

Heften Sie die Blätter zur Abgabe zusammen und tragen Sie auf **jedem** Blatt die **Nummer ihres Tutoriums und ihre Namen** ein. Rechnen Sie die Aufgaben zusammen mit ihrem Übungspartner.

Abgabe bis Fr, 21. Juni, 13:00 Uhr im Erdgeschoss von Geb. 30.23 (Physikhochhaus)  
 Besprechung Mi, 26. Juni

Lösen Sie die Aufgaben so, dass der Rechenweg für ihren Tutor klar wird. Ergebnisse ohne korrekte Einheiten führen zu einem Punktabzug. Geben Sie nur signifikante Nachkommastellen im Endergebnis an (orientieren Sie sich an der Genauigkeit der gegebenen Größen).

1. *Massenspektrometer* (3.5 Punkte)

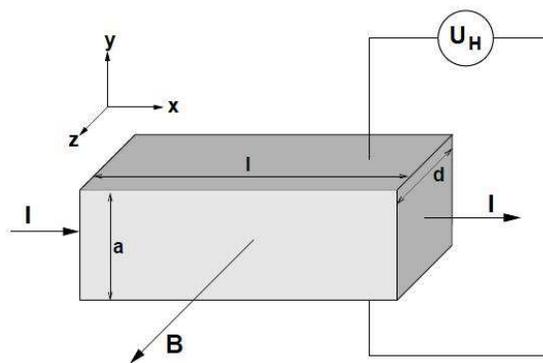
Ein Strahl ionisierter Borisotope  $^{10}\text{B}$  und  $^{11}\text{B}$  durchläuft die Beschleunigungsspannung  $U = 100 \text{ kV}$ . Danach gelangen die (einfach positiv geladenen) Ionen in ein zu ihrer Geschwindigkeit senkrecht gerichtetes Magnetfeld mit  $B = 1.5 \text{ T}$ , werden darin um  $180^\circ$  abgelenkt und treffen senkrecht auf eine Fotoplatte.

- Skizzieren Sie den Aufbau dieses Massenspektrometers mit Flugbahn der Ionen.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeiten, mit denen die Ionen auf die Fotoplatte treffen.
- Wie groß ist der Abstand  $d$  der Auftreffpunkte von  $^{10}\text{B}$  und  $^{11}\text{B}$  auf der Fotoplatte?

2. *Hall-Effekt* (3.5 Punkte)

Durch einen stabförmigen, leitenden Körper (Länge  $l$ , Breite  $a$ , Dicke  $d$ , wobei  $l \gg a$ , Dichte der Elektronen  $n$ ) fließt in Richtung seiner längsten Achse ein homogener Strom  $I$ . Senkrecht dazu wirkt ein homogenes Magnetfeld  $\vec{B} = (0, 0, B_z)$ . Berechnen Sie das elektrische Feld  $E_y$  im stationären Zustand, welches aufgrund der Kraftwirkung des magnetischen Feldes auf die Ladungsträger entsteht.

*Hinweis:* Im statischen Fall sind die Lorentz- und elektrische Kraft ausgeglichen. Also ist die Stromdichte  $j_x = nev_d$ , und somit ist der Strom  $I = j_x ad$ .

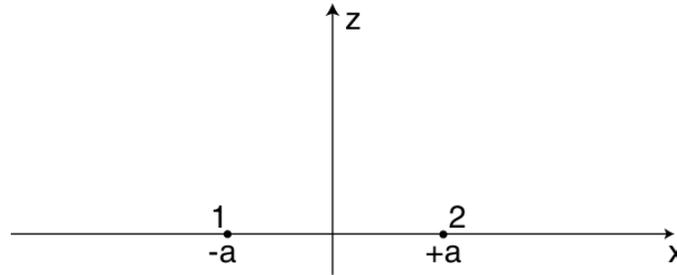


- Wie groß ist die entstehende Hall-Spannung  $U_H$  als Funktion der Elektronendichte  $n$ ?
- Bestimmen Sie mit der Definition  $E_y = j_x B_z A_H$  die sogenannte Hall-Konstante  $A_H$ .
- An einem Kupferfilm mit Dicke  $d = 100 \text{ nm}$  beträgt die Hall-Spannung  $U_H = 37 \mu\text{V}$  bei einem senkrecht zum Film angelegten Magnetfeld  $B_z = 50 \text{ mT}$  und Strom  $I = 1 \text{ A}$ . Bestimmen Sie die Ladungsträgerdichte  $n$  und berechnen Sie, wie viele Elektronen pro Atom jeweils zur Leitfähigkeit beitragen. (Massendichte  $\rho_{Cu} = 8.93 \text{ g/cm}^3$ , Atomgewicht  $m = 63.546 \text{ g/Mol}$ , Avogadro's Zahl  $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ Mol}^{-1}$ .)

3. *Magnetfeld bewegter Ladungen*

(3 Punkte)

Zwei lange, gerade Drähte mit Abstand  $2a$  verlaufen parallel zur  $y$ -Achse in der  $x$ - $y$ -Ebene und befinden sich im Vakuum. Sie werden von einem Strom  $I = 20$  mA durchflossen.



- (a) Berechnen Sie das Magnetfeld  $\vec{B}(z) = (B_x(z), B_y(z), B_z(z))$  der Anordnung auf der Symmetrieachse ( $z$ -Achse) für den Fall, dass (i) der Strom im Leiter 1 Parallel zu dem in Leiter 2 fließt, (ii) die Ströme antiparallel fließen. Welche Magnetfeldstärke ergibt sich im Ursprung  $z = 0$  für beide Fälle?
- (b) Die Leiteranordnung befinde sich in einem homogenen Isolator mit der magnetischen Permeabilität  $\mu_r = 120$ . Welche Kraft pro Länge wirkt auf die Leiter, wenn  $a = 1$  cm beträgt, für parallelen und antiparallelen Stromfluß?