

Experimentalphysik IV

Abzugeben am 15.06.2015

9. Übung

9.1

Die Lebensdauer des μ -Mesons wurde von Rasetti durch Messung der Zeitdifferenz Δt zwischen dem Einfallen des Mesons und dem Auftreten des beim Zerfall entstehenden Sekundärelektrons bestimmt. Hierfür ergibt sich $\Delta t \approx 2 \cdot 10^{-6}$ s. Aus Absorptionsmessungen an μ -Mesonen der kosmischen Strahlung muss man auf einen Zerfallsweg von etwa 20 km Länge schließen. Welches Massenverhältnis (Masse des bewegten Teilchens gegen Ruhemasse) folgt hieraus? Wie groß ist die Geschwindigkeit der μ -Mesonen?

9.2

- Ist die Kinetische Energie und die Gesamtenergie eines 1-GeV-Elektrons größer, kleiner als oder gleich den entsprechenden Werten eines 1-GeV-Protons?
- Geben Sie die Gesamtenergie eines 2.53-MeV-Elektrons an.
- Berechnen Sie den Betrag des Impulses p des Elektrons und geben Sie ihn in MeV/c an.

9.3

Das energiereichste Proton, das jemals in der auf der Erde ankommenden kosmischen Höhenstrahlung nachgewiesen wurde, hatte die erstaunlich hohe kinetische Energie von $3.0 \cdot 10^{20}$ eV, ausreichend um einen Teelöffel voll Wasser um mehrere Grad zu erwärmen.

- Geben Sie die Geschwindigkeit v und den Lorentz-Faktor γ des Protons an (jeweils relativ zum Detektor auf der Erdoberfläche).
- Wie lange dauert es (gemessen vom gemeinsamen Bezugssystem Erde/Milchstraße aus), bis das Proton unsere Galaxis einmal durchflogen hat? Der Durchmesser der Milchstraße beträgt $9.8 \cdot 10^4$ Lichtjahre.

9.4

Um das Zentrum der Galaxie M87 bewegen sich Gasnebel auf einer Bahn mit einem Radius von ungefähr 100 Lichtjahren. Das auf der Erde gemessene Lichtspektrum der einen Seite der Galaxie weist ein Maximum bei 499.8 nm, das der anderen Seite bei 501.6 nm auf.

- Welches Spektrum gehört zu dem Nebel, der sich auf die Erde zubewegt? Wie schnell bewegt sich das Gas relativ zur Erde und relativ zum Zentrum der Galaxie M87?
- Der Nebel umkreist das Zentrum der Galaxie infolge der Wirkung einer Gravitationskraft, hervorgerufen durch die Masse M des Zentrums. Geben Sie diese Masse in Vielfachen der Sonnenmasse $M_S = 1.99 \cdot 10^{30}$ kg an.