

Teoria — Zestaw 4

Relatywistyka

WMS — Matematyka, rok II

- **Szczególna teoria względności** to współczesna teoria czasu i przestrzeni stanowiąca podstawę opisu zjawisk fizycznych przy dowolnych prędkościach badanych obiektów wówczas, gdy nie występują oddziaływania grawitacyjne.
- Za **inercjalny układ odniesienia** możemy roboczo uznać układ kartezjański wyposażony w zegar i poruszający się ruchem jednostajnym (prostoliniowym).
- **I postulat Einsteina: Prawa fizyki mają jednakową postać we wszystkich inercjalnych układach odniesienia.** Nie istnieje żaden wyróżniony inercjalny układ odniesienia.
- **II postulat Einsteina: Prędkość światła jest jednakowa we wszystkich inercjalnych układach odniesienia.**
- **Transformacje Lorentza**

$$\begin{cases} x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \end{cases}$$

- **Kontrakcja długości.** Długość liniowa obiektu jest największa w układzie w którym obiekt spoczywa. Długość „spoczynkowa” l_0 jest największą z mierzonych.

$$l = l_0/\gamma = l_0\sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

- **Dylatacja czasu.** Poruszające się względem pewnego inercjalnego układu odniesienia zegary tykają wolniej γ razy niż identyczne zegary w układzie tym spoczywające.

$$\tau = \gamma\tau_0$$

- **Pęd i II zasada dynamiki Newtona**

$$\vec{p} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

- **Interwał czasoprzestrzenny** określa pewien rodzaj odległości między dwoma zdarzeniami $P_1(x_1, y_1, z_1, t_1)$ i $P_2(x_2, y_2, z_2, t_2)$ względem pewnego układu inercjalnego

$$\Delta s^2 = c^2\Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2 = inv.$$

Jeżeli $\Delta s^2 < 0$, to zdarzenia P_1 i P_2 w pewnym układzie zachodzą równocześnie ($\Delta t' = 0$). Jeżeli $\Delta s^2 > 0$, to zdarzenia P_1 i P_2 w pewnym układzie zachodzą w tym samym miejscu ($\Delta x' = \Delta y' = \Delta z' = 0$).

- **Niezmiennik relatywistyczny**

$$E_C^2 - p^2c^2 = m_0^2c^4 = inv.$$

- **Równoważność masy i energii**

$$E = mc^2.$$

- Gdy źródło i obserwator poruszają się względem siebie po tej samej prostej ze względną prędkością v obserwujemy **podłużny relatywistyczny efekt Dopplera**. Związek między emitowaną f_e a rejestrowaną f_r częstotliwością fali wyraża się poprzez:

$$f_r = f_e \sqrt{\frac{1 - \beta}{1 + \beta}} < f_e$$

w przypadku gdy źródło i obserwator oddalają się od siebie, oraz:

$$f_r = f_e \sqrt{\frac{1 + \beta}{1 - \beta}} > f_e$$

gdy zbliżają się do siebie.

Krzysztof Malarz, Kraków, 7 kwietnia 2004