

## 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 spletené 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 změnilo v zrcadlové obrazy.

Nejdůležitějším rysem CPT teorému je tvrzení, že pokud pro nějaký děj platí CP symetrie, pak pro něj musí platit 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. 211). 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 Všeticka**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.