

Podstawy Fizyki I – Mechanika
Tydzień 3, 4
18 października 2011

Szczególna teoria względności

Zad. 1. Omówić skrócenie Lorentza.

Zad. 2. Omówić relatywistyczny efekt Dopplera.

Zad. 3. Wyznaczyć długość fali elektromagnetycznej w układzie U , jeśli w układzie U' , poruszającym się z pewnym $\beta = v/c$, ma ona długość l_0 .

Zad. 4. Znaleźć czynnik kinematyczny różnicy czasów w doświadczeniu Hafele'a i Keatinga (*Science* **177**, 166 (1972)) dla Boeinga lecącego wzdłuż równika.

Zad. 5. Miedziany drut obojętny elektrycznie spoczywa w laboratorium. Przez drut płynie prąd o gęstości 1 A/mm^2 (jony dodatnie spoczywają, zaś elektrony poruszają się z pewną prędkością v). Rozważyc pojedynczy elektron na zewnątrz drutu, który porusza się z tą samą prędkością co elektrony w drucie. Jaka siła będzie działać na taki elektron w układzie laboratorium, a jaka w układzie spoczywających elektronów? Przyjąć: $\mu(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g/mol}$, $\rho(\text{Cu}) = 8.59 \text{ g/cm}^3$.

Zad. 6. Znaleźć wzór na relatywistyczne składanie prędkości.

Zad. 7. Pokazać, że interwał czasoprzestrzenny ds^2 jest niezmiennikiem transformacji Lorentza.

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 . Jaka długość fali zobaczy obserwator w układzie w którym rakieta 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:

- a) zderzeń dwóch wiązek przeciwbieżnych o tej samej energii
- b) 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. Znaleźć zmianę długości fali fotonu rozproszonego na swobodnym elektronie (efekt Comptona).

Zad. 13. 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' .

Zad. 14. Wyprawa kosmiczna leci 5 lat z przyspieszeniem $a' = 1 \text{ c/rok}$, a następnie zawraca i przez 5 lat hamuje. Oblicz:

- a) jak daleko dotarła wyprawa?
- b) po ilu latach wyprawa wróci na Ziemię?
- c) jaką najwyższą prędkość osiągnięto?