CPT teorém

Na základě matematického popisu, který navrhl Paul Dirac a na základě něhož se mu podařilo předpovědět existenci antičástice k elektronu, je možné nahlížet na pozitron jako na elektron pohybující se v čase směrem zpět. Tyto myšlenky dále rozvíjel americký fyzik Richard Feynman (1918 - 1988, Nobelova cena v roce 1965), který dovedl svoji teorii do stavu, který vede ke sporu s kauzalitou.

Mezi hmotou, antihmotou, symetrií prostoru a dvěma směry času existují značně spletité vztahy. Ty se objevují v **CPT teorému**, který je výsledkem matematického vyjádření zákonů mikrosvěta. Základy CPT teorému spočívají v symetrii těchto zákonů, které se nezmění (tj. jsou invariantní) provedeme-li současně tyto záměny:

1. zaměníme částice za antičástici;
2. zaměníme vývoj systému za jeho zrcadlový obraz;
3. obrátíme směr toku času.

Tento teorém byl vypracován G. Lüdersem (1954) a W. Paulim (1955). Název CPT je odvozen z názvů tří abstraktních operací:

1. *C* - změna znaménka elektrického náboje;

> Tím se vlastně mění hmota v antihmotu.

2. *P* - inverze parity, která mění prostorové souřadnice na jejich zrcadlové obrazy (vlevo - vpravo, nahoře - dole, ...); parita je kladná, když se při zrcadlení vlastnosti částice nemění a je záporná, pokud se částice při zrcadlení mění;

> Kladnou paritu mají punčochy, náramky, pneumatiky, ...; v matematice sudé funkce, ... Lichou paritu pak mají např. rukavice, boty, pravotočivý a levotočivý závit, ...; v matematice liché funkce, ...

3. *T* - obrácení směru času.

Výsledkem trojnásobného působení CPT operací na nějaký děj je další fyzikálně přípustný děj, který lze popsat stejným teoretickým aparátem jako děj původní. CPT teorém tedy tvrdí, že fyzikální zákony mohou předpovídat rovnocenné, avšak z hlediska „obecného zrcadlového obrazu“ opačné události. Mohou také naznačit, jak je možné narušit časovou symetrii tím, že zavedeme směr času.

> Na základě CPT teorému lze zjistit, že zákony kvantové teorie tvrdí stejné věci o kriketovém míčku, který letí po odpálení přes stadion, i o jeho zrcadlovém obrazu z antihmoty, který se pohybuje v čase zpět směrem k pálkaři.

V silných interakcích a elektromagnetických interakcích se parita zachovává, ale ve slabých interakcích nikoliv. To vede k porušení symetrie fyzikálních zákonů. Ruský fyzik Lev Davidovič Landau (1908 - 1968) se pokusil v případě nezachování parity zachránit symetrii postřehem, že parita (*P*) ve spojení s elektrickým nábojem (*C*) se již zachovává. Jedná se o tzv. **kombinovanou paritu** (CP).

> Inverzi parity si lze představit následujícím příkladem z praxe: je-li částicí „levá bota“ a její antičásticí je „pravá bota“, pak došlo k inverzi parity. Prostorové souřadnice popisující částici (tj. botu) se při přechodu k antičástici změnily v zrcadlové obrazy.

Nejdůležitějším rysem CPT teorému je tvrzení, že pokud pro nějaký děj platí CP symetrie, pak pro něj musí platí i symetrie *T*.

Existují ale fyzikální procesy, při nichž se nezachová ani kombinovaná parita. V některých fyzikálních procesech se totiž může ztratit či získat baryonový náboj nebo leptonový náboj.

> Tím se poruší souměrnost mezi počtem částic „před zrcadlem“ a „za zrcadlem“.

Proto je třeba přidat ještě třetí charakteristiku - čas (*T*).

Skutečnost, že dochází k porušování parity či kombinované parity, je dána existencí tří rodin

kvarků a leptonů (viz obr. 215). Pokud by existovala jen jedna rodina kvarků a leptonů, nebylo by možné narušit paritu, pokud by existovaly jen dvě rodiny, nebylo by možné narušit kombinovanou paritu. Tím, že existují 3 rodiny kvarků a leptonů, není možné narušit CPT.

Existenci tří rodin kvarků a leptonů prokázaly experimenty na urychlovači LEP v CERNu.

K porušení kombinované parity dochází při přeměnách částic v jednom případě z celkem 10^9 přeměn. Poměr $1:10^9$ se ale již vyskytl v souvislosti s poměrem částic a antičástic v raném vesmíru. Tato souvislost není náhodná, neboť nepatrná asymetrie v zastoupení baryonů a antibaryonů v raném vesmíru byla vyvolána stejně nepatrným narušením CP. Narušování je způsobeno právě tím, že existují 3 rodiny kvarků a leptonů. Nebýt těchto tří rodin, nedošlo by k narušení CP, nepřevažovaly by baryony nad antibaryony a neměla by tedy posléze z čeho vzniknout atomová jádra, hvězdy, planety a lidé.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.