

Antičástice

Antičástice je ve svém smyslu slova "opakem" částice. V přírodě existuje symetrie mezi částicemi a antičásticemi, kterou můžeme vidět v následujících případech:

- antičástice má stejný spin, stejnou hmotnost i stejnou střední dobu svého života.
- na druhou stranu má ale opačné znaménko elektrického náboje, magnetického momentu, baryonového čísla, leptonového čísla, izospinu, podivnosti,...

Důležitou informací je, že antičástice se řídí **stejnými fyzikálními zákony jako částice**.

Historie

Dříve, než byla existence antičástic dokázána, přišel britský fyzik Paul Dirac v roce 1928 s teorií, že k elektronu musí existovat i jeho antičástice, tedy pozitron. K tomuto výsledku došel při počítání tzv. Diracovy rovnice, kterou odvodil od Schrödingerovy rovnice:

$$\hat{H}(t)\Psi(\mathbf{r},t) = i\hbar \frac{\partial \Psi(\mathbf{r},t)}{\partial t}$$

(při relativistickém zobecnění známa jako Klein-Gordonova rovnice) a která mu vycházela jak kladně, tak záporně. Diracova relativistická rovnice byla určena pro počítání elementů se spinem 1/2:

$$\left(i\hbar c \sum_{\mu=1}^3 \gamma^{\mu} \partial_{\mu} - mc^2 \right) \psi = 0$$

O 4 roky později se skutečně povedlo pozitron objevit, a to konkrétně americkému fyzikovi Carlu Andersonovi. Pozitron byl objeven v mlžné komoře při studování kosmického záření. V roce 1955 Emilio Sergé prováděl experimenty na urychlovači v Berkeley a podařilo se mu objevit **antiproton**.

Vlastnosti

Částice jsou základním stavebním prvkem hmoty, zatímco hmota tvořená z antičástic se označuje jako antihmota. Antihmotu můžeme pozorovat i ve vesmíru, nicméně i tam převažuje hmota nad antihmotou. Studium tohoto nepoměru se zabývá kosmologie.

Při srážce částice a antičástice dochází k tzv. anihilaci hmoty a vzniku elektromagnetického záření gama. Právě při střetu elektronu a pozitronu dochází díky zákonu zachování hybnosti a zákonu zachování energie ke vzniku dvou fotonů (popř. bozonů a mezonů), které se pohybují v navzájem opačných směrech.

Výskyt

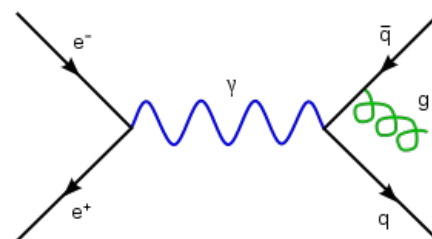
Předpokládá se, že na počátku vesmíru byl poměr mezi množstvím hmoty a antihmoty téměř stejný. V současném vesmíru ale hmota převažuje nad antihmotou (tzv. baryonová asymetrie), důvod této převahy stále není úplně jasný. Antihmota se vyskytuje velmi řídce, a to v kosmickém záření (antiprotony a pozitrony tvoří 0,01 %). Dále mohou vznikat při vysokoenergetických procesech, příkladem jsou výbuchy supernov. Také se získávají pomocí urychlovačů částic (CERN, FermiLab), nebo při pozitronovém rozpadu radioaktivních prvků.

Význam

Pozitronová emisní tomografie

Pozitronová emisní tomografie (PET) je jadernou zobrazovací technikou nukleární medicíny, díky níž se získává 3D obraz určité části lidského těla. Využívá se především v onkologii, pak v neurologii, kardiologii a dalších odvětvích medicíny. Do krve je vpravena látka obsahující radionuklid, jenž má poločas rozpadu řádově v minutách a emituje pozitrony. Dochází pak k **anihilaci pozitronů s elektrony** a uvolněná energie je absorbována detektorem zaznamenávajícím gama záření. Tato technika se využívá v medicíně v kombinaci s CT a nukleární magnetickou rezonancí NMR. Jedná se pak o hybridní pozitronovou emisní a výpočetní tomografii, jež slouží k **diagnostice onkologických a některých zánětlivých onemocnění** (stanovuje se tak přesná lokalizace a rozsah např. nádorového ložiska a následné kroky léčby). V České republice byla tato technika poprvé zavedena do praxe v Nemocnici Na Homolce v roce 1999. Dnes je toto PET centrum jedním z největších v Evropě.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Pozitronová emisní tomografie.*



Feynmanův diagram představuje anihilaci elektronu s pozitronem. Vzniká foton, který pak produkuje dvojici Kvark-Antikvark. Antikvark emituje gluon

Antiprotonová terapie

Druhou možností představuje antiprotonová radioterapie sloužící k léčbě nádorů. Patří mezi hadronové radioterapie.

Urychlené antiprotony (záporné protony) po prostupu do tkáně ionizují obdobným způsobem jako běžné protony (s maximem v tzv. Braggově píku). Navíc dochází k anihilaci antiprotonu s protonem nebo neutronem v atomovém jádře ozařované látky (tkáně) za vzniku p-mezonů. Uvolňuje se tak další E, která významně zvyšuje radiační účinek (asi 3-krát ve srovnání s protony). Doprovodným jevem při interakcích jsou i pozitrony, jejichž anihilační gama-fotony lze detekovat pomocí PET kamery a monitorovat takto reálné rozložení radiační dávky v tkáni.

Určitou nevýhodou antiprotonové terapie je poněkud vyšší radiační dávka mimo cílový objem (včetně dávky celotělové), způsobená pronikavými piony, neutrony a g, rozlétajícími se ve všech směrech od místa interakce antiprotonů. Metoda je ve stádiu laboratorního zkoušení v největších nukleárních laboratořích (CERN, FERMILAB). Vzhledem k neobyčejné náročnosti a nákladnosti lze snad očekávat zavedení této zajímavé metody do klinické praxe až ve vzdálené budoucnosti.



Přístroj PET

Význam mimo medicínu

Antihmota složená z antičástic může být používána jako neúčinnější ze známých druhů energie, protože při reakci s hmotou **uvolňuje energii se 100% účinností**. Lidstvo ale ještě není technologicky schopno ji takto využívat. Dokážeme totiž pouze uchovat antiprotony nebo pozitrony v tzv. Penningových pastech, nicméně antihmotu vytvořenou z těchto částic ještě udržet neumíme. Další výzkumy ohledně antičástic se zabývají možností vyvinutí anihilačních motorů, které by využívaly antihmotu k pohonu vesmírných lodí (např. Pennsylvánská univerzita).

Odkazy a zdroje

- WAGNER, Vladimír. *Antihmota jako zdroj energie* [online]. [cit. 17.12.2015]. <<http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/prednasky/antihmota/vyuziti/pohon.html>>.
- REICHL, Jaroslav. *Částice a antičástice* [online]. [cit. 17.12.2015]. <<http://fyzika.jreichl.com/main/article/view/898-castice-a-anticastice>>.
- GEOGRAPHIC, National. *Antihmota jako lék na rakovinu? V Cernu už na tom pracují*. [online]. [cit. 17.12.2015]. <<https://www.national-geographic.cz/clanky/antihmota-jako-lek-na-rakovinu-v-cernu-uz-na-tom-pracuji.html>>.
- ULLMANN, Vojtěch. *Radioterapie* [online]. [cit. 17.12.2015]. <<http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#6>>.
- ACCELERATING SCIENCE, Cern. *ACE* [online]. [cit. 17.12.2015]. <<https://home.cern/science/experiments/ace>>.