

Übungsaufgaben, Blatt IX

Experimentalphysik IV, SoSe 2019

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern wenckst@uni-leipzig.de

Ausgabe: 03.06. 2019, 18:00 Uhr

Abgabe: 10.06. 2019, 12:00 Uhr

K03. Ein Strahl von α -Teilchen ($E_\alpha = 4,5 \text{ MeV}$, Strom $I = 1 \text{ nA}$) wird an einem Target bestehend aus einer $2 \mu\text{m}$ dicken Folie aus Gold ($Z = 79$, $A = 197$, $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$, molare Masse $M = 197 \text{ g/mol}$) mittels Rutherford-Streuung abgelenkt. Ein Detektor mit einer aktiven Fläche von 1 cm^2 ist im Abstand von 10 cm vom Target platziert.

(a) Berechnen Sie für die Winkel von 15° , 90° und 140° den differentiellen Wirkungsquerschnitt! **[3 Punkte]**

(b) Berechnen Sie für die Winkel von 15° , 90° und 140° die Anzahl der Teilchen, die pro Sekunde die aktive Fläche des Detektors erreicht. **[4 Punkte]**

K04. Ein Strahl von alpha-Teilchen mit kinetischer Energie von 5 MeV trifft auf eine dünne Folie aus ${}^9_4\text{Be}$. Mit einem Detektor wird bestimmt, wieviele alpha-Teilchen in den Winkelbereich von 60° bis 90° gestreut werden, mit einem weiteren wird gezählt, wieviele Teilchen in den Winkelbereich 90° bis 120° gestreut werden. Leiten Sie einen Ausdruck für das Verhältnis der Streuergebnisse her und bestimmen Sie das Verhältnis für die beiden Messungen!

Hinweis:

$$\Delta\sigma = \left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon E_{\text{kin}}} \right)^2 \pi \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{\cos(\theta/2) d\theta}{\sin^3(\theta/2)} = \left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon E_{\text{kin}}} \right)^2 [\csc^2(\theta_1/2) - \csc^2(\theta_2/2)]$$

mit

$$\csc(x) = \frac{1}{\sin(x)} \quad (\text{K4.1})$$

[3 Punkte]

K05. In einem NMR-Experiment wird die Absorption von eingestrahelter Hochfrequenzstrahlung beobachtet. Wenn die Frequenz gerade der Aufspaltung zwischen den Hyperfeinstrukturzuständen entspricht, die im Magnetfeld auftritt, steigt die Absorption stark an (Resonanz).

(a) Der Grundzustand von ${}^{191}\text{Ir}$ spaltet im Magnetfeld in 4 magnetische Unterzustände auf. Welchen Spin hat der Grundzustand? **[1 Punkte]**

(b) Bei einem Magnetfeld von $B = 1 \text{ T}$ beobachtet man die Resonanz bei 747 kHz . Berechnen sie daraus das magnetische Moment des Grundzustands. **[1 Punkte]**

- (c) Unter der Annahme, dass das ungerade Nukleon für das magnetische Moment verantwortlich ist, überlegen Sie, ob dies ein Neutron oder Proton ist und welches Orbital es besetzt ($\mu_{\text{exp}} = 0,147$). **[4 Punkte]**

K06. Zeigen Sie mit einfacher Abschätzung, dass sich im Atomkern keine Elektronen befinden können!

Hinweis: Setzen Sie die potenzielle Energie eines Elektrons, das sich im Abstand $r_0 = 2 \cdot 10^{-15}$ m um ein Proton bewegt, mit der kinetischen Energie des im Potenzialtopf der Breite $2r_0$ gebundenen Elektrons ins Verhältnis. Sind relativistische Effekte zu beachten?

[3 Punkte]

K07. In einem Heliumkern haben die Nukleonen voneinander einen mittleren Abstand von 10^{-14} m.

- Wie groß sind die abstoßenden elektrischen Kräfte zwischen zwei benachbarten Protonen?
- Wie groß ist die Gravitationskraft zwischen den Teilchen?
- Berechnen Sie die repulsive Coulombenergie der Protonen!

[3 Punkte]

Gesamt:

22 Punkte