	Gewerbliche Schule Ravensburg	Physik - Elektrostatik und Magnetostatik	Ang
		Geladene Teilchen in el. und magnetischen Feldern	

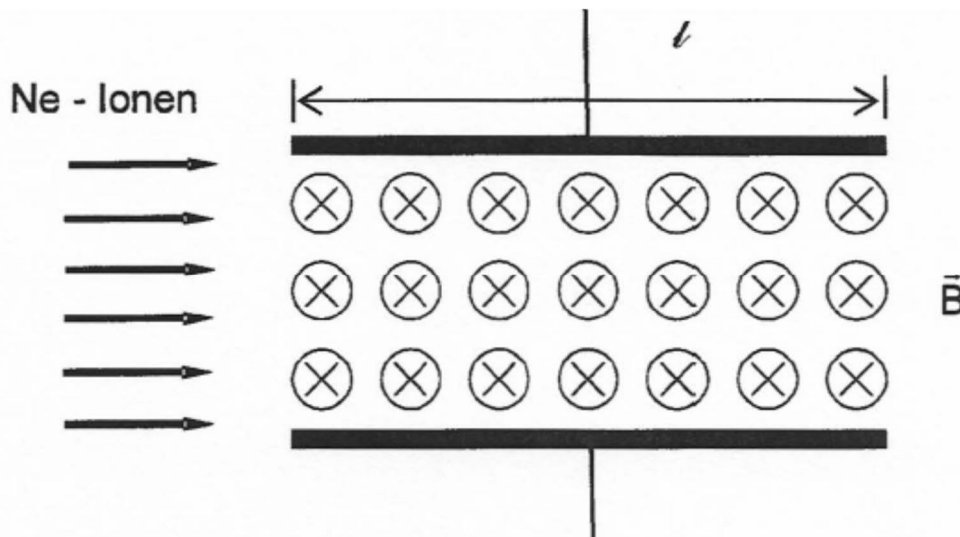
Übungsaufgaben im Stile einer Klassenarbeit

Aufgabe 1

Welche zwei wesentlichen Unterschiede bestehen zwischen den Kräften auf geladene Teilchen im elektrischen bzw. magnetischen Feld?

Aufgabe 2

Ein Gasstrom tritt mit der Geschwindigkeit $v = 10^5$ m/s in den Raum zwischen einem Elektrodenpaar ein. Das Elektrodenpaar besteht aus zwei parallelen Platten der Länge $l = 30$ cm und der Breite $b = 12$ cm; der Plattenabstand beträgt $d = 10$ cm. Der Raum zwischen den Platten wird von einem homogenen Magnetfeld durchsetzt. Der Gasstrom enthält einfach positiv geladene Neon-Ionen der Masse $m = 3,35 \cdot 10^{-26}$ kg. Diese treten senkrecht zu den magnetischen Feldlinien in den Raum zwischen den Platten ein. Die magnetischen Feldlinien zeigen in der Skizze senkrecht in die Zeichenebene hinein. Die Gewichtskraft der Ionen darf vernachlässigt werden.




- a) Die Ionen wurden vor dem Eintritt zwischen die Platten durch ein elektrisches Feld beschleunigt. Berechnen Sie die Spannung, die sie dabei durchlaufen haben.

Die obere Platte ist zunächst isoliert, die untere geerdet.

- b) Begründen Sie, warum sich die obere Platte auflädt.
c) Berechnen Sie die maximale Spannung zwischen den Platten, wenn die magnetische Flussdichte $B = 50,0$ mT beträgt.
d) Die Platten werden nun beide geerdet. Alle in den Kondensator eintretenden Ionen sollen auf der oberen Platte auftreffen. Dafür muss der Betrag der magnetischen Flussdichte B zwischen einem minimalen Wert B_{\min} und einem maximalen Wert B_{\max} liegen. Bestimmen Sie B_{\min} oder B_{\max}

Aufgabe 3

- a) ~~Was versteht man unter dem Halleffekt?~~
b) ~~Erläutere anhand einer Skizze, wie die Hallspannung entsteht. Leite dabei den Zusammenhang zwischen der Hallspannung U_H , dem Betrag der Driftgeschwindigkeit v_D der Ladungsträger, dem Betrag der magn. Flussdichte B und der Breite des Hallplättchens her.~~

	Gewerbliche Schule Ravensburg	Physik - Elektrostatik und Magnetostatik	Ang
		Geladene Teilchen in el. und magnetischen Feldern	

Übungsaufgaben im Stile einer Klassenarbeit

Aufgabe 4

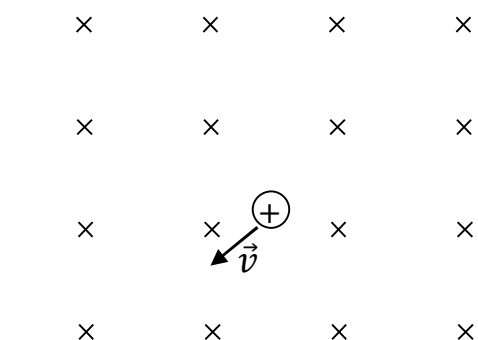
Ein Zyklotron hat die Frequenz $f = 12 \text{ MHz}$ und den Dosenradius $r = 0,53 \text{ m}$.

- Leite allgemein den Zusammenhang zwischen Zyklotronfrequenz f , Teilchenmasse m , elektrischer Ladung q und magn. Flussdichte B her.
- Wie stark muss das B-Feld sein, damit Protonen der Masse $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ in diesem Zyklotron beschleunigt werden können.
- Welche Protonenenergie (in MeV) ist mit diesem Zyklotron maximal erreichbar?

Aufgabe 5 (5 Punkte)

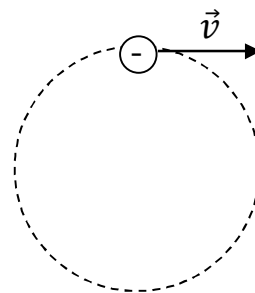
Vervollständige !

a)



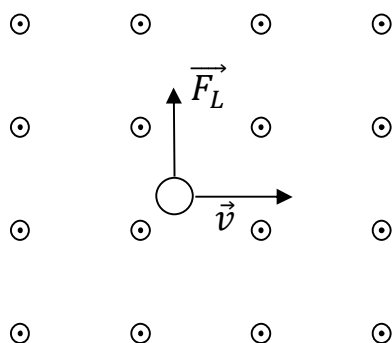
$\vec{F}_L ? ; \text{Bahn ?}$

b)




$\vec{F}_L ? ; \vec{B} ?$

c)



$\pm q ? ; \text{Bahn ?}$

Viel Spaß !!!

	Gewerbliche Schule Ravensburg	Physik - Elektrostatik und Magnetostatik	Ang
		Geladene Teilchen in el. und magnetischen Feldern	

Übungsaufgaben im Stile einer Klassenarbeit

- 1) Während geladene Teilchen in elektrischen Feldern immer eine Kraft erfahren, erfahren sie sie in magnetischen Feldern nur wenn sie sich bewegen, und zwar nicht parallel zu den Feldlinien.
 Im elektrischen Feld wirkt die Kraft immer parallel zur Feldrichtung. Im magnetischen Feld hingegen wirkt die Kraft senkrecht zur Feldrichtung und senkrecht zur Bewegungsrichtung.
 Im elektrischen Feld bewirkt die Kraft eine Änderung des Geschwindigkeitsbetrages der Teilchen und ändert somit deren kinetische Energie. Im magnetischen Feld hingegen wird nie der Betrag der Geschwindigkeit bzw. die kinetische Energie geändert, sondern nur die Bewegungsrichtung. Die Teilchen werden auf eine Kreis- oder Schraubenbahn gezwungen.

- 2) d) Der maximale Radius, bei dem gerade noch alle Ionen auf der oberen Platte laden, beträgt 0,5m. (numerische Lösung)
 Somit beträgt die minimale magnetische Flussdichte $B_{\min}=0,042 \text{ T}$.

$$2) a) E_{\text{kin}} = E_{\text{el}}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = q \cdot U$$

$$U = \frac{m v^2}{2 \cdot q} = \frac{3,35 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot \left(10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \underline{\underline{1046 \text{ V}}}$$

$$\checkmark \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{C}} = \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V}$$

b) Durch das B-Feld fliegen die Ionen auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn. Falls ihr Bahnradius geeignet groß ist prallen sie gegen die obere Platte und laden diese auf.

c) Keine Ablenkung und damit keine weitere Aufladung der oberen Platte ergibt sich wenn

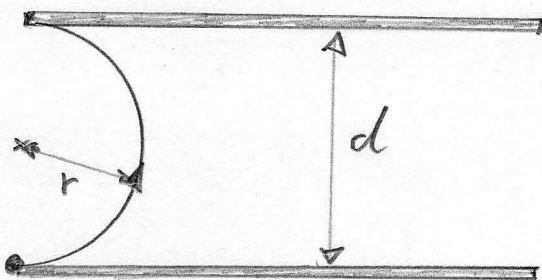
$$F_{\text{el}} = F_L$$

$$q \cdot E = B \cdot q \cdot v$$

$$q \cdot \frac{U}{d} = B \cdot v$$

$$U = B \cdot v \cdot d = 0,05 \text{ T} \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ m} \\ = \underline{\underline{500 \text{ V}}}$$

d)



B_{max} : Der Durchmesser der Kreisbahn muss größer sein als der Plattenabstand

Kreisbewegung: $F_z = F_L$

$$\frac{m v^2}{r} = B \cdot q \cdot v$$

$$r = \frac{d}{2}: \quad B = \frac{m \cdot v}{\frac{d}{2} \cdot q} = \frac{2 \cdot m \cdot v}{d \cdot q} = \frac{2 \cdot 3,35 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,1 \text{ m} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \\ = \underline{\underline{0,418 \text{ T}}}$$

$$4) a) \quad f = 12 \text{ MHz}, \quad r = 0,53 \text{ m}$$

Kreisbewegung

$$\overline{F}_z = \overline{F}_L$$

$$\frac{m v^2}{r} = B \cdot q \cdot v$$

$$m \cdot v = B \cdot q \cdot r$$

$$m \cdot 2\pi r f = B \cdot q \cdot r$$

$$\underline{\underline{f = \frac{B \cdot q}{2\pi \cdot m}}}$$

$$\text{Kreis: } U = 2\pi r$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r \cdot f$$

$$b) \quad B = \frac{2\pi \cdot f \cdot m}{q} = \frac{2\pi \cdot 12 \cdot 10^6 \frac{1}{s} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

$$= \underline{\underline{0,786 \text{ T}}}$$

$$c) \quad \overline{F}_z = \overline{F}_L$$

$$\frac{m v^2}{r} = B \cdot q \cdot v$$

$$v = \frac{B \cdot q \cdot r}{m} = \frac{0,786 \text{ T} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,53 \text{ m}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= \underline{\underline{3,996 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = q \cdot U$$

$$U = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{q} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (3,996 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

$$= \underline{\underline{8,32 \text{ MV}}} \Rightarrow \underline{\underline{8,32 \text{ MeV}}}$$