

## Zadania na ćwiczenia II

### Zadanie 1

Pokaż, że relatywistyczne wyrażenie na energię kinetyczną ciała ( $E_k = \gamma mc^2$ ) przechodzi w wyrażenie klasyczne dla  $v \ll c$ . Wskazówka: wykorzystaj rozwinięcie zależności czynnika  $\gamma$  od wartości  $\beta = \frac{v}{c}$  dla  $\beta \ll 1$ .

### Zadanie 2

Dochodzi do czołowego zderzenia ciężarówka o masie 4 t poruszającej się z prędkością 108 km/h i ciężarówka o masie 6 t poruszającej się z prędkością 72 km/h. Zakładając, że po zderzeniu cały "złom" spoczywa, policz: o ile wzrośnie temperatura "złomu"? o ile wzrośnie masa "złomu" w porównaniu z sumą początkowych mas obu ciężarówek. Przyjmij, że ciepło właściwe "złomu" wynosi  $c_w \approx 500 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .

### Zadanie 3

Detektory w laboratorium zarejestrowały cząstkę o ładunku  $+1e$ , energii całkowitej  $E = 1.25 \text{ GeV}$  i pędzie  $p = 0.75 \text{ GeV}/c$ . Jaka jest masa spoczynkowa cząstki? Z jaką prędkością porusza się ona w laboratorium? Jaka może to być cząstka?

### Zadanie 4

Elektron o energii  $E_e = 50 \text{ GeV}$  rozprasza się elastycznie na spoczywającym protonie. Jaka jest maksymalna energia jaką może uzyskać proton? Przyjmij  $m_p = 1 \text{ GeV}/c^2 \gg m_e = 0.5 \text{ MeV}/c^2$ . Porównaj wynik z przewidywaniami mechaniki klasycznej.

### Zadanie 5

Jakie są energie fotonów światła widzialnego zakładając, że długość fali mieści się w zakresie od 400 do 700 nm? Stała Plancka  $h \approx 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ . Wyraż energie w eV.

### Zadanie 6

Pion o masie  $m_\pi = 140 \text{ MeV}/c^2$  poruszający się z energią kinetyczną  $E_k = 35 \text{ MeV}$  rozpada się na dwa fotony. Wyznacz maksymalną i minimalną energię fotonu, która może zostać zmierzona w układzie laboratoryjnym.

### Zadania dodatkowe

### Zadanie 7

Jaki będzie obserwowany kąt pomiędzy fotonami powstającymi w anihilacji pozytonu o energii kinetycznej  $E_k = 10 \text{ keV}$  na spoczywającym elektronie. Przyjmij  $m_e = 0.5 \text{ MeV}/c^2$ .

### Zadanie 8

Elektron o energii  $E_e = 10 \text{ GeV}$  rozprasza się elastycznie na spoczywającym elektronie. Jaki kąt rozproszenia zostanie zmierzony w układzie laboratoryjnym jeśli w układzie środka masy rozproszenie nastąpiło pod kątem prostym? Przyjmij  $m_e = 0.5 \text{ MeV}/c^2$ .