

Name:

Gruppe:

Aufgabenblatt 02 - Experimentalphysik PEP5 - WS 2011/2012

Abgabedatum: 27./28. Oktober 2011 in den Übungsgruppen

2.1 Relativistische Kinematik (25 Punkte)

- Ein geladenes B - Meson der Masse $m = 5.28 \text{ GeV}/c^2$ und der mittleren Lebensdauer $\tau = 1.65 \text{ ps}$ habe den Impuls $p = 8 \text{ GeV}/c$. Wie groß ist seine mittlere Zerfallslänge im Labor?
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß es erst nach einer Flugstrecke von 3 mm zerfällt?

2.2 Teilchenproduktion (25 Punkte)

Der winkelabhängige differentielle Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ beträgt

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{(\alpha\hbar c)^2}{4E_{\text{CMS}}^2} (1 + \cos^2 \theta), \quad (1)$$

mit E_{CMS} der Schwerpunktsenergie und θ dem Polarwinkel des μ^- relativ zum einlaufenden Elektron. Nehmen Sie an, diese Reaktion laufe in einem Speicherring ab, in dem Elektronen der Energie von 5.5 GeV mit Positronen derselben Energie kollidieren.

- Ein Myonendetektor decke den Winkelbereich $\theta = 45^\circ$ bis 135° und im Azimuth $\Delta\phi = 2\pi$ ab. Berechnen Sie den vom Detektor sichtbaren Wirkungsquerschnitt, indem Sie über den abgedeckten Raumwinkel integrieren.
- Wie viele negativ geladenene Myonen treffen pro Sekunde auf den Detektor, wenn das Produkt aus Teilchenfluß Φ_1 des Elektronenstrahls und der Teilchenanzahl N_2 des Positronenstrahls $\Phi_1 \cdot N_2 = 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ im Speicherring beträgt?
Anmerkung: An Stelle von Fluß im Fixtarget Experiment wird im Collider die Luminosität $\mathcal{L} = \Phi \cdot N$ benutzt.
- In der Reaktion wird zwischenzeitlich ein virtuelles Photon erzeugt. Geben Sie die Komponenten des Viererimpuls an and schätzen Sie die Lebensdauer des virtuellen Photons ab.

2.3 Bethe-Bloch (25 Punkte)

- (a) Schätzen Sie den Energieverlust eines positiv geladenen Pions mit der Masse $m_{\pi^+} = 139.57 \text{ MeV}/c^2$ und einem Impuls von $500 \text{ MeV}/c$ in einem Plexiglas-Szintillator der Dichte $\rho = 1.2 \text{ g/cm}^3$ und der Dicke 2 cm ab.
- (b) Deponiert ein Proton mit doppeltem Impuls mehr oder weniger Energie im Szintillator?

Hinweis: Prüfen Sie, ob das Pion hier als MIP (minimal - ionisierendes Teilchen, minimum ionizing particle) angesehen werden kann.

2.4 Wirkungsquerschnitt (25 Punkte)

- (a) Betrachten Sie einen Protonenstrahl, der auf ein 5 mm dickes ^{12}C -Target der Dichte $\rho = 2.265 \text{ g cm}^{-3}$ trifft. Nehmen Sie einen p - ^{12}C Wirkungsquerschnitt von $\sigma = 230 \text{ mb}$ an. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Proton eine Reaktion im Target eingeht?
- (b) Betrachten Sie nun Neutrinos, die in der Atmosphäre produziert werden und auf die Erde treffen. Nehmen Sie einen Wirkungsquerschnitt für eine Neutrinowechselwirkung in der Erde von $\sigma = 56 \cdot 10^{-42} \text{ m}^2$, eine mittlere Dichte $\rho = 5.5 \text{ g/cm}^3$ und eine mittlere Atommasse von $A = 56$ in der Erde an. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Neutrino eine Reaktion beim Durchqueren der Erde erfährt?