

Übungen zu Bewegungen in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern

- 1.0 Elektronen treten mit der Geschwindigkeit \vec{v}_0 mit $v_0 = 8,5 \cdot 10^6$ m/s senkrecht zur Feldrichtung in ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} mit $B = 9,4 \cdot 10^{-4}$ T ein.
- 1.1 Berechnen Sie den Radius r_0 der entstehenden Kreisbahn.
- 1.2.0 Untersuchen Sie, ob und gegebenenfalls wie sich die Umlaufzeit der Elektronen ändert, wenn man
- 1.2.1 den Betrag ihrer Geschwindigkeit,
- 1.2.2 den Betrag der Flussdichte verdoppelt.
- 2.0 In Teilchendetektoren werden die Bahnen von Teilchen in einem Magnetfeld vermessen und daraus ihr Impuls bestimmt; außerdem wird ihre kinetische Energie gemessen.
- 2.1 Ermitteln Sie einen allgemeinen Zusammenhang zwischen dem Impuls eines Teilchens der Ladung q und dem Radius seiner Kreisbahn in einem Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} , in das es senkrecht eintritt.
- 2.2 Für ein Teilchen sei bekannt, dass $q = e$ ist; außerdem werde $r = 0,204$ m und $E_{\text{kin}} = 50,0$ MeV gemessen. Der Betrag der Flussdichte ist $B = 5,00$ T. Berechnen Sie die Masse des Teilchens. Um welches Teilchen handelt es sich wahrscheinlich?
- 3.0 Ein Elektron hat eine Geschwindigkeit vom Betrag $v = 1,0 \cdot 10^6$ m/s. Es tritt unter einem Winkel von 60° gegen die Magnetfeldrichtung in ein homogenes Magnetfeld ein, dessen Flussdichte den Betrag $1,0$ mT hat, und beschreibt dort eine Schraubenbahn.
- 3.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeitskomponenten des Elektrons parallel und senkrecht zum Feld.
- 3.2 Berechnen Sie den Radius dieser Schraube und die Zeit, die für einen „Umlauf um die Schraube“ nötig ist.
- 3.3 Berechnen Sie den Abstand h zweier benachbarter Schraubenlinien (auch Ganghöhe genannt).
- 4.0 Ein Wasserstoff-Ion (H^+) wird im Hochvakuum aus der Ruhe heraus durch die Spannung 500 V beschleunigt.
- 4.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, die das Ion erhält.
- 4.2 Das Ion tritt senkrecht zu den Feldlinien in das Feld eines Plattenkondensators ($d = 10$ mm) ein, der auf die Spannung 400 V aufgeladen ist. Berechnen Sie den Betrag der auf das Ion wirkenden elektrischen Kraft.
- 4.3 Wie muss ein homogenes Magnetfeld dem elektrischen Feld im Bereich des Kondensators überlagert werden, damit das Ion beim Durchflug durch den Kondensator nicht abgelenkt wird? Berechnen Sie den Betrag der dazu benötigten Flussdichte.
- 5.0 Grundidee für einen Massenspektrographen (Bainbridge):
Ein Strahl positiver geladener Ionen ($q = e$) tritt senkrecht in ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} ein. Nach einer Ablenkung von 180° (Halbkreis) werden die Auftreffstellen der Teilchen beispielsweise auf einer photographischen Platte registriert.
- 5.1 Wie kann man erreichen, dass die Ionen alle mit (nahezu) der gleichen Geschwindigkeit in das magnetische Feld eintreten?
- 5.2 Leiten Sie den Zusammenhang zwischen Ionenmasse m und Bahnradius r her, wenn die Ionen mit gleicher Geschwindigkeit, aber verschiedenen Massen in das magnetische Feld eintreten.
- 5.3 Berechnen Sie die Masse von einfach geladenen Ionen, die im Abstand 36 cm von der Eintrittsstelle auf die Platte treffen, wenn gilt: $v = 5,00 \cdot 10^4$ m/s und $B = 6,05 \cdot 10^{-2}$ T.
- 5.4 Ermitteln Sie den Zusammenhang zwischen Ionenmasse und Bahnradius, der sich ergibt, wenn Ionen gleicher kinetischer Energie, aber verschiedener Masse in das magnetische Feld eintreten.

6.0 Eine mit einer Salzlösung gefüllte Schale steht auf einem magnetischen Nordpol (siehe Bild unten). Der Stab in der Mitte ist mit dem Pluspol, der äußere Ring mit dem Minuspol einer Spannungsquelle verbunden. Wie bewegen sich die positiv bzw. negativ geladenen Ionen in der Lösung ohne Magnetfeld, wie mit Magnetfeld? Welche Wirkung hat dies auf die Flüssigkeit? („Ionenkarussell“)

