

**K-Mesonen**

**(20 Punkte)**

Der totale Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{tot}$  für die Streuung von  $K^+$ -Mesonen an Protonen hat bei einem Impuls der  $K^+$ -Mesonen von  $p_k = 5,0 \text{ GeV}/c$  im Laborsystem den Wert  $\sigma_{tot} = 16,5 \text{ mbarn}$ .

- a) Berechnen Sie die mittlere freie Weglänge  $\langle L \rangle$  für  $K^+$ -Mesonen mit diesem Impuls in flüssigem Wasserstoff (Dichte  $71 \text{ kg}/\text{m}^3$ ).  $\langle L \rangle$  ist die Strecke, auf der im Mittel ein  $K^+$ -Meson eine Reaktion macht. Vernachlässigen Sie den Energieverlust der  $K^+$ -Mesonen in Materie. **(4 Punkte)**
- b) Die Lebensdauer der  $K^+$ -Mesonen (Masse =  $494 \text{ MeV}/c^2$ ) beträgt im Ruhesystem  $\tau_0 = 1,24 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ . Berechnen Sie relativistisch den Bruchteil der  $K^+$ -Mesonen mit  $p_k$ , die auf einer Wegstrecke von  $l = 15 \text{ m}$  im Vakuum zerfallen. **(5 Punkte)**
- c)  $K^+$ -Mesonen zerfallen überwiegend in ein Myon  $\mu^+$  (Masse =  $106 \text{ MeV}/c^2$ ) und ein Myon-Neutrino  $\nu_\mu$  (näherungsweise masselos). Erläutern Sie, welche Wechselwirkung für diesen Zerfall verantwortlich ist und berechnen Sie den Betrag der Impulse von Myon und Neutrino im Ruhesystem des  $K^+$ -Mesons. **(5 Punkte)**
- d) Begründen Sie, warum  $K^+$ -Mesonen nicht bevorzugt in ein Positron ( $e^+$ ) und ein Elektron-Neutrino ( $\nu_e$ ) zerfallen.  
*Hinweis:*  $K^+$ -Mesonen haben die Spinquantenzahl  $J = 0$ . **(1 Punkt)**
- e) Einige der fünf nachfolgenden Reaktionen sind durch mindestens einen Erhaltungssatz verboten und werden daher experimentell nicht beobachtet. Benennen Sie diese und mindestens einen der dort jeweils verletzten Erhaltungssätze. **(5 Punkte)**

- i)  $p \rightarrow n + e^- + \nu_e$   
ii)  $p \rightarrow \pi^0 + e^+$   
iii)  $\tau^- \rightarrow \mu^- + \nu_\mu + \nu_\tau$   
iv)  $e^+ + p \rightarrow n + \nu_e$   
v)  $\Lambda \rightarrow p + \pi^-$