka exoplanet bez sluncí?

Výzkum exoplanet patří mezi nejnáročnější astronomické disciplíny. Technické vybavení a schopnosti současné astronomie nejsou ani zdaleka tak rychlé, aby udržely krok s tužbami a teoretickými dýchánky vědců. Čas od času se proto na scéně objeví více či méně kontroverzní teorie, kterou nebudeme v nejbližších letech potvrdit astronomickými pozorováními. S jednou takovou přicházejí Dan Hooper a Jason H. Steffen (Center for Particle Astrophysics, Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia).

Dnešní teorie obecně předpokládají existenci exoplanet, které neobíhají okolo žádné hvězdy. Konec konců možnému objevu prvních takovýchto exoplanet se věnujeme v tomto čísle.

V dnešní době, kdy nám jsou neustále předhazovány studie o obyvatelných zónách u různých typů hvězd, se může zdát, že planeta bez slunce je pro život naprosto nevhodná. Mělo by se jednat o chladný a pro život zcela nevhodný svět. Jenomže tato představa nemusí být nutně správná. Planeta může disponovat vlastním zdrojem tepla v podobě rozpadu radioaktivních prvků. Jednalo by se spíše o symbolický zdroj tepla, pokud by však toto teplo dokázala držet planeta pod pokličkou, mohla by být jeho role poměrně významná. Touto pokličkou může být v případě kamenných exoplanet atmosféra z vodíku a hélia. Podobnou atmosférou disponuje řada planet zemského typu krátce po svém vzniku. Následně je však zárodek atmosféry zlikvidován mateřskou hvězdou, což ovšem nemusí být případ exoplanety bez slunce, pokud byla z planetárního systému vyhozena zavčasu.

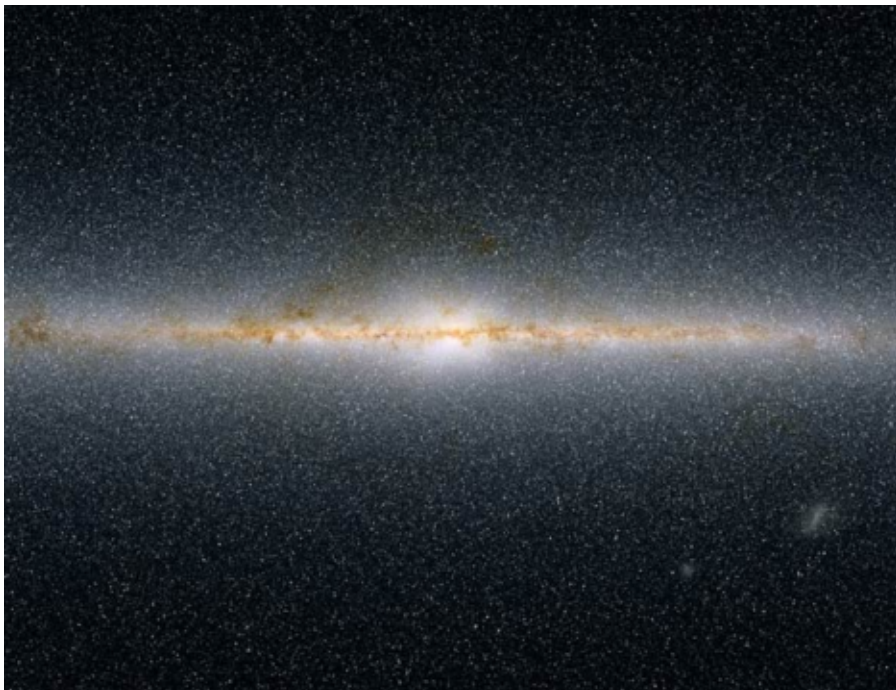
Hooper a Steffen ovšem přicházejí s daleko kontroverznějším zdrojem tepla pro exoplanety bez sluncí a tím je skrytá (temná) hmota!

Podle současných předpokladů tvoří skrytá hmota asi 23% celkové hmoty vesmíru, 73% připadá na skrytou energii a pouze 4% na hmotu, kterou pozorujeme.

O skryté hmotě víme jen díky tomu, že se projevuje svou gravitací. Co přesně ji tvoří, jaké má vlastnosti apod. však zůstává spíše záhadou.

Mnoho astrofyziků se dnes domnívá, že skrytou hmotu tvoří tzv. WIMP částice. Tyto potvůrky téměř neinteragují s částicemi normální hmoty, avšak když se střetnou navzájem, může to skončit sprškou energetických částic.

Částice skryté hmoty procházejí skrz planetami. Při tomto průletu občas narazí do atomů normální hmoty, ze které je planeta tvořena, a ztratí část své energie. Gravitace může nakonec částici skryté hmoty uvěznit v jádru planety. Tím se zvyšuje pravděpodobnost, že dojde ke srážce uvězněné částice s její kolegyní, která poletí okolo. Uvolněná energie by pak mohla být zdrojem tepla pro planetu bez slunce.



obr.10 Nacházejí se poblíž galaktického centra planety bez sluncí, „vyhřívané“ skrytou hmotou? Credit: 2MASS/J. Carpenter/T. H. Jarrett/R. Hurt

V případě Země je tento případný zdroj zcela zanedbatelný, neboť naše rodná hrouda se nachází v části Galaxie, která je na skrytou hmotu chudá. Výrazně odlišná situace je ve vzdálenosti okolo 30 světelných let od centra Galaxie. V těchto končinách je hustota skryté hmoty o sedm řádů větší.

Podle výpočtů by hypotetická planeta zemského typu, nacházející se v oblastech s velkou hustotou skryté hmoty, mohla mít dostatek tepla na udržení vody v kapalném skupenství.

Musíme však podotknout, že tato teorie do značné míry stojí na vzdušných zámcích. Je otázkou, zda se v oblastech řádově desítky světelných let od středu Galaxie nějaké potulné planety nachází. Kromě toho nesmíme zapomínat na fakt, že o skryté hmotě toho zatím víme jen velmi málo.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1103.5086>

www.newscientist.com/article/dn20320-dark-matter-could-make-planets-habitable.html?DCMP=OTC-rss&nsref=space

55 Cnc e: kosmický dalekohled Spitzer si dal rande s novou celebritou

V roce 1996 oznámili astronomové objev první exoplanety u hvězdy 55 Cnc. V dalších letech pak přibýly objevy dalších 4 exoplanet, obíhajících hvězdu v souhvězdí Raka. 55 Cnc se dlouho hrála na výsluní hvězdy s největším počtem exoplanet. Dnes už ji sice tato výsada nepatří, přesto se jedná o známý a velmi zajímavý planetární systém.

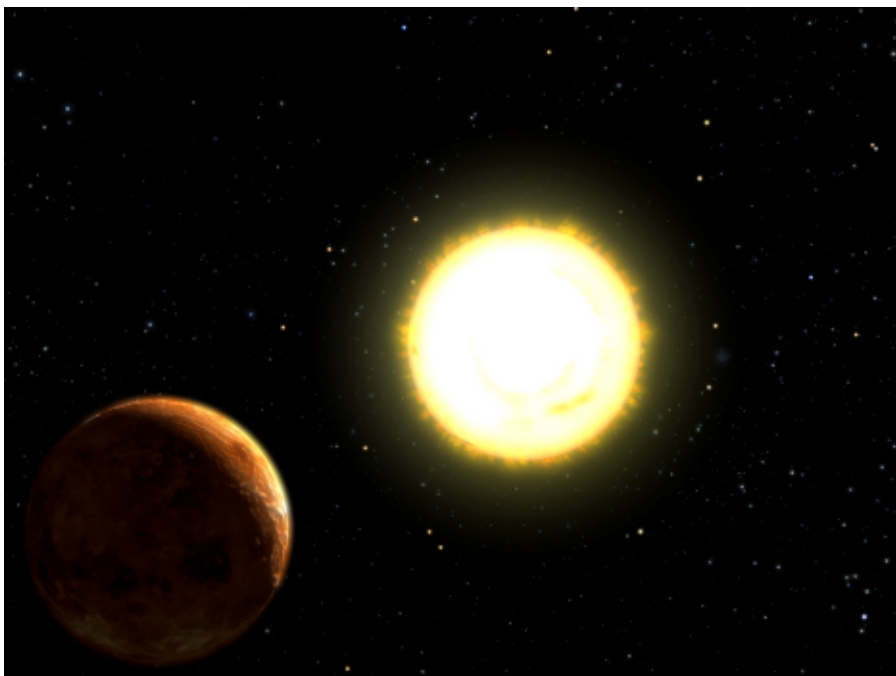
Na konci dubna oznámili Joshua N. Winn a jeho tým výsledky svého pozorování hvězdy 55 Cnc pomocí malého kosmického dalekohledu MOST. Z výsledků vyplývá, že jedna z pěti exoplanet v legendárním planetárním systému vykonává tranzity, ale to není zdaleka vše...

Planetární systém u hvězdy 55 Cnc patří k těm nejslavnějším. První oběžnice zde byla odhalena už v roce 1996 a do dnešních dní se astronomům podařilo u hvězdy se souhvězdí Raka objevit celkem pět planet. Dlouho se předpokládalo, že žádná z nich nevykonává tranzity. Kosmický dalekohled MOST ale prokázal, že 55 Cnc e před svou hvězdou přechází!

Joshua N. Winn a jeho tým odhadli poloměr exoplanety na 1,63 Země. Ze spektra mateřské hvězdy se už dříve podařilo určit hmotnost planety na 8,6 Země. Z těchto údajů by vyplývalo, že hustota 55 Cnc e je $10\,900 \pm 3\,100 \text{ kg/m}^3$, což je dvakrát více ve srovnání se Zemí. Exoplaneta 55 Cnc e by aspirovala na „nejhustší“ známou planetu.

Přelomový objev ještě ani pořádně nevychladl a se svou porci měření přispěl tým pod vedením B.-O. Demoryho. Na hvězdu 55 Cnc se podíval kosmickým dalekohledem Spitzer. Na základě pozorování v infračervené části spektra (4,5 mikrometru) byla odhadnuta velikost planety na $2,13 \pm 0,14$ poloměru Země, což je ve srovnání s měřením dalekohledu MOST o „půl Země“ více.

Tým také použil mírně odlišná spektroskopická data, z nichž byla odhadnuta hmotnost okolo 8 Zemí. Když dáme vše dohromady, kosmický dalekohled Spitzer odhadl hustotu exoplanety 55 Cnc e na 0,83 Země.



obr.11 Exoplaneta 55 Cnc e v představách malíře. Credit: NASA

Záhada se ovšem nekoná. Tým, který použil data z dalekohledu Spitzer, už v původní studii přispěchal s vysvětlením. Ve své práci použil jiný odhad povrchové teploty hvězdy, ze kterého byl určen její mírně odlišný poloměr. Zatímco dalekohled MOST pracoval s poloměrem 1,1 Slunce, jeho infračervený kolega Spitzer s poloměrem 0,95 Slunce. Díky těmto rozdílům pak vznikly i odlišné odhady poloměru exoplanety 55 Cnc e.

Kosmický dalekohled Spitzer pozoroval tranzit exoplanety 6. ledna letošního roku.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1105.0415>

SETI hledá signály u exoplanet od Keplera

Obří radioteleskop se zaměřil na exoplanetární kandidáty, objevené kosmickým dalekohledem Kepler. Najdou se v datech signály mimozemských civilizací?

Projekt SETI se už více než půl století snaží nalézt pomoci radioteleskopů signály mimozemských civilizací. V neděli 8. května to však bylo poprvé, kdy se některé obří ucho zaměřilo systematicky na objevené planety mimo Sluneční soustavu.

SETI se doslova a do písmene vrátilo ke svým kořenům – na Národní radio-astronomickou observatoř v Green Bank (Západní Virginia, USA). Zdejším radioteleskopem o průměru 26 m hledal v roce 1960 Frank Drake poprvé umělé mimozemské signály v rámci projektu Ozma, ze kterého později vznikl legendární nástupce SETI.

Největší zdejší anténa – 100 metrový radioteleskop Roberta C. Byrda se postupně podíval na zoubek 86 z 1235 exoplanetárních kandidátů, které dosud objevil kosmický dalekohled Kepler.

Radioteleskop se věnoval 86 exoplanetárním kandidátům celkem 24 hodin. Pozorování začalo 8. května a skončilo ke konci měsíce.

Andrew Siemion, jeden ze dvou lidí kteří mají pozorování na starosti, nám prozradil, že hvězdy s exoplanetárními kandidáty pozorují v párech. Mezi oběma hvězdami přepínají po 150 sekundách, přičemž každou z hvězd sledují celkově po dobu 600 sekund (5 minut). Přibližně 12 hodin bylo věnováno konkrétním hvězdám, dalších 12 hodin pak radioteleskop skenoval celé zorné pole kosmického dalekohledu Kepler v souhvězdích Labutě, Lyry a Draka. Jedná se přitom o docela velkou oblast oblohy o průměru 12 obloukových stupňů, což je asi 24 měsíčních úplňků.

Očekává se, že radioteleskop by měl vyprodukovat na 50 TB dat. Po zběžné analýze budou přibližně v červenci předány uživatelům SETI@home. Miliony lidí po celém světě budou na svém počítači analyzovat získaná data po dobu asi 9 měsíců. Běžná data, se kterými SETI@home pracuje, pocházejí z portorického radioteleskopu v Arecibo.

Na seznam 86 hvězd, u kterých Kepler objevil kandidáta (tedy nepotvrzenou exoplanetu) bylo zařazeno:

54 hvězd s kandidáty, kteří obíhají okolo své hvězdy v obyvatelné oblasti nebo jejím okolí. Nutnou podotknout, že většina těchto světů jsou plynní obři o hmotnosti a velikosti Neptuni či Jupiteru. Samozřejmě zde je možnost, že okolo některých z hmotnějších kandidátů obíhají měsíce s podmínkami k životu.

Dále 17 hvězd s kandidáty, na jejichž povrchu by měla být rovnovážná tep-

lota mezi -50 a 100°C . Rovnovážná teplota nereflktuje vliv atmosféry, takže skutečná teplota na povrchu případných kamenných planet bude větší. Možná vás napadne otázka, proč těchto 17 kandidátů není zařazeno na předešlém seznamu hvězd, u kterých byl odhalen kandidát v obyvatelné oblasti? Důvod je jednoduchý, u těchto kandidátů byl do okamžiku zveřejnění dat (únor 2011) pozorován pouze jeden tranzit. Veškeré údaje jsou tak pouze hrubě odhadnuty na základě doby tranzitu apod. To ovšem nebránilo lidem z Institutu SETI a Kalifornské univerzity v Berkeley, aby se na tyto kandidáty podívali. V tabulce níže tyto kandidáty označujeme číslem, které značí přibližnou rovnovážnou teplotu ve $^{\circ}\text{C}$. 14 kandidátů s oběžnou dobou větší než 50 dní a poloměrem menším než 3 Země.

Hvězda Kepler-10 s kamennou exoplanetou Kepler-10 b.



obr.12 Radioteleskop Roberta C. Byrda v Green Bank. Credit: NRAO

Pokud se chcete dozvědět podrobnosti o jednotlivých kandidátech, můžete si je vyhledat v únorovém odborném článku – odkaz (pdf). Kde přesně hledat a co jednotlivé údaje znamenají jsme vám napověděli v dřívějším článku – odkaz.

Seznam pozorovaných kandidátů najdete na:

Děkuji A. Siemionovi za poskytnutí cenných rad a V. Kocourovi za pomoc s přípravou rozhovoru.

Sluneční soustava

Vzácný Měsíc?

Tomáš Petrásek, vzdalenesvety.cz

Zastánci tzv. hypotézy vzácné Země předpokládají, že planety podobné té naší, potažmo biosféry podobné té naší, jsou v kosmu extrémně vzácné. Jedním z úhelných kamenů této představy je přesvědčení, že planeta podobná Zemi potřebuje měsíc podobný Měsíci – bez něj by neměla patřičné vlastnosti geologické (následky obřího impaktu, který Měsíc podle nejuznávanější teorie vytvořil), slapové (přilivové pohyby v oceánu) a zejména klimatické (dlouhodobě stabilní sklon osy rotace). Zejména v posledním zmíněném bodě nelze o významu Měsíce pro obyvatelost Země ani v nejmenším pochybovat. Bez něj by se sklon rotační osy Země chaoticky měnil, takže by mohl být tu nulový, tu zase blízký 90°. Podobně divoké výkyvy zažívá Mars, jehož drobné balvanovité měsíčky rotační osu stabilizovat nemohou. Zemská osa naproti tomu díky Měsíci kolísá jen o 1,3°. Dobře, Měsíc je velmi důležitý... je ale vzácný?

Terestrické planety Sluneční soustavy jen stěží mohou něco napovědět: Merkur a Venuše stabilní satelity mít nemohou kvůli slapovým silám Slunce, takže zbývají toliko Země a Mars. Trpasličí planety v Kuiperově pásu mají velké měsíce zcela běžně, ty ale vznikaly v dost odlišném prostředí než Země. Extrasolární měsíce zatím zůstávají mimo dosah přístrojů, takže jediným zdrojem informací o měsících jiných terestrických planet zůstávají počítačové simulace.

A právě na tento problém si nyní posvítili Elser a kol. (2011). Podle závěrů jejich studie se masivní satelity vyskytují u každé dvanácté terestrické planety.

Konkrétně řečeno, provedeno bylo 64 simulací vzniku sluneční soustavy. Při nich došlo v průměru ke vzniku 3 terestrických planet na jednu soustavu. V celém souboru nastalo 88 obřích impaktů, které vytvořily velký satelit. Tedy téměř polovina vzniklých planet získala rozměrný měsíc schopný stabilizovat rotační osu. Pokud by se kritéria zpřísnila tak, aby zahrnovala pouze planety hmotností blízké Zemi (přes 0,5 Me) s měsíci s hmotností přes polovinu hmotnosti Měsíce, vznikne žádoucí výsledek jen v 1/12 případů. V závislosti na parametrech simulace se tento podíl může měnit od pesimistických 1/45 až po 1/4.

Pokud je správný střední odhad, potom by zhruba každá desátá Zemi podobná planeta měla mít rotaci stabilizovanou hmotným měsícem. Pokud je to pravda, a uvážíme-li, že terestrických planet je v naší Galaxii podle všeho poměrně hodně, potom soustava Země-Měsíc rozhodně není ničím extrémně ojedinělým.

Zdroje:

http://www.centaury-dreams.org/?p=18183&utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=simulating-moons-around-terrestrial-planets
http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1105/1105.4616v1.pdf

Nové exoplanety

HD 38283 b: tento způsob obyvatelné oblasti zdá se nám poněkud nevhodný

Projekt Anglo-Australian Planet Search (AAPS) už má na svém kontě objev několika planet mimo Sluneční soustavu. Na seznam úlovků nyní přibyla exoplaneta HD 38283 b, která má hmotnost asi 0,36 Jupiteru, což je přibližně srovnatelné s naším Saturnem. Exoplaneta byla objevena metodou měření radiálních rychlostí a podle všeho nevykonává tranzity, takže poloměr a hustotu planety nezjistíme. Velká poloosa oběžné dráhy planety dosahuje 1,02 AU, což je o chloupek více ve srovnání se Zemí. Mateřská hvězda je v tomto případě členkou spektrální třídy F.

Za normálních okolností by objev planety v obyvatelné oblasti vyvolal obrovský poprask v oboru. HD 38283 b je ale plynným obrem, takže vodu v kapalném skupenství nemáme v jejím případě kde hledat. V úvahu připadají snad jen hypotetické měsíce planety. Jestli má HD 38283 b nějaké satelity, se ovšem jen tak nedozvíme, neboť šanci na nalezení exoměsíců dává v nejbližších letech především tranzitní fotometrie a HD 38283 b před svou hvězdou z našeho pohledu nepřechází.

V případě planet o hmotnosti Saturnu se příliš neočekává existence exoměsíce o hmotnosti, která zajistí přítomnost atmosféry a magnetického pole. Kdybychom však popustili uzdu fantazii a přítomnost podobného měsíce připustili, pak jeho obyvatelé na tom zrovna dvakrát dobře nebudou.

HD 38283 b sice oficiálně obíhá okolo mateřské hvězdy v obyvatelné oblasti s periodou 363,2 dní ale po značně protáhlé eliptické dráze s výstředností $e = 0,41 \pm 0,16$. Nejbliže se tak planeta dostane ke svému slunci na vzdálenosti 0,6 AU, což je blíže než se nachází oběžná dráha Venuše (0,72 AU) a nejdále se podívá do vzdálenosti 1,4 AU, což je už téměř na dostřel dráhy Marsu (1,52 AU).

Obyvatelná oblast by u této hvězdy měla ležet mezi 1,29 a 1,88 AU, takže planeta se do ní na své dráze dostane jen krátce.

Zdroj:

<http://iopscience.iop.org/0004-637X/732/1/31>

.....

Nové exoplanety od SuperWASP: rekordmanka, pивní dalekohled v akci a potvrzený objev

Jeden z nejuspěšnějších lovců exoplanet – projekt SuperWASP představil v polovině dubna nové a poměrně zajímavé objevy z říše horkých Jupiterů. Mezi novými úlovkami tranzitní fotometrie je exoplaneta s nálepkou rekordmana, hvězda chudá na kovy a potvrzený objev exoplanety HAT-P-30 b.

WASP-43 b – rekordně blízko

WASP-43 je poměrně běžnou hvězdou spektrální třídy K (oranžový trpaslík) o hmotnosti asi 0,6 Slunce. Ve srovnání s naší mateřskou hvězdou má nižší povrchovou teplotu, která byla odhadnuta na 4 400 K. Astronomům se rovněž podařilo odhadnout dobu rotace hvězdy na 15,6 dní, což je zhruba polovina ve srovnání se Sluncem.

Nás ovšem bude více zajímat oběžnice hvězdy WASP-43. Jedná se zástupce třídy horkých Jupiterů. Zatímco hmotnost planety byla odhadnuta na 1,8 Jupiteru, poloměr WASP-43 b je jen 0,9 Jupiteru. Pokud není v datech nějaký ten šotek, máme před sebou horkého Jupitera o 2,2x větší hustotě ve srovnání s největší planetou Sluneční soustavy.

Zajímavé jsou ovšem i orbitální parametry WASP-43 b. Okolo své hvězdy obíhá exoplaneta s periodou jen 19,5 hodin, takže léta do důchodu by vám zde utíkala velmi rychle. Pokud jde o oběžnou dobu, nejedná se o rekord mezi horkými Jupitery či exoplanetami obecně. Nejkratší dobu trvá rok na exoplanetě WASP-19 b (18,9 hodin). WASP-43 b ovšem poskočila do čela horkých Jupiterů s nejmenší velkou poloosou. Okolo svého slunce obíhá ve vzdálenosti jen 0,014 AU, což je téměř 72x blíže, než obíhá Země kolem Slunce. V žebříčku všech exoplanet s ní soupeří už jen super-Země GJ 1214 b s velkou poloosou také okolo 0,014 AU.

Kromě samotných kamer projekt SuperWASP byl tranzit exoplanety pozorován zejména novým dalekohledem TRAPPIST, o jehož spuštění jsme psali zde: <http://www.exoplanety.cz/2010/06/pivo-a-exoplanety-trappist/>

Spektrální data, ze kterých se mimo jiné vyčetla hmotnost exoplanety, byla získána spektrografem CORALIE na 1,2 Eulerově dalekohledu v Chile.

Existence WASP-43 b patří mezi mírná překvapení. Většina horkých Jupiterů sice už z neoficiální definice obíhá blízko od své hvězdy, ale ne zase až tak moc blízko. Podle autorů studie, kterou vedl Coel Hellier (Astrophysics Group, Keele University), se většina horkých Jupiterů pohybuje okolo své hvězdy s periodou 3 až 4 dní. Tak blízko, jako byla nalezena WASP-43 b, se nachází o dva řády méně horkých Jupiterů. Například mezi 1235 kandidáty z kosmického dalekohledu Kepler není ani jeden s parametry jako má WASP-43 b nebo WASP-19 b.

WASP-35 b

WASP-35 je naopak zástupcem nafouklejších horkých Jupiterů. Má hmotnost 0,72 Jupiteru a poloměr 1,3 Jupiteru. Okolo svého slunce obíhá s periodou 3,16 dní. Astronomky zaujala především mateřská hvězda, která má velikost a hmotnost srovnatelnou se Sluncem, ale je poměrně chudá na kovy, což v astronomické hantýrce znamená, že obsahuje málo prvků těžších než vodík a hélium.

WASP-48 b

Jedná se exoplanetu s hmotností srovnatelnou s Jupiterem ale s poloměrem 1,7x větším. Okolo své mateřské hvězdy obíhá s periodou 2,14 dní.

WASP-51 b

Třetím úlovkem je exoplaneta WASP-51 b, která ovšem není novým přírůstkem do katalogu exoplanet. Již dříve tuto exoplanetu objevil konkurenční projekt HATNet a je evidována pod označením HAT-P-30 b. Kolegové ze SuperWASP tak potvrdili existenci této oběžnice a přišli se svými, mírně odlišnými údaji. Není to rozhodně poprvé a asi ani naposled, kdy tyto dva projekty objevily stejnou exoplanetu nezávisle na sobě. Pro zajímavost nabízíme srovnání výsledků z obou projektů.

SuperWASP:

Hmotnost: 0,76 Mj, Poloměr: 1,42, Oběžná doba: 2,81 dní

HATNet:

Hmotnost: 0,71 Mj, Poloměr: 1,34, Oběžná doba: 2,81 dní

Článek o objevu HAT-P-30 b naleznete v minulém díle Gliese nebo zde: <http://www.exoplanety.cz/2011/03/hat-p-30-b/>

V květnu pak přibyly od stejného projektu další tři exoplanety. O objev se postaraly kamery projektu v JAR, hmotnost exoplanet a vlastnosti hvězd byly získány spektrografem CORALIE na 1,2 m Eulerově dalekohledu v Chile.

WASP-44 b

Jedná se o exoplanetu o hmotnosti 0,89 Jupiteru a poloměru 1,14 Jupiteru. Planeta obíhá okolo hvězdy spektrální třídy G8V s periodou 2,42 dní.

WASP-45 b

Je nepatrně menším planetárním světem s hmotností srovnatelnou s Jupiterem ale poloměrem o chloupek větším (1,16 Jupiteru). Mateřskou hvězdou je v tomto případě aktivní oranžový trpaslík spektrální třídy K2V. Oběžná doba WASP-45 b činí 3,13 dní.

WASP-46 b

Nejhmotnější z nových přírůstků do rodiny tranzitujících exoplanet. Hmotnost WASP-46 byla odhadnuta na základě 16 pozorování spektrografu CORALIE na 2,1 Jupiteru. Ve srovnání s největší planetou Sluneční soustavy je WASP-46 b jen o třetinu větší.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1104.2827>

<http://arxiv.org/abs/1104.2823>

<http://arxiv.org/abs/1105.3179>

HIP 5158: planetární systém, kde se fantazii meze nekladou

F. Feroz a jeho kolegové z Astrofyzikální skupiny (Cavendish Laboratory, Cambridge, VB) analyzovali data ze spektrografu HARPS, který je instalován na 3,6 m dalekohledu na observatoři La Silla v Chile a objevili dva objekty u hvězdy HIP 5158. Jedná se však o poměrně nejisté výsledky.

HIP 5158 je hvězdou spektrální třídy K o hmotnosti asi 0,8 Slunce. Na obloze bychom ji našli v souhvězdí Velryby jako objekt desáté hvězdné velikosti. Už

v roce 2009 se podařilo ze spektrálních dat vylovit exoplanetu HIP 5158 b. Dle měření radiálních rychlostí by měla exoplaneta obíhat okolo hvězdy ve vzdálenosti 0,89 AU po dosti protáhlé eliptické dráze (výstřednost 0,54) s periodou 345 dní.

Podle nové analýzy se však zdá, že HIP 5158 b o hmotnosti nejméně 0,89 Jupiteru není osamocená. Okolo hvězdy s největší pravděpodobností obíhá ještě nejméně jeden objekt.

Podle výsledků analýzy probíhá změna radiálních rychlostí HIP 5158 c s amplitudou asi $170,54 \pm 110,17$ a to je opravdu velký rozptyl.

Nikoho proto nepřekvapí, že oběžnou dráhu objektu HIP 5158 c pouze odhadujeme na $9\,018 \pm 3\,181$ dní. Ještě horší je to s hmotností objektu, která byla odhadnuta na $15,04 \pm 10,55$ Jupiteru. HIP 5158 c tak může být jak plynným planetárním obrem, tak hnědým trpaslíkem.

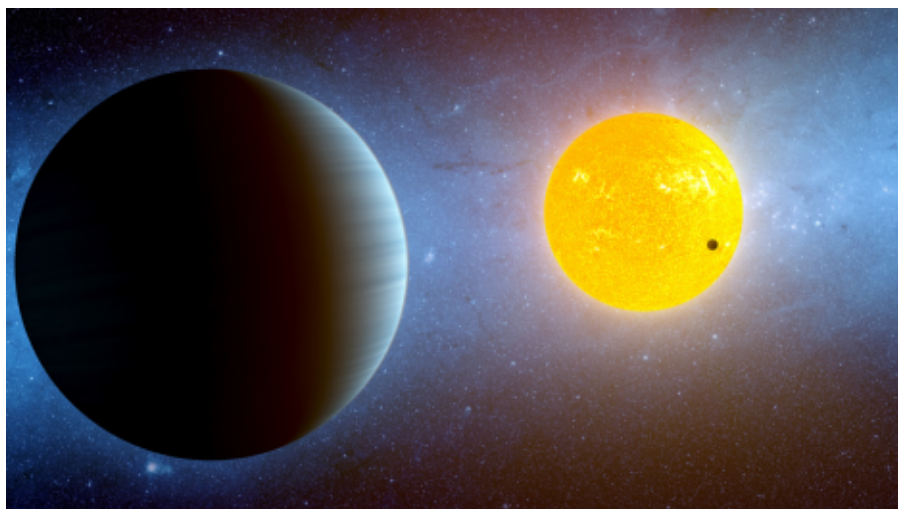
Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1105.1150>

Kepler-10 c: vlídnější tvář pekla

V lednu letošního roku byl na sjezdu Americké astronomické společnosti v Seattlu představen objev pekelně horké exoplanety zemského typu Kepler-10 b (viz článek). Tento týden se vědci scházejí na dalším kongresu Americké astronomické společnosti, který se tentokrát koná v Bostonu. Tým okolo Keplera i zde prezentuje své nejnovější výsledky. Hlavním sdělením je objev druhé planety u hvězdy Kepler-10.

Exoplaneta Kepler-10 c je větší než její sestra. Poloměr se odhaduje na 2,2 Země. Okolo mateřské hvězdy také obíhá ve větší vzdálenosti (0,2 AU) s periodou 42 dní. Zatímco Kepler-10 b je pekelným světem, na jehož povrchu se pohybuje teplota okolo $1\,550^\circ\text{C}$, její sestra je v tomto ohledu vlídnější. Na povrchu Kepler-10 c by nás přivítala teplota okolo 200°C . Ačkoliv v těchto případech se jedná pouze o hrubý odhad (bez znalosti albeda) rovnovážné teploty, která nezahrnuje vliv atmosféry. Zatímco v případě Kepler-10 c lze o atmosféře reálně diskutovat, u Kepler-10 b se její existence vzhledem k extrémně malé vzdálenosti od hvězdy neočekává.



obr.13 Exoplaneta Kepler-10 c v představách malíře. Credit: NASA

Na potvrzení existence exoplanety se tentokrát podílel i kosmický dalekohled Spitzer. Spektroskopická data a tedy radiální rychlosti mateřské hvězdy nejsou bohužel k dispozici, takže hmotnost nového světa lze pouze odhadovat na méně než 20 Zemí.

Animace oběžné dráhy: <http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/kepler10c/>

Zdroj:

<http://www.spitzer.caltech.edu/news/1271-feature11-03-Planet-Check->

HATNet: Nové tranzitující exoplanety

Největším pozemským konkurentem SuperWASP je americký projekt s maďarskými kořeny HATNet. Ten v polovině června přidal do katalogů exoplanet další tři kousky:

HAT-P-32 b

Nafouklý horký Jupiter o hmotnosti 0,9 M_J ale poloměru 2x větším ve srovnání s Jupiterem. Okolo hvězdy obíhá s periodou 2,1 dní.

HAT-P-33 b

Typický horký Jupiter o hmotnosti 0,76 Mj má poněkud nafouklejší proporce o poloměru 1,8 Jupiteru. Okolo svého slunce obíhá s periodou 3,4 dní po mírné protáhlé eliptické dráze.

HAT-P-31 b

HAT-P-31 b je takovým malým průkopníkem. Jedná se o první exoplanetu v rámci projektu HATNet, která byla objevena bez nutnosti použití následných fotometrických pozorování, což na první pohled zvyšuje efektivitu tohoto lovců exoplanet, ale ne vždy je tento postu použitelný. Získané světelné křivky samozřejmě nejsou tak přesné.

Jedná se o hustou planetu s poloměrem jako Jupiter ale hmotnosti více než 2x větší. Oběžná doba HAT-P-31 b je 5 dní.

Modelování radiálních rychlostí mateřské hvězdy ukazují na existenci druhé planety o hmotnosti nejméně 2,8 Jupiteru a oběžnou dobou více než 2,8 let.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1106.1212>

<http://arxiv.org/abs/1106.1169>

Pozemské dalekohledy se zakously do objevů Keplera

Od února letošního roku jsou kompletní data z prvních čtyř měsíců pozorování kosmického dalekohledu Kepler dostupná veřejnosti. Špičkové týmy se proto vrhly na ověřování existence některých objevených kandidátů a to samozřejmě v rámci současných technických možností. Už koncem loňského roku bylo oznámeno potvrzení prvního kandidáta nezávislým týmem. Spektrální data kandidáta KOI-428 b získal spektrograf SOPHIE, který je instalován na 1,93 m dalekohledu observatoře Haute Provence ve Francii. Stejným dalekohledem byla v roce 1995 objevena první exoplaneta u hvězdy hlavní posloupnosti. SOPHIE

nyní přidal další objev.

V odborném článku zveřejnili vědci podrobnosti o měření radiálních rychlostí čtyř hvězd, u nichž Kepler objevil kandidáty na exoplanety. Jedná se o objekty Keplerova zájmu: KOI-428, KOI-410, KOI-552 a KOI-423. O prvně jmenovaném už byla řeč (viz [článek z ledna](#)).

V případě KOI-410 dochází ke změnám radiální rychlosti v řádu maximálně 120 m/s, což by napovídalo existenci exoplanety o hmotnosti 3,4 Jupiteru. Křivka radiálních rychlostí vykazuje určité anomálie, takže bude potřeba dalších pozorování.

Hvězda s označením KOI-552 byla pozorována spektrografem SOPHIE celkem dvakrát. V křivce radiálních rychlostí lze pozorovat poměrně velké rozdíly. Astronomové nicméně odhadli, že KOI-552 b má velkou hmotnost na úrovni červených trpaslíků. Tomu však neodpovídají data z Keplera, která ukazují na objekt o poloměru Jupiteru, což je na červeného trpaslíka příliš málo.

KOI-423 b: nový hnědý trpaslík

KOI-423 b má sice dle Keplera poloměr 1,22 Jupiteru ale z výsledků měření radiálních rychlostí vyplývá hmotnost 18 Jupiterů, což je hodnota typická spíše pro hnědé trpaslíky. KOI-423 b obíhá okolo hvězdy spektrální třídy F s periodou 21 dní.

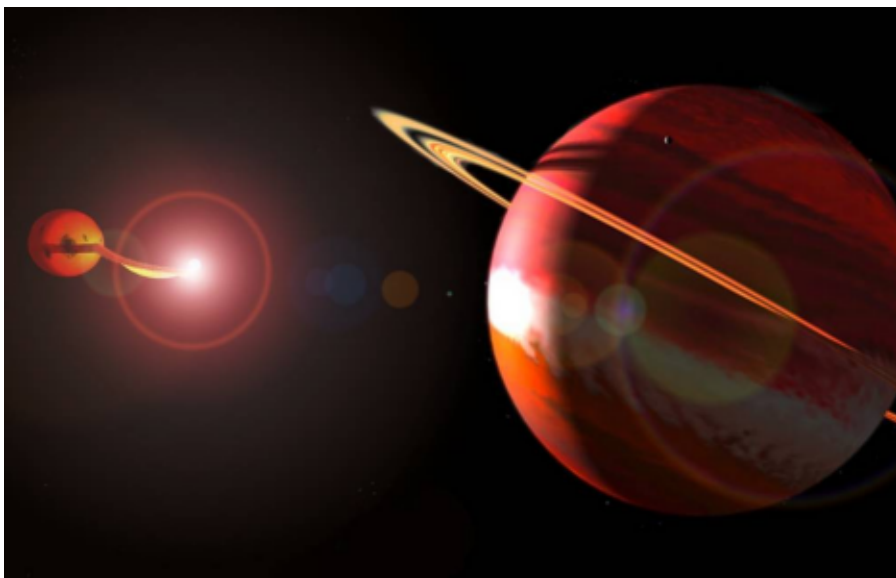
Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1106.3225>

.....

UZ For(ab): dva rodiče, dvě planety a spousta smrtícího záření k tomu

Rozmanitost planetárních systémů je zdá se nekonečná. V poslední době si už pomalu začínáme zvykat i na objevy exoplanet u kataklyzmických proměnných hvězd. Na jaře letošního roku jsme psali o pravděpodobném systému u dvojhvězdy HU Aqr v souhvězdí Vodnáře, dnes zde máme objev jako přes kopírák z jižního souhvězdí Pece.



obr.14 Planetární systém u dvojhvězdy UZ For(ab) v představách malíře. Zdroj: Physorg.com

UZ For(ab) je jedním z typických polarů – dvojhvězdy, u které byste dovolenou rozhodně trávit nechtěli. Primární složkou je bílý trpaslík o hmotnosti 0,7 Slunce, který obíhá okolo společného těžiště s červeným trpaslíkem o hmotnosti 0,14 Slunce. Z méně hmotné hvězdy přetéká materiál na bílého trpaslíka, kde je rozpálen na miliony Kelvinů. Nevšední pářeček zásobuje své okolí poměrně vydatnou sprškou rentgenová záření. Obě hvězdy se z našeho pohledu vzájemně zakrývají, takže můžeme pozorováním změn jasnosti dvojhvězdy velmi dobře určit oběžnou dobu. Z výsledků vyplývá, že obě složky se kolem společného těžiště pohybují s periodou 2,1 hodin.

Mezinárodní tým astronomů pozoroval zákryty pomoci dalekohledu SALT v Jižní Africe a jak už to tak v astronomii bývá, sáhl i do archivu pro některá starší pozorování. K dispozici měli vědci poměrně přesná data za posledních 27 let a to nejen z pozemských ale i kosmických dalekohledů a družic (Hubblův dalekohled, Swift, ROSAT aj.).

Z nových i archivních dat se podařilo zjistit, že perioda oběhu není konstantní, ale mění se v řádu desítek sekund. Taková odchylka naznačuje existenci dvou exoplanet, které gravitací narušují poklidný oběh svých rodičů.

Exoplanety mají mít dle hrubého odhadu hmotnost 7,7 a 6,3 Jupiteru a obíhat ve vzdálenostech 2,8 a 5,9 AU s oběžnými dobami 1900 ± 90 a 5800 ± 1100 dní.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1106.1404>

<http://www.physorg.com/news/2011-06-astronomers-evidence-strange-planetary.html>

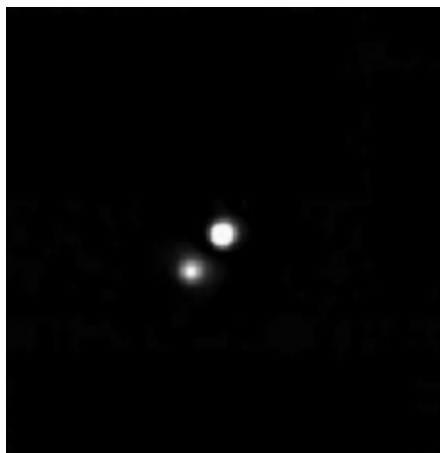
.....

Dalekohled Kepler objevil exoplanetu u vizuální dvojhvězdy

Tým okolo kosmického dalekohledu Kepler oznámil objev exoplanety u vizuální dvojhvězdy. Kepler-14 b (KOI-98.01) měl světlo světa potvrzených objevů spatřit už v lednu 2010 společně s dalšími pěti úlovky. Během následných pozorování se však zjistilo, že exoplaneta obíhá okolo hvězdy, jež je patrně součástí binárního systému.

Kepler-14 (KOI-98) je hvězdou spektrální třídy F o hmotnosti 1,5 a velikosti dvou Sluncí. Teprve při následných pozorováních se zjistilo, že mateřská hvězda je součástí vizuální dvojhvězdy. V praxi to znamená, že hvězda patrně obíhá okolo společného těžiště s další hvězdou. Obě složky dokážeme rozeznat dalekohledem (proto vizuální dvojhvězda). Běžnější jsou tzv. spektroskopické dvojhvězdy, které lze od sebe rozlišit pouze prostřednictvím spektra.

Pokud exoplaneta obíhá okolo hvězdy, která má hvězdného společníka a nevíme o tom, jsou veškeré výsledné parametry planety (hmotnost, poloměr) zatíženy značnou chybou. Důvod? Představme si situaci, kdy dvě hvězdy bereme jako jednu. Díky tomu podrobíme průzkumu světlo z obou hvězd, což je samozřejmě špatně, neboť potřebujeme pozorovat a brát v úvahu pouze tu hvězdu, okolo které exoplaneta obíhá.



obr.15 Kepler-14 se svým pravděpodobným společníkem, který je pouze o cca 0,5 mag méně jasný. Credit: L. A. Buchhave a kol.

Kepler-14 b je horkým Jupiterem o hmotnosti 8,4 Jupiteru ale poloměru jen 1,14 Jupiteru. Máme tak před sebou patrně jednu z nejhustších planet ($7\ 100 \pm 1\ 100\ \text{kg/m}^3$). Okolo svého slunce obíhá planeta s periodou 6,79 dní.

Pozorování mateřské hvězdy za účelem získání přesných spektrálních i fotometrických údajů se zúčastnila řada pozemských dalekohledů, zapojených do následných pozorování objevů Keplera. V srpnu 2010 se na hvězdu podíval také kosmický dalekohled Spitzer.

Obě složky dvojhvězdy se od sebe nachází ve vzdálenosti necelých 0,3 obloukových vteřin, takže k jejich rozlišení bychom potřebovali dalekohled o průměru alespoň 50 centimetrů. Spektroskopická pozorování nejsou příliš průkazná, takže nemáme absolutní jistotu, že obě hvězdy jsou skutečně gravitačně vázány.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1106.5510>

CoRoT objevil nové exoplanety

Ve dnech 14. až 17. června se v Marseille konalo druhé sympozium, věnované výsledkům kosmického dalekohledu CoRoT. Na setkání byly představeny i nové exoplanety, které CoRoT objevil.

CoRoT je starším a menším kolegou kosmického dalekohledu Kepler. Zatímco slavnější z dvojice je provozován NASA, CoRoT vlastní z 80% Francie. Kromě země galského kohouta se na projektu podílejí vědecké instituce z Rakouska, Španělska, Německa, Belgie a Brazílie. To vše pod záštitou Evropské kosmické agentury.

CoRoT hledá exoplanety stejně jako Kepler tranzitní metodou. Vybaven je zrcadlem o průměru 27 cm a do vesmíru se vydal z kosmodromu Bajkonur 27. prosince 2006. Zatímco Kepler obíhá okolo Slunce po heliocentrické dráze, CoRoT byl naveden na polární oběžnou dráhu kolem matičky Země. To se odráží i ve výběru zorného pole. Kepler bude po celou dobu trvání mise pozorovat stejnou oblast na obloze, zatímco CoRoT se musí jednou za přibližně 150 dní přeorientovat na jinou část nebe. Vybrány jsou tak dvě hlavní oblasti, kterým se CoRoT věnuje po dobu 150 dní, zbývající čas během roku vyplňuje pozorování menších doplňkových regionů. Dosud objevené exoplanety nebo spíše jejich mateřské hvězdy se nacházejí v souhvězdích Jednorozce, Orla a Hada.

Kosmický dalekohled CoRoT do letošního června objevil 16 objektů, přičemž jeden z nich má hmotnost přes 21 Jupiterů a je tak spíše hnědým trpaslíkem.

K těmto 15 exoplanetám nyní přibývají další:

CoRoT-18 b

Jedná se o velmi hmotného horkého Jupitera o odhadované hmotnosti 3,47 Jupiteru a poloměru 1,36 Jupiteru. Hustota tohoto pekelně horkého světa dosahuje hodnoty okolo 1700 kg/m³, což je asi 1,3x více ve srovnání s největší planetou Sluneční soustavy.

CoRoT-18 b obíhá okolo hvězdy podobné našemu Slunci s periodou jen 1,9 dní. Mateřská hvězda má sice podobnou hmotnost a velikost jako Slunce, okolo své osy však rotuje výrazně rychleji s periodou jen 5,4 dní. Na základě Rossiterova-McLaughlinova efektu (viz článek - <http://www.exoplanety.cz/2011/01/sklonene-obezne-roviny-exoplanet-jsou-vice-sexy/>) se podařilo zjistit, že rovina oběžné dráhy exoplanety je téměř shodná s rovinou rovníku mateřské hvězdy.

CoRoT-19 b

Druhým objevem je plynný obr CoRoT-19 b, který obíhá okolo postarší hvězdy spektrální třídy F9V s periodou čtyř dní. Mateřská hvězda má hmotnost 1,2 a rá-

dius 1,65 Slunce. Exoplaneta CoRoT-19 b je typickým představitelem nafouklého horkého Jupitera. Hmotnost byla měřením radiálních rychlostí odhadnuta na 1,14 Jupiteru, poloměr je však ve srovnání s Jupiterem 1,45x větší, což dává výslednou hustotu 510 kg/m³.

CoRoT-20 b

Planeta obíhá okolo hvězdy podobné Slunci po značně protáhlé eliptické dráze s výstředností 0,52 a periodou 9,24 dní. CoRoT-20 b má hmotnost 4,2 Jupiteru ale poloměr jen 0,8 Jupiteru. Hustota planety by měla být okolo 6000 kg/m³, což je asi 4,6x více ve srovnání s Jupiterem. Jedná se o jednu z nejhustších známých exoplanet.

CoRoT-21 b

Exoplaneta obíhá okolo hvězdy spektrální třídy FIV8, kterou nalezneme v souhvězdí Jednorozce. Objekt byl objeven během pozorování dalekohledu CoRoT v období mezi říjnem 2007 a březnem 2008. Radiální rychlosti byly získány počátkem roku 2010 dalekohledem Keck na Havaji. Hmotnost exoplanety byla odhadnuta na 2,53 Jupiteru, poloměr pak na 1,3 Jupiteru. Bude se tedy jednat o další poměrně hustou exoplanetu (1500 kg/m³). Okolo svého slunce obíhá CoRoT-21 b s periodou 2,7 dní.

CoRoT-22 b

Zatím levituje ve stádiu nepotvrzeného objevu. Hmotnost exoplanety lze jen odhadnout na více než 0,15 Jupiteru. Údaj o velikosti planety už k dispozici máme díky tranzitní fotometrii dalekohledu CoRoT. Poloměr exoplanety CoRoT-22 b by měl dosahovat hodnoty okolo 0,52 Jupiteru. Planeta obíhá hvězdu podobnou Slunci s periodou 9,7 dní a to pravděpodobně po značně protáhlé dráze.

CoRoT-23 b

Další hustý horký Jupiter s hmotností 2,8 Mj a poloměrem 1,05 Rj obíhá okolo své hvězdy s periodou 3,6 dní.

CoRoT-24 b a CoRoT-24 c

CoRoT patrně objevil další systém s více než jednou planetou. Oba přírůstky jsou zatím v pozici pouhých kandidátů, neboť chybí ověření jejich existence metodou měření radiálních rychlostí. Díky tomu lze pouze odhadnout hmotnosti na více než 0,1 respektive 0,17 Jupiteru. Poloměry obou exoplanet jsou 0,23 a 0,38 Jupiteru. Vzhledem k oběžným dobám 5,11 a 11,7 dní a předpokládané velikosti je můžeme zařadit mezi horké Neptuny. Potvrzení obou kandidátů je

pouhou otázkou času, neboť na pozemských dalekohledech se radiální rychlosti v tuto chvíli pilně měří.

Situace na trhu

Metoda	Exoplanety	Planetární systémy	Multiplanetární systémy	
Měření radiálních rychlostí		513	431	51
Tranzitní metoda		141	133	11
Mikročočky		14	13	1
Přímé zobrazení		24	21	1
Pulsary		13	8	4

Tabulka 2 Počty exoplanet detekované jednotlivými metodami k 30. červnu 2011

Celkový počet známých exoplanet k 30. červnu 2011: 564

Za uplynulé 3 měsíce přibylo 28 nových exoplanet.

Poznámka: Tabulka udává počty detekovaných exoplanet jednotlivými metodami. Jedna exoplaneta může být postupně detekována dvěma a více metodami, např. všechny exoplanety, objevené metodou tranzitní fotometrie byly pozorovány také metodou měření radiálních rychlostí. Kombinací metod se o exoplanetě zjistí více informací.

Zdroj: <http://www.exoplanet.eu/catalog.php>

