

1. Wenn man eine **Batterie** mit der unbekanntem Spannung U und dem Innenwiderstand $R_i = 0 \Omega$ mit dem Widerstand R verbindet, so fließt der Strom $I_1 = 4 \text{ A}$. Wenn man zu R einen 10Ω -Widerstand *in Serie* schaltet, so fließt der Strom $I_2 = 3 \text{ A}$.

- a) Wie groß sind der Widerstand R und die Batteriespannung U ? (*Lösung*: $R = 30 \Omega$, $U = 120 \text{ V}$)
 b) Wieviele Experimente sind zur Bestimmung dieser Werte nötig, wenn man auch einen endlichen Innenwiderstand R_i der Batterie berücksichtigen will?

2. Ein Elektron bewege sich mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = v_0 \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ in einem homogenen Magnetfeld

$$\vec{B} = B_0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ durch den Ursprung.}$$

- a) Beschreiben Sie die Bahn des Elektrons.

- b) Wie ändert sich die Bahn des Elektrons, wenn zusätzlich das elektrische Feld $\vec{E} = E_0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, angelegt wird?

- c) Welche der folgenden Größen des Elektrons bleiben in den beiden Fällen a) und b) erhalten: $v_x, v_y, v_z, |\vec{v}|, \vec{p}, |\vec{p}|, E_{\text{kin}}$?

- d) Berechnen Sie für die Schraubenbahn, welche das Elektron in Punkt a) beschreibt, den Bahnradius r und die Steighöhe Δz für $|\vec{v}_0| = 10^7 \text{ m/s}$ und $B = 100 \text{ mT}$. (*Lösung*: $r = 0,464 \text{ mm}$, $\Delta z = 2,06 \text{ mm}$)

3. **Das Wiensche Geschwindigkeitsfilter:** Mit Hilfe eines Wienschen Geschwindigkeitsfilters sollen aus einem Strahl geladener Teilchen mit verschiedenen Geschwindigkeiten jene Teilchen herausgefiltert werden, welche eine bestimmten **Geschwindigkeit** v_0 aufweisen. Zur Verfügung stehen ein **homogenes \vec{E} -Feld** sowie ein **homogenes \vec{B} -Feld**.

Das \vec{E} -Feld wird durch einen **Kondensator** (Plattenabstand $D = 9 \text{ mm}$, $U = 36 \text{ V}$) erzeugt, das \vec{B} -Feld durch ein **Helmholtz-Spulenpaar** (Windungszahl für eine Spule: $N = 80$, Durchmesser $d = 150 \text{ mm}$).

- a) Wie müssen \vec{E} und \vec{B} zueinander liegen und wie müssen die Teilchen in den Kondensator eingeschossen werden, damit sich das Wiensche Geschwindigkeitsfilter realisieren lässt?
 b) Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung aus Spulen und Kondensator an.
 c) Leiten Sie die Filterbedingung für konstantes v_0 allgemein her.
 d) Wie groß sind \vec{E} , \vec{B} und I für $v_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$? (*Lösung*: $I = 1,39 \text{ A}$, $B = 1,33 \text{ mT}$, $E = 4 \text{ kV}\cdot\text{m}^{-1}$)

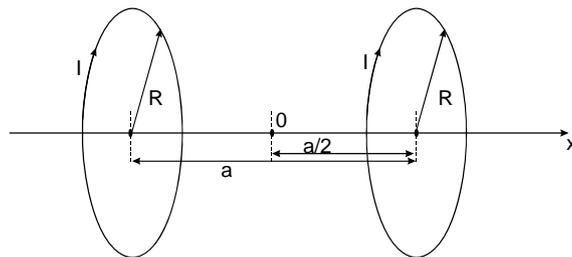
Bitte Seite wenden!

4. Man bestimme das **Magnetfeld H** sowie die **magnetische Induktion B** im Abstand $l = 5 \text{ cm}$ von einem sehr dünnen, unendlich langen, geraden Leiter, durch den der Strom $I = 5 \text{ A}$ fließt.
(Lösung: $H = 15,92 \text{ Am}^{-1}$)

5. **Quadratische Stromschleife:** Gegeben sei eine **quadratische** Stromscheife mit der **Seitenlänge a** , welche von einem **Strom der Stärke I** durchflossen wird:

- a) Berechnen Sie mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetzes den **Betrag der magnetischen Feldstärke B** im **Mittelpunkt** der Schleife.
b) Vergleichen Sie diesen mit dem Betrag der magnetischen Feldstärke im Mittelpunkt einer **kreisförmigen** Stromschleife mit dem **Durchmesser a** , welche vom **gleichen Strom I** durchflossen wird. (Lösung: $B_{\text{Kreis}} / B_{\text{Quadrat}} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}}$)

6. **Helmholtz-Spulenpaar:** Eine Anordnung aus zwei dünnen, **gleichsinnig vom Strom I** durchflossenen Spulen wird Helmholtz-Spulenpaar genannt. Sie dient zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes im Raum zwischen den beiden Spulen. In der idealisierten Form besteht das System aus zwei **kreisförmigen Stromschleifen (Radius R) im Abstand a** (siehe Skizze).



- a) Man berechne allgemein den Betrag der magnetischen Feldstärke entlang der x -Achse in dem in der Skizze gegebenen Koordinatensystem.
b) In welchem Abstand müssen sich (bei konstantem R) die Stromschleifen befinden, damit das magnetische Feld entlang der x -Achse möglichst homogen ist? (Lösung: $a = R$)

Hinweis: Ein Maß für die Homogenität des Magnetfeldes ist die zweite Ableitung der Feldstärkefunktion im Punkt $x = 0$. Je kleiner diese ist, desto homogener ist das Feld.