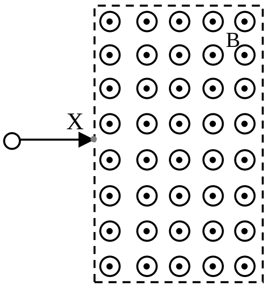
**Teilchenbahnen im Magnetfeld**

1. Positiv geladene Wasserstoffionen werden mit hohen Geschwindigkeiten in ein Magnetfeld senkrecht zu dessen Feldlinien geschossen und daraufhin auf eine kreisförmige Bahn abgelenkt.
a) Bestimmen Sie aus der relativen Atommasse (PSE) die Masse eines Wasserstoffions.
b) Berechnen Sie den Durchmesser der entstehenden Kreisbahn, wenn die Geschwindigkeit der Ionen $v=2{,}5\cdot 10^5$ m/s und die magnetische Flussdichte B=8,2mT betragen.
c) Wie groß muss die Flussdichte B sein, damit diese Ionen eine Kreisbahn mit genau d=1m durchlaufen?
d) Einige Ionen bewegen sich auf Kreisbahnen mit dem Radius r=25cm. Bestimmen Sie deren Geschwindigkeit im Feld der Stärke B=8,2mT

2. In einer Fadenstrahlröhre wird ein sichtbarer Elektronenstrahl mit der Elektronengeschwindigkeit v erzeugt und mittels eines magnetischen Feldes der Stärke B auf eine Kreisbahn mit dem Durchmesser d gebracht.
a) Berechnen Sie für die Messwerte $v=1{,}16\cdot 10^7$ m/s, B=1,2mT und d=11cm die spezifische Ladung e/m eines Elektrons.
b) Bestimmen Sie die Masse m des Elektrons bei seiner bekannten Ladung.
c) Der Elektronenstrahl wird durch eine Beschleunigungsspannung $U_B$ erzeugt. Leiten Sie eine Gleichung für die spezifische Ladung des Elektrons mit der Beschleunigungsspannung $U_B$ her.

3. Verschiedene geladene Teilchen mit der Geschwindigkeit $v_T=1{,}8\cdot 10^7$ m/s treten senkrecht im Punkt X in ein homogenes Magnetfeld der Stärke B=1,5mT und durchlaufen eine <u>halbkreisförmige</u> Bahn, bis sie in einem Punkt Y das Feld wieder verlassen.
a) Skizzieren Sie die Bahn von <u>Elektronen</u> in der Abbildung und geben Sie den Ort Y an.
b) Berechnen Sie den Abstand zwischen den Punkten X und Y.
c) Bestimmen Sie die Zeit t für die Bewegung von X nach Y.
d) Wie verändern sich der Abstand XY und die Zeit t, wenn die Elektronen eine geringere Geschwindigkeit haben?
e) Führen Sie die gleichen Berechnungen für Protonen mit der Geschwindigkeit $v_T$ durch.




4. Elektronen mit E=1,6keV bewegen sich in einem Magnetfeld mit B=2,5mT so, dass v und B einen Winkel von 90° einschließen.
a) Berechnen Sie den Radius r der entstehenden Kreisbahn und die Umlaufdauer T.
b) Beschreiben und skizzieren Sie die Bahn der Elektronen, wenn der Winkel zwischen v und B verkleinert wird.
c) Berechnen Sie für den Winkel(v, B)=α=70° den Durchmesser der Kreisbahn.
d) Welche Zeit vergeht für einen vollständigen Umlauf auf dieser Kreisbahn?
e) Wie weit bewegt sich ein Elektron bei einem vollständigen Umlauf in Richtung der Feldlinien fort?
f) Welche Veränderung in der Bahn der Elektronen ergibt sich, wenn das stärker/schwächer wird?

<u>Lösungen:</u>

1. a) $m_{rel}=1{,}008$ $\quad m = u \cdot m_{rel} = 1{,}008 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}kg = 1{,}67 \cdot 10^{-27}kg$

b) $r = \frac{m\cdot v}{q\cdot B} = \frac{1{,}67\cdot 10^{-27}kg\cdot 2{,}5\cdot 10^5\frac{m}{s}}{1{,}602\cdot 10^{-19}C\cdot 8{,}2\cdot 10^{-3}T} = 0{,}32m$ $\quad$ d=0,64m

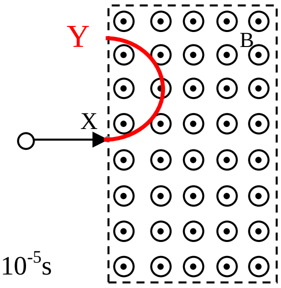
c) r=0,5m ! $\quad B = \frac{m\cdot v}{q\cdot r} = \frac{1{,}76\cdot 10^{-27}kg\cdot 2{,}5\cdot 10^5\frac{m}{s}}{1{,}602\cdot 10^{-19}C\cdot 0{,}5m} = 5{,}22mT$

d) $v = \frac{r\cdot q\cdot B}{m} = \frac{0{,}25m\cdot 1{,}60210^{-19}C\cdot 8{,}2\cdot 10^{-3}T}{1{,}67\cdot 10^{-27}kg} = 1{,}96 \cdot 10^5\,\frac{m}{s}$

2. a) $k = \frac{e}{m} = \frac{v}{B\cdot r} = \frac{1{,}16\cdot 10^7\frac{m}{s}}{1{,}2\cdot 10^{-3}T\cdot 5{,}5\cdot 10^{-2}m} = 1{,}76 \cdot 10^{11}\,\frac{C}{kg}$

b) $m = \frac{e}{k} = \frac{1{,}602\cdot 10^{-19}C}{1{,}76\cdot 10^{11}\frac{C}{kg}} = 9{,}1 \cdot 10^{-31}kg$

c) $v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot U\cdot e}{m}}$ $\quad \frac{e}{m} = \frac{v}{B\cdot r} = \frac{\sqrt{\frac{2\cdot U\cdot e}{m}}}{B\cdot r} = \cdots = \frac{2U}{(B\cdot r)^2}$




3. b) $r = \frac{m\cdot v}{e\cdot B} = \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}kg\cdot 1{,}8\cdot 10^7\frac{m}{s}}{1{,}6\cdot 10^{-19}C\cdot 1{,}5\cdot 10^{-3}T} = 6{,}8cm$ $\quad \overline{XY} = 2 \cdot r = 13{,}6cm$

c) Halbkreis: $\frac{u}{2} = s = \pi \cdot r = 0{,}214m$ $\quad t = \frac{s}{v} = \frac{0{,}214m}{1{,}8\cdot 10^7\frac{m}{s}} = 1{,}2 \cdot 10^{-8}s$

d) - kleiner Abstand , da r ~ v $\quad$ T = konstant $\quad T = \frac{2\cdot\pi\cdot m}{e\cdot B}$

e) $r = \frac{m\cdot v}{e\cdot B} = \cdots = 125{,}3m$ $\quad \overline{XY}\sim 250m$ $\quad$ s=393,6m $\quad$ $t=2{,}2\cdot 10^{-5}$s

4. a) $E=1{,}6keV=2{,}56\cdot 10^{-16}J$ $\quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 2{,}37 \cdot 10^7\,\frac{m}{s}$ $\quad r = \frac{m\cdot v}{e\cdot B} = \cdots = 5{,}4cm$ $\quad T=1{,}43\cdot 10^{-8}$s

b) Es entsteht eine spiralförmige Bahn mit kleinerem Durchmesser

α=70° $\quad v_s = v \cdot \sin(\alpha) = 2{,}23 \cdot 10^7\,\frac{m}{s}$ $\quad$ r = 5cm $\quad$ $T = 1{,}4\cdot 10^{-8}$s

c) $v_p = v \cdot \cos(\alpha) = 8{,}1 \cdot 10^6\,\frac{m}{s}$ $\quad$ h= $v_p \cdot T = 0{,}11m$

d) ein stärkeres (schwächeres) Feld ergibt einen größeren (kleineren) Radius die Umlaufzeit wird kleiner (größer)