

Allgemeine Hinweise:

- Die zu erreichende Punktzahl ist für jede Aufgabe angegeben und soll den Arbeitsaufwand widerspiegeln. Es werden nur ganze Punkte vergeben, darum ist die zu erreichende Punktzahl recht hoch. Falls Sie den Eindruck haben, dass Ihr Arbeitsaufwand nicht zur Punktzahl passt, sollten Sie abklären, ob Sie die Aufgabe richtig verstanden haben.
- Falls Sie mit einer Aufgabe nicht weiter kommen, fragen Sie ruhig nach.
- Achten Sie bei relativistischen Rechnungen darauf, welche Werte in welchem Koordinatensystem gelten.
- Verwenden Sie sinnvolle Einheiten, das erleichtert die Rechnung (Energie eV, Impuls eV/c, Masse eV/c² mit für den Wert geeigneten SI-Präfixen, Geschwindigkeit in Vielfachen von c , ...)
- Wenn Sie für eine Rechnung Werte nachschlagen müssen, geben Sie den Wert an und welcher Quelle Sie ihn entnommen haben.
- Ergebnisse können gerne auch tabellarisch angegeben werden, es genügt die verwendete Formel einmal anzugeben.
- Sie können gerne untereinander Ihre Lösungsansätze für die Aufgaben diskutieren, schreiben Sie aber bitte Ihre Lösung eigenständig auf.

Kern- und Teilchenphysik II (SS18), Übungsblatt 1

Abgabe bis Freitag, 27. April 2018, 10 Uhr
im Kasten „Kernphysik“ vor Raum NB 2/131

1. Aufgabe: Lebensdauer (6 Punkte)

Sie haben in der Vorlesung die Zerfälle von Λ -, π^+ - und π^0 -Teilchen kennen gelernt. Um welche Art von Zerfallsprozess handelt es sich dabei jeweils? Schauen Sie auf der Internetseite der Particle Data Group (<http://pdglive.lbl.gov/>) nach, welche Werte für die mittleren Lebensdauern der jeweiligen Teilchen experimentell bestimmt wurden.

2. Aufgabe: \bar{P} ANDA-Experiment (25 Punkte)

- Beim \bar{P} ANDA-Experiment treffen Antiprotonen mit Impulsen von $1,5 \text{ GeV}/c$ bis $15 \text{ GeV}/c$ auf ruhende Protonen. Berechnen Sie welche Schwerpunktsenergien so erreicht werden können.
- Angenommen es werden beim maximalen Strahlimpuls in der Antiproton-Proton-Annihilation $\Lambda\bar{\Lambda}$, $\pi^+\pi^-$ oder $\pi^0\pi^0$ erzeugt, deren Impulsvektoren entlang der Strahlachse liegen, in welcher Entfernung vom Interaktionspunkt zerfallen Teilchen und Antiteilchen jeweils im Mittel? Berechnen Sie dafür zunächst die Geschwindigkeit der Teilchen im Schwerpunktsystem $\pm\beta^{\text{cms}}$ und die Geschwindigkeit des Schwerpunktsystems $\beta_{\text{cms}}^{\text{lab}}$ im Laborsystem. Mittels der Formel $\beta_{\pm}^{\text{lab}} = \frac{\pm\beta^{\text{cms}} + \beta_{\text{cms}}^{\text{lab}}}{1 \pm \beta^{\text{cms}}\beta_{\text{cms}}^{\text{lab}}}$ lässt sich die Geschwindigkeit der Teilchen im Laborsystem berechnen.

3. Aufgabe: Erzeugung und Zerfall von Myonen (13 Punkte)

- Wie lassen sich Myonen im Experiment erzeugen? Nennen Sie zwei grundverschiedene Produktionsprozesse.
- Zeichnen Sie das dem Myon-Zerfall entsprechende Feynman-Diagramm (Beschriftung!).
- Welche anderen physikalisch möglichen Prozesse werden gemäß „crossing symmetry“ durch den gleichen Feynman-Graphen beschrieben?

4. Aufgabe: Yukawa-Teilchen (10 Punkte)

Verwenden Sie in Analogie zu Yukawas Vorgehen den Bohrschen Radius a_0 eines Wasserstoff-Atoms, um die Masse des Austausch-Teilchens der elektromagnetischen Wechselwirkung abzuschätzen. Schauen Sie auf der Internetseite des National Institute of Standards and Technology (<https://physics.nist.gov/cuu>) nach, wie genau der Wert experimentell bestimmt wurde. Wie lässt sich das Ergebnis mit Ihren Kenntnissen über die elektromagnetische Wechselwirkung vereinbaren?