

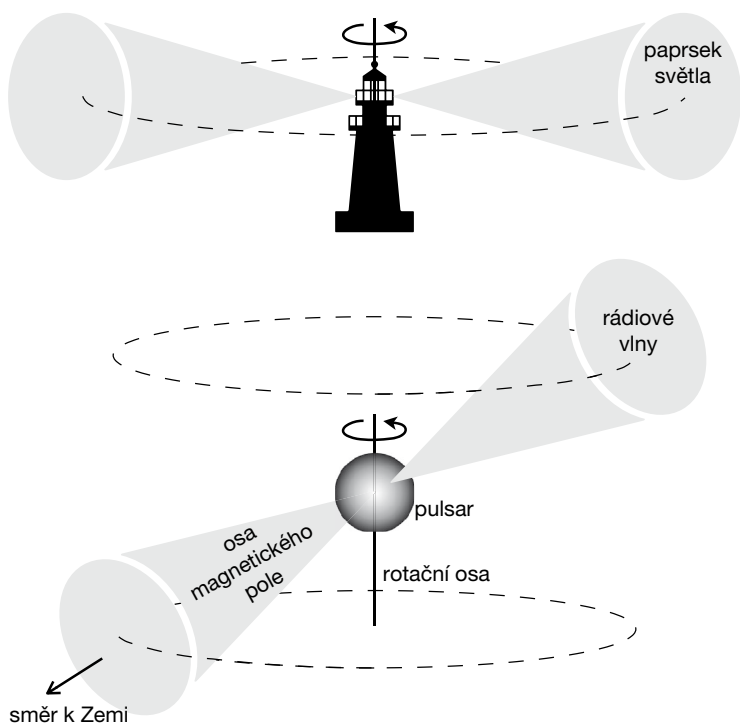
Nejpodivnější planety

V roce 1992 astronomové Aleksander Wolszczan a Dale Frail oznámili objev dvou planet kolem hvězdy vzdálené 2 300 světelných let, kterou sledovali dva roky. Již tehdy bylo z jejich údajů zřejmé, že obíhající objekty mají hmotnosti typické spíše pro planety než pro hnědé trpaslíky nebo hvězdy, a další pozorování tento závěr ještě posílila. Ohromující bylo, že se nejedná o obyčejnou hvězdu, jako je Slunce. Je to *neutronová hvězda*, pojmenovaná PSR 1257+ 12.¹³

Neutronové hvězdy patří mezi nejexotičtější útvary ve vesmíru. Jsou to pozůstatky výbuchů supernov, k nimž dochází, když masivní hvězdě dojde jaderné palivo a stane se nestabilní. Neutronová hvězda skrývá hmotnost celé hvězdy v kouli o průměru pouhých 20 kilometrů, takže je tak hustá, že je na pokraji zhroucení vlivem vlastní tíže. Stačí jeden chybný krok a zhroutí se a stane se černou dírou. Jako by to nebylo dost dramatické, některé neutronové hvězdy se podle pozorování otáčejí až stokrát za sekundu a jiné chrlí rentgenové záření a smrtící dávky radiace.

Tento ohromující objev umožnily rádiové vlny vytvářené neutronovou hvězdou. Ne všechny neutronové hvězdy vysílají rádiové vlny; ale když se tak děje, rádiové vlny jsou vysílány do vesmíru v úzce vymezených směrech, směřujících na sever a na jih podél osy magnetického pole hvězdy. Pokud se hvězda otáčí kolem jiné osy, pak se paprsky rádiových vln rozkmitají podobně jako rotující paprsek světla z majáku (obrázek 3.5.).

¹³ V tomto názvu PSR znamená pulsar a čísla jsou první číslice souřadnic objektu na obloze.



OBRÁZEK 3.5. Některé neutronové hvězdy vyzařují rádiové vlny ve dvou rotujících paprscích podobných majáku. Pulsar je zvláštní případ, kdy jeden z paprsků periodicky míří směrem k Zemi, což nám umožňuje pozorovat pulsy rádiových vln.

Pokud máme štěstí, jeden z těchto paprsků pravidelně prochází Sluneční soustavou a vysílá k nám periodické pulsy rádiové energie, které mohou radioastronomové jako Wolszczan a Frail detekovat. Příslušníci této vzácné podtřídy neutronových hvězd se nazývají *pulsary*.

Kdyby pulsar jen stabilně rotoval a jinak se nepohyboval, byly by pulsy přísně periodické; doba mezi dvěma po sobě jdoucími pulsy by byla stejná. Obíhající planeta tuto periodicitu narušuje tím, že způsobuje pohyb neutronové hvězdy kolem těžiště soustavy. Když se hvězda pohybuje směrem k nám, snaží se „dohnat“ své vlastní dříve vyslané pulsy. V důsledku toho je doba mezi po sobě jdoucími pulsy, které Země přijímá, kratší než průměr. Naopak, když se neutronová hvězda od nás vzdaluje, uhání od svých vlastních pulsů vzhledem k Zemi a my pozorujeme delší než průměrný časový interval mezi pulsy. Metoda časování pulsarů je koncepčně podobná Dopplerově metodě, ale namísto pozorování periodického posunu vlnových délek spektrálních absorpčních čar pozorujeme periodický nárůst a pokles frekvence pulsů. Pro PSR 1257+ 12 je průměrná doba mezi pulsy 6,219 sekundy a fluktuace způsobené planetami činí asi 0,002 sekundy v obou směrech. To se může zdát jako malý efekt, ale rádiové pulsy jsou tak ostré, že fluktuace lze detekovat i v případě, že trvají jen 0,0001 sekundy.

Vrátíme-li se k naší původní otázce: jak bychom měli Wolszczanův a Frailův objev hodnotit jako kandidáta na první objev exoplanety? Jejich tvrzení bylo pravdivé a oprávněné. V roce 1992 mu bylo uvěřeno a astronomická komunita mu věří dodnes. Jediným zádrhelem je, zda by se objekty obíhající kolem pulsaru měly kvalifikovat jako planety.

Do té doby se v astronomické komunitě používala pracovní definice planety jako objektu s hmotností větší než asteroid a menší než hnědý trpaslík. Objev u pulsaru si vynutil pečlivější posouzení. Možná by slovo „planeta“ mělo být vyhrazeno pro objekty obíhající kolem normální hvězdy hlavní posloupnosti, a ne kolem neutronové hvězdy? (Ted' už chápete, proč se v popisu Nobelovy ceny

za rok 2019 hovoří o „exoplanetě kolem hvězdy slunečního typu“.) Někteří astronomové trvali na tom, že definice planety by měla zahrnovat požadavek, aby vznikla v protoplanetárním disku obklopujícím běžnou hvězdu. Předpokládá se, že objekty obíhající kolem pulsaru tímto způsobem nevznikly. Pravděpodobně se zformovaly až po výbuchu supernovy, při kterém vznikla neutronová hvězda, protože jakékoli dříve existující planety by katastrofický výbuch energie nejspíše nepřežily. Nejlepší současnou hypotézou je, že část explodujícího materiálu nakonec napadala zpět na oběžnou dráhu kolem pulsaru, kde vytvořila protoplanetární disk druhé generace, který dal vzniknout novým planetárním tělesům.

Protože neexistuje žádná všeobecně uznávaná teorie vzniku planet, mnozí astronomové (včetně mě) se domnívají, že je předčasné používat definici založenou právě na ní. V praxi nakonec astronomové začali tělesa objevená Wolszczanem a Frailem označovat jako *pulsarové planety*. Jsou však považovány za podivíný světa exoplanet a pátrání po dalších podobných je zatím frustrující. Pouze u několika dalších pulsarů existuje podezření, že mají planety, a ani v těchto případech nejsou důkazy tak jisté jako v případě PSR 1257+ 12. Nalezení dalších bude obtížné, protože pulsary tvoří jen malou menšinu neutronových hvězd a protože i mezi pulsary má jen hrstka z nich tak rapidní pravidelné pulsy, které jsou nutné pro úspěch Wolszczanovy a Frailovy techniky.

Horký Jupiter

K tématu planet kolem různých typů hvězd se vrátíme v kapitole 7. Prozatím pokračujme v příběhu průkopníků exoplanet a posuňme se v čase do roku 1995. Michel Mayor a Didier Queloz, dva astronomové ze ženevské