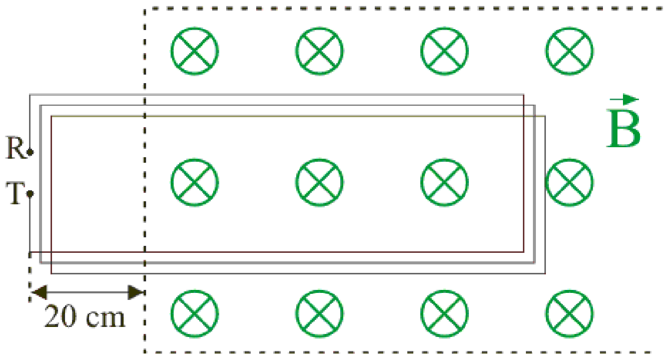
Übungsaufgaben

1. Eine rechteckige Spule (Länge 80 cm, Breite 30 cm) mit 10 Windungen ist auf einem Wagen gelagert, der sich in der Zeichenebene reibungsfrei bewegen kann. Ein Teil der Spulenfläche wird senkrecht von einem homogenen, begrenzten Magnetfeld durchsetzt. Die nebenstehende Skizze zeigt die Sicht von oben. Zunächst wird der Wagen festgehalten.



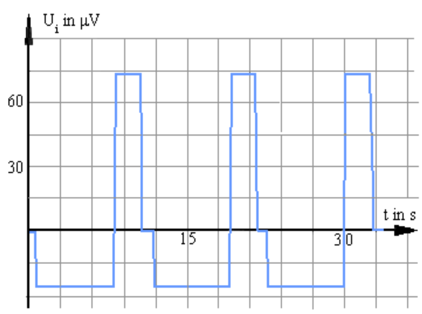
a) Die magnetische Flussdichte B steigt im Zeitintervall 0 bis 4,0 s linear von 0 bis 0,80 T an. Berechnen Sie für dieses Zeitintervall die zwischen den Spulenenden R und T auftretende Induktionsspannung U_{ind}.

b) Die Spulenenden R und T sind nun leitend verbunden, der Wagen wird immer noch festgehalten. Die magnetische Flussdichte ändert sich wie in Teilaufgabe 2a. Wie groß ist die Stromstärke während des Anwachsens der Flussdichte, wenn die Spule den Widerstand 2,0 Ω besitzt? Begründen Sie, dass sich die Elektronen im Uhrzeigersinn bewegen.

c) Nun wird der Wagen nicht mehr festgehalten. Die Experimente aus 2a und 2b werden wiederholt. Begründen Sie, dass sich am Ergebnis von Teilaufgabe 2a nichts ändert. Welche Beobachtung erwarten Sie für das Experiment mit dem Aufbau von Teilaufgabe 2b (R und T leitend verbunden)?

2. Beim Versuch zur "*Induktion durch Flussänderung*" hatte der Strom durch die Feldspule den im rechten Bild dargestellten Verlauf. Die maximale Stromstärke beträgt 0,8 A.

a) Berechnen Sie die maximale Flussdichte B_0 der zylinderförmigen Feldspule, wenn diese N_F = 240 Windungen und eine Länge von l_F = 31 cm hat.

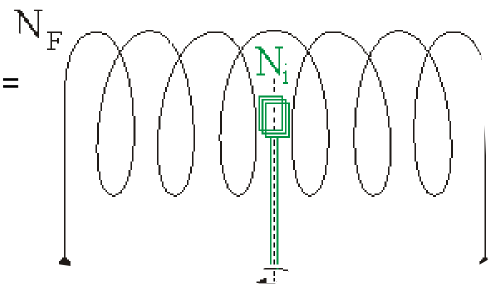


b) Die bei dem Versuch hat die in der Feldspule befindliche zylinderförmige Induktionsspule die Windungszahl N_i = 60 und einen Radius von r = 3,5 cm. Berechnen Sie den maximalen magnetischen Fluss durch die

Induktionsspule und die sich einstellende Induktionsspannung während der Stromanstiegszeit von ca. 7,0 s (Stromabfallzeit 3 s). Vergleichen Sie mit dem experimentell ermittelten Verlauf der Induktionsspannung.

3. a) Eine 50 cm lange luftgefüllte Zylinderspule mit 1000 Windungen wird von einem Strom der Stärke 2,5 A durchflossen.
   Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Feldstärke im Innenraum der Spule.
   b) Im Innenraum einer langgestreckten luftgefüllten Spule der Länge 50cm, durch die ein Strom der Stärke 40 mA fließt, herrscht ein magnetisches Feld mit der Feldstärke 1,2mT. Berechne n Sie die Zahl der Windungen der Spule.
   c) Eine luftgefüllte zylindrische Spule mit dem Radius 3cm und 40 Windungen wird von einem Strom der Stärke 4,2 A durchflossen. Dabei herrscht im Innenraum der Spule ein Feld mit der magnetischen Feldstärke $8{,}44 \cdot 10^{-4}$ T. Berechnen Sie die Länge der Spule.
   d) Der Betrag der magnetischen Feldstärke im Innenraum einer luftgefüllten stromdurchflossenen Zylinderspule von 50cm Länge und mit 3000 Windungen soll den Wert $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ T haben. Berechnen Sie die dazu erforderliche Stromstärke.

4. Das homogene Magnetfeld im Inneren einer langen Feldspule (Windungszahl N_F = 1200; Länge l = 30cm) hat die Flussdichte 5,0mT. Dort befindet sich eine drehbar gelagerte Induktionsspule



(Windungszahl N_i = 200; Querschnittsfläche A = 25cm^2), wobei Drehachse der Induktionsspule und Feldspulenachse zueinander senkrecht sind (siehe Abbildung).

a) Berechnen Sie die Stromstärke in der Feldspule.
b) Beim Einschalten des Feldstroms stehen die Querschnittsflächen der Spulen senkrecht aufeinander. Ergibt sich hierbei eine Wirkung auf die Induktionsspule? Geben Sie eine kurze Begründung.
c) Nun soll durch Drehung der Induktionsspule eine sinusförmige Wechselspannung mit dem Effektivwert U_{eff} = 25 mV erzeugt werden. Wählen Sie hierzu für die Zeit t = 0 eine geeignete Anfangsstellung der Induktionsspule und leiten Sie den Term für die induzierte Spannung $U_i(t)$ her. Berechnen Sie damit die Drehfrequenz.

5. Im Inneren einer langgestreckten, zylinderförmigen Feldspule (l_1 = 750 mm, N_1 = 1460, A_1 = 45,0 cm^2) befindet sich eine Induktionsspule (l_2 = 105 mm, N_2 = 200, A_2 = 20,25 cm^2), deren Enden mit einem Spannungsmessgerät verbunden sind. Beide Spulenachsen sind zueinander parallel.

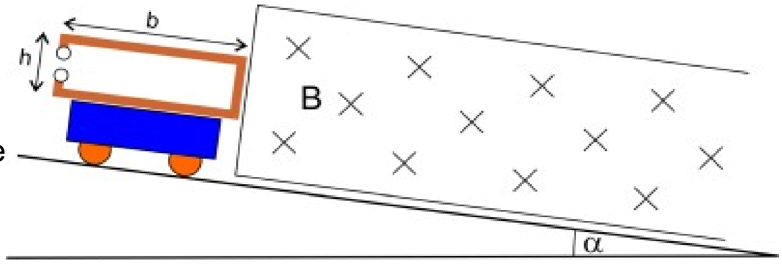
a) Erläutern Sie jeweils ausführlich, welche Wirkungen folgende zwei Experimente in der Induktionsspule hervorrufen:
   i) Durch die Feldspule fließt ein sinusförmiger Wechselstrom.
   ii) In der Feldspule fließt ein Gleichstrom konstanter Stärke, während die Induktionsspule in Richtung ihrer Spulenachse im Inneren der Feldspule hin und her bewegt wird.

Durch die Feldspule fließt nun ein Gleichstrom der Stärke I = 3,0 A.

b) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte B im Inneren der Feldspule. [Kontrolle: B = 7,3 mT]

c) Die Feldspule wird innerhalb von 0,50 Sekunden auf die doppelte Länge auseinander gezogen, wobei die Induktionsspule ihre Form und Position beibehält. Begründen Sie, weshalb in der Induktionsspule eine Spannung induziert wird. Berechnen Sie den Wert dieser Induktionsspannung.

Physik-Klausur Nr.2 LK



1. Die Masse des Wagens samt Spule beträgt 200g. Die rechteckige Spule hat 1000 Windungen. Die Höhe der Spule beträgt h = 5,0 cm; die Spulenachse liegt parallel zum Magnetfeld. Jegliche Reibung ist zu vernachlässigen. Das Magnetfeld des Hufeisenmagneten ist scharf begrenzt mit der Flussdichte B = 160 mT. Der Neigungswinkel der schiefen Ebene ist $\alpha = 5°$.

a) Beschreiben Sie kurz den durchgeführten Versuch. Fertigen Sie eine Versuchsskizze an. (Versuchsaufbau von der Seite)

b) Durch das Anlegen einer geeigneten Stromstärke zwischen den Spulenenden ist es möglich, den Wagen in der Ausgangsstellung (siehe Skizze) zu halten. Berechnen Sie diese Stromstärke, und geben Sie ihre Polung an.

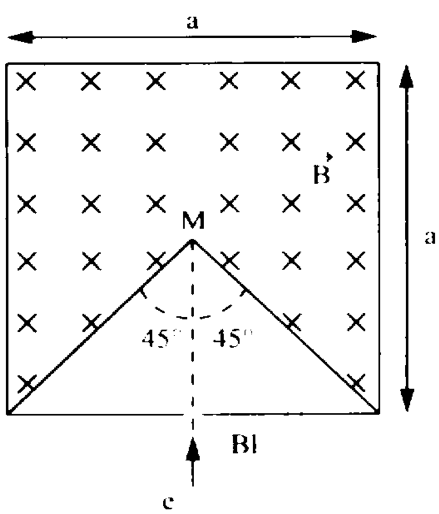
c) Nun liegt an der Spule liegt keine äußere Spannung an. Die Spulenenden sind außerdem nicht miteinander verbunden. Zur Zeit t = 0 beginnt die Spule ohne Anfangsgeschwindigkeit in das Magnetfeld einzutauchen. Geben Sie für den Zeitraum, in dem die Spule noch nicht vollständig in das Magnetfeld eingetaucht ist, die induzierte Spannung U_{ind} in Abhängigkeit von der Zeit an.

2. a) Geben Sie die Maxwell-Gleichungen an mit einer kurzen Beschreibung ihrer Bedeutung.

b) Leiten Sie mit Hilfe der Maxwell-Gleichungen die magnetische Flussdichte für eine stromdurchflossene Spule her.

3. a) In einem bestimmten Gebiet des interstellaren Raumes gibt es freie Elektronen ($E_{kin} = 1{,}6 * 10^{-16}$ J), die sich auf Kreisbahnen mit dem Radius r = 25 km bewegen. Wie groß ist ihre Geschwindigkeit und wie hoch ist die Magnetflussdichte B?

b) In einem Zyklotron wird zur Beschleunigung von Protonen die Frequenz 10 MHz benötigt. Berechnen Sie die Flussdichte B des Magnetfeldes. Welche Frequenz ist erforderlich, um α-Teilchen bei gleich starkem Magnetfeld zu beschleunigen?



4. Elektronenspiegel

Von einem Quadrat der Seitenlänge a = 1,20 m wird ein bis zum Mittelpunkt reichender, keilförmiger

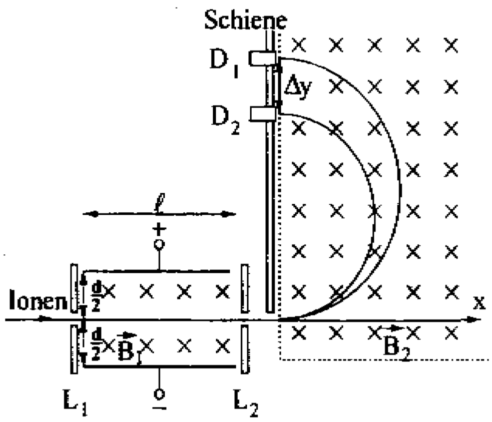
Teilbereich ausgeschnitten (vgl. Skizze). Die verbleibende Fläche wird im Vakuum von einem Magnetfeld der Flussdichte B = 2,27 $\cdot 10^{-4}$ T senkrecht durchsetzt. Es werden nun durch die Blende Bl Elektronen mit der Geschwindigkeit V_0 = 1,00 $\cdot$ 10^7 m/s lotrecht zu den Feldlinien eingeschossen (vgl. Skizze).

Im folgenden soll gezeigt werden, dass die Anordnung auf die Elektronen als Spiegel wirkt, d. h., dass die Elektronen durch das Magnetfeld um 180° abgelenkt werden.

a) Beim Eintreten in das Magnetfeld bei M bewegen sich die Elektronen zunächst auf einem Kreisbogen vom Radius r. Berechnen Sie r, und zeichnen Sie dann die gesamte Flugbahn eines Elektrons vom Durchtritt durch die Blendenöffnung bis zum Wiederaustritt aus der Blendenöffnung im Maßstab 1 : 10.

b) Zeigen Sie allgemein, dass die Flugzeit eines Elektrons der Geschwindigkeit $v \leq v_0$ vom Eintritt in das Magnetfeld bei M bis zum Wiederaustritt bei M unabhängig von der Geschwindigkeit v ist.

5. Massenspektrograph



Ein Gemisch aus einfach positiv geladenen Kohlenstoffionen $^{12}C^+$ und $^{14}C^+$ tritt durch eine Lochblende L, in einen Plattenkondensator mit dem Plattenabstand d = 2,0 cm ein. Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum. Das Magnetfeld mit der Flussdichte B, ist zunächst abgeschaltet; an den Platten liegt die Spannung U.

a) Skizzieren Sie die Bahnen zweier Ionen unterschiedlicher Masse, aber gleicher Geschwindigkeit zwischen L_1 und L_2. Begründen Sie, welche Bahn welchem Isotop zuzuordnen ist.

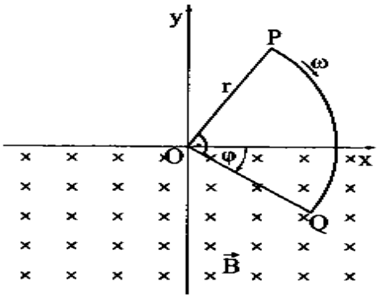
Am Kondensator liegt nun die Spannung U = 700 V. Die Flussdichte B, soll so eingestellt werden, dass alle Ionen mit der Geschwindigkeit v_o = 2,5 $\cdot$ 10^5 m/s den Kondensator unabgelenkt durchqueren.

b) Berechnen Sie B, und begründen Sie, dass Ionen beider Kohlenstoffisotope den Kondensator durch die Blende L_2 verlassen.

Das Magnetfeld rechts von L_2 hat die Flussdichte B_2 = 0, 14 T. Die Teilchen, die den Kondensator verlassen, durchlaufen zwei Halbkreise.

c) Zeigen Sie, dass für den Abstand Δy der beiden Punkte, an denen die Ionen auf die Detektoren treffen, gilt: $\Delta y = \dfrac{2\cdot(m_{C14}-m_{C12})\cdot v_o}{e\cdot B}$

6. Eine Leiterschleife OPQ hat die Form eines Kreissektors mit dem Mittelpunktswinkel 90° und dem Radius r. Sie rotiert mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω im Uhrzeigersinn um den Punkt 0. Unterhalb der x-Achse befindet sich ein homogenes Magnetfeld mit der magnetischen Flussdichte B. Zur Zeit t = 0 ist $\varphi = 0$, die Umlaufdauer ist T.



a) Zeigen Sie, dass der magnetische Fluss durch die Leiterschleife am Anfang nach der Gleichung $\Phi(t) = \frac{1}{2} Br^2\omega t$ zunimmt.

Stellen Sie in einem Diagramm den magnetischen Fluss durch die Leiterschleife im Zeitintervall [0;T] qualitativ dar.

Es seien nun B = 0,50 T,r = 10 cm,T = 20 ms und der elektrische Widerstand R der Leiterschleife 5,0 Ω.

b) Stellen Sie die Stromstärke des in der Leiterschleife induzierten Stroms im Zeitintervall [0;T] in einem Diagramm quantitativ dar.