

Übungen zu 'Kern- und Teilchenphysik I'

(H.-E.Mahnke, M.P.Heyn, R.Püttner)

Übung 10:

Aufgabe 34: Massenformel - α -Zerfall

Zeigen Sie an Hand der Massenformel, dass Kerne um $A=120$ in der „Talsole“ des Stabilitätstals (Z nahe bei dem Minimum der Masseparabel) gegenüber α -Zerfall stabil sind, Kerne um $A=200$ dagegen α -Teilchen emittieren können. (Die totale Bindungsenergie eines α -Teilchens beträgt $B(^4\text{He}) = 28.3 \text{ MeV}$).

(3 Punkte)

Aufgabe 35: Stoßkinematik

Ein Teilchen 1 stoße elastisch ein ruhendes Teilchen 2. Zeigen Sie, dass für nichtrelativistische Geschwindigkeiten maximal auf das Teilchen 2 die Energie

$E_2 = 4 E_1 m_2 / m_1$ für $m_1 \gg m_2$ bzw. $E_2 = 4 E_1 m_1 / m_2$ für $m_2 \gg m_1$ übertragen wird.

a) Wie groß ist demnach der maximale Energieübertrag (relativ) beim Stoß eines ^{12}C -Teilchens mit einem in Ruhe angenommenen Elektron?

b) Wie groß ist der maximale Energieübertrag beim Stoß von 3 MeV Elektronen mit Goldatomen (in Ruhe angenommen). (Beachte die Energie im Vergleich zur Ruhmasse!)

(4 Punkte)

Aufgabe 36: Rutherford-Streuung

a) Wie weit nähert sich ein α -Teilchen einem ^{208}Pb -Kern bei einem Streuwinkel von 60° bei Einschussenergien von 2 MeV bzw. 27 MeV?

b) Bei der höheren Energie (27 MeV, siehe Bild im Vorlesungsskript) beginnt mit weiter zunehmender Energie die Streuung der α -Teilchen von der Rutherford-Streuformel abzuweichen. Schätzen Sie den Radius von ^{208}Pb ab (Achtung: das α -Teilchen hat auch einen Radius). Wie groß ist bei diesem Radius das Coulomb-Potential? Welche maximale Rückstoßenergie bekommt das ^{208}Pb (beim Zentralstoß)?

(5 Punkte)

Aufgabe 37: Ladungsverteilung in Kernen (Formfaktor)

Berechnen Sie den Formfaktor für die Ladungsverteilung einer homogen geladenen Kugel und skizzieren Sie den Verlauf als Funktion des Arguments.

(Der Formfaktor ist die Fourier-Transformierte der Dichteverteilung $F = \int \rho(\mathbf{r}) \exp(i\mathbf{q}\mathbf{r}) d^3r$).

(3 Punkte)