Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Theoretische Physik I WS 2021/2022	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de

Aufgabenblatt 12

12.1 Rotierende Hohlkugel

Auf der Oberfläche einer Hohlkugel mit dem Radius R sei eine Ladung Q gleichmäßig verteilt. Die Kugel rotiere mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um eine beliebige, aber feste Achse durch den Mittelpunkt.

a. Bestimmen Sie die durch die Rotation verursachte Stromdichte $\vec{j}(\vec{r}) = \rho(\vec{r})\vec{v}(\vec{r})$. Stellen Sie dazu zuerst die Ladungsdichte mit Hilfe der Delta-Funktion dar (2 P.).

b. Begründen Sie ohne Rechnung, in welche Richtung das magnetische Moment zeigen muss (1 P.).

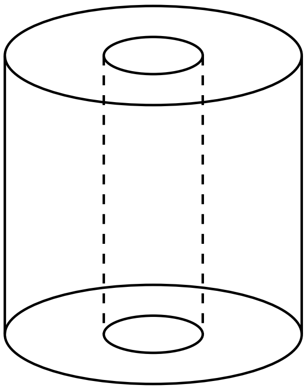
c. Berechnen Sie das von $\vec{j}(\vec{r})$ hervorgerufene magnetische Moment der Kugel (3 P.). Verwenden Sie die Beziehung

$$\vec{m} = \frac{1}{2} \int \mathrm{d}^3 r \; \vec{r} \times \vec{j}(\vec{r}) \; . \tag{1}$$

d. Leiten Sie die Komponenten des Vektorpotentials $\vec{A}(\vec{r})$ ab. Unterscheiden Sie dabei zwischen Innen- und Außenraum der Kugel. Zum Integrieren führt man Kugelkoordinaten relativ zur Richtung von $\vec{r}$ ein (3 P.).

e. Zeigen Sie, dass die magnetische Induktion $\vec{B}(\vec{r})$ im Außenraum die eines magnetischen Dipols ist (1 P.).

12.2 Magnetische Induktion eines Hohlleiters



Ein unendlich langer Hohlzylinder mit Innenradius R_1 und Außenradius $R_2 > R_1$ wird homogen vom Strom I durchflossen.

a. Begründen Sie ohne Rechnung, in welche Richtung die magnetische Induktion $\vec{B}$ zeigt und von welchen Variablen der Betrag von $\vec{B}$ abhängt.

b. Berechnen Sie die magnetische Induktion $\vec{B}$ im ganzen Raum mit Hilfe des vierten Maxwellschen Gesetzes.

c. Skizzieren Sie $|\vec{B}|$ als Funktion des Abstands von der z-Achse, die im Zentrum des Hohlleiters verlaufen soll.