

1. Übung am 19. 10. 2007

1) Ein Massenspektrometer verwendet einen Magneten, der ein homogenes B-Feld von 0.4 T erzeugt. Die positiv geladenen Teilchen müssen im Feld einen Halbkreis mit Radius $R = 50$ mm durchlaufen, um durch den Austrittsspalt auf den Detektor zu treffen.

a) Mit welcher kinetischen Energie (in eV) müssen einfach geladene Ionen des Sauerstoffnuklids $^{16}_8\text{O}$ in das homogene B-Feld eintreten, um den Austrittsspalt zu erreichen ?

b) Wie groß darf die Spaltbreite höchstens sein, damit die Trennung der beiden Sauerstoffisotope $^{16}_8\text{O}$ und $^{18}_8\text{O}$ möglich ist ?

2) Stellen Sie die Differentialgleichungen für die Bewegung eines Teilchens mit Ladung q in einem beliebig orientierten, homogenen E-Feld und einem überlagerten, ebenfalls beliebig orientierten homogenen B-Feld auf.

a) Im Wien Filter liegt ein unter 90° gekreuztes E - B Feld vor. Es gelte $\vec{E} = (0, E_y, 0)$ und $\vec{B} = (0, 0, B_z)$. Ausgehend von den Differentialgleichungen für die Bewegung des Teilchens mit der Ladung q in diesem Feld zeigen Sie explizit, dass unter der Bedingung, dass das Teilchen beim Eintritt in dieses Feld nur eine Geschwindigkeitskomponente in die x-Richtung hat, es ein bestimmtes E/B-Verhältnis gibt, für welches es zu keiner Ablenkung oder Beschleunigung kommt.

b) Diskutieren Sie den Fall, dass das B- und das E-Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, 0, 0)$ bewegt.

c) Diskutieren sie den Fall, dass das B und das E - Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y, 0)$ bewegt.

d) Es liege nur ein B-Feld in die positive x-Richtung vor und das Teilchen bewege sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y, 0)$.

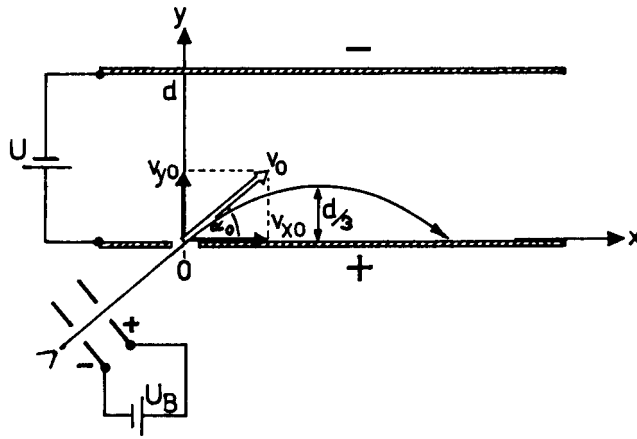
3) Im Atommodell nach J.J. Thomson ist die positive Ladung Q eines Atoms gleichmäßig auf eine Kugel mit dem Radius R verteilt. Berechnen Sie die Frequenz eines Elektrons, das in dem daraus resultierendem Feld $E(r)$ Oszillationen um den Ladungsmittelpunkt ausführt. Rechnen Sie zuerst allgemein und dann für die folgenden Zahlenwerte: $Q = +1e$, $R = 0,5 \times 10^{-10}$ m.

4) Ein Elektronenstrahl dringt durch eine Öffnung in der positiven Platte bei $x = 0$, $y = 0$ in das homogene Feld eines Plattenkondensators unter dem Winkel $\alpha_0 = 45^\circ$ gegen die Platte ein (vgl. Bild). Die Elektronengeschwindigkeit ist $v_0 = 8.4 \times 10^6$ m/s, die Kondensatorspannung $U = 300$ V, der Plattenabstand $d = 3.0$ cm.

a) Stellen Sie die Gleichung der Bahnkurve $y = y(x)$ auf. Welche Bahn beschreibt der Elektronenstrahl ?

b) Seine größte Entfernung von der positiven Platte beträgt $y = d/3$. Welcher Wert ergibt sich für die spezifische Ladung e/m ?

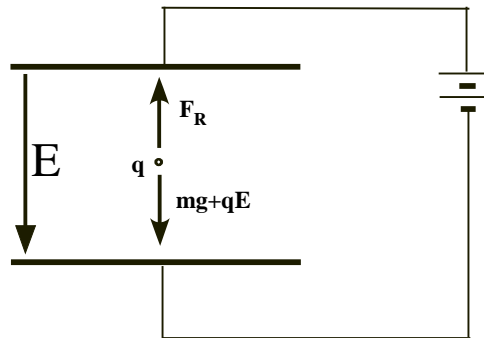
c) Wie groß muss die Beschleunigungsspannung U_B (Energie des Strahls beim Eintritt in den Plattenkondensator) sein, wenn der Strahl die negative Platte gerade noch erreichen soll ?



5) Zur Messung der elektrischen Elementarladung sprüht man nach MILLIKAN Öltröpfchen zwischen die Platten eines Kondensators (vgl. Bild). Durch den Sprühvorgang werden die Tröpfchen mit einer oder mehreren elektrischen Elementarladungen versehen. Ein Lichtstrahl macht die Öltröpfchen sichtbar, sodass ihr Steigen und Fallen unter dem Einfluss des elektrischen Feldes und der Schwerkraft mit einem Messfernrohr beobachtet werden kann.

Die Messung mit dem in Richtung der Schwerkraft eingeschalteten elektrischen Feld von der Stärke $E = 10^6 \text{ V/m}$ ergibt bei der Beobachtung über eine längere Zeit eine Fallgeschwindigkeit $v_1 = 1,930 \text{ mm/s}$. Dagegen erhält man bei dem entgegen der Schwerkraft eingeschalteten Feld gleicher Stärke die Fallgeschwindigkeit $v_2 = 2,551 \text{ mm/s}$. Berechnen Sie daraus die Ladung des Teilchens.

Es ist $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, die Dichte der Öltröpfchen $\rho = 0,915 \text{ gcm}^{-3}$, die dynamische Viskosität der Luft beträgt $\eta = 1,819 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$. Vernachlässigen Sie den Auftrieb der Öltröpfchen in der Luft.



Punkteschlüssel: Bsp.1: 0.5 Pkte; Bsp.2: 1 Pkt; Bsp.3: 0.5 Pkte; Bsp.4:1 Pkte; Bsp.5: 1 Pkt;