

3. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III

Abgabe (nur in Zweier-Gruppen): Freitag 12.5.06 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 1 (12 Punkte): Multipolentwicklung

- Überprüfen Sie die in der Vorlesung angegebene Definition des Dipolmoments \vec{d} und des Quadrupolmoments Q_{ij} durch explizite Rechnung.
- Unter welchen Bedingungen verschwinden Monopolmoment und Dipolmoment?
- Zeigen Sie explizit, dass für eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung Q_{11} und Q_{12} verschwinden.
- Leiten Sie einen Ausdruck für das Oktupolmoment ab.
- Bestimmen Sie Monopol-, Dipol-, Quadrupol und Oktupolmoment für folgende Ladungsverteilung $\rho(\vec{r})$:

$$\rho(\vec{r}) = q\delta(\vec{r} - \vec{e}_1) + q\delta(\vec{r} + \vec{e}_1) - q\delta(\vec{r} - \vec{e}_2) - q\delta(\vec{r} + \vec{e}_2).$$

Aufgabe 2 (8 Punkte): Geerdete Kugel im E-Feld

- Zeigen Sie, dass für 2 Legendre-Polynome $P_n(x), P_l(x)$ ($n \neq l$) gilt,

$$\int_{-1}^1 P_n(x) P_l(x) dx = 0.$$

Hinweis: Eine Möglichkeit dies zu zeigen besteht darin die gewöhnliche Legendre-Differenzialgleichung zu nutzen.

- Zeigen Sie, dass folgende Funktionen Lösung der Laplace-Gleichung $\Delta\phi(\vec{r}) = 0$ in sphärischen Koordinaten bei Problemen mit azimuthaler Symmetrie (keine φ -Abhängigkeit) sind,

$$\phi(\vec{r}) = \sum_{l=0}^{\infty} [A_l r^l + B_l r^{-l-1}] P_l(\cos(\theta)).$$

Dabei können Sie annehmen, dass A_l und B_l für $l > 1$ verschwinden.

- In ein anfänglich homogenes elektrisches Feld $\vec{E}_0 = E_0 \vec{e}_z$ wird eine geerdete Metallkugel mit dem Radius R gebracht. Wie lautet das Potential außerhalb der Kugel?
- Stellen Sie das resultierende elektrische Feld für $x=0$ graphisch dar (z.B. mit Mathematica oder gnuplot).

-
- Vorlesung: Mi 10¹⁵ - 11⁴⁵ Uhr, Do 8³⁰ - 10⁰⁰ Uhr, PN 203
Tutorien: Di 12¹⁵ - 13⁴⁵ Uhr, Di 16¹⁵ - 17⁴⁵ Uhr, Mi 8³⁰-9⁰⁰ Uhr
 - Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.:** www.itp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIII
 - Scheinkriterien:** 50 % der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien, mindestens 1 \times vorrechnen im Tutorium und 50 % der Punkte der Klausur
 - Sprechstunde:** S. Butscher Mi, 12⁰⁰-13⁰⁰ PN 703, S. Heidenreich Do, 11³⁰-12³⁰ PN 702