

7. Übung

Besprechung: 5.12.05

Aktuelle Informationen und pdf-Files der Übungen auch unter

http://theorie3.physik.uni-erlangen.de/lectures/ws2005_2006/griesshammer/EDkompakt.html.

1. ROTIERENDE, GELADENE KUGEL: Eine homogene Vollkugel mit Radius R und Gesamtladung Q rotiert um eine feste Achse mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$.

a) Zeigen Sie, daß die Stromdichte in kartesischen Koordinaten sich schreiben läßt als

$$\vec{j}(\vec{r}) = \rho(\vec{r}) \vec{\omega} \times \vec{r} = -\frac{Q r \omega}{R^3} \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \begin{pmatrix} -i(Y_{11}(\theta, \phi) + Y_{1,-1}(\theta, \phi)) \\ (Y_{11}(\theta, \phi) - Y_{1,-1}(\theta, \phi)) \\ 0 \end{pmatrix} \vartheta(R - r) ,$$

wobei $\vartheta(a)$ die Heaviside'sche Stufenfunktion ist: $\vartheta(a > 0) = 1$, $\vartheta(a < 0) = 0$, $\frac{d}{da}\vartheta(a) = \delta(a)$.

Hinweis: Drücken Sie \vec{r} mithilfe der Kugelflächenfunktionen $Y_{lm}(\vartheta, \varphi)$ aus.

b) Berechnen Sie das Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r})$ außerhalb der Kugel. Zeigen Sie, daß ein reines magnetisches Dipolfeld entsteht:

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{Q\omega}{5c} \frac{R^2}{r^3} \begin{pmatrix} -y \\ x \\ 0 \end{pmatrix}$$

c) Wie groß ist das magnetische Dipolmoment der Kugel? Berechnen und interpretieren Sie den aus den Gundvorlesungen wohlbekannten Lande'schen g -Faktor des *gyromagnetischen Verhältnisses* zwischen magnetischem Moment und Drehimpuls \vec{l} einer Kugel mit Masse M ,

$$\vec{m} = g \frac{Q}{2Mc} \vec{l} .$$

d) Berechnen Sie das Magnetfeld im Außenraum. Feldskizze.

2. LICHTGESCHWINDIGKEIT ALS GRENZGESCHWINDIGKEIT: Auf den Teller eines Plattenspielers wird ein Laser so montiert, daß das von ihm ausgesandte Licht bei jeder der 33 Umdrehungen pro Minute auch auf den Mond trifft, 400 000 km von der Erde entfernt. Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der der Laserstrahl die Mondoberfläche überstreicht. Wie ist das Ergebnis mit dem Postulaten der Speziellen Relativitätstheorie vereinbar?