

Domowe – seria 3

W treści zadań przyjęto konwencję $c=1$.

Zad. 1 (zadanie z ćwiczeń, do dokończenia)

Cząstka o masie M rozpada się na 2 cząstki o masach m_1 i m_2 .

Na ćwiczeniach obliczyliśmy:

- Całkowite energie każdej z cząstek 1 i 2 w układzie spoczywającej cząstki M
- Pędy i energie cząstek 1 i 2 w układzie, w którym cząstka M porusza się z pędem p , przyjmując, że w układzie CMS cząstki poruszają się w kierunku prostopadłym do tego pędu.

W domu: obliczyć kąt w LAB między cząstkami 1 i 2.

Wykonaj obliczenia dla rozpadów: $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ oraz $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ przyjmując masy cząstek: $\pi^+, \pi^0, \mu^+, \nu_\mu, \gamma$ odpowiednio 140 MeV, 135 MeV, 106 MeV, 0, 0 oraz pędy $p = M$ oraz $p = 10 M$

Zad 2

Cząstka o masie m porusza się w układzie CMS z pędem $p^* = 2m$, pod kątem prostym do kierunku ruchu tego układu. Środek masy układu CMS porusza się z prędkością β wzdłuż osi z układu LAB. Znajdź kąt ϑ tej cząstki w układzie LAB.

Zad 3

Bozony pośredniczące W^+ i W^- o masach 80 GeV były po raz pierwszy obserwowane w reakcji: $\bar{p} + p \rightarrow W^+ + W^-$ gdy wiązki antyprotonów zderzały się przeciwnie z protonami (o masie 940 MeV). Znajdź minimalną energię cząstek zderzających się.

Jaką energię musiałyby mieć antyprotony, gdyby padały na nieruchome protony?

Zad 4

Oblicz minimalną i maksymalną energię kwantów γ z rozpadu $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ jeśli całkowita energia mezonu π^0 wynosi 1,35 GeV a masa 135 MeV.

Zad 5

Mezon K^+ o masie 494 MeV rozpada się na mion o masie 106 MeV i bezmasowe neutrino: $K^+ \rightarrow \mu \nu$

ze średnim czasem życia $\tau = 1.237 \times 10^{-8}$ sekundy. Wiązka mezonów K^+ wprowadzana jest do tunelu o długości $L = 600$ m, w którym rozpadają się one dając wiązkę mionów. Jaki procent mezonów rozpadnie się w tym tunelu, jeżeli ich energia $E = 200$ GeV.

Zad 6

Neutron rozpada się wg schematu: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. Dla rozpadu neutronu w spoczynku znaleźć maksymalną i minimalną energię protonu (kinetyczną i całkowitą).

Masa neutronu $m_n=939,6$ MeV, protonu $m_p=938,3$ MeV, elektronu $m_e=0,511$ MeV .

Wskazówka: Pokazać, że w rozpadach 3-ciałowych w spoczynku cząstka 1 osiąga maksymalną energię, gdy masa niezmiennicza cząstek 2 i 3 jest minimalna.

Rozważ analogiczny rozpad protonu (na neutron, pozyton i neutrino elektronowe).

Zad 7

Cząstka Λ o masie $M=1116$ MeV rozpada się na proton o masie $m_p=938$ MeV i mezon π^- o masie $m_\pi=140$ MeV. Wyznacz prędkość ruchu mezonu w układzie protonu.