

Seminar zur Vorlesung Physik II für Naturwissenschaftler

Sommersemester 2024

Blatt 7

27.05.2024

Aufgabe 18 Wiederholungsaufgabe Maschenregel

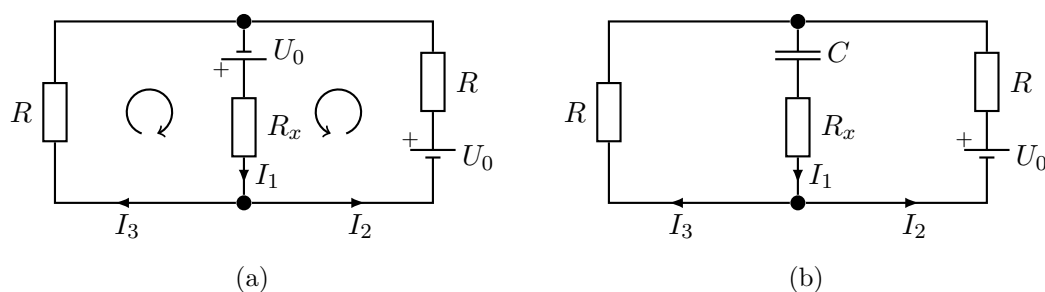


Abb. 1: Netzwerk mit drei Widerständen und zwei Spannungsquellen (a) bzw. mit einer Spannungsquelle und einem Kondensator (b).

Der Stromkreis aus Abb. 1a besteht aus zwei Spannungsquellen, die jeweils eine Spannung von $U_0 = 4\text{ V}$ liefern, zwei identischen ohmschen Widerständen $R = 6\,\Omega$ sowie einem Widerstand R_x .

- Stellen Sie mit den angegebenen Strömen und Maschen die Kirchhoffschen Regeln des Stromkreises auf. (1 Punkt)
- Berechnen Sie die drei Ströme I_i für $R_x = R/2$. Welchen Wert müsste der Widerstand R_x besitzen, damit der Strom I_3 verschwindet? (1 Punkt)

Wir ersetzen eine der Spannungsquellen durch einen zunächst ungeladenen Kondensator C (vgl. Abb. 1b).

- Skizzieren Sie die Ladung $Q(t)$ auf diesem Kondensator als Funktion der Zeit $t \geq 0$. Wie groß wird folglich beim Laden des Kondensators der Strom I_3 für $t \rightarrow \infty$?

Hinweis: Zur Beantwortung der Frage müssen Sie keine Kirchhoffschen Regeln aufstellen!

(1 Punkt)

Aufgabe 19 *Magnetfeld im H-Atom*

Im Bohr'schen Atommodell des H-Atoms (vgl. Aufgabe 1) bewegt sich ein Elektron ($q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) auf einer Kreisbahn mit dem Radius $R \approx 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ um den Kern. Die Geschwindigkeit des Elektrons auf dieser Kreisbahn wurde bereits in oben genannter Aufgabe berechnet, das Ergebnis war $v = \frac{c}{137}$.

- a) Bestimmen Sie für diese Kreisbewegung des Elektrons eine sinnvolle mittlere Stromstärke I . (1 Punkt)
- b) Berechnen Sie damit die Magnetfeldstärke B am Ort des Kerns. (1 Punkt)

Aufgabe 20 *Ablenkung von Teilchen im Magnetfeld*

Ein Proton, das sich mit einer Geschwindigkeit von $v = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ in einem feldfreien Gebiet bewegt, tritt unter einem Winkel $\alpha = 30^\circ$ in ein homogenes Magnetfeld $B = 1 \text{ T}$ ein, siehe Abb. 2.

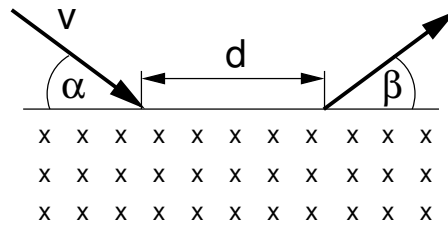
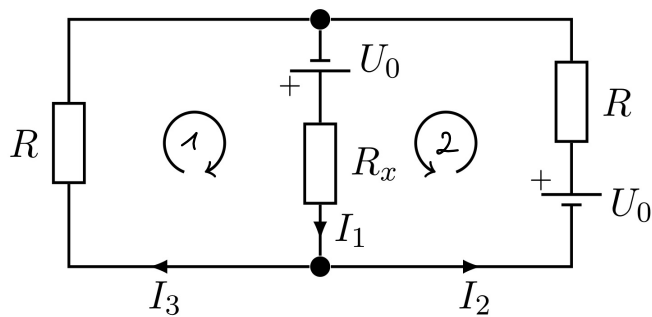


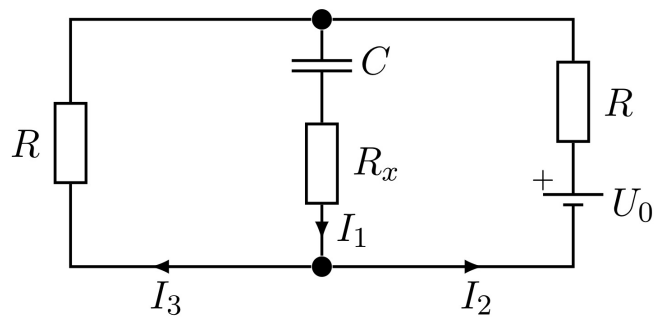
Abb. 2: Proton im Magnetfeld.

- a) In welchem Abstand d verlässt das Proton das Magnetfeld? Wie groß ist der Austrittswinkel β ? (1 Punkt)
- b) Durch Zusammenstöße mit anderen Teilchen verringert sich der Betrag der Geschwindigkeit des Protons. Wird der Abstand d dadurch größer oder kleiner? Wie ändert sich der Austrittswinkel β ? (1 Punkt)

Aufgabe 18: Wiederholungsaufgabe Maschenregel



(a)



(b)

$$U_0 = 4V, R = 6\Omega$$

a)

$$KR: I_1 = I_2 + I_3$$

$$MR_1: U_0 - (I_1 R_x) - (I_3 R) = 0$$

$$MR_2: U_0 - (I_1 R_x) + U_0 - (I_2 R) = 0$$

b) ① $R_x = \frac{R}{2}$

$$\leadsto MR_1: U_0 - \frac{1}{2} I_1 R - I_3 R = 0 \quad | -I_3 R \quad | : R$$

$$\frac{U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 = I_3$$

$$MR_2: 2U_0 - \frac{1}{2} I_1 R - I_2 R = 0 \quad | +I_2 R \quad | : R$$

$$\frac{2U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 = I_2$$

$$I_1 = \frac{2U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 + \frac{U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 \quad | +I_1 \quad | : 2$$

$$\underline{\underline{I_1}} = \frac{2U_0}{2R} + \frac{U_0}{2R} = \frac{3}{2} \frac{U_0}{R} = \frac{3}{2} \frac{4V}{6\Omega} = \underline{\underline{1A}}$$

$$\underline{\underline{I_3}} = \frac{U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 = \frac{4V}{6\Omega} - \frac{1}{2} A = \underline{\underline{\frac{1}{6} A}}$$

$$\underline{\underline{I_2}} = \frac{2U_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 = \frac{8V}{6\Omega} - \frac{1}{2} A = \underline{\underline{\frac{5}{6} A}}$$

②

$$I_3 = 0 \sim I_1 = I_2$$

$$MR_1: U_0 - (I_1 R_x) - (I_3 R) = 0$$

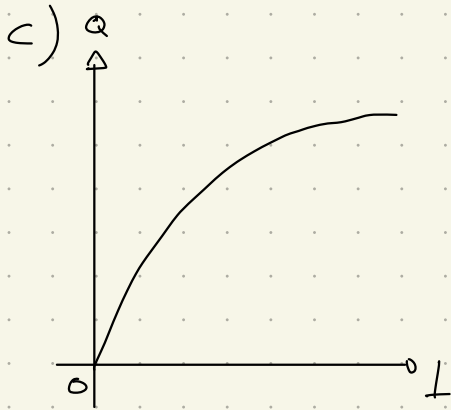
$$MR_2: U_0 - (I_1 R_x) + U_0 - (I_1 R) = 0$$

$$\Rightarrow MR_1: U_0 - I_1 R_x = 0 \sim \underline{\underline{R_x}} = \frac{U_0}{I_1} = \frac{4V}{\frac{2}{3}A} = \underline{\underline{6\Omega}}$$

$$MR_2: 2U_0 - I_1 R_x - I_1 R = 0$$

$$\Leftrightarrow 2U_0 - I_1 \left(\frac{U_0}{I_1} \right) - I_1 R = 0$$

$$U_0 - I_1 R = 0 \sim \underline{\underline{I_1}} = \frac{U_0}{R} = \frac{4V}{6\Omega} = \underline{\underline{\frac{2}{3}A}}$$



... ?

Aufgabe 19: Magnetfeld im H-Atom

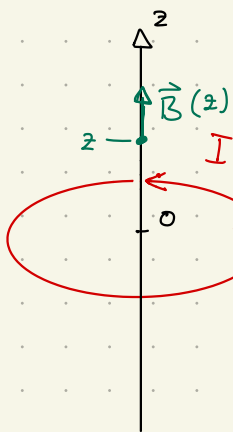
$$q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$R = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}, \quad v = \frac{c}{137}$$

a) ?

b)

Aus der Vorlesung:



$$A = \pi r^2$$

$$|\vec{B}(z)| = B(z) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \pi r^2}{(z^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}} \quad z \gg r \quad \approx \quad \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{z^3}$$

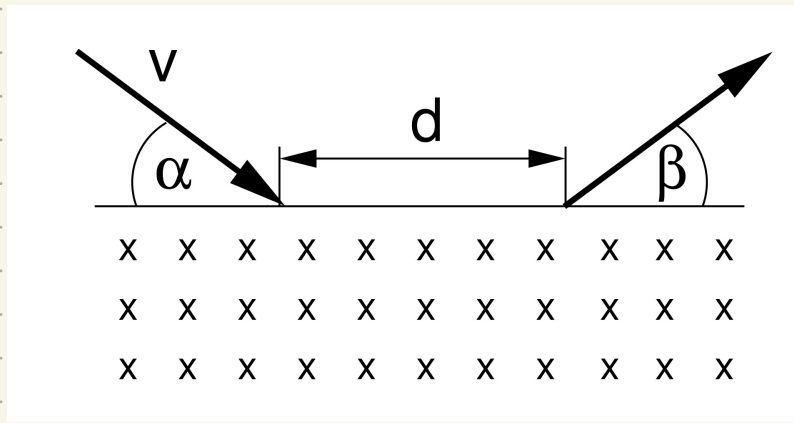
mit magn. Dipolmoment $m = I \cdot A = I \cdot \pi r^2$

$$\text{hier: } z=0 \quad \leadsto \quad \underline{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I \pi r^2}{r^3} = \underline{\underline{\frac{\mu_0}{2} \frac{I}{r}}}$$

$$(r^2)^{\frac{3}{2}} = r^{2 \cdot \frac{3}{2}}$$

... a) fehlt

Aufgabe 20: Ablenkung von Teilchen im Magnetfeld



$$v = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$B = 1 \text{ T}$$

$$m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$a) \quad \underline{R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{m_p v}{e B} = \frac{1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ T}} \approx \underline{\underline{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}}}$$

... ?

$$b) \quad \text{Für } v' < v \Rightarrow R' < R$$
$$\Rightarrow d \text{ wird kleiner und } \beta \text{ dafür größer}$$