

ÜBUNGEN ZUR
EXPERIMENTALPHYSIK III (BACHELOR-STUDIENGANG MEDIZINPHYSIK)
WINTERSEMESTER 2015/2016

– BLATT 11 –

Ausgabe am 15.01.2016

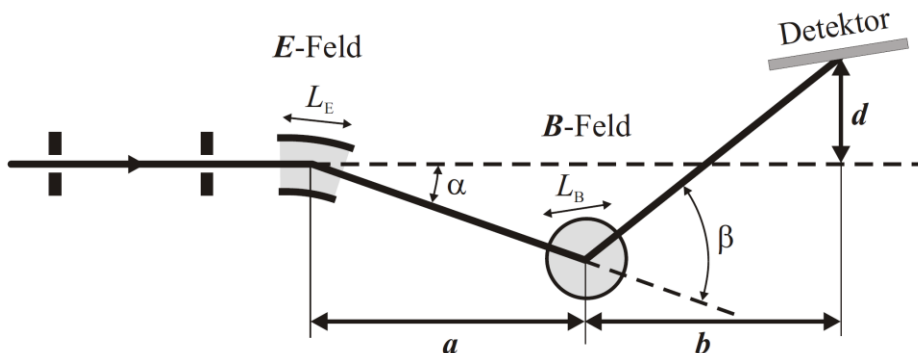
Abgabe am 22.01.2016 bis 14:00 (Kasten 210 im Foyer des Physik-Gebäudes)

Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe (oben rechts) an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen.
Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1: Massenspektrograph (5 Punkte)

Beim Astonschen Massenspektrographen (F. Aston 1919, s. Skizze) werden Ionen zunächst durch ein konstantes elektrostatisches Feld E über eine Länge L_E und anschließend in die entgegengesetzte Richtung durch ein homogenes Magnetfeld B über eine Länge L_B abgelenkt.

- Geben Sie die Ablenkwinkel $\alpha \approx -L_E / R_E$ und $\beta \approx +L_B / R_B$ als Funktion von kinetischer Energie bzw. Impuls an, wobei $L_{E,B}$ feste Längen und $R_{E,B}$ die Biegeradien der Bahn sind.
- Die Gesamtablenkung d soll nur von der Masse und nicht von der Geschwindigkeit der Ionen abhängen. Machen Sie sich anhand der Skizze die Beziehung $d \approx (a+b) \cdot \alpha + b \cdot \beta$ klar und geben Sie eine Bedingung an, unter der d von der Geschwindigkeit unabhängig ist. Wie muss demnach der ortsabhängige Detektor (z.B. ein Fotoplatte) angeordnet sein?
- Trotz der Blenden sind die Bahnen der Ionen nicht streng parallel, sondern werden durch das Magnetfeld auf den Detektor fokussiert. Wie ist es möglich, dass ein homogenes Magnetfeld mit konstanten Biegeradien eine fokussierende Wirkung besitzt (keine Rechnung)?



(bitte wenden)

Aufgabe 2: Streuung von α -Teilchen an Atomkernen (4 Punkte)

Die Existenz von Atomkernen wurde von H. Geiger, E. Marsden und E. Rutherford um 1910 durch die Streuung von α -Teilchen aus einem ^{222}Rn -Präparat (kinetische Energie 5,59 MeV) an einer Goldfolie (Massenzahl $A=197$, Dicke $0,5\ \mu\text{m}$) nachgewiesen.

- Wie nahe kommen die α -Teilchen den Gold-Atomkernen bei einem zentralen Stoß? Konnte mit diesen Streuversuchen bereits die Größe der Atomkerne angegeben werden?
- Wie groß ist unter der Annahme eines reinen Coulomb-Potenzials der Stoßparameter b für α -Teilchen, die um einem Winkel von 90° abgelenkt werden? Berechnen Sie hieraus den Anteil der Teilchen, deren Streuwinkel $\geq 90^\circ$ ist.
- Mit Teilchenbeschleunigern konnten die Streuversuche mit höherer kinetischer Energie durchgeführt werden als mit α -Strahlung. Bei welchen Streuwinkeln würden Sie mit Abweichungen von der reinen Coulomb-Streuung rechnen, wenn die kinetische Energie der α -Teilchen 50 MeV beträgt?

Aufgabe 3: Kurzfragen (2 Punkte)

- Bei einer Ganzkörperbestrahlung erhält ein Patient (Masse 75 kg) eine Äquivalentdosis von $0,2\ \text{mSv}$. Die Energie der Röntgenquanten sei $50\ \text{keV}$, der Strahlungsgewichtsfaktor für Photonen ist $w_R = 1$. Wie viele Röntgenquanten hat der Körper des Patienten absorbiert?
- Warum ist Röntgenstrahlung und Radioaktivität gefährlich? Kann es auch positive Auswirkungen auf lebende Organismen geben?