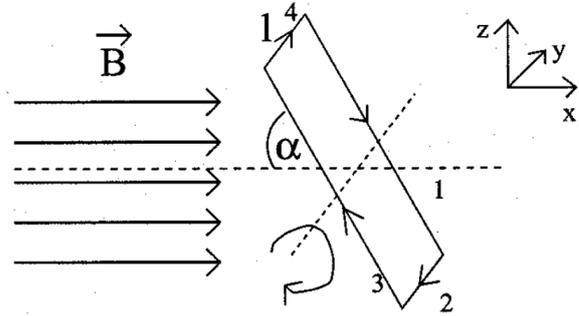


Aufgabe 28: (1,5 + 1,5 + 1 = 4 Punkte)

Eine stromdurchflossene quadratische Drahtspule der Kantenlänge $l = 2 \text{ cm}$ befindet sich in einem homogenen Magnetfeld $B = 0,1 \text{ T}$. Für $\alpha = 90^\circ$ steht \vec{B} senkrecht auf der Fläche, die von der Spule erzeugt wird.



- Bestimmen Sie die Kraft \vec{F}_i , die auf jeweils ein Drahtstück in den vier Spulenabschnitten ($i = 1$ bis 4) wirkt.
- Welches Drehmoment wirkt auf die Spule als Funktion von α ?
- Wie lässt sich das Drehmoment über das magnetische Moment der Spule ausdrücken?

Aufgabe 29: (1 + 1 + 1 = 3 Punkte)

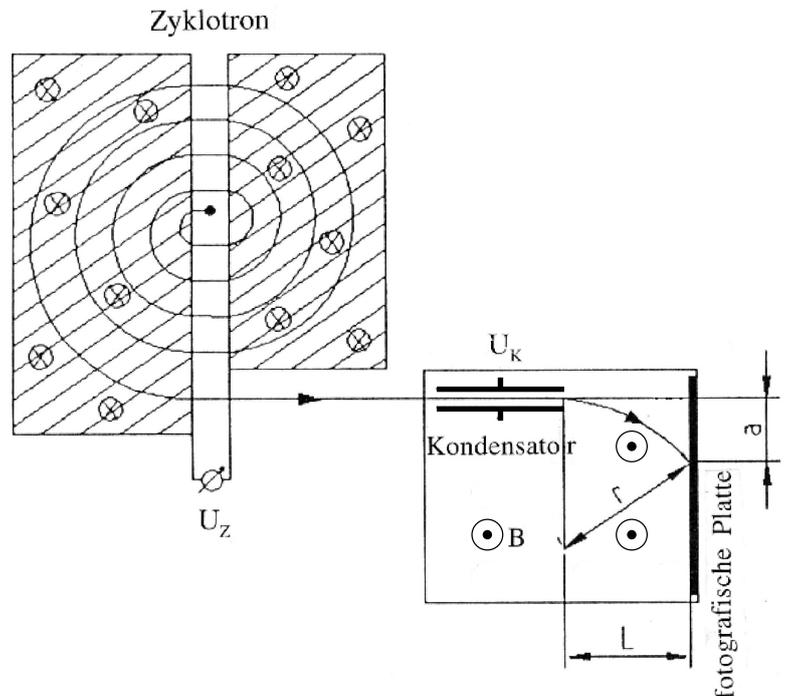
Ein Stab aus reinem n-Germanium mit einem quadratischen Querschnitt von 1 cm^2 befindet sich in einem transversalen Magnetfeld $B = 0,126 \text{ T}$. Bei einer Stromstärke $I = 10 \text{ mA}$ wird eine Hallspannung von $U_H = 1,2 \text{ mV}$ gemessen.

- Skizzieren Sie die Messanordnung.
- Wie groß ist die Hallkonstante $A_H = 1/(e \cdot n)$?
- Wie viele freie Ladungsträger befinden sich in einem m^3 des Materials?

Aufgabe 30: (1,5+2+1,5+1 = 6P.)

Geladene Teilchen unbekannter Masse werden in einem Zyklotron auf die Endgeschwindigkeit v_0 gebracht. Darin ist senkrecht zur Teilchenbahn ein konstantes Magnetfeld B_z angelegt. Die Ionen werden in der Lücke zwischen den Elektroden durch eine Spannung der Form $U = U_z \cdot \sin(\omega \cdot t)$ beschleunigt, d.h. Sie erhalten bei jedem halben Umlauf eine zusätzliche kinetische Energie von 20 keV . Um eine resonante Beschleunigung zu erreichen, muss die Frequenz des Ionenumlaufs mit der Wechselfrequenz übereinstimmen.

Nach mehreren Umläufen verlassen die Ionen den Beschleuniger und treten in einen langen Kondensator mit dem Plattenabstand $d = 4 \text{ mm}$ ein. Dessen homogenem elektrischem Feld ist ein homogenes Magnetfeld der Stärke $B = 10 \text{ mT}$ orthogonal überlagert.



- Bei der Einstellung einer bestimmten Spannung ($U_K = 8000 \text{ V}$) zwischen den Platten beobachtet man, dass die Teilchen sich auf einer geraden Bahn bewegen und den Kondensator wieder verlassen. Erklären Sie diesen Befund! Wie groß ist die Austrittsgeschwindigkeit? Muss man relativistisch rechnen?
 - Nach dem Verlassen des Kondensators trifft der Teilchenstrahl auf eine im Abstand $L = 1,6 \text{ m}$ befindliche fotografische Platte. Die Ablenkung aufgrund des dortigen Magnetfeldes beträgt $a = 4,5 \text{ mm}$. Bestimmen Sie Q/m_0 , wobei Q ein Vielfaches der Elementarladung e ist und m_0 die Ruhemasse der Ionen. Um welches Ion handelt es sich? (Anmerkung: $1,6 \text{ m} \gg 4,5 \text{ mm}$).
 - Wie hoch war die Anzahl der Umdrehungen der Ionen im Zyklotron? Wenn Sie in b) die Ionen nicht ermitteln konnten, rechnen Sie weiter mit Protonen.
 - Wie lang war die Umlaufzeit eines Ions der Energie E im Magnetfeld B_z des Zyklotrons?
- Hinweis: $\beta = v/c$ und $\gamma = (1-\beta^2)^{-1/2}$, $m(v) = \gamma \cdot m_0$, $E_{ges} = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$, $e/m_{e0} = 1,759 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ für Elektronen, $e/m_{p0} = 9,58 \cdot 10^7 \text{ C/kg}$ für Protonen.

Aufgabe 31: (0,5 + 1,5 + 1 = 3 Punkte)

Gegeben ist eine lange Spule mit dem Radius $r = 6 \text{ cm}$.

- Die Spule soll bei einem Strom von $I = 70 \text{ A}$ eine magnetische Induktion von $B = 8 \text{ T}$ erzeugen. Welche Windungsdichte n (Windungen pro Länge) ist dafür erforderlich?
- Wie groß ist die Zugspannung in den Drähten (Querschnitt 4 mm^2), wenn ein Strom von 70 A fließt? Nehmen Sie an, dass alle Drähte der magnetischen Induktion von 8 T (sehr grobe Abschätzung der Grenzbelastung) ausgesetzt sind, und verwenden Sie die Beziehung $\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$.
- Mit welcher Kraft ziehen sich bei diesem Strom zwei benachbarte Windungen an, wenn ihr Abstand 2 mm betragen würde?