

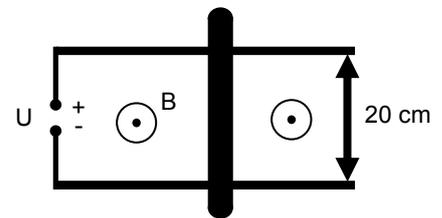
**Aufgabe 21: (3 + 2 = 5 Punkte)**

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), und 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?

**Aufgabe 22: (3 Punkte)**

Ein dünner Kupferstab (Länge  $L$  und Durchmesser  $d$ ) wird von einem Strom  $I$  durchflossen. Der Stab kann sich reibungsfrei auf den skizzierten Leitern bewegen. Die gesamte Anordnung wird von einem homogenen senkrechten Magnetfeld  $B$  durchdrungen. Welche Kraft wirkt auf den Stab? In welche Richtung bewegt er sich?



Zahlenwerte:  $L = 20 \text{ cm}$ ,  $d = 5 \text{ mm}$ ,  $I = 1 \text{ A}$ ,  $B = 1 \text{ T}$

**Aufgabe 23: (4 Punkte)**

In Materie, deren dielektrische Eigenschaften durch Relaxationszentren bestimmt sind, strebt die Polarisation  $P(t)$  dem Gleichgewichtswert  $P_0$  zu mit der Rate:  $dP/dt = (P_0 - P(t)) / \tau$ .

In der Vorlesung wurde diskutiert, dass beim Anlegen eines elektrischen Feldes  $E(t)$  mit stufenförmigem Verlauf dies zu einem exponentiellen Verlauf der Polarisation mit der Zeitkonstante  $\tau$  führt.

Beim Anlegen eines Wechselfeldes  $E(t) = E_0 \cos \omega t$  strebt die Polarisation dem momentanen (aber nie erreichbaren) Gleichgewichtswert,  $P_0 = \chi_0 \varepsilon_0 E(t)$ , zu. Berechnen Sie den „in Phase“ liegenden Anteil  $\chi'(\omega)$  der dynamischen Suszeptibilität  $\chi(\omega)$  und ihren „außer Phase“ liegenden Anteil  $\chi''(\omega)$  mit Hilfe des Ansatzes:  $P(t) = \chi'(\omega) \varepsilon_0 E_0 \cos \omega t + \chi''(\omega) \varepsilon_0 E_0 \sin \omega t$ .

Skizzieren Sie  $\chi'(\omega)$  und  $\chi''(\omega)$  als Funktion von  $\omega\tau$  für  $0,01 < \omega\tau < 100$  (logarithmische Skala).

**Aufgabe 24: (2 + 2 = 4 Punkte)**

- Erklären Sie die piezoelektrischen Eigenschaften von kristallinem Quarz. Überzeugen Sie sich anhand der Kristallstruktur, dass beim Anlegen eines Druckes in einer geeigneten Richtung eine elektrische Polarisation auftritt.
- $\text{BaTiO}_3$  ist unterhalb von  $T_C = 118^\circ\text{C}$  ferroelektrisch. Oberhalb von  $T_C$  besitzt  $\text{BaTiO}_3$  eine kubische Kristallstruktur, die sogenannte Perowskit-Struktur. Wie sieht diese Struktur aus und was geschieht damit, wenn unterhalb  $T_C$  die permanente Polarisation der ferroelektrischen Phase entsteht?

Hinweis: Benutzen Sie einschlägige Lehrbücher.