

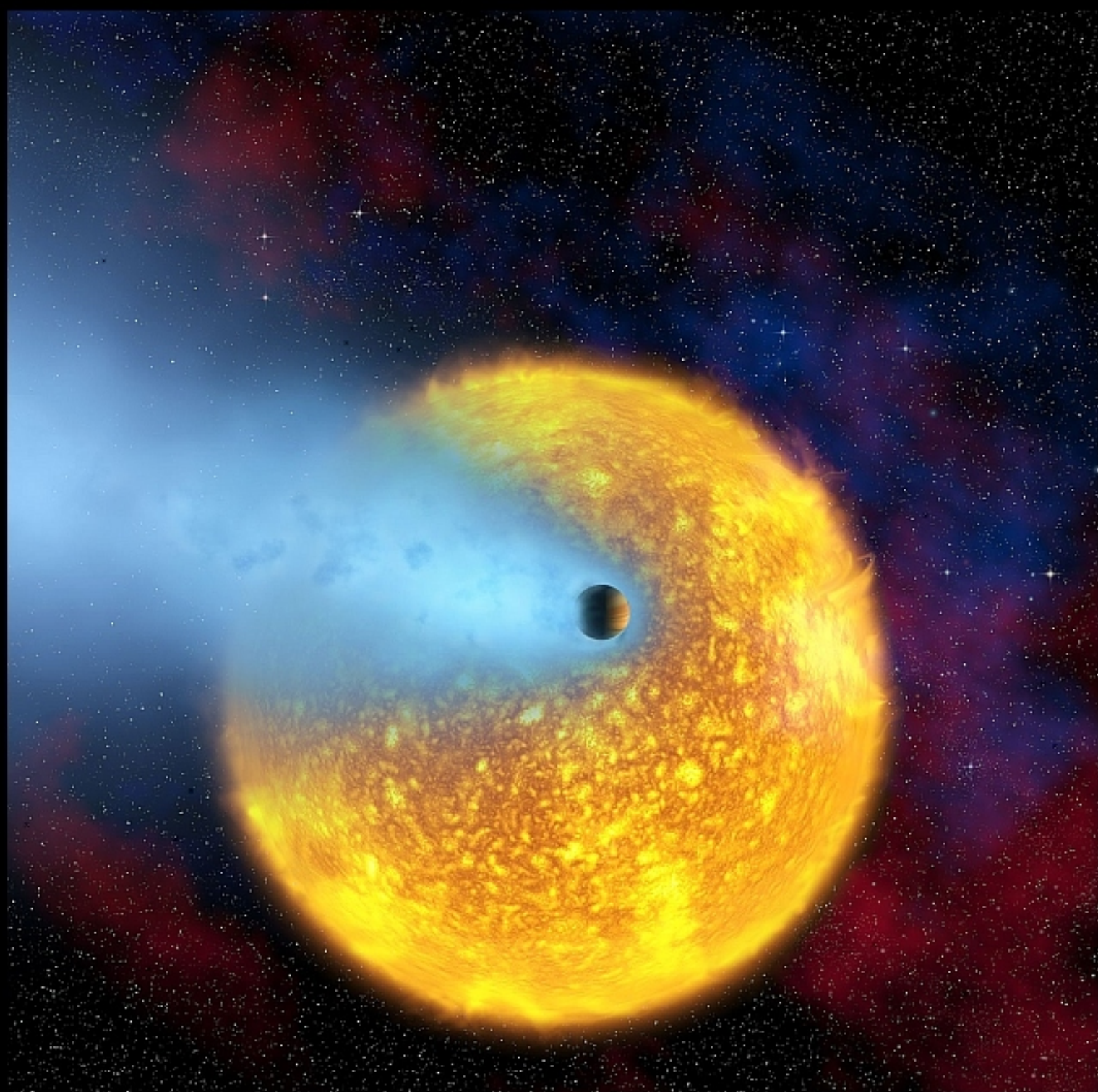


GLIESE

Časopis o exoplanetách a astrobiologii

Speciál 2009

Ročník 2.



Časopis Gliese přináší 4x 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).

Časopis Gliese

Speciál 2009 – 10 let s tranzity exoplanet

Vydává: Valašská astronomická společnost (<http://vas.astrovm.cz>)

Web: www.exoplanety.cz/gliese

E-mail: gliese@exoplanety.cz

Šéfredaktor: Petr Kubala

Jazyková korektura: Květoslav Beran

Logo: Petr Valach

Uzávěrka: 27. října 2009

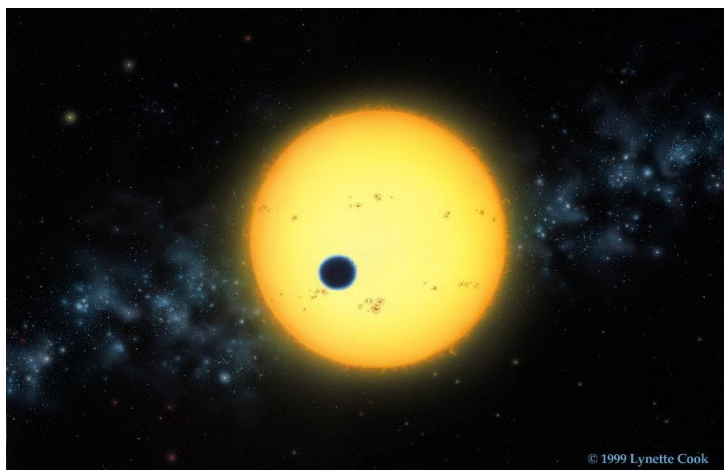
Vyšlo: 28. října 2009

ISSN 1803-151X

Obsah

Slovo úvodem	4
Objev první tranzitující exoplanety	5
Jmenuje se HD 209458 b	6
Tranzitní metoda	10
Situace na trhu	15
Nejznámější vyhledávací projekty – tranzitní fotometrie	16
Kosmické dalekohledy a tranzitní fotometrie	20
Doporučené odkazy	25

Slovo úvodem



Píše se rok 1995 a Michel Mayor a Didier Queloz hlásí objev první exoplanety u hvězdy hlavní posloupnosti. Krátce po svém objevu, ještě předtím než historický počín ohlásili světu, hledala dvojice ženevských astronomů nepatrný pokles v jasnosti mateřské hvězdy 51 Peg. Pokud by měli štěstí a rovina oběžné dráhy planety směřovala k Zemi, mohli pozorovat

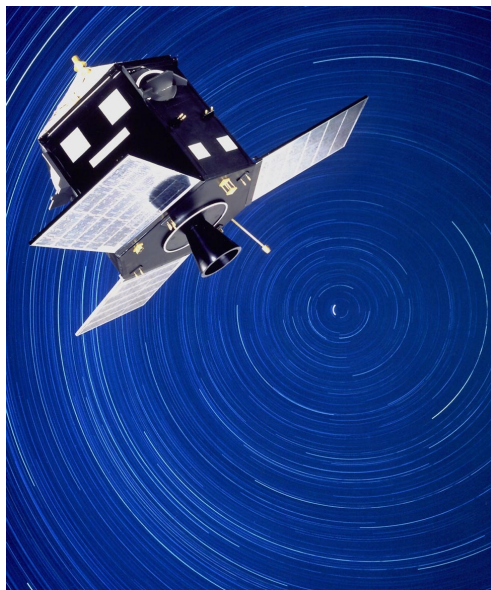
její tranzity (přechody) před hvězdou. Tím by se existence exoplanety potvrdila druhou metodou a navíc by zjistili průměr planety a tím i velikost. Nebyl by už žádný pochyb o existenci planetárního průvodce hvězdy 51 Peg. Mayor a Queloz však štěstí neměli, exoplaneta tranzity nevykonávala. Podobně skončily i další objevitelé v následujících 4 letech.

Štěstí se na astronomy usmálo až v listopadu 1999, kdy byly potvrzeny tranzity u exoplanety HD 209458 b. Do dnešních dní astronomové pozorovali přechody exoplanet u 62 hvězd.

Metoda tranzitní fotometrie má před sebou líbeznou budoucnost. Od března letošního roku pracuje ve vesmíru kosmický dalekohled Kepler, který by nám měl v nejbližších 3 letech přinést objevy desítek až stovek exoplanet. Mezi záplavou nejrůznějších chladných i horkých obrů bude i několik semínek naděje v podobě planet zemského typu, které okolo svého slunce obíhají v obyvatelné zóně. Astronomové nevyklučují ani objevy měsíců u některých z exoplanet.

Tranzitní fotometrie nám umožňuje zkoumat atmosféry exoplanet a je dostupná i astronomům amatérům. Při spojení s metodou měření radiálních rychlostí, jenž využívá poznatky spektroskopie, se nám do rukou dostává mocná zbraň, díky které můžeme o vzdálených světech u cizích hvězd zjistit mnoho informací. Hledání života ve vesmíru se před 10. lety začalo drát ze stránek vědeckofantastické literatury na povrch každodenní astronomické praxe...

Objev první tranzitující exoplanety



Když byla v roce 1995 objevena první exoplaneta u hvězdy hlavní posloupnosti (51 Peg b), začali astronomové netrpělivě vyhlížet další milník ve výzkumu cizích světů. Tím mělo být pozorování přechodu planety před svou mateřskou hvězdou. Celý úkaz byl znám teoreticky i prakticky. Tranzity vykonávají ve Sluneční soustavě z našeho pohledu Merkur a Venuše. Ve vzdálenějším vesmíru pak astronomové pozorují tzv. zákrytové proměnné hvězdy, celý úkaz je principiálně stejný tranzitům exoplanet. Jediným rozdílem je „zakrývající“ těleso, kterým je v jednom případě hvězdný a ve druhém planetární průvodce.

Obr. 2 Družice Hipparcos. Autor: ESA

U prvních exoplanet, objevených v letech 1995 až 1999, se pozorovat tranzit nedařilo. Vše se mělo změnit na sklonku roku 1999. Toho roku, dne 5. listopadu, oznamují astronomové Gregory W. Henry (Tennessee State University) a Geoff Marcy (University of California), objev další exoplanety, metodou měření radiálních rychlostí, u které lze pozorovat i tranzitní fotometrii.

Exoplanetu pozorují i další týmy, ať už spektrální metodou nebo tranzitní fotometrií. Potvrzuje se, že exoplaneta HD 209458 b, způsobuje pokles jasnosti mateřské hvězdy o 1,7% nebo-li o 0,016 mag. Jedním z těch, kteří pozorují první tranzity této exoplanety, je i David Charbonneau. Tehdejší postgraduální student je dnes profesorem astronomie na Harvard University a je jedním z členů týmu dalekohledu Kepler.

Později se daří najít v archívu záznamy z družice Hipparcos (start v roce 1989), která pozorovala pokles jasnosti hvězdy HD 209458 vlivem tranzitu exoplanety, několikrát už v roce 1991 (!), tedy plné 4 roky před objevem první exoplanety! Historický objev však zůstal bez povšimnutí, ukrytý v obrovském množství dat z pozorování více než 400 000 hvězd.

Jmenuje se HD 209458 b

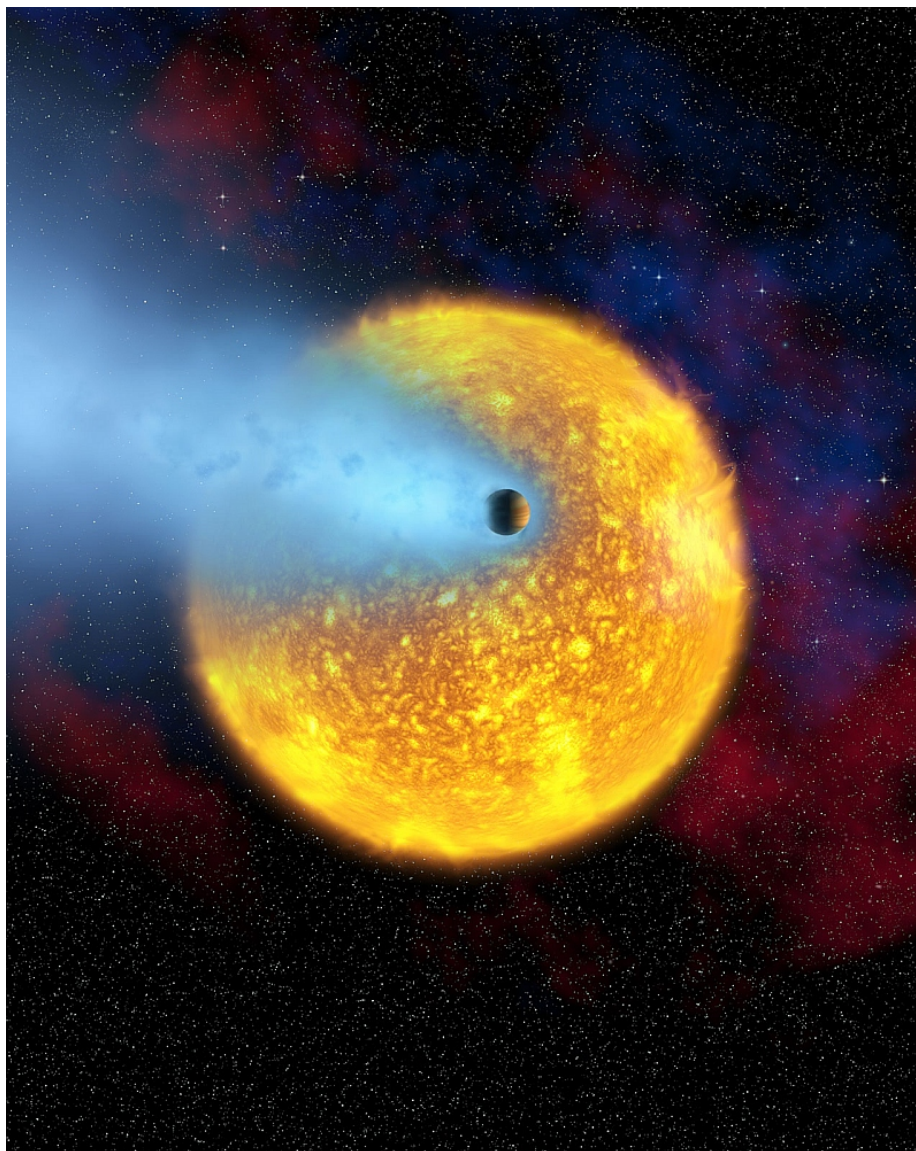
Na internetu můžete nalézt nejrůznější přehledy exoplanetárních celebrit. Na čestném místě se vyhřívá exoplaneta, s nepříliš romantickým jménem, HD 209458 b. Pyšnit se může titulem první planety mimo Sluneční soustavu, která byla pozorována tranzitní metodou.

HD 209458 b patří mezi nejprozkoumanější exoplanety. Na zoubek se ji podíval nejen Hubbleův kosmický dalekohled, ale i jeho infračervený kolega Spitzer. Za 10 let bylo napsáno více než 300 vědeckých prací o této exoplanetě. Pro srovnání uveďme, že například o první známé exoplanetě 51 Peg b, vyšla v odborném tisku sotva třetina článků.

Označení exoplanety HD 209458 b je pro laiky obtížně zapamatovatelné, proto se vžil název Osiris. Je však nutné zdůraznit, že tento název je neoficiální, nebyl schválen Mezinárodní astronomickou unií a v žádném katalogu ho nenajdete.

Mateřská hvězda HD 209458 se nachází v souhvězdí Pegase, ve vzdálenosti asi 150 světelných let. Se svou hmotností 0,685 M_j, poloměrem 1,32 R_j a velkou poloosou dráhy 0,047 AU, patří HD 209458 b mezi trochu menší představitele třídy tzv. horkých Jupiterů.

Samotný název exoplanety vám možná nic neříká, ale přesto si dovoluji tvrdit, že ji velmi dobře znáte. Do povědomí veřejnosti se dostala zdařilá kresba tohoto vzdáleného světa, která postupem času zlidověla.



Obr.3 Jedna z nejslavnějších kreseb exoplanety. HD 209458 b v představách malíře se stala i snímkem dne NASA.

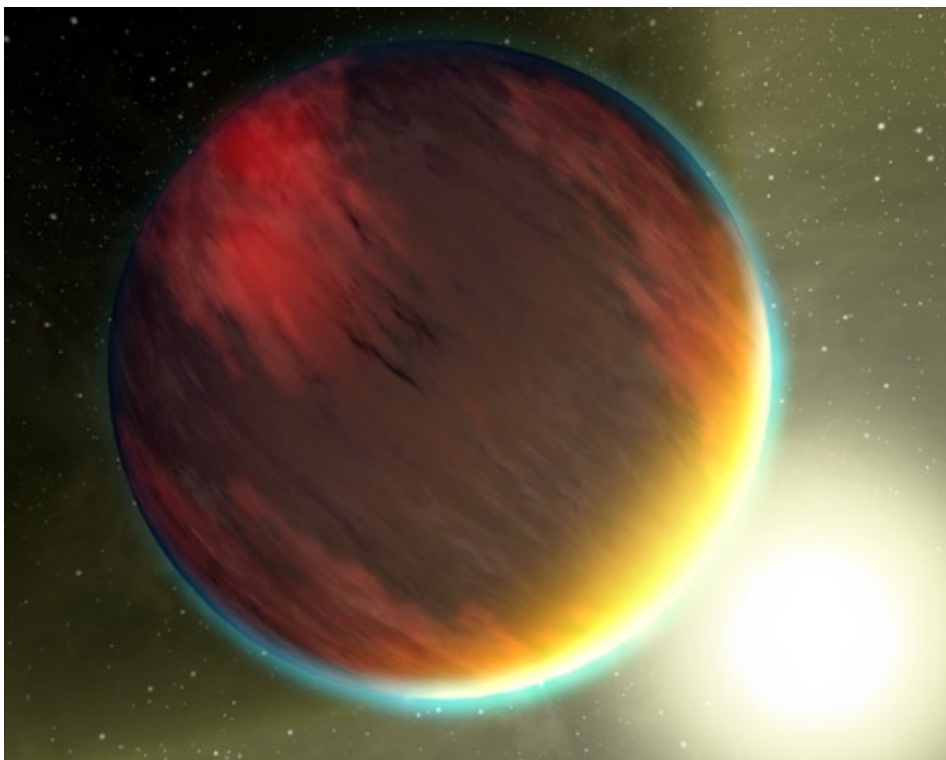
U exoplanet, objevených mezi léty 1995 až 1999, známe pouze odhad jejich hmotnosti. HD 209458 b byla první, u které se nám podařilo díky tranzitní fotometrii změřit její velikost a následně dopočítat i hustotu. Přestože exoplaneta dosahuje hmotnosti jen 65% Jupitera, její průměr je o 35% větší. Na základě údajů se podařilo odhadnout hustotu planety na 370 kg / m^3 , což je téměř 4x méně ve srovnání s Jupiterem a téměř 2x méně, ve srovnání se Saturnem.

Spitzer

Dne 22. března 2005 oznámila NASA, že se infračervenému kosmickému dalekohledu Spitzer, podařilo vůbec poprvé pozorovat světlo z exoplanety HD 209458 b. Kosmický dalekohled na to šel selským rozumem. Pozoroval světlo přicházející „od hvězdy“ ve chvíli, kdy byla planeta před hvězdou a následně v okamžiku, kdy byla schována za ní. Odečtením obou měření se podařilo pozorovat světlo samotné exoplanety.

Atmosféra

Ke konci roku 2001 odhalil Hubbleův kosmický dalekohled v atmosféře exoplanety stopy sodíku. V letech 2003 až 2004 proběhla další pozorování a podařilo se detekovat i molekuly vodíku, kyslíku a uhlíku. Z pozorování Hubbleova dalekohledu vyplývá, že atmosféra planety je rozžhavena na 10 000 K. Malá vzdálenost od mateřské hvězdy má za následek, že atmosféra planety uniká do okolního kosmického prostoru a vytváří „chvost“ o délce asi 200 000 kilometrů. HD 209458 b tak svým vzhledem připomíná spíše kometu než planetu. Podle odhadů, ztrácí 10 až 50 tisíc tun vodíku za sekundu. Za svůj dosavadní život, mohla exoplaneta ztratit asi 7% ze své hmotnosti.



Obr.4 Jedna z dalších slavných kreseb této exoplanety.

V roce 2007 zveřejnil Travis Barman z Lowell Observatory studii, založenou na starších pozorováních z Hubbleova dalekohledu a nových teoretických modelech. Z výsledků jeho práce vyplynulo, že se v atmosféře exoplanety nacházejí molekuly vody. Určitá část vědecké obce se však na přítomnost těchto molekul v atmosféře HD 209458 b dívalo spíše skepticky. Další výsledky pozorování HST a kosmického dalekohledu Spitzer byly zveřejněny v říjnu 2009 a potvrdily přítomnost molekul vody v atmosféře.

Do dnešních dní se podařilo v atmosféře HD 209458 b najít stopy:

- Vodíku
- Vody
- Sodíku
- Titanu
- Uhlíku
- Oxidu uhličitého
- Metanu

Základní údaje o mateřské hvězdě

- Vzdálenost od Země: cca 150 světelných let
- Spektrální třída: G0 V
- Zdánlivá hvězdná velikost: 7,65 mag
- Hmotnost: 1,01 Ms
- Povrchová teplota: 5942 K

Základní údaje o exoplanetě HD 209458 b

- Hmotnost: 0,685 Mj
- Poloměr: 1,32 Rj
- Výstřednost: 0,07
- Oběžná doba: 3,5247 dne
- Velká poloosa dráhy: 0,047 AU

Zdroje:

- <http://exoplanet.eu/star.php?st=HD+209458>
- <http://www.extrasolar.net/planettour.asp?PlanetID=106>
- http://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/news/spitzer-20091020.html

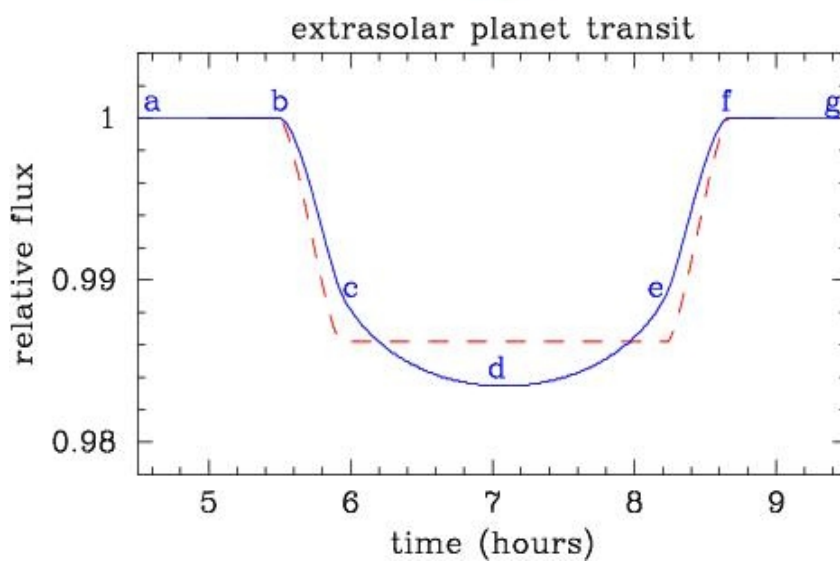
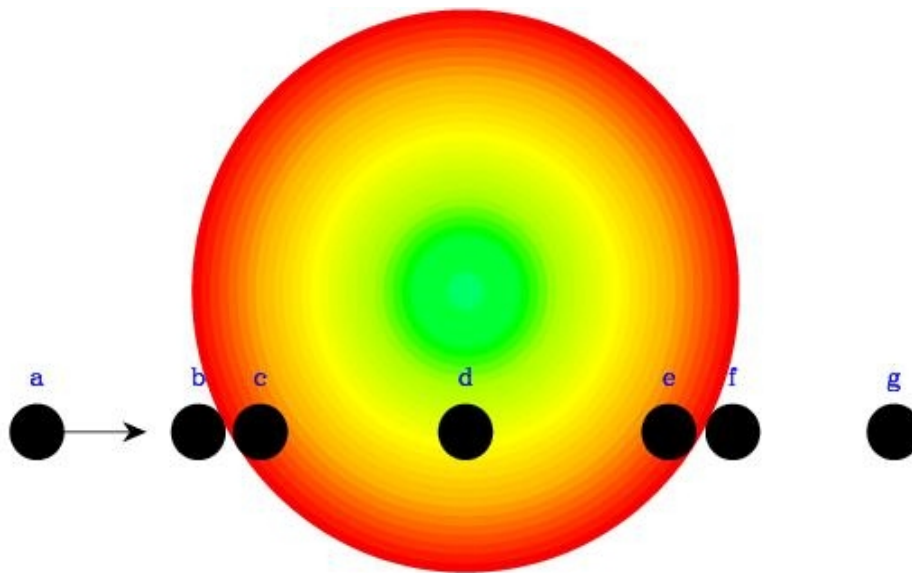
Tranzitní metoda

Pokud z našeho pohledu přechází exoplaneta před svou hvězdou, dojde k nepatrnému poklesu jasnosti hvězdy v délce několika hodin. Tento nepatrný pokles jasnosti jsme schopni dnes pozorovat i v amatérských podmínkách. Tranzitní (fotometrická) metoda nám otevřela nové obzory při výzkumu exoplanet a v příštích letech bude hrát klíčovou roli při objevu planet zemského typu u cizích hvězd.

Při pozorování hvězd podobných Slunci je pokles jasnosti (hloubka tranzitu) při tranzitu obří planety o velikosti Jupiteru či Saturnu asi 1%. U planety o velikosti Uranu či Neptunu je to už jen asi 0,1% a detekovat planetu zemského typu znamená rozlišit pokles jasnosti o 0,01 %.

Změna jasnosti v závislosti na čase se vynese do grafu (světelné křivky). Ze světelné křivky pak lze vyčíst:

- trvání zákrytu
- pokles jasnosti hvězdy (hloubka tranzitu)
- průměr exoplanety
- oběžnou dobu exoplanety



Obr.5 Přechod exoplanety a světelná křivka. Zdroj: transitofvenus.co.nz

Výhody metody

- Možnost zjistit průměr exoplanety. V kombinaci s metodou měření radiálních rychlosti, lze určit hustotu exoplanety.
- Dostupnost metody i pro malé dalekohledy (astronomy amatéry).
- Možnost výzkumu atmosfér planet.
- Teoretická možnost detekce měsíců planet.

Nevýhody metody

Metoda tranzitní fotometrie vyžaduje nutnou dávku štěstí. Abychom přechod (tranzit) pozorovali, musí být rovina, ve které exoplaneta okolo své hvězdy obíhá, směřovat k Zemi. Pravděpodobnost, že tomu tak bude, je velmi malá a závisí na velikosti mateřské hvězdy a velké poloose dráhy exoplanety. Nezávisí na velikosti samotné planety! Pravděpodobnost můžeme vypočítat ze vztahu $(d^* / a) \cdot 100$, kde d^* je poloměr hvězdy a „ a “ je velká poloosa dráhy planety. Pro hvězdu o velikosti Slunce a planetu, obíhající okolo ní, ve vzdálenosti 1 AU, je tato pravděpodobnost rovna 0,47%. Abychom objevili exoplanetu tranzitní metodou, musíme pozorovat současně stovky a tisíce hvězd a trpělivě měřit jejich jasnost.

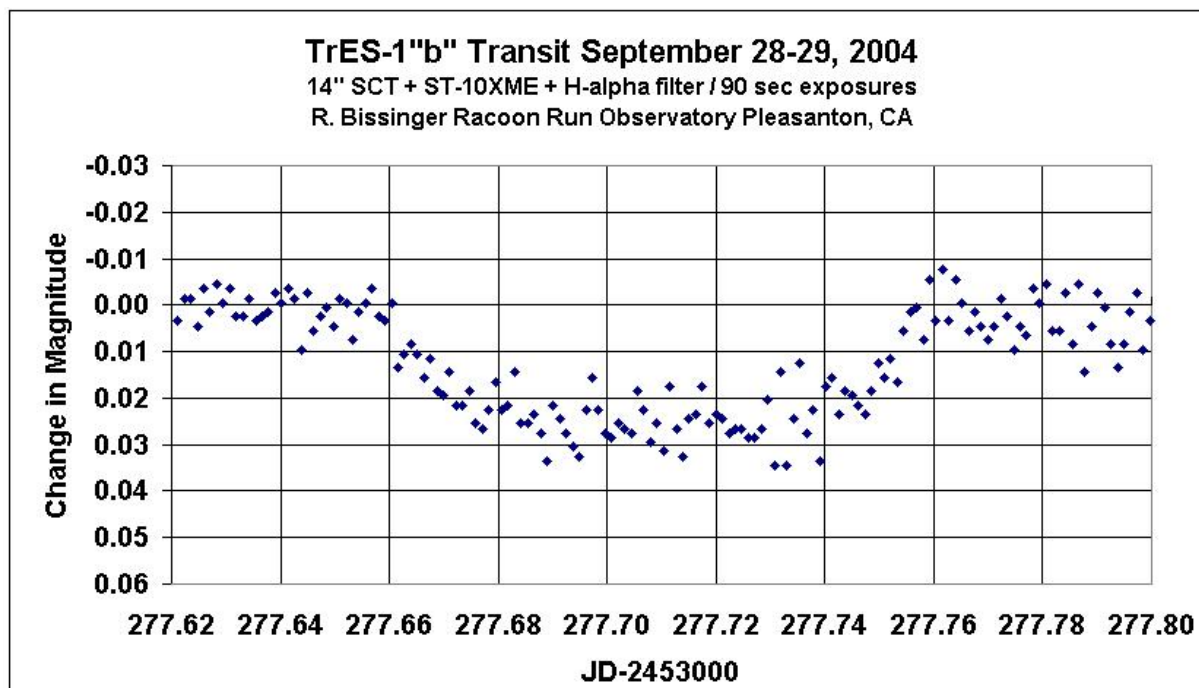
Problém však je, že pokles jasnosti hvězdy nemusí být vždy zapříčiněn přítomností exoplanety. Metoda je náročná na analýzu, neboť najít v záplavě dat exoplanetu, je jako hledat jehlu v kupce sena.

Astronomové amatéři

Už výše jsme psali, že tranzitní fotometrie je dostupná i astronomům amatérům. Vše, co potřebujete, je dalekohled a CCD kamera, vhod přijdou i zkušenosti s pozorováním proměnných hvězd (hlavně zákrytových).

Patrně první pozorování exoplanety tranzitní metodou v České republice proběhlo v roce 2004. Ondřej Pejcha pozoroval v noci ze 4. na 5. září 2004 tranzit exoplanety TrES-1 dalekohledem o průměru 40 cm, který se nachází na Hvězdárně a Planetáriu M. Kopernika v Brně.

Od konce roku 2007 u nás běží pod hlavičkou Sekce proměnných hvězd a exoplanet České astronomické společnosti projekt TRESKA (TRansiting ExoplanetS and CAndidates), jehož cílem je pozorování tranzitů exoplanet. Do dnešních dnů se podařilo nashromáždit desítky pozorování. Kromě toho byla spuštěna i databáze Exoplanet Transit Databáze (<http://var2.astro.cz/ETD/>), která shromažďuje pozorování tranzitů z celého světa a v krátkém čase si získala mezinárodní uznání. Databáze také umožňuje předpovědi tranzitů a astronomům amatérům velmi usnadňuje práci při pozorování exoplanet tranzitní metodou.



Obr. 6 Světelná křivka exoplanety TrES-1.

Zdroj: http://www.ucolick.org/~laugh/Tres1_bissinger1.jpg

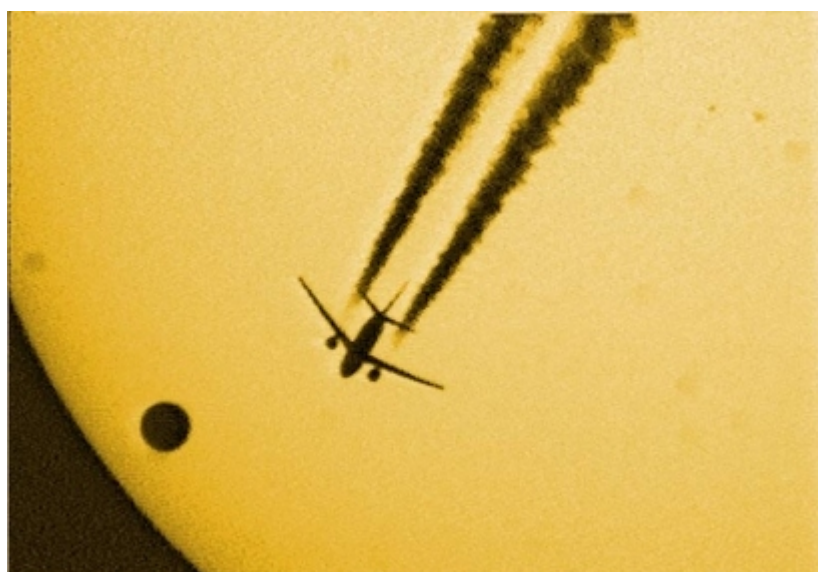
Tranzity a zákryty ve Sluneční soustavě i jinde ve vesmíru

Přestože první tranzit exoplanety byl pozorován teprve v roce 1999, astronomové se setkávali s tranzity a zákryty těles už mnohem dříve. Předně bychom měli vysvětlit rozdíl mezi zákrytem a tranzitem. O tranzitu (přechodu) hovoříme tehdy, kdy je bližší těleso znatelně vizuálně menší než těleso vzdálenější. Menší z objektů tranzituje (přechází) před objektem vzdálenějším.

V případě, že je situace opačná a bližší těleso je větší nebo stejně velké jako těleso vzdálenější, mluvíme o zákrytu. Je třeba zdůraznit, že máme na mysli zdánlivou (vizuální) velikost těles. Rozhodující je úhlová velikost objektu na obloze a nikoliv velikost skutečná. Se zákryty se setkáváme ve Sluneční soustavě poměrně často. Velké množství údajů o povrchu našeho kosmického souseda jsme se dozvěděli při pozorování zákrytu hvězd Měsícem. Čas od času lze pozorovat i zákryt hvězd planetami nebo planetkami. V tom prvním případě se jedná o zajímavé zpestření pro majitele astronomických dalekohledů, v tom druhém pak o možnost získat cenné informace např. o tvaru planetky.

Zajímavé jsou i vzájemné zákryty a přechody planet Sluneční soustavy. Podobný úkaz je však mimořádně vzácný. Naposledy došlo k přechodu Venuše přes Jupiter v roce 1818 a další obdobný úkaz budeme moci spatřit v listopadu 2065, kdy budou hlavními aktéry opět Jupiter s Venuší.

O něco méně vzácné jsou přechody Merkuru a Venuše přes sluneční kotouč. Venuše naposled tranzitovala dne 8. června 2004. Na tento úkaz si možná pamatujete, sledovaly ho tisíce lidí po celém světě. Vznikl dokonce i mezinárodně koordinovaný projekt Venus Transit 2004 (<http://vt-2004.astro.cz/>), jehož cíle byly především vzdělávací a popularizační. Další přechod Venuše nás čeká v roce 2012, v Evropě však budeme mít smůlu.



Obr. 7 Venuše a letadlo na slunečním kotouči.

Přechod Venuše lze pozorovat i pouhým okem přes svářečské sklo nebo brýle pro pozorování zatmění Slunce. V případě Merkuru je už situace trochu horší a je nutné se vybavit alespoň malým dalekohledem, opatřeným slunečním filtrem nebo využít tzv. projekční metodu, kdy se sluneční kotouč promítá na papír. Poslední tranzit Merkur se odehrál v roce 2006 a ten další nás čeká v květnu 2016.

K zákrytům nedochází jen ve Sluneční soustavě. Astronomové už dávno před rokem 1999 pozorovali tzv. zákrytové proměnné hvězdy. Princip je naprosto shodný s pozorováním tranzitů exoplanet. Druhou složkou (zakrývajícím tělesem) je v tomto případě hvězdný a nikoliv planetární průvodce.

Situace na trhu

Do dnešních dní (27. října 2009) **se podařilo pozorovat tranzity 62 exoplanet**. Ve třech případech byl pozorován tranzit exoplanety u hvězdy, okolo které obíhá ještě jedna netranzitující planeta.

Rekordy

- Tranzitující exoplaneta s nejkratší oběžnou dobou: CoRoT-7 b (20,5 hodin)
- Tranzitující exoplaneta s nejdelší oběžnou dobou: HD 80606 b (111,4 dne)
- Nejméně hmotná tranzitující exoplaneta: CoRoT-7 b (4,8 Mz)
- Nejhmotnější tranzitující exoplaneta: XO-3 b (11,79 Mj)
- Největší tranzitující exoplaneta: TrES-4 (1,8 Rj)
- Nejmenší tranzitující exoplaneta: CoRoT-7 b (1,7 Rz)

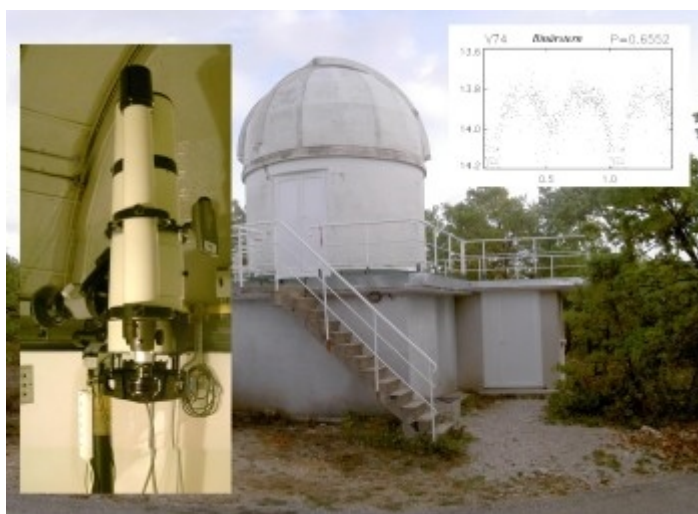
Zdroje:

- http://www.transitofvenus.co.nz/astronomy/planetary_transits.html
- <http://exoplanet.eu/catalog-transit.php>

Nejznámější vyhledávací projekty – tranzitní fotometrie

Arizona Search for Planets (ASP) – projekt využívá dalekohled o průměru 1,3 m na observatoři Kitt Peak a běží s podporou Planetární společnosti a NASA. Jeho úkolem je získávat přesná fotometrická data. Více: <http://www.psi.edu/~esquerdo/asp/asp.html>

Berlin Exoplanet Search Telescope (BEST) – německý dalekohled, pro pozorování tranzitů exoplanet, je v provozu od roku 2004 na francouzské observatoři Observatoire de Haute-Provence. Kromě hledání nových exoplanet je primárním úkolem dalekohledu poskytnutí podpory kosmickému dalekohledu Corot. Projekt disponuje i menším automatickým dalekohledem BEST II o průměru 25 cm, který je umístěn v Chile v nadmořské výšce přes 2800 metrů a je provozován společně s místní univerzitou. Více na: <http://berlinadmin.dlr.de/Missions/corot/caesp/best.shtml>



Obr. 8 Dalekohled BEST

Hungarian Automated Telescope Network (HATNetwork) – jedná se o síť šesti automatických kamer o průměru 11 cm, kterou provozuje Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. V názvu figuruje Maďarsko, neboť přístroj byl vyvinut malou skupinou astronomů v rámci Maďarské astronomické společnosti. Duchovním otcem projektu je Bohdan Paczyński, který chtěl síť původně využít pro sledování proměnných hvězd. První přístroj byl uveden do provozu v roce 2003 a do dnešních dnů má projekt na svém kontě 13 objevených exoplanet. V katalogu je poznáte velmi snadno, neboť v názvu obsahují zkratku HAT. Více na: <http://www.hatnet.hu/>



Obr. 9 Kamery HATNetwork v Arizoně.

OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) - dnes už legendární projekt polských astronomů, je primárně zaměřen na hledání exoplanet, pomocí metody gravitačních mikročoček. V této oblasti drží OGLE téměř monopolní postavení. Jako vedlejší produkt jsou objevovány exoplanety i tranzitní metodou. Projekt využívá 1,3 m velký dalekohled v Chile a do dnešních dnů objevil 8 planet tranzitní metodou a 6 pomocí gravitačních mikročoček. Více na: <http://sirius.astrow.edu.pl/~ogle/>

SuperWASP (Wide Angle Search for Planets) – další z legendárních vyhledávacích projektů. Jedná se o 8 automatických kamer, které jsou umístěny na Roque de los Muchachos (Kanárské ostrovy) a na South African Astronomical Observatory (JAR). Za jednu noc nashromáždí přístroje až 100 MB dat, ze kterých dodnes vypadlo 18 exoplanet. SuperWASP provozuje konsorcium 8 institucí z různých koutů světa. Více na: <http://www.superwasp.org/>



Obr. 10 SuperWASP

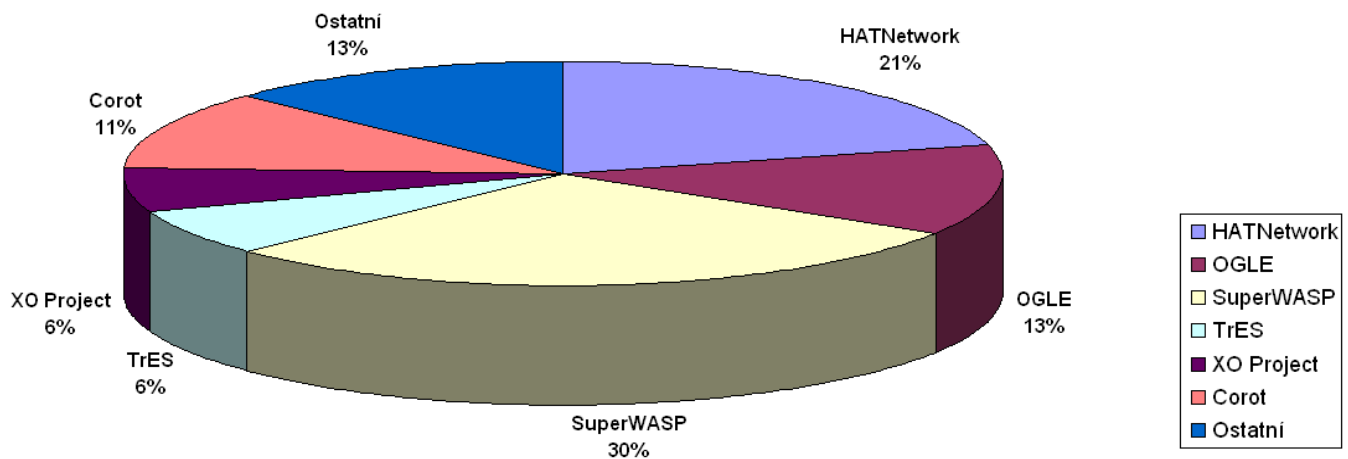
Transatlantic Exoplanet Surveys (TrES) – využívá 3 dalekohledy o průměru 10 cm, umístěné na Lowell Observatory, Palomar Observatory a Kanárských ostrovech. Není bez zajímavosti, že iniciátory projektu byli David Charbonneau a Timothy Brow, kteří se podíleli na objevu exoplanety HD 209458 b. Projekt má na svém kontě 4 exoplanety. Více na: <http://www.astro.caltech.edu/~ftod/tres/tres.html>

XO Project – disponuje dvojicí kamer o průměr 20 cm, které jsou umístěny na havajské hoře Haleakala, ve výšce 3054 metrů nad mořem. Projekt zatím objevil 4 exoplanety a jednoho hnědého trpaslíka. Více na: <http://www-int.stsci.edu/~pmcc/xo/>



Obr. 11 Kamery projektu XO

Přehled vyhledávacích projektů: <http://exoplanet.eu/searches.php>



Obr.12 Úspěšnost jednotlivých projektů v počtu objevených exoplanet tranzitní metodou. Mezi „ostatními“ jsou také exoplanety, které byly objeveny spektrální metodou a následně u nich byly pozorovány tranzity. Údaje jsou platné k 27. říjnu 2009.

Celkový počet tranzitujících exoplanet: 62

Kosmické dalekohledy a tranzitní fotometrie

Do výzkumu exoplanet se koncem 90. let zapojily i kosmické dalekohledy. Atmosféru exoplanet zkoumali Hubbleův i Spitzerův kosmický dalekohled. Data, oceněná s odstupem času, získala také družice Hipparcos.

Kosmické dalekohledy mají oproti pozemskému pozorovateli řadu výhod. Předně je zde „obecný balíček“ pozitivních aspektů, jako je absence atmosféry, světelného znečištění apod. To umožňuje kosmickým dalekohledům získat přesnější a kvalitnější výsledky. Astronomové na Zemi sice začali u velkých dalekohledů využívat tzv. adaptivní optiku, která minimalizuje vliv atmosféry na astronomická pozorování, v některých oborech však stále drží výsadní postavení dalekohledy kosmické.

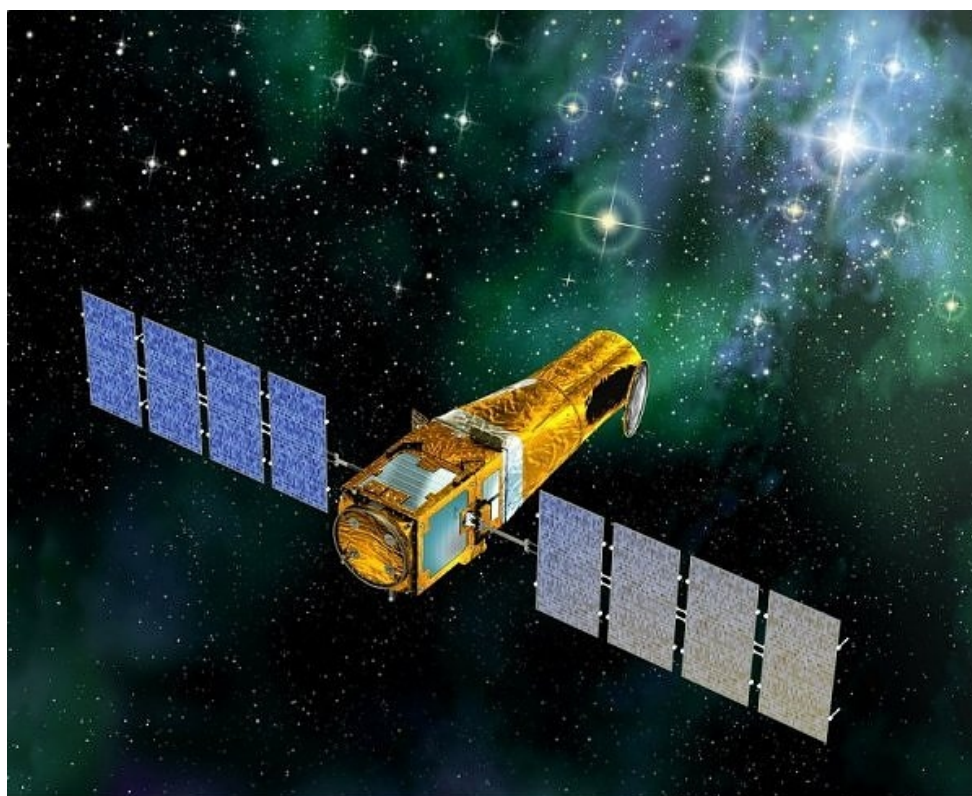
U metody tranzitní fotometrie vstupují do hry i další výhody. Představte si, že jste obyvatel vzdálené planety a hodláte objevit Zemi touto metodou. Pokud máte štěstí a Země z Vašeho pohledu přechází přes disk Slunce, pak se tak děje jen několik hodin jednou za celý pozemský

rok! Co když ale budete mít smůlu a tranzit Země proběhne zrovna v denní době? Nebo během špatného počasí? Střídání dne a noci, počasí i fakt, že daná hvězda nemusí být z Vašeho pozorovacího místa vidět po celý rok, významně snižují šanci nalézt větší množství exoplanet. Tato šance logicky klesá nejvíce u exoplanet s dlouhou oběžnou dobou v řádu týdnů a měsíců.

Kosmický dalekohled naproti tomu může pozorovat tisíce hvězd nepřetržitě 24 hodin denně, po dobu několika týdnů i let. V tom tkví tajemství úspěchu a přednost, kterou na Zemi neodstraníme ani tou nejdůmyslnější technikou.

Corot

Píše se 26. prosinec 2006 a do vesmíru startuje z kosmodromu Bajkonur ruská nosná raketa Sojuz s prvním dalekohledem, jehož hlavním cílem je hledání exoplanet. COROT (CONvection ROTation and planetary Transits) je mezinárodním projektem, v němž mají hlavní slovo Evropská kosmická agentura a Francie. Dalekohled najdeme na polární oběžné dráze kolem Země ve výšce okolo 870 kilometrů.



© CNES - Octobre 2005/Illus. D. Ducros

Obr. 13 Kosmický dalekohled Corot. Autor: CNES

Teleskop je vybaven zrcadlem o průměru 30 cm a CCD kamerami. Jeho úkolem je hledání exoplanet pomocí metody tranzitní fotometrie. Mise byla původně naplánována na 2,5 roku – tedy cca do poloviny roku 2009. Později bylo rozhodnuto o prodloužení mise do ledna 2010 a doslova několik hodin před uzávěrkou speciálu Gliese přišla zpráva, podle které se mise dalekohledu prodlužuje až do dubna 2013!

Do dnešních dní byly oznámeny objevy 8 těles kosmickým dalekohledem Corot. Mezi nimi je 7 exoplanet a jeden hnědý trpaslík.

Nejzajímavějším úlovkem je exoplaneta COROT-7b, která má průměr 1,7 Zemí a hmotnost asi 4,8 Zemí. Okolo své mateřské hvězdy obíhá ale velmi blízko, takže jeden rok na exoplanetě trvá jen 20 pozemských hodin! Pro srovnání: Merkur oběhne okolo Slunce za 88 dní. Díky malé vzdálenosti planety od mateřské hvězdy, panuje na jejím povrchu teplota 1 000 až 1 500 °C.

Po objevu exoplanety CoRoT-7b se astronomové zaměřili na mateřskou hvězdu spektrografem HARPS, který je umístěn na 3,5 m velkém dalekohledu Evropské jižní observatoře na La Silla v Chile. Ze spektra mateřské hvězdy se metodou měření radiálních rychlostí podařilo odhadnout hmotnost exoplanety CoRoT-7b a také odhalit další planetu, která dostala název CoRoT-7c.

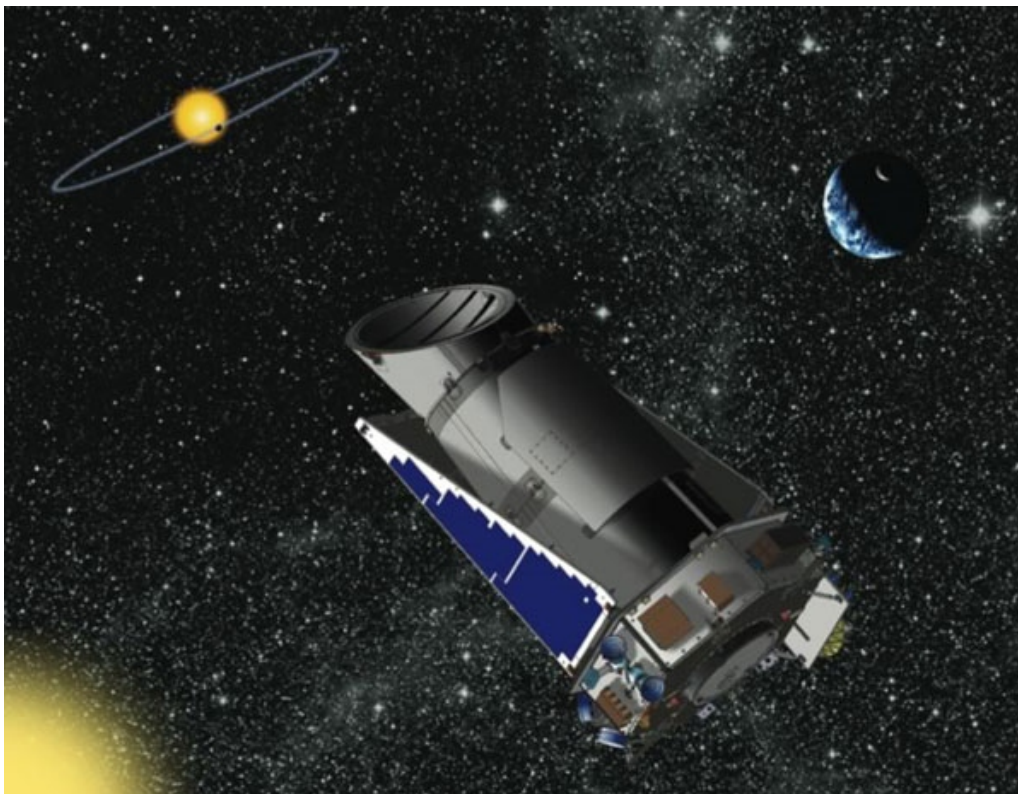
Nová exoplaneta má hmotnost 8,4 Mz a okolo hvězdy obíhá ve vzdálenosti 0,04 AU s periodou 3,7 dne. Je velmi pravděpodobné, že i ona má skalnatý povrch a spadá do kategorie super-Zemí. Zjistit průměr exoplanety je nemožné, neboť podle dostupných informací nevykonává tranzity. Ze spektra mateřské hvězdy je možné zjistit pouze dolní prah její hmotnosti, nikoliv velikost.

Další exoplanety, objevené kosmickým dalekohledem Corot mají průměr od 1,16 do 1,5 Jupiterů a hmotnost 0,7 až 3,3 Mj.

Objev dalších exoplanet se očekává v nejbližší době. Podle některých informací by tým okolo dalekohledu Corot mohl v nejbližších měsících oznámit objev až 80 exoplanet!

Kepler

Kosmický dalekohled Kepler není nutné blíže představovat. Do vesmíru se vydal 7. března 2009 a po dobu následujících nejméně 3,5 let bude nepřetržitě pozorovat 100 000 hvězd v souhvězdí Labutě. Také on využívá při hledání nových planetárních světů metodu tranzitní fotometrie.



Obr. 14 Kosmický dalekohled Kepler

Dalekohled o průměru primárního zrcadla 1,4 metrů je typu Schmidt, se zorným polem 12 obloukových stupňů. Dalekohled je vybaven fotometrem o počtu 42 CCD čipů. Každá z nich má velikost 50×25 mm, což odpovídá 2200×1024 pixelům. Dalekohledu jsou dostupné všechny hvězdy jasnější, než 14. mag. Každá dvojice CCD bude pozorovat určitý výsek oblohy v podobě čtverce.

Hmotnost dalekohledu je asi 1 039 kg. Data z družice budou ukládána na disk a zasílána na Zemi jednou týdně. Délka mise je naplánována na 3,5 roku s možností prodloužení na 6 let.

Do vesmíru vynesla dalekohled Kepler nosná raketa Delta II (7925-10L). Kosmický dalekohled byl naveden na heliocentrickou oběžnou dráhu, s oběžnou dobou 372,5 dní. Heliocentrická

oběžná dráha byla zvolena úmyslně. Dalekohled tak neobíhá okolo Země ale okolo Slunce. Cílem bylo především dosažení stavu, kdy může Kepler sledovat po dobu 3,5 let nepřetržitě dané místo na obloze. Zvolená pozice zaručuje, že se mu do zorného pole nikdy nedostane Slunce či Měsíc, jenž by pozorování narušili. Kromě toho není Kepler vůbec ovlivněn rušivými vlivy Země (atmosféra, magnetické pole apod.). Na druhou stranu není ani chráněn před následky případných slunečních bouří.

Družice se od naší planety postupně vzdaluje. Čtyři roky po startu bude vzdálenost mezi Keplerem a Zemí až 0,5 AU.

Kepler bude pozorovat nepřetržitě oblast o průměru zorného pole 12 obloukových stupňů, které se nachází v souhvězdí Labutě.

Očekává se, že by kosmický dalekohled Kepler mohl objevit:

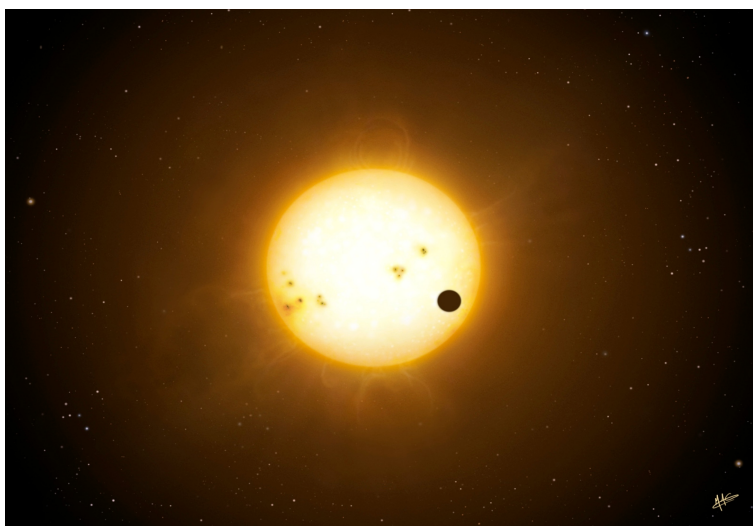
- Přibližně 50 exoplanet o průměru $R \sim 1,0 R_e$
- Přibližně 185 exoplanet o průměru $R \sim 1,3 R_e$
- Přibližně 640 exoplanet o průměru $R \sim 2,2 R_e$

Celkem se tedy jedná o 875 exoplanet o průměru do 2,2 R_e .

Podrobnější informace naleznete na <http://www.exoplanety.cz/exoplanety/kepler/> a aktuální informace o průběhu mise Vám přinášíme v každém čísle časopisu Gliese.

Doporučené odkazy

- Web o exoplanetách a životě ve vesmíru: www.exoplanety.cz
- Sekce Proměnných hvězd a exoplanet: <http://var.astro.cz>
- Seznam tranzitujících exoplanet: <http://exoplanet.eu/catalog-transit.php>
- Exoplanet Transit Database (ETD): <http://var2.astro.cz/ETD/>
- Článek o ETD: www.aldebaran.cz/bulletin/2009_05_etd.php
- Exoplanety SuperWASP: www.superwasp.org/wasp_planets.htm
- Dalekohled Kepler na webu NASA: <http://kepler.nasa.gov/>
- Informace o dalekohledu Kepler v češtině: <http://kepler.exoplanety.cz>
- Aktuálně o dalekohledu Kepler: www.exoplanety.cz/category/kepler/



Obr. 15 Tranzitující exoplaneta v představách malíře.