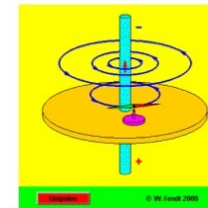


Magnetfeld gerader Leiter

2. Zwei parallele, im Abstand von 10 cm verlaufende gerade Leiter werden in entgegengesetzter Richtung von den Strömen $I_1 = 15 \text{ A}$ und $I_2 = 25 \text{ A}$ durchflossen. Berechnen Sie die magnetische Feldstärke B in einem Punkt in der von den Leitern aufgespannten Ebene, der a) von beiden Leitern gleich weit entfernt ist, b) 2 cm von Leiter 1 und 8 cm von Leiter 2 entfernt ist, c) 2 cm von Leiter 1 und 12 cm von Leiter 2 entfernt ist. d) Bestimmen Sie, in welchen Punkten die magnetische Feldstärke null ist.



$I_1 = 15 \text{ A}$ $I_2 = 25 \text{ A}$

a) $B = B_1 + B_2$
 $= \mu_0 \cdot \left(\frac{I_1}{2\pi r_1} + \frac{I_2}{2\pi r_2} \right)$
 $= \mu_0 / 2\pi \cdot \left(\frac{I_1}{r_1} + \frac{I_2}{r_2} \right)$
 $= 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

b) $B = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

c) $B = B_1 - B_2$
 $= \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_1}{r_1} - \frac{I_2}{r_2} \right) = 1,08 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

d) $\frac{I_1}{r_1} - \frac{I_2}{r_2} = 0$ $r_2 - r_1 = 10 \text{ cm}$
 $\Rightarrow r_1 = \frac{15}{25} r_2$ $r_2 = 10 \text{ cm} + r_1$
 $= 0,6 r_2 = 0,6 (10 \text{ cm} + r_1)$
 $\Rightarrow 0,4 r_1 = 6 \text{ cm} \Rightarrow r_1 = 15 \text{ cm} \Rightarrow r_2 = 25 \text{ cm}$



$$qE = qvB$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$b) B = \frac{E}{v}$$

$$= \frac{U_c}{d v} = 274 \text{ mT}$$

$$v = \sqrt{2 \frac{q}{m} 3 \text{ keV}}$$

$$\approx 758 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$2.2. \quad \frac{mv^2}{r} = qvB'$$

$$B' = \frac{mv}{r q} = 16 \text{ mT}$$

$$2.3. \quad U = 69 \text{ kV}$$

$$2.4. \quad B = \mu_0 \frac{n}{l} I$$

$$n = \frac{B l}{\mu_0 I} = 120000$$

Kombinierte elektrische und magnetische Felder *Mit gekreuzten E- und B-Feldern lassen sich geladene Teilchen gezielt in eine Richtung lenken bzw. beschleunigen und untersuchen.*

In einem Demonstrationsversuch zum Wien-Filter werden Protonen in einer Röhre mit 3 kV beschleunigt. Am Kondensator (Plattenabstand $d=5\text{cm}$) des Geschwindigkeitsfilters liegt die Spannung $U_c=10\text{kV}$.

- Erklären Sie die Wirkungsweise des Wien-Filters.
- Ermitteln Sie die magnetische Feldstärke B, welche die Protonen unabgelenkt passieren lässt.

Hinter dem Wien-Filter befindet sich nun ein Bereich, der von einem magnetischen Feld der Stärke B' durchsetzt ist, dessen Feldlinien parallel zu B verlaufen.

- Berechne die magnetische Feldstärke B' , die nötig ist, um das Proton auf eine (Halb-) Kreisbahn mit dem Durchmesser 0,5 m zu zwingen (damit die Ausmaße des Gerätes auf Tischgröße beschränkt werden können).

Nun möchte man schnellere Protonen untersuchen. Dazu beschleunigt man sie vor Eintritt in den Wienfilter mit einem Zyklotron. In diesem ist der maximale Krümmungsradius der Bahnkurve von geladenen Teilchen $R=0,8\text{m}$. Die magnetische Feldstärke beträgt $B_z=1,5\text{T}$ (Index „z“, damit keine Verwechslung mit B aus 2.1. auftritt).

- Ermitteln Sie die Potentialdifferenz (= Spannung), die die Protonen in einem elektrischen Feld durchlaufen müssten, um dieselbe Endgeschwindigkeit wie in dem Zyklotron zu erhalten.
- Wenn die Spule, die das Magnetfeld B_z erzeugt, nicht länger als 1 m und der Strom, der durch sie fließt, nicht größer als 10 A sein soll, braucht die Spule welche Windungszahl?

<-- 27.4.2012