

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

## Antiproton

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 1 (1956), No. 4, 381--382

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137432>

### 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>

kde  $\tau$  je koeficient zeslabení s ohledem na fotoefekt,  $\sigma$  koeficient zeslabení s ohledem na Comptonův efekt a  $\kappa$  koeficient zeslabení s ohledem na tvoření párů (elektron-positron). Závislost koeficientu zeslabení na atomovém čísle  $Z$  látky je různá:  $\tau$  je úměrný přibližně  $Z^4$ ,  $\sigma$  je úměrně  $Z$ ,  $\kappa$  je úměrně  $Z^2$ . Tato závislost umožňuje vyhledat pro každý případ nejhodnější záření. Výpočty ukázaly, že k určení obsahu popela v uhlí je nejučelnější použít záření gamma o energii menší než 0,1 MeV.

Při výzkumu bylo jako zdroje záření gamma použito kobaltu  $\text{Co}^{60}$ , selenu  $\text{Se}^{75}$  a thalia  $\text{Tl}^{204}$ . Nejlépe se osvědčil isotop  $\text{Tl}^{204}$ , protože tento isotop je zdrojem měkkého záření gamma o energii 0,076 MeV.

Získaných výsledků bylo použito především ke kontrole obsahu popela a pro mechanisaci třídění uhlí.

Pro kontrolu obsahu popela byla vypracována velmi rychlá metoda, která zkracuje dobu analýzy z několika hodin na 1—2 minuty.

Pro mechanisaci třídění uhlí a hlušiny pomocí záření gamma byl postaven speciální model. Je to v podstatě pásový transportér, na jehož jednom konci je baňka s radioaktivním zdrojem, na druhém konci scintilační počítač. Tento počítač je spojen s elektronovým blokem s thyatronovým relé, které řídí elektromagnet. Elektromagnet otáčí speciální clonou, která propouští kousky uhlí na jednu stranu, hlušinu na druhou stranu.

Výsledky výzkumů, provedených s uhlím a hlušinou o velikosti 50—100 mm, byly základem pro postavení pokusného zařízení na třídění kusového uhlí. Výzkumy pokračují.

(Vestník AN SSSR, č. 2, 1956).

M. K., S. K.

## ANTIPROTON

Proton je jádro vodíkového atomu. Je to, jak známo, částice o hmotnosti  $1,663 \cdot 10^{-24}$  g. Hmotnost elektronu je  $9,02 \cdot 10^{-28}$  g; označíme-li tuto veličinu  $m$ , je hmotnost protonu rovna  $1846 m$ . Proton má kladný elektrický náboj, což do absolutní velikosti rovný náboji elektronu (který je záporný).

Antiprotonem se rozumí částice téže hmotnosti, jako je hmotnost protonu a což do velikosti téhož elektrického náboje, avšak záporného, tedy náboje stejného, jako je náboj elektronu. Domněnka, že taková částice existuje, vznikla po slavné předpovědi a po ní následujícím experimentálním zjištění positronu — částice téže hmotnosti, jako je hmotnost elektronu, a téhož elektrického náboje, avšak kladného.

Existenci positronu předpověděl na základě theoretických úvah P. A. M. Dirac, experimentální důkaz existence positronu podal C. D. Anderson.

O antiprotonu se do jisté míry analogicky positronu předpokládalo, že by měl mít

1. elektrický náboj, rovný náboji elektronu což do velikosti i znamení,
2. že by měl mít hmotnost rovnou hmotnosti protonu,
3. že by nepodléhal samovolnému rozpadu,
4. že by měl mít schopnost anihilace interakcí s protonem nebo s neutronem (při čemž se nevyklučuje možnost vzniku mesonů při uvolnění energie  $2 \cdot 1846 m c^2$ ),
5. že by vznikal ve dvojici s obyčejným nukleonem (analogicky jako positron vzniká rozpadem mesonu ve dvojici elektron-positron),
6. že by měl mít magnetický moment téže velikosti, avšak opačný než proton,

7. že by to měl být fermion o spinu  $\frac{1}{2}$ .

Tyto vlastnosti nejsou všechny vzájemně nezávislé, avšak všechny je možno zjišťovat experimentálně.

K laboratornímu vytvoření antiprotonu je třeba energie nejméně 1,88 BeV<sup>1)</sup> v těžišťovém souřadnicovém systému. Tato dolní mez je theoretická. V laboratorních podmínkách je tato energie vyšší následkem vzniku (srážky) a zachování momentu hybnosti, a to 5,6 BeV resp. 4,4 BeV, podle druhu interakce (srážka dvou nukleonů, resp. dvoufázová interakce: srážka dvou nukleonů se vznikem mesonů pí a dále srážka tohoto mesonu pí s nukleonem, při čemž vznikne dvojice nukleon-antinukleon). Obě poslední hodnoty energie lze však do jisté míry snížit.

Methodika zjišťování antiprotonu spočívá v experimentálním hledání výše uvedených předpokládaných vlastností antiprotonu. Zjišťovat poslední tři z výše uvedených sedmi vlastností je však dnes ještě velmi obtížné.

Experimentální zjištění antiprotonu dostalo reálnou vyhlídku, když se překročilo k projektu velkého urychlovače — bevatronu — na energii až 6 BeV v Berkeley v Kalifornii. Taková energie se zdála postačující k vytvoření antiprotonu. V září 1955 pak došlo k prvnímu úspěšnému pokusu. Pokus byl technicky velmi obtížný, jednak pro složitost měření, zejména však také proto, že spolu s antiprotonem vzniká velké množství mesonů pí — v nejpříznivějším případě 44 000 mesonů pí na jeden antiproton. Eliminace vedlejších efektů, které při tom vznikají, je velmi obtížná.

Dosud bylo pozorováno několik set negativních částic s massou  $1840 \pm 90$  elektronových mass. Částice lze pozorovat po době letu  $10^{-7}$  sec, a příslušná měření vedou k souhlasu s prvními třemi výše předpokládanými vlastnostmi antiprotonu. Identifikace těchto částic s antiprotonem je tedy přirozená. Byly pozorovány také náznaky vlastnosti čtvrté.

Se zjištěním nové částice vzniká přirozeně řada nových vědeckých otázek. Zejména je nutno dále ověřovat správnost dosavadních identifikací, zkoumat podrobně otázky, spojené s anihilací nové částice, účinný průřez, mechanismus vytváření nové částice atd.

Zjištěním antiprotonu vzniká takřka jistota, že existuje také antineutron. Experimentální důkaz jeho existence je nepochybně velmi zajímavou otázkou. Je pravděpodobné, že neutronový proud z berkeleyšského bevatronu obsahuje dosti antineutronů; jejich vyseparování mezi obyčejnými neutrony se však zdá být nesmírně obtížnou úlohou. Nejlepší cesty, jak tuto úlohu vyřešit, jsou pravděpodobně tyto:

- a) přeměnit antiproton v antineutron srážkou s protonem, nebo
- b) přeměnit antineutron v antiproton srážkou s obyčejným neutronem, najít pak v a) výsledný antineutron, nebo v b) výsledný antiproton.

(Podle *Nature*, sv. 177, č. 4497, 1956)

*Josef Veselka*

<sup>1)</sup> 1 BeV =  $10^9$  eV =  $10^8$  MeV. Podle známého Einsteinova vztahu přísluší masce  $m$  energie  $E = mc^2$ , kde  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec je rychlost světla ve vakuu. Masse protonu (tedy také masse antiprotonu) přísluší tedy energie  $1,663 \cdot 10^{-24} \cdot 9 \cdot 10^{20} = 9 \cdot 1,663 \cdot 10^{-4}$  ergů. Jeden eV odpovídá energii  $1,591 \cdot 10^{-18}$  ergů, tedy protonu odpovídá energie  $9 \cdot 1,663 \cdot 10^{-4} : 1,591 \cdot 10^{-18} = 0,94 \cdot 10^9$  eV = 0,94 BeV. Vzhledem k předpokládanému párovému vzniku antiprotonu (analogicky vzniku dvojice elektron—positron) je theoretická minimální potřeba energie  $2 \cdot 0,94$  BeV = 1,88 BeV. Vedle znaku BeV se také používá znaku GeV.