

Ausgabe ab:	Mittwoch, 11. Juli
Abgabe bis:	Montag, 16. Juli
Besprechung:	Donnerstag, 19. Juli

## Übungsblatt 11

Die Aufgaben 3-5 sind so gestellt, wie Sie beispielsweise auch in der Klausur auftauchen könnten. Als Bonus gibt es auf diesem Aufgabenblatt bis zu 15 mögliche Punkte und nicht nur 10.

### Aufgabe 1

3 Punkte

Die Leistung, die ein relativistisch beschleunigtes Teilchen der Masse  $m$ , Ladung  $q$  und Energie  $E$  abstrahlt, ist:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{2}{3} \frac{q^2}{c} \gamma^6 \left[ \left( \frac{d\vec{\beta}}{dt} \right)^2 - \left( \vec{\beta} \times \frac{d\vec{\beta}}{dt} \right)^2 \right].$$

Zeigen Sie, dass ein auf einer Kreisbahn mit Radius  $R$  umlaufendes Teilchen mit Ladung  $q = e$  pro Umlauf die Energie

$$\Delta E [\text{MeV}] = 6.02 \cdot 10^{-15} \frac{\beta^3}{R [\text{m}]} \cdot \left( \frac{E}{mc^2} \right)^4$$

verliert. Hinweis:  $e^2/\hbar c = \alpha = 1/137$ ,  $\hbar c = 197 \text{ MeV fm}$

Berechnen Sie  $\Delta E$  für ein Proton mit  $E = 1 \text{ TeV}$  bei einem Radius von 1 km. Wie groß müsste der Radius eines Kreisbeschleunigers für Elektronen derselben Energie sein, damit pro Umlauf dieselbe Energie abgestrahlt wird?

### Aufgabe 2

3 Punkte

- Ein RICH-Detektor hat einen 1 cm dicken Radiator, der mit flüssigem Freon (Brechungsindex  $n = 1.22$ ) gefüllt ist. Der Abstand  $L$  zwischen dem Radiator und dem Photodetektor ist 9.5 cm.  
Wie groß sind die Schwellenimpulse, oberhalb derer Pionen bzw. Kaonen Čerenkovlicht erzeugen? Berechnen Sie die Größe der Radianringe in der Mitte des Radiators als Funktion des Impulses und stellen Sie diese Funktion im Bereich vom Pion-Schwellenimpuls bis 2 GeV graphisch dar.
- Ein mit  $\text{CO}_2$  gefüllter Čerenkovzähler soll zum Nachweis von  $\pi$ -Mesonen eingesetzt werden. Man beachte, dass die Suszeptibilität  $\chi = \epsilon - 1$  proportional zum Druck ist. Bei Normaldruck ist der Brechungsindex  $n = 1.00041$ .

Wie hoch muss der Druck sein, um Pionen oberhalb einer Energie von 5 GeV nachzuweisen? Ab welcher Energie erzeugen bei diesem Druck auch Kaonen Čerenkovlicht im Detektor?

### Aufgabe 3

3 Punkte

Erläutern Sie kurz den experimentellen Aufbau des Super-Kamiokande-Experiments. Welche Reaktionen wurden mit diesem Detektor nachgewiesen? Was ist das Resultat des Experiments

### Aufgabe 4

3 Punkte

$\Sigma$ -Teilchen sind Baryonen mit Strangeness  $-1$  und Isospin  $1$ . Wieviele Arten von  $\Sigma$ -Teilchen gibt es demnach und aus welchen Valenzquarks sind sie aufgebaut und welche Ladung haben sie? Begründen Sie Ihre Schlussfolgerung.

$\Sigma$ -Baryonen haben eine Masse von etwa  $1190 \text{ MeV}/c^2$ . Bestimmen und begründen Sie für jede Art von  $\Sigma$ -Baryonen, welches die dominanten Zerfallskanäle sind und über welche Wechselwirkung der Zerfall erfolgt. Welches der  $\Sigma$ -Teilchen hat die kürzeste Lebensdauer und weshalb?

### Aufgabe 5

3 Punkte

Überprüfen Sie, ob folgende Reaktionen möglich sind. Falls nicht, geben Sie den Grund an. Falls ja, benennen sie die dominante Wechselwirkung.

1.  $\pi^0 \rightarrow \gamma$
2.  $p\bar{p} \rightarrow \Lambda^0 K^+ \pi^- \bar{n}$
3.  $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^- \pi^0 \pi^0$
4.  $\tau^- \nu_\mu \rightarrow \nu_\tau \mu^-$
5.  $J/\psi \rightarrow \nu_e \bar{\nu}_e$