

2. Übung am 22. 10. 2009

6) 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 ?

7) 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.

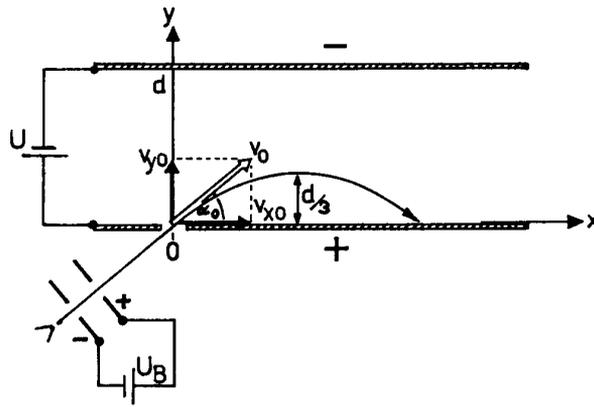
8) Im Atommodell nach J.J. Thomson ist die positive Ladung Q eines Atoms gleichmäßig auf eine Kugel mit dem Radius R verteilt. Berechnen Sie die Frequenz eines Elektrons, das in dem daraus resultierendem Feld $E(r)$ Oszillationen um den Ladungsmittelpunkt ausführt. Rechnen Sie zuerst allgemein und dann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

9) 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 $y(x)$ 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



10) 4 MeV Ne-Ionen werden unter 90° an einem Target gestreut (vgl. Bild). Das Target besteht aus einer Ni-Schicht der Dicke 75 nm auf einer Monolage Au auf einem Titan- Substrat. Die Atomgewichte von Ne, Ti, Ni bzw. Au sind 20, 48, 59 bzw. 197.

Ionen dringen in das Target ein und verlieren kontinuierlich Energie infolge inelastischer Streuprozesse. Dabei sollen sie keine Ablenkung von ihrer geradlinigen Bahn erfahren. Sehr selten treten elastische Streuprozesse an Atomkernen des Targets auf, die zu Bahnablenkungen und Energieverlust führen ("Rutherford-Streuung"). In diesem Beispiel werden jene gestreuten Atome betrachtet, die eine Streuung um 90° erfahren haben. Sie können annehmen, dass ein Ion, das in den Detektor gelangt, nur einmal an einem Atomkern im Target um genau 90° gestreut worden ist und ansonsten Energie kontinuierlich entlang seiner (geradlinigen) Bahn im Target aufgrund der inelastischen Streuung verloren hat. Inelastische Energieverluste beim Durchdringen der Monolage Pt können vernachlässigt werden. Die inelastischen Energieverluste im Ni (Bremskraft) betragen 2000 eV/nm.

a) Leiten Sie die Beziehung zwischen der Energie für das einfallende Ion vor (E_1) und nach (E_1') einer Streuung um 90° ab (allgemein).

b) Berechnen Sie :

energetische Lage des Rückstreusignals von einem Au-Kern;

energetische Lage für Beginn und Ende des Rückstreusignals von Ni-Kernen;

energetische Lage für Beginn des Rückstreusignals von Ti-Kernen.

c) Zeichnen Sie das Rückstreuenerspektrum für Ne mit den Werten aus b) in die Skizze ein.

d) Wie sieht das Spektrum aus wenn die Ni Schicht 4 x so dick ist ?

Beachten Sie, dass ein Ne-Ion, das z.B. an der Rückseite der Ni-Schicht gestreut wird, bereits eine Primärenergie kleiner als 4 MeV hat, was bei der Berechnung der Energie bei der Streuung berücksichtigt werden muss.

