Theoretische Physik II für Lehramtskandidaten, SS 2010
Hausaufgaben zu den Übungen am 10.6., Blatt 7, Stefanie Russ
Abgabe: Dienstag, 8.6. zu Beginn der Vorlesung.

Bitte geben Sie Ihre Übungsgruppe (I/II) an!

Beachten Sie die Hinweise von Blatt 1 zur äußeren Form. ρ_1, ρ_2 seien pos. oder neg. Konstanten, R_1, R und a seien pos. Konstanten. (2 Punkte pro Aufgabe)

1. **Gauss-Gesetz und Symmetrieüberlegungen:** Gegeben sei eine geladene Kugel (Radius R) mit konzentrisch angeordneter Ladungsdichte $\rho(r)$:

$$\rho(r) = \begin{cases} \rho_1; & 0 < r \leq R_1 \\ \rho_2; & R_1 < r \leq R \end{cases} .$$

mit den (positiven oder negativen) Konstanten ρ_1, ρ_2 und der positiven Konstante $R_1 < R$. Welche Symmetrieoperationen können Sie erkennen, die die gesamte Kugel (samt ihrer Ladung) auf sich selbst abbilden?

Begründen Sie mit Hilfe dieser Symmetrieoperationen, dass das $\vec{E}$-Feld dieser Kugel nur die Form $\vec{E} = E_r(r)\,\vec{e}_r$ haben kann, d.h. dass die Komponenten in Richtung von (i) $\vec{e}_\vartheta$ und (ii) $\vec{e}_\varphi$ verschwinden und die Komponente in Richtung von $\vec{e}_r$ nicht von (iii) ϑ oder (iv) φ abhängen kann.
Bewertung: Je 1/2 Punkt (i), (ii), (iii) und (iv) in Verbindung mit der richtigen Symmetrieoperation.

2. **1. Ampere-Gesetz:** Gegeben seien jeweils die beiden Ströme $I_1 > 0$ und $I_2 > 0$, deren Richtung durch die Ortsvektoren $\vec{r}_1$ und $\vec{r}_2$ gegeben sei. Der Strom in den geraden Leitern fliesse in positiver z, bzw. y-Richtung, der in den Stromschleifen gegen den Uhrzeigersinn (positiver Drehsinn). Die Leiter seien gegeneinander isoliert.

(i) Skizzieren Sie jeweils die Anordnungen (je 1/4 Punkt), (ii) schreiben Sie $d\vec{r}_1\, d\vec{r}_2$ (je 1/4 Punkt) und (iii) $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3$ (je 1/4 Punkt) in Abhängigkeit von z (bzw. y) und φ. (iv) Stellen Sie dann die Integrale für die Kraft $\vec{F}$ zwischen den Leitern auf und entscheiden Sie, ob zwischen den Leitern eine Kraft existiert und in welche Richtung sie ggf. wirkt (je 1/4 Punkt).

$$\text{(a)} \quad \vec{r}_1 = (-a, 0, z), \qquad \vec{r}_2 = (\cos\varphi, \sin\varphi, 0).$$
$$\text{(b)} \quad \vec{r}_1 = (-a, y, 0), \qquad \vec{r}_2 = (\cos\varphi, \sin\varphi, 0).$$

Ein explizites Lösen der Integrale $\neq 0$ ist nicht mehr verlangt.

Präsenzaufgabe: Diskussion von Biot-Savart für ein Helmholtzspulen-Paar (ohne explizite Berechnung des Integrals).

Verständnisfrage (ohne Punkte)
Wie würde sich Aufgabe 1 ändern, wenn die Ladungsdichte der Kugel nicht mehr von innen nach außen "sortiert" wäre, sondern z.B. die linke Hälfte eine andere Ladung trüge als die rechte Hälfte?