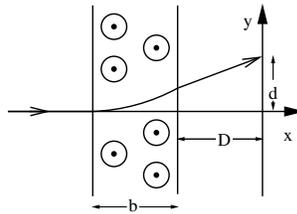


Aufgabenblatt 3

3.1 Massenbestimmung im homogenen Magnetfeld



Ionen von Uran-Isotopen werden in einem räumlich begrenzten homogenen Magnetfeld abgelenkt, welches in z -Richtung zeigt. Anschließend treffen sie auf einen Detektor.

- Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen im homogenen Magnetfeld, auf das nur die Lorentz-Kraft wirkt? Begründen Sie!
- In welchem Abstand d vom Ursprung treffen je zehnfach positiv geladene Ionen von ^{235}U und ^{238}U auf den Schirm, wenn $B = 1 \text{ T}$ ($\text{T} \equiv \text{Tesla}$), $b = 0.1 \text{ m}$, $D = 10 \text{ m}$ und $v = 3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$?
- Wie kann man die Isotopentrennung dieser Apparatur verbessern?
- Aufgrund gegenseitiger elektrostatischer Abstoßung laufen Teilchenbahnen auseinander und treffen evtl. nicht unter 90° auf den Magnetfeldbereich. Wie groß ist der Fehler in d , wenn der Eintreffwinkel um $\pm 10^\circ$ (in der $x - y$ -Ebene) vom senkrechten Einfall abweichen würde? Schätzen Sie ab, wie sich das auf die Massenbestimmung auswirken würde.

3.2 Energieeigenwerte

In der Quantenmechanik werden stets Energieeigenwerte bestimmt. Warum eigentlich? Wofür kann man die alles gebrauchen?

3.3 Penning-Falle

Penning-Fallen werden heutzutage sehr erfolgreich zur Bestimmung von Teilchenmassen eingesetzt. Wie im Physik-Journal **11** (2012) 16 berichtet, können inzwischen sogar die Massen exotischer Kerne vermessen werden, auch wenn diese nur Millisekunden leben. Lesen Sie den Artikel. Suchen Sie nach Literatur zu Penning-Fallen und versuchen Sie qualitativ zu verstehen, wie diese funktionieren. Eine mögliche Quelle ist der Artikel von Blaum und Koautoren in Physik in unserer Zeit **5** (2005) 222.

3.4 Zusatzaufgabe: Gaußsches Wellenpaket

Sie wollen noch was lernen? Prima. Hier kommt eine kleine Knobelaufgabe.

Bei einer Reaktion verlässt ein Neutron einen Kern. Das nichtrelativistische Neutron wird zur Zeit $t = 0$ durch folgende unnormierte Wellenfunktion beschrieben:

$$\langle \vec{x} | \psi(t = 0) \rangle = \exp \left\{ -\frac{(\vec{x} - \vec{b})^2}{2a} \right\}. \quad (1)$$

Hierbei sind

$$\vec{b} = i(0.5 \text{ fm}, 0, \sqrt{3}/2 \text{ fm}) \quad \text{und} \quad a = 2 \text{ fm}^2. \quad (2)$$

Nach dem Verlassen des Kerns bewegt sich das Neutron frei.

Welche Zeit braucht das Neutron bis zu einem 5 m entfernten Detektor und wo muss dieser stehen, damit das Neutron ihn trifft? Welche Ausdehnung hat die Neutronenwellenfunktion beim Auftreffen auf den Detektor?