

2. Übungsblatt zur Theoretischen Physik III

Abgabe (nur in zweier Gruppen): Freitag 5.5.06 bis 12:00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 1 (6 Punkte): Coulomb-WW

Eine Kugel mit dem Radius R trage die elektrische Ladung Q . Man berechne das elektrische Feld und das elektrische Potential für die Fälle, dass die Ladung (a) homogen über die Kugel verteilt ist und (b) als isotrope Oberflächenladung vorliegt.

Aufgabe 2 (8 Punkte): Greensche Funktion, Greensche Identitäten

(a) Zeigen Sie, dass die Greensche Funktion

$$G(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = -\frac{1}{4\pi} \frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} + f(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$$

die Poisson-Gleichung

$$\Delta G(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}')$$

erfüllt. Welche Bedingung muss in diesem Fall für $f(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ gelten? Bestimmen Sie die Grennsche Funktion für die Poisson-Gleichung in 2 Dimensionen (G sei Rotations- und Translationsinvariant).

(b) Beweisen Sie mit Hilfe des Gaußschen Satzes die folgenden Identitäten, die für die Lösung der Poisson-Gleichung mit Randbedingungen eine wichtige Rolle spielen.

1. Greensche Identität:

$$\int_V (\Theta \Delta \Psi + (\nabla \Theta) \cdot (\nabla \Psi)) dV = \int_{\partial V} \Theta \nabla \Psi \cdot d\mathbf{s}$$

2. Greensche Identität:

$$\int_V (\Theta \Delta \Psi - \Psi \Delta \Theta) dV = \int_{\partial V} (\Theta \nabla \Psi - \Psi \nabla \Theta) \cdot d\mathbf{s}$$

Aufgabe 3 (6 Punkte): Total antisymmetrischer Tensor der Stufe 3

Zeigen Sie die Gültigkeit folgender Identitäten mit Hilfe des total antisymmetrischen Tensors

$$\epsilon_{ijk} = \begin{vmatrix} \delta_{1i} & \delta_{1j} & \delta_{1k} \\ \delta_{2i} & \delta_{2j} & \delta_{2k} \\ \delta_{3i} & \delta_{3j} & \delta_{3k} \end{vmatrix}.$$

(a) $(\mathbf{a} \times \mathbf{b})_i = \epsilon_{ijk} a_j b_k$

(Hierbei wurde die Summenkonvention verwendet. \mathbf{a} und \mathbf{b} sind Vektorfelder mit den Komponenten $a_i, b_i, i = 1, 2, 3$)

(b) $\nabla \times (\phi \mathbf{a}) = \phi (\nabla \times \mathbf{a}) + (\nabla \phi) \times \mathbf{a}$

(ϕ ist ein skalares Feld)

(c) $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{a}) = \nabla (\nabla \cdot (\mathbf{a})) - \Delta \mathbf{a}$

(d) $\nabla \times (\nabla \phi) = 0$

- Vorlesung: Mi 10¹⁵ - 11⁴⁵ Uhr, Do 8³⁰ - 10⁰⁰ Uhr, PN 203

Tutorien: Di 12¹⁵ - 13⁴⁵ Uhr, Di 16¹⁵ - 17⁴⁵ Uhr, Mi 8³⁰-10⁰⁰ Uhr

- Kontakt, Inhalte, Übungsblätter etc.: wwwitp.physik.tu-berlin.de/lehre/TPIII

- Scheinkriterien: 50 % der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien, mindestens 1 × vorrechnen im Tutorium und 50 % der Punkte der Klausur

- Sprechstunde: S. Butscher Mi, 12⁰⁰-13⁰⁰ PN 703, S. Heidenreich Do 11³⁰-12³⁰ PN 702