

Experimentalphysik VI – SS 2012 – Übungsblatt 10

Abgabe am 20.06.2011, Besprechung am 27.06.2011

Kontakt Irina Brodski, Irina.Brodski@math.uni-giessen.de

Präsenzaufgaben

Diskutieren sie folgende Fragen:

1. Wieso können Mesonen, im Gegensatz zu Baryonen, einzeln, d.h. ohne ihr jeweiliges Antiteilchen, erzeugt oder vernichtet werden?
2. In Theorien, die über das Standardmodell der elektroschwachen Wechselwirkung hinausgehen (z.B. Supersymmetrie), wird der Proton-Zerfall vorhergesagt. Welche Tatsache unterstützt die Vermutung, dass die Baryonenzahl verletzt sein könnte?
3. Überlegen Sie sich mögliche Zerfallskanäle für das Proton. Welche Quantenzahlen sind dabei jeweils verletzt bzw. erhalten?

Aufgabe 1 - Menschenversuche

In sogenannten "grand unified theories" wird der Zerfall des Protons vorausgesagt. Eine denkbare Zerfallsreaktion wäre $p \rightarrow \pi + \nu$. Eine untere Grenze für die Proton Zerfallswahrscheinlichkeit wird durch die Lebensdauer eines Menschen gegeben. Die im lebenden Organismus zerfallenden Protonen würden eine Strahlenbelastung durch die emittierten Teilchen erzeugen. Diese Strahlenbelastung darf natürlich die tödliche Dosis nicht überschreiten.

Gehen Sie von folgenden Annahmen aus:

- Ein Mensch habe 100 kg Masse und lebe 70 Jahre
- Die letale Strahlendosis beträgt ca. 3 Gray; nehmen Sie 1 Gray Bestrahlung durch den Protonzerfall an. ($1 \text{ Gray} = 1 \text{ Joule/kg} = 6.24 \cdot 10^{12} \text{ MeV/kg}$)
- Das Pion aus dem Protonzerfall habe eine Energie von $E_\pi \simeq 480 \text{ MeV}$; die Energiedeposition dE/dx beträgt $\simeq 2.2 \text{ MeV cm}^2 / \text{g}$ (Dichte: 1 g/cm^3), die mittlere Weglänge der Pionen 10 cm.

Machen Sie eine vernünftige Annahme über die Anzahl der Protonen im Menschen. Wieviele Protonen müssen zerfallen, damit der Mensch in 70 Jahren eine Strahlenbelastung von 1 Gray akkumuliert? Welcher Lebensdauer des Protons entspricht das? Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Alter des Universums (Particle Booklet).

(5 Punkte)

Aufgabe 2 - Struktur des Protons

Wie zeigen sich die folgenden Eigenschaften des Protons und seiner Substruktur im Experiment?

1. Das Proton ist kein punktförmiges Teilchen, sondern ein zusammengesetztes System.
2. Die Konstituenten des Protons sind punktförmige Spin-1/2-Teilchen.
3. Die Konstituenten besitzen drittel-zahlige elektrische Ladungen.
4. Neben diesen Konstituenten, den Valenzquarks, enthält das Proton auch Seequarks.
5. Die Quarks tragen neben der elektrischen Ladung Farbladungen. Dabei gibt es drei Farben.
6. Das Proton enthält neben Quarks auch Gluonen.

(5 Punkte)