

2. Übung am 24. 10. 2013

7) 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 Pkte)

8) Stellen Sie die Differenzialgleichungen 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 Differenzialgleichungen 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 $\vec{v} = (v_{x_0}, 0, 0)$ 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 $\vec{v} = (v_{x_0}, v_{y_0}, 0)$ bewegt.

(3 Pkte)

9) 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.

(1 Pkt)

10) Eine Arbeitsgruppe für Gasanalytik will ein Flugzeit-Massenspektrometer bauen. Zur Verfügung steht eine Hochspannungsversorgung die eine Spannung von $U = 5\text{kV}$ liefert. Weiters kann eine Driftröhre beliebiger Länge L realisiert werden.

(a) Man leite die allgemeine Abhängigkeit der Driftzeit T_D von U und L für ein Ion der Ladung q und der Masse m her.

(b) Wie groß muss L mindestens sein, damit einfach ionisierte Moleküle von $m_1 = 299$ u und $m_2 =$

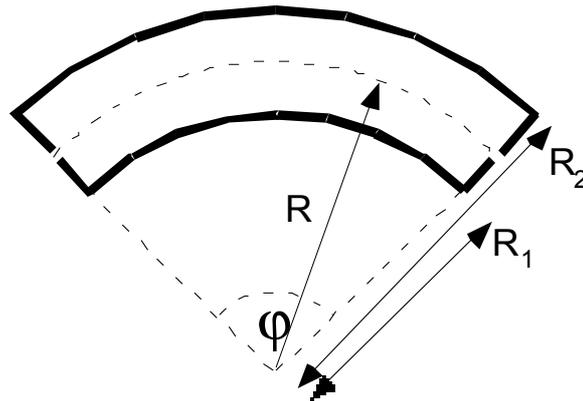
300 u einen Laufzeitunterschied von $1\mu\text{s}$ aufweisen ?

(c) Mit dem Aufbau aus (b) wird ein molekulares Gas mit der Masse $m_3 = 74\text{ u}$ analysiert. Bei der Ionisation entstehen einfach und zweifach ionisierte Teilchen. Berechnen Sie den Flugzeitunterschied dieser Ionen.

Hinweis: 1 u entspricht $1/12$ der Masse des Kohlenstoffisotops ^{12}C

(2 Pkte)

11) Auf beiden Seiten eines Zylinderkondensators (R_1, R_2) mit dem Kreisbogenwinkel φ befinden sich Blenden mit einem Schlitz bei $R=(R_1+R_2)/2$ (siehe Abbildung). Welche Spannung muss angelegt werden, damit ein Elektron mit der Geschwindigkeit v_0 passieren kann.



[Hinweis: Sie benötigen dazu das E-Feld entlang der Sollbahn. Dieses können Sie mit der Laplacegleichung berechnen. In Zylinderkoordinaten lautet diese:

$$\Delta\varphi(R) = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial\varphi(R)}{\partial R} \right) = 0$$

Diese Differenzialgleichung sollten Sie zuerst mit dem Ansatz $\varphi(R) \propto \ln R$ lösen und die Randbedingungen beachten; was muss nun gelten, damit sich das Elektron auf der Sollbahn bewegt?

(2 Pkte)