

Základní postuláty a Lorentzovy transformace

Einsteinovy postuláty

- 1) všechny fyzikální zákony mají ve všech inerciálních soustavách stejný tvar (musí být invariantní)
- 2) rychlost světla ve vakuu je ve všech inerciálních soustavách konstantní

Lorentzovy transformační vztahy

$$x' = x - ut$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

zjednodušené Galileovy transformace

$$x' = k(x - ut)$$

podle Einst. 1. principu musí

mít obrácený vztah stejný tvar:

$$x = (x' - ut')$$

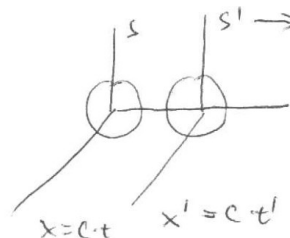
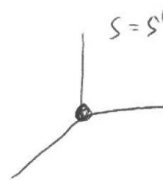
y, z zůstanou stejné

$$y' = y$$

$$z' = z$$

Změna časové souřadnice mezi soustavami

$$t' = kt + \frac{(1-k^2)}{ku} \cdot x$$



$$x' = \frac{(x - ut)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{(t - \frac{ux}{c^2})}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

Lorentzovy transformace

Limita nízkých rychlostí

Pro nízké rychlosti přecházejí na klasické Galileovy transformace

pro $u \ll c$

$$x' = \frac{(x - ut)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \rightarrow x - ut$$

rychlosti v běžném životě

$$t' = \frac{(t - \frac{ux}{c^2})}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \rightarrow t$$

Fyzikální souřadná soustava

mechanická soustava měřících tyčí nezanedbatelné hmotnosti

Pozorovatel

aktivní činitel provádějící vlastní měření

Událost

změřené souřadnice x,y,z,t vypovídající o tom, že se něco stalo

Vlastní hodiny

musí být stále v klidu a stále na stejném místě soustavy
v každé soustavě musí proto být v místě očekávaných událostí vždy vlastní hodiny, stejně rychle
jdoucí a synchronizované

Mezní rychlost těles

rychlost světla ve vakuu je mezí rychlostí pohybu hmotných těles

Současnost nesoumísných událostí je relativní, tj. existuje pouze v jedné souřadné soustavě – v jiných soustavách pak současné nejsou.

Pouze současnost soumísných událostí je absolutní – jsou současné v každé souřadné soustavě.

Obrácení časového sledu ↑

Časový sled událostí není absolutní. Existuje souřadná soustava, ve které se stanou v opačném pořadí.

Ohrožení kauzality

$$t_2 - t_1 > \frac{(x_2 - x_1)}{c} \quad \text{podmínka kauzality}$$

Speciální teorie relativity není v rozporu s principem kauzality.

Energie v teorii relativity

Energie kinetická

$$E_{kin} = mc^2 - m_0 c^2 \qquad E_{kin} = m(v)c^2 - m_0 c^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} c^2 - m_0 c^2 \rightarrow \infty \quad \text{pro } v \rightarrow c$$

m_0 – klidová hmotnost, m – hmotnost při okamžité rychlosti

klidová

$$E_0 = m_0 c^2$$

celková

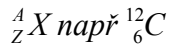
$$E = E_{kin} + E_0 = mc^2$$

$$E_{kin} = E - E_0 \quad \text{kinetická en. Vyjádřené pomocí celkové a klidové}$$

Einsteinův vztah

$$E = mc^2 \quad \text{chápán jako vyjádření ekvivalence hmoty a energie}$$

Hmotností úbytek jader a vazební energie



nukleonové číslo A – počet nukleonů

protonové číslo Z – počet protonů v jádře

$A-Z$ – počet neutronů v jádře

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (A-Z)m_n - m_j \neq 0 \quad \text{hmotnostní úbytek jádra}$$

$$E = \Delta m c^2 \quad \text{vazební energie jádra – práce sil při vzniku jádra (jaderné síly)}$$

Anhilace

100% přeměna hmoty na ekvivalentní energii

Celková energie a hybnost

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4 \quad \text{vztah celkové energie a hybnosti}$$

Energie fotonu

$$E = pc \quad \text{celková energie fotonu}$$