Universität Bielefeld Fakultät für Physik Wintersemester	Vertiefung der klassischen Mechanik und Elektrodynamik 2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de 6193, E5-120
--	---	---

Aufgabenblatt 11

11.1 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.

- 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.).
- Begründen Sie ohne Rechnung, in welche Richtung das magnetische Moment zeigen muss (1 P.).
- Berechnen Sie das von $\vec{j}(\vec{r})$ hervorgerufene magnetische Moment der Kugel (3 P.). Verwenden Sie die Beziehung

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

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

11.2 Potential und elektrische Feldstärke einer Linienladung

Auf dem Abschnitt der z -Achse $-l \leq z \leq l$ sitze eine konstante Linienladungsdichte γ . Es seien r, ϕ, z die üblichen Zylinderkoordinaten. Man gebe die z -Koordinate und die r -Koordinate der elektrischen Feldstärke formelmäßig an.

Hinweis 1: Man schreibe die Integraldarstellung des elektrostatischen Potentials so um, dass die Koordinaten, nach denen zu differenzieren ist, in den Integrationsgrenzen stehen.

Hinweis 2: r ist hier nicht der Betrag von $\vec{r}$ (Zylinderkoordinaten)! Die sonst übliche Bezeichnung als ρ verbietet sich in der Elektrodynamik aus offensichtlichen Gründen leider auch. Sie könnten diese Zylinderkoordinate $r_{\perp}$ nennen.