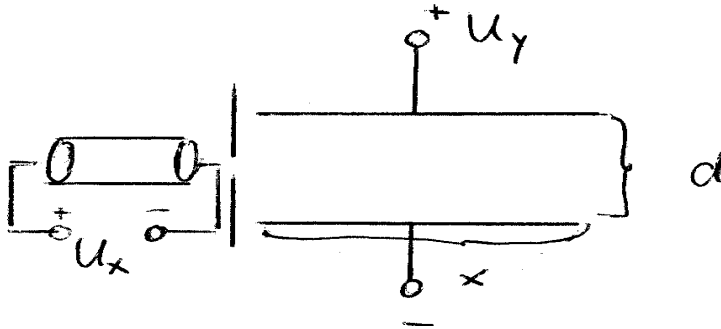


## Ionen in elektrischen und magnetischen Feldern

1. Man bringt eine Ionenquelle vor einen Kondensator mit einem homogenen elektrischen Feld. Die Ionen sind einfach positiv geladen.

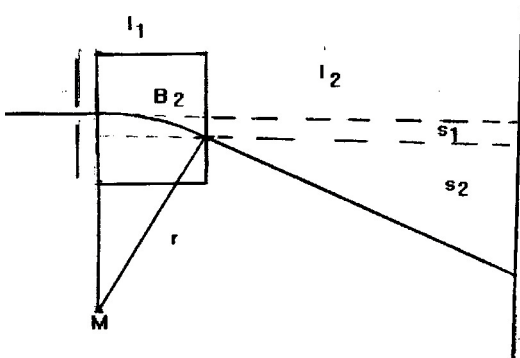


$$U_x=5000\text{V}; U_y=200\text{V}; x=5\text{cm}; d=2\text{cm}; m_{\text{Ionen}}=1,992\cdot 10^{-26}\text{ kg}$$

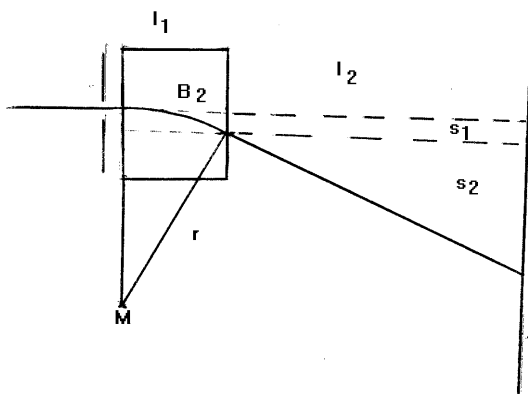
- 1.1 Beschreibe und erläutere, welche Bahn die Ionen im elektrischen Feld durchlaufen.
- 1.2 Mit welcher Geschwindigkeit treten sie ein? Wie lange brauchen sie, um den Kondensator zu durchlaufen?
- 1.3 Wie stark werden sie im Kondensator abgelenkt?
- 2 Man schaltet ein homogenes Magnetfeld senkrecht zum elektrischen Feld des Kondensators.
- 2.1 Wie wirkt das magnetische Feld auf die Ionen? Wie müssen die Feldlinien laufen, damit die Ionen geradeaus fliegen?
- 2.2 Wie stark muß die Flußdichte des Feldes  $B_1$  sein, damit sie geradeaus fliegen können.
- 3 Hinter die gekreuzten Felder bringt man einen Spalt an und dahinter ein zweites Magnetfeld der Stärke  $B_2$ . Hinter diesem Magnetfeld fliegen die Ionen durch ein Vakuum, bis sie auf einen Detektor treffen.

$$B_2=0,0705\text{T}$$

$$l_1=5\text{cm}; l_2=25\text{cm}$$



- 3.1 Wie wirkt jetzt  $B_2$  auf die Ionen? Was würde man beobachten, wenn man Ionen mit anderer Masse benutzt, die mit derselben Geschwindigkeit in das zweite Magnetfeld eintreffen?
- 3.2 Erläutere die Zeichnung und benutze sie, um  $s_{ges} = s_1 + s_2$  für die benutzte Ionen zu berechnen. (Beachte, daß  $s_1$  sehr klein ist.)



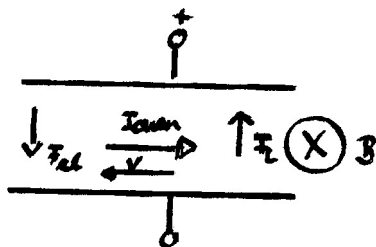
## LÖSUNG

- 1.1 Geladene Teilchen im homogenen E-Feld: Parabelbahn. Konstante Kraft bewirkt konstante Beschleunigung, Anziehung zur negativen Platte.

- 1.2 Berechnen der Geschwindigkeit aus dem Energiesatz. Aus  $\frac{1}{2} mv = eU$  folgt:  $v_x = 2,836 \cdot 10^5$  m/s. Unabhängigkeitsprinzip:  $t$  ist unabhängig von  $v_x$ . Aus  $x = v_x t_x$  folgt:  $t_x = 1,76 \cdot 10^{-7}$  s

1.3 
$$y = \frac{U_y \cdot x^2}{4 \cdot U_x \cdot d} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

- 2.1 Zusätzlich zur elektrischen Kraft wirkt jetzt auch die Lorentzkraft  $F_L$ . Sie wirkt hier entgegen der elektrischen Kraft.

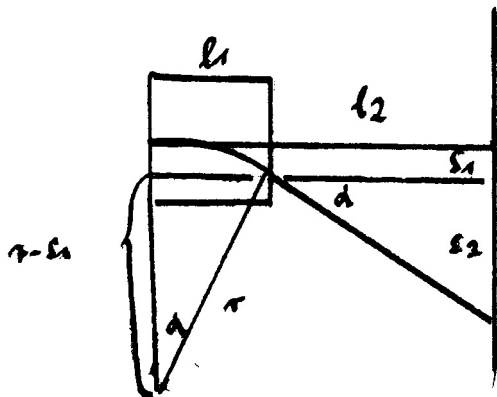


- 2.2 Aus  $v = E/B$  mit  $E = U_y/d$  folgt:  $B = 0,036$  T.

- 2.1  $B_2$  bringt die Ionen auf den teil einer Kreisbahn. Beim Austritt laufen sie geradeaus weiter.

Eine andere Masse bedeutet einen anderen Radius im B-Feld. Bei einer größeren Masse ist der Radius größer, die Bahn läuft also flacher. Somit werden  $s_1$  und  $s_2$  kleiner. D.h. eine größere Masse bedeutet eine kleinere Ablenkung.

- 3.2 Zuerst wird der Bahnradius berechnet mit  $evB = mv^2/r$ .  $r = 0,5$  m Aus der Zeichnung gewinnt man die Strecke:  $r - s_1$ :



Hiermit wird mit Hilfe vom Satz des Pythagoras die Gleichung aufgestellt:

$$r^2 = l_1^2 + (r - x_1)^2, \text{ Umstellen und Vernachlässigen von } s_1^2, \text{ ergibt } s_1 = 2,5 \text{ mm}$$

Die Winkel sind identisch. Mit Hilfe von:

$$\sin \alpha = \frac{l_1}{r}$$

folgt, daß  $\alpha = 5,739^\circ$  ist.

$s_2$  erhält man über:

$$\tan \alpha = \frac{s_2}{l_2};$$

$$s_2 = 0,025 \text{ m}; s_{\text{ges}} = 0,027 \text{ m}.$$