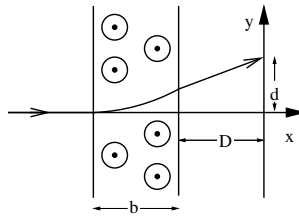


## Aufgabenblatt 3

### 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  $^{235}\text{U}$  und  $^{238}\text{U}$  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  $90^\circ$  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?