

# Spin částic

## Samostatná práce



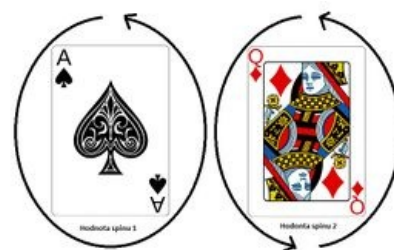
Tento článek je editován studenty 2. LF UK v rámci plnění jejich studijních povinností (seminární práce – vypracování zkouškových otázek z biofyziky). Ostatní uživatele prosíme, nezasahujte výrazněji do jeho tvorby až do doby, než bude práce odevzdána (s výjimkou malých editací – opravy překlepů, pomoci s formátováním apod.). Máte-li nějaké náměty či připomínky, uveďte je prosím v . V případě potřeby kontaktujte autory stránky – naleznete je v historii ([https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Spin\\_%C4%8D%C3%A1stic&action=history](https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Spin_%C4%8D%C3%A1stic&action=history)).

Stránka byla naposledy aktualizována v úterý 29. 12. 2020 v 20.19.

**Spin** je vnitřní vlastnost elementárních částic, podle které lze částice dělit do dvou hlavních skupin – **bosony** (které mají celočíselný spin) a **fermiony** (jejichž spin nabývá hodnoty poloviny lichého čísla). Spin nás informuje o tom, jak vypadá částice z různých směrů. Pro připodobnění ke klasické fyzice si jej můžeme představit jako rotaci kuličky kolem své osy. Podle pravidel kvantové fyziky ovšem částice dobře definovanou osu otáčení nemají.

- Částice s nulovým spinem se nám jeví ze všech stran stejná
- Částice se spinem 1 se při otáčení jeví různě, a aby znova dosáhla počátečního vzhledu, musí se kolem osy otočit o  $360^\circ$
- Částice se spinem 2 dosáhne původního vzhledu již po otočení o  $180^\circ$

Spin částic si také můžeme představit na příkladu hracích karet. Spin hodnoty 1 můžeme připodobnit esu, které vypadá stejně až po otočení o  $360^\circ$ . Spin 2 pak jako královnu, která má dvě hlavy, tudíž se nám jeví stejně již po otočení o  $180^\circ$  (viz obrázek).



Příklad spinu částic na hracích kartách.

Čím je tedy hodnota spinu vyšší, tím menší zlomek plného obratu je potřebný k počátečnímu vzhledu částice. Toto platí pro částice s celočíselným spinem – bosony. Částice se spinem  $\frac{1}{2}$  je ovšem třeba otočit kolem osy dvakrát, aby nabyly původního vzhledu.

Částice zprostředkovávající silové působení mezi částicemi látky mají spin 0, 1 a 2 (např. foton má spin 1). Částice mající spin  $\frac{1}{2}$  (např. elektron) tvoří látku vesmíru – hvězdy, planety i nás. Jednou z charakteristických vlastností částic s poločíselným spinem je, že se jejich chování řídí takzvaným vylučovacím principem (dvě částice téhož druhu se v žádném kvantovém systému nemohou nacházet v tomtéž stavu).

Částice	Neutron	Proton	Elektron	Pozitron	Foton
Druh	hadron	hadron	lepton	lepton	foton
Spin	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	1

## Fermiony

Fermiony jsou částice s neintegrálním spinem. Splňují statistické pravidlo formulované Enricem Fermim a Paulem Diracem – Fermiho-Diracovo rozdělení (řídící se dle Pauliho principu vylučnosti), které uvádí, že dva fermiony se stejnými kvantovými čísly nemohou existovat ve stejném uzavřeném systému (jádro či elektronový obal). Fermiony mohou být vytvořeny a zničeny pouze ve spojení s antičásticí stejné třídy. Tedy například dochází-li k vyzařování elektronu beta rozkladem, musí být tento rozklad doprovázen vznikem anti-neutrína. Naopak, pokud je vyzařován pozitron beta rozkladem, musí docházet k vzniku neutrína. Dojde-li k interakci dvou fermionů, dochází k vyzáření a absorpci bosonů. Ty mají vždy stejný spin – neplatí pro ně tedy Pauliho princip vylučnosti, a současně nedochází k tvorbě anti-částice.

## Bosony

Bosony jsou elementární částice s celočíselným spinem. Jsou typické tím, že se na ně nevztahuje Pauliho vylučovací princip, mohou tedy existovat bosony se stejnou hodnotou spinu. Jedná se o částice zprostředkovávající interakce mezi fermiony. Mezi bosony řadíme fotony, gluony, bosony W a Z a Higgsův boson. Každý z druhů bosonů zprostředkovává odlišný typ interakce o různém rozsahu a uplatnění (viz tabulka níže).

Základní dělení bosonů

Síla	Relativní velikost síly při vzdálenosti $10^{-15}$ m	Příklad uplatnění	Kvanta příslušného pole
Silná	1	Struktura jádra	Gluony
Elektromagnetická	$10^{-3}$	Struktura atomů	Fotony
Slabá	$10^{-15}$	V radioaktivních rozpadech $\beta$	Bosony W, W- a Z <sub>0</sub>
Gravitační	$10^{-40}$	V astronomii	Hypotetické gravitony

# Odkazy

## Související články

- Standardní model částicové fyziky

## Použitá literatura

- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. s. 13-16. ISBN 80-247-1152-4.
- HAWKING, Stephen. *Vesmír v kostce*. 1. vydání. Praha : Argo, 2002. s. 48-49. ISBN 80-7203-421-9.
- HAWKING, Stephen. *Stručná historie času : od velkého třesku k černým dírám*. 3. vydání. Argo, 2015. s. 80-82. ISBN 978-80-2571-527-7.
- CHOPPIN, Gregory. *Radiochemistry and nuclear chemistry* [online] . 4. vydání. 2002. s. 15-30. Dostupné také z <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124058972000021>>. ISBN 978-0-12-405897-2.

## Zdroje

- OBJECTIVE SOURCE E-LEARNING, Vladimír Wagner. *Jak se vyznat ve všemožných částicích* [online]. [cit. 5.1.2017]. <<http://www.osel.cz/3457-jak-se-vyznat-ve-vsemoznych-casticich.html>>.