Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Institut für Theoretische Physik

Übungen zur Vorlesung „Elektrodynamik“

Prof. Dr. T. Gehrmann

Blatt 5 –Frühjahrssemester 2013
Abgabe: 26.03.2013
Besprechung: ETH 27.03.2013
UZH 28.03.2013

---

http://www.itp.phys.ethz.ch/education/lectures_fs13/Elektrodynamik

Aufgabe 1 Stromdurchflossener Leiter

Gegeben sei ein unendlich langer Zylinder mit Radius R, dessen Symmetrieachse die z-Achse sei. Die durch den Zylinder fließende Stromdichte sei

$$\vec{j}(\varrho) = j_0 \, \mathrm{e}^{-\varrho^2/R^2} \cdot \theta(R - \varrho) \cdot \vec{e}_z \,, \qquad \text{mit} \qquad \varrho = \sqrt{x^2 + y^2} \,.$$

(a) Drücken Sie j_0 durch den Gesamtstrom I aus.

(b) Berechnen Sie das Magnetfeld $\vec{B}$ innerhalb und außerhalb des Zylinders. In welche Richtung zeigt das Magnetfeld (Skizze)?

Aufgabe 2 Biot-Savart Gesetz

In der xy-Ebene sei ein Leiter in Form eines regelmäßigen n-Ecks mit Umkreisradius R und Mittelpunkt im Ursprung gegeben. Der Leiter werde von einem Strom I durchflossen.

(a) Berechnen Sie das Magnetfeld $\vec{B}$ im Zentrum des n-Ecks nach Betrag und Richtung.

(b) Was ergibt sich daraus für das Magnetfeld des kreisförmigen Leiters?

Aufgabe 3 Rotierende geladene Kugel

Eine Kugelschale vom Radius R trage die Ladung Q, die homogen auf der Oberfläche verteilt sei und rotiere mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega} = \omega \, \vec{e}_z$.

(a) Berechnen Sie die Stromdichte $\vec{j}(\vec{r}) = \vec{v}(\vec{r}) \cdot \varrho_{el}(\vec{r})$

– bitte wenden –

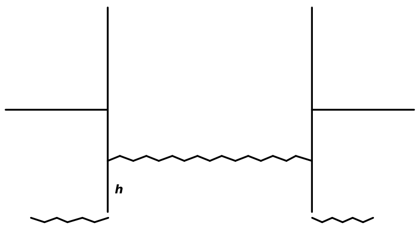
(b) Berechnen Sie das magnetische Moment

$$\vec{m} = \frac{1}{2}\int d^3r \, (\vec{r} \times \vec{j}(\vec{r}))$$

der Kugel.

(c) Bestimmen Sie das gyromagnetische Verhältnis, d.h. das Verhältnis des magnetischen Moments zum mechanischen Drehimpuls unter der Annahme einer homogenen Massenverteilung auf der Kugelschale.

Aufgabe 4 Dielektrika



Ein Plattenkondensator mit quadratischen Platten der Kantenlänge a und Abstand d werde mit der Ladung Q aufgeladen und anschließend von der Spannungsquelle abgetrennt. Bringt man den geladenen Kondensator nun oberhalb einer dielektrischen Flüssigkeit (Dichte $\rho_{Fl.}$, Dielektrizitätszahl ϵ_r) an, so steigt die Flüssigkeit zwischen den Platten bis zu einer Maximalhöhe h_0 nach oben.

(a) Bestimmen Sie die im Kondensator gespeicherte elektrostatische Energie $W_{el.}(h)$ in Abhängigkeit von der Steighöhe h und den anderen oben gegebenen Größen.

(b) Bestimmen Sie die potentielle Energie $W_{pot.}(h)$ der Flüssigkeit zwischen den Platten wiederum als Funktion von h.

(c) Leiten Sie aus der Bedingung, dass die Gesamtenergie minimiert wird, eine Bestimmungsgleichung für h_0 her. Welche Ladungsmenge muss man bei $a =$ 20cm, $d =$ 5mm, $\epsilon_r = 3$, $\rho_{Fl.} = 0,8$ g/cm^3 auf den Kondensator aufbringen, damit die Flüssigkeit bis zur Hälfte steigt?