

# Grundaufgaben

## elektrisches und magnetisches Feld

### Coulomb'sches Gesetz

Zwischen zwei negativen Punktladungen im Vakuum ( $Q_1 = 10^{-3}\text{C}$  ;  $Q_2 = 10^{-10}\text{C}$ ) wirkt eine elektrische Anziehungskraft mit der Stärke 8,99 N.

- a) In welchem Abstand befinden sich die beiden Punktladungen?
- b) Berechnen Sie die Anzahl der Elektronen, die auf  $Q_2$  vorhanden sind!

### Feldstärke / Flussdichte

Ein Plattenkondensator hat eine Spannung von 5 kV bei einem Plattenabstand von 10 cm und einer Plattenfläche von je  $420\text{ cm}^2$ . Zwischen den Platten befindet sich nichts. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $E$  zwischen den Kondensatorplatten!

Eine Spule mit 10 cm Länge,  $4\text{ cm}^2$  Querschnittsfläche und 1500 Windungen wird bei 12 Volt angelegter Spannung von 545 Milliampere elektrischem Strom durchflossen. Vergleichen Sie die Flussdichte des Magnetfeldes in ihrem Inneren mit der Flussdichte in der Nähe eines Dauermagneten, welche  $10^{-2}\text{T}$  beträgt!

Wie viel elektrischer Strom müsste durch einen einfachen geraden Leiter fließen, damit dieser in 1 cm Abstand dieselbe magnetische Flussdichte erzeugt wie die Spule aus dem Beispiel zuvor?

### Kräfte im Feld

Auf welche Geschwindigkeit kommt ein Elektron, wenn es in einem elektrischen Feld eine Beschleunigungsspannung von 220 V durchläuft?

Welche Kraft wirkt auf einen vom Strom  $I = 5\text{ A}$  durchflossenen Leiter, wenn sich dieser auf einer Länge von 10 cm in einem Magnetfeld der Stärke  $10^{-2}\text{T}$  befindet?

Welche Kraft wirkt auf Elektron, wenn sich dieses mit 1000 km/h senkrecht in ein Magnetfeld der Stärke  $10^{-2}\text{T}$  hineinbewegt? Berechnen Sie den Radius der Kreisbahn, die das Elektron durchlaufen würde!

### Erklären Sie

Eigenschaften der Felder / Teilchenbeschleuniger und Detektoren / Induktionsvorgänge

## Lösungen der Grundaufgaben elektrisches und magnetisches Feld

### Coulomb'sches Gesetz

$$F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{F_c}} = \sqrt{\frac{10^{-3} \text{ C} \cdot 10^{-10} \text{ C}}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 8,99 \text{ N}}} = \underline{\underline{0,009999 \text{ m}}}$$

$$n = \frac{Q_2}{e} = \frac{10^{-10} \text{ C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \underline{\underline{6,2 \cdot 10^8}}$$

### Feldstärke / Flussdichte

$C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,042 \text{ m}^2}{0,1 \text{ m}} = 3,71 \cdot 10^{-12} \text{ F}$ $E = \frac{U}{d} = \frac{5000 \text{ V}}{0,1 \text{ m}} = 50000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$	Die Kapazität ist zwar nicht gefragt, aber wer weiß ...
$B_s = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{\ell} = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{0,545 \text{ A} \cdot 1500}{0,1 \text{ m}} = 0,0103 \text{ T}$ $\frac{B_D}{B_s} = \frac{0,01 \text{ T}}{0,0103 \text{ T}} = 0,973$	Das Magnetfeld des Dauermagneten ist ungefähr gleich stark (oder ca. 3% schwächer).
$B_s = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi r} \rightarrow I = \frac{B_s \cdot 2\pi r}{\mu_0} = \frac{0,0103 \text{ T} \cdot 2\pi \cdot 0,01 \text{ m}}{1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} = 514 \text{ A}$	Selbst gefundene Druckfehler bitte bis zum Abschlussball aufheben und dort an der Bar einlösen ...

### Kräfte im Feld

$W = Q \cdot U = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 220 \text{ V} = 3,5244 \cdot 10^{-17} \text{ J} \quad (W \rightarrow E_{\text{kin}})$ $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,5244 \cdot 10^{-17} \text{ J}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = \underline{\underline{8,8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \approx 2,9\% \cdot c$	Als Q und m werden hier die Ladung und die Masse eines Elektrons benötigt. Siehe Tafelwerk!
$F_L = I \cdot \ell \cdot B = 5 \text{ A} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 10^{-2} \text{ T} = 0,005 \text{ N}$	
$F_L = Q \cdot v \cdot B = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 277,78 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10^{-2} \text{ T} = 4,45 \cdot 10^{-19} \text{ N} \quad (F_L \rightarrow F_{\text{rad}})$	
$F_{\text{rad}} = m \cdot \frac{v^2}{r} \rightarrow r = m \cdot \frac{v^2}{F} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \frac{(277,78 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{4,45 \cdot 10^{-19} \text{ N}} = 15,8 \text{ cm}$	