

Übungen Physik VI (Kerne und Teilchen)

Sommersemester 2010

Übungsblatt Nr. 2

Bearbeitung bis 29.04.2010

Aufgabe 1: Luminosität

Zur Zeit wird am CERN in Genf der pp -Speicherring LHC in Betrieb genommen. In dem 26.7 km langen Ring sollen in beiden Umlaufrichtungen 2808 Pakete (Bunches) von jeweils $1.1 \cdot 10^{11}$ Protonen gespeichert werden. Die Pakete kollidieren bei einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV auf einer Fläche mit einem effektiven Radius von $33 \mu\text{m}$. Wie groß ist die Luminosität? Wieviele Ereignisse erwartet man innerhalb eines Tages für eine Reaktion mit einem Wirkungsquerschnitt von 30 pb (Größenordnung des erwarteten Wirkungsquerschnitts für Higgsproduktion bei kleiner Higgsmasse)?

Aufgabe 2: De-Broglie-Wellenlänge

Welche kinetische Energie müssen Neutrinos ($m_\nu = 0$), Elektronen, Myonen oder Protonen haben, damit sie eine de-Broglie-Wellenlänge $\lambda = 2\pi\lambda = 1 \text{ fm}$ haben? Welche Energie haben Photonen mit einer Wellenlänge von 1 fm?

Aufgabe 3: Formfaktor

- a) Zeigen Sie, dass der Formfaktor für eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung $\rho(\vec{r}) = \rho(r = |\vec{r}|)$ durch

$$F(\vec{q}) = F(q) = 4\pi \int_0^\infty \rho(r) \frac{\sin(qr/\hbar)}{qr/\hbar} r^2 dr$$

gegeben ist. Dabei sei ρ auf 1 normiert: $\int \rho(\vec{r}) d^3r = 1$.

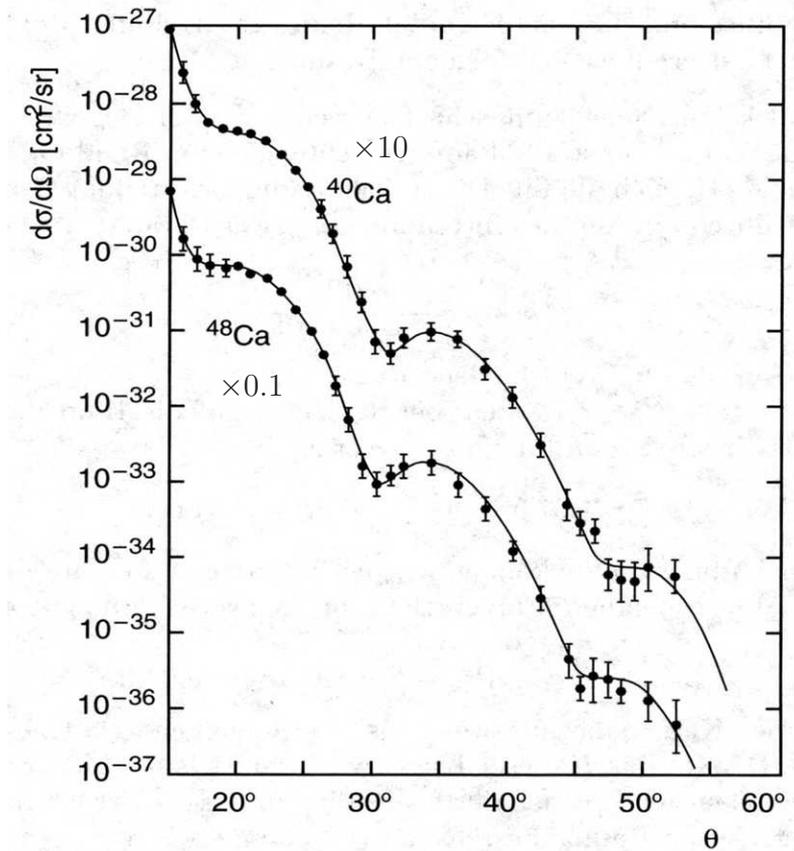
- b) Ein Kern kann in erster Näherung als homogen geladene Kugel mit Radius R betrachtet werden. Zeigen Sie, dass unter dieser Annahme der Formfaktor

$$F(q) = \frac{3}{x^3} \cdot (\sin x - x \cos x) \quad \text{mit} \quad x = \frac{qR}{\hbar}$$

ist.

- c) Berechnen Sie $F(q = 0)$
- d) Ermitteln Sie (graphisch oder numerisch) die ersten drei positiven Nullstellen von $F(x)$.

- e) In der Abbildung ist der gemessene Wirkungsquerschnitt für die Streuung von Elektronen mit einer Energie von $E = 750$ MeV an ^{40}Ca und ^{48}Ca in Abhängigkeit vom Streuwinkel aufgetragen. Welchen Streuwinkeln entsprechen die im vorigen Aufgabenteil ermittelten Nullstellen? Bestimmen Sie daraus den Kernradius R der beiden Isotope.



Aufgabe 4: Weizsäcker-Massenformel

- Bestimmen Sie analytisch aus der Weizsäcker-Massenformel die Ladungszahl Z des stabilsten Isobars in Abhängigkeit von A . Nehmen Sie dabei Z als kontinuierliche Variable an und vernachlässigen Sie die Paarungsenergie.
- Welche kinetische Energie wird frei, wenn ein ^{238}U -Kern symmetrisch in zwei identische Bruchstücke gespalten wird?
- Nehmen Sie an, dass jedes Bruchstück durch β -Zerfall weiter bis zum Massental hin zerfällt. Welches stabile Element wird erreicht und wieviel kinetische Energie wird insgesamt bei den β -Zerfällen frei?