

Übungsblatt # 10 zur Vorlesung Klassische Theoretische Physik III

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Theoretische Festkörperphysik

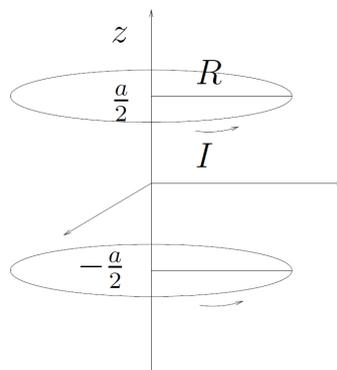
Dr. Giuseppe Toscano (giuseppe.toscano@kit.edu)

Prof. Dr. Carsten Rockstuhl (carsten.rockstuhl@kit.edu)

Übung 1 - Helmholtz–Spulenpaar (3 Punkte)

Berechnen Sie das Magnetfeld auf der Symmetrieachse eines Helmholtz–Spulenpaares, das aus zwei im gleichen Sinne vom Strom I durchflossenen Leiterkreisen besteht. Diese Kreise haben den Radius R und liegen in den Ebenen $z = \pm \frac{a}{2}$.

- (a) Bestimmen Sie die z –Komponente der magnetischen Induktion $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ auf der Symmetrieachse.
- (b) Für welche Wahl des Verhältnisses $\frac{R}{a}$ ist das Magnetfeld in der Umgebung des Nullpunktes maximal homogen?



Übung 2 - Oberflächenströme der homogen magnetisierten Kugel (5 Punkte)

Das Magnetfeld

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \begin{cases} B_0 \mathbf{e}_z, & (r \leq R) \\ \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3\mathbf{r}(\mathbf{r} \cdot \mathbf{m}) - \mathbf{m}r^2}{r^5}, & (r > R) \end{cases} \quad (1)$$

gehört zu einer homogen magnetisierten Kugel mit dem Dipolmoment $\mathbf{m} = m\mathbf{e}_z$. In den Bereichen $r < R$ und $r > R$ gelten jeweils $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ und $\nabla \times \mathbf{B} = 0$. Als Quellen des Feldes kommen daher nur Ströme auf der Oberfläche in Frage. Wegen der Zylindersymmetrie sind die Oberflächenströme von der Form

$$\mathbf{J}(\mathbf{r}) = \frac{I(\theta)}{\pi R} \delta(r - R) \mathbf{e}_\phi.$$

Bestimmen Sie den Strom $I(\theta)$ und das magnetische Moment \mathbf{m} . Leiten Sie dazu aus den Maxwellgleichungen der Magnetostatik folgende Übergangsbedingungen ab:

$$B_r(R + \epsilon) - B_r(R - \epsilon) = 0$$

$$B_\theta(R + \epsilon) - B_\theta(R - \epsilon) = \frac{\mu_0 I(\theta)}{\pi R}$$

ϵ sei hier eine sehr kleine Zahl die im Grenzfall gegen 0 geht.

Übung 3 - Kraft und Drehmoment zwischen zwei kreisförmigen Leitern (3 Punkte)

Bestimmen Sie das Drehmoment und die Kraft zwischen zwei kreisförmigen Leitern mit parallelen Achsen, die gleichgerichteten Strom gleicher Stromstärke I führen, wenn der Abstand zwischen ihren Mittelpunkten groß ist ($L \gg R$). Berechnen Sie zunächst die Energie der Anordnung. Drücken Sie dann die Kraft und das Drehmoment als Funktion des Winkels θ aus (siehe Abbildung 1).

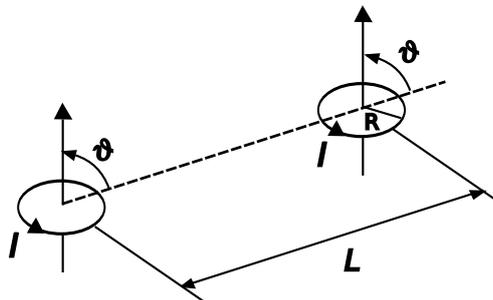


Abbildung 1: Zwei parallele kreisförmige Leiter.

Abgabetermin: Freitag, 08.01.2015 um 9:45 Uhr.