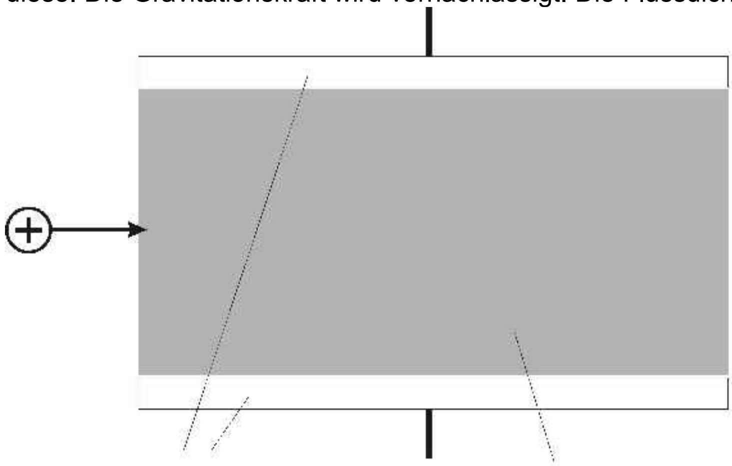
Positiv geladene Ionen treten mit der Geschwindigkeit v_0 in die abgebildete Anordnung ein und durchlaufen diese. Die Gravitationskraft wird vernachlässigt. Die Flussdichte des homogenen Magnetfelds beträgt 0,295 T.



a) Zur Bestimmung der Geschwindigkeit v_0 der Ionen wird die Spannung am Kondensator so eingestellt, dass sich die Teilchen geradlinig durch die Anordnung bewegen. die elektrische Feldstärke beträgt in diesem Fall

$4{,}40 \cdot 10^6\ V \cdot m^{-1}$.

Welche Kräfte wirken innerhalb der Anordnung auf ein solches Ion?
Vergleichen Sie diese Kräfte bezüglich Anordnung und Richtung.
Begründen Sie, dass sich die Geschwindigkeit während der Bewegung nicht ändert.
Ermitteln Sie die Geschwindigkeit v_0.

b) Zur Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{Q}{m}$ eines Ions wird am Kondensator die elektrische Spannung 0V eingestellt. Die Ionen bewegen sich im Magnetfeld auf einem Kreisbogen mit dem Radius r.
Es gilt die Gleichung

$$\frac{Q}{m} = \frac{v_0}{B \cdot r}.$$

Leiten Sie diese Gleichung her.
Der Radius des Kreisbogens beträgt 1,05 m. Ein Ion trägt die Ladung 2e und hat die Geschwindigkeit

$1{,}49 \cdot 10^7\ \frac{m}{s}$.

Geben Sie die Masse eines solchen Ions an.

Lösung:
a) Auf das Ion wirken zwei Kräfte: die Kraft des elektrischen Feldes (Coulombkraft) und die Kraft des magnetischen Feldes (Lorentzkraft). Da sich das Ion geradlinig bewegt, wirken diese beiden Kräfte so, dass sie sich aufheben, die Summe der beiden Kräfte also Null ist.
Die Coulumbkraft wirkt in dieser Anordnung senkrecht in Richtung der negativen Platte, die Lorentzkraft wirkt senkrecht zur Richtung der Magnetfeldlinien und senkrecht zur Bewegungsrichung des Ions.
Die Geschwindigkeit der Bewegung bleibt konstant, da sich die Kräfte aufheben. Nach dem Newtonschen Grundgesetz wirkt damit keine Beschleunigung.

geg.:	$B = 0{,}295\,T$ $E = 4{,}40 \cdot 10^6\,V \cdot m^{-1}$	ges.:	v_0
Lösungen:	Die Kräfte der beiden Felder sind gleich groß: $F_{el} = F_L$ $E \cdot Q = Q \cdot v \cdot B$ $E = v \cdot B$ $v = \frac{E}{B}$ $v = \frac{4{,}40 \cdot 10^6\,V \cdot m^{-1}}{0{,}295\,T}$ $v = 14{,}9 \cdot 10^6\,\frac{m}{s}$		
Antwort:	Die Ionen haben eine Geschwindigkeit von $14{,}9 \cdot 10^6\,\frac{m}{s}$.		

b) Da die Spannung abgeschaltet wurde, wirken auf die Ionen nur noch die Lorentzkraft, die sie auf eine Kreisbahn zwingen. Die Lorentzkraft ist die dafür notwendige Radialkraft:

$$F_r = F_L$$

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

$$\frac{m \cdot v}{r} = Q \cdot B$$

$$\frac{Q}{m} = \frac{v_0}{B \cdot r}$$

Damit lässt sich die Masse eines Ions berechnen:

$$m = \frac{Q \cdot B \cdot r}{v_0}$$

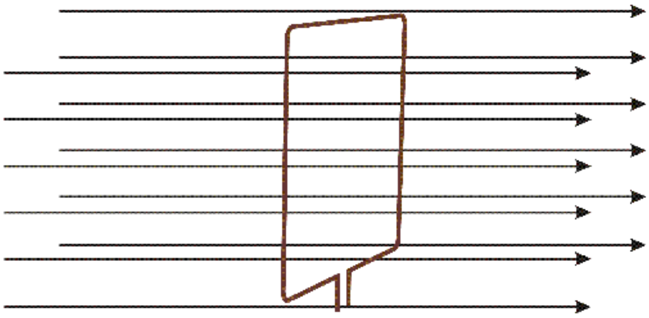
$$m = \frac{2e \cdot B \cdot r}{v_0}$$

$$m = \frac{2 \cdot 1{,}6022 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 0{,}295\,T \cdot 1{,}05\,m}{1{,}49 \cdot 10^7\,\frac{m}{s}}$$

$$m = 6{,}66 \cdot 10^{-27}\,kg$$

Das entspricht der vierfachen atomaren Masseneinheit, ist also Heliumion.

Eine quadratische Leiterschleife mit der Seitenlänge von 6,0 cm ist in einem homogenen Magnetfeld mit 20 mT querstehend. Berechnen Sie die in der Schleife durchschnittlich induzierte Spannung, wenn
a) das Magnetfeld in 0,25 s auf ein Drittel seiner ursprünglichen Stärke abgebaut wird
b) die Schleife im Magnetfeld in 0,25 s um 65° um eine Achse gedreht wird, die senkrecht zu den Magnetfeldlinie steht.



Lösung:

geg.:	$a = 6{,}0\,cm$ $B = 20\,mT$ $\Delta t = 0{,}25\,s$ $\alpha = 65°$	ges.:	U

Lösungen:	a) In der Spule wird eine Spannung induziert, wenn sich das Magnetfeld ändert. Es gilt das Induktionsgesetz: $U = -N \frac{\Delta (B \cdot A)}{\Delta t}$ Die Windungszahl ist 1 und die Fläche, die vom Magnetfeld durchsetzt wird, ändert sich nicht. Damit wird: $U = -A \frac{\Delta B}{\Delta t}$ Die Fläche ist ein Quadrat mit 6,0 cm Kantenlänge und hat damit eine Fläche von $3{,}6 \cdot 10^{-3}\, m^2$. Die Stärke des Magnetfeldes ändert sich von 20 mT auf 20/3 mT, also um 40/3 mT. Damit kann die Spannung für den ersten Fall berechnet werden: $U = -3{,}6 \cdot 10^{-3}\, m^2 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-3}\, T}{3 \cdot 0{,}25\, s}$ $U = -1{,}92 \cdot 10^{-4}\, V$ b) Im zweiten Fall bleibt das Magnetfeld konstant und die Fläche ändert sich: $U = -B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t}$ Zu Beginn der Zeit ist die Fläche $3{,}6 \cdot 10^{-3}\, m^2$. Dreht sich die Schleife, wird weniger Fläche durchsetzt. Die Fläche am Ende des Vorganges berechnet sich mit $A_2 = A_1 \cdot \cos\alpha$ $A_2 = 3{,}6 \cdot 10^{-3}\, m^2 \cdot \cos 65°$ $A_2 = 1{,}52 \cdot 10^{-3}\, m^2$ Damit ist die Flächenänderung $\Delta A = A_1 - A_2$ $\Delta A = 2{,}08 \cdot 10^{-3}\, m^2$ Und das setzt man in das Induktionsgesetz ein: $U = -20 \cdot 10^{-3}\, T \cdot \frac{2{,}08 \cdot 10^{-3}\, m^2}{0{,}25\, s}$ $U = 1{,}66 \cdot 10^{-4}\, V$
Antwort:	Im ersten Fall wird eine Spannung von 0,192mV induziert, im zweiten Fall 0,166 mV.