

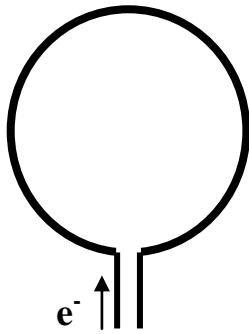
### 3. Musterklausur

**Achte auf die Darstellung und vergiss nicht:** Geg., Ges., Ansatz, Formeln, Einheiten, Rundung ...!

**Angaben:**  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$      $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$      $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$      $v_{\text{Licht}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$      $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

#### Aufgabe 1) ( 6 Punkte)

a) Zeichne die magnetischen Feldlinien in der Umgebung der gezeigten Leiteranordnungen ein.



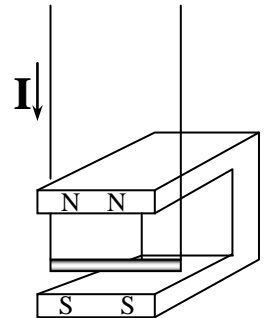
b) Die rechte Spule habe einen Durchmesser von 10 cm, 10 Windungen und sei 50 cm lang. Wie groß ist die Flussdichte in ihrer Mitte, falls sie von 6,3 A durchflossen wird?

**Aufgabe 2) (10 Punkte)** In der nebenstehenden Skizze hängt ein 50 mm langer Leiter in einem homogenen Magnetfeld.

a) Erkläre genau, warum der Leiter sich bewegt, sobald er von Elektronen durchflossen wird und in welche Richtung die Bewegung erfolgt.

b) Bei einer Stromstärke von 2,5 A erfährt der Leiter eine Kraft von 3,5 mN. Berechne daraus die Flussdichte im homogenen Bereich des Magnetfeldes.

c) Die Leiterschaukel hat eine Masse von 15 g und hängt an dünnen, 50 cm langen Drähten, die du als masselos betrachten kannst. Leite (mit Skizze) eine Formel her, mit der du die Auslenkung des Leiters berechnen kannst. Berechne die Auslenkung, falls sie eine Kraft von 3,5 mN erfährt.



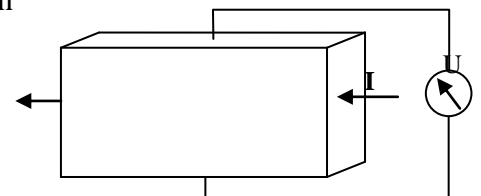
#### Aufgabe 3) ( 9 Punkte)

Durch ein Halbleiterplättchen (10 mm x 5,0 mm x 1,0 mm) lässt man gemäß Skizze den Strom  $I = 30 \text{ mA}$  fließen. Sobald ein homogenes, in die Papierebene zeigendes Magnetfeld  $B = 50 \text{ mT}$  das Halbleiterplättchen durchsetzt, zeigt das Voltmeter die Spannung  $U = 1,8 \text{ mV}$  an.

a) Erkläre diese Beobachtung und gib die Polung der Spannung an.

b) Wie heißt das beschriebene Phänomen und wozu wird es häufig benutzt?

c) Berechne die Geschwindigkeit der Elektronen. (Formel dazu herleiten!)



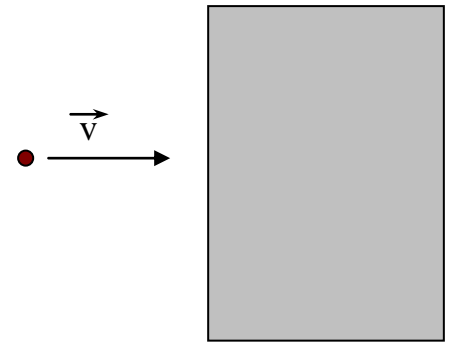
Bitte wenden!

**Aufgabe 4** (7 Punkte) Im grau eingefärbten Bereich existiert ein Magnetfeld mit  $B = 200 \text{ mT}$ , das in die Papierebene hinein zeigt und nach rechts, oben und unten beliebig weit ausgedehnt ist.

Ein Proton fliegt von links kommend mit  $v = 2,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  in dieses Feld.

Wo, und wie schnell verlässt es das Feld wieder?

Bitte die nötigen Formeln gründlich herleiten.

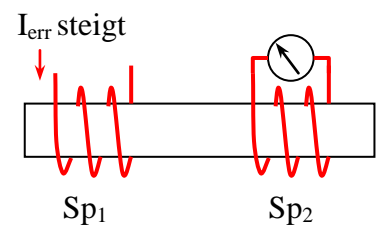


**Aufgabe 5** (11 Punkte) Zwei Spulen sind auf einen Eisenkern ( $20 \text{ cm} \times 2,0 \text{ cm} \times 2,0 \text{ cm}$ ) gesteckt.

a) Begründe genau, warum in  $Sp_2$  eine Spannung induziert wird, sobald sich die Stromstärke in  $Sp_1$  ändert.

b) Die Flussdichte im Eisenkern steigt innerhalb von  $2 \text{ s}$  gleichmäßig von  $0$  auf  $300 \text{ mT}$  an. Berechne die Spannung, die in  $Sp_2$  induziert wird, falls sie  $18\,000$  Windungen besitzt.

c) Gib mit ausführlicher und aussagekräftiger Begründung die Polung der Induktionsspannung an,

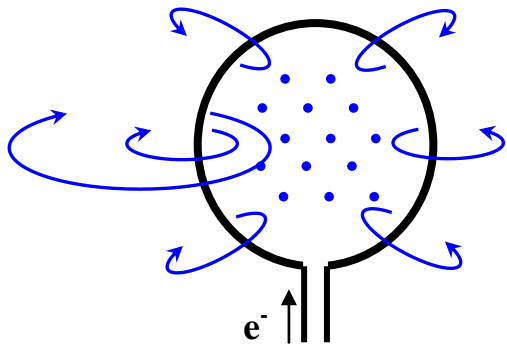


Schau dir auch noch weitere Übungsaufgaben zur Induktion und zur Erzeugung von Wechselspannung an!

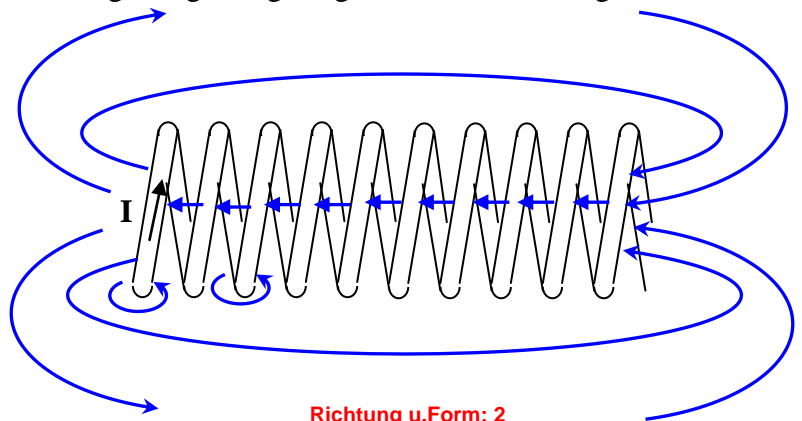
# Lösungen zu K3-2010-NT

## Aufgabe 1) (6 Punkte)

- 3 a) Zeichne die magnetischen Feldlinien in der Umgebung der gezeigten Leiteranordnungen ein.



Richtung u.Form: 1



Richtung u.Form: 2

- 3 b) Die rechte Spule habe einen Durchmesser von 10 cm, 10 Windungen und sei 50 cm lang. Wie groß ist die Flussdichte in ihrer Mitte, falls sie von 6,3 A durchflossen wird?

Geg.:  $n/l = 20 \text{ 1/m}$ ,  $I = 0,89 \text{ A}$ ,  $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

Ges.:  $B$  1

Lsg.: Es handelt sich um eine lange Spule, für die gilt:

$$B = \mu_0 \cdot n/l \cdot I \quad 1$$

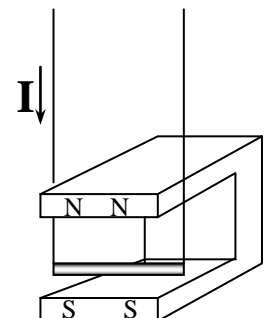
$$\underline{B = 0,16 \text{ mT}} \quad 1$$

**Aufgabe 2) (10 Punkte)** In der nebenstehenden Skizze hängt ein 50 mm langer Leiter in einem homogenen Magnetfeld.

- 2 a) Erkläre genau, warum der Leiter sich bewegt, sobald er von Elektronen durchflossen wird und in welche Richtung die Bewegung erfolgt.

Jedes Elektron erfährt, sofern es sich im Magnetfeld bewegt die Lorentzkraft. Da viele Elektronen gleichzeitig fließen erfährt der Leiter die Summe aller Lorentzkräfte. 1

Richtung: In den Magneten hinein! (RHR) 1



- 3 b) Bei einer Stromstärke von 2,5 A erfährt der Leiter eine Kraft von 3,5 mN. Berechne daraus die Flussdichte im homogenen Bereich des Magnetfeldes.

Geg.:  $I = 2,5 \text{ A}$ ,  $F = 3,5 \text{ mN}$ ,  $s = 0,050 \text{ m}$  0,5

Ges.:  $B$

Lsg.:  $F = B \cdot I \cdot s$  1

$\Rightarrow B = F / (I \cdot s) = 0,028 \text{ T}$  1

$B = 28 \text{ mT}$  0,5

- 5 c) Die Leiterschaukel hat ein Masse von 15 g und hängt an dünnen, 50 cm langen Drähten, die du als masselos betrachten kannst. Leite (mit Skizze) eine Formel her, mit der du die Auslenkung des Leiters berechnen kannst. Berechne die Auslenkung, falls sie eine Kraft von 3,5 mN erfährt.

Geg.:  $m = 15 \text{ g}$ ,  $l = 0,5 \text{ m}$ ,  $F = 3,5 \text{ mN}$ ,

Ges.:  $s$

Herleitung:

Aus Skizze erkennt man:

$s / l' = F / F_G$  1

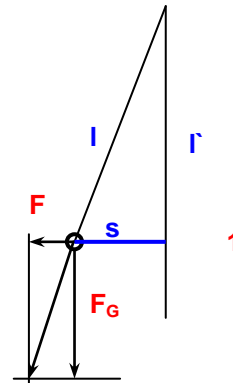
$\Rightarrow s = l' \cdot F / (m \cdot g)$

Für kleine Auslenkungen ist  $l = l'$  1

$\Rightarrow s = l' \cdot F / (m \cdot g)$  q.e.d. 1

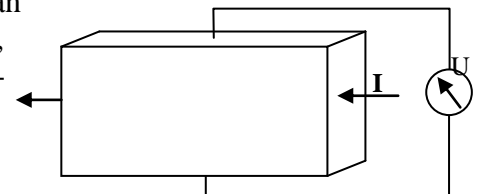
$s = 1,783 \text{ cm}$

$s = 1,8 \text{ cm}$  (kleine Auslenkung)  $\Rightarrow$  Näherung ist gerechtfertigt. 1



**Aufgabe 3)** ( 9 Punkte)

Durch ein Halbleiterplättchen (10 mm x 5,0 mm x 1,0 mm) lässt man gemäß Skizze den Strom  $I = 30 \text{ mA}$  fließen. Sobald ein homogenes, in die Papierebene zeigendes Magnetfeld  $B = 50 \text{ mT}$  das Halbleiterplättchen durchsetzt zeigt das Voltmeter die Spannung  $U = 1,8 \text{ mV}$  an.



- 3 a) Erkläre diese Beobachtung und gib die Polung der Spannung an.

Die Elektronen bewegen sich nach rechts und erfahren daher eine Lorentzkraft nach unten. Daher ergibt sich unten ein Elektronenüberschuss, oben ein Elektronenmangel was bedeutet, dass zwischen den beiden Anschlüssen eine Spannung anliegt. Oben: Pluspol, unten Minuspol.

1 b) Wie heißt das beschriebene Phänomen und wozu wird es häufig benutzt?  
**Der Effekt Flussdichten. heißt Halleffekt und man nutzt ihn zur Messung von magnetischen**

5 c) Berechne die Geschwindigkeit der Elektronen. (Formel dazu herleiten!)

Geg.:  $h = 10 \text{ mm}$ ,  $I = 30 \text{ mA}$ ,  $B = 50 \text{ mT}$ ,  $U = 1,8 \text{ mV}$

Ges.:  $v$

Lsg.: Die Elektronen bewegen sich so lange nach unten, bis das entstehende el. Feld so stark wird, dass

$$F_{el} = F_L \quad 1$$

$$e \cdot E = B \cdot e \cdot v \quad 2$$

$$e \cdot U/h = B \cdot e \cdot v \quad 1$$

$$v = U / (h \cdot B)$$

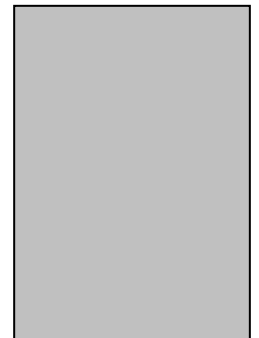
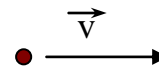
$$\underline{v = 3,6 \text{ m/s}} \quad 1$$

**Aufgabe 4** ( 7 Punkte) Im grau eingefärbten Bereich existiert ein Magnetfeld mit  $B = 200 \text{ mT}$ , das in die Papierebene hinein zeigt und nach rechts, oben und unten beliebig weit ausgedehnt ist.

Ein Proton fliegt von links kommend mit  $v = 2,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  in dieses Feld.

Wo, und wie schnell verlässt es das Feld wieder?

Bitte die nötigen Formeln gründlich herleiten.



Geg.:  $v = 2,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ,  $B = 200 \text{ mT}$ ,  $m_p$ ,  $e$

Ges.:  $r$ ,  $v_2$ ,  $t$

Lsg.:

Die Geschwindigkeit ändert sich nicht, d. h. sie bleibt  $2,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ . 1

Ber. des Radius.:

$$F_L = F_z \quad 1$$

$$B \cdot e \cdot v = m \cdot v^2 / r \quad 2$$

$$B \cdot e = m \cdot v / r$$

$$r = m \cdot v / (B \cdot e) \quad \underline{13,0 \text{ cm}} \quad 1$$

Ablenkung nach unten => Halbkreis **nach unten**. 1

**Ergebnis: Das Proton verlässt das Feld 26 cm oberhalb der Einschussstelle.** 1

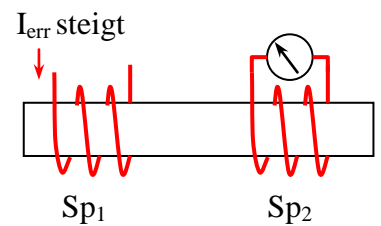
3 **Aufgabe 5** (11 Punkte) Zwei Spulen sind auf einen Eisenkern (20 cm x 2,0 cm x 2,0 cm) gesteckt.

a) Begründe genau, warum in Sp2 eine Spannung induziert wird, sobald sich die Stromstärke in Sp1 ändert.

Durch die Änderung der Stromstärke ändert sich die Flussdichte im Eisenkern und damit der Fluss. 1

Diese Flussänderung erfolgt auch in Sp2. 1

Da nach dem Induktionsgesetz jede Flussänderung in einer Spule von einem rotierenden el. Feld umgeben ist, dies die Elektronen antreibt und damit für eine Spannung sorgt, entsteht die Induktionsspannung. 1



4 b) Die Flussdichte im Eisenkern steigt innerhalb von 2 s gleichmäßig von 0 auf 300 mT an. Berechne die Spannung, die in Sp2 induziert wird, falls sie 18 000 Windungen besitzt.

Geg.:  $\Delta B / \Delta t = 150 \text{ mT/s}$ ,  $A = 4 \text{ cm}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $n_2 = 18\,000$

Ges.:  $U_{\text{ind}}$

Lsg.:  $U_{\text{ind}} = n_2 \cdot \Delta \Phi / \Delta t = n_2 \cdot A \cdot \Delta B / \Delta t = 1,08 \text{ V}$

$U_{\text{ind}} = 1,1 \text{ V}$  1 Vorzeichen nicht gefordert!

4 c) Gib mit ausführlicher aussagekräftiger Begründung die Polung der Induktionsspannung an,

Begründung über das Lenzsche Gesetz:

- Der Strom durch Sp1 erzeugt ein steigendes B-Feld nach rechts. 1
- Der Induktionsstrom in Sp2 ist bestrebt, seiner Ursache (=st. Feld) 1 entgegen zu wirken. D. h. er macht ein Feld nach links.
- Damit das möglich ist, müssen die Elektronen vor dem Eisenkern nach unten fließen. 1
- Es entsteht also rechts vom Voltmeter Elektronenüberschuss (Minuspole) und links davon Elektronenmangel (Pluspole) 1