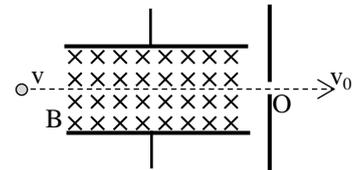


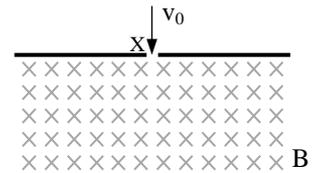
Massenspektroskopie

1. Positiv geladene Elementarteilchen treten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten v in einen Geschwindigkeitsfilter ein. Im Kondensator mit dem Plattenabstand d existiert eine homogene magnetische Flussdichte B . Durch eine kleine Öffnung O sollen Teilchen mit der Geschwindigkeit v_0 gefiltert werden.



- a) Geben Sie die Polarität an den Kondensatorplatten an, damit eine geradlinige Bewegung möglich wird.
 b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_0 der Teilchen für eine magnetische Flussdichte $B=12\text{mT}$ und einer Spannung $U=720\text{V}$ am Kondensator mit $d=2\text{cm}$.
 c) Wie verhalten sich: - positive Teilchen mit $v > v_0$ bzw. $v < v_0$;
 - negative Teilchen mit $v=v_0$ bzw. $v \neq v_0$?
 d) Welche Spannung muss an den Kondensatorplatten angelegt werden, damit Teilchen mit der Geschwindigkeit $v_0=4,5 \cdot 10^7 \text{m/s}$ bei $B=0,12\text{mT}$ herausgefiltert werden?
 e) Welche Bewegungsenergie besitzen α -Teilchen, die diesen Geschwindigkeitsfilter mit $B=0,4\text{mT}$ und $U=127\text{V}$ durchlaufen? Geben Sie die Energie in J und eV an.

2. Teilchen, die einen Geschwindigkeitsfilter mit v_0 durchlaufen haben, treffen im Punkt X in das Magnetfeld B eines Massenanalysators. Diese werden auf eine halbkreisförmige Bahn abgelenkt und treffen im Punkt Y auf eine Fotoplatte.



- a) Zeichnen Sie die Bahnen für positive bzw. negative Teilchen.
 Für eine Untersuchung gilt: $v_0=1 \cdot 10^5 \text{m/s}$ und $B=25\text{mT}$
 b) Für ein zweifach negatives Ion ergibt sich ein Abstand $XY=3,24\text{cm}$. Bestimmen Sie die Masse des Ions.
 c) Welcher Abstand XY ergibt sich für ein α -Teilchen?
 3. Li-Atomkerne durchlaufen einen Geschwindigkeitsfilter mit $B=1,25\text{mT}$ und $E=100\text{V/m}$. In Magnetfeld eines Massenspektrographen mit $B=40\text{mT}$ ergeben sich zwei unterschiedlich stark geschwärtzte Bereiche auf der Fotoplatte mit den Abständen $a_1=8,35\text{cm}$ und $a_2=9,74\text{cm}$ vom Eintrittspunkt.
 a) Interpretieren Sie das Ergebnis auf der Fotoplatte.
 b) Bestimmen Sie die Massen der Li-Kerne und charakterisieren Sie deren Aufbau.

Lösungen:

1. a) Die Lorentzkraft auf positive Teilchen wirkt nach oben. Die elektrische Feldkraft muss nach unten gerichtet sein. Folglich ist der Pluspol oben und der Minuspol unten.

$$b) v = \frac{E}{B} = \frac{U}{B \cdot d} = \frac{720\text{V}}{0,012\text{T} \cdot 0,02\text{m}} = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- c) positive Teilchen: $v > v_0$ Ablenkung nach oben, da $F_L > F_{el}$

$$v > v_0 \quad \text{Ablenkung nach unten}$$

- negative Teilchen: $v = v_0$ geradlinige Bahn, Kraftrichtungen kehren sich nur um

$$v > v_0 \quad \text{Ablenkung nach unten}$$

$$v > v_0 \quad \text{Ablenkung nach oben}$$

$$d) U = B \cdot v \cdot d = 0,12 \cdot 10^{-3}\text{T} \cdot 4,5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,02\text{m} = 108\text{V}$$

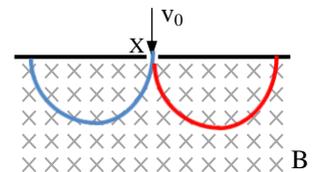
$$e) v = \frac{U}{B \cdot d} = \frac{127\text{V}}{0,4 \cdot 10^{-3}\text{T} \cdot 0,02\text{m}} = 1,59 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

$$E = \frac{m}{2} \cdot v^2 = 8,4 \cdot 10^{-13}\text{J} = 5,2\text{MeV}$$

2. a) Ablenkung **negativ** / **positiv**

$$b) r = 1,62\text{cm} \quad m = \frac{r \cdot q \cdot B}{v} = \frac{0,0162\text{m} \cdot 2e \cdot 0,025\text{T}}{1 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,3 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

$$c) m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}\text{kg} \quad r = \frac{m_\alpha \cdot v}{q \cdot B} = \frac{6,64 \cdot 10^{-27}\text{kg} \cdot 1 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2e \cdot 0,025\text{T}} = 8,3\text{cm} \quad XY = d = 16,6\text{cm}$$



3. a) unterschiedliche Auftreffpunkte deuten auf unterschiedliche Massen.

Da es sich um Kerne des gleichen Elementes handelt besitzen Sie unterschiedliche Anzahl von Neutronen (Isotope)

$$b) v = \frac{E}{B} = \frac{100\frac{\text{V}}{\text{m}}}{1,25 \cdot 10^{-3}\text{T}} = 8 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_1 = \frac{r_1 \cdot q \cdot B}{v} = \frac{0,04175\text{m} \cdot 3e \cdot 0,04\text{T}}{8 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1 \cdot 10^{-26}\text{kg} \quad \text{Lithiumkern mit 3 Neutronen} \quad {}^6_3\text{Li}$$

$$m_2 = \frac{r_2 \cdot q \cdot B}{v} = \frac{0,0487\text{m} \cdot 3e \cdot 0,04\text{T}}{8 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,17 \cdot 10^{-26}\text{kg} \quad \text{Lithiumkern mit 4 Neutronen} \quad {}^7_3\text{Li}$$