

Cząstki elementarne i oddziaływania

ZADANIA 1

1. Proton o wysokiej energii zderza się z jonami wodoru. Jaka musi być minimalna energia, aby powstały antyprotony?
2. Jaka jest energia i pęd produktów rozpadu pionu (w spoczynku) w procesie: $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$.
3. Jaka jest energia elektronu z rozpadu mionu: $\nu^- \rightarrow e^+ + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$.
4. Rozpatrz ogólny przypadek rozpadu cząstki X na a i b .
 - a) Pokaż, że w układzie spoczynkowym X , energia cząstki a jest wyrażana poprzez zależność:
$$E_a = \frac{m_X^2 + m_a^2 - m_b^2}{2m_X},$$
 - b) ile wynosi pęd cząstki a ?
 - c) a ile wynosi pędy a i b , gdy są to cząstki o tej samej masie?
5. Relatywistyczny ($\gamma \gg 1$, $\beta \approx 1$) neutralny pion rozpada się na dwa fotony: $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. Porównaj kąt pomiędzy tymi fotonami w układzie środka masy i laboratoryjnym. Policz go dla pędów pionu: $p_\pi = 1 \text{ GeV}$ i $p_\pi = 10 \text{ GeV}$.
6. Oblicz średni czas życia mezonu K_S^0 , jeżeli w detektorze obserwuje się, że odległość od miejsca produkcji do rozpadu na dwa naładowane piony wynosi 3.7 cm, a jego pęd wynosi 700 MeV.
7. Relatywistyczna cząstka o masie m i pędzie \vec{p} skierowanym wzdłuż osi z zderza się ze spoczywającą cząstką o masie M . Obliczyć energię i pędy obu cząstek w ich układzie środka masy. Jaką energię musi mieć proton zderzający się z tarczą wodorową, aby w układzie środka masy zderzeń proton-proton energia wynosiła 1 TeV.
8. Jakie powinny być energie wiązek elektronów, aby możliwa była produkcja:
 - a) jednego bozonu neutralnego o masie $M_Z = 90 \text{ GeV}$,
 - b) dwóch bozonów naładowanych o masie $M_W = 80 \text{ GeV}$ każdy.
 - c) bozonu Higgsa o masie 125 GeV.
 - d) Jaki akcelerator umożliwi przeprowadzenie ww doświadczeń?
9. Światłość LHC planowana była jako: $\mathcal{L} = 2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ a przekrój czynny na produkcję bozonu Higgsa szacowany jest na 50 fb. Ile trzeba było czekać na pojawienie się pierwszej takiej cząstki?
10. Przy światłości eksperymentu LHCb $\mathcal{L} = 2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ zaobserwowano 20 tysięcy przypadków pewnego procesu w ciągu roku zbierania danych (10^7 s). Jaki jest przekrój czynny na ten proces? Ile wynosi tzw. scałkowana światłość za rok zbierania danych (wyrażona w fb^{-1})?