

# Übungsaufgabenblatt 13, EM-VI

## Experimentalphysik II, SoSe 2020

PD Dr. habil. H. von Wenckstern

Ausgabe: 30. Juni 2020

Abgabe: **07. Juli 2020, 18:00 Uhr**

Dies ist das letzte Aufgabenblatt für dieses Semester.  
Die Klausur findet am 28.7.2020 zwischen 9h und 12h statt.

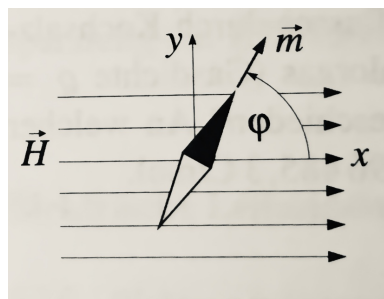
### Ionenleitung; statische Magnetfelder II

#### E27. Ionenleitung

In einer als Plattenkondensator ( $C = 12 \text{ pF}$ ) ausgebildeten Ionisationskammer fließt in Gegenwart ionisierender Strahlung bei einer Elektrodenspannung  $U = 400 \text{ V}$  ( $U \ll U_S$  der Sättigungsspannung) ein Strom von  $I = 2,5 \mu\text{A}$ . Wie viele einwertige Ionenpaare befinden sich pro Volumeneinheit in der Kammer, wenn die Beweglichkeit der Kationen  $\mu_K = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/(\text{Vd})$  und die der Anionen  $\mu_A = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/(\text{Vd})$  beträgt? **[4 Punkte]**

#### E28. Messung der magnetischen Feldstärke

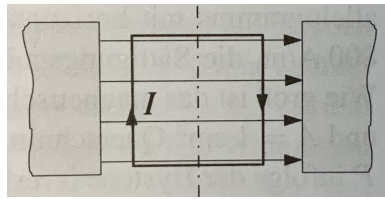
Zur Messung der magnetischen Feldstärke  $\vec{H}$  eines horizontal verlaufenden homogenen Magnetfeldes wird eine in der Horizontalebene ( $x, y$ )-Ebene frei drehbare Magnetnadel mit dem magnetischen Dipolmoment  $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Vs m}$  an einem Torsionsfaden im Feld aufgehängt. Der Aufhängepunkt des Torsionsfadens wird so verdrillt, dass die ursprünglich in  $x$ -Richtung zeigende Magnetnadel um den Drehwinkel  $\phi = 90^\circ$  aus ihrer Gleichgewichtslage ausgelenkt wird. Dabei wird ein rücktreibendes Drehmoment von  $D_z = 3 \times 10^{-4} \text{ Nm}$  gemessen.

(a) Welche Feldstärke  $\vec{H}$  hat das Magnetfeld? **[2 Punkte]**(b) Wie groß ist die Arbeit bei der Drehung der Magnetnadel? **[3 Punkte]**

#### E29. Prinzip eines Drehspulgalvanometers

Welches maximale Drehmoment erfährt eine quadratische Leiterschleife der Seitenlänge  $a = 2 \text{ cm}$  im homogenen Magnetfeld von  $B = 0,01 \text{ T}$  in Bezug auf die im Bild dargestellte Drehachse, wenn durch die Schleife ein Strom von  $I = 10 \text{ A}$  fließt? Um welchen Drehwinkel wird

die Leiterschleife ausgelenkt, wenn die Winkelrichtgröße einer an der Drehachse befestigten Rückstellfeder  $D = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Nm}$  beträgt?



[4 Punkte]

### E30. Wienfilter

Protonen mit einer Geschwindigkeit von  $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{e}_x$ ,  $v_0 = 0,1c$  ( $c$ : Lichtgeschwindigkeit im Vakuum) treten in einen Wienfilter ein. Dieser Filter hat eine Länge  $l$  in  $x$ -Richtung von 1 m; das homogene elektrische Feld im Filter ist  $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_z$ ,  $E = 30 \text{ kV/cm}$ . Das magnetische Feld  $\vec{B}$  des Filters liegt demnach in  $y$ -Richtung.

a) Für welches  $\vec{B}$  erfahren die Protonen keine Ablenkung? [3 Punkte]

b) als Zusatzaufgabe: Am Ende des Filters befindet sich ein Spalt, der nur von Protonen passiert werden soll, deren Geschwindigkeit maximal 0,01% von der Sollgeschwindigkeit  $\vec{v}_0$  abweichen soll. Wie groß muss die Öffnung des Spaltes in  $z$ -Richtung sein, um dies zu gewährleisten?

*Hinweis:* Für das Lösen der Aufgabe kann folgende Näherung verwandt werden:

$$\frac{l}{v_0 + \Delta v} \approx \frac{l}{v_0}$$

für  $\Delta v \ll v_0$ .

Die Masse des Protons beträgt  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Relativistische Effekte sollen nicht berücksichtigt werden.

[5 Punkte]

### E31. Zyklotron

Ein Zyklotron vom Radius  $R = 1 \text{ m}$  beschleunigt  $\alpha$ -Teilchen (Helium-Kerne,  $q = 2e$ ,  $m_\alpha = 6,6465 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ) auf eine Energie von  $E = 30 \text{ MeV}$ . Wie groß ist die Flussdichte des magnetischen Feldes im Zyklotron?

[3 Punkte]

E32. Fünf 10 m lange Drähte verlaufen parallel zueinander in einem Abstand von jeweils  $d = 8 \text{ cm}$  zwischen benachbarten Drähten.

Jeder trägt einen Strom von 3 A aus der Ebene heraus. Jeder Draht erfährt eine Kraft aufgrund der magnetischen Felder der anderen Drähte. Bestimmen Sie die Gesamtkraft, welche auf die Drähte 1, 2 und 3 wirkt!



Abbildung E32.1: Anordnung der Drähte

[4 Punkte]

**ZA03.** Ampere'sches oder Biot-Savart Gesetz

Berechnen Sie mit geeigneter Methode das Magnetfeld

a) innerhalb und außerhalb eines geraden, unendlich langen Drahtes der Dicke  $d = 2R$ , welcher von einem gleichmäßig über den Draht verteilten Strom durchflossen wird. **[4 Punkte]**

b) zweier konzentrisch angeordneter, unendlich langer Rohre mit Innenradien  $R_1$  und  $R_2$  und der Wandstärke  $d$ , die in entgegengesetzter Richtung jeweils von einem Strom  $I = |I_1| = |I_2|$  durchflossen werden. Auch hier sei die Stromdichte in den Leitern ortsunabhängig. **[5 Punkte]**

c) auf der Achse senkrecht durch den Mittelpunkt einer Leiterschleife mit Radius  $R$ . **[6 Punkte]**

