

Szczególna Teoria Względności

Zadania domowe seria 4

Zadanie 1

Elektron o energii 25 GeV rozprasza się elastycznie na protonie z przeciwbieżnej wiązki o energii 900 GeV. Jaki jest maksymalny pęd poprzeczny (składowa pędu prostopadła do kierunku wiązki) rozproszonego elektronu? Jakie będą energie i kąty rozproszenia elektronu i protonu w tym przypadku? Masy elektronu i protonu można pominąć.

Zadanie 2

W wyniku rozpraszania neutrina o energii 2 GeV na spoczywającym protonie (masa protonu $m_p=1\text{GeV}$) powstaje nowa cząstka: $\nu + p \rightarrow \nu + N$. Wyznacz jej masę jeśli wiesz, że neutrina rozproszone pod kątem 60° miało energię 0.75 GeV. Neutrino traktuj jako cząstkę bezmasową.

Zadanie 3

W akceleratorze wiązek przeciwbieżnych HERA w DESY k/Hamburga elektrony o pędzie 25 GeV/c zderzały się z protonami o pędzie 900 GeV/c. Oblicz energię tych zderzeń w środku masy. Ile wynosi masa najcięższej nieznannej cząstki X, którą można by wyprodukować w tym akceleratorze w reakcji $e + p \rightarrow e + p + X$?

Zadanie 4

Wiązka fotonów o energii 1 eV kierowana jest prostopadle (w układzie laboratoryjnym) na wiązkę elektronów o energii 250 GeV. Oblicz energię fotonu w układzie elektronu. Masa elektronu $m=0.5\text{ MeV}$. Wykonaj obliczenia dwoma metodami: z transformacji Lorentza i z definicji masy niezmienniczej.

Zadanie 5

W akceleratorze LEP w CERNie badano rozproszenie światła laserowego na elektronach i pozytonach wysokich energii. Wiązkę światła laserowego o długości fali 600 nm rozpraszało na elektronach o energii 50 GeV. Ile wynosi długość fali światła laserowego obserwowana w układzie spoczynkowym elektronu? Masa elektronu $m_e = 0.5\text{MeV}/c$.

Zadanie 6

Radar policyjny pracuje na długości fali $\lambda = 1.2\text{ cm}$ ($f=25\text{ GHz}$). Jaka będzie rejestrowana przez radar zmiana długości fali odbitej od samochodu jadącego w kierunku radaru z prędkością 108 km/h?

Zadanie 7

Mierzone na Ziemi długości fal $\lambda = 656,101\text{nm}$ linii H_α emitowane z przeciwnych krańców równika słonecznego różnią się o $2\lambda = 0,0091\text{nm}$. Przyjmując, że przyczyną tej różnicy jest rotacja Słońca, znajdź okres tej rotacji. Promień R Słońca wynosi w przybliżeniu 700 000 km.