

Jiří Grygar; Michael Prouza
Giacconiho rentgenový vesmír

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 48 (2003), No. 1, 10--14

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141156>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2003

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>

Giacconioho rentgenový vesmír

Jiří Grygar a Michael Prouza, Praha

Polovinu Nobelovy ceny za fyziku v roce 2002 získal jednadmdesátiletý Riccardo Giacconi, za „průkopnické příspěvky k astrofyzice, které vedly k objevu kosmických zdrojů rentgenového záření“. Jistě právem, neboť budeme-li sledovat životní dráhu Riccarda Giacconioho, současného profesora astronomie na univerzitě Johnse Hopkinse a prezidenta americké Univerzitní asociace, budeme zároveň sledovat vznik a rozvoj rentgenové astronomie.



Riccardo Giacconi. (Zdroj: Johns Hopkins University.)

Slavná éra udělování Nobelových cen za závažné přírodovědecké objevy započala ve Stockholmu r. 1901, kdy vůbec první cenu za fyziku obdržel německý badatel Wilhelm Conrad Röntgen za objev „paprsků X“, jež učinil koncem r. 1895 ve své fyzikální laboratoři na Univerzitě ve Würzburgu. Jak známo, dnes se paprsky nazývají na jeho počest rentgenovým zářením, neboť se ukázalo, že jde ve skutečnosti o velmi energetické elektromagnetické záření s vlnovými délkami alespoň tisíckrát kratšími než viditelné světlo. To ovšem znamená, že fotony rentgenového záření nesou nejméně tisíckrát vyšší energie než fotony červeného světla. Přesněji řečeno, u většiny autorů

RNDr. JIŘÍ GRYGAR, CSc. (1936), a Mgr. MICHAEL PROUZA (1978), Centrum částicové fyziky, Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8.

Článek byl připraven v Centru částicové fyziky za podpory grantu MŠMT č. LN00A006.



Líc (vlevo) a rub Nobelovy medaile za fyziku.
(Zdroj: Nobel Foundation.)

nalezneme definici, že rentgenovým zářením nazýváme fotony s vlnovými délkami 10^{-3} až 16 nm. Takto zavedená oblast rentgenového záření se někdy ještě dále dělí na *tvrdé rentgenové záření* (10^{-3} až 1 nm) a *měkké rentgenové záření* (1 až 16 nm).

Od chvíle, kdy Röntgen zveřejnil svůj objev (a úmyslně ho nedal patentovat, aby vynález mohl sloužit celému lidstvu), pochopili především lékaři význam rentgenového záření pro diagnostiku a později i pro terapii, ale stejně tak se rentgenová diagnostika uplatnila v technických oborech, při studiu struktury látek v chemii i biochemii, v krystalografii atd. Svědčí o tom i další Nobelovy ceny za výzkum rentgenového záření, udělené německému fyzikovi Maxi von Lauemu v r. 1914 za předpověď difrakce rentgenového záření, otci a synovi W. Henrymu a W. Lawrenci Braggovým v r. 1915 za její experimentální potvrzení na krystalech a Charlesi Barklovi v r. 1917 za studium rozptylu tohoto záření. Konečně r. 1924 obdržel Karl Siegbahn Nobelovu cenu za rozvoj rentgenové spektroskopie.

Trvalo to však celé půlstoletí, než rentgenovému záření přišli na chuť i astronomové. Příčina byla ovšem jednoduchá. Chceme-li zjistit, zda nebeská tělesa či mezihvězdné prostředí vysílají rentgenové záření, musíme dopravit čidla a dalekohledy vysoko nad hranice zemské atmosféry. Dnes už víme, že zejména měkké rentgenové záření je pohlcováno prostřednictvím fotoelektrické absorpce atomy a molekulami ovzduší již ve výškách 80 km nad zemí (v ionosféře), a tam nedoletí ani letadlo, ani stratosférický balón.

Prvním vhodným nosičem pro astronomické rentgenové přístroje se proto staly až ukořistěné německé balistické rakety V-2, jichž r. 1949 použil americký fyzik Herbert Friedman (1916–2000) se svým týmem k sondážním několikaminutovým letům nad hranici atmosféry a pomocí jednoduchého Geigerova-Müllerova čítače na jejich palubě tak odhalili, že zdrojem rentgenového záření je naše Slunce. Čítače ovšem neuměly Slunce ani nahrubo zobrazit, takže k přesnějšímu určení polohy rentgenových zdrojů na slunečním kotouči se daly využít jen krátké okamžiky slunečních zatmění. Pokud jde o ostatní oblohu, vypadalo to zcela beznadějně, pokud bychom logicky předpokládali, že i ostatní hvězdy na nebi mají podobný rentgenový zářivý výkon jako Slunce. První detektory byly rentgenově téměř slepé; slabší než sluneční záření nedokázaly zachytit vůbec.

Tehdy však přichází na proslulý MIT v americké Cambridži italský fyzik Bruno Rossi (1915–1993), jenž se během II. světové války podílel na projektu Manhattan, a po návratu do civilu se zde začíná věnovat výzkumu kosmického záření a od r. 1958 formuje americký vědecký program kosmického výzkumu. V r. 1959 se do projektu zapojuje další Ital, který r. 1954 vystudoval fyziku na milánské univerzitě, Riccardo Giacconi (*1931), jenž dostává na starost výzkum v oboru rentgenového záření. Pozoruhodné je, že Giacconi se výzkumu věnoval jakožto zaměstnanec soukromé firmy ASE (American Science and Engineering Corporation), kterou ale svými granty intenzivně podporovalo Ministerstvo obrany a NASA. V roce 1959 měla firma pouhých 28 zaměstnanců, kdežto v roce 1970, kdy už Giacconi působil na místě výkonného viceprezidenta firmy, mělo pouze výzkumné oddělení ASE přibližně 500 zaměstnanců.¹⁾

Rossi a Giacconi již r. 1960 navrhli skutečný rentgenový teleskop, který využívá tečných odrazů (klouzání) rentgenových paprsků na vyleštěných kovových plochách k zobrazování, a mezitím pokračovali v přípravě raketových výstupů s jednoduchými čítači. Po dvou marných pokusech startuje 18. června 1962 raketa s půvabným názvem Aerobee, která má při svislém výstupu změřit případné rentgenové záření z povrchu Měsíce. To se nedaří, protože se raketa kolébá, ale díky tomuto kolébání objevuje během 350s pobytu nad zemskou atmosférou první mimosluneční rentgenový zdroj, jenže nikdo neví, kde se na obloze nalézá. Chyba v určení polohy totiž dosahuje $\pm 10^\circ$, tj. 20 úhlových průměrů kotoučku Měsíce. Tento svůj objev prvního mimoslunečního rentgenového zdroje pak Rossiho skupina publikuje již 1. prosince 1962 [1].

Až o pět roků později se podaří určit polohu tohoto jedinečně jasného zdroje v souhvězdí Štíra, takže dostává označení Sco X-1. V tom směru slabě září hvězda, jejíž jasnost pravidelně kolísá během 19 h. Odtud a z dalších pozorování astronomové zjistili, že jde ve skutečnosti o dvě hvězdy, obíhající kolem společného těžiště ve vzdálenosti 2,8 kpc od Země. Pokud je tak vzdálený objekt rentgenově druhý nejjasnější po Slunci, znamená to, že dvojhvězda vysílá možná milionkrát více rentgenového záření než Slunce a že to tedy vůbec není obyčejná dvojhvězda. Teplota zářícího plynu musí pak totiž být alespoň 10 MK, zhruba 1700krát vyšší než teplota na povrchu Slunce!

Tyto údaje přesvědčily astronomy, že rentgenová astronomie má skvělou budoucnost, a Giacconi proto navrhl první rentgenovou umělou družici Země, která byla vypuštěna z plovoucí raketové základny u břehů Keni v říjnu 1970. Družice dostala název Uhuru („svoboda“ ve svahilštině), a jelikož pracovala nad hranicemi zemské atmosféry plně dva roky, mohla postupně zmapovat celou rentgenovou oblohu. Družice odhalila téměř 340 jednotlivých rentgenových zdrojů, jejichž polohy přibližně určila, a tak se je v desítkách případů podařilo i opticky či radiově ztotožnit se známými astronomickými objekty. Ve všech případech se ukázalo, že jde o objekty více než pozoruhodné, s naprosto nečekanými fyzikálními vlastnostmi.

Do kosmického prostoru byly proto vypouštěny čím dál dokonalejší rentgenové družice a R. Giacconi se zasloužil právě o ty nejvýznamnější: družici Einstein z r. 1978,

¹⁾ Pracovníkem téhož oddělení byl v letech 1974–1977 český exilový astrofyzik doc. RNDr. ZDENĚK ŠVESTKA, DrSc., jenž se zde podílel na projektu prvního slunečního rentgenového teleskopu s vysokým rozlišením. Doc. Švestka se stal r. 2002 nositelem prestižní Nušlovy ceny, kterou uděluje Česká astronomická společnost [viz PMFA 47 (2002), str. 258].

kteřá docílila úhlového rozlišení 2", což umožnilo rozpoznat tisíce rentgenových zdrojů v blízkém i dalekém vesmíru, a dosud funkční družici Chandra v ceně 2 miliard dolarů, vypuštěnou v červenci r. 1999, která představuje vrchol současné kosmické techniky v tomto oboru a která přináší nové objevy doslova na běžícím pásu. Dnes už se počet objevených rentgenových zdrojů na nebi blíží milionu.

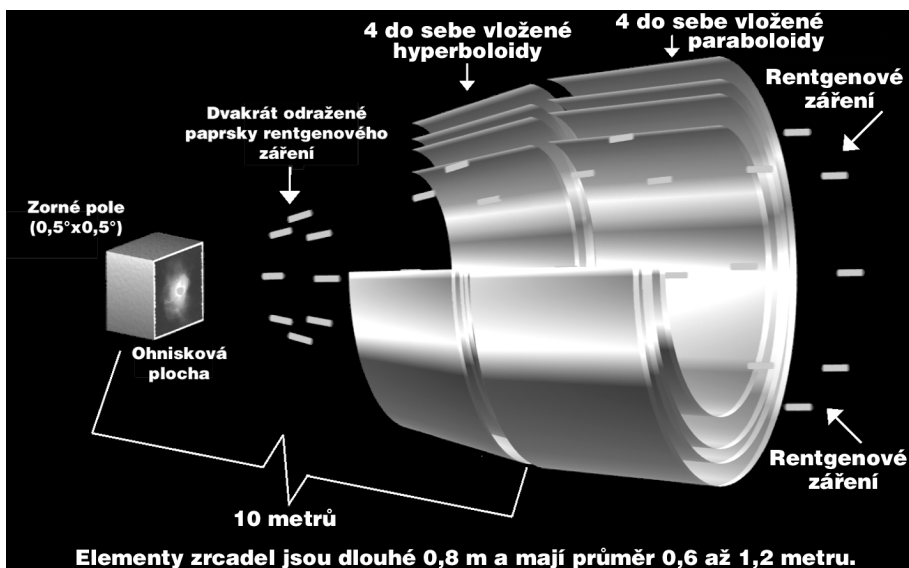


Schéma funkce rentgenové družice Chandra. (Zdroj: Chandra X-Ray Observatory Center.)

Díky kolektivnímu úsilí armády techniků, fyziků i astronomů mnoha vyspělých států světa se podařilo za 40 let rentgenové éry mimosluneční astronomie odhalit ve vesmíru především zhroutené neutronové hvězdy, kde hmotnost alespoň 1,4 Slunce je stlačena v podobě neutronového plynu do koule o poloměru zhruba 10 km, a tato suprahustá hvězda rotuje kolem své osy až stovkami otáček za sekundu, aniž by ji roztrhala odstředivá síla. Dále jsme tak získali přesvědčivé důkazy, že některé rentgenové dvojhvězdy obsahují hvězdné černé díry s hmotností alespoň trojnásobku, leč i desetinásobku hmotnosti Slunce při poloměrech od 9 do 30 km, které svou mocnou gravitací do sebe doslova vsávají plyn a prach z okolí, a ten přitom intenzivně rentgenově září (to je patrně případ i onoho prototypu Sco X-1). Stejnou cestou jsme se však dozvěděli i o supermasivní černé díře v jádře naší Galaxie. Tento objekt-kanibal má podle nejnovějších měření hmotnost 2,5milionkrát vyšší než Slunce a svou gravitací do sebe vtahuje celé hvězdy ze svého okolí, které ovšem nejdříve ohřeje a roztrhá slapovým působením na menší sousta — asi aby mu přitom nezaskočilo. Ve vzdáleném vesmíru však byly nalezeny ještě stokrát až tisíckrát hmotnější černé díry v jádrech obřích galaxií nebo kvasarů.

Pozoruhodným způsobem se série Giacconiho objevů uzavřela do kruhu právě v loňském roce, kdy v časopise *Astrophysical Journal* [2] bylo zveřejněno rozluštění záhady rentgenového pozadí. Již v roce 1962 bylo při letu rakety Aerobee kromě zdroje Sco X-1

odhaleno i difúzní záření přicházející ze všech směrů na obloze. Po čtyřicet let byla přítomnost tohoto záření záhadou, až 261hodinová expozice družice Chandra (tzv. Chandra Deep Field South), získaná v roce 2001, přinesla řešení. Na ploše pouhé čtvrtiny měsíčního úplňku Giacconioho tým totiž rozlišil na 300 slabounkých bodových zdrojů rentgenového záření.

Prof. Giacconi působil od roku 1973 na Harvardově univerzitě, v roce 1981 se pak stal prvním ředitelem Ústavu pro (Hubblův) kosmický teleskop (*Space Telescope Science Institute* — STScI), který se nachází v kampusu univerzity Johnse Hopkinse v Baltimoru ve státě Maryland v USA. Zároveň s touto funkcí přijal i místo profesora astronomie na této univerzitě, kde působí jakožto profesor ve výzkumu dodnes.

V prosinci 1992 pak převzal vedení Evropské jižní observatoře (ESO) v Chile, kde působil do r. 1999 a vedl tak budování komplexu největšího optického dalekohledu na světě (VLT, Cerro Paranal). První z teleskopů soustavy VLT (*Very Large Telescope*) se zrcadlem o průměru 8,2m byl uveden do provozu právě za Giacconioho působení a 25. května 1998 se jím uskutečnilo historické první pozorování. Nyní už pracuje plná sestava všech čtyř osmimetrů a zkušebně se používá jako největší astronomický optický interferometr na světě.

V současné době je Giacconi prezidentem americké Univerzitní asociace, která pro změnu spravuje největší radioteleskopy na světě a která se též snaží získat vedoucí pozici při řízení vědeckého programu Mezinárodní kosmické stanice (ISS).

Kromě loňské Nobelovy ceny posbíral Giacconi ve své oslnivé kariéře konstruktéra, astrofyzika a vědeckého manažera snad všechny prestižní vědecké ceny v astronomii i ve fyzice — v roce 2000 to byla například cena Marcela Grossmanna za relativistickou astrofyziku, v roce 1982 zlatá medaile britské Královské astronomické společnosti, v roce 1981 prestižní medaile Catherine W. Bruceové Pacifické astronomické společnosti (ASP), a tak by šlo ještě chvíli pokračovat. Je po něm také pojmenována planetka č. 3371.

Rentgenová astronomie se zkrátka stala ukazovátkem, upozorňujícím pozemské astronomy i fyziky na nejgrandióznější fyzikální děje ve vesmíru, a tak nejnověji udělená polovina Nobelovy ceny za fyziku je v případě Riccarda Giacconioho zřejmě ve správných rukou, neboť se rozhodující měrou zasloužil o vývoj přístrojů, které otevřely rentgenové okno do vesmíru, ale zároveň stihl učinit pomocí těchto speciálních zařízení klíčové objevy v novém oboru astronomie.

L i t e r a t u r a

- [1] GIACCONI, R., GURSKY, H., PAOLINI, F. R., ROSSI, B. B.: *Evidence for X Rays from Sources Outside the Solar System*. Physical Review Letters, Vol. 9 (1 December 1962), 439–443.
- [2] GIACCONI, R. et al.: *Chandra Deep Field South: The 1 Ms Catalog*. Astrophysical Journal Supplement Series, Vol. 139 (April 2002), 369–410.