

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

Präsenzübung 10

Aufgabe 1: e^+e^- -Annihilation in Lepton-Antilepton

1. Zeigen Sie, dass für hohe Energien t und u als Funktion des Streuwinkels im Schwerpunktsystem gegeben werden durch $t = -2\vec{p}_A^2(1 - \cos\theta) = -4\vec{p}_A^2 \sin^2 \frac{\theta}{2} = -s \sin^2 \frac{\theta}{2}$ bzw. $u = -2\vec{p}_A^2(1 + \cos\theta) = -4\vec{p}_A^2 \cos^2 \frac{\theta}{2} = -s \cos^2 \frac{\theta}{2}$, wenn \vec{p}_A z. B. der Dreierimpuls eines der einlaufenden Teilchen ist.
2. Zeigen Sie, indem Sie nur das Betragsquadrat des Matrixelements betrachten, dass bei s -Kanal-Photonaustausch der differentielle Wirkungsquerschnitt vorwärts-rückwärts-symmetrisch ist: $\frac{d\sigma}{d\Omega} \propto (1 + \cos^2\theta)$.
3. Warum ist der differentielle Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ nicht vorwärts-rückwärtssymmetrisch?
4. Aus welcher Beobachtung kann man aus der e^+e^- -Annihilation in Myon-Antimyon schon unterhalb der Z -Resonanz auf die Existenz des Z -Bosons schliessen?
5. Wie wird sich der integrierte Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ in der Nähe von $\sqrt{s} = M_{Z^0}$ verhalten, wenn der Z -Austausch dominiert und der Photon-Austausch vernachlässigt werden kann?
(Tipp: Bilden Sie das Betragsquadrat des Z -Propagators und setzen Sie $\sqrt{s} = M_Z$ außer im Differenzterm $s - M_Z^2$.)

Aufgabe 2: e^+e^- -Annihilation in Hadronen

1. Begründen Sie, mit welcher Beobachtung man aus der e^+e^- -Annihilation in Hadronen auf den Spin von Quarks schliessen kann.
2. Begründen Sie, mit welcher Beobachtung man aus der e^+e^- -Annihilation in Hadronen auf die elektrische Ladung und auf die Farbladung von Quarks schliessen kann.
3. Begründen Sie, mit welcher Beobachtung man aus der e^+e^- -Annihilation in Hadronen auf die Existenz von Gluonen schliessen kann. Wie kann man aus dieser Messung auf den Wert von α_s schliessen?

Aufgabe 3: I , I_3 und S in starker, schwacher und e.m. Wechselwirkung

1. Rekapitulieren Sie, welche der Quantenzahlen I , I_3 und Strangeness in der starken, schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung erhalten bzw. nicht (notwendigerweise) erhalten sind?
2. Aus welchen Beobachtungen schliesst man auf die Erhaltung bzw. Nichterhaltung der Quantenzahl Strangeness in der starken/schwachen Wechselwirkung Wechselwirkung?