3. Übung

Besprechung: 7.11.05

Aktuelle Informationen und pdf-Files der Übungen auch unter
http://theorie3.physik.uni-erlangen.de/lectures/ws2005_2006/griesshammer/EDkompakt.html.

1. SUPERPOSITIONSPRINZIP: Daß die lineare Superposition zweier Lösungen der Maxwell-Gleichungen wiederum eine Lösung ergibt, ist sogar bei der Berechnung einfacher Ladungsverteilungen vorteilhaft. Wir betrachten zunächst eine homogen geladene, unendlich ausgedehnte Platte mit Flächenladungsdichte σ, die in der (xy)-Ebene liegt.

   a) Schränken Sie die Form von $\vec{E}$ durch Symmetrieargumente ein.

   b) Berechnen Sie die Feldstärke um die Platte. Sie können wieder die "Dosenkonstruktion" verwenden, wie in den Experimentalphysikvorlesungen, oder die Poisson-Gleichung lösen, oder sich die eindimensionale Greensfunktion besorgen und ähnlich wie beim geladenen Draht verfahren. Zeigen Sie dann also zunächst, daß

   $$G(x, x') = \frac{1}{2}\,|x - x'|$$

   die Greensfunktion der *ein*dimensionalen Poissongleichung ohne Randbedingungen im Endlichen ist.

   c) Bestimmen Sie nun das elektrische Feld im Innen- und Außenraum von zwei parallelen, homogenen geladenen, unendlich ausgedehnten Platten mit Flächenladungsdichten σ_1 und σ_2. Betrachten Sie auch den Spezialfall $\sigma_1 = -\sigma_2$.

2. EINE GELADENE KUGEL: Berechnen Sie das elektrische Feld im Innen- und Außenraum einer Kugel mit Radius R und Gesamtladung Q für den Fall, daß die Ladung

   a) homogen verteilt nur auf der Kugeloberfläche sitzt.

   b) sphärisch über das gesamte Kugelvolumen verteilt ist, d.h. $\rho(\vec{r}) = \mu\, r^n,\ n > -3$.

   Hinweis: Lösen sie mindestens Teilaufgabe b) für den Fall $n = 0$, um Aufgabe 3 bearbeiten zu können.

   Berechnen Sie für beide Fälle das Potential $\Phi(\vec{r})$ so, daß $\Phi(\vec{r})$ überall stetig ist und $\lim\limits_{r\to\infty} \Phi(\vec{r}) = 0$.

   c) Skizzieren Sie Potential und elektrisches Feld für Teilaufgabe a) und für die Fälle $n = \pm 2$ in Teilaufgabe b).

3. KLASSISCHER ELEKTRONENRADIUS:

   a) Die elektrische Feldenergie $E_{\text{el.-stat.}}$ ist für statische elektrische Felder gegeben durch

   $$E_{\text{el.-stat.}} = \frac{1}{2}\int \mathrm{d}^3x\ \Phi(\vec{x})\rho(\vec{x})$$

   Berechnen Sie die Feldenergie einer homogen geladenen Kugel $\rho(\vec{r}) = \text{const.}$ mit Ladung q und Radius R. (Siehe Aufgabe 2.)

   b) Bei welchem Radius ist die Feldenergie gleich der Ruhemasse des Elektrons?