Theoretische Physik II - Elektrodynamik WS 05/06

(PD Dr. Achim Feldmeier) [1]

Übungsblatt 3 (35 Punkte) – Ausgabe: 31.10.2005, Abgabe: 07.11.2005 [2]

▷ **Aufgabe 1 (δ-Funktion)** (4 Punkte)

Sei

$$\begin{aligned}\delta_\varepsilon(x) &= -\frac{1}{\pi}\,\mathrm{Im}\frac{1}{x+i\epsilon}\\ &= \frac{1}{\pi}\,\frac{\epsilon}{x^2+\epsilon^2}.\end{aligned}$$

Zeigen Sie durch explizite Integrationen, daß δ_ϵ für $\epsilon \to 0$ die Eigenschaften der δ-Fkt hat.

▷ **Aufgabe 2 (Zylindersymmetrische Ladungsverteilung)** (10 Punkte)

(a) Leiten Sie die allgemeine Formel für die elektrische Feldstärke $E(r)$ und das elektrische Potential $\Phi(r)$ für eine zylindersymmetrische Ladungsverteilung mit der Ladungsdichte $\rho(r)$ ab!

(b) Zwei unendlich lange Drähte liegen parallel zur X-Achse. Sie durchstoßen die Y-Z-Ebene bei $z = 0$ und $y = \pm a$ und tragen die Linienladungsdichte $\pm\lambda$. Bestimmen Sie das resultierende Potential! Zeigen sie, dass die Äquipotenzialflächen Zylinderoberflächen sind und bestimmen sie die Achse des Zylinders mit dem Potential Φ_0!

▷ **Aufgabe 3 (Speicherung von Ionen)** (5 Punkte)

Ionenfallen, wie z.B. die Paul-Falle, werden heute in vielen physikalischen Laboren benutzt. Die Paul-Falle nutzt dabei neben einem elektrostatischen Feld auch ein oszillierendes elektrisches Feld zur Speicherung der Ionen. Zeigen Sie, dass im Vakuum ein elektrostatisches Feld alleine nicht ausreicht, um ein Ion zu speichern (meint: es gibt keine stabilen Gleichgewichtspunkte).

▷ **Aufgabe 4 (Geladene Kugeln)** (8 Punkte)

(a) Berechnen Sie das Potential einer Kugel mit Radius R und Flächenladung σ. Berechnen Sie aus dem Potential das elektrische Feld $\vec{E}$ und vergleichen Sie das Resultat mit dem Gaußschen Satz.

(b) Wiederholen Sie die Berechnungen für eine homogen geladene Kugel mit Radius r_1, die einen konzentrischen Leerraum mit dem Radius $r_2 < r_1$ hat. Die Ladungsdichte der Kugel sei ρ.

---

[1] `http://www.quantum.physik.uni-potsdam.de/teaching/ws2005/ed05/`

[2] Abgabe bis 11 Uhr in die jeweiligen Fächer der Übungsleiter im Erdgeschoss von Haus 19

▷ **Aufgabe 5 (Wasserstoffatom)** (8 Punkte)

Für das Wasserstoffatom im Grundzustand gilt näherungsweise: Die Kernladung ist punktförmig im Ursprung zentriert. Die mittlere Elektronenladungsdichte ist durch

$$\rho_e(\vec{r}) = -\frac{e}{\pi\, a^3} e^{-\frac{2\,r}{a}}$$

(a= Bohr'scher Radius, e = Elementarladung) gegeben. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke sowie das elektrische Potential. Diskutieren Sie die Grenzfälle $r \ll a$ und $r \gg a$. Stellen Sie die Funktionen $E(r)$ und $\phi(r)$ näherungsweise grafisch dar.