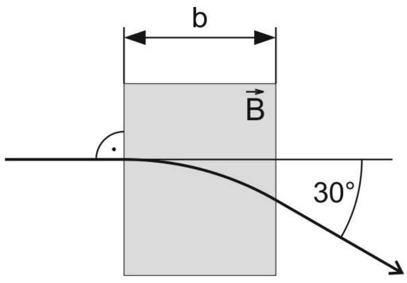
Gymnasium

# 2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

**Zeitbedarf: 120 min**

## 1. Bewegung von Elektronen im Magnetfeld




Elektronen eines $\beta$ – Strahlers treten, wie nebenstehend skizziert, senkrecht zu den Feldlinien in ein räumlich begrenztes, homogenes Magnetfeld $\vec{B}$ der Breite $b = 3{,}8\text{ cm}$ ein, werden dort kreisförmig abgelenkt und verlassen unter 30° das Magnetfeld.

a) Bestimmen Sie in nebenstehender Skizze zunächst zeichnerisch den Mittelpunkt M der Kreisbahn, den die Elektronen im Magnetfeld beschreiben.

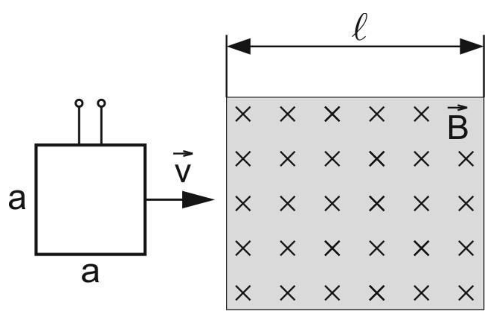
Berechnen Sie den Radius dieser Kreisbahn.

b) Tragen Sie die Richtung der magnetischen Feldlinien in die Skizze ein.

Begründen Sie kurz, warum das Magnetfeld keinen Einfluss auf den Betrag der Elektronengeschwindigkeit hat.

c) Berechnen Sie nichtrelativistisch die Geschwindigkeit der Elektronen, für eine magnetische Flussdichte von $2{,}3\text{ mT}$.

## 2. Bewegte Leiterschleife im Magnetfeld




Eine flache, quadratische Spule (Kantenlänge a) wird mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 2{,}0\text{ cm/s}$ durch ein scharf begrenztes, zeitlich konstantes Magnetfeld hindurchbewegt. Die Spulenfläche $A = a^2$ steht dabei senkrecht zu den Feldlinien von $\vec{B}$. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ taucht die rechte Seite der Spule in das Magnetfeld ein.

<u>Daten der Spule</u>: $N = 15$; $a = 3{,}0\text{ cm}$; $R = 5{,}0\ \Omega$

<u>Daten des Magnetfelds</u>: $B = 0{,}20\text{ T}$; $\ell = 8{,}0\text{ cm}$

a) Erstellen Sie ein Diagramm, das den magnetischen Fluss $\Phi$ der Spule in Abhängigkeit von der Zeit t für das Intervall $0 \le t \le 6{,}0\text{ s}$ darstellt. Wählen Sie einen geeigneten Maßstab und ermitteln Sie die erforderlichen Werte.

b) (I) Geben Sie die Zeitintervalle an, in denen in der Spule eine Spannung induziert wird.

(II) Berechnen Sie die Induktionsspannung an den Anschlussdrähten im ersten Zeitintervall.

(III) Berechnen Sie die Stromstärke im ersten Zeitintervall. Die Spule ist dabei kurzgeschlossen.

# 2. Physikschulaufgabe

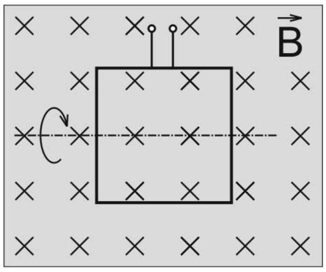
Klasse 11

c) Die kurzgeschlossene Spule sei nun zur Hälfte in das Magnetfeld eingetaucht. Skizzieren Sie diese Situation in einem größeren Maßstab und tragen Sie alle an der (bewegten) Spule angreifenden Kräfte sowie die Stromrichtung ein.

d) Warum muss im Zeitintervall $0 \leq t \leq 1{,}5\ \text{s}$ zur Aufrechterhaltung der konstanten Geschwindigkeit $\vec{v}$ auf die Spule eine konstante Kraft $\vec{F}_{Zug}$ ausgeübt werden?

e) Zeigen Sie in einer allgemeinen Herleitung, dass für den Betrag der Zugkraft die Gleichung $F_{Zug} = \frac{(N \cdot a \cdot B)^2}{R} \cdot v$ gilt und berechnen Sie $F_{Zug}$.

In einem zweiten Versuch befinde sich die Spule vollständig im Magnetfeld und rotiere um eine Achse in $\vec{v}$ – Richtung senkrecht zu den magnetischen Feldlinien (vgl. Skizze).




f) Berechnen Sie die Frequenz f, mit der die Rotation erfolgen muss, damit in der Spule eine Scheitelspannung von 1,0 V induziert wird.
Eine Herleitung der Gleichung ist nicht verlangt.

## 3. Schwingkreis

Ein Kondensator von $1000\ \mu\text{F}$ und eine Spule bilden einen Schwingkreis in einer Oszillatorschaltung. Eine ungedämpfte Schwingung wird beobachtet. Der zeitabhängige Zustand der Ladung am Kondensator wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$Q(t) = 3{,}0 \cdot 10^{-2}\,\text{As} \cdot \cos\left(12{,}57\ \frac{1}{\text{s}} \cdot t\right)$$

a) Bestimmen Sie die Frequenz und die Periodendauer der Schwingung.

b) Wie groß ist die Induktivität der Spule?

c) Mit welcher Spannung wurde der Kondensator aufgeladen?

d) Wie groß ist die Gesamtenergie des Schwingkreises?

e) Ermitteln Sie die Gleichung für $I(t)$.

f) Berechnen Sie einen Zeitpunkt, an dem die Beträge der elektrischen und magnetischen Energie gleich groß sind.