

Základní principy teorie relativity

(Mechanický princip relativity, Galileova transformace, Einsteinovy postuláty, kinematické důsledky speciální teorie relativity, relativistická dynamika.)

1) Základní principy teorie relativity

- Galileův mechanický princip relativity (platí, pokud $v \ll c$): Platí-li mechanické zákony v soustavě S , pak platí v každé jiné soustavě S' , která se vzhledem k S pohybuje rovnoměrně a přímočaře.
- klasická fyzika: pokud bude síla působit nekonečně dlouho, získá těleso nekonečnou rychlost; existuje inerciální soustava, která je v klidu, spojená s vesmírem
- Michelsonův pokus (skládání dvou koherentních paprsků, které se šíří na sebe kolmo, po stejnou vzdálenost, tj. jeden z nich by měl být zpožděný; pozorovatelná interference; prohození paprsků, obrazec se měl změnit \times nezměnil se)
- Galileova transformace:

$$x' = x - vt \quad x = x' + vt$$

$$y' = y \quad y = y'$$

$$z' = z \quad z = z'$$

$$t' = t \quad t = t'$$

Lorenzova transformace:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad x = \frac{x' + vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y' = y \quad y = y'$$

$$z' = z \quad z = z'$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- 1. Einsteinův postulát: Všechny inerciální soustavy jsou pro popis fyzikálních dějů rovnocenné (žádnými pokusy uvnitř soustavy nelze zjistit, zda je daná soustava v klidu nebo v pohybu).
- 2. Einsteinův postulát: Ve všech inerciálních soustavách má rychlost světla c ve vakuu stejnou velikost, nezávisle na vzájemném pohybu světelného zdroje a pozorovatele. Rychlost světla v libovolné inerciální vztažné soustavě je ve všech směrech stejná.

2) Kinematické důsledky speciální teorie relativity

- relativnost současnosti (současnost dvou nesoumírných událostí je relativní pojem, bez udání vztažné soustavy nemá

smysl hovořit o současnosti dvou událostí), $\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

- dilatace času (zpomalení chodu hodin při relativním pohybu, hodiny H' pohybující se vzhledem k pozorovateli jdou pomaleji než hod. H , které jsou vzhledem k tomuto pozorovateli v klidu; důkaz: miony v atmosféře), $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

- kontrakce délek (zkrácení délek ve směru pohybu, délka tyče l v soustavě, vzhledem k níž se tyč pohybuje rychlostí v , je vždy menší než délka tyče l_0 , vzhledem k níž je v klidu), $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

- relativistické skládání rychlostí, $u = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$

3) Relativistická dynamika

- relativistická hmotnost (kvůli platnosti 2. Newtonova pohybového zákona a 2. Einsteinova postulátu), $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

- relativistická hybnost (z relativistické hmotnosti), $p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

- vztah mezi energií a hmotností (při změně celkové energie soustavy se změní také její hmotnost), $\Delta E = \Delta mc^2$

- celková klidová energie soustavy $E_0 = m_0 c^2$, kinetická energie $E_K = mc^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$