



GLIESE

Časopis o exoplanetách a astrobiologii



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 2/2012

Vydavatel: Petr Kubala

Web: www.exoplanety.cz/gliese/

E-mail: gliese@exoplanety.cz

Jaz. korektury: Květoslav Beran

Návrh layoutu: Michal Hlavatý, *Scribus*

Návrh Loga: Petr Valach, Mikuláš Pätoprstý

Uzávěrka: 31. března 2012

Vyšlo: 9. dubna 2012

Další číslo: ~ 9. července 2012

ISSN: 1803-151X

OBSAH

Úvodník	5
Téma: Exoplanety u trojhvězd: normální super-rychlé	6
Ze světa exoplanet	9
Evropa došla na špatnou PR politiku, objev roku vyfoukli Američani	9
Beta Pictoris b: 8 let pozorování oběhu exoplanety	11
Více než 50 exoplanet bylo proměřeno díky Rossiterově-McLaughlinově efektu	13
Našli astronomové prstenec exoplanety?	14
Nezávislý tým potvrzuje: Fomalhaut b neexistuje!	15
Obrázek: západ slunce na nejznámější exoplanetě	16
Ve kterém souhvězdí je nejvíce exoplanet?	18
Nadšenci se složili na nalezení exoměsíců	18
Vesmírné „kdyby“: v Gliese 581 se život po planetách neroznáší	19
Leží klíč k exoplanetám uvnitř Sluneční soustavy?	20
Dalekohled Herschel se podíval na disk u hnědého trpaslíka	23
Česko-slovenský objev: exoplanety ovlivňují chromosféru hvězdy	24
Vázaná rotace a obyvatelnost planet u červených trpaslíků	24
V obyvatelných oblastech červených trpaslíků jsou desítky miliard exoplanet	26
Lovci exoplanet	28
Podrobnosti o lovcích planetárních porodnic	28
NASA zveřejnila podrobnosti o kandidátech, které objevil Kepler	29
Astrobiologie	32
ESO objevila život na Zemi, pomohl Měsíc	32
Sluneční soustava	34
Led na Merkuru	34
Seismická aktivita současného Marsu	35

Dvě tváře písečných dun na povrchu Titanu	37
Nové exoplanety: radiální rychlosti	39
RR Cae b: další exoplaneta u dvojhvězdy?	39
HIP 11952: jeden z nejstarších planetárních systémů v Galaxii?	39
GJ 433: zajímavá planeta na vzdálené dráze	41
Nové exoplanety: tranzitní fotometrie	42
HAT-P-34 b: hmotná planeta na výstředné dráze	42
HAT-P-38 b: dvojče Saturnu	43
Nové exoplanety: tranzitní fotometrie - Kepler	44
Kepler objevil 26 nových exoplanet	44
Amatéri objevili dvě nové exoplanety	46
KOI-13 b: masivní exoplaneta, která deformuje svou hvězdu	47
KOI-284: našel Kepler opravdovou planetární rodinu?	47
Kepler našel exoplanety menší než Země u sestry Barnardovy šipky	48
Kepler-16, Kepler-34 a Kepler-35: Tatooine z Hvězdných válek třikrát jinak	50
Situace na trhu	52

Úvodník

Uplynulé tři měsíce byly především ve znamení dění v exoplanetárním zákulisí. Po uzávěrce tohoto čísla přišla zpráva o prodloužení mise dalekohledu Kepler, který by měl na heliocentrické dráze vydržet do fiskálního roku 2016 a to včetně, což znamená někdy do podzimu 2016.

Američané vyfoukli zajímavý objev exoplanety GJ 667 C c svým evropským kolegům a tým Keplera zveřejnil podrobnější informace o dosud nalezených kandidátech. David Kipping a jeho kolegové mezi tím rozjízďejí hledání exoměsíců. Uvidíme, jak si v této oblasti povedou a zda se nám během příštích dvou, tří let zrodí nový, plnohodnotný obor.

PK

Titulní stránka: Západ slunce nebo spíše sluncí na exoplaneta GJ 667 C c, která obíhá okolo červeného trpaslíka v obyvatelné oblasti. Mateřská hvězda je součástí trojhvězdy. Credit: ESO/L. Calçada

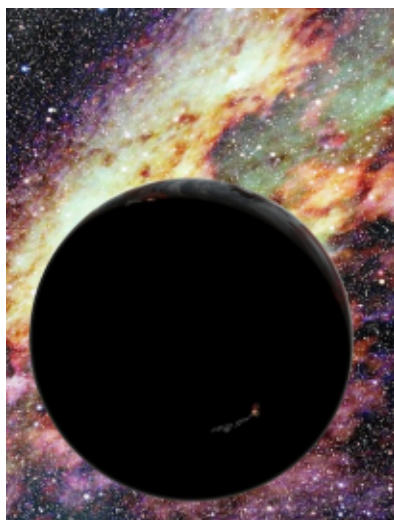


Téma: Exoplanety u trojhvězd: normální super-rychlé

Sedíte doma na pohovce, sledujete televizi a cpete se brambůrky.... V tom vás někdo okřikne, že máte málo pohybu. To ale není zase tak docela pravda, neboť v teoretické rovině (která ovšem kila dolů neshazuje) se pohybujete více než dost. Země se otáčí kolem své osy, obíhá okolo Slunce, které samo obíhá okolo jádra Galaxie.... jen naše planeta se okolo Slunce pohybuje rychlostí 30 km/s, což je asi 108 000 km/h. Můžete se to zdát hodně, ale horcí Jupiteri s oběžnou dobou jen v řádu desítek hodin, obíhají okolo svých hvězd ještě podstatně rychleji.

Podle simulací však mohou existovat planety, pohybující se vesmírem rychlostí až 48 milionů km/h nebo také 13 300 km/s! To jsou 4% rychlosti světla!

Už v roce 2005 našli astronomové hvězdu, které dodala impuls supermasivní černá díra v centru Galaxie. Hvězda díky tomuto gravitačnímu praku nabrala rychlost 3,2 milionů kilometrů za hodinu.



obr.1 Katapultovaná planeta v představách malíře. Credit: David A. Aguilar (CfA)

Idan Ginsburg (Dartmouth College) se svými kolegy provedl simulaci, jejímž cílem bylo zjistit, co by podobný gravitační kopanec udělal s planetou. Na paškál si jako model vzali binární systémy – tedy případ, kdy dvě a více hvězd obíhá okolo společného těžiště. Planety už u vícenásobných systémů objeveny byly a to jak u dvojhvězd, tak u trojhvězd. V případě dvojhvězd byly dokonce naleze-

ny planety v obou konfiguracích, kdy planeta obíhala okolo jedné z hvězd nebo okolo obou hvězd současně.

Dle simulace by jedna z hvězd zůstala na oběžné dráze černé díry, zatímco druhá by byla i se svými planetami katapultována ven z Galaxie. Pokud bychom chtěli být konkrétnější, pak v případě dvojhvězd, existuje pravděpodobnost 40%, že bude planeta vymrštěna ven z Galaxie, u čtyřnásobného hvězdného systému má planeta šanci dokonce 70%.

Takovéto katapultované planety se v průměru pohybovaly rychlostmi 11 až 16 milionů kilometrů za hodinu, ale malá část z nich by mohla dosáhnout neuvěřitelné rychlosti 48 milionů kilometrů v hodině, což jsou zmíněná 4% rychlosti světla.

Exoplanety a trojhvězdy

Z oblasti teorií, které v nejbližší době nedokážeme ověřit, se přesunme do roviny skutečných objevů. Teorii, popsanou výše, jsme využili k menší diskusi o exoplanetách u trojhvězd.

Na objevy exoplanet u dvojhvězd jsme si poměrně zvykli a to u obou typů. Astronomové rozeznávají S a P typy orbitální konfigurace. Typ P znamená „planetární“ a exoplaneta v tomto případě obíhá okolo dvou hvězd současně. Do tohoto typu spadají například systémy Kepler-16, Kepler-32 a Kepler-35 (viz náš článek: <http://www.exoplanety.cz/2012/01/12/kepler-34-a-kepler-35/>).

Jako typ S (satelitní) rozlišujeme případ, kdy exoplaneta obíhá jen okolo některé z dvou hvězd.

Poměrně typickým příkladem systému u dvojhvězdy je exoplaneta, obíhající okolo hvězdy typu Slunce či oranžového trpaslíka, která je v páru s menší a vzdálenou hvězdou (červeným trpaslíkem).

V systému trojhvězd je situace přesně opačná. Často zde máme dvě hmotnější hvězdy, které obíhají blízko sebe okolo společného těžiště a mnohem dál od nich obíhá další hvězda s planetou.

Některé známé exoplanety u trojhvězd

16 Cyg

16 Cygni je trojhvězdou, která se nachází asi 70 světelných let od nás v souhvězdí Labutě. Systém tvoří dvě hvězdy typu Slunce (16 Cyg A a 16 Cyg B) a červený trpaslík (16 Cyg C). Složky A a C obíhají ve vzdálenosti asi 73 AU od sebe. Složka B je vzdálena plných 860 AU a právě u ní byla v roce 1996 nalezena jedna z prvních exoplanet.

16 Cyg B obíhá okolo svého slunce ve vzdálenosti 1,7 AU s periodou asi 800

dní po dosti protáhlé eliptické dráze. Její hmotnost se odhaduje na 1,7 Jupiteru.

HD132563

Hvězda HD 132563 se skládá ze dvou hvězd, které mají podobnou hmotnost, teplotu i stáří jako naše Slunce. Pouze obsah kovů (prvků těžších než vodík a helium) je menší. Obě složky obíhají okolo společného těžiště ve vzdálenosti asi 400 AU. Okolo hvězdy HD132563 A navíc obíhá s periodou nejméně 15 let další menší hvězda po poměrně protáhlé eliptické dráze.

Nás bude ovšem zajímat její kolegyně s označením HD 132563B, u které byla vloni nalezena planeta o hmotnosti 1,5 Jupiteru, jenž okolo svého slunce obíhá ve vzdálenosti 2,6 AU s periodou 4,2 let.

Exoplaneta byla objevena metodou měření radiálních rychlostí přístrojem SARG na Italském národním dalekohledu Galileo (TNG), který se nachází na Kanárských ostrovech. Planeta HD 132563B b způsobuje změnu radiální rychlosti své matky v rozsahu 26 m/s.

30 Ari B

Za další trojhvězdou se vydáváme do souhvězdí Berana. Složky A a B jsou od sebe vzdáleny 1500 AU a jsou nepatrně hmotnější než naše Slunce (hlavní složka 1,3 Slunce). Jedná se o hvězdy spektrální třídy F, které vyzařují dvojnásobné záření ve srovnání se Sluncem. Okolo hlavní hvězdy obíhá ještě červený trpaslík. Exoplanetu najdeme u složky B ve vzdálenosti 1 AU a s oběžnou dobou 335 dní. Hmotnost planety se odhaduje na 10 Jupiterů.

HD 40979

Hlavní složka je spektrální třídy F a vyzařuje mnohem více záření než naše Slunce, ve vzdálenosti plných 6400 AU se nachází složka B o hmotnosti 0,8 Slunce, okolo které ještě obíhá hvězda s označením C a hmotnosti asi třetiny Slunce.

V roce 2002 byla objevena planeta u hlavní složky. Její hmotnost se odhaduje na 3,8 Jupiteru, oběžná doba na 264 dní.

HD 65216

Exoplaneta obíhá okolo hlavní složky, která má hmotnost jako Slunce po poměrně protáhlé dráze s periodou 613 dní. Hmotnost planety HD 65216 b se odhaduje na 1,2 Jupiteru a objevena byla v roce 2003. V loňském roce k ní přibyla díky spektrografu HARPS kolegyně o hmotnosti 2,2 Jupiteru, která okolo mateřské hvězdy obíhá s periodou 5540 dní. Ve vzdálenosti 250 AU od mateřské hvězdy obíhá dvojice velmi málo hmotných hvězd (hmotnost 8 a 10 setin hmotnosti Slunce). Předpokládá se, že by mohlo jít o hnědé trpaslíky.

GJ 667

V tomto systému se třemi hvězdami se ukrývají hned dvě planety, z nichž jedna obíhá okolo svého slunce v obyvatelné oblasti. O systému jsme psali v minulém a zmiňujeme ho i v současném čísle časopisu.

Zdroje:

<http://astronomynow.com/news/n1203/23warp>

<http://arxiv.org/abs/1107.0918>

Ze světa exoplanet

Evropa došla na špatnou PR politiku, objev roku vyfoukli Američani

Astronomové objevili exoplanetu GJ 667 C c o hmotnosti 4,5 Země, která obíhá okolo své mateřské hvězdy v obyvatelné oblasti. No jo... ale kteří astronomové vlastně za objevem stojí?

Zatímco tranzitní fotometrii můžete provozovat i doma na dvorku (byť s výzkumem exoplanet moc nepohnete), měření radiálních rychlostí je metoda pro ty nejlepší z nejlepších. Abyste mohli objevit exoplanetu touto metodou, potřebujete špičkový dalekohled, špičkový spektrograf a k dokonalosti vybroušené postupy analýzy. Není divu, že tento obor není nikterak velký. Proti sobě fakticky stojí jen dva týmy. Ten první je z Evropy, svou největší baštu má na univerzitě v Ženevě a přístroje ve Francii (spektrograf SOPHIE) a zejména pak v Chile (spektrograf HARPS).

Druhý tým má základnu v USA a používá zejména spektrograf HIRES na Keckově dalekohledu na Havaji.

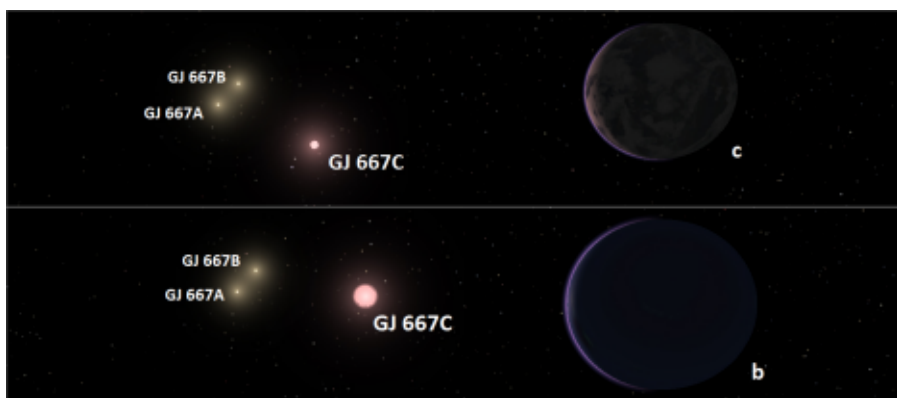
Oba týmy se znají, jejich členové se běžně setkávají a obecně se dá říci, že se jedná o dobré přátele. Rivalita je ovšem i zde a to někdy opravdu velká. Jeden tým dělá vše proto, aby svému konkurentovi pořádně stížil možnost přebírání dat apod. Výzkum exoplanet je drahou záležitostí, takže i zde vidíme snahy o patřičné zmedializování i méně důležitého objevu.

Kdo dřív přijde, ten dřív mele

Příběh exoplanety GJ 667C c se začal psát 21. listopadu 2011. V ten den se objevila online verze studie The HARPS search for southern extra-solar planets XXXI. The M-dwarf sample (<http://arxiv.org/abs/1111.5019>). Na 77 stranách rozebírali evropští astronomové pod vedením X. Bonfils práci spektrografu HARPS

v oblasti hledání exoplanet u červených trpaslíků. Pár řádků ve studii bylo věnováno i zmíněné exoplanetě. Ta v tu chvíli namlsala jen hrstku lidí, kteří obor pečlivě sledují. Zajímavá byla hlavně zmínka o tom, že exoplaneta dostává od své hvězdy 90% záření co Země od Slunce. Ve studii byla také informace o tom, že se připravuje studie, věnovaná pouze této prominentní exoplanetě, která je zatím v preprintu (předtisková verze).

Tím informační kampaň evropských astronomů skončila. Žádná tisková zpráva, žádná konference, nic. Exoplanety.cz byly dokonce jedním z mála webů na světě, který objev tehdy představil jako oficiální a pracoval s ním dál (zmínka o GJ 667C c se objevila i v dalších článcích a webech). V češtině tak možná vyšlo o této exoplanetě více než v anglickém či jiném jazyce.



obr.2 Dvě exoplanety u hvězdy GJ 667 C. Credit: Guillem Anglada-Escudé

Dne 2. února vydala Kalifornská univerzita Santa Cruz tiskovou zprávu (http://keckobservatory.org/news/new_super_earth_habitable_zone) s početnou sbírkou líbivých obrázků. Objevu GJ 667C c si tak se zpožděním více než 2 měsíců všimly i astronomické weby a novináři. Ve stejný den vyšla i studie A planetary system around the nearby M dwarf GJ 667C with at least one super-Earth in its habitable zone (<http://arxiv.org/abs/1202.0446>), kterou vede Guillem Anglada-Escudé.

Složení obou týmů se ovšem dost radikálně liší. Když pomíneme určitou fluktuací vědů, lze říci, že první studii vydali Evropané a druhou lidé z USA (nebo napojení na americké univerzity).

Něco podobného není v astronomii nikterak vyjimečné. Běžně se stává, že objev učiní dva na sobě nezávislé týmy. Jenomže v tomto případě je situace

komplikovanější. Američané totiž k objevu použili veřejná data ze spektrografu HARPS, rozšířili je o své data z dalekohledů Magellan a Keck a s pompou představili obyvatelnou planetu. Evropané tak mohou utřít...

Zatímco v americké studii zmínku o datech z HARPS najdeme a dokonce tam najdeme i odkaz na zmíněnou evropskou studii, v tiskové zprávě není o spektrografu HARPS či významu evropských astronomů ani slovo. Americký „objev“ přitom byl založen ze 78% na evropských datech.

Evropané vydali studii o GJ 667 C c pod vedením X. Delfosse až několik dní po té americké, kdy už objev novináře logicky nezajímal.

Z evropské studie jsme se příliš mnoho novinek o potenciální obyvatelné exoplanetě nedozvěděli. Za zmínku stojí snad jen mírná korekce hmotnosti, tým okolo X. Delfosse počítá s hodnotou kolem 4,25 Země, zatímco dosud se hovořilo o 4,5 Zemích. Rozdíl je však pouze triviální vzhledem k přesnosti metody měření radiálních rychlostí. Poněkud zajímavější je tak spíše hodnota výstřednosti. Zatímco tým z USA počítal s maximální hodnotou 0,28, v nové studii nalezneme číslo 0,34. I zde je ovšem nutné pracovat s tolerancí, v tomto případě 0,1.

Zdroj:

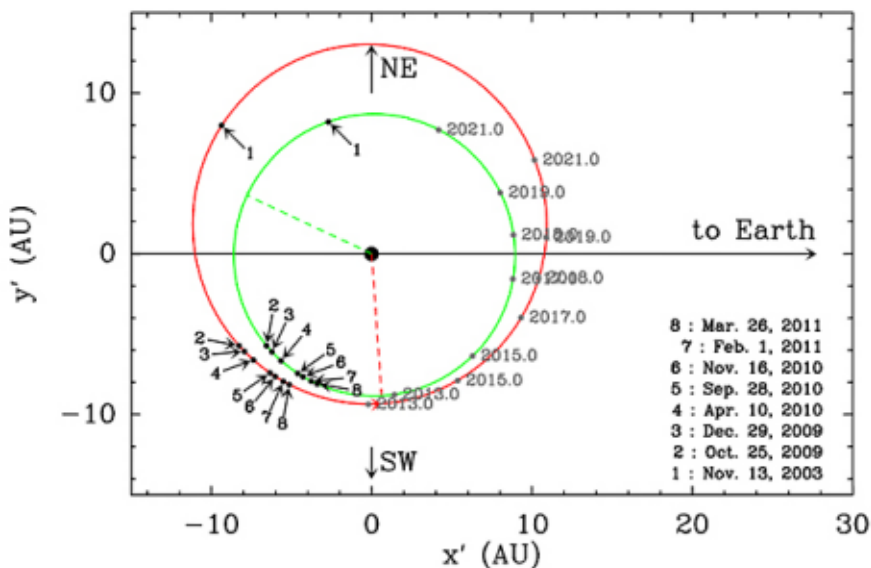
<http://bit.ly/Hrab9W>

Beta Pictoris b: 8 let pozorování oběhu exoplanety

Hvězda beta Pictoris je v oblasti výzkumu exoplanet velmi známa. Už počátkem 80. let u ní astronomové objevili protoplanetární disk a na snímcích z roku 2003 pak i planetu. Astronomové během let postupně pozorovali přímým zobrazením oběh planety kolem hvězdy. Beta Pictoris b se podle předpokladů měla pohybovat ve vzdálenosti 8 až 15 AU. Přístroj NACO, který je součástí výzbroje dalekohledu VLT Evropské jižní observatoře, sledoval okolí hvězdy beta Pictoris i v uplynulých letech. V současné době jsou k dispozici data za 8 let, což je už dost na to, abychom mohli upřesnit dráhu exoplanety.

Podle nejlepšího z modelů se zdá, že beta Pictoris b obíhá okolo své hvězdy ve vzdálenosti 8 až 9 AU s periodou 17 až 21 let po mírně protáhlé eliptické dráze, s výstředností maximálně 0,17. Z výsledků také vyplývají dvě zajímavé skutečnosti. Tou první je fakt, že planeta se pravděpodobně pohybuje mírně

nad diskem, což by vysvětlovalo určitou deformaci jeho vnitřní části. Simulace také potvrzují teorii o tom, že astronomové v listopadu 1981 pozorovali tranzit exoplanety před hvězdou. Pokud by se nám v budoucnu podařilo tranzit exoplanety pozorovat, mohlo by to výrazně upřesnit její fyzikální vlastnosti. Hmotnost planety se může pohybovat v intervalu od 5 do 13 Jupiterů. Znalost poloměru exoplanety by nám potvrdila, že se nejedná o hnědého trpaslíka.



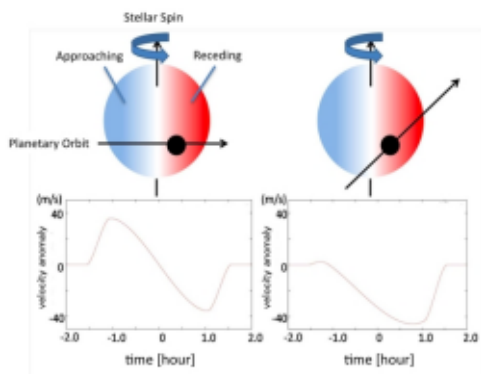
obr.3 Schéma oběžné dráhy exoplanety beta Pictoris. Černými body jsou znázorněny pozorované pozice, šedými pak předpovězené pro další léta. Credit: G. Chauvin et al.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1202.2655>

Více než 50 exoplanet bylo proměřeno díky Rossiterově-McLaughlinově efektu

Planety jak známo vznikají obvykle z disku, který obklopuje mladé hvězdy. Díky tomu by měly okolo svého slunce obíhat v rovině, která je více méně shodná s rovinou rovníku hvězdy. Jenomže se tak neděje a řada planet obíhá po dosti skloněných drahách. Ukazuje se, že kolem chladnějších hvězd (o teplota méně než cca 6250 K) obíhají planety vcelku spořádaně, zatímco u horkých nikoliv. Za vším může být fakt, že chladnější hvězdy mohou působit na planetu snadněji slapovými silami a její oběžnou dráhu tak „sladit“ k obrazu svému. Problém tedy nestojí na tom, že by horké hvězdy dokázaly interakcemi dráhy planet rozházet, naopak chladné je dokážou uspořádat.



obr.4 Schéma vlevo představuje situaci, kdy je rovina oběžné dráhy planety přibližně shodná s rovinou rovníku mateřské hvězdy. Pod obrázkem je vidět symetrickou křivku radiálních rychlostí. Obrázek vpravo zachycuje situaci, kdy je oběžná rovina exoplanety výrazně odlišná od roviny rovníku hvězdy. Křivka radiálních rychlostí je deformovaná. Modrá polokoule představuje část hvězdy, která se k nám vlivem rotace přibližuje, červená pak tu část, která se od nás vzdaluje. Zdroj: subarutelescope.org

Dnes máme v rukou fakticky jen jeden pořádný nástroj k určení sklonu roviny oběžné dráhy planety a tím je zmíněný RM efekt. Astronomové získávají spektrum mateřské hvězdy v okamžiku, kdy planeta přechází před svou hvězdou. Exoplaneta nejdříve zakryje tu část disku hvězdy, která se k nám vlivem rotace hvězdy přibližuje (na obrázku výše je značena modrou barvou) a poté tu část, která se od nás vzdaluje (červená). Pokud není úhel mezi rovinou rovníku a rovinou oběžné dráhy nulový, je křivka radiálních rychlostí deformovaná (viz ob-

rázek). Tomuto jevu se říká Rossiterův-McLaughlinův efekt a své kořeny (tehdy spíše pro dvojhvězdy) má už v roce 1924.

René Heller z Postupimi sestavil encyklopedii, představující všechny planety, u kterých byl RM efekt změřen. Seznam dnes čítá více než 50 exoplanet. Kromě názvu planety je uveden i úhel, pod kterým exoplaneta okolo své hvězdy obíhá (bráno vůči rovníku hvězdy), chyba měření a poslední studie, ze které údaje vycházejí.

Katalog je dostupný na

http://ooo.aip.de/People/rheller/content/main_spinorbit.html

Naši astronomové prstenec exoplanety?

Jasnost hvězdy se může periodicky měnit a to z fyzikálních důvodů (například u pulzujících proměnných hvězd) ale také z důvodů, že nám něco hvězdu zakrývá. Zvykli jsme si na to, že takovým objektem může být jiná hvězda (zákrutová dvojhvězda) nebo exoplaneta.

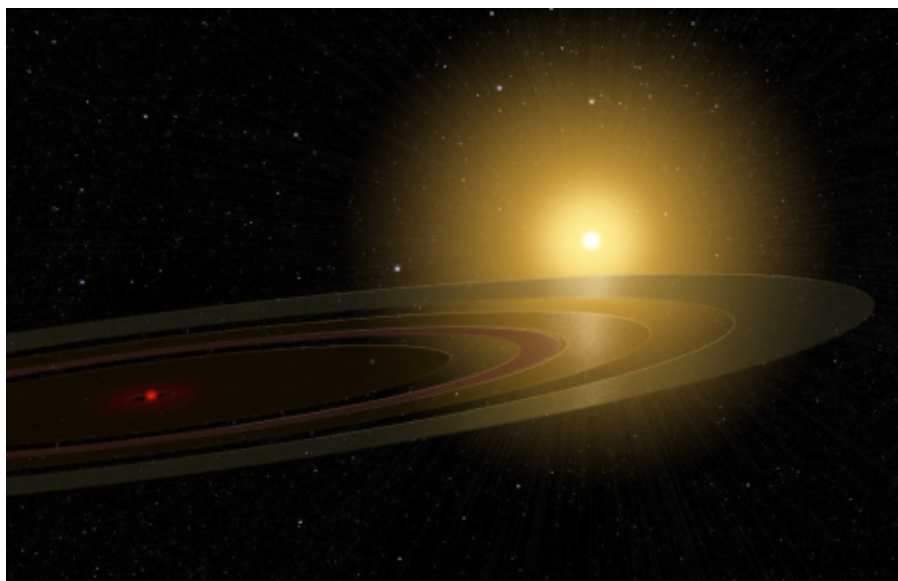
Eric Mamajek z University of Rochester nedávno využil data ze slavného projektu SuperWASP, který se zaměřuje na hledání exoplanet a polské přehlídky ASAS (All Sky Automated Survey) a ve světelné křivce jedné z hvězd našel světelnou křivku, která neodpovídá ani jedné z výše popsanych příčin proměnnosti hvězdy.

Je velmi pravděpodobné, že hvězdu s romantickým názvem 1SWASP J140747.93-394542.6 zakrývá soustava prstenců, jenž obklopuje jejího průvodce, který ovšem před hvězdou nepřechází, takže v analyzovaných datech jsme o něm nic nezjistili.

Prstenec není celistvý ale jsou v něm patrné mezery. Odhaleny byly celkem čtyři prstence, které dostaly neformální názvy podle míst spojených s objevem: Rochester, Sutherland, Campanas a Tololo.

Před astronomy jsou nyní dvě klíčové otázky. Především je nutné zjistit, jaký typ objektu je prstenci obklopen. Ve hře je menší hvězda, hnědý trpaslík nebo hmotnější planeta. Domoci k tomu mohou přímé záběry objektu pomocí některého z obřích dalekohledů (patrně VLT) nebo měření radiálních rychlostí hvězdy 1SWASP J140747.93-394542.6, díky kterým určíme hmotnost objektu.

Mezery v prstenci by mohla způsobovat existence dalšího objektu. V závislosti na typu mateřského tělesa máme ve hře tři možnosti: soustava hvězda x planeta, hnědý trpaslík x planeta nebo dokonce planeta x měsíc.



obr.5 Prstenec obklopující planetu či hnědého trpaslíka zakrývá blízkou hvězdu. Credit: Michael Osadciw/University of Rochester

Zdroj:

<http://www.rochester.edu/news/show.php?id=3983>

Nezávislý tým potvrzuje: Fomalhaut b neexistuje!

V roce 2008 byl oznámen objev exoplanety Fomalhaut b přístrojem na palubě Hubblova dalekohledu. V té době to byla senzace, měli jsme v rukou další planetu, objevenou přímým zobrazením a navíc u jedné z nejjasnějších hvězd, která je vidět pouhým okem teoreticky i od nás (dostává se ale jen nízko nad obzor).

Podle odhadů má planeta hmotnost menší než 3 Jupitery a okolo hvězdy obíhá ve vzdálenosti plných 115 AU s periodou 877 let! Jenomže vloni byla existence planety zpohybněna. Fomalhaut b se na novějších snímcích z Hubblova

dalekohledu promítá do jiných míst, než bychom čekali.

Hubblův dalekohled by se měl na okolí hvězdy podívat v letošním roce a na jeho výsledek je samozřejmě celá vědecká obec velmi zvědavá.

Čekání na výsledky Hubbleova dalekohledu nám nyní trochu „zpříjemnil“ Markus Janson a jeho tým, který použil k pozorování přístroj na palubě infračerveného kosmického dalekohledu Spitzer a zároveň novou metodu analýzy dat, která zvyšuje kontrast a měla by tedy planetu, ukrytou v protoplanetárním disku, lépe zobrazit. Zatímco předešlé snímky byly získány v oblasti vlnových délek 600 až 800 nm, Spitzer pracoval v oblasti kolem 4500 nm.

Z dat vyplývá, že pravděpodobnost existence exoplanety Fomalhaut b je spíše nepravděpodobná. To, co viděl Hubblův dalekohled může být jen oblak prachu nebo rozptýlené světlo hvězdy v pozadí.

Spitzer nicméně zachytil v disku relativně jasný bodový zdroj. Je ovšem zcela předčasně se domnívat, že by mohlo jít o planetu.

Zdroj:

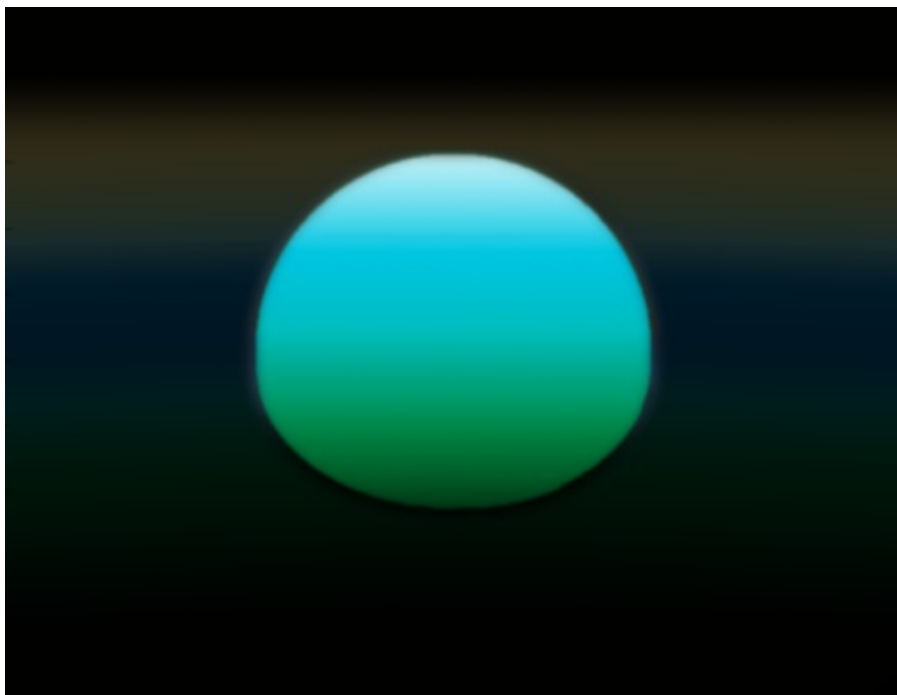
<http://arxiv.org/abs/1201.4388>

Obrázek: západ slunce na nejznámější exoplanetě

Která exoplaneta je nejznámější? Mezi veřejností kdo ví, museli bychom udělat průzkum, z jehož výsledků by nás možná ranila mrtvice. Nejznámější planetou mimo Sluneční soustavu z hlediska jejího prozkoumání je ale zcela nepochybně HD 209458 b. Oproti svým konkurentkám má několik výhod. Objevena byla už v roce 1999, tedy v exoplanetárním středověku, jako první tranzitující exoplaneta. Kromě toho obíhá okolo poměrně jasné hvězdy (7,6 mag).

HD 209458 b je horkým Jupiterem o hmotnosti 0,7 Jupiteru a poloměru 1,38 Jupiteru. Okolo své mateřské hvězdy oběhne jednou za 3,52 dní. Na zoubek se ji v minulosti podívaly slavné kosmické dalekohledy, které prozkoumaly její atmosféru.

Díky spektrografu na palubě Hubbleova dalekohledu se nyní můžeme podívat, jak bychom viděli západ slunce (mateřské hvězdy) například ze sondy, která se pohybuje okolo této planety. Mateřská hvězda je podobná našemu Slunci. Díky přítomnosti sodíku v atmosféře planety a rozptylu by měla hvězda namodralou barvu. Jak by postupně zapadala, měnil by se odstín do zelená. Kromě toho by byla mateřská hvězda asi 26x větší, než Slunce na pozemské obloze.



obr.6 Západ Slunce na exoplanetě HD 209458 b (kresba). Autor: Frederic Pont, University of Exeter

Úvaha je platná pouze pro sondu na oběžné dráze, neboť planeta je plynňý obr (na povrchu bychom opravdu stát nemohli) s vázanou rotací, takže je nakloněna ke své hvězdě stále stejnou stranou. Kdyby se jednalo o kamenný svět, byla by hvězda na přivrácené straně stále na stejném místě na obloze a o západu či východu hvězdy by nemělo smysl hovořit.

Zdroj:

<http://www.exoclimes.com/news/the-sunset-on-hd-209458-b/>

Ve kterém souhvězdí je nejvíce exoplanet?

Ve kterém souhvězdí nalezneme nejvíce exoplanet? Které hvězdy s exoplanetami jsou viditelné pouhým okem?

Pokud máte alespoň elementární znalosti astronomie, pak asi víte, že 88 souhvězdí severní a jižní oblohy slouží pouze pro orientaci na obloze. Výskyt většího množství toho či onoho v jednom souhvězdí je tak obvykle spíše dílem náhody či zatíženo observačním problémem.

V případě exoplanet tomu není jinak. Jestli se v některém souhvězdí vyskytuje více exoplanet než v jiném, je to dáno zejména observační profilací současných lovců exoplanet. Je logické, že v brzké době se na stupně vítězů dostanou souhvězdí, ve kterých loví exoplanety kosmický dalekohled Kepler – jde o souhvězdí Labutě, Lvy a Draka.

Planetary Habitability Laboratory představila zajímavou stránku, díky které se dozvíte, kolik exoplanet se nachází v jednotlivých souhvězdích a u jaké hvězdy s exoplanetami můžete na obloze vidět i pouhým okem.

První tabulka: počty hvězd a exoplanet v jednotlivých souhvězdích

Druhá tabulka: hvězdy s exoplanetami, které by měly být za ideálních podmínek vidět pouhým okem (do 6 mag)

Obě tabulky naleznete na <http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog/stats/constellations>

Nadšenci se složili na nalezení exoměsíců

Lidé z celého světa se složili na zakoupení superpočítače, který bude hledat exoměsíce v datech z dalekohledu Kepler.

Astronomové dnes znají stovky planet mimo Sluneční soustavu a rádi by našli také měsíce, které okolo těchto planet obíhají. Tematika exoměsíců se před časem rozšířila i mezi veřejností díky filmu Avatar, jehož děj se odehrává na povrchu fiktivního měsíce Pandora.

O nalezení prvních měsíců exoplanet usiluje projekt HEK (Hunting for Extrasolar Exomoons with Kepler), který vede David Kipping a v jehož týmu je i český astronom působící v USA David Nesvorný. Projekt HEK hodlá nalézt exoměsíce díky kosmickému dalekohledu Kepler, který se primárně zabývá hledáním exoplanet.

Přítomnost měsíce by se měla projevit při dlouhodobějším zkoumání přechodů planety před svou hvězdou. Měsíc planetu ovlivňuje svou gravitací, takže

k přechodům planety před hvězdou nebude docházet v pravidelných intervalech a rovněž čas tranzitu se může průběžně měnit.

Dle simulací by Kepler mohl objevit měsíce o poloměru až 0,3 Země. K tomu však bude potřeba počítač, který bude data analyzovat.

David Kipping dal přednost veřejné sbírce, jejímž cílem je získat prostředky ve výši nejméně 10 tisíc dolarů na zakoupení počítače. Lidé mohli přispět různými částkami, přičemž dárce 2500 dolarů dostane možnost počítač pojmenovat. Nakonec se vybralo přes 12 tisíc dolarů od 219 lidí, mezi kterými byl i náš web a časopis Gliese.

Vesmírné „kdyby“: v Gliese 581 se život po planetách neroznáší

Planetární systém u hvězdy Gliese 581 patří k těm nejslavnějším. Zejména proto, že Gliese 581 c se pohybuje blízko a Gliese 581 d částečně v obyvatelné oblasti. Američtí astronomové se pak nemohou vzdát přesvědčení, že okolo červeného trpaslíka Gliese 581 obíhá ještě exoplaneta s označením „g“, která se nachází v obyvatelné oblasti přímo. Její existence je ovšem více než zpochybněna.

Nechme na okamžik Gliese 581 spát a podívejme se domů do naší Sluneční soustavy. Někteří vědci se domnívají, že život mohl být v rámci naší Sluneční soustavy kdysi roznášen. Ne snad přepravní službou ale při kosmických kolizích. Stačí šikovně nasměrovaný dopad menšího kosmického vetřelce a z planety je vystřelen meteoroid i se zárodkem života, který následně doputuje na jinou planetou.

Na Zemi skutečně nacházíme meteority pocházející z Marsu či Měsíce. Zda ale mohly meteority přenášet život mezi planetami, či zda dokonce pozemský život vznikl na Marsu, je pouhou spekulací.

Jay Melosh a Laci Brock se domnívají, že v případě systému Gliese 581 není nutné uvažovat ani v teoretické rovině. Vědci simulovali dopad meteoroidů a následné opuštění 10 000 částic z Gliese 581 d a podle jejich závěrů je velmi nepravděpodobné, že by některá z částic dopadla na jinou z planet v systému. Některé z částic se vrátily zpět na povrch mateřské planety, jiné nabraly směr mezihvězdný prostor a daly „vale“ planetárnímu systému Gliese 581.

Důvodem je fakt, že planety jsou u Gliese 581 velmi blízko od mateřské hvězdy a mají tak příliš velkou orbitální rychlost. Podobné výsledky bychom tam mohli

dostat také u jiných super-Zemí, které obíhají okolo červených trpaslíků v obyvatelných oblastech.

Je ovšem otázkou, zda je přenos zárodků života mezi planetami možný (či dokonce běžný) a zda vůbec může vzniknout na planetě u červeného trpaslíka. Mnoho indicií totiž zatím ukazuje, že super-Země u červených trpaslíků nebudou zrovna favority na existenci života.

Zdroj:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2012/03/120320115623.htm>

Leží klíč k exoplanetám uvnitř Sluneční soustavy?

Pokud sledujete výzkum exoplanet podrobně, asi víte, že astronomové objevují zejména tři druhy exoplanet. Jednak jsou to horcí Jupiteri, kteří obíhají blízko svých hvězd s periodami jen několika málo dnů (a někdy ani to ne), potom obří planety na velmi protáhlých a často i retrográdních drahách (s oběžnými dobami více než 100 dní) a do třetice planety, označované zkratkou SEN (super-Země a Neptuni).

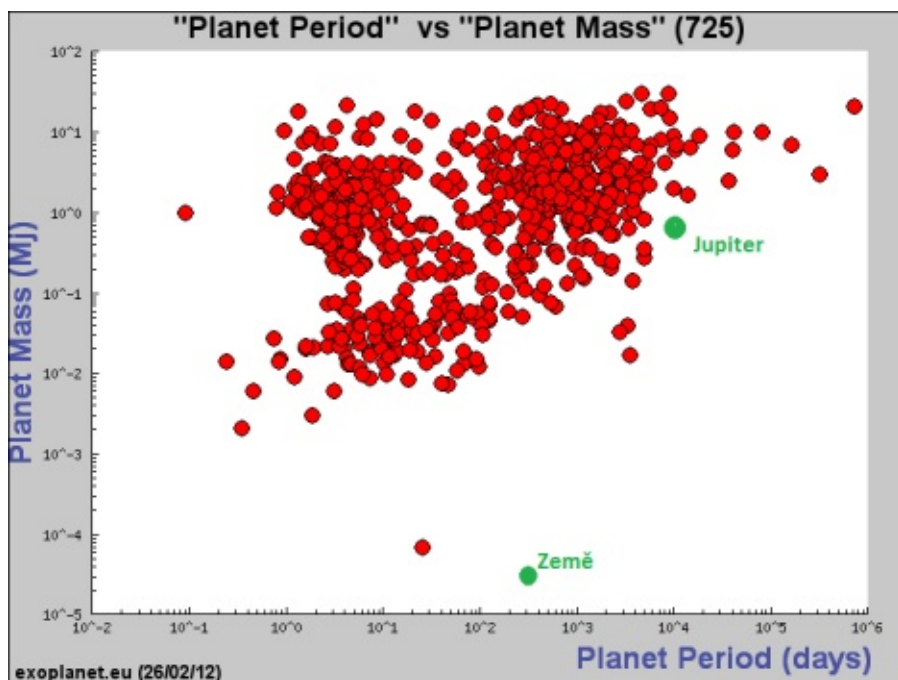
V uplynulých letech jsme se často vymlouvali na to, že poněkud podivná struktura nalezených exoplanet zase tak podivná není, neboť vykazuje znaky observačního problému. Zkrátka jsme nacházeli planety takové a makové proto, že naše technika byla na podobné planety nejcitlivější. Jenomže výzkum exoplanet pokročil, ve vesmíru pracuje Kepler a některé statistické rysy už rozhodně nemusí být pouhou náhodou. Zatím to skoro vypadá, že naše Sluneční soustava může být poměrně vzácným druhem planetárního systému.

Když trochu odbočíme, tak oblíbeným tématem poslední doby jsou exoměsíce. Při jejich hledání se často používá argument, který jsme si subjektivně osvojili ze Sluneční soustavy a totiž, že měsíce by měly dosahovat maximálně 0,01 až 0,03% hmotnosti planety.

Slavný odborník na exoplanety Gregory Laughlin vzal tyto dvě na první pohled nesouvisející věci dohromady a zkusil je porovnat. V případě exoplanet po-

sloužil graf závislosti hmotnosti na oběžné době. Abychom z grafu něco měli, je nutné brát údaje v logaritmickém měřítku. Když si podobný graf na základě dat z katalogu na exoplanet.eu vytvoříme (Laughlin bral dva měsíce stará data, my bereme data k dnešku), všimneme si několika věcí: a) v grafu jsou velmi patrné tři oblasti – horcí Jupiteri, super-Země a Neptuni a planety na protáhlých drahách s oběžnými dobami více než 100 dní. b) Země a do jisté míry i Jupiter jsou v grafu poměrně osamocenými světy.

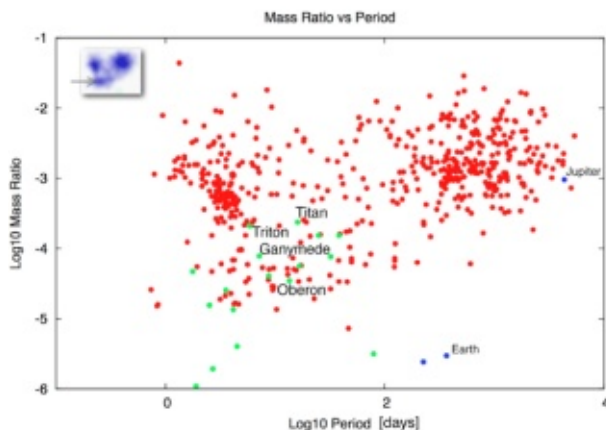
Když do stejného grafu zařadíme data z Keplera (dosud objevené kandidáty), tak se vše ještě více umocní. Co je ovšem zajímavé, rozložení pro super-Země a Neptuny funguje také pro měsíce obřích plyných planet v naší Sluneční soustavě. Je to náhoda? Gregory Laughlin se domnívá, že ne. Konec konců není to tak dlouho, co NASA srovnávala planetární systém KOI-961 se systémem měsíců Jupiteru (Galileových měsíců).



obr.7 Graf závislosti hmotnosti exoplanet na oběžné době. Zdroj: exoplanet.eu



obr.8 Pokud předešlý graf trochu rozmážeme, budou více patrné tři oblasti - horcí Jupiteri, super-Země a exoplanety na vzdálených a protáhlých drahách. Credit: Gregory Laughlin



obr.9 Zelené body představují měsíce planet Sluneční soustavy. Na svislé ose je hmotnostní poměr hvězda / planeta resp. planeta / měsíc Credit: Gregory Laughlin

Zdroj:

<http://oklo.org/2012/02/19/regular-systems-of-satellites/>

Dalekohled Herschel se podíval na disk u hnědého trpaslíka

Hnědý trpaslík 2M1207 je nejstarším známým členem svého druhu, u něhož byl objeven disk z prachu a plynu. Stáří trpaslíka se odhaduje na 10 milionů let, jeho hmotnost pak na 25 Jupiterů. Kromě samotného disku obíhá okolo 2M1207 exoplaneta o hmotnosti asi 5 Jupiterů ve vzdálenosti plných 55 AU. Pro představu: Puto obíhá kolem Slunce ve vzdálenosti necelých 40 AU. Je však pravdou, že některé studie uvádějí menší vzdálenost obou těles (kolem 46 ± 5 AU), ale na tom zase až tak nesejde.

Důležité je, že podobní hnědí trpaslíci s disky jsou velmi dobrou laboratoří pro výzkum vzniku a vývoje planet. Astronomové se domnívají, že planety vznikají dvěma základními způsoby. Ten první předpokládá akreci, kdy dochází k postupnému shlukování prachových částic v disku. Tím se tvoří stále větší a větší objekty – základy budoucích planet zemského typu či jader plyných obrů.

Druhá teorie předpokládá zhroucení disku, tedy vznik obří planety bez pevného jádra. Podle teorií je tento mechanismus pro obří planety na vzdálených drahách mnohem příznivější. Předpokládá se, že planeta u hnědého trpaslíka 2M1207 vznikla právě tímto způsobem. Vzhledem k tomu, že planety se u hnědých trpaslíků hledají lépe než u klasických hvězd, je studium 2M1207 velmi důležité.

Kosmický dalekohled Herschel studoval disk v submilimetrové části spektra na vlnových délkách 250, 350 a 500 mikrometrů. Z výsledků vyplývá, že poloměr disku dosahuje 50 až 100 AU a jeho celková hmotnost se odhaduje na 3 až 5 Jupiterů.

Co je zajímavé, hmotnost disku je podobná, jako u hnědých trpaslíků se stářím kolem milionů let. To by mohlo naznačovat, že rozptyl disků u hnědých trpaslíků probíhá pomaleji než v případě hvězd, kde platí, že čím je hvězda starší, tím je disk řidší a méně hmotný.

Zdroj:

http://www.spacedaily.com/reports/Herschel_new_view_on_giant_planet_formation_999.html

Česko-slovenský objev: exoplanety ovlivňují chromosféru hvězdy

Vždy nás potěší, když se oblasti výzkumu exoplanet objeví nějaký český či slovenský odborný článek. Výzkum exoplanet táhne kupředu velkou část astronomické praxe. Kromě atraktivních objevů potencionálně obyvatelných či značně bizarních planet zde máme i sekundární výsledky. Díky přesným fotometrickým datům zažívá boom astroseismologie (výzkum nitra hvězd na základě hvězdných oscilací), výzkum dvojhvězd apod. Velkou měrou těží z rozvoje exoplanetologického výzkumu hvězdná astronomie.

Tereza Krejčová (Masarykova univerzita v Brně) a J. Budaj (Astronomický ústav, Tantranská Lomnica) se zabývali vlivem exoplanet na jejich mateřské hvězdy. V odborných studiích máme obvykle na stole opačnou situaci – vliv blízké hvězdy na planetu. Horcí Jupiteri přichází díky malé vzdálenosti od hvězdy o svou atmosféru, kamenné planety mohou vlivem slapovým sil nastartovat ve svém nitru vnitřní zdroj tepla apod.

Autoři se zaměřili na hvězdné atmosféry chladných hvězd (o teplotě pod 5000 K). Využili data z 2,2 m dalekohledu MPG Evropské jižní observatoře a veřejných dat z Keckova dalekohledu a podívali se na zoubek spektru vybraných hvězd, okolo kterých obíhají potvrzené planety.

Astronomy nezajímalo celé spektrum ale zejména čáry vápníku ve viditelné části spektra nedalekého ultrafialového záření. Ve spektru chladnějších hvězd nalezneme obvykle dvě čáry ionizovaného vápníku, které se označují písmeny K (393,37 nm) a H (396,85 nm).

Z výsledků studie vyplývá, že hvězdy s planetou o velké poloose menší než 0,15 AU (oběžná doba menší než 20 dní) mají větší K čáru. Důležitým parametrem je také hmotnost planety. Blízká planeta tak má patrně nezanedbatelný vliv na hvězdnou chromosféru – vrstvu atmosféry, která se nachází mezi fotosférou a korónou.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1202.3623>

Vázaná rotace a obyvatelnost planet u červených trpaslíků

Často se na našem webu setkáváme s problematikou obyvatelnosti či neobyvatelnosti planet u červených trpaslíků. Celá problematika je však velmi komplikovaná a zahrnuje řadu faktorů, z nichž o mnohých máme jen kusé představy. V posledních letech vyšla řada studií s protichůdnými závěry. Zkusme se proto

podívat alespoň na dva faktory, které mohou sehrát důležitou roli a o nichž se v poslední době hodně mluví.

Slapové síly

Slapové síly jsou hnacím motorem astrobiologických úvah a je to také jeden z mála faktorů, který si můžete snadno osahat i na Zemi. Stačí se vydat k některému z moří a sledovat příliv a odliv. Podle teorií mohly slapové síly Slunce a Měsíce, vyvolávající příliv a odliv, sehrát důležitou roli při rozšíření života z moře na pevninu. Slapové síly jsou ale ve vesmíru i podstatně silnější. Například u Jupiterova měsíce Europa je vliv blízkého Jupiteru asi 1000x větší, ve srovnání se „slapovým vlivem“ Měsíce a Slunce na Zemi. Díky tomu má Europa vnitřní zdroj tepla, který dost možná udržuje kapalný oceán vody pod ledovou slupkou.

Představte si ale planetu, která je sice dle astronomických kritérií v obyvatelné oblasti, ale slapové síly blízké hvězdy jsou tak obrovské, že vnitřní vytápění planety to zkrátka přehřene. Z takové planety by se brzy stal suchý a nehostinný svět. Podobné úvahy jsou zbytečná pro planety u hvězd typu Slunce, které jsou buď dost daleko na to, aby byly účinky slapových sil mateřské hvězdy takto extrémní a nebo dost blízko na to, aby byly vystaveny příliš velkému teplu samotné hvězdy. Něco jiného je to ovšem v případě obyvatelné zóny u červených trpaslíků. Ta se nachází dost blízko od hvězdy, takže zatímco záření červeného trpaslíka je tak akorát, jeho slapové síly mohou postupně zlikvidovat veškerou možnou vodu na povrchu planety.

Svítlí, svítí slunce nad hlavou

Přílišná blízkost k mateřské hvězdě má ještě jeden negativní dopad. Případná planeta v obyvatelné oblasti bude mít vázanou rotaci. To znamená, že ke své hvězdě bude nakloněna stále stejnou stranou. Pokud si ovšem myslíte, že na denní straně bude hic jak na Sahaře a na noční bude naopak mráz a la Sibiř, mýlíte se. Atmosféra má tendenci rozdíly teplot srovnat, takže mezi denní a noční stranou nemusí být až tak extrémní výkyvy.

Na denní straně by se zřejmě líbilo slunečním fyzikům. Hvězda je totiž zavěšena stále na stejném místě na obloze. Z pohledu planety tím ale vzniká problém. Jedno místo na povrchu dostává neustále více záření, než zbytek planety. Nemusíme chodit daleko, podobné teplotní mapy už byly vytvořeny pro některé horké Jupitery a „hvězdný bod“ je na nich dobře patrný (viz HD 189733 b).

Existence podobného bodu na povrchu kamenné a potencionálně obyvatelné planety nemusí být nutně neřešitelnou překážkou. Vše závisí především na dvou věcech. Tou první je složení atmosféry, tou druhou efektivnost atmosférické cirkulace. Problém může nastat, pokud je atmosféra opticky tenká, cirkulace ne-

efektivní (takže v daném bodě je teplota významně vyšší než je celoplanetární průměr) a jako hlavní složku má skleníkový plyn. Jednou z podmínek pro existenci života je přítomnost vulkanické činnosti, která je zdrojem skleníkových plynů, jenž ohřívají povrch planety.

Pokud jsou ovšem podmínky na povrchu takové, jaké jsme popsali, bude docházet k velkému zvětrávání hornin v oblasti hvězdného bodu. Tím se do atmosféry dostávají plyny (například vápník), které likvidují oxid uhličitý a ochlazují tak atmosféru. Je ovšem otázkou, zda oba mechanismy dokážou být v rovnováze. Hvězdný bod může být ochlazován (například poklesem tlaku díky odstraňování oxidu uhličitého z atmosféry), čímž je proces ochlazování atmosféry redukován, vulkanická činnost vyhraje, zvětrávání se dostane do podstatně vyšších obrátek a dojde ke zhroutení atmosféry. Podobný proces se označuje zkratkou ESWI (enhanced substellar weathering instability).

Zdroj:

http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?arXiv:1109.2668

V obyvatelných oblastech červených trpaslíků jsou desítky miliard exoplanet

S červenými trpaslíky je to těžké. Na jednu stranu je téměř povinností astronomů u nich exoplanety hledat, neboť červení trpaslíci tvoří nejpočetnější kategorii hvězd v Galaxii, na stranu druhou se valná část vědců přiklání k názoru, že nejsou ideálními ostrovy života.

Červení trpaslíci mají hmotnost v řádu desetin hmotnosti Slunce. Jsou výrazně chladnější a vyzařují jen velmi málo světla. Díky jejich proporcím jsou ale pro lovce exoplanet snadným cílem. V případě měření radiálních rychlostí hraje do karet jejich hmotnost, u tranzitní fotometrie pak jejich velikost. Planeta o velikosti Země způsobí mnohem větší pokles jasnosti u červeného trpaslíka než u hvězdy typu Slunce.

Problém je, že červení trpaslíci vyzařují zejména na začátku svého života obrovské množství ultrafialového záření a tím fakticky sterilizují své okolí. U přírodních obyvatelných exoplanet pak může být problém s vázanou rotací a ani samotné super-Země o hmotnosti kolem 5,6 Zemí nejsou dle některých názorů pro život zcela ideální. O některých problémech jsme psali nedávno v samostatném článku.



obr.10 Západ slunce nebo spíše sluncí na exoplaneta GJ 667 C c, která obíhá okolo červeného trpaslíka v obyvatelné oblasti. Mateřská hvězda je součástí trojhvězdy.
Credit: ESO/L. Calçada

Nejnovější studie ovšem obyvatelnost neřeší, dívá se jen na statistiky. Astronomové připravili odhad na základě šestiletého pozorování spektrografu HARPS, který je instalován na 3,6 m dalekohledu v Chile a je nejúspěšnějším lovcem exoplanet v oblasti měření radiálních rychlostí. Pozorování byla uskutečněna od února 2003 do dubna 2009. Celkem bylo získáno téměř 2000 radiálních rychlostí s přesností 1 až 3 m/s během 460 pozorovacích hodin.

Během posledních let prozkoumal spektrograf 102 červených trpaslíků, u kterých našel 9 super-Zemí [1] a to včetně dvou v obyvatelné oblasti (Gliese 581 d a Gliese 667 C c). Po kombinaci výsledků, možností spektrografu, pozorovaného času atd., vyšly následující odhady:

Přibližně u 40% červených trpaslíků by se měla nacházet exoplaneta typu super-Země (do hmotnosti 10 Zemí) v obyvatelné oblasti. Jedná se ovšem o velmi hrubý odhad, který bude nutné v nejbližších letech upřesnit. Rozptyl tohoto odhadu se pohybuje mezi 28 a 95%. Na druhou stranu lidé okolo HARPS (pověštinou stará škola z Ženevy) nepatří mezi ty, kteří by mlátili prázdnou slámu nebo vypouštěli „PR bombastické objevy“.

Pokud by odhad platil, znamenalo by to, že u červených trpaslíků do vzdálenosti 30 světelných let od nás existuje až 100 super-Zemí v obyvatelných oblastech.

Data z HARPS ukazují, že hmotnější exoplanety jsou u červených trpaslíků spíše vzácností. Méně než 12% červených trpaslíků hostí exoplanety o hmotnosti 100 až 1000 Zemí. Pro srovnání: Jupiter má hmotnost 317 Zemí.

Podle současných odhadů se v naší Galaxii nachází na 160 miliard červených trpaslíků. Čistě teoreticky bychom tam měli mít až 60 miliard super-Zemí v obyvatelných oblastech u tohoto typu hvězd.

Poznámka:

[1] Zmíněnými 9 super-Zeměmi u červených trpaslíků jsou:

Gl 176 b

Gl 581 b, c, d, e

Gl 674 b

Gl 433 b

Gl 667 C b, Gl 667C c

Zdroje:

<http://www.eso.org/public/news/eso1214/>

<http://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso1214/eso1214a.pdf>

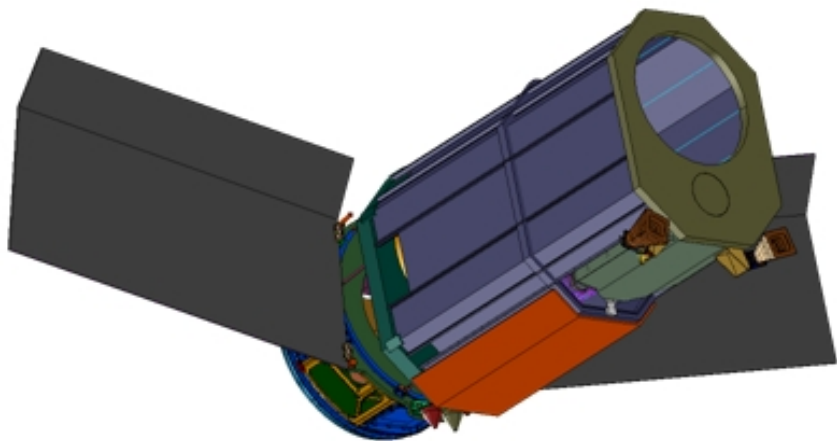
Lovci exoplanet

Podrobnosti o lovci planetárních porodnic

Vloni jsme vám psali o výběrovém řízení, ze kterého by mohl vyjít i kosmický dalekohled zaměřený na hledání či výzkum exoplanet nebo protoplanetárních disků. Jedním z návrhů je dalekohled EXCEDE, který by se mohl (pokud bude vybrán) zaměřit právě na disky u mladých hvězd.

Dle návrhu by měl být EXCEDE vybaven dalekohledem o průměru 70 cm. Uvnitř družice o velikosti větší lednice nalezneme soustavu zakřivených zrcadel, která odstíní světlo hvězdy a umožní nám nahlédnout na protoplanetární disk. Podle týmu, který na vypracování studie proveditelnosti dostal 600 tisíc dolarů, bude kvalita výsledných snímků větší než z Hubbleova dalekohledu.

EXCEDE má obíhat okolo Země ve výšce kolem 2000 km. Na seznamu by měl mít na 350 vybraných hvězd, u kterých bude prozkoumávat protoplanetární disky. Tyto disky jsou tvořeny plynem a prachem a tvoří se z nich nové planety.



obr. 11 EXCEDE. Credit: Glenn Schneider

Zdroj:

<http://www.physorg.com/news/2012-02-planets-clouds.html>

NASA zveřejnila podrobnosti o kandidátech, které objevil Kepler

Na internetu jsou aktuální data o 2 321 kandidátech objevených do září 2010 dalekohledem Kepler.

Zpráva to není úplně nová, pomalu ale jistě na ní usedá vesmírný prach. Bylo to vloni v zimě, děti strašil čert s Mikulášem a NASA zveřejnila informaci o přibližně tisícově nových kandidátů, které objevil kosmický dalekohled Kepler. Kromě několika zajímavých čísel jsme se ale moc informací nedozvěděli. Teprve nyní se na internet dostaly ucelenější data o 2 321 kandidátech, kteří byli objeveni u 1790 hvězd.

Kromě dat zde máme i upřesněné statistiky, co se rozložení kandidátů týče (viz níže).

Aktuální statistiky nalezených kandidátů

Zemského typu (do 1,25 poloměru Země): 246 (196)

Super-Země (1,25 až 2,0 poloměru Země): 676 (416)

Neptuni (2 až 6 poloměrů Země): 1118 (421)

Jupiteři (6 až 15 poloměrů Země): 210 (41)

Větší než 15 poloměrů Země: 71 (17)

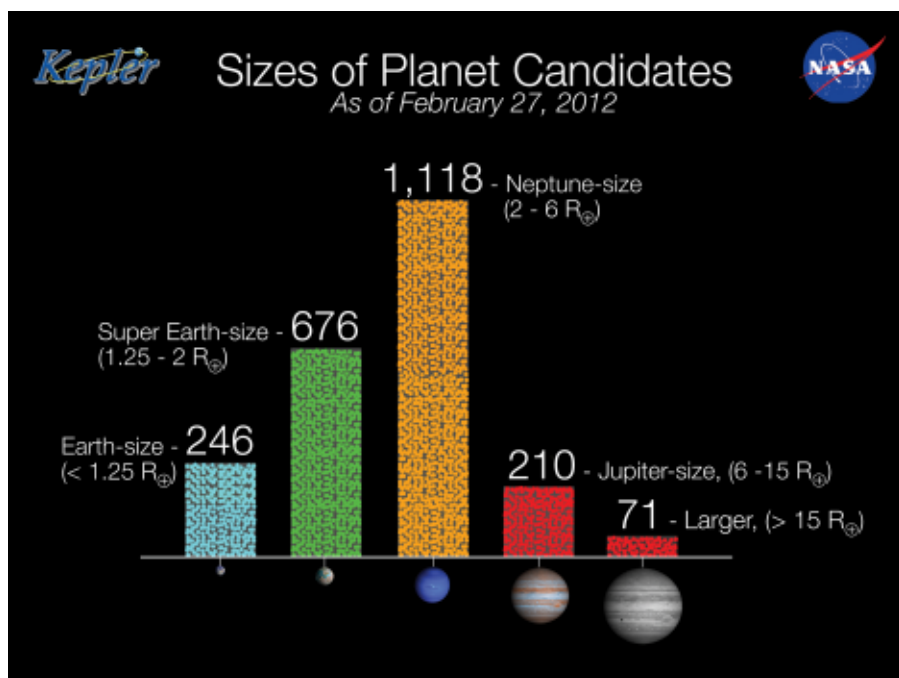
V závorce je uveden počet nových kandidátů

Další statistiky

Počet hvězd s více než jedním kandidátem: cca 20%

Celkový počet hvězd s alespoň jedním kandidátem: 1790

Počet kandidátů v obyvatelné oblasti: 46, z toho 10 srovnatelných ze Zemí (s kamenným povrchem)



obr.12 Aktuální rozložení kandidátů od Keplera dle poloměru. Credit: NASA

Podrobná data

Některé zajímavé kandidáty, o kterých jsme dosud nepsali, probereme v dubnovém čísle časopisu Gliese. Pokud se chcete podívat na zveřejněná data, pak se vám budou jistě hodit tyto odkazy:

Tabulky (přílohy) naleznete na webu NASA:

<http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/candidates/>

Abyste ale obrovskému množství čísel vůbec porozuměli, budete patrně potřebovat „návod“, který naleznete na konci tohoto odborného článku.

Redakce časopisu Gliese však nevyznává kult populárně vědeckého masochismu, a proto jsme nejdůležitější tabulku upravili.

Najdete v ní tato data:

KOI – Objekt Keplerova zájmu (označení kandidáta). V případě označení typu 12.02 se jedná o druhou planetu v systému, 12.03 je třetí planeta apod.

KIC – katalogové číslo

Mag – jasnost mateřské hvězdy

Oběžná doba planety

Poloměr v násobcích Země

Velká poloosa (AU)

Povrchová (rovnovážná teplota) v Kelvinech

Poloměr mateřské hvězdy v násobcích Slunce

Povrchová teplota hvězdy v Kelvinech

Soubor si můžete stáhnout ve formátu pdf:

http://www.exoplanety.cz/wp-content/uploads/2012/03/kepler_kandidati.pdf

Kromě toho připojujeme tabulku se zajímavými kandidáty, u kterých by měla být rovnovážná teplota (bez vlivu atmosféry) mezi 185 a 303 Kelviny (-88 až 30°C). Nenechte se zmást příliš nízkým stropem vyšší teploty. Atmosféra, o které nic nevíme, přidá ke konečné teplotě na povrchu až desítky stupňů.;

Tabulka na další stránce - potencionálně obyvatelní kandidáti.

Zajímavé údaje: KOI - číslo kandidáta, Rp - poloměr v násobcích Země, Teq - rovnovážná teplota v Kelvinech, Period - oběžná doba (dny), R* - poloměr mateřské hvězdy v násobcích Slunce, Teff - povrchová teplota hvězdy (Slunce má 5700 K). Credit: Natalie M. Batalha et al.

KOI	Period [days]	R_p $R_\oplus$	T_{eq} [K]	O/E_1	Offset	MES	SNR	T_{eff}^a [K]	$\log g^a$	R_*^a $R_\oplus$	T_{eff}^b [K]	$\log g^b$	R_*^b $R_\oplus$
119.02	190.313	3.30	289	0.5	2.0	-99	63.2	5380	4.44	1.0	5380	4.45	0.9
438.02	52.662	2.10	298	0.6	1.0	-99	26.7	4351	4.59	0.7	4351	4.71	0.6
986.02	76.050	8.46	199	0.0	1.3	-99	15.3	5250	6.85	4.5	5250	6.85	4.5
1209.01	272.070	5.77	216	0.0	0.6	-99	45.6	5316	4.79	0.6	5316	4.71	0.6
1430.03	77.481	2.47	281	1.1	0.7	11.5	18.8	4502	4.60	0.7	4502	4.67	0.6
1431.01	345.161	8.44	252	1.5	3.1	-99	164.2	5649	4.46	1.0	5649	4.46	1.0
1466.01	281.564	11.13	214	2.0	3.2	-99	209.8	4768	4.45	0.9	4768	4.53	0.8
1686.01	50.867	1.41	240	2.6	2.5	7.0	7.6	3665	4.47	0.7	3665	4.74	0.5
1739.01	220.657	1.85	273	0.4	1.8	7.2	7.1	5677	4.63	0.8	5677	4.57	0.8
1871.01	92.725	2.18	260	0.0	-99	20.2	18.3	4449	4.65	0.7	4449	4.68	0.6
1876.01	82.532	2.25	239	0.6	0.8	19.8	33.3	4230	4.39	0.9	4230	4.77	0.5
1902.01	137.861	20.83	187	0.1	1.3	18.0	26.2	3818	4.50	0.7	3818	4.73	0.5
1938.01	96.915	2.10	298	0.5	1.2	16.7	40.3	5071	4.66	0.7	5071	4.67	0.7
2020.01	110.966	2.07	223	0.3	1.0	14.6	31.8	4350	4.47	0.8	4350	4.77	0.5
2102.01	187.746	2.79	241	0.9	0.6	12.6	18.1	5100	4.50	0.9	5100	4.64	0.6
2124.01	42.337	1.02	300	0.1	0.6	12.1	18.0	4103	4.51	0.7	4103	4.73	0.5
2290.01	91.502	1.75	296	1.1	1.3	9.9	17.7	4969	4.89	0.5	4969	4.67	0.7
2418.01	86.830	1.67	220	1.0	0.9	8.9	13.5	3863	4.26	1.0	3863	4.74	0.5
2469.01	131.190	2.13	262	1.5	0.7	8.5	17.5	4727	4.42	1.0	4727	4.59	0.7
2474.01	176.830	1.45	263	0.5	1.8	8.5	12.1	5284	4.60	0.8	5284	4.60	0.7
2626.01	38.098	1.46	281	0.2	2.4	7.2	10.7	3735	4.51	0.6	3735	4.73	0.5
2650.01	34.988	1.26	299	0.4	0.6	7.1	11.4	3900	4.50	0.7	3900	4.74	0.5
2770.01	205.383	2.20	194	0.4	-99	10.7	18.9	4352	4.64	0.6	4352	4.69	0.6
2841.01	159.391	2.70	273	0.4	-99	8.8	13.2	5213	4.64	0.8	5213	4.60	0.8

Astrobiologie

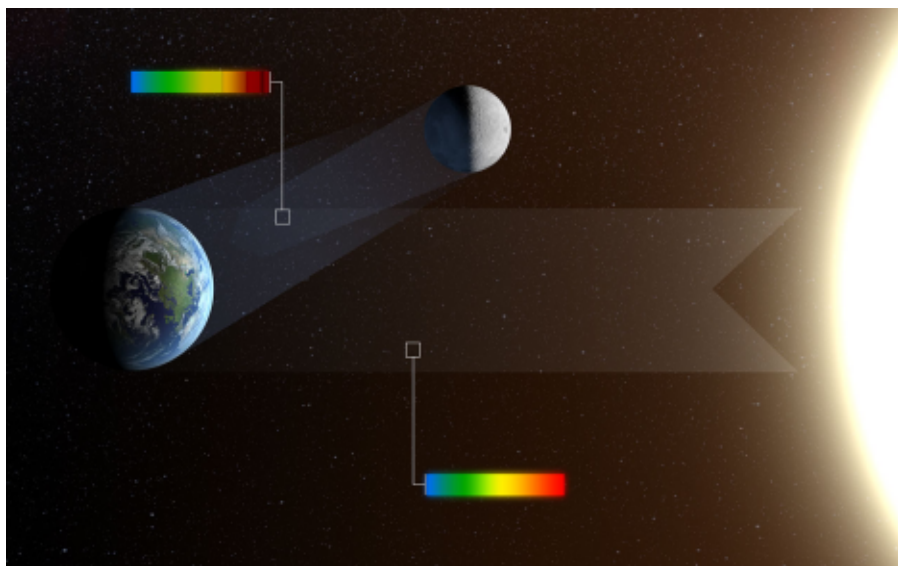
ESO objevila život na Zemi, pomohl Měsíc

Nestává se příliš často, aby se nejdražší astronomická hračka v Evropě zaměřila na našeho kosmického souseda. Dalekohled VLT Evropské jižní observatoře si to nedávno vyzkoušel kvůli už relativně běžnému „astrobiologickému trenážeru“. Astronomové využívají kosmické sondy, potulující se kdesi v dalekém kosmu ale i zatmění Měsíce (viz náš článek), aby objevili život na Zemi. Je

to takový malý trénink před budoucím průzkumem potenciálně obyvatelných exoplanet. Je zkrátka dobré vědět, co bychom asi tak mohli v datech hledat.

VLT analyzoval popelavý svit Měsíce. To je úkaz, na který se ptá hodně lidí při pozorování dalekohledem na lidové hvězdárně či jen tak na fórech. V období kolem novu si může povšimnout, že i neosvětlená část našeho kosmického souseda je trochu vidět (její obrys), jako by byla domalována či vystínována tužkou. V tomto případě neosvětluje Měsíc sluneční záření přímo, ale jedná se o světlo odražené od Země.

V okamžiku, kdy se světlo od Země odrazí, vezme s sebou určité informace o naší planetě. Astronomové hledali známky plynů, které by ukazovaly na přítomnost života (metan, kyslík, oxid uhličitý atd.). Kromě spektrální analýzy, změn intenzity odraženého světla v závislosti na jeho barvě, měřili také jeho polarizaci. Tento postup je znám jako spektropolarimetrie a může být v budoucnu velmi přínosný. Exoplaneta je totiž přezářena světlem své mateřské hvězdy, avšak světlo odražené od planety je na rozdíl od světla hvězdy polarizováno.



obr.13 Sluneční světlo se odráží od Země a vyvolává popelavý svit Měsíce, který pozoroval dalekohled VLT. Credit: ESO/L. Calçada

Výsledky pozorování popelavého svitu dalekohledem VLT byly ohromující. Astronomům se podařilo prokázat, že se v atmosféře Země vyskytuje oblačnost, že část povrchu je pokryta oceány a že na planetě je přítomná vegetace. Dokonce byly naměřeny změny v množství oblačnosti a vegetace v různých fázích měření, neboť v daném okamžiku odrazela světlo k Měsíci jiná část povrchu planety Země.

Poznámka: Je-li světlo polarizováno, komponenty elektrického a magnetického pole mají specifickou orientaci. U světla nepolarizovaného je orientace náhodná a nemá žádný preferovaný směr. Jevu využívají některé druhy 3D projekce: snímky s rozdílnou polarizací jsou pomocí polarizačních filtrů v brýlích posílány do jednoho či druhého oka. Měření polarizace bylo v této práci provedeno pomocí speciálního módu přístroje FORS2 na dalekohledu VLT.

Zdroj:

<http://www.eso.org/public/news/eso1210/>

Sluneční soustava

Led na Merkuru

Tomáš Petrásek, vzdalenesvety.cz

Je na Merkuru led? Tato otázka je zdánlivě nesmyslná, protože žár blízkého Slunce rozpaluje skály nejvnitřnější planety až na nesnesitelných 400°C. To ale platí jen pro místa, kam dopadají sluneční paprsky. V noci teplota klesá hluboko pod bod mrazu - horniny rychle ztrácejí teplo, a atmosféra, která by rozdíl smazávala, na Merkuru téměř chybí. V polárních oblastech mohou existovat místa, kam přímé sluneční paprsky nikdy nedopadají, například na dnech hlubokých kráterů. Tam může vládnout kosmický mráz, a tedy by se tam mohl udržet i vodní (nebo jakýkoli jiný) led, podobně jako je tomu na Měsíci.

Už v 90. letech radarové snímkování z observatoře v Arecibu odhalilo v polárních oblastech Merkuru skvrny materiálu, velmi odrazivého pro radarové vlny. To perfektně sedí právě na vodní led, ale lze to vysvětlit i jinak, a vůbec nebylo jasné, s jakými terénními útvary tyto skvrny vlastně souvisejí. Teprve nyní, na základě snímků sondy Messenger, bylo možné zjistit více. Jak ukázala Dr Nancy Chabotová z Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory ve svém příspěvku na 43. Lunar and Planetary Science Conference, všechny jasné skvrny zaznamenané Arecibem leží v trvale zastíněných oblastech v nitru krá-

terů. To silně ukazuje na nějaký druh ledu, byť třeba ukrytý pod ochrannou vrstvou prachu a kamení. Kromě vodního ledu by mohlo jít i o jinou těkavou látku, která v horku merkurského dne sublimuje a v chladných stínech se sráží - například o síru nebo nějaké její sloučeniny.

Odkazy:

<http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-17470151>

<http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2012/pdf/1476.pdf>

Seismická aktivita současného Marsu

Vladimír Kocour, planetary.cz

Identifikací balvanů na povrchu Marsu, které spadly ze srázů, zjistili vědci, že na Marsu musely nastat otřesy jako při zemětřesení na Zemi – tedy „marsotřesení“. Studium geologické aktivity na Marsu by mohlo přinést klíčový poznatek použitelný při řešení problému obyvatelnosti Marsu.

Obrázky marsové krajiny nabízejí důkaz, že povrch rudé planety se nejen může otřásat, podobně jako zemský povrch, ale i to, že se otřásl relativně nedávno. Jestli marsotřesení opravdu existuje, říkají vědci, kteří analyzovali podrobné snímky, mohl by náš vesmírný soused dosud mít aktivní vulkanismus, což by pomohlo vytvořit podmínky k existenci tekuté vody.

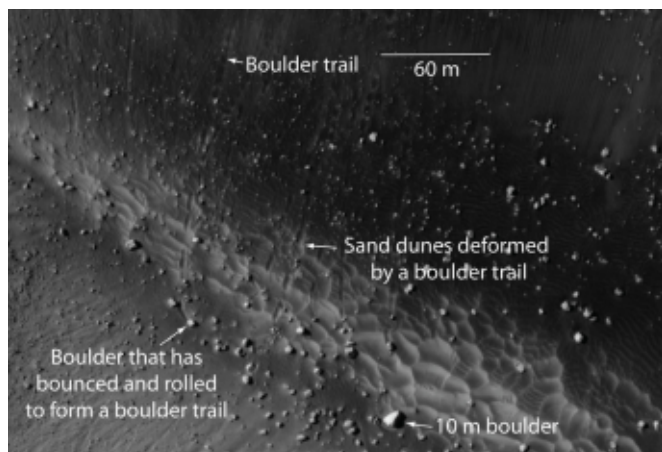
Pomocí obrázků z HiRISE (High-Resolution Imaging Science Experiment) studovali vědci balvany podél soustavy zlomů známých jako Cerberus Fossae, které se táhnou napříč velmi mladou (několik milionů let) lávovou krajinou na Marsu. Vědci analyzovali balvany, které se skutálely ze srázů na povrchu Marsu. Některé z nich zanechaly stopy v hrubé písčité půdě. Porovnáním drah kdy si se kutálejících balvanů s chováním podobně hmotných těles při zemětřesení na Zemi, zjistili vědci, že pohyb balvanů způsobila seismická aktivita.

Balvany na povrchu Marsu jsou rozmístěny jinak, než kdyby je na jejich místo zanesl postupující nebo ustupující led. Gerald Roberts, odborník na zemětřesení, který studii vedl ve spolupráci s Birkbeckem, institucí University v Londýně, řekl, že na obrázcích z Marsu jsou balvany o rozměrech od 2 do 20 metrů, které se skutálely nebo zřítily ze srázů. Velikost a počet balvanů v oblasti zlomů Cerberus Fossae postupně klesal od epicentra. Kameny se přitom nacházely ve vzdálenosti až 100 km.

„To je v souladu s hypotézou, že balvany uvedly do pohybu otřesy půdy, a že intenzita otřesů klesala od epicentra marsotřesení“, prohlásil Roberts.

Studie pořizená Robertsem a jeho kolegy bude publikována ve čtvrtém v Journal of Geophysical Research-Planets, vydávaném Americkou geofyzikální unií (AGU).

Tým porovnal rozložení balvanů s rozložením balvanů na Zemi v oblasti postižené v roce 2009 zemětřesením ve střední Itálii blízko L'Aquily. V případě L'Aquily se skutálené balvany nacházely ve vzdálenosti až 50 km od epicentra. Protože oblast přemístěných kamenů na Marsu má průměr kolem 200 km, dosahovalo marsotřesení síly 7 stupňů.



obr.14 Stopy po valících se balvanech vyryté v písečných dunách. Snímek z HiRISE.

Stopy po pohybu balvanů musely vzniknout poměrně nedávno, protože větrná eroze, která je na Marsu téměř všudypřítomná, je ještě nestačila zahladit. Takové stopy mohou zmizet rychle – například stopy po jízdě vozítek vyslaných na povrch Marsu agenturou NASA zmizely během pár let. Jiné stopy, chráněné před přímým účinkem větru, vydržely déle. Vědci se domnívají, že je možné, že silná seismická aktivita se dodnes může na Marsu objevovat.

Existence marsotřesení může pomoci při hledání života nebo stop po jeho dřívější existenci. Jsou-li poruchy podél Cerberus Fossae aktivní a jsou-li otřesy vyvolávány pohyby podpovrchového magmatu nedaleké sopky Elysium Mons, energie, uvolněná při otřesech by mohla být schopna tavit led, kterého je pod povrchem Marsu nezanedbatelné množství.

Zdroj:

<http://www.astrobio.net/pressrelease/4581/modern-marsquakes>

Dvě tváře písečných dun na povrchu Titanu

Vladimír Kocour, planetary.cz

Nová analýza radarových dat ze sondy Cassini vedla k objevu regionálních rozdílů v charakteru písečných dun na Titanu. Tento objev přináší nové poznatky o klimatické a geologické historii. Pole písečných dun jsou na Titanu běžná. Pokrývají asi 13% povrchu Titanu. To je 10 miliónů kilometrů čtverečních, přibližně jako rozloha Kanady. Protože se nacházejí na různých místech povrchu tohoto měsíce, vypovídají mnoho o prostředí na něm.

Ačkoli tvarem jsou písečné duny na Titanu podobné pozemským rovným dunám známým z pouští Namibie nebo Arabského poloostrova, co do rozměrů jsou v porovnání s pozemskými přímo gigantické. Jejich průměrná šířka činí jeden až dva kilometry, výška okolo 100 m a táhnou se stovky kilometrů daleko. Jejich velikost a odstup se však mění v závislosti na prostředí, ve kterém vznikly a vyvíjely se. Další rozdíl oproti dunám na Zemi je ten, že nejsou ze silikátových hornin, ale z pevných uhlovodíků, které se vysrážely z atmosféry. Pevné uhlovodíky vytvořily po vysrážení zrna o rozměrech řádu milimetrů – zatím neznámým procesem.

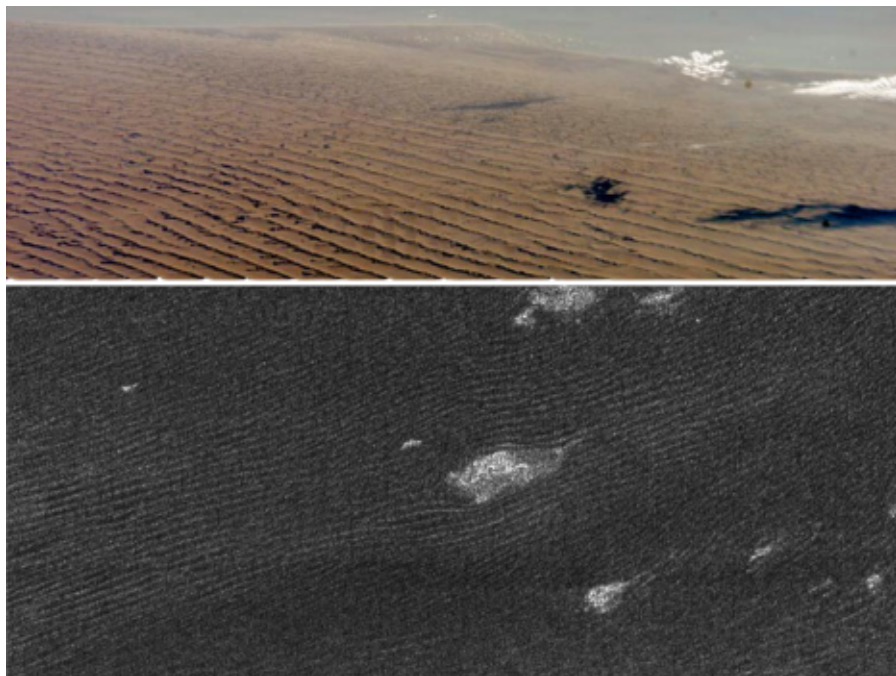
S použitím radarových dat ze sondy Cassini zjistila Alice Le Gall z LATMOS-UVSQ v Paříži a v NASA-JPL v Kalifornii a její spolupracovníci, že rozměry dun na Titanu jsou řízeny nejméně dvěma faktory: „nadmořskou“ výškou a titanografickou šířkou.

Hlavní dunová pole na Titanu se nacházejí v nízko položených oblastech. Duny ve vyšších polohách mají tendenci být užší a ve větší vzdálenosti od sebe. Mezery mezi nimi se na radaru jeví světlejší, což by znamenalo, že vrstva písku je zde tenká. To naznačuje, že ve vyšších polohách je relativně málo písku na tvorbu dun, zatímco v nižších polohách je ho k dispozici více. V závislosti na titanografické šířce jsou duny omezeny na oblast kolem rovníku mezi 30° severní a 30° jižní šířky. Avšak také v severních šířkách jsou duny užší a s většími mezerami. Doktorka Le Gall a její kolegové se domnívají, že je to způsobeno eliptickou dráhou Saturnu.

Titan obíhá kolem Saturnu, a tak jsou roční období na Titanu řízena oběhem Saturnu kolem Slunce. Protože Saturn potřebuje k jednomu oběhu kolem Slunce 30 let, každá roční doba na Titanu trvá 7,5 roku. Lehce eliptická dráha Saturnu způsobuje, že na severní polokouli Titanu je kratší, ale teplejší léto.

Ve výsledku jsou v jižních oblastech písky sušší, díky menšímu množství methanových a ethanových par v půdě. Čím jsou písečná zrna sušší, tím snadněji je větry přenášejí a vyvážejí z nich duny. Čím dále jdete na sever, tím více při-

bývá půdních částic, které činí zrnka písku méně pohyblivými. V důsledku toho se duny vytvářejí méně snadno. Na severní polokouli je také více jeyer kapalného methanu a ethanu, což podporuje domněnku, že i písek je na severní polokouli vlhčí.



obr. 15 Fotografie písečných dun na Zemi (nahore) a radarový snímek dun na Titanu (dole). Zdroj: Wikipedia.

Podle Nicolase Altobelliho, vedoucího projektu Cassini-Huygens, je pochopení principu tvorby dun důležité k pochopení toho, jak funguje klima na Titanu, a jakým procesům podléhal jeho geologický vývoj. Duny z písku tvořeného zmrzlými uhlovodíky nám také mohou pomoci pochopit koloběh methanu a ethanu. Ten je sice podobný koloběhu vody v pozemské přírodě, ale na rozdíl od něj není dosud objasněný.

Zdroj:

<http://www.saturntoday.com/news/viewsr.rss.html?pid=39665>

Nové exoplanety: radiální rychlosti

RR Cae b: další exoplaneta u dvojhvězdy?

Čínsko-argentinský tým astronomů hlásí možný objev exoplanety u dvojhvězdy RR Cae.

Po nedávných objevech exoplanet, které obíhají okolo dvou hvězd (viz. toto číslo níže) kosmickým dalekohledem Kepler, ohlásil další podobný objev i mezinárodní tým astronomů. Exoplaneta byla nalezena u dvojhvězdy RR Cae pozorováním vzájemných zákrytů obou hvězd. Existence planety se projeví odchylkami v časech zákrytů dvojhvězdy, které jsou vyvolány gravitačním vlivem planety. Astronomové tedy získají světelnou křivku dvojhvězdy (graf závislosti jasnosti na čase), ve které jsou patrné dva periodické poklesy jasnosti (primární a sekundární minimum), jak se obě hvězdy navzájem zakrývají. K pozorování byl využit 2,15 metrový dalekohled Jorge Sahade (Argentina).

Zatímco Kepler objevil exoplanety u hvězd hlavní posloupnosti, dvojhvězdu RR Cae tvoří červený a bílý trpaslík. Exoplaneta má mít hmotnost $4,2 \pm 0,4$ Jupiteru a okolo trpaslíků obíhá s periodou necelých 12 let ve vzdálenosti $5,3 (\pm 0,6)$ AU. Na základě analýzy dat se navíc předpokládá existence další planety s oběžnou dobou 26,3 let. Hmotnost mateřských hvězd se odhaduje na 0,44 (bílý trpaslík) a 0,18 (červený trpaslík) Slunce.

Zdroj:

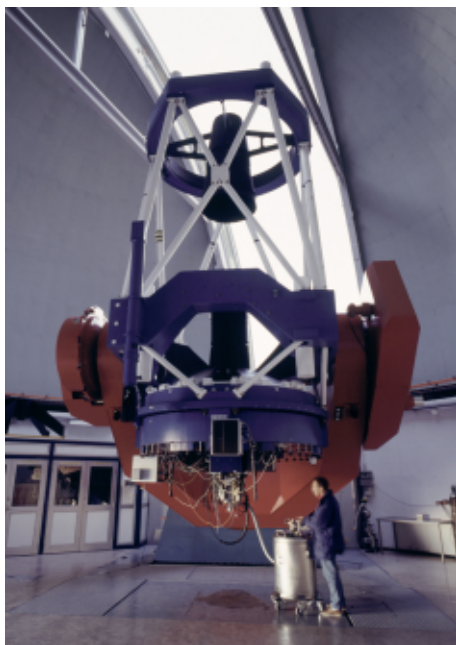
<http://arxiv.org/abs/1201.4205>

HIP 11952: jeden z nejstarších planetárních systémů v Galaxii?

Velmi důležitým parametrem v oblasti stelární (hvězdné astronomie) je metalicita. Jedná se v podstatě o množství všech ostatních prvků kromě vodíku a hélia, kterým se v astrožargonu říká kovy. Hovořit o dvou skupinách prvků uvnitř hvězd (vodík + hélium) versus ti ostatní, je i z hlediska planetárního výzkumu docela přínosné. Ostatní prvky tvoří totiž jen nepatrnou část vesmíru, ve kterém hraje prim právě vodík (2/3) a hélium (1/3), ze kterých ovšem žádnou pořádnou planetu neupláčáte, maximálně tak atmosféru plynného obra. A dost možná o to jde. Někteří plynní obři totiž nemusí mít kamenné jádro (tvořené

právě kovy), ale mohou vznikat zhroucením plynů podobně jako hvězdy.

Pokud ale chcete zajímavý planetární systém, ve kterém je sem tam nějaký ten šutr, kamenná planeta či kometa, potřebujete zajímavější prachový a plynový jídelníček v době, kdy systém vzniká. Výzkum metalicity hvězdy je takovým pohledem do minulosti, který nám ukáže, zda měla původní mlhovina vhodné složení. Výzkum na kovy chudých hvězd nám může velmi napomoci v pochopení vzniku planetárních systémů.



obr.16 Dalekohled MPG na observatoři La Silla v Chile. Credit: ESO

Hodnotu metalicity můžete nalézt i v katalozích exoplanet jako údaj $[Fe/H]$. K číslu se dostaneme tak, že logaritmus počtu atomů železa k počtu atomů vodíku ve hvězdě, odečteme od stejného poměru pro Slunce. Železo sice není ani zdaleka jediným kovem v nitru hvězdy, ale je dobře odhalitelné ve spektru.

V případě hvězdy HIP 11952 je $[Fe/H] = -1,9$, což znamená, že se zde máme jednu z mála hvězd s metalitou menší než -1 , u které byla objevena exoplaneta. Ještě chudší je mimochodem hvězda HIP 13044 b, okolo které obíhá exoplaneta o hmotnosti 1,25 Jupiteru s periodou 16 dní. Tato planeta pochází patrně z jiné

Galaxie a objevena byla stejným dalekohledem v roce 2010 (viz náš článek).

Spektrograf FEROS, který je nainstalován na 2,2 m dalekohledu Evropské jižní observatoře v Chile, pozoroval hvězdu HIP 11952 v období od srpna 2009 do ledna 2011. Na základě měření radiálních rychlostí byly objeveny dvě planety:

HIP 11952 b má hmotnost necelé tři Jupiteru a okolo hvězdy obíhá s periodou zhruba 290 dní ve vzdálenosti 0,8 AU.

HIP 11952 c je podstatně blíže od svého slunce, okolo kterého oběhne jednou za necelých 7 dní. Hmotnost planety se odhaduje na 0,78 Jupiteru.

Mateřská hvězda je spektrální třídy F2V, má hmotnost 0,83 Slunce, povrchovou teplotu 6000 K a stejně jako její zmíněná kolegyně HIP 13044 bude velmi stará (odhad 12 miliard let). Dost možná se jedná o jeden z prvních planetárních systémů v naší Galaxii!

Zdroj:

Planetary companions around the metal-poor star HIP 11952 (J. Setiawan et al.)

GJ 433: zajímavá planeta na vzdálené dráze

V evropské studii o GJ 667 C c (viz článek v tomto čísle) nalezneme také informace o systému u hvězdy GJ 433. Jedná se opět o červeného trpaslíka o hmotnosti 0,48 Slunce, který v oblasti hledání exoplanet není nikterak neznámý. V roce 1997 se objevila studie hovořící o přítomnosti hnědého trpaslíka o hmotnosti 30. Jupiterů, který by měl okolo GJ 433 obíhat s periodou 500 dní. Po zhruba čtyřech letech (2001) však byla tato teorie vyvrácena.

Ke konci roku 2009 byla u hvězdy GJ 433 nalezena planeta s nyní upřesněnou hmotností 5,8 Zemí (0,14 Jupiteru) a oběžnou dobou 7,4 dní.

Kromě toho zde máme nový objev exoplanety GJ 433 c o hmotnosti 45 Zemí a oběžnou dobou plných 3693 dní nebo přesněji mezi 9,5 a 11 lety. Planeta by se měla pohybovat ve vzdálenosti 3,6 AU.

Zdroj:

<http://arxiv.org/abs/1202.2467>

Nové exoplanety: tranzitní fotometrie

HAT-P-34 b: hmotná planeta na výstředné dráze

Lovec tranzitujících exoplanet představil objev čtyř horkých Jupiterů, HAT-P-34 b až HAT-P-37 b s hmotnostmi 1,05 až 3,33 Jupiterů s oběžnými dobami 1,33 až 5,45 dní.

Exoplanety obíhají kolem relativně jasných hvězd spektrálních tříd G a F. Nejzajímavějším úlovkem je nepochybně HAT-P-34 b. Planeta má hmotnost 3,33 Jupiterů a okolo své hvězdy obíhá s periodou 5,45 dní po velmi protáhlé dráze (výstřednost 0,441). Jedná se o jednu z nejvýstřednějších tranzitujících exoplanet. Mezi ty ostatní a ještě excentričtější patří prokazatelně:

HD 80606 b ($e = 0,93$)

HD 17156 b ($e = 0,67$)

CoRoT-20 b ($e = 0,56$)

CoRoT-10 b ($e = 0,53$)

HAT-P-2 b ($e = 0,51$)

Samotná mateřská hvězda je 1,5x větší než naše Slunce a vyzařuje 3,6x více záření. Povrchová teplota planety se odhaduje na 1520 K.

HAT-P-34 b je vhodným kandidátem na „vyšetření“ Rossiterovým-McLaughlinovým efektem. Astronomové by získali křivku radiálních rychlostí v okamžiku, kdy bude planeta přecházet před svou hvězdou. Díky tomu bychom mohli zjistit sklon roviny oběžné dráhy planety vůči rovině rovníku mateřské hvězdy. U takto výstředných a hmotných planet by to mohlo být více než důležité.

HAT-P-34 b

Hmotnost: 3,3 Mj

Poloměr: 1,2 Rj

Oběžná doba: 5,45 dní

Velká poloosa: 0,067 AU

HAT-P-35 b

Hmotnost: 1,0 Mj

Poloměr: 1,3 Rj

Oběžná doba: 3,64 dní

Velká poloosa: 0,049 AU

HAT-P-36 b

Hmotnost: 1,8 Mj

Poloměr: 1,2 Rj

Oběžná doba: 1,32 dní

Velká poloosa: 0,02 AU

HAT-P-37 b

Hmotnost: 1,2 Mj

Poloměr: 1,2 Rj

Oběžná doba: 2,79 dní

Velká poloosa: 0,037 AU

Nejvyšší rovnovážnou teplotu by měla mít HAT-P-36 b (cca 1800 K).

Zdroj:

HAT-P-34b– HAT-P-37b: Four Transiting Planets More Massive Than Jupiter Orbiting Moderately Bright Stars

HAT-P-38 b: dvojče Saturnu

Nová exoplaneta HAT-P-38 b obíhá okolo hvězdy, která je podobná Slunci, s periodou 4,6 dní. Planeta je se svou hmotností 0,27 a poloměrem 0,82 Jupiteru velmi podobná Saturnu, který má hmotnost 0,3 a poloměr 0,84 Jupiteru. Dokonce se jedná o Saturnu nejpodobnější tranzitující planetu.

Parametry planety mírně vybočují z teoretických předpokladů. Dle nových teorií se zdá, že pro planety od 0,1 do 0,6 Jupiterů platí pravidlo, podle něhož je poloměr planety přímo závislý na rovnovážné teplotě a nepřímo na obsahu kovů (prvků těžších než hélium) v mateřské hvězdě. Druhá podmínka vychází patrně z předpokladu, že pokud má hvězda málo kovů, obsahoval nízký obsah kovů i zárodečný oblak prachu a plynu, ze kterého vznikly jak planeta tak i hvězda a tudíž se v případě planety předpokládá existence jádra, které je chudší na kovy.

HAT-P-38 b by podle předpokladů měla mít poloměr asi 0,97 Jupiteru. Pozorovaná hodnota je sice menší, ale stále v rámci teorií. Praxe ale jasně dokazuje, že zformulovat teoretické závěry ohledně vzniku a vývoje exoplanet n blížkých drahách nebude vůbec jednoduché. Například HAT-P-18 b a HAT-P-19 b mají

nízké hustoty a to navzdory solidnímu obsahu kovů ve svých mateřských hvězdách.

Nové exoplanety: tranzitní fotometrie - Kepler

Kepler objevil 26 nových exoplanet

Kosmický dalekohled Kepler má na svém kontě už něco přes 60 potvrzených exoplanet z 2300 kandidátů, které dosud objevil.

Astronomové představili v několika nových studiích celkem 11 planetárních systémů s 26 exoplanetami. Jedná se o skutečně rozmanitou rodinku s poloměrem od 1,5 Země po velikost srovnatelnou s Jupiterem. Patnáct z planet je velikostně mezi Zemí a Neptunem, což není nikterak překvapivé zjištění, neboť exoplanety tohoto typu převládají i mezi všemi více než 2300 nepotvrzenými kandidáty.

Všechny nové exoplanety obíhají kolem svých sluncí s periodami 6 až 143 dní. Zajímavé je, že u každé z hvězd byly nalezeny alespoň dvě planety, obíhající blízko sebe ve vzdálenosti menší, než v jaké obíhá Venuše kolem Slunce. Tyto planety vykazují tzv. TTV (časování tranzitů). Vzájemný gravitační vliv je sice relativně zanedbatelný z hlediska například vlivu na povrch planet, ale dosti velký na to, aby k přechodům planet před mateřskou hvězdou docházelo nepravidelně. Odchytky v časech tranzitů, které Kepler pozoruje, usnadňují ověření existence planet a to bez použití tradičních měření radiálních rychlostí dalekohledy ze Země.

Tabulka na další stránce

Mj - hmotnost Jupiteru

Rj - poloměr Jupiteru

Rz - poloměr Země

Ms - hmotnost Slunce

Rs - poloměr Slunce

KOI - objekt Keplerova zájmu (označení kandidáta)

Název	KOI	Hmotnost (MJ)	Poloměr (R _J)	Poloměr (R _Z)	Oběžná doba (dny)	Hmotnost hvězdy (M _J)	Poloměr hvězdy (R _J)
Kepler-23b	168	0.8	0.17	1.9	7.1073	1.11	1.52
Kepler-23c	168	2.7	0.29	3.2	10.21	1.11	1.52
Kepler-24b	1102	1.6	0.21	2.4	8.1453	1.3	1.7
Kepler-24c	1102	1.6	0.25	2.8	12.35	1.3	1.7
Kepler-25b	244	12.7	0.23	2.6	6.85	1.22	1.36
Kepler-25c	244	4.16	0.40	4.5	12.04	1.22	1.36
Kepler-26b	250	0.360	0.32	3.6	12.29	0.65	0.59
Kepler-26c	250	0.375	0.32	3.6	17.2513	0.65	0.59
Kepler-27b	641	9.11	0.36	4.0	15.3348	0.65	0.59
Kepler-27c	641	13.8	0.44	4.9	31.3309	0.65	0.59
Kepler-28b	870	1.51	0.32	3.6	5.23	0.75	0.70
Kepler-28c	870	1.36	0.30	3.4	8.58	0.75	0.70
Kepler-29b	738	0.4	0.32	3.6	10.336	1.00	0.96
Kepler-29c	738	0.3	0.26	2.9	13.2907	1.00	0.96
Kepler-30b	806	0.2	0.33	3.7	29.329	0.99	0.95
Kepler-30c	806	9.1	1.28	14.4	60.3251	0.99	0.95
Kepler-30d	806	17	0.952	10.7	143.213	0.99	0.95
Kepler-31b	935	6.8	0.38	4.3	20.8613	1.21	1.22
Kepler-31c	935	4.7	0.37	4.2	42.6318	1.21	1.22
Kepler-32b	952	4.1	0.36	4.1	5.90124	0.58	0.53
Kepler-32c	952	0.5	0.33	3.7	8.22	0.58	0.53
Kepler-33b	707	0.134	1.504	5.667939	1.164	1.615	
Kepler-33c	707	0.245	2.751	13.17563	1.164	1.615	
Kepler-33d	707	0.406	4.564	21.7759	1.164	1.615	
Kepler-33e	707	0.307	3.446	31.78438	1.164	1.615	
Kepler-33f	707	0.341	3.827	41.02903	1.164	1.615	

Zajímavým úlovkem je systém Kepler-33. Okolo hvězdy nepatrně větší a hmotnější než naše Slunce obíhá pět planet velmi blízko sebe. Všechny planety obíhají okolo své mateřské hvězdy blíže a s kratší periodou než Merkur okolo Slunce! Jedná se buď o super-Země s kamenným povrchem nebo o světy podobné Neptunu. Pět planet nebo pět tranzitujících planet u jedné hvězdy však není rekordem, ten drží Kepler-11 se šesti planetami.

Mezi řadou nově objevených exoplanet pozorujeme tzv. rezonanci, což znamená, že oběžné doby jsou v poměru celých kladných čísel. Zajímavým je v tomto ohledu například systém Kepler-31, u kterého byly objeveny dvě planety (podělte oběžné doby 20,9 dní a 42,6 dní a dostanete poměr 1:2), ale okolo hvězdy obíhají patrně ještě další dva nepotvrzení kandidáti. Pokud bude prokázána jejich existence, budeme zde mít zajímavý systém s rezonancí 1:2:4:8.

Zdroje:

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/new-multi-systems.html
<http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/>

Amatéri objevili dvě nové exoplanety

Už je to více než rok, co tisíce uživatelů internetu, z nichž mnozí možná o exoplanetách zprvu ani neslyšeli, prohledávají v rámci projektu Planet Hunters (lovci planet) světelné křivky z kosmického dalekohledu Kepler. V obrovském množství dat z lovce cizích světů mohly algoritmy něco přehlédnout. Je tedy jen na lidském oku a mozku, aby tyto nezbedné planety našli. Už vloni oznámili lidé okolo Planet Hunters objev dvou kandidátů. V odborné studii byli první objevitelé z řad laické veřejnosti uvedeni jako spoluautoři. Více se dočtete v našem článku: <http://www.exoplanety.cz/2011/09/planet-hunters-dva-kandidati/>

Na tradičním sjezdu Americké astronomické společnosti v texaském Austinu byly představeny další dva objevy. Okolo hvězdy IC 4552729 obíhá zřejmě planeta s periodou 97,5 dne a poloměru jen 4 Zemí. Jedná se však zatím pouze o věrohodného kandidáta s pravděpodobností existence 95%. Druhým úlovkem může být kandidát u hvězdy KIC 10005758, který je ještě zajímavější. Obíhá okolo svého slunce s periodou 284 dnů a je jen 3,3x větší než Země. Existuje jistá možnost, že podstatně blíže ve vzdálenosti 132 dnů obíhá ještě větší planeta, ale pravděpodobnějším vysvětlením je dvojhvězda.

Související: <http://www.exoplanety.cz/2011/01/planet-hunters/>

Zdroj:

<http://bit.ly/HBkcjm>

KOI-13 b: masivní exoplaneta, která deformuje svou hvězdu

Astronomové objevili v datech z Keplera další exoplanetu. Kromě klasické tranzitní fotometrie pomohla astronomům k určení hmotnosti a potvrzení exoplanety ještě další, relativně nová metoda. Exoplaneta obíhá okolo svého slunce s periodou jen 1,76 dní a je velmi hmotná. Díky tomu svou vlastní mateřskou hvězdu deformuje do podoby elipsoidu, což se projeví ve světelné křivce. Elipsoid má do dokonalé koule velmi daleko, takže jak se hvězda otáčí, je k nám nakloněna větší či menší plochou, což se projeví v „množství světla“, které k nám od ní přichází.

KOI-13 b má mít hmotnost 8,3 Jupiterů a poloměr 1,8 Jupiterů. Odhadovaná hustota planety je tak 3x větší ve srovnání s Jupiterem. Podobně hustý plynní obří sice jsou spíše výjimkou, ale na rekordmana XO-3 b s hustotou 6,5 Jupiterů to nemá. V čem ale bude planeta patrně vynikat, je její povrchová teplota. Ta se odhaduje až na 2900 K. Samotná hvězda pak má teplotu kolem 8800 K a poloměr 2,5 Slunce.

Zdroje:

<http://arxiv.org/abs/1110.4231>

<http://arxiv.org/abs/1202.1760>

KOI-284: našel Kepler opravdovou planetární rodinu?

V článcích občas používáme v rámci oživení textu či zatraktivnění nadpisu rodinné vazby mezi vesmírnými objekty. Také v odbornější literatuře se setkáme s označením „mateřská hvězda“. Planety jsou fakticky dětmi hvězd, i když ne z hlediska vzniku (planety i hvězda vznikají současně). Pokud je mateřská hvězda součástí vícenásobného systému (dvojhvězda), mají planety fakticky svou tetu. Exoplanety v binárním systému nejsou neobvyklé, konec konců větší na hvězd žije v páru s další hvězdou či hvězdami, naše Slunce je v tomto spíše výjimkou. Kepler však nedávno našel i planety, které obíhají okolo dvou hvězd současně, takže v našem žargonu mají dvě matky.

Pokud jste se ještě do rodinných vazeb nezamotali, pak vězte, že systém KOI-284 vás dorazí. V jeho případě totiž můžeme zcela jednoznačně hovořit také o sestřenicích. Kepler u něj našel tři dosud nepotvrzené kandidáty. Na tom by

nebylo nic až tak zvláštního, ovšem dle simulací by podobný systém měl být jednoznačně nestabilní. Na KOI-284 se vloni zaměřil mimo jiné Keckův dalekohled na Havaji a odhalil, že KOI-284 tvoří ve skutečnosti dvě hvězdy, vzdálené od sebe asi 450 AU.

Velmi pravděpodobným vysvětlením je fakt, že Kepler sice skutečně objevil tři planety v systému KOI-284, ale...! Jedna planeta obíhá okolo jedné z hvězd s periodou 6 dní, další dvě planety pak obíhají okolo druhé hvězdy s periodami 6,42 a 18 dní. Obě hvězdy jsou patrně velmi podobné a nachází se relativně blízko sebe (cca 450 AU), takže se Keplerovi jeví jako jedna jediná. Abychom to shrnuli: Kepler patrně našel tři tranzitující planety u dvou hvězd, které obíhají kolem společného těžiště. Poloměr všech tří planet se zprvu odhadoval na zhruba 2 Země, na přesné údaje si musíme počkat. Celý objev je jako výhra v loterii. Máme zde celkem 5 těles (dvě hvězdy, tři planety), které se nachází téměř v jedné rovině a tato rovina směřuje k nám.

Zdroj:

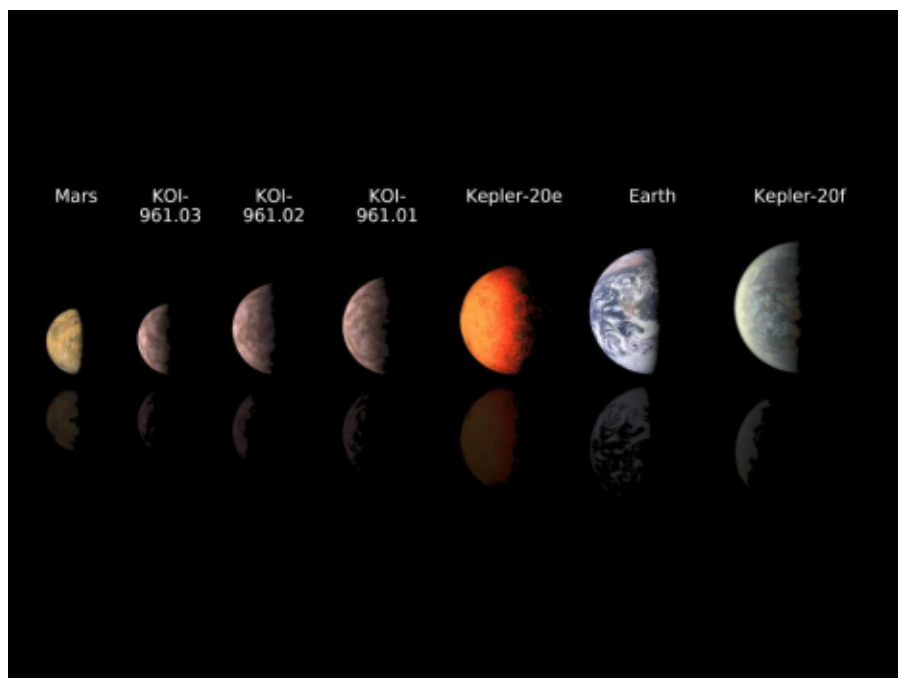
<http://arxiv.org/abs/1201.5424>

Kepler našel exoplanety menší než Země u sestry Barnardovy šipky

Astronomové z Kalifornského technologického institutu využili dalekohled Kepler a jeho kolegu na kalifornské observatoři Palomar k objevu tři malých exoplanet u hvězdy KOI-961. Všechny tři planety jsou výrazně menší než naše Země. Nejmenší z nich se svými rozměry přibližuje Marsu. Velikost planet je odhadována na 0,78; 0,73 a 0,57 poloměru Země. Jedná se tak o nejmenší známé exoplanety u hvězdy hlavní posloupnosti. Tento rekord je přitom díky Keplerovi v uplynulých týdnech přepsán už potřetí (viz minulé číslo Gliese).

Všechny tři planety obíhají velmi blízko od své mateřské hvězdy s oběžnou dobou menší než 2 dny. Také samotná mateřská hvězda je velmi zajímavá. Na první pohled je to jen další z tuctových červených trpaslíků. Při jeho výzkumu pozemskými dalekohledy však měli astronomové pocit, jako by pozorovali starého známého. KOI-961 je ve svých parametrech velmi podobná blízké hvězdě, kterou známé pod názvem Barnardova šipka. Tato stálice v souhvězdí Hado-noše nikam neukazuje (jak by se mohlo dle jejího jména zdát), ale vykazuje největší vlastní pohyb mezi hvězdami. Také hvězdy, ačkoliv se jim přezdívá stálice, se po obloze pohybují. Vlastní pohyb je ovšem okem postřehnutelný jen v řádu stovek tisíců let. Například vzhled souhvězdí tak byl kdysi dávno, za časů dino-

saurů či trilobitů úplně jiný. Barnardova hvězda co by rekordmanka, urazí po obloze něco přes 10 obloukových vteřin za rok. Na začátku tohoto století věřil astronom Peter van de Kamp, že okolo Barnardovy hvězdy obíhají planety, které našel díky astrometrii – tedy studiem právě onoho vlastního pohybu.



obr.17 Tři exoplanety u hvězdy KOI-961 a jejich srovnání s dalšími objevy Keplera a planetami Sluneční soustavy. Credit: NASA/JPL-Caltech

KOI-961 sice žádný významný vlastní pohyb nemá, ale co se zářivosti, hmotnosti a velikosti týče, je jako dvojče Barnardovy hvězdy. Astronomové tak měli snadnější práci při odvozování parametrů hvězdy a tedy i všech tří planet. Rovnovážná teplota na povrchu planet se bude pohybovat od 450 do 180°C.

KOI-961:

Hmotnost: 0,13 Slunce

Poloměr: 0,17 Slunce

Povrchová teplota: 3060 K

Zářivost: 0,00240 Slunce

Exoplaneta	Hmotnost (odhad) M _z	Poloměr (R _z)	Oběžná doba (dny)	Velká poloosa (AU)	Povrchová teplota (°C)
KOI-961.01	0,44	0,78	1,21	0,0116	250
KOI-961.02	0,36	0,73	0,45	0,006	450
KOI-961.03	0,16	0,57	1,87	0,0154	180

Zdroje:

<http://phl.upr.edu/library/notes/threehotsubterranexoplanetsaroundkoi-961>
http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/smallest-exoplanets.html

Kepler-16, Kepler-34 a Kepler-35: Tatooine z Hvězdných válek třikrát jinak

Není to tak dlouho, co se astronomové pochlubili objevem exoplanety u dvojhvězdy Kepler-16. Simulace naznačují, že by se v systému mohl teoreticky nacházet měsíc s podmínkami k životu, pokud by disponoval atmosférou bohatou na skleníkové plyny. Samotná planeta obíhá ve vzdálenosti srovnatelné s Venuší, problémem obyvatelnosti není přílišné horko, ale naopak chlad. Mateřskými hvězdami jsou totiž oranžový a červený trpaslík. Kepler-16 b (nebo chcete-li Kepler-16 (AB) b byl po svém objevu neformálně pokřtěn jako Tatooine. Planeta z kultovních Hvězdných válek má také dvě slunce.

Kepler nyní hlásí objevy dalších planet, což dokazuje, že George Lucas se ve svých představách zase tak moc nemýlil. Planety se dvěma matkami mohou být ve vesmíru relativně běžné.

Kepler-34 b

Exoplaneta podobná Saturnu (konkrétně: hmotnost 0,22 Jupiteru, poloměr 0,76 Jupiteru) obíhá okolo svých matek s periodou 288 dní ve vzdálenosti zhruba 1 AU. Mateřské hvězdy jsou velmi podobné našemu Slunci a okolo společného těžiště obíhají s periodou 28 dní. Celý systém si tak můžeme hravě představit. Vezměte dvě Slunce, dejte je blízko sebe, budou obíhat kolem společného těžiště, které se bude nacházet přibližně v polovině vzdálenosti mezi nimi. Okolo těchto hvězd pak bude ve vzdálenosti Země obíhat Saturn. Bizarní představa, vidíte?



obr.18 Systém Kepler-35 v představách malíře. Credit: © Mark A. Garlick / space-art.co.uk

Kepler-35 b

Je méně hmotná než předešlý kolega (0,13 Jupiteru) a menší (0,72 poloměru Jupiteru). Okolo svých mateřských hvězd obíhá s periodou 131 dní ve vzdálenosti 0,6 AU. Mateřské hvězdy mají v tomto případě asi 80 až 90% hmotnost ve srovnání se Sluncem. Co do velikosti, je jedna z nich podobná našemu Slunci, druhá je naopak menší (0,78 Slunce). Okolo společného těžiště obíhají s periodou 21 dní.

Zdroje:

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/kepler-34-35.html
<http://kepler.nasa.gov/Mission/discoveries/>

Situace na trhu

Celkový počet známých exoplanet k 31. březnu 2012: 760 Z
Za uplynulé 3 měsíce přibylo 46 nových exoplanet.

Zdroj:

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

The first part of the paper discusses the importance of understanding the underlying structure of the data. This is particularly relevant in the context of machine learning, where the ability to identify patterns and relationships in the data is crucial for making accurate predictions. The second part of the paper focuses on the development of a robust statistical model that can handle noisy and incomplete data. This involves the use of advanced techniques such as regularization and cross-validation to ensure that the model is not overfitted to the training data. The third part of the paper presents a series of experiments that demonstrate the effectiveness of the proposed model in various scenarios. These experiments show that the model is able to achieve high accuracy and robustness, even in the presence of significant noise and missing data. Finally, the paper concludes with a discussion of the implications of the findings and suggests directions for future research.