

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jana Olivová

Virginie Trimbleová a supernovy

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 52 (2007), No. 2, 122--126

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141349>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2007

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Virginie Trimbleová a supernovy

Jana Olivová, Praha

Jedním z velikých témat, jimiž se zabývali vědci z celého světa na nedávném XXVI. Valném shromáždění Mezinárodní astronomické unie, které se konalo v srpnu 2006 v Praze, byly supernovy. Shodou okolností si badatelé vyměňovali nejnovější poznatky o těchto pozoruhodných jevech právě v roce, v němž uplynulo celých tisíc let od pozorování vůbec nejjasnější supernovy, jaká kdy byla zaznamenána. Objevila se na obloze v roce 1006 a byla podle dochovaných záznamů pozorovatelná celé tři roky — až do roku 1009 — samozřejmě tehdy pouhým okem. Brzy poté, v roce 1054, byl v Číně zaznamenán výbuch další supernovy, jejíž pozůstatky dnes pozorujeme jako známou Krabí mlhovinu.



Krabí mlhovina.

O téměř 600 let později — v listopadu roku 1572 — vzplála v naší Galaxii další jasná supernova, která se promítala do souhvězdí Kasiopeja a již pozoroval slavný dánský astronom Tycho Brahe. Byla prý na obloze vidět celých 18 měsíců — a v dějinách poznávání vesmíru hraje převratnou roli: díky ní totiž padla hypotéza, že vesmír je stálý a neměnný.

Dnes už astronomové znají přibližně 10 000 pozůstatků supernov, třebaže těch, které za poslední dva tisíce let vybuchly v naší vlastní Galaxii, je známo jen asi deset. Moderní astronomie a fyzika ukázaly, jak nesmírně důležitou roli ve vesmíru supernovy hrají — a proč bychom bez nich neexistovali ani my, lidé. Vědci poznali podstatu supernov — určili, že jde o závěrečné stadium vývoje hvězd, které se hroutí vlastní gravitací, přičemž se uvolňuje obrovské množství energie. Hvězda vybuchuje,

Mgr. JANA OLIVOVÁ (1960), Český rozhlas 3–Vltava, Vinohradská 12, 120 99 Praha 2, e-mail: jana.olivova@cro.cz

v kratičkém okamžiku mnohonásobně zvýší svou jasnost (u některých typů až bilionkrát) a uvolní obrovské množství energie ve všech oborech spektra i ve formě neutronů. Podle typu hroustících se hvězd vědci rozdělili supernovy na dva základní typy. Supernovy typu I pozorujeme v dvojhvězdných systémech; v nich vybuchuje hvězda velmi malých rozměrů, ale velmi vysoké hustoty zvaná bílý trpaslík — ve skutečnosti jde o degenerované jádro staré hvězdy, v jejímž nitru už vyhasly termonukleární reakce. Pokud má tedy takovýto bílý trpaslík průvodce v podobě normální, nedegenerované hvězdy, může svou gravitací začít na sebe strhávat její vodík. Tím roste jeho vlastní hmotnost — a pokud překročí určitou hranici známou jako Chandrasekharova mez, což je 1,4 hmotnosti našeho Slunce, bílý trpaslík se začne dále gravitačně hroutit, dále drtí degenerovanou hmotu — až dojde ke gigantické termonukleární explozi, která hvězdu zničí a rozmetá její hmotu. Pozorujeme výbuch supernovy typu I. Dnes už i je vědci rozdělují do dvou podtypů. Zejména supernovy podtypu Ia jsou pro astronomy nesmírně důležité: jelikož všechny mají přibližně stejnou absolutní jasnost, slouží jako tzv. standardní svíčky k určování vzdáleností ve vesmíru. I když výzkumy z poslední doby ukazují, že vše není tak jednoduché. V září loňského roku totiž jeden vědecký tým oznámil v renomovaném britském vědeckém týdeníku *Nature*, že v galaxii vzdálené 4 miliardy světelných let objevil supernovu, jejíž hmotnost před výbuchem výrazně přesáhla Chandrasekharovu mez a dosáhla až hmotnosti dvou Sluncí. Zatím není zcela jasné, proč: podle jedné hypotézy mohou hrát roli silné odstředivé síly v důsledku velmi rychlé rotace bílého trpaslíka, podle jiné hypotézy mohlo jít o splynutí dvou bílých trpaslíků.

Pozorování supernov podtypu Ia také vedla k jednomu z nejpřekvapivějších zjištění v astronomii posledních let: totiž že se vesmír rozpíná stále rychleji. Podle dnes obecně přijímané teorie tzv. velkého třesku se vesmír od svého vzniku rozpíná. Dlouho měli astrofyzikové za to, že se tempo tohoto rozpínání s časem zpomaluje. Nedávno se však začalo ukazovat, že rozpínání vesmíru se zhruba od poloviny jeho věku naopak zrychluje působením zatím zcela záhadné skryté nebo také temné energie.

Daleko častější jsou však supernovy typu II. Jde o gravitační hroucení velmi hmotných hvězd — veleobrů, jimž dochází jaderné palivo v jádře, tlak plynu působící směrem ven už není dost silný na to, aby vyrovnal tlak gravitace. V důsledku toho se jádro hroutí v neutronovou hvězdu nebo černou díru, zatímco vnější vrstvy hvězdy se překotně rozpínají: pozorujeme výbuch supernovy. Při této obrovské explozi se do vesmíru dostávají těžší chemické prvky vzniklé dříve v jádře hvězdy a vznikají další, ještě těžší prvky.

Přes veškerý pokrok v poznání supernov a vývoje hvězd obecně je před vědci stále mnoho nezodpovězených otázek. Mezi světovou špičku v jejich výzkumu patří i profesorka Virginia Trimbleová. Vystudovala na Kalifornské univerzitě v Los Angeles (UCLA) a na Kalifornském technickém institutu (Caltech). Od roku 1971 přednáší astronomii na Kalifornské univerzitě v Irvine a jako hostující profesorka působí i na Marylandské univerzitě v College Park. Věnuje se především struktuře a vývoji hvězd a galaxií. Zajímá se i o dějiny astronomie: slavné jsou zejména její podrobné každoroční přehledy vývoje v astrofyzice. Za své přehledy vědeckých událostí získala v roce 1986 Cenu Národní akademie věd. Stala se vice-prezidentkou Mezinárodní astronomické

unie, vice-prezidentkou Americké astronomické společnosti a předsedkyní její historické sekce, členkou výkonné rady Americké fyzikální společnosti. V průběhu XXVI. Valného shromáždění Mezinárodní astronomické unie zde v Praze nám zodpověděla několik otázek.

J. O.: *Výbuchy supernov patří bezesporu mezi nejdramatičtější a nejzajímavější jevy ve vesmíru. Co se o nich vědci za poslední desetiletí dozvěděli?*

V. T.: Možná bych měla začít tím, že vědci všechen svůj čas uvažují nad věcmi, kterým nerozumějí, takže to, co jsme se dozvěděli, je pro nás okamžitě méně zajímavé než to, co ještě neznáme. Co tedy víme: když hvězda vybuchuje jako supernova, umírá. Buď se zcela zhroutí, nebo úplně vybuchne. Existují proto dva typy supernov: jeden, který představuje zhroucení, a druhý, kdy se v důsledku jaderné exploze ve hvězdě vše rozpadá. Oba typy jsou důležité. Při hroucení vznikají těžké prvky — z toho plyne, že každý atom ve vašem těle, s výjimkou vodíku, vznikl ve velmi hmotné hvězdě a dostal se do vesmírného prostoru při výbuchu supernovy. Supernovy, při kterých dochází k jadernému výbuchu, zase vyrábějí železo, což je taky významné. Kromě toho ale slouží jako jakési majáky ve vesmíru, jsou nejjasnější, jsou vidět na velké vzdálenosti a můžeme jich využít k měření vzdáleností ve vesmíru. Současně tímto způsobem můžeme trochu poznat, jak se s časem měnil vesmír a jeho rozpínání.

J. O.: *Znamená to, že když můžete použít supernovy k měření vzdáleností ve vesmíru, že všechny vybuchují stejným a předvídatelným způsobem?*

V. T.: Bohužel nikoli. V případě, že máte třídu stejných objektů, můžete je označit za standardní svíčky — z důvodů, kterým rozumějí odborníci. Pokud však máte tělesa, která se sice ve skutečnosti vzájemně liší, ale vy znáte podstatu této odlišnosti, můžete je označit jako standardizovatelné svíčky. Takové jsou proměnné hvězdy zvané cefeidy, které mají také velký význam pro měření vzdáleností ve vesmíru a pro určení Hubbleovy konstanty. Nejsou sice stejné, ale odlišují se námi poznaným způsobem. Problém supernov označovaných jako typ Ia však spočívá v tom, že se liší způsobem, který tak docela nechápeme. Tím jsou pro nás, odborníky na supernovy, přitažlivé. Zároveň je tím ale jejich využití pro měření vzdáleností ve vesmíru trochu ošidné.

J. O.: *Jaké nástroje mají vědci k dispozici pro výzkum supernov?*

V. T.: Využíváme všechno, co máme. Jednou z velmi vzrušujících událostí ve výzkumu supernov v nedávných letech byla supernova, která vybuchla v únoru roku 1987 ve Velkém Magellanově mračnu, kdy jsme zaznamenali nejen světlo, rentgenové, gama a rádiové záření, ale dokonce i neutrino z ní. Vědci též staví detektory pro gravitační záření a doufají, že zachytí gravitační záření ze supernov. Ovšem při výbuchu supernov a v procesu expanze jejich pozůstatků vznikají nejrůznější formy záření, ať už jde o rentgenové či gama záření nebo rádiové vlny, viditelné světlo a další — včetně například částic kosmického záření, které bombarduje vrchní atmosféru Země a naplňuje celou Galaxii. Proto když zkoumáme kosmické záření, můžeme se dozvědět podrobnosti o energii supernov — a naopak.

J. O.: *Pokud vím, vědci začali pozorovat vysokoenergetické částice ze supernov. Co jim říkájí o procesech ve vesmíru?*

V. T.: Věděli jsme o existenci těchto částic dřív, než jsme poznali supernovy. Kosmické záření objevil v roce 1912 rakouský fyzik Viktor Hess a další. To, že existují částice, které bombardují naše laboratoře, se vědělo. Oni však ukázali, že přicházejí z oblasti mimo zemskou atmosféru. Dokázali to tak, že se v balonu vznesli do výšek, do nichž by dnes nikdo se zdravým rozumem nevzlétl v balonu a bez kyslíku. Vystoupali do výšky 5300 metrů, což je velmi riskantní, a měřeními prokázali, že kosmické záření přichází z volného vesmíru. Myšlenku, že zdrojem kosmického záření jsou supernovy, poprvé vyslovili v roce 1934 německo-americký fyzik Walter Baade a švýcarsko-americký fyzik Fritz Zwicky.

J. O.: *Širokou veřejnost občas znepokojí zprávy, že záření ze supernovy by mohlo být škodlivé pro živé organismy. Je to pravda, nebo ne? A jak často ve vesmíru dochází k událostem, které by mohly být zdrojem takto vysokoenergetického záření?*

V. T.: Kosmické záření, které dnes přichází k Zemi, je v podstatě jedním ze dvou hlavních zdrojů mutací. Výrazně tedy ovlivňuje život na Zemi, protože zhruba polovina všech mutací u lidí a mutace u jiných živočichů jsou způsobeny tím, že nějakou klíčovou molekulu v organismu zasáhne kosmické záření. Kdyby někde velmi blízko vybuchla supernova, zvýšil by se výskyt mutací. Dále by se také vypařila ozonová vrstva, takže na Zemi by se dostalo větší množství ultrafialového záření ze Slunce. Nepovažují nicméně toto nebezpečí za nijak významné.

J. O.: *Jak časté jsou tedy výbuchy supernov ve vesmíru?*

V. T.: Pokud hovoříme o naší vlastní Galaxii, je to jedna, dvě nebo nanejvýš tři za století. Většinu z nich přitom ani nevidíme, protože jsou v rovině Mléčné dráhy, kde je plyn a velké množství prachu, které blokuje náš pohled. Poslední, kterou jsme v naší Galaxii spatřili, byla v roce 1604. Další vybuchla někdy kolem roku 1680, ale zjevně ji nikdo nespapřil, pozorujeme jen její pozůstatky. Poslední supernova, která vybuchla hodně blízko Země, explodovala před desítkami milionů let. To je typická časová škála. K výbuchu, který by byl natolik blízko, aby narušil ozonovou vrstvu nebo významně zvýšil tempo mutací, dojde podle našich poznatků až za nějakých 10 či 20 milionů let — pravděpodobně se to nestane zítra.

J. O.: *Pozorují vědci nějaké objekty, které jsou dost blízko Země a které by mohly vybuchnout jako supernova v příštích 20, 50 nebo 100 letech?*

V. T.: V zásadě ano. Každá hvězda, která začíná svůj život s hmotností víc než osmkrát větší, než je hmotnost našeho Slunce, je potenciální budoucí supernovou. Hvězdy však žijí miliony let. Dvě nejbližší, které pravděpodobně nakonec vybuchnou jako supernovy v příštích řekněme 10 tisících letech, jsou Betelgeuse a Antares. Když se hvězda blíží ke konci svého života, dá se jen obtížně přesně určit, co zrovna dělá.

J. O.: *Na začátku jste říkala, že vědce zajímá spíš než to, co už se dozvěděli, to, co dosud ještě neznají. Jaké otázky zatím zůstávají nezodpovězené ve vaší oblasti výzkumu, v oblasti supernov, a na které byste ráda brzy znala odpověď?*

V. T.: Určitě bychom rádi věděli, z jakých typů hvězd se stává ten druhý typ supernov. Když jsem jmenovala Betelgeuse a Antares, z nich se stanou supernovy, při tom se zhroutí jádro hvězdy a do prostoru budou vyvrženy těžké prvky. Zatím nám ale není příliš jasné, u kterých přesně supernov dochází k explozi jaderného typu. Ke konci zasedání zaznělo pár ostřejších poznámek právě na toto téma. To je jedna z věcí, jimž nerozumíme, a usilovně se snažíme to rozlousknout. Také bychom rádi věděli, kolik hvězd vybuchovalo jako supernovy, když byla Galaxie ještě mladá, protože právě ony jsou zdrojem těžkých prvků — a pokud množství těžkých prvků rychle roste, pak mohly existovat planety podobné Zemi už před mnoha miliardami let. Bylo by zajímavé zjistit, jestli kdysi dávno také existovaly obyvatelné planety.

J. O.: *Mohou vědci zjistit počet supernov v raných fázích vývoje vesmíru, když se budou dívat dostatečně daleko do minulosti?*

V. T.: Právě o tom hovořilo několik posledních řečníků: o přehlídkách vzdálených supernov. Teleskopy můžeme považovat za stroje času, protože nám umožňují využívat faktu, že světlo putuje přesně určenou rychlostí. Když se díváte na Slunce, nevidíte ho tak, jak vypadá teď, ale jak vypadalo před 8 minutami. Když pozorujete Betelgeuse nebo Antares, nevidíte je v jejich současné podobě, ale tak, jak vypadaly před několika tisíci lety. Takže když se díváme na supernovy ve vzdálených galaxiích, vidíme události, k nimž ve skutečnosti došlo před mnoha miliardami let. To je samozřejmě jeden z důvodů — nikoli jediný — proč se zajímáme o velmi vzdálené supernovy: abychom zjistili, jak se v raném vesmíru hromadily jednotlivé prvky a podobně.

J. O.: *Mají k tomu vědci dostatečně dobré přístroje?*

V. T.: Když nám dáte peníze na větší a lepší teleskopy, postavíme větší a lepší teleskopy. Když ne, budeme pracovat s tím, co máme. To vědci dělají od samého počátku. Tycho Brahe, který pozoroval supernovu v roce 1572, postavil v Dánsku observatoř, která stála zhruba stejné procento hrubého domácího produktu Dánska, jaký nyní Evropa dává na Evropskou jižní observatoř.

J. O.: *Skutečně?*

V. T.: Skutečně. Vypočítal to Riccardo Giacconi, který byl v jednu dobu ředitelem Evropské jižní observatoře. Ať je tomu jakkoli, Tycho dostal od dánského krále peníze na to, aby postavil lepší observatoř, než jaké kdy dřív existovaly. A právě údaje, které tam shromáždil, ukázaly, že jím pozorovaná supernova nebyla nějakým jevem odehrávajícím se v atmosféře Země, ale že to bylo něco, k čemu došlo ve vzdáleném vesmíru. Shromáždil také data o pohybu Marsu po obloze, z nichž pak mohl Kepler odvodit, že oběžné dráhy planet jsou eliptické, a mnoho dalších důležitých skutečností o sluneční soustavě a gravitaci. Dejte nám tedy lepší přístroje — a my budeme dělat lepší vědu. Když ne — budeme dělat to nejlepší, co je v našich silách, s tím, co máme.