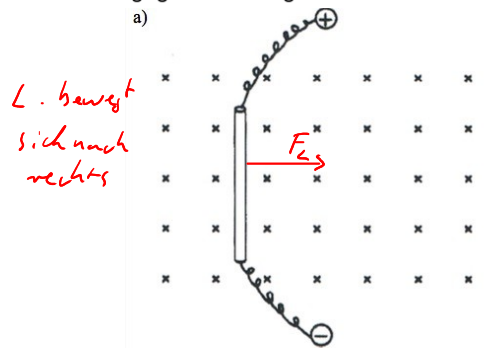


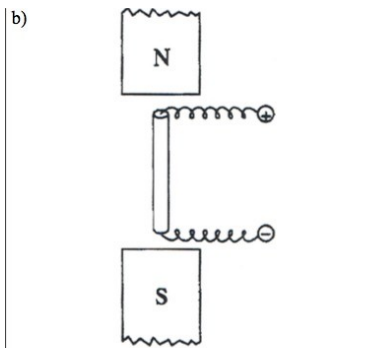
1.1. Geben Sie den Wortlaut der Drei-Finger-Regel für die Lorentzkraft wieder, mit deren Hilfe man die Richtung der magnetischen Kraft auf einen geraden stromdurchflossenen Leiter in einem homogenen Magnetfeld bestimmen kann.

$$F_L = l \cdot I \cdot B$$

1.2. Finden Sie mit dieser Regel dann jeweils die Richtungen der magnetischen Kräfte auf die im Folgenden skizzierten Leiter und beschreiben Sie kurz das Verhalten der (stromdurchflossenen) Leiter im angegebenen Magnetfeld.

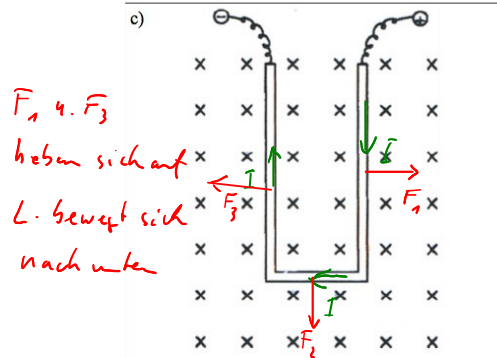


L. bewegt sich nach rechts

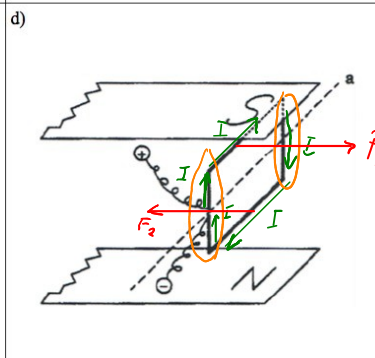


$$B \parallel I \Rightarrow F_L = 0$$

Es passiert nichts.



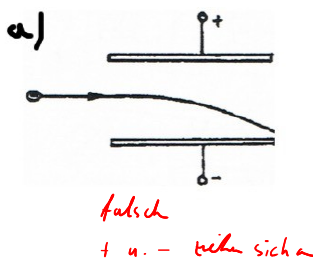
F_1 u. F_3 heben sich auf
L. bewegt sich nach unten



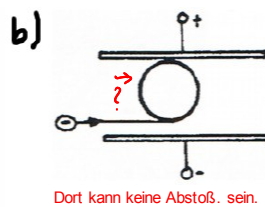
$$0: B \parallel I \Rightarrow F_L = 0$$

F_1 u. F_2 bewirken eine Rotation um 90°

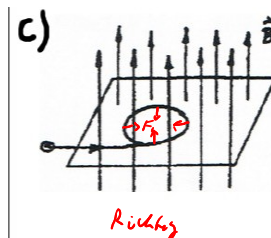
1.3. Man betrachte die Bewegung freier Ladungen in magnetischen oder elektrischen Feldern. Notieren Sie jeweils, ob die Skizze richtig oder falsch ist. Geben Sie jeweils eine kurze stichwortartige Begründung an.



falsch
+ u. - ziehen sich an



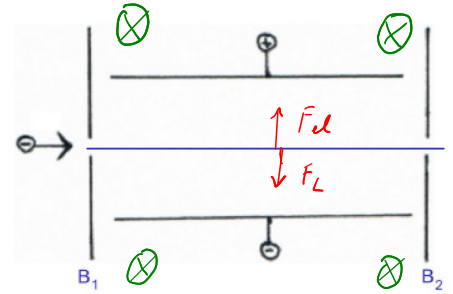
Dort kann keine Abstoß. sein.



Richtig

1.4. Ein Elektron mit der Geschwindigkeit $v=2,0 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ soll die Blenden B_1 , B_2 und das elektrische Feld zwischen den Platten des Plattenkondensators ($U=1000 \text{ V}$, $d=4 \text{ cm}$) unabgelenkt passieren. Hierfür wird dem elektrischen Feld ein homogenes Magnetfeld gleicher Ausdehnung überlagert.

- a) Zeichnen Sie in der nebenstehenden Abbildung ein, wie die magnetischen Feldlinien verlaufen müssen, damit die Elektronen nicht abgelenkt werden.
 b) Welchen Betrag muss die magnetische Feldstärke haben, damit das Elektron gerade durchfliegt?



$(q=e)$

$$F_e = F_L \Leftrightarrow eE = e \cdot v \cdot B$$

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

und $E = \frac{U}{d}$

$$\Rightarrow B = \frac{U}{d \cdot v} = \frac{1000 \text{ V}}{0,04 \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}} = \underline{\underline{1,25 \text{ mT}}}$$

Magnetfelder von Leitern und Spulen

2.1. Zwei parallele, im Abstand von 20 cm verlaufende gerade Leiter werden in entgegengesetzter Richtung von den Strömen $I_1=25 \text{ A}$ und $I_2=30 \text{ A}$ durchflossen.

- a) Erstellen Sie eine aussagekräftige Skizze inklusive der Feldlinien der von den beiden Strömen erzeugten B-Felder.

S. Tafelbild vom 28.11.2022

- b) Berechnen Sie die magnetische Feldstärke B in einem Punkt in der von den Leitern aufgespannten Ebene, der

- i) von beiden Leitern gleich weit entfernt ist, $B = \mu_0 / 2\pi \cdot \left(\frac{25 \text{ A}}{0,1 \text{ m}} + \frac{30 \text{ A}}{0,1 \text{ m}} \right) = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ T}$
 ii) 12 cm von Leiter 1 und 8 cm von Leiter 2 entfernt ist, $\dots = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ T}$
 iii) 5 cm von Leiter 1 und 25 cm von Leiter 2 entfernt ist, $B = \mu_0 / 2\pi \cdot \left(\frac{30 \text{ A}}{0,25 \text{ m}} - \frac{25 \text{ A}}{0,05 \text{ m}} \right) = -7,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
 iv) Bestimmen Sie, in welchen Punkten die magnetische Feldstärke null ist.

2.2. $\frac{30 \text{ A}}{r_1 + 0,2 \text{ m}} - \frac{25 \text{ A}}{r_1} = 0 \Rightarrow r_1 = 1 \text{ m} \Rightarrow r_2 = 1,2 \text{ m}$

- a) Wie groß ist die magnetische Feldstärke in einer 60 cm langen, mit Luft gefüllten Spule mit 1000 Windungen beim Erregerstrom 0,2 A? $B_{\text{Luft}} = B = \mu_0 \cdot n \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am} \cdot \frac{1000}{0,6 \text{ m}} \cdot 0,2 \text{ A} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$
 b) Wie groß wird sie, wenn man die Spule mit Eisen (relative Permeabilität $\mu_r=1000$) ausfüllt? $B_{\text{Eisen}} = \mu_r \cdot B_{\text{Luft}} = 0,42 \text{ T}$

2.3. In einer Spule ($\mu_r=1$) mit 800 Windungen, einer Länge von 5 cm und einem Widerstand von $R=45 \Omega$ soll ein magnetisches Feld der Stärke $B=12 \text{ mT}$ erzeugt werden.

Welche Spannung muss an die Spule angelegt werden?



$$\Rightarrow U = R \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{U}{R} \Leftrightarrow R = \frac{U}{I}$$

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I = \mu_0 \cdot n \cdot \frac{U}{R}$$

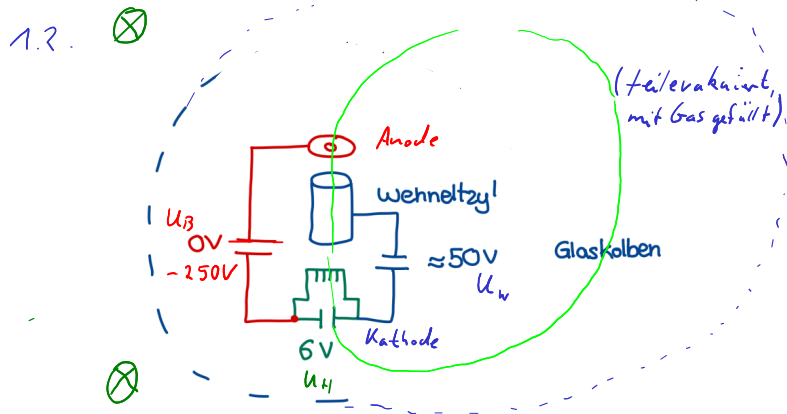
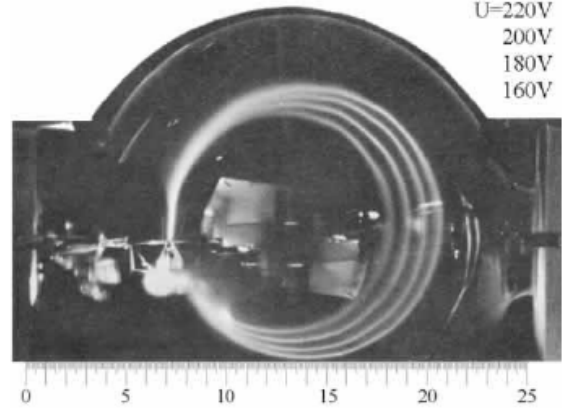
ges.: U

ges.: B, μ_0, n, R

$$U = \frac{B \cdot R \cdot l}{\mu_0 \cdot n} = \underline{\underline{27 \text{ V}}}$$

Im Folgenden sind die Felder als räumlich getrennt zu betrachten: Im Fadenstrahlrohr werden Elektronen zunächst in einem elektrischen Feld beschleunigt und dann in einem magnetischen Feld auf eine Kreisbahn gezwungen.

- 1.2. Erstellen Sie ein klares vollständiges Schnittbild der Versuchsanordnung, aus dem auch die elektrische Beschaltung hervorgeht. Erläutern Sie die Anordnung knapp.
- 1.3. Leiten Sie eine Beziehung her, die es gestattet, die Masse der Elektronen aus Messgrößen des Versuches zu bestimmen.
- 1.4. Die magnetische Feldstärke bei dem auf dem Bild dargestellten Versuch war $B=0,74 \text{ mT}$. Bestimmen Sie mit Hilfe des Bildes durch Auswahl eines geeigneten Kreises die spezifische Ladung der Elektronen und berechnen Sie die Elektronenmasse.



\otimes homogenes Magnetfeld (Helmholtzspulenpaar)

U_H : Heizsp. $\Rightarrow e^-$ „dampfen aus“
 U_B : e^- werden zur Anode beschl.
 U_w : e^- -Strahl wird fokuss.
 e^- verlassen das E -Feld durch das Loch in d. Anode und werden durch B -Feld auf Kreisbahn gezwungen

- 1.3. gemessen werden: U_B (U_H, U_w), d , I ($\Rightarrow B$), e ist bekannt („Millikan-Exp.“)
 Kreisbahn: F_L wirkt als F_z (die nötig ist, um einen Körper auf eine Kreisbahn zu zwingen)
 $\Leftrightarrow F_L = F_z$
 $\Leftrightarrow e v B = m \frac{v^2}{r}$ alles außer v bekannt