

# FERIENKURS EXPERIMENTALPHYSIK 2 2010

## Übung 4

### 1

Berechnen Sie anhand der geeigneten Methode (Amperesches Gesetz oder Biot-Savart-Gesetz) das statische Magnetfeld

a) eines Stroms durch eine unendlich ausgedehnte Ebene mit vernachlässigbarer Dicke und konstanter Stromdichte.

b) zweier konzentrischer unendlich langer Rohre mit Innenradien  $r_1$  und  $r_2$  und Wandstärke  $d$ , die in entgegengesetzter Richtung jeweils vom Strom  $I$  durchflossen werden. Bestimmen und skizzieren Sie  $\vec{B}(\vec{r})$  für  $0 < r < 1$ . Die jeweilige Stromdichte in den Rohren sei räumlich konstant.

### 2

Ein sehr langer, gerader Leiter mit kreisförmigem Querschnitt und dem Radius  $R$  werde vom Strom  $I$  durchflossen. Im Inneren des Leiters befinde sich eine zylindrische Bohrung mit dem Radius  $a$ , deren Achse parallel zur Leiterachse verläuft und von dieser den Abstand  $b$  hat (Abbildung 1). Bestimmen sie das Magnetfeld  $\vec{B}$

a) auf der x-Achse bei  $x = 2R$ .

b) auf der y-Achse bei  $y = 2R$ .

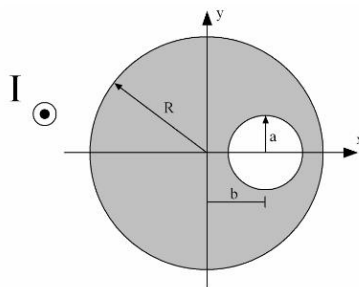


Abbildung 1: zu Aufgabe 2

### 3

Gebogener Leiter: Gegeben sei ein in der  $x$ - $y$ -Ebene liegender dünner Leiter mit einer halbkreisförmigen Ausbuchtung mit Radius  $R$ , durch den ein Strom  $I$  fließt (Abbildung

2). Berechnen Sie die magnetische Feldstärke im Koordinatenursprung mit dem Biot-Savart-Gesetz.

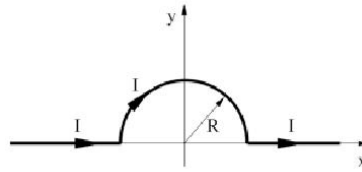


Abbildung 2: zu Aufgabe 3

#### 4

In einer von einem homogenen Magnetfeld senkrecht durchsetzten Ebene liegt ein stromdurchflossener, halbkreisförmiger Draht (Abbildung 3). Zeigen Sie, dass auf den Draht dieselbe Kraft wirkt, die ein gerader Draht längs des Durchmessers  $\overline{AC}$  zwischen den Enden des Halbkreises erfahren würde.

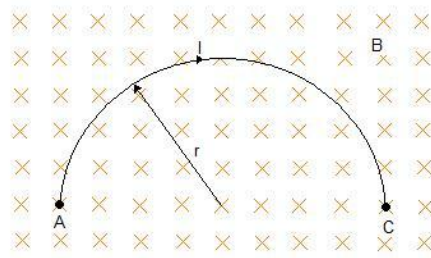


Abbildung 3: zu Aufgabe 4

#### 5

Parallele Drähte: Zwei lange gerade Drähte sind im Abstand  $2\text{cm}$  parallel zueinander wie in Abbildung 4 abgebildet in z-Richtung gespannt und werden jeweils in die gleiche Richtung vom Strom  $I = 10\text{A}$  durchflossen. Wie groß ist die Kraft pro Längeneinheit, die die Drähte aufeinander ausüben?

#### 6

Eine Ionenquelle erzeugt  ${}^6\text{Li}$ -Ionen (Masse  $6u$ , Ladung  $+e$ ). Die Ionen werden durch eine Potenzialdifferenz von  $10\text{kV}$  beschleunigt und bewegen sich dann horizontal in einen Raumbereich, in dem ein homogenes, vertikal gerichtetes Magnetfeld vom Betrag  $B = 1,2\text{T}$  besteht. Wie stark muss ein dem Magnetfeld in demselben Raumbereich überlagertes elektrisches Feld sein, damit die Ionen die Feldkonfiguration ohne Ablenkung passieren?

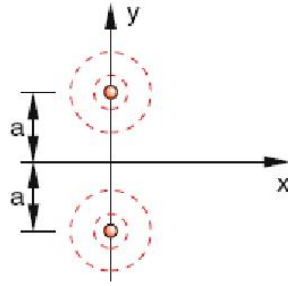


Abbildung 4: zu Aufgabe 6

7

Berechnen Sie das magnetische Dipolmoment eines mit Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  rotierenden Kegels (Höhe  $h$ , Radius  $R$ ), der die konstante Oberflächenladungsdichte  $\sigma$  trägt.

8

Gegeben ist die rechteckige Stromschleife mit den Abmessungen  $a = 11\text{cm}$  und  $b = 14\text{cm}$  (Abbildung 5). Der Winkel  $\Theta$  zwischen Schleife und  $y$ -Achse beträgt  $\Theta = 30^\circ$  und es fließt ein Strom  $I = 1\text{A}$  durch die Schleife.

a) Berechnen Sie das magnetische Dipolmoment  $\vec{p}_m$  der Stromschleife (Betrag und Richtung!).

b) Wie groß ist die potentielle Energie der Schleife in einem Magnetfeld  $B = 1\text{T}$ , wenn  $\vec{B}$  entlang der  $x$ -Achse angelegt wird? Wie groß ist das Drehmoment auf die Schleife und in welche Richtung wirkt es?

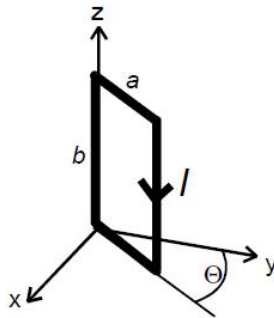


Abbildung 5: zu Aufgabe 10

9

Auf einen Eisentorus sind 2000 Windungen Draht gewickelt, durch den ein Strom der Stärke  $1\text{mA}$  fließt. Der Umfang des Torus beträgt  $20\text{cm}$ , die magnetische Suszeptibilität des Eisentorus sei  $\chi_m = 1000$ .

- a) Angenommen, der Eisentorus wäre nicht da und man hätte nur eine leere Spule. Wie groß wäre das B-Feld im Innenraum der Spule? Welchen Wert hätte das H-Feld im Innenraum? (Hinweis: Benutzen Sie das Amperesche Durchflutungsgesetz und vernachlässigen Sie die Variation der Magnetfeldstärke über den Querschnitt der Spule sowie alle Randeffekte. Gehen Sie davon aus, dass das Feld im Außenraum null ist.)
- b) Nun soll sich in der Spule wieder der Eisenkern befinden. Welchen Wert hat H im Eisen? Wie groß ist das B-Feld im Eisen und wie groß ist die Magnetisierung des Eisentorus?