

Hmota a energie

Hmota se vyskytuje ve formě látkové nebo ve formě fyzikálního pole. **Energie** je vlastností hmoty. Vztah mezi nimi popisuje **Einsteinův vztah ekvivalence hmotnosti a energie**.

Hmota

Rozlišujeme 2 formy hmoty, **formu látkovou** (v mikrosvětě částicová neboli korpuskulární) a **formu pole** (v mikrosvětě interakce), které v sebe mohou vzájemně přecházet.

Forma látková

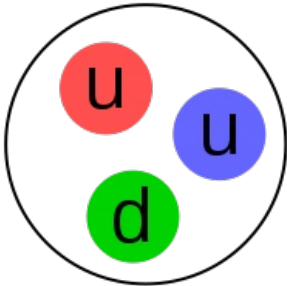
Látková forma se vyskytuje v následujících skupenstvích (fázích): pevném, kapalném, plynném, jako plazma a tzv. kondenzáty. Je složena ze dvou skupin fundamentálních částic, leptonů a kvarků, obě se dále dělí na 3 generace částic. U leptonů jsou to **elektron** a **elektronové neutrino**, **mion** a **mionové neutrino**, **tauon** a **tauonové neutrino**.

Kvarky dělíme podle vlastnosti nazývané **vůně (flavor)**, každá generace obsahuje podle této vlastnosti 2 kvarky: první kvarky **u (up)** a **d (down)**, druhá **c (charm)** a **s (strangeness)** a třetí **t (top)** a **b (bottom)**. Další vlastností kvarků je **barva** (červená, zelená, modrá).

Všechny fundamentální částice mají **neceločíselný spin $\pm 1/2$** . Ke každé z těchto částic existuje její antičástice o stejné hmotnosti a stejné velikosti spinu (celočíselný nebo neceločíselný), ale **opačné točivosti** (levotočivé nebo pravotočivé), elektrickém náboji a dalších vlastnostech (barva, vůně – předpona -anti).

Kvarky se mohou skládat ve složené částice, tzv. hadrony. Rozlišujeme 2 skupiny hadronů- mesony a baryony.

Podle hodnoty spinu rozdělujeme elementární částice na fermiony a bosony.

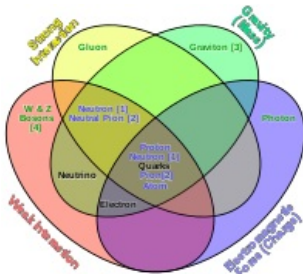


Proton

Forma pole

Známe 4 druhy fyzikálních polí: **gravitační, elektromagnetické, silné jaderné pole a slabé jaderné pole**. Pro formu polní je charakteristické vzájemné silové působení jejich zdrojů, které má výměnný charakter (je zprostředkováno výměnou kvant).

	Zdroj pole	Dosah	Kvantum
Elektromagnetické pole	elektrický náboj	neomezený	foton
Gravitační pole	hmotnost	neomezený	graviton
Silné jaderné pole	barva	10^{-15} m	gluony
Slabé jaderné pole	vůně	10^{-18} m	intermediární bosony (W^+ , W^- , Z^0)



Elementární částice

Graviton je hypotetická částice, která nebyla dosud experimentálně prokázána.

Vlivem hlubšího poznání vlastností přírody se dospělo k sjednocování jednotlivých druhů polí (**sjednocující = unitární teorie**). Nejdříve byl spojen popis pole magnetického a elektrického, později elektromagnetického a slabého jaderného (elektroslabá síla). Existují teorie zahrnující i sloučení silného pole jaderného s elektroslabým. Konečným cílem je prokázat, že lze všechna fyzikální pole popsat jediným systémem rovnic (tzv. velké sjednocení). Z toho plyne, že rozvoj poznání vede spíše k sjednocování již známých typů interakcí hmoty, ne k objevu nových interakcí.

Energie

Energie je vlastností všech hmotných objektů, ve formě látkové i polní. **Celková energie E** částice v silovém poli je dána vztahem:

$$E = E_0 + E_k + E_p$$

kde E_k je kinetická energie, E_p potenciální energie a E_0 je popsána Einsteinovým vztahem pro ekvivalenci hmotnosti a energie;

$$E_0 = mc^2$$

přičemž m_0 je klidová hmotnost, c je rychlost světla.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

kde $p = mv$ je hybnost.

Potenciální energii mají všechna tělesa nacházející se v silových polích jiných těles. Především hovoříme o **tíhové potenciální energii**, kterou má každé těleso v gravitačním poli Země, kdy v homogenním přiblížení (malé nadmořské výšky) můžeme psát:

$$E_p = mgh$$

kde m je hmotnost tělesa, g je gravitační zrychlení, h je nadmořská výška – nulová hladina potenciální energie pak vychází na úrovni hladiny moře. Naproti tomu, uvažujeme-li Zemi jako hmotný bod a její gravitační pole jako radiální (nehomogenní), klademe zpravidla nulový potenciál do nekonečné vzdálenosti.

Jednotkou energie je v atomové fyzice a fyzice záření **elektronvolt (eV)** – energie, kterou získá elektron urychlený potenciálovým rozdílem jednoho voltu, **1eV = 1,6 · 10⁻¹⁹ J** (jelikož 1 J = 1 C · 1 V a náboj 1 C přibližně odpovídá celkovému náboji 6 · 10¹⁸ elektronů).

V živé i neživé přírodě platí při všech interakcích **zákon zachování energie**.

Vztah hmoty a energie

Energie může mít různé formy od pohybové energie větrných mlýnů přes praskání elektřiny až po jaderná štěpení. V roce 1905 s příchodem Einsteinovy **speciální teorie relativity** se zrodila rovnice **$E = mc^2$** , která říká, že energie je úměrná hmotnosti tělesa násobené druhou mocninou rychlosti světla. Znamená to, že ve hmotě je uloženo obrovské množství energie.

Hmota je tedy ekvivalencí energie. To je možné díky tomu, že světlo můžeme vnímat jako děj, při kterém se světlo chová jako elektromagnetické příčné vlnění. Elektrický podnět vyvolává magnetický a tím dochází k šíření světla. Tento děj matematicky vyjádřil **James Clerk Maxwell**. Kvadrát rychlosti světla je klíčový pro uvolnění nejvíce kondenzované formy energie ve hmotě.

Einsteinův princip ekvivalence

Einsteinův princip ekvivalence je jedním ze základních principů **obecné teorie relativity**, který popisuje vztah hmotnosti a setrvačných nebo gravitačních účinků v **lokálním inerciálním systému**, ve kterém platí zákony **speciální teorie relativity**.

Každá hmota se projevuje **setrvačnými** a **gravitačními účinky**, které jsou si ve vhodné soustavě jednotek rovny. Proto není možné setrvační a gravitační projevy od sebe odlišit. Ve zrychlujícím se tělesu můžeme zaznamenat stejné gravitační účinky jako ve skutečném gravitačním poli (např. uvnitř zrychlující se rakety) a naopak padá-li těleso volným pádem, nemůže uvnitř něj zaznamenat gravitační působení, ale zaznamenáme stav beztíže (např. v padajícím výtahu).

Velikost lokálních inerciálních soustav

V dokonale **homogenním gravitačním poli** lze za inerciální vztažnou soustavu označit množinu veškerých bodů, jimž je gravitačním polem udělováno totéž zrychlení. V takovém prostředí se jeví jako kdyby gravitace na tělesa nepůsobila. Skutečná gravitační pole jsou však nehomogenní.

V **silně nehomogenním gravitačním poli** mohou velikosti inerciálních vztažných systémů být i menší než velikosti elementárních částic. Toto prostředí se nachází například hluboko uvnitř **černých děr**.

V **singularitě časoprostoru** nelze zavést žádnou lokální vztažnou soustavu, protože zde neexistuje regulérní **časoprostor** a není možné zde měřit fyzikální děje. Je to jediný případ omezující použití principu ekvivalence.

Zdroje

Odkazy

- Obecná teorie relativity (<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/gravitace/otr.html%7C>)
- Obecná teorie relativity- teorie gravitace (<http://astronuklfyzika.cz/Gravitace2-3.htm%7C>)
- Současný systém základních částic a základních fyzikálních interakcí (http://artemis.osu.cz/mmfyz/jm/jm_2_4_5.htm%7C)
- Obecná teorie relativity- wikipedia
- Hmota, energie a hmotnost (<http://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/1484/HMOTA-ENERGIE-A-HMOTNOST.html/%7C>)

Použitá literatura

- BENEŠ, Jiří a Pravoslav STRÁNSKÝ. *Základy lékařské biofyziky*. 1. vydání. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2006. ISBN 80-246-1009-4.

- BODANIS, David. $E=mc^2$. 1. vydání. Praha : Dokořán s.r.o., 2002. ISBN 80-246-1009-4.