

1. Alpha-Teilchen treffen auf eine **Goldfolie** der Dicke $d = 5 \mu\text{m}$. Ihre Dichte ist $\rho = 19,3 \text{ gcm}^{-3}$, und ihre molare Masse beträgt $M = 197 \text{ gmol}^{-1}$.

a) Man berechne die **Anzahl Goldatome je cm^3** , n_V , sowie die Anzahl n_F der Atome in **einem cm^2** der Folie. (*Lösung:* $n_V = 5,9 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$, $n_F = 2,95 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-2}$)

b) Wie groß ist die **Anzahl m der Streueignisse** für **Rutherford-Streuung** (Stossparameter $b \cong 9 \cdot 10^{-11} \text{ cm}$) im Vergleich zur **Thomson-Streuung** (Stossparameter $b \cong 10^{-8} \text{ cm}$)? Wieso ist der Stossparameter im Thomson-Modell wesentlich **größer** als im Rutherford-Modell? (*Lösung:* $m_R = 0,75$, $m_T = 9263$)

c) Man vergleiche bei der **Winkelauflösung $d\theta = 1^\circ$** die **relativen Streudaten** für **$(1,0 \pm 0,5)^\circ$** und **$(5,0 \pm 0,5)^\circ$** für das Thomson-Modell und das Rutherford-Modell. Für die **Thomson-Streuung** nehme man einen **mittleren Streuwinkel von $\bar{\theta} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$** an.

(*Lösung:* $[N(1,0 \pm 0,5)^\circ / N(5,0 \pm 0,5)^\circ]_{\text{Rutherford}} = 217,8$, $[N(1,0 \pm 0,5)^\circ / N(5,0 \pm 0,5)^\circ]_{\text{Thomson}} = 1,12 \cdot 10^7$)

2. Das Millikan-Experiment: Dieses klassische Experiment zur Bestimmung der Elementarladung beruht auf dem folgenden Prinzip: Kleine Öltröpfchen werden in den Innenraum eines Parallelplattenkondensators geblasen. Je nach ihrer Ladung und der elektrischen Feldstärke beginnen sie zu sinken, bzw. aufzusteigen, bis sie die Grenzgeschwindigkeit v erreichen. v ist in der Folge ein Maß für die Ladung eines Tröpfchens.

a) Welche Kräfte wirken allgemein, wenn das Experiment auf der Erdoberfläche und bei normalem Luftdruck durchgeführt wird.

b) Aus der Kräftebilanz berechne man die Grenzgeschwindigkeit v . Man verwende folgende Bezeichnungen: **Tröpfchenradius r** , **Tröpfchenladung q** , **Kondensatorspannung U** , **Plattenabstand d** , **Dichte des Öls ρ_0** , **Dichte von Luft ρ_L** , **Viskosität der Luft η** .

(*Lösung:* $4/3 \cdot \pi r^3 \rho_0 g = 4/3 \cdot \pi r^3 \rho_L g + 6\pi\eta r v + (qU)/d$)

c) Wie groß ist v für folgende Werte: **Tröpfchenradius $r = 10^{-4} \text{ cm}$** , **Tröpfchenladung $q = -3e$** , **Kondensatorspannung $U = 1000 \text{ V}$** , **Plattenabstand $d = 2 \text{ cm}$** (die obere Platte sei positiv geladen), **Dichte des Öls $\rho_0 = 0,8 \text{ gcm}^{-3}$** , **Dichte von Luft $\rho_L = 0,00129 \text{ gcm}^{-3}$** , **Viskosität der Luft $\eta = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$** (*Lösung:* $v = 2,59 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$)

3. Zweifach ionisierte Argon-Atome bewegen sich mit der Energie $E = 10^3 \text{ eV}$ durch ein magnetisches 60° -Sektorfeld.

→ Wie groß muß das Magnetfeld B sein, damit die Brennweite $f = 30 \text{ cm}$ beträgt? (*Lösung:* $B = 55,41 \text{ mT}$)

Hinweis: $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

4. Die elektrostatische Elektronenlinse: Das elektrische Potential entlang der Achse einer zylindersymmetrischen Elektronenlinse sei

$$\varphi(z) = \begin{cases} \varphi_0 & z < 0 \\ \varphi_0 + az^2 & 0 \leq z \leq z_0 \\ \varphi_0 + az_0^2 & z > z_0 \end{cases}$$

Elektronen treten mit der Geschwindigkeit $v_0 = \sqrt{\frac{2e\varphi_0}{m}}$ in die Linse ein.

→ Wie groß ist die Brennweite der Linse? (*Lösung:* $f = \frac{2\sqrt{\frac{\varphi_0}{a}}}{\ln\left[z_0 + \sqrt{\frac{\varphi_0}{a} + z_0^2}\right] - \ln\left(\sqrt{\frac{\varphi_0}{a}}\right)}$)