

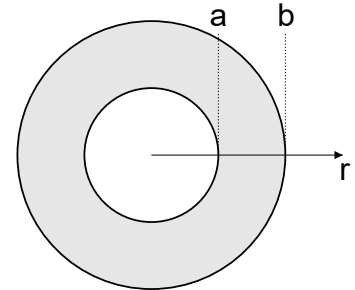
ÜBUNGSAUFGABEN (VI)

(Abgabe Montag, 5.6.2023; Besprechung Mittwoch, 7.6.2023)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

In einem unendlich langen, leitenden Hohlzylinder mit Innenradius a und Außenradius b fließt ein konstanter Strom I homogener Dichte j in Richtung der Zylinderachse z . Berechnen Sie das vom Strom erzeugte Magnetfeld $H(r)$ im gesamten Raum (auch innerhalb des Leiters) als Funktion des Abstands r von seiner Symmetrieachse.

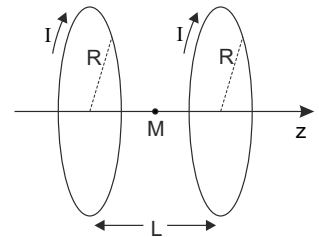
Hinweis: Verwenden Sie eine Maxwellsche Gleichung und machen Sie Gebrauch von der Symmetrie der Anordnung.



Aufgabe 2: (4 Punkte)

Zwei identische Spulen mit Radius R sind parallel zueinander im Abstand L angeordnet. Für das Magnetfeld auf der Symmetrieachse einer einzelnen Spule gelte (Spulenmitte im Ursprung):

$$B_s(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(z^2 + R^2)^{3/2}}.$$



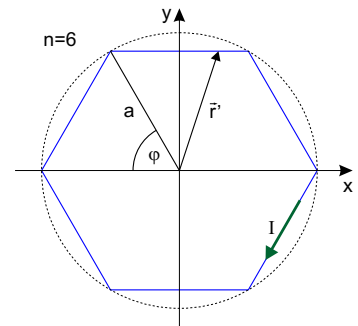
Die Ströme in den Spulen mit Betrag I sind gleichsinnig (vgl. Skizze). Berechnen Sie den Abstand L , für den das gemeinsame Magnetfeld B der Spulen im Mittelpunkt M sowie in dessen unmittelbaren Umgebung entlang z weitgehend homogen wird (Helmholtz-Spule).

Hinweis: Die Homogenität von $B(z)$ in der Umgebung von M entspricht der Forderung $B'(z) = 0$ und $B''(z) = 0$ im Punkt M .

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Ein dünner Draht in Form eines regelmäßigen Sechsecks liegt in der xy -Ebene. Es fließt ein konstanter Strom I durch den Draht und erzeugt die magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r})$.

- Berechnen Sie die Flussdichte $\vec{B}(z)$ für alle Orte z auf der Symmetrieachse mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetzes.
- Verallgemeinern Sie die gefundene Formel für ein regelmäßiges n -Eck mit beliebigem geradzahligem n .
- Bestimmen Sie schließlich die Flussdichte für den Grenzfall $n \rightarrow \infty$ (kreisförmige Leiterschleufe).



Aufgabe 4: (3 Punkte)

Ein dünner Kupferstab der Länge $L = 20\text{ cm}$ liegt reibungsfrei auf einer schienenartigen Leiterbahn, an der eine Spannung U anliegt. Aufgrund des Kontaktes zu den Leitern fließt ein zeitlich konstanter Strom $I = 1\text{ A}$ durch den Stab. Die gesamte Anordnung wird von einem homogenen, senkrechten Magnetfeld $B = 1\text{ T}$ durchdrungen. Berechnen Sie Betrag und Richtung der auf den Stab wirkenden Kraft ausgehend von dem bekannten Ausdruck für die Lorentzkraft $\vec{F} = Q \vec{v} \times \vec{B}$.

