

Übung 9 zur Vorlesung Physik V

Aufgabe 1: Phasenraum

Die $\Upsilon(1S)$ -Mesonen sind gebundene $b - \bar{b}$ Systeme. Sie zerfallen unter anderem in geladene Leptonen: $\Upsilon(1S) \rightarrow \ell^+ \ell^-$ mit $\ell = e, \mu, \tau$.

- a) Zeichnen Sie die Feynmandiagramme. Überprüfen Sie, ob alle relevanten Quantenzahlen erhalten sind. 2
- b) Berechnen Sie das Verhältnis zwischen den partiellen Zerfallsbreiten für der Zerfallskanäle $\Gamma(\Upsilon(1S) \rightarrow \mu^+ \mu^-)$ und $\Gamma(\Upsilon(1S) \rightarrow \tau^+ \tau^-)$ in der Näherung, dass die Matrixelemente gleich sind. 3

Aufgabe 2: K^0 -Erzeugung

Mit einem π^- -Strahl, der auf ein Proton-Target geschossen wird, ist es möglich, durch starke Wechselwirkung K^0 -Mesonen zu erzeugen. In einem gewissen Bereich des π^- -Impulses können nur K^0 -Mesonen, jedoch keine \bar{K}^0 -Mesonen erzeugt werden.

- a) Welche Quantenzahlen sind in der starken Wechselwirkung erhalten? 1
- b) Welchen Impuls müssen die Pionen mindestens haben, um K^0 -Mesonen erzeugen zu können, und wie sieht in diesem Fall die Reaktionsgleichung aus? 2
- c) Ab welchem π^- -Impuls können auch \bar{K}^0 -Mesonen erzeugt werden und über welche Reaktion? 3

Aufgabe 3: Quantenzahlen

- a) Begründen Sie, weshalb folgende Reaktionen nicht erlaubt sind:
 1) $p + \pi^+ \rightarrow K^+ \Lambda^0$ 2) $p \rightarrow n + \pi^+$ 3) $\Lambda^0 \rightarrow \pi^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ 4) $\nu_\mu + p \rightarrow \mu^+ + n$ 2
- b) Erklären Sie, welche der folgenden Reaktionen nicht erlaubt sind.
 1) $\pi^- p \rightarrow \pi^- p$ 2) $\bar{\nu}_e p \rightarrow e^- p \pi^+$ 3) $p \rightarrow n e^- \bar{\nu}_e$ 4) $\pi^- p \rightarrow \pi^- p p \bar{n} \pi^-$
 5) $K^0 \rightarrow \pi^- \pi^- \pi^+ \pi^+$ 2

Aufgabe 4: Dirac-Gleichung 5

Verwenden Sie die folgende Darstellung der Dirac-Gleichung, um zu beweisen, dass alle Komponenten des Spinors Ψ die Klein-Gordon-Gleichung erfüllen.

$$\begin{pmatrix} i\partial_t & \\ & i\partial_t \end{pmatrix} \Psi = \begin{pmatrix} & \vec{\sigma} \vec{P} \\ \vec{\sigma} \vec{P} & \end{pmatrix} \Psi + \begin{pmatrix} m & \\ & -m \end{pmatrix} \Psi$$