Pulsary

Pulsary byly objeveny neplánovaně v Cambridgi ve Velké Británii aparaturou konstruovanou k výzkumu rádiové scintilace (rychlých nepravidelných změn jasnosti) rádiových bodových zdrojů. Jedná se o rádiovou obdobu světelné scintilace hvězd (blikání hvězd). Aparatura zaznamenávala hlavně scintilaci kvasarů, které byly v té době již známy. Astronomka Jocelyn Bell Burnellová si v srpnu 1967 všimla pravidelných pulsů (krátkodobých zjasnění) v některých záznamech. Další analýzou se zjistilo, že pulsy přicházejí z objektů, které jsou mimo Sluneční soustavu, mají relativní stálost periody ($10^{-9}\ s$ i menší) a patří mezi malá tělesa.

Jako **pulsary** se projevují rychle rotující neutronové hvězdy. Většinu jejich objemu vyplňuje degenerovaný neutronový plyn. Objekt je patrně velmi bohatě rozvrstven, přičemž vrstvy jsou plynné, supratekuté, i pevné (krystalické) a všechny jsou velmi silně stlačeny silným gravitačním polem do vysokých hustot. Hlavní charakteristiky těchto objektů jsou: hmotnost $(1; 2)\,M_S$ (kde M_S je hmotnost Slunce), průměr řádově desítky kilometrů, hustota $\left(10^{16}; 10^{18}\right)\,\mathrm{kg.m^{-3}}$ a periody pulsů pulsarů (1,5; 4,3) s.

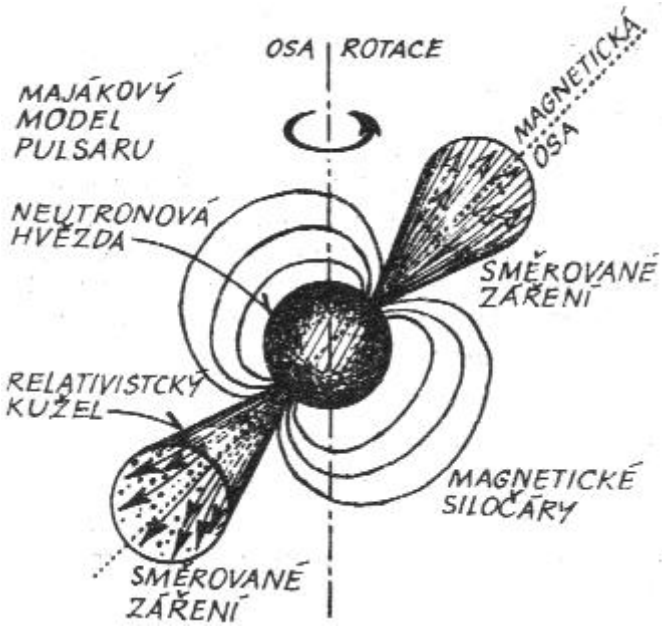
Příčina vzniku pulsaru je následující. Při gravitačním hroucení objektu se zachovává jeho moment hybnosti (resp. rotační energie). Znamená to, že s postupným zmenšováním průměru tělesa se zrychluje rotace.

> Stejný jev vyplývající ze zákona zachování momentu hybnosti (nebo ze zákona zachování mechanické energie) využívají krasobruslařky při piruetách. Před vlastní piruetou roztáhnou ruce (velký rozměr tělesa), odrazí se, aby začaly rotovat, a připaží ruce k tělu (zmenší se rozměr tělesa). Nebudeme-li uvažovat třecí síly mezi bruslemi a ledem, spolu s poklesem rozměru tělesa vzroste úhlová rychlost otáčení krasobruslařky, protože rotační energie se (podle zákona zachování energie) nemění.

Perioda rotace neutronové hvězdy je rovna periodě pulsu pulsaru. Spolu s růstem hustoty nitra pulsaru a zrychlením rotace se zvyšuje také velikost magnetické indukce magnetického pole neutronové hvězdy - až na $10^8\ \mathrm{T}$. Objekt rotuje spolu se svým magnetickým polem a rotační energie se předává plazmě v okolí hvězdy. Tato plazma se postupně ohřívá a září. Vysílané elektromagnetické záření je vlivem rychlé rotace relativisticky usměrněno do úzkých kuželů.

> Pulsar tak září podobně jako maják na moři.

Proto se tomuto modelu, na základě kterého se podařilo alespoň částečně objasnit vznik pulsarů, říká **majákový model** (viz obr. 97). Pozorovatel, který se nachází v té části prostoru, která je ozařována jedním kuželem elektromagnetického záření, pozoruje rádiové pulsy v periodě rotace neutronové hvězdy.

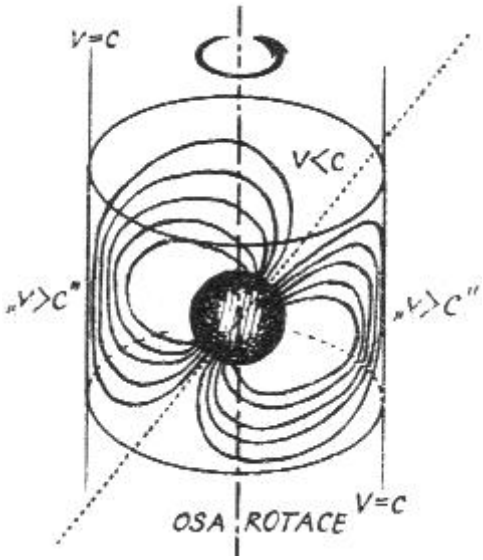


Obr. 97

Toto je jediný způsob, jak na Zemi pozorovat neutronovou hvězdu. Bohužel, jako pulsar se projevuje jen malá část neutronových hvězd. Pulsar se může též projevit při hledání černých děr.

Intenzita pulsů a průběh pulsů každého pulsaru se puls od pulsu mění, ale perioda zůstává stálá. Přesto se dlouhodobě pomalu prodlužuje, neboť hvězda postupně ztrácí svojí rotační energii, kterou prostřednictvím magnetického pole mění na směrované záření. Po čase se perioda pulsů náhle zkrátí a poté se opět pomalu prodlužuje. Zkrácení periody je možné vysvětlit jako důsledek změny krystalové mříže pevné látky ve vrstvách hvězdy, která způsobí další zmenšení rozměrů neutronové hvězdy a nárůst její hustoty. Následkem zmenšení rozměrů hvězdy je zrychlení rotace a tedy zkrácení periody.

Další relativistický efekt, který je u pulsarů pozorován, souvisí s rychlostí pohybu magnetických indukčních čar, které se otáčejí spolu s hvězdou. Velikost rychlosti pohybu magnetických indukčních čar vzdálenějších od osy rotace pulsaru se blíží k velikosti rychlosti světla ve vakuu, ale nikdy ji nepřekročí. Tam, kde by k překročení velikosti rychlosti světla ve vakuu došlo, se indukční čáry k sobě přiblíží tak, že vždy leží uvnitř válcové plochy. Uvnitř této plochy je velikost rychlosti rotace menší než velikost rychlosti světla ve vakuu (viz obr. 98).



Obr. 98

V současné době se rozlišuje několik typů pulsarů:

1. binární pulsary - jedná se o dvojhvězdy, jejichž jednou složkou je pulsar. Jejich pozorováním se ověřuje platnost obecné teorie relativity tak, že se měří stáčení periastra. Velká část binárních pulsarů se vyskytuje v kulových hvězdokupách.
2. milisekundové pulsary - jsou pulsary, jejichž rotace je obzvláště rychlá (mají periodou několik milisekund). K tak rychlému roztočení již zřejmě nestačí gravitační zhroucení původní neutronové hvězdy. Předpokládá se, že hvězda zachytává okolní hmotu, která zvětšuje moment hybnosti hvězdy a tím ji velmi rychle roztočí. Hustota neutronových hvězd a velikost gravitačního zrychlení na jejich povrchu dosahuje nesmírných hodnot, a proto nehrozí roztržení hvězdy vlivem odstředivé síly.

Tuto situaci si lze představit podobně, jako když se roztáčí dětská káča. Dodáme-li káče energii „správným způsobem“, káča se roztočí více. V případě pulsaru na něj hmota padá pod takovým úhlem, že pulsar více roztočí.

3. rentgenové pulsary - jsou těsné dvojhvězdy, jejichž jednou složkou je pulsar. Na něj z větší složky přitéká látka nebo přichází proud hvězdného větru. Tato hmota padá na pulsar a protože se jedná o plazmu, je přitahována do okolí magnetických pólů pulsaru, přičemž se uvolňuje směrované rentgenové záření.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.