

Heften Sie die Blätter zur Abgabe zusammen und tragen Sie auf jedem Blatt den Nachnamen Ihres Tutors und Ihre Namen ein. Auf das erste Blatt schreiben Sie bitte die kompletten Namen und den Buchstaben Ihres Tutoriums. Rechnen Sie die Aufgaben maximal zu dritt.

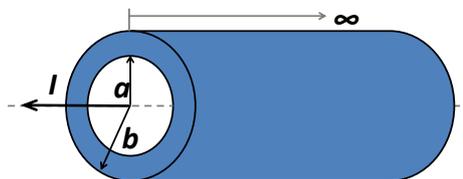
Abgabe bis Mo, 02. Juli, 11:15 Uhr im Erdgeschoss von Geb. 30.23 (Physikhochhaus)  
Besprechung Mi, 04. Juli im Tutorium

## 1. Magnetfeld Hohlzylinder

(3 Punkte)

Ein unendlich langer Hohlzylinder mit dem Innenradius  $a$  und dem Außenradius  $b$  werde vom Strom  $I$  mit homogener Stromdichte durchflossen. Bestimmen Sie das entstehende Magnetfeld für:

- a)  $r < a$
- b)  $a < r < b$
- c)  $r > b$

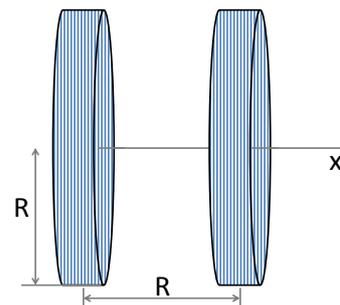


## 2. Helmholtz-Spulen

(3 Punkte)

Zwei hintereinander geschaltete Spulen, die vom gleichen Strom durchflossen werden und bei denen der Abstand von Spulenmitte zu Spulenmitte gleich ihrem Radius ist, bezeichnet man als Helmholtz-Spulen. Es sei  $R = 10$  cm,  $I = 20$  A und  $N = 300$  Windungen pro Spule. Eine Spule befinde sich in der  $yz$ -Ebene mit dem Mittelpunkt am Ursprung und die andere in einer dazu parallelen Ebene bei  $x = 10$  cm.

- a) Berechnen Sie das resultierende Magnetfeld  $B_x$  bei  $x = 5$  cm,  $x = 7$  cm,  $x = 9$  cm und  $x = 11$  cm.
- b) Skizzieren Sie  $B_x$  als Funktion von  $x$ . Verwenden Sie dabei das Ergebnis von a), und berücksichtigen Sie, dass  $B_x$  symmetrisch zum Mittelpunkt zwischen den Spulen ist.
- c) Zeigen Sie, dass in der Mitte zwischen den Spulen, also bei  $x = \frac{1}{2}R$ , gilt:  $dB_x/dx = 0$ ;  $d^2B_x/dx^2 = 0$  und  $d^3B_x/dx^3 = 0$ . Was bedeutet das für das Magnetfeld in der Nähe der Mitte?



## 3. Ringförmige Schleife

(2 Punkte)

Eine ringförmige Schleife, die vom Strom  $I$  durchflossen wird, liege in der  $yz$ -Ebene. Die Schleifenachse sei die  $x$ -Achse.

- a) Berechnen Sie das Linienintegral  $\oint B \cdot dl$  entlang der  $x$ -Achse von  $x = -l$  bis  $x = +l$ .
- b) Zeigen Sie, dass für  $l \rightarrow \infty$  das Linienintegral gegen  $\mu_0 I$  geht.

4. *Magnetfeld rotierende Scheibe*

(3 Punkte)

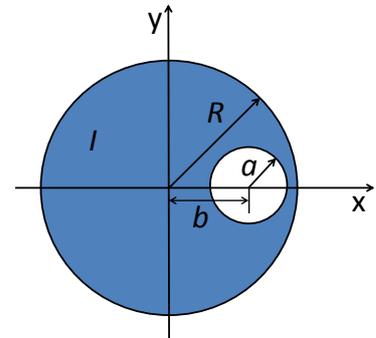
Eine Scheibe mit dem Radius  $R$  sei homogen mit Ladung belegt. Die Ladungsdichte betrage  $\sigma$ , und die Scheibe rotiere mit der Kreisfrequenz  $\omega$ .

- Betrachten Sie einen ringförmigen Streifen mit dem Radius  $r$  und der Breite  $dr$ , der die Ladung  $dq$  trägt. Zeigen Sie, dass dieser Streifen den Strom  $dI = (\omega/2\pi)dq = \omega\sigma r dr$  erzeugt.
- Zeigen Sie mit dem Ergebnis von Teil a), dass das Magnetfeld am Scheibenzentrum den Wert  $B = \frac{1}{2}\mu_0\sigma\omega R$  hat.
- Verwenden Sie das Ergebnis aus Teil a), um das Magnetfeld an einem Punkt auf der Scheibenachse im Abstand  $x$  vom Mittelpunkt zu ermitteln.

5. *Magnetfeld Leiter mit Bohrung*

(3 Punkte)

Ein sehr langer gerader Leiter mit kreisförmigem Querschnitt und dem Radius  $R$  werde vom Strom  $I$  durchflossen. Im Innern des Leiters befinde sich eine zylindrische Bohrung mit dem Radius  $a$ , deren Achse parallel zur Leiterachse verläuft und von dieser den Abstand  $b$  hat. Die Leiterachse sei die  $z$ -Achse, und die Achse der Bohrung befinde sich bei  $x = b$ . Bestimmen Sie das Magnetfeld  $B$ :



- auf der  $x$ -Achse bei  $x = 2R$  und
- auf der  $y$ -Achse bei  $y = 2R$ .

(Hinweis: Überlegen Sie sich, wie Sie das Problem mittels Superposition vereinfachen können.)

Die Übungsblätter dürfen grundsätzlich nicht weiterverbreitet werden, weder online noch offline, weder digital noch analog.