

Podstawy Fizyki I – Mechanika

Zestaw 3 (19 października 2017)

Szczególna teoria względności

Zad. 1. Omówić skrócenie Lorentza i dylatację czasu.

Zad. 2. Omówić relatywistyczny efekt Dopplera.

Zad. 3. Pewien sprytny student skonstruował podświetlony pojazd o długości L i postanowił go zamknąć na chwilę w stodole o długości $L/2$. Jaka musi być prędkość pojazdu aby się to udało? Załóż, że stodoła ma drzwi z przodu i z tyłu, i jest tak zbudowana, że w każdej chwili czasu przynajmniej jedne drzwi muszą być zamknięte. Opisz sytuację w układzie stodoły oraz pojazdu.

Zad. 4. Wyznaczyć długość fali elektromagnetycznej w układzie U , jeśli w układzie U' , poruszającym się z pewnym $\beta = v/c$, ma ona długość l_0 .

Zad. 5. Znaleźć czynnik kinematyczny różnicy czasów w doświadczeniu Hafele'a i Keatinga dla Boeinga lecącego wzdłuż równika (*Science* **177**, 166 (1972)).

Zad. 6. Dla ruchu jednostajnie przyspieszonego (układ kowędrujący) znaleźć:

- prędkość v w funkcji czasu własnego τ
- zależność między przebytą drogą s a prędkością v .

Zad. 7. Wyprawa kosmiczna leci 5 lat czasu własnego z przyspieszeniem $a' = 1 c/\text{rok}$, a następnie obraca się i przez 5 lat hamuje. Oblicz:

- jak daleko dotarła wyprawa?
- po ilu latach ziemskich wyprawa wróci na Ziemię?
- jaką najwyższą prędkość osiągnięto?

Zad. 8. Korzystając ze wzorów na dodawanie prędkości znaleźć transformację energii i pędu.

Zad. 9. W układzie rakiety wysłano foton o długości fali λ_0 . Jaką długość fali zobaczy obserwator w układzie w którym rakietę porusza się z prędkością β .

Zad. 10. W zderzeniach e^+e^- chcemy wyprodukować parę bozonów W^+W^- . Jaka powinna być energia kinetyczna wiązki elektronowej w przypadku:

- zderzeń dwóch wiązek przeciwbieżnych o tej samej energii
- zderzeń wiązki z nieruchomą tarczą.

Przyjąć: $m(e) = 511 \text{ keV}/c^2$, $m(W) = 80.4 \text{ GeV}/c^2$.

Zad. 11. Kulka uderza w drugą identyczną. Wykazać, że w przypadku nierelatywistycznym, kulki odskoczą pod kątem prostym (zderzenie sprężyste, energia kinetyczna zachowana). Czego oczekujemy dla zderzenia relatywistycznego?

Zad. 12. Obserwator widzi mezon π^0 o energii $E = 2m_\pi c^2$ lecący wzdłuż osi X . Mezon ten rozpada się na dwa fotony. Znaleźć energię i kąt jaki tworzą fotony z osią X w układzie obserwatora, jeśli w układzie π^0 fotony poleciały wzdłuż osi Y' .