



Stuart Clark

Hledání druhé Země

VYŠEHRAĐ





Stuart Clark

Hledání druhé Země

Stuart Clark

Hledání druhé Země

Podivuhodná historie
pátrání po vzdálené planetě
podobné té naší

VYŠEHRAĐ

Obrázek na obálce:

Umělecké ztvárnění povrchu na exoplanetě

TRAPPIST-1f v souhvězdí Vodnáře

(Jet Propulsion Laboratory, California Institute
of Technology, <http://www.spitzer.caltech.edu>).

Z anglického originálu The Search for Earth's Twin,
vydaného nakladatelstvím Quercus v Londýně
roku 2016, přeložil Jiří Langer
Doslov napsal Petr Škoda
Obálku a grafickou úpravu navrhl Vladimír Verner
Odpovědný redaktor Martin Žemla
E-knihu vydalo nakladatelství Vyšehrad, spol. s r. o.,
v Praze roku 2017 jako svou 1682. publikaci
Vydání v elektronickém formátu první
(podle prvního vydání v tištěné podobě)
Doporučená cena E-knihy 180 Kč

Nakladatelství Vyšehrad, spol. s r. o.,
Praha 3, Víta Nejedlého 15
e-mail: info@ivysehrad.cz
www.ivysehrad.cz

Stuart Clark
The Search for Earth's Twin
First published by Quercus Editions Limited in 2016

Copyright © Stuart Clark 2016
Translation © Jiří Langer 2017
Epilogue © Petr Škoda 2017

ISBN 978-80-7429-930-8

Tištěnou knihu si můžete zakoupit na www.ivysehrad.cz

Obsah

1. Dokáže-li to příroda, dokážeš to také 9
2. Nemožné planety 26
3. Naleziště planet 42
4. Sny o pozorování z vesmíru 56
5. Divoké soupeření 72
6. Podivné nové světy 95
7. Rozdělení, a buď opanován 111
8. Boj o titulní stránky 134
9. Pohroma 150
10. Konec začátku 167

Poděkování 179

Doslov 181

Poznámky 197

Slovníček zkratk 200

Rejstřík 202

Kapitola 1

Dokáže-li to příroda, dokážeš to také

Psal se rok 1982 a astronom na prahu třicítky Geoffrey Marcy procházel osobní krizí. Ironií bylo, že právě v té době se začaly plnit jeho sny. Pracoval s těmi nejkvalifikovanějšími profesory na nejprestižnějších observatořích v Americe, přesto ho ale trápil pocit neschopnosti a nekompetence. Zjišťoval, že ve vědě nepanuje jen duch spolupráce, nýbrž i boj na ostří nože a nebyl si jist, zda na to má sílu. Jeho práce byla veřejně kritizována a on sám se musel léčit kvůli svému duševnímu stavu.

Když dospívá, akademická dráha se mu zdála tou nejpřirozenější cestou, po které se chtěl ubírat, a astronomie byla disciplína, do které se zamiloval. Rané mládí v šedesátých letech prožil na předměstí Los Angeles v San Fernando Valley. Matka i otec byli vzdělání a nebáli se hovořit o svých názorech. Maminka byla antropoložka a nadšená podporovatelka hnutí za občanská práva menšin. Tatínek, aeronautický inženýr, byl plný nadšení pro nejnovější technologie, ať už šlo o nadzvukové lety, či o raketoplány.

Ještě jako malému koupili rodiče Geoffreyovi z druhé ruky malý dalekohled. V noci s ním hned vylezl na střechu verandy, aby mohl pozorovat hvězdy. Ve škole mu nic nešlo tak jako přírodní vědy, takže jeho životní cesta byla jasná. Vydal se na fyzikální fakultu Kalifornské univerzity v Los Angeles (UCLA). Studium mu připadalo náročné, ale přinášelo mu uspokojení, a tak jako graduovaný student zamířil na univerzitu v Santa Cruz, kde se naučil pozorování velkými teleskopy a pracoval zde na své doktorské práci, jež se zabývala studiem magnetických polí hvězd podobných Slunci. Jeho školitelem byl Steven Vogt, který se stejným

tématem zabýval v doktorské práci o deset let dříve. Ale neměl úspěch, protože v té době ještě nebyla dostupná dostatečná technika. Zaměřil se tedy na její zlepšování a po deseti letech se mu zdálo, že to stojí za nový pokus.

Pod Vogtovým vedením se stal z Marcyho zručný pozorovatel, kterému se skutečně podařilo měřit vzdálená magnetická pole. Jeho práce mu vynesla zaměstnání financované Carnegieho nadací na Mount Wilsonu a Las Campanas Observatories v Pasa-deně. Pak se mu ale přestalo dařit.

Jeho doktorskou disertaci, která se nejdříve jevila tak úspěšná, podrobil kritice respektovaný astronom z Harvardu. To vzbudilo v Marcym pocit méněcennosti. Začal ztrácet půdu pod nohama, jeho sebedůvěra mizela. Všichni kolem něho mu připadali chytřejší než on a zdálo se mu, že musí ve vědě skončit. Obával se, že ho začnou pokládat za podvodníka, který se jen díky štěstěně dopracoval tam, kde je. A tyto pochybnosti vedly ke zhoršování jeho psychického stavu. Domníval se, že jeho kariéra je u konce.

Jednoho rána přemýšlel ve sprše o tom, jakou smysluplnou cestou se v životě vydat. A najednou se mu rozbřesklo. Co kdyby zkusil použít techniku, kterou se naučil, na zkoumání otázky, na kterou astrofyzika téměř zapomněla: Kolik je v naší galaxii takových planet, jako je Země?

Rozumová úvaha nás vede k tomu, že takové planety by existovat měly. Zdá se skoro nepředstavitelné, že naše Slunce se svými planetami by mělo být ojedinělé, jenže dokázat to je něco zcela jiného. Vyžadovalo to speciální pozorovací techniku, a pokud Marcy věděl, nikdo se tímto problémem nezabýval. Když nic jiného, byla to značně zdiskreditovaná oblast výzkumu. Od 19. století oznámila řada astronomů, že objevili cizí planety, vždy se ale ukázalo, že jde o omyl.

Marcymu však plán vydat se za tímto cílem připadal jako záchrana. Říkal si, že jeho kariéra je stejně v troskách, tak proč se nevydat za něčím málo nadějným, ne-li beznadějným, co ho lákalo?

Pozorovat planety je podstatně složitější než namířit teleskop správným směrem a udělat fotografii. Jedna z technik, která vede k cíli, je založena na takzvaném Dopplerově jevu.

Tento jev je dnes pevnou součástí školní fyziky, jednak pro svou důležitost při našem pozorování světa, ale i proto, že se dobře demonstruje pomocí zvuku. Vzpomeňme si, co slyšíme, projíždí-li kolem nás na ulici sanitka. Když se k nám blíží, zvuk sirény se zdá vyšší, než když nás sanitka míjí, a když se pak vzdaluje, výška zvuku ještě klesne. Zdá se nám, jako by šlo o spojitou změnu, ačkoliv výška tónu vysílaného sirénou je stále stejná. Změna výšky zvuku, který slyšíme, je způsobena rychlostí pohybu sirény ve směru k nám, respektive od nás.

Jev se jmenuje podle Christiana Andrease Dopplera, fyzika 19. století. V literatuře je často uváděn jako Johann Christian Doppler, za což může chyba ve spisech vlivného německého astronoma Julia Scheinera. Doppler se narodil 29. listopadu 1803 v rakouském Salcburku. Nikdy se netěšil dobrému zdraví, a to byl pro jeho rodinu problém. Jeho otec byl skvělým kameníkem a za normálních okolností by syn pokračoval v řemesle svého otce. Christianova tělesná konstituce však vylučovala, aby se věnoval namáhavé manuální práci, a tak se rodina rozhodla dopřát mu vzdělání. Své úspory použila na to, aby chlapec mohl chodit na střední školu v Linci a potom na Vídeňský technický institut, kde se plně projeвило jeho matematické nadání.

V roce 1829 Doppler úspěšně vystudoval matematiku, astronomii a mechaniku. Získal sice místo asistenta, hledal však nějaké trvalé uplatnění v akademické sféře. To vůbec nebylo snadné. Několik let pracoval jako účetní v bavlnářské továrně a marně hledal zaměstnání, jež by ho uspokojovalo. Rozhodl se proto emigrovat do Ameriky. Začal už rozprodávat svůj majetek, když se mu naskytla možnost učit matematiku v Praze. Několik let mu trvalo, než vystoupal po kariérním žebříku na místo profesora geometrie a elementární matematiky na pražském Vysokém učení technickém. A právě zde učinil v roce 1842 svůj převratný objev.

V té době bylo zkoumání povahy světla jedním z hlavních témat fyziky. Vědělo se už, že má vlnovou povahu a jeho barva je určena vlnovou délkou.

Doppler učinil geniální úvahu, že vyslání vlny nějakou dobu trvá. Jestliže se její zdroj během tohoto procesu pohybuje, vlnová délka je tím ovlivněna. Zda se roztáhne, anebo naopak stlačí, záleží na tom, jestli se zdroj pohybuje směrem k pozorovateli, nebo od něho. K podobné situaci dochází, jestliže se pohybuje naopak pozorovatel, určitou dobu trvá, než kolem něho projde celá vlnová délka.

V době, kdy se fyzikové tak zajímali o světlo, astronomy fascinovaly dvojhvězdy. Vědělo se, že hvězdy povětšinou vyzařují světlo, jež je převážně žluté, ale světlo řady dvojhvězd mělo výrazně jinou barvu. Hvězda Albiero v souhvězdí Labutě se v teleskopech jevila jako dvě hvězdy těsně vedle sebe, jenže jedna byla žlutá, zatímco druhá modrá. Totéž platí o Almachu v souhvězdí Andromedy. Pozorují se i jemnější rozdíly v barvách. Objekt Epsilon Lyrae tvoří čtyři hvězdy, z nichž každá má jiný odstín modré. Výrazně odlišnou barvu má i řada samostatných hvězd. Betelgeuse v Orionu je červená, zatímco Rigel v tomtéž souhvězdí je modrý.

Dopplera zaujala myšlenka, že tento rozdíl v barvách by mohl být způsoben pohybem hvězd. Orbitální pohyb v dvojhvězdě by mohl smrštít vlnové délky žlutého světla a udělat z něj modré. Možná i odstíny jednotlivých hvězd mohou být důsledkem jejich pohybu prostorem. Doppler odvodil vzorec pro změnu vlnové délky v závislosti na rychlosti zdroje a tento výsledek prezentoval v přednášce pořádané Českou královskou společností dne 25. května 1842. Současně vydal článek „Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels“ (O barevném světle dvojhvězd a dalších nebeských hvězd). Změnu vlnové délky přirovnal k tomu, co pozorujeme z lodi plující po zvlněné hladině. Míříme-li proti vlnám, setkáváme se s hřebeny vln častěji, než když plujeme ve směru jejich šíření.

V prvním případě se zvýšená frekvence projeví jako zkrácení vlnových délek, v druhém případě je výsledek opačný.

Doppler argumentoval, že má-li pravdu, astronomové získávají prostředek k zjištění rychlosti pohybu hvězd. Objevila se ovšem otázka, jak Dopplerovu teorii prokázat. Nemůžete si zalepět ke hvězdám a zjistit, jak se pohybují. S aparaturou, která byla k dispozici v té době, se rozhodující pokus nedal uskutečnit ani v laboratoři, tedy aspoň ne se světlem. Naštěstí Dopplerova formule byla zcela obecná, vztahovala se na všechny druhy vlnění, tedy i na zvuk. Rozhodující pokus ale neprovedl sám Doppler, nýbrž jeden holandský polyhistor se skupinou hudebníků.

Christophorus Henricus Didericus Buys Ballot se narodil v Kloetige v Holandsku. Diplom získal na univerzitě v Utrechtu, kde zůstal po celý svůj profesionální život. Studoval geologii a mineralogii, nejlépe je však znám svými pracemi v oblasti chemie a meteorologie. V roce 1843 se obrátil na skupinu výborných trumpetistů se skvělým sluchem a vzal je do města Maarssen, kde byla stanice dráhy mezi Utrechtem a Amsterdamem. Dostal zde k dispozici lokomotivu, a tak naložil několik hudebníků na otevřený vagon a ostatní postavil podél trati. Lokomotiva měla popojíždět tam a zpátky, hudebníci na vagonu měli troubit a ti podél trati sledovat výšku tónu. Byl ale chladný prosinec a sněhová bouře je brzy donutila vrátit se domů. Experiment se nakonec uskutečnil s více hudebníky i posluchači u trati v červnu 1845. Tentokrát je trápilo spíše vedro, ale v experimentu pokračovali. Vlak jezdil sem a tam různou rychlostí. Někdy troubili ti na voze, jindy si úlohy prohodili. Nakonec nebylo pochyb. Doppler měl pravdu, vlny ovlivňoval vzájemný pohyb zdroje a posluchačů. Tento objev provázela fanfára, a to doslova. Dnes se Dopplerova jevu užívá k měření rychlosti pohybu v mnoha vědních i technických oborech. Jsou na něm například založeny detektory monitorující tlukot srdce pacientů. Tlak krve nenarozených dětí se měří pomocí odrazu ultrazvukových vln na krevních buňkách. Pomocí Dopplerova jevu určuje policie radarem rychlost

jedoucího vozidla. V hudbě jej k modifikaci zvuku použil vynálezce Donald Leslie, který v roce 1941 sestrojil rotující reproduktor. Leslieho reproduktor je těsně svázán s Hammondovými varhanami, jež se hojně využívaly v padesátých letech a také dodal zvláštní zvuk kytáře George Harrisona ve známé písni Beatles *Lucy in the Sky with Diamonds*.

Aby se ale tento jev dal užít k určení rychlosti pohybu hvězd, jak Doppler doufal, bylo třeba zjistit původní vlnové délky jimi vysílaného světla. I to se v 19. století podařilo.

Na počátku cesty k tomuto objevu stál anglický lékař William Hyde Wollaston, jehož vědecká kariéra začala, když odešel do důchodu a začal se věnovat chemii. Pocházel ze sedmnácti dětí. Na univerzitě v Cambridgi vystudoval medicínu a pak působil jako lékař, velmi těžce však prožíval utrpení pacientů, a tak hledal nějakou únikovou cestu. Jeho spásou bylo, když získal od jednoho ze svých bratrů značný finanční dar, což mu umožnilo medicínu zanechat a veškerou svou energii věnovat své pravé lásce – chemii.

Na počátku 19. století se přestěhoval do Londýna, kde založil společnost obchodující s chemickými produkty. Stal se významným členem Královské společnosti, vědecké instituce založené v listopadu 1660 za účelem zkoumání přírody. Dne 24. června 1802 předstoupil před její členy, aby je informoval o svých zajímavých objevech týkajících se lomu a šíření světla v různých prostředích. Po vzoru demonstrací Isaaka Newtona před Královskou společností z roku 1672 dal zatemnit místnost a sluneční světlo nechal do sálu pronikat jen drobným otvorem. Zatímco však u Newtona světlo dopadalo na skleněný hranol a odtud na vzdálenou stěnu, Wollaston stál ve vzdálenosti tří až čtyř metrů od otvoru a světlo pozoroval hranolem z flintového skla, tj. skla s velkou disperzí, jež přidržoval u oka.

Newton ve svém klasickém díle o barvách popsal, jak se kužel bílého světla rozdělil v hranolu na sedm barev, jež se vynořovaly jedna z druhé: červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, indigovou, fialovou. Tento vzor nazval latinským výrazem

spectrum, zjevení. Wollaston rozlišoval jen čtyři spektrální barvy: červenou, žlutozelenou, modrou a fialovou. Ale zdůraznil ještě něco dalšího: toto barevné pole rozdělují vertikální černé čáry.¹ Zarazilo ho to, a tak opakoval pokus se světlem svíčky, zde se však černé čáry změnilly v jasně barevné. V článku, ve kterém jev popisoval, přiznává, že jej neumí vysvětlit. Vysvětlení v té době neznal ani nikdo jiný, byla to záhada, které se o deset let později věnoval německý fyzik Joseph von Fraunhofer.

Fraunhofer se narodil 6. března 1787, již v jedenácti letech však osiřel. Stal se pomocníkem skláře v bavorském Straubingu, který ho nutil k doslova otrocké práci. Jednoho dne došlo k neštěstí – sklárna se zřítila. Fraunhofera vytáhli z troskek za účasti bavorského kurfiřta Maxmiliána IV. Josefa, který ho vzal pod svou ochranu. V roce 1806 se dostal do sklárny v Benediktbeuernském opatství, dřívějším benetiktinském klášteře, asi 65 km od Mnichova. Po sekularizaci Bavorska v roce 1803 si zde kladli za cíl vyrábět nejlepší sklo na světě. V toxickém prostředí sklárny Fraunhofer vymýšlel nové recepty na různé druhy skla. Jednou z klíčových vlastností skla je schopnost disperze, která určuje, jak široce se rozdělí barvy spektra. V roce 1814 Fraunhofer sestrojil zařízení zvané spektroskop, které umělo tuto vlastnost měřit na vzorcích skla.

Bylo to zařízení, ve kterém byl optický hranol s malým teleskopem, jenž obraz zvětšoval a jímž se pozorovalo výsledné spektrum. Celé se vešlo na desku stolu. S jeho pomocí Fraunhofer znovu objevil Wollastonovy čáry ve slunečním světle. Svě spektroskopy dále zdokonaloval a s rostoucím zvětšením odhaloval ve slunečním spektru víc a více tmavých čar. Nakonec jich napočítal 574; dosud nesou na jeho počest jméno Fraunhoferovy čáry. Dnes víme, že jsou podstatnou pomůckou pro měření pohybu hvězd, a tím i klíčem k odhalování planet u jiných hvězd, než je Slunce. Ve Fraunhoferově době však byly velkou záhadou.

Další krok v poznání podstaty Fraunhoferových čar byl vykonán až v polovině století ve více jak 300 kilometrech vzdáleném Heidelbergu. Tam pracovali vědci Robert Bunsen a Gustav Kirchhoff,

kterí hledali způsob, jak zajistit přípravu a čistotu různých chemických vzorků. K tomuto účelu sloužil mezi chemiky velmi rozšířený plamenový test. Prováděl se tak, že se do plamene sypalo malé množství zkoumané látky a pozorovala se barva plamene. Tak například kuchyňská sůl zabarvila plamen jasně žlutě díky přítomnému sodíku, vápník způsoboval barvu cihlově červenou. Test však nebyl zcela jednoznačný, protože řada prvků barví plamen velmi podobně – například hliník a kobalt dělají stříbrně bílou barvu. Vznikala tedy otázka, jakou analýzou rozlišit prvky barvící plamen stejně.

Bunsen a Kirchhoff vyšli z výzkumu, který probíhal v Anglii rok po Fraunhoferově smrti. John Herschel a William Fox nechali dopadat světlo z různých plamenových testů na optický hranol a zjistili, že nedostávají spojitou barevnou duhu, nýbrž že každý chemický prvek vysílá při spalování zcela specifický sled barevných čar. Napsali: „Pohled na spektrum barev světla rozloženého hranolem může ukázat, že jsou přítomny určité substance, k jejichž zjištění by bylo jinak třeba pracné chemické analýzy.“

Například jak lithium, tak stroncium plálo červeným plamenem, když však vzniklé světlo prošlo hranolem, dávalo na stínidle rozdílné vzorce červených čar. A tyto vzorce byly stejně specifické jako otisky prstů.

Fraunhofer označil některé výraznější temné čáry ve spektru písmeny. Jedna z nich, čára D, ležela v oranžové části spektra. Protože sodík hořel jasně oranžovým plamenem, objevily se úvahy, že čára D je také nějak svázána se sodíkem, jenže místo k emisi dochází k absorpci sodíkem produkovaného světla. Obdobná příbuznost se jevila mezi jasně červeným světlem draslíku a skupinou tmavých čar, soustředěných kolem Fraunhoferovy čáry A. Jak ale vysvětlit, že některé čáry jsou jasné, zatímco jiné tmavé? Průlom nastal v roce 1859, kdy Kirchhoff nechal procházet hranolem světlo žhnoucího vápna. Vápenný vzorek zářil jasně bíle (toto vápenné či Drummondovo světlo se užívalo k osvětlování divadelního jeviště). Když světlo z něho prošlo optickým hranolem, na stínidle na druhé straně laboratoře se objevilo spojitě

spektrum barev. Při svém experimentu Kirchhoff umístil mezi zdroj světla a optický hranol Bunsenův hořák, takže světlo před příchodem k hranolu procházelo jeho plamenem. Spojité spektrum se nezměnilo. Potom nasypal do plamene trochu sodíku. Jak předpokládal, plamen změnil barvu na oranžovou, což byla charakteristická barva pro sodík. Ale jako zjevení zapůsobilo to, co se stalo na stínidle – hořící sodík v plameni způsobil, že ve spektru na stínidle se objevila černá čára D. Ukazovalo to, že sodík v plameni absorbuje z vápenného světla oranžové světlo, které sodík normálně vyzařuje a rozptyluje je po laboratoři.

Temné čáry tedy svědčily o tom, že světlo bylo absorbováno určitými prvky a barevné čáry naopak ukazovaly, že světlo určité délky bylo vyzařováno. Neporušené duze barev začali fyzikové říkat spojité spektrum. Byly-li přítomny černé absorpční čáry, mluvili o absorpčním spektru, které ukazovalo, že světlo procházelo nějakým oblakem absorbujících chemikálií. Souboru barevných čar, které se objeví na stínidle při rozkladu světla hranolem například při plamenovém testu, se začalo říkat emisní spektrum.

Potom Kirchhoff provedl obdobný experiment místo s vápenným světlem se světlem slunečním. Na stínidle se samozřejmě objevil známý obraz Fraunhoferových čar. Tentokrát vhodil do plamene místo sodíku lithium, protože tento prvek na rozdíl od sodíku neměl odpovídající Fraunhoferovu čáru. Když poprášil plamen lithiem, přibýly na stínidle temné čáry v červené části spektra. Kirchhoff tak jedním rázem prokázal dvě věci: na Slunci se vyskytuje sodík, protože ve slunečním spektru se objevuje Fraunhoferova čára D, není tam však lithium, protože lithiová čára chybí.

Spektrální čáry, jak absorpční, tak emisní, jednoznačně korespondovaly s chemickými prvky. Byly to opravdové chemické otisky prstů a jejich existence znamenala, že studium světla z nebeských objektů astronomům dovoľovalo zkoumat jejich složení, nejen mapovat jejich polohy. To byl veliký zlom v astronomii.

Navíc spektrální čáry poskytly fyzikům a astronomům možnost měřit vliv Dopplerova efektu na světlo z hvězd. Spektrální

čáry totiž představovaly referenční body, jež se vyskytovaly jen na specifických vlnových délkách. Jestliže se hvězda pohybovala směrem k Zemi nebo od ní, spektrální čáry byly posunuty ze svých základních poloh.

Astronomové proto začali na své dalekohledy montovat spektroskopy, nejdříve proto, aby zjistili chemické složení hvězd a později, když se spektroskopická technika zpřesnila, aby na hvězdách měřili Dopplerův jev. Prvním přirozeným cílem byly dvojhvězdy, jak to už jako první navrhl Christian Doppler.

V páru kolem sebe obíhajících hvězd se jedna vždy pohybuje směrem k Zemi, zatímco druhá od ní. To znamená, že díky Dopplerovu efektu se světlo z jedné z nich posouvá do modra (vlnová délka se smršťuje), zatímco světlo druhé se posouvá do červena (vlnová délka se roztahuje). Astronomové skutečně začali na dvojhvězdách pozorovat vliv Dopplerova jevu, efekt byl však tak malý, že nestačil na globální změnu barvy dvojhvězd, jak se domníval Doppler. Nicméně tato technika otevřela novou cestu zkoumání hvězd a v první polovině dvacátého století představovalo měření rychlosti pohybu hvězd vzhledem k Zemi jeden z klíčových programů pro řadu observatoří po celém světě. Uprostřed dvacátého století, právě v době, kdy na populární hudební scénu vtrhly dopplerovsky inspirované Leslieho reproduktory, se astronomové začali touto technikou zabývat méně, protože se zdálo, že její možnosti se už vyčerpaly.

V Německu narozený astronom Otto Struve to však pokládal za ztracenou příležitost a napsal dvoustránkový článek, ve kterém nabízel novou důležitou metodiku založenou na Dopplerově jevu jako nástroj pro objevování planet.²

Na jeho článku je pozoruhodné, že zní jako naléhavá výzva. Píše v něm: „Jednou z palčivých otázek astronomie je, jak často se v naší galaxii vyskytují tělesa podobná planetám, jež patří k jiným hvězdám, než je Slunce.“ Struve věřil, že mimozemský život je značně rozšířený a k tomuto názoru dospěl na základě svých pozorování rotace hvězd. K změření rotace hvězdy je třeba určit její spektrum a zjistit jeho posun na základě Dopplerova jevu.

Na hvězdě nelze ani výkonnými teleskopy pozorovat její jednotlivé části, na to je příliš daleko. Světlo z různých částí jejího povrchu se slévá v jeden svazek, který dopadá na Zemi. Jak se hvězda otáčí, jedna její část se pohybuje směrem k Zemi, zatímco druhá se od ní vzdaluje. Světlo přicházející z přibližujících se zdrojů se tedy bude smršťovat, zatímco světlo ze vzdalujících se zdrojů se bude roztahovat. Výsledkem bude, že jednotlivé spektrální čáry se rozšíří a budou pokrývat větší rozpětí vlnových délek, než kdyby světlo vycházelo ze zdroje v klidu. Z tohoto rozšíření počítal Struve rotační rychlosti pozorovaných hvězd.

Zjistil, že většina hvězd se otáčí pomalu, podobně jako naše Slunce. Takové líné chování neodpovídá očekávání. Jsou-li hvězdy kondenzovaným plynem z mnohem rozměrnějšího oblaku, měly by rotovat extrémně rychle. To je důsledkem zachování takzvaného momentu hybnosti.

V případě Slunce vysvětlují astronomové jeho pomalou rotaci právě přítomností planet. Vskutku, přestože hmotnost Slunce tvoří více než 90 procent hmotnosti celé sluneční soustavy, tento poměr se zvrátí, když se jedná o její moment hybnosti. Právě planety nesou většinu rotační energie a Struve došel k závěru, že totéž musí platit i pro pomalu rotující hvězdy. Klíčovým testem jeho hypotézy by tedy bylo nalezení jejich planet.

Planety jsou příliš malé a nejasné, než aby se ve Struveho době mohly přímo pozorovat teleskopem. On však poukázal na to, že jestliže planetu drží na dráze gravitace Slunce, planeta má naopak na Slunce účinek opačného směru, i když mnohonásobně menší. Aby se Jupiter udržel na své oběžné dráze, musí se pohybovat rychlostí 13 000 metrů za sekundu, což určuje jeho oběžnou dobu 11,86 let. Naopak Jupiter nutí Slunce provádět piruetu, v níž jedna otočka trvá také desítky let, jeho rychlost na ní je však pouhých 13 metrů za sekundu, což je zhruba rychlost špičkového běžce. Z lidského hlediska je i to slušná rychlost, z hlediska kosmického je to však rychlost směšně malá.

Struve ale poukázal na to, že reakce hvězd na gravitační účinek planet bude mít za následek dopplerovský posuv světla hvězdy.

Při své piruetě se k nám bude hvězda někdy přibližovat, jindy zase vzdalovat, a proto se budou spektrální čáry pohybovat tu k jedné, tu k druhé straně spektra. Pohyb odpovídající reakci Slunce na účinek Jupitera je příliš malý, než aby mohl být detekován dopplerovskou aparaturou té doby. Nebylo ale vyloučeno, že by planeta velikosti Jupitera nebo i větší neobíhala kolem mateřské hvězdy po dráze značně menšího poloměru, a pak by byl efekt podstatně větší.

Struve dokonce spočítal, že nic nebrání tomu, aby planeta obíhala kolem mateřské hvězdy tak rychle a zběsile, že by její oběh trval jediný den. Ve světle objevů, jež měly teprve přijít, se jeho myšlenky jeví jako velmi jasnoživé, v jeho době však nebudily přílišný zájem. V padesátých letech byl hlavním zájmem stelární astronomie způsob, jak hvězdy produkují vyzařovanou energii proměnou jednoho chemického prvku v jiný, a nikdo se nezabýval hledáním planet.

To se ale změnilo v době, kdy si Marcy říkal, že už nemá co ztratit. Práce na Mount Wilsonu mu zaručovala přístup k jednomu z historicky nejvýznamnějších dalekohledů na světě. Hookerův teleskop se zrcadlem o průměru přibližně tří metrů byl postaven v roce 1917 a na svých téměř sto let může být právem hrdý. Jeho nýtovaná konstrukce budí téměř dojem stylu art deco. Nehledě na estetickou stránku, tento přístroj sehrál v dějinách astronomie zvláštní roli. Na něm v roce 1920 prokázal americký astronom Edwin Hubble jednak to, že vzdálené mlhoviny jsou shrumáží miliard hvězd, a později i to, že se vesmír jako celek rozpíná. Mount Wilson je 1740 metrů vysoká hora v pohoří San Gabriel. Před sto lety ji obklopovala pouze pustina a v noci tonula v naprosté tmě. Dnes už tam dosahuje městská zástavba Pasadena a Los Angeles a světelný smog silně omezil možnosti pozorování – zdejším teleskopem se dají spolehlivě pozorovat už jen jasné hvězdy.

Ale Marcyho právě takové hvězdy zajímaly. Začal sledovat pohyb jejich spektrálních čar, aby kalibroval, s jakou přesností

je schopen určit jejich pohyb z Dopplerova posunu. Na začátku nebyly jeho výsledky příliš povzbudivé.

Přestože pracoval s tím nejpřesnějším spektroskopem na světě, nebyl schopen určit Dopplerův posun přesněji, než odpovídalo rychlosti asi 300 metrů za sekundu. To nestačilo. Jak jsme uvedli, Slunce se pohybuje vlivem Jupitera rychlostí jen asi 13 metrů za sekundu. Po dvou letech lopoty s teleskopem si Marcy uvědomil, v čem je problém. Jeho přístroj byl v pořádku a byl schopen dosáhnout i větší přesnosti. Základní potíž byla se zemskou atmosférou. Když se podíváte na jasné noční nebe, zdá se vám, že se hvězdy mihotají. Hvězdné světlo totiž prochází na cestě k nám turbulentními vrstvami atmosféry. Pro prosté oko je to přitažlivé, astronomy však tato skutečnost zlobí, protože v teleskopu se mihotající se hvězda jeví, jako by poskakovala z místa na místo.

Marcy zjistil, že právě to je ten nejvíce omezující faktor při spektroskopické detekci, protože rozmazává výsledné spektrální čáry a zabraňuje tak přesnému určení jejich polohy. To bylo nepříjemné zjištění, protože z něho plynulo, že vylepšení spektroskopu nevede nutně k lepšímu pozorování. Potřebovali bychom se zbavit zemské atmosféry a zabránit tak zdánlivému mihotání hvězd.

Celkem vzato to vypadalo, že kritici mohou mít pravdu. Ale někdo, kdo se už stejně pokládá za ztroskotance, to nemusí brát jako pokyn, aby svého úsilí zanechal. Marcy také vzpomínal na to, co mu kdysi řekl jeho někdejší profesor. Tehdy byl nešťastný, že nedokáže spočítat tok tepla skrze mezihvězdný plyn, profesor mu však nedovolil přijmout porážku.

Jeho slova zněla Marcymu stále v uších: „Když to dokáže příroda, dokážeš to také.“ Jenže jak?

Marcyho pracovní pobyt na Mount Wilsonu se blížil ke konci a on věděl, že věnovat se dále planetám bude vyžadovat z jeho strany nějaké oběti. Většinu představitelů instituce, jež ho zaměstnávala, se takový projekt zdál příliš spekulativní. Požadovali, aby výzkum přinášel publikovatelné výsledky a aby články vycházely

téměř každý měsíc. Hledání planet ale vyžaduje delší vývojové období potřebné techniky a během ní toho k zveřejňování moc není. Přijal tedy zaměstnání na univerzitě v San Francisku, kde jeho hlavní povinností bylo učit a prostředí nebylo tak konkurenční. Pod ochrannou střešou pedagogického působení zde vyvinul program, který mohl pomoci navždy změnit náš pohled na vesmír.

Na počátku postupoval jen pomalu, protože nemohl přijít na způsob, jak se zbavit rušivého vlivu atmosféry. Pak ho potkaly dvě důležité věci. První z nich byla přednáška astronoma Bruce Campbella, který univerzitu navštívil. Campbell byl spolupracovníkem astronoma Gordona Walkera na univerzitě v Britské Kolumbii v Kanadě. Společně vyvinuli novou techniku, která spočívala v tom, že před příchodem do spektroskopu světlo procházelo průsvitnou nádobou s plynem. Jeho užívání ale vyžadovalo určitou odvalu. Byl to fluorovodík, což je velmi agresivní látka. Při styku s vlhkostí, jež se přirozeně vyskytuje například na lidské kůži, se mění v kyselinu fluorovodíkovou, která má silně leptavé účinky.

Tuto nebezpečnou látku užívali proto, že se přirozeně nevyskytovala na hvězdách. Proto k původnímu spektru přibyla sekvence nových čar, které byly velmi ostré a určovaly přesné vlnové délky. Campbell a Walker navíc používali při fotografování spektra velmi krátké expoziční doby a udělali řadu snímků. Krátká expozice zaručovala, že pozorovaná spektra byla „zamrzlá“ – turbulentní atmosféra je nestačila rozmazat, a tak se příslušné vlnové délky daly určit s neobyčejnou přesností. Kombinováním výsledků jednotlivých krátkých expozic dokázali měřit polohy hvězd s přesností pouhých 10 metrů za sekundu. To už vzbudilo pozornost astronomů, protože přibližně takovou rychlostí se pohybuje Slunce v důsledku gravitační síly Jupitera. To ale ještě nebyl konečný úspěch, protože vědci uznávají výsledek dovolující spolehlivý závěr jen tehdy, jedná-li se o „5-sigma objev“. Tím sigma (σ) se míní poměr mezi intenzitou signálu a šumu. Přesnost přístroje určuje právě velikost šumu. Tedy přesnost 10 metrů

za sekundu značí, že je to právě úroveň chyby, či šumu, jež přístroj zatěžuje. Aby bylo možné mít absolutní jistotu, že nedošlo k omylu působením náhodného šumu, signál musí být pětkrát větší, než je úroveň šumu, v daném případě tedy 50 metrů za sekundu. Hladina $2-3\sigma$ tedy znamená rozumnou jistotu, že hledaný jev byl opravdu naměřen, k jeho plnému uznání je však třeba dosáhnout 5σ . Pomocí Campbellova spektroskopu se tudíž nedaly zjistit planety podobné Jupiteru – to by chtělo přesnost 2 metry za sekundu – ale astronomové už byli blízko. Tato technika posunula detekci obřích planet na horizont možného.

Marcyho to ohromilo – to byl onen hledaný průlom. Snažil se užít i svých vlastních pokusů a rozebíral metodu s jinými astronomy. Zjistil, že sluneční fyzici užívají pro podobná měření mnohem méně nebezpečný jód.

Druhou velikou událostí, jež ho potkala, bylo setkání s Paulem Butlerem, který studoval na bakalářském stupni, a to jak fyziku, tak chemii. Butlerovo nadšení a schopnosti přesně vyhovovaly Marcyho představám. Spolu tedy začali konstruovat jódovou buňku, kterou umísťovali před spektroskop, aby získali přesnou referenční vlnovou délku. Jakmile ale měli svůj „hardware“, nastal problém, jak ho otestovat. Každý rozumný astronom přece věděl, že hledání planet leží za možnostmi i tak vylepšeného spektroskopu, takže žádná instituce nebude ochotná poskytnout pozorovací čas na teleskopu pro takový účel. Když tedy chtěli ten čas získat, museli na to jít jinak.

Měli štěstí, že astronomie tehdy žila myšlenkou „temné hmoty“. O této mysteriózní substanci se soudilo, že je rozprostřena v prostoru, protože když astronomové měřili rychlosti různých nebeských útvarů, vycházely jim vesměs příliš velké. V souladu s teorií se pohybovaly jen planety sluneční soustavy.

Tak je tomu dodnes. Orbitální rychlosti hvězd v galaxiích a rychlosti galaxií v kupách galaxií jsou větší, než odpovídá přitažlivé síle viditelné hmoty. Nejpřirozenějším způsobem, jak to vysvětlit, je přidat více hmoty a tím i gravitační síly, která pak nutí hmotná tělesa k rychlejšímu pohybu. Protože ale tato dodatečná

hmota není vidět, lze očekávat, že nevyzařuje mnoho světla. Jsou dvě možnosti, co lze o charakteru této temné hmoty předpokládat: buď je vesmír kromě „běžné“ hmoty naplněn oceánem exotických elementárních částic, nebo existuje řada extrémně málo svítících objektů. To mohou být například malé hvězdy, ve kterých neprobíhají termonukleární pochody, nebo tajemné černé díry. Hvězdy, jež nevzplanuly, se nazývají hnědí trpaslíci. Tak jako ostatní hvězdy vznikly kondenzací plynových mraků, jenže se jim nepodařilo akumulovat tolik hmoty, aby se v jejich nitru zažehly termonukleární reakce. Proto neprodukují energii a nemohou tedy svítit. Hnědý trpaslík je jen velká koule plynu vznášející se v prostoru, vlastně taková obří planeta. To astronomy fascinuje: hnědí trpaslíci se začnou formovat jako hvězdy, skončí ale jako planety. Jsou tedy na hranici mezi oběma typy nebeských těles.

Protože ale nevyzařují světlo, je neobyčejně obtížné je pozorovat. Astronomové proto neměli představu, kolik hnědých trpaslíků skutečně existuje. Jediným vodítkem bylo, že jsou to objekty menší než normální hvězdy. Zdálo by se, že takových objektů může být velký počet, přesto do osmdesátých let astronomové neprokázali s jistotou ani jeden.

Hnědý trpaslík by mohl být 10–50krát větší než Jupiter. Kdyby byl jednou z komponent dvojhvězdy, pak by nutil svou partnerku k podstatně divočejšímu tanci než planeta. Rychlost takto vyvolaného pohybu svítící hvězdy by mohla být mnoho metrů za sekundu a Marcyho a Butlerovo nové zařízení by mělo šanci pohyb rozpoznat.

A tak Marcy napsal žádost o pozorovací čas, ve které uváděl, že chtějí pozorovat substelární objekty, což byl formálnější název pro hnědé trpaslíky. Odpověď sice byla kladná, ale těžko s ní mohli být spokojeni. Pozorovací čas jim byl přidělen, ale na tu nejhorší představitelnou dobu: přibližně jednu noc za měsíc na Lickově observatoři, která patří Kalifornské univerzitě, a to ještě v době úplňku. Upřímně řečeno, to byl čas, kdy nikdo jiný pozorovat nechtěl a Marcy měl podezření, že mu byl přidělen

jen proto, aby dalekohled nebyl nevyužitý. Byl to však přece jen začátek.

Psal se rok 1987. Butler získal bakalářské tituly ve fyzice i chemii a pracoval na magisterském titulu ve fyzice. Bylo ale jasné, že univerzitu v San Francisku záhy opustí, protože se na ní nedal získat doktorský titul z fyziky. Když začali sbírat pozorovací údaje, Butler psal počítačový program pro jejich analýzu. Byl to zdoluhavý proces a metoda pokus-omyl si nakonec vyžádala mnohaleté úsilí. On i Marcy však byli perfekcionisté, a navíc se jim zdálo, že není žádný důvod spěchat.

Skoro o století dříve si Otto Struve zachovával při svých úvahách otevřenou mysl. Teď už ale bylo teoretikům jasné, že planeta jako Jupiter musela vzniknout z mateřské hvězdy, kde byl plyn dostatečně chladný, aby mohl kondenzovat. Tedy každá planeta velikosti Jupitera by obíhala mateřskou hvězdu ve vzdálenosti 3–5krát větší, než je poloměr dráhy Země kolem Slunce. Oběh by tudíž gigantické planetě trval 10–15 let. Astronomové by potřebovali k její detekci informaci za delší dobu, než trvá jeden její oběh, a spektroskop stejně ještě nebyl pro objev takové planety dostatečně citlivý. Marcy a Butler tedy neměli žádný důvod ke spěchu. Trávili čas pozorováním a zdokonalováním své analýzy, místo aby pátrali po signálech. A to byla chyba. Nevěděli totiž, že za Atlantikem se s obdobnými údaji moří dvojice švýcarských astronomů a že došla k překvapivému závěru.

Nemožné planety

Na začátku devadesátých let 20. století bylo Michelu Mayorovi něco přes padesát. Se svým vousem, v brýlích s kovovou obroučkou a lysým temenem vypadal tak, jak si představujeme typického profesora, ukrytého za hromadou knih, když zrovna nezírá do okuláru teleskopu. Tento obraz zkostnatělého akademika narušoval jen jeho chlapecký úsměv.

Mayor se narodil v roce 1942 v Lausanne ve Švýcarsku a na tamnější univerzitě získal v roce 1966 i diplom z fyziky. Pak se přesunul na univerzitu v Ženevě. Po větší část osmdesátých let pak hledal hnědé trpaslíky, nepovedené hvězdy, které tehdy astronomy zajímaly. V roce 1989 byl členem týmu, který objevil, že hvězda HD 114762* kmitá. Výpočet, který se snažil zpětně zjistit, čím je toto kmitání způsobeno, ukázal, že je to hnědý trpaslík o hmotnosti 11 až 145 Jupiterů, který hvězdu obíhá po eliptické dráze s dobou oběhu 84 dny.

To popohnalo Mayorovu ambici vyvinout nový spektroskop, který by dosáhl ještě větší přesnosti a umožnil objevit ještě menší hnědé trpaslíky; přístroj by též dláždil cestu k planetám.

V pozdních osmdesátých a raných devadesátých letech minulého století se astronomická technika rozvíjela velice rychle. Pixely, obrazové prvky v elektronických kamerách typu CCD, se stále zmenšovaly, což znamenalo, že se informace o vlnových

* HD znamená Henry Draper catalogue, hvězdný katalog publikovaný v letech 1916–1924 obsahující 225 300 hvězd s jejich spektrální klasifikací, číslo značí pořadové číslo hvězdy v tomto katalogu. Podobné odkazy na katalogy najdeme i dále. Pozn. překl.

délkách daly zaznamenat mnohem přesněji. Současně se velmi zrychlovaly počítače, a tak se dal zpracovat rostoucí objem dat, jež CCD kamery produkovaly.

V roce 1990 se stal Mayor školitelem doktoranda Didiera Queloz a začal s ním pracovat na nové generaci přesných spektrometrů. Jeho doktorand se narodil ve stejném roce, kdy Mayor gradoval a byl to také fyzik a astronom. Existuje jen málo fotografií, jež by ho zachycovaly bez úsměvu. I dnes, na prahu padesátky, kdy je významným profesorem Cambridgeské univerzity, z něj vyzařuje mladické nadšení. Když vypráví příběh svého neobyčejného objevu, těžko vydrží klidně sedět.

Mayor a Queloz se tedy pustili do budování toho nejmodernějšího spektrometru, který nazvali ELODIE. Od samého počátku byl určen pro teleskop o průměru 1,93 metru na Observatoire de Haute-Provence. V roce 1993 bylo zařízení připraveno na „první světlo“, tedy okamžik, kdy na přístroj bude poprvé namířeno světlo hvězd. ELODIE pracoval lépe, než se čekalo. Byl schopen rozlišit rychlost 13 metrů za sekundu. Pro Quelozu to znamenalo zlomový okamžik: bylo možné detekovat planety. Planeta velikosti Jupitera, která by obíhala cizí hvězdu ve vzdálenosti, v jaké obíhá Jupiter kolem Slunce, byla sice stále mimo možnosti pozorování. Ale Queloz – tak jako Otto Struve o desítky let dříve – uvažoval o planetě velikosti Jupitera, obíhající kolem mateřské hvězdy trochu blíže, případně o planetě o něco větší. Taková planeta by už mohla být pozorovatelná, jmenovitě při opakovaných pozorováních, protože pak se stejným přístrojem dalo dosáhnout větší přesnosti.

Problém byl v tom, že program pozorování, který si Mayor představoval, se měl týkat velkého množství hvězd, neměl se věnovat dlouhodobému pozorování pouze několika z nich. Spektrometr ELODIE by podezřelé hnědé trpaslíky objevil velmi rychle. Tak se dalo za krátkou dobu prozkoumat mnoho hvězd. Pátrání po planetách několika náhodně zvolených hvězd bylo riskantním využitím přiděleného pozorovacího času. Úspěch nebyl zaručen a Mayorovi se zdálo, že pro doktoranda je riziko příliš

veliké. Oba pozorovatelé věděli o projektu Marcyho a Butlera i o práci Campbella a Walkera. To, že ani jeden z obou týmů žádnou planetu neobjevil, jenom zvyšovalo Mayorovu obezřetnost. Ale Queloz nemohl dostat myšlenku na planety z hlavy, a tak zapřísahal svého školitele, aby mu dovolil riskovat. V roce 1994 dostal Mayor nabídku strávit svůj sabatiki na Havaji. Souhlasil s tím, aby jeho mladý kolega po dobu jeho nepřítomnosti začal s hledáním planet pomocí ELODIE. Až se Mayor vrátí do Ženevy, společně vyhodnotí pokrok, kterého doktorand dosáhne a bude-li to nutné, vrátí se Queloz zase k hnědým trpaslíkům, aby měl na čem postavit svou doktorskou práci.

Když Queloz osaměl, pustil se s nezměrným nadšením a energií do práce.

Nejen že v noci seděl u spektrometru a sbíral data, ale psal také dlouhé počítačové programy, které přeměňovaly elektronické záznamy z ELODIE v údaje o rychlostech pozorovaných hvězd. Byla to namáhavá osamělá práce. Svě cíle volil opatrně, aby nelezl do zelí Marcymu a Butlerovi, kteří nedávno uveřejnili seznam hvězd, na nichž provádějí svá měření. V září 1994 poprvé zaměřil teleskop na hvězdu 51 Pegasi. Je to hvězda podobná našemu Slunci, ležící ve vzdálenosti 51 světelných let. Je na hranici viditelnosti prostým okem a poprvé byla zařazena do katalogu Královské greenwickské observatoře v Londýně z roku 1712 Johnem Flamsteedem, prvním z Královských astronomů*.

Queloz se rozhodl zkoumat tuto hvězdu podrobněji, protože v teleskopu se jevila jako velmi jasná, mohla tedy poskytnout skvělé údaje a soudil, že na ní lze výborně otestovat vlastnosti spektroskopu. Bohužel, po získání prvních údajů zjistil, že hvězda je nestabilní. Její rychlost se během několika dní podstatně změnila. Nejříve se domníval, že má chyby ve svém výpočetním

* Astronomer Royal, Královský astronom, byl od roku 1665 vysoký čestný titul. Do roku 1972 byl Astronomer Royal též ředitelem greenwickské observatoře, dnes se titul uděluje jen jako pocta vždy jednomu vynikajícímu astronomovi. Od roku 1995 je jím Martin Rees, jemuž byl též udělen titul Baron Rees of Ludlow. Pozn. překl.

programu, a to ho naplnilo panikou – v sázce byl jeho doktorát. Věděl, že Marcy a Butler pracovali na svém programu k analýze měření několik let a on dal ten svůj dohromady během pouhého jednoho roku.

Měl hlavu plnou pochybností a přemýšlel, kde se mohla vloupat chyba. Jenže těch možností bylo mnoho, což bylo deprimující. Přemýšlel tedy o způsobu, jak svůj problém otestovat jinak. Přestane se nad výsledky trápit a podívá se na jiné hvězdy, aby zjistil, zda i u nich se vyskytne podobný typ chování. Na konci roku měl nasbíráno dostatek dat z různých hvězd, aby mohl konstatovat, že výsledky, jež budily jeho nedůvěru, nejsou důsledkem chyby v programu. Velké skoky v rychlosti totiž předváděla pouze hvězda 51 Pegasi. Jednou, když sbíral na observatoři další údaje, si uvědomil, že už prověřil všechny možné technické chyby a signál musí být tedy reálný. To znamenalo, že 51 Pegasi je postrkována neviditelným společníkem. Neuměl však přesně určit jeho vlastnosti, protože dosud nevypracoval potřebný software pro analýzu pohybu a hmotnosti tajemného společníka. Pak vstoupilo do hry počasí.

Na dva dny se Queloz uchýlil do knihovny. Za úderů hromů a při jakoby stroboskopickém osvětlení vyvolaném elektrickými výboji za okny studoval příslušné postupy a nakonec napsal počítačový program, jenž mu dovoľoval charakteristiky tajemného objektu zjistit.

Když ho aplikoval na své údaje, vyšlo mu, že rušivým objektem je planeta přibližně hmotnosti Jupitera. Byl to úžasný okamžik. Nikomu o svém objevu neřekl, protože měl pořád obavu, že se mýlí. V lednu se zase vrátil na observatoř, aby shromáždil další data. Z údajů, které nyní měl o tajemné oběžnici a její dráze, předpověděl, co by měl v lednu vidět, pokud je získaná interpretace údajů správná. Avšak naměřená data se od jeho předpovědi bohužel lišila. Určení parametrů společníka hvězdy dosud nebylo správné. Trvalo to až do března, než nashromáždil dostatečně velký vzorek pozorovacích údajů a stanovil orbitu, která

už dovolovala správné předpovědi. Ale i pak to všechno vypadalo trochu pochybně.

Doba oběhu nebyla v desítkách let – Quelozova planeta měla mateřskou hvězdu obíhat za dobu pouhých 4,23 dne. To bylo naprosto zvláštní, protože rychlost na orbitě je dána především vzdáleností od hvězdy a představa, že oběh trvá tak krátkou dobu, byla ohromující. Nejvnitřnější planeta sluneční soustavy Merkur oběhne Slunce za 88 dní, takže se v porovnání s určenou rychlostí oběžnice 51 Pegasi pěkně loudá – ať už je tou oběžnicí cokoli. Zdálo se, že musí jít o nějakou chybu. Nicméně Queloz teď pozoroval i řadu jiných hvězd a podobnou proměnlivost nezjistil na žádné z nich. To posílilo jeho důvěru, že stanovený signál je reálný.

Mayor byl stále ještě na Havaji, tak mu Queloz odfaxoval graf pohybu spolu se stručnou zprávou: „Myslím, že jsem našel planetu.“ Podobně nevzrušená byla i reakce: „Inu, proč ne?“ Mayor dodal, že bude v Ženevě během měsíce a pak se na výsledky podívají společně, aby měli naprostou jistotu.

Jakmile došli k přesvědčení, že se nejedná o softwarovou chybu, snažili se vymyslet jiné interpretace výsledků. Přemýšleli, zda signál nemůže pocházet od pulsací hvězdy, nebo od chladnějších oblastí zvaných hvězdné skvrny. Znovu rozebírali signál a hledali charakteristiky, jež by odpovídaly jiným interpretacím, nic ale nebylo tak příléhavé jako planetární řešení. Nakonec bylo jejich přesvědčení o objevu planety tak silné, že začali psát článek do světově nejprestižnějšího přírodovědeckého časopisu *Nature*. Pak článek na měsíc odložili, aby mohli ještě jednou zopakovat pozorování hvězdy. Oba souhlasili s tím, že pokud nezískají přesně to, co čekají, článek zahodí. Ale výsledek skutečně přesně seděl, a tak článek poslali do redakce.

V souladu se svou vydavatelskou politikou redakce časopisu *Nature* poslala článek třem recenzentům. Ti jsou často vybírání z vědců, kteří jsou v článku citováni. Jejich anonymita je garantována, jestliže se jí sami nevzdají. V případě článku o 51 Peg b byly dva posudky opatrně kladné, jeden výsledky autorů otevřeně

zpochybňoval. Recenzent se domníval, že jsou v měřeních chyby a nedoporučoval publikaci. Pravděpodobně nechtěl, aby se jeho recenze dala chápat jako zákeřný útok, a proto se vzdal anonymity. Byl to kanadský astronom Gordon Walker, jehož kolega Bruce Campbell inspiroval Geoffreye Marcyho při konstrukci jódové buňky. Mayor a Queloz si kritiku přečetli a dali jí částečně za pravdu. Jejich údaje skutečně ponechávaly prostor pro určitou chybu. Vrátili se tedy k dalekohledu a provedli další měření. Přidání dodatečných údajů ale jen posílilo jejich interpretaci, a když poslali Walkerovi novou verzi článku, odpověděl jim do 48 hodin, že je spokojen, že vzali jeho připomínky v úvahu. Tím byla překonána poslední překážka. Redakce *Nature* článek přijala a Mayor a Queloz byli připraveni veřejně obhajovat svůj objev. Oznámení objevu planety u cizí hvězdy byl totiž trochu riskantní podnik. Předtím už bylo v tomto směru několik falešných poplachů a většina astronomů byla k podobnému tvrzení velmi podezřívavá. Nový zápis do knihy rekordů nebyl proto tak docela snadný.

William Stephen Jacob byl šestým synem vikáře. V roce 1828 se stal kadetem Addiscombeské koleje Východoindické společnosti a po dokončení svého vojenského vzdělání byl přidělen do Bombaje. V roce 1845 měl hodnost kapitána bombajských ženistů, jeho to však táhlo především k vědeckým otázkám. V roce 1848 se stal ředitelem madráské observatoře a prokázal neobyčejnou dovednost při pozorování nebeských těles. Zaujala ho především hvězda 70 Ophiuchi (Hadonoš). O té zjistil v roce 1779 velký hannoverský astronom William Herschel, že je to vlastně dvojice hvězd. V madráském vedru Jacob konal vlastní pozorování a ručně spočítal, že jedna z hvězd oběhne druhou za 93 dní. Měření však vykazovala určité diskrepance oproti výpočtu. To Jacoba vedlo k úvahám, zda v blízkosti 70 Ophiuchi nevypadá gravitační zákon trochu jinak. Věděl, že je to radikální krok, a tak navrhl jednodušší model, jenž měl diskrepance vysvětlit: poruchy způsoboval svou gravitací neviditelný společník hvězd. Když spočítal dráhu, po níž by se takové těleso mělo pohybovat, vyšla mu