

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

N. A. Dobrotin

Původ kosmických paprsků

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 1, 23--25

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137261>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

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>

- stranstvach, Trudy mat. inst. im. Stěklova, XXXI.
- [12] J. Tukey, *Convergence and uniformity in topology*, Princeton, 1940.
- [13] A. D. Tajmanov, *O rasprostraněni nēpreryvnykh otobraženij topologičeských prostranstv*, Mat. sb., 31 (73), P. S. Alexandrov, *O pojmu prostoru v topologii*, ...
- [16] Ju. M. Smirnov, *O polnotě prostranstv blížosti*, Trudy mosk. mat. obšč. 3 a 4 (1954, 1955).
- [17] E. Čech, *On bicomact spaces*, *Ann. of Math.*, (2) 38, 1937.
- [18] H. Wallman, *Lattices and topological spaces*, *Ann. of Math.*, 39, 1938.

Zpracoval O. Hájek

N. A. DOBROTIN

PŮVOD KOSMICKÝCH PAPERSKŮ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

(*Kosmičeskije luči*, GITTL, Moskva 1954, str. 297—307.)

Správně vysvětlit vznik kosmických paprsků je značně obtížný úkol, poněvadž ještě stále zůstává nevyjasněnou otázka, zda kosmické záření se vyskytuje pouze v prostoru planetární soustavy, nebo zda se rozprostírá v celé Galaxii, nebo dokonce v mezigalaktických prostorech.

Někteří zahraniční fyzikové, kteří vycházejí ze svých idealistických koncepcí, se domnívají, že kosmické paprsky vznikly v době, kdy Vesmír měl úplně jinou strukturu než nyní, že v současné době kosmické paprsky nevznikají. Taková hlediska se ztotožňují s fideistickým nazíráním na stvoření světa, t. j. jsou nevědecká, znamenají odklon od snahy vysvětlit původ kosmického záření a konečně jsou naprosto v rozporu s pozorovanými fakty.

Jednoduchá úvaha vede k tomu, že pouze nepatrná část primárních částic může mít »věk« řádově 10^8 roků, který je však s kosmického hlediska velmi malý. Z toho vyplývá, že ani struktura Vesmíru, ani v něm probíhající procesy se nemohly za tuto dobu nějakým podstatným způsobem změnit.

V literatuře (1, 2) byla nejednou vyslovena domněnka o vzniku kosmických paprsků ze Slunce. Sluneční původ je však velmi málo pravděpodobný, neboť naráží na značné obtíže při vysvětlování isotropie (*pozn. překl.*: tím je míněn zjev, že kosmické paprsky dopadají na Zemi ze světového prostoru rovnoměrně ze všech stran a směrů, a teprve zemské magnetické pole je odchyluje) a stálosti intensity záření v čase. Je nutné předpokládat, že primární částice před dopadem na Zemi »bloudí« dlouhou dobu prostorem, jehož rozměry lze srovnat se sluneční soustavou. Tento závěr vede k předpokladu uzavřených drah, k jejichž vysvětlení je nutno připustit existenci zcela speciálních magnetických polí, která však mají pro svou speciálnost pouze hypotetický charakter.

J. P. Těrleckij (3, 4) podrobně vypracoval teorii zrychlování nabitých částic v elektromagnetických polích hvězd a částečně i v polích rotujících magnetisovaných hvězd. Jestliže osa magnetického dipólu hvězdy svírá s osou její rotace nějaký od nuly různý úhel, pak vzniká kolem hvězdy vírové elektrické pole. Proto může nabitá částice, která proletí v nějaké vzdálenosti od hvězdy, změnit svou energii následkem urychlení v tomto poli.

Urychlování nabitých částic v polích bude probíhat i v případě nulových úhlů mezi magnetickým a mechanickým momentem.

Výpočty Těrleckého a jeho spolupracovníků ukazují, že z pólů hvězdy se budou odtrhávat nabitě částice a urychlovat se polem hvězdy. Tak, jestliže podle posledních astrofysikálních pozorování (5) je magnetický moment hvězdy 78 Panny 4.10^{36} oersted. cm^3 , pak v jejím poli se mohou urychlovat částice do 10^{13} eV.

Zdrojem energie částic, zrychlených v polích rotujících magnetisovaných hvězd, je mechanická energie rotace hvězd. Celková energie kosmického záření však tvoří znatelnou část kinetické energie hvězd, a proto by hvězdy musely ve skutečnosti zpomalovat svůj pohyb, aby uhradily ztrátu energie vydanou na kosmické záření. Je velmi pochybné, že by podstatná část energie kosmických paprsků mohla vznikat tímto způsobem. Existence konstantních magnetických momentů nebyla u většiny hvězd (ani u Slunce) potvrzena pozorováními. Kromě toho možnost existence tak ohromných magnetických polí, jaká vyžadují energie 10^{17} – 10^{18} eV, je velmi pochybná.

V dnešní době již víme, že některé hvězdy mají proměnné magnetické momenty. Pole BD-18⁰3789 se periodicky mění od +7800 do -6500 oersted během asi 9 dnů, takže pro energii urychlené částice s jedním nábojem dostáváme energii asi 10^{13} eV.

Také proměnné magnetické pole skvrn vyvolává vírové elektrické pole, které urychluje částice. Na příklad pro sluneční skvrny může energie urychlených částic dosáhnout 10^7 eV. Intenzitu polí a existenci skvrn na jiných hvězdách nelze však z dosavadních poznatků nijak posoudit.

V poslední době se k objasnění původu kosmického záření využívá výsledků radioastronomie. Mezhvězdný prostor je totiž nerovnoměrně zaplněn hmotou (řádově 10^{-24} g/ cm^3), která v něm tvoří hustší »oblaka« (shluky) obrovských rozměrů (až několika procent celkového objemu Galaxie). Tato oblaka se vzájemně pohybují rychlostmi řádově kosmických těles. Pohyb oblak jako celku spolu s vnitřním turbulentním pohybem vyvolává mezhvězdná magnetická pole (5.10^{-6} oersted i více).

V teorii původu kosmického záření má důležitou úlohu práce E. Fermiho z roku 1949. V ní je rozebrán případ vzájemného působení mezi pohybujícími se nabitými částicemi, shluky rozptýlené hmoty a magnetickými poli, vytvořenými touto hmotou. Pro urychlení částice je nutné, aby měla minimální počáteční hodnotu energie; na př. proton musí mít energii řádově aspoň 10^8 eV, jinak by byl zpomalován. Aby částice dosáhla takové energie, jakou pozorujeme u kosmického záření, musí být podrobena velkému počtu »setkání« s magnetisovanými oblaky mezhvězdné hmoty, protože přírůstek při jediném setkání je celkem malý. Tím je též vysvětlen fakt, že nepozorujeme v primárním záření elektrony, protože elektrony, které mají velké energie, ztrácejí velmi rychle svou energii vyzařováním, a to mnohem rychleji, než ji mohou získávat při setkáních s oblaky. Teorie Fermiho je skutečným krokem vpřed přes to, že naráží na značné obtíže při vysvětlování existence iontů s mnoha náboji v záření a jejich energetického spektra a rozchází se v tomto případě úplně s pozorovanými fakty.

Fermiho teorie urychlování částic mezhvězdným prostředím byla později rozvinuta v pracích Těrleckého a jeho spolupracovníků, kteří ji doplnili údaji o turbulentním pohybu prostředí (7). Z jejich závěrů je zřejmé, že turbulentní pohyb prostředí má za následek pulsace intenzity magnetického pole a že tedy existuje ještě další mechanismus urychlování. Podle jejich výpočtů vyvolává tento efekt mnohem rychlejší růst energie částice než mechanismus Fermiho.

V poslední době se podrobně uvažuje o hypotéze, podle které má kosmické záření svůj původ v expansích nov a supernov (8, 9, 10).

Supernovy expandují v naší Galaxii průměrně jednou za 300 let, což je malá

doba vůči době »bloudění« částice v prostoru Galaxie. Ukazuje se, že takové expanse supernov jsou dostatečně mohutnými zdroji energie, přenášené kosmickým zářením.

Z pozorování víme, že kromě supernov expanduje v Galaxii během jednoho roku průměrně 100 nových hvězd. Ačkoli množství energie, uvolněné při expanzích nov, je značně menší, je plně vyváženo tím, že expanse jsou častější, takže není vyloučena možnost, že i novy mají pro tvoření kosmického záření podstatný význam. Kromě toho je možno vysvětlit maximální známé energie urychlováním částic podle mechanismu Fermiho v rozšiřujících se obálkách supernov a nov.

Závěrem můžeme říci, že problém původu kosmického záření nelze v dnešní době považovat za uzavřený. Použití radioastronomických údajů znamená v řešení tohoto úkolu novou, plodnou etapu. Jsme však přesvědčeni, že další zkoumání této otázky s použitím radioastronomických a astrofysických údajů umožní již v brzké době zpřesnit mechanismus postupného urychlování primárních částic kosmického záření a tím řešit jednu z nejzajímavějších otázek současné vědy.

Volně zpracoval Jan Kafr

Literatura:

- (1) Alfvén H., Phys. Rev 75, 1732, 1949; 77, 375, 1950;
- (1) Alfvén H., Phys. Rev., 75, 1732, 1949; 77, 375, 1950;
- (2) Kiepenheuer K., Phys. Rev., 78, 809, 1950;
- (3) Těrleckij Ja. P., Vestnik M. univ., 1, 75, 1948; 2, 75, 1949;
- (4) Kolpakov P. E., Těrleckij Ja. P., DAN SSSR 76, 185, 1951;
- (5) Babcock, Astrofizičeskij sbornik II, 1948, str. 208;
- (6) Fermi E., Phys. Rev., 75, 1169, 1949;
- (7) Lopunov, Těrleckij, Izv. AN SSSR, ser. fys., 17, 119, 1953;
- (8) Šklovskij I. S., DAN SSSR 91, 475, 1953;
- (9) Ginzburg V. L., DAN SSSR 92, 1133, 1953;
- (10) Ginzburg V. L., UFN 51, 343, 1953.

A. A. KOLOMENSKIJ, N. B. RUBIN

URYCHLOVAČE NABITÝCH ČÁSTIC УСКОРИТЕЛИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

(Priroda, 1955, č. 11, str. 3—12.)

Atomistika dosáhla v posledních desetiletích neobyčejných úspěchů nejen v poznání stavby látky, ale zejména také ve využití nesmírných energetických zásob, uložených v atomových jádrech.

Jednou z nejmocnějších pomůcek v nukleárních bádáních jsou tak zvané urychlovače nabitých částic, nebo prostěji urychlovače: cyklotrony, betatrony, synchrotrony, lineární urychlovače atd.

Než pohovoříme o otázce, jak se nabitě částice urychlují, přesněji řečeno, jak se zvětšuje jejich energie, uvedeme několik faktů z nukleární fyziky.

Základem dnešní nukleární fyziky byl objev radioaktivity, to jest schopnosti atomových jader některých prvků vydávat záření. Toto záření může sestávat z atomů helia — částic alfa, a z elektronů — částic beta (často se používá také