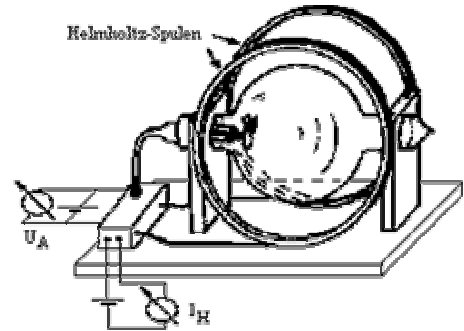


Name, Vorname: _____ Matr.: _____ Gruppe: _____ !!!

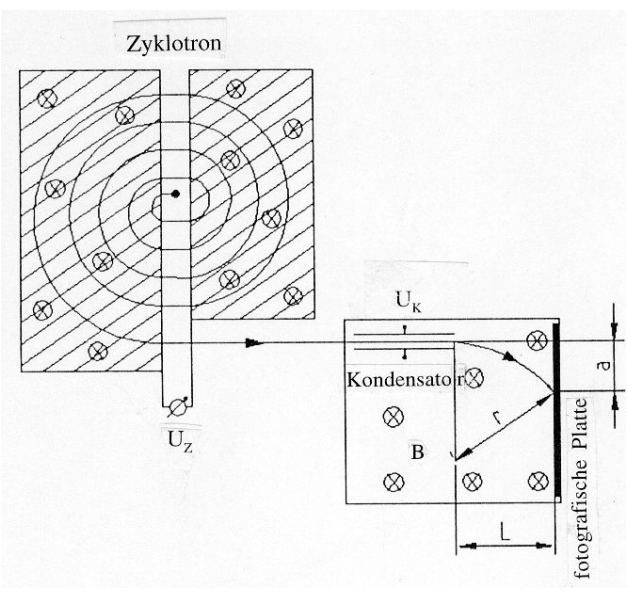
Aufgabe 30: (2 Punkte)

In einem Fadenstrahlrohr werden im Normalfall die Elektronen senkrecht zum homogenen Magnetfeld eingeschossen.

- a) Welche Beschleunigungsspannung müssen die Elektronen durchlaufen, um eine Geschwindigkeit von $v = 0,2 \cdot 10^7$ m/s zu erhalten? Berechnen Sie den Radius R der Kreisbahn und die Stärke des Magnetfeldes B , wenn die Umlaufdauer auf einer Kreisbahn ist $T = 0,6 \cdot 10^{-7}$ s beträgt.
- b) Nun werden die Elektronen schräg ins Magnetfeld eingeschossen. Der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor und der Magnetfeldrichtung ist $\alpha = 30^\circ$. Der Betrag der Geschwindigkeit v und die Umlaufdauer auf der Kreisbahn T sind wie in a). Berechnen Sie die Ganghöhe h der Schraubenlinie.



Aufgabe 31: (6 Punkte)



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 $U = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ 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 koinzidieren.

Nach mehreren Umläufen verlassen die Ionen den Beschleuniger und treten in einen langen Kondensator mit dem Plattenabstand $d = 4$ mm ein. Dessen homogenes elektrisches Feld ist ein homogenes Magnetfeld der Stärke $B = 10$ mT

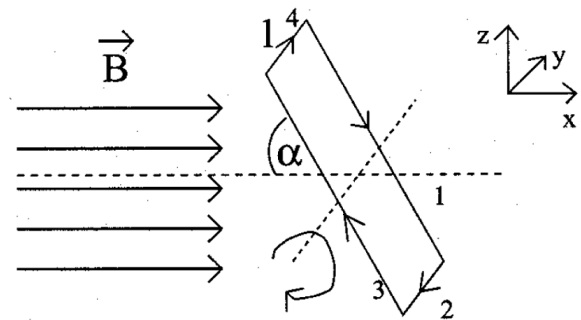
orthogonal überlagert.

- a) Bei der Einstellung einer bestimmten Spannung ($U_0 = 8000$ 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?

- b) 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 , wobei Q ein vielfaches der Elementarladung e ist und m die Ruhemasse der Ionen. Um welches Ion handelt es sich? (Anmerkung: $1,6 \text{ m} \gg 4,5 \text{ mm}$).
- c) 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.
- d) 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 32: (6 Punkte)

Eine stromdurchflossene quadratische Drahtspule mit $N = 100$ Windungen und der Kantenlänge $\ell = 2 \text{ cm}$ 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. Diese Anordnung soll nun als Drehspulinstrument zur Strommessung eingesetzt werden, indem die Drehachse mit einer Spiralfeder mit dem rücktreibenden



Drehmoment $M = C \cdot \alpha$ ausgestattet wird ($C = 10^{-9} \text{ Nm/rad}$). Über einen Zeiger lässt sich an einer Skala die Winkelauslenkung der Spule auf $0,5^\circ$ genau ablesen.

- a) Bestimmen Sie die Kraft \vec{F}_i , die auf jeweils ein Drahtstück in den vier Spulenabschnitten ($i = 1$ bis 4) wirkt.
- b) Welches Drehmoment wirkt auf die Spule als Funktion von α ?
- c) Wie groß ist der kleinste und der größte messbare Strom?
- d) Wie genau lässt sich ein Strom $I = 1 \mu\text{A}$ messen? Hinweis: Nähern Sie $\cos \alpha$ bis einschließlich linearem Term in der Taylorentwicklung um $\alpha = 90^\circ$.