

ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK III
(THEORIE C, ELECTRODYNAMIK), WS 2011/12

Prof. Dr. F.R. Klinkhamer; Dr. S.Thambyahpillai

Institut für Theoretische Physik

BLATT 3

Abgabe: 07. 11. 11

Besprechung: 09. 11. 11

Name:

Bitte die Gruppe ankreuzen und dieses Blatt mit abgeben (bitte tackern):

- | | | | |
|--|--|---|---|
| ☐ Gruppe 1
Matthias Weinreuter | ☐ Gruppe 2
Juraj Streicher | ☐ Gruppe 3
Philip Wollfarth | ☐ Gruppe 4
Ulf Briskot |
| ☐ Gruppe 5
Valentin Bolsinger | ☐ Gruppe 6
Robin Roth | ☐ Gruppe 7
Julian Stöckel | ☐ Gruppe 8
Stefan Miereis |
| ☐ Gruppe 9
Philipp Rudo | ☐ Gruppe 10
Marius Bürkle | ☐ Gruppe 11
Guillaume Chalons | ☐ Gruppe 12
Justus Zorn |
| ☐ Gruppe 13
Yasmin Anstruther | | | |

*

Aufgabe 1: Laplace-Gleichung

4

Bestimmen Sie die allgemeinste Lösung der Laplace-Gleichung $\Delta\Phi = 0$ mit der Zusatzforderung

i) $\Phi(\vec{x}) = \Phi(r)$, $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, 2P

ii) $\Phi(\vec{x}) = \Phi(\rho)$, $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$, 1P

iii) $\Phi(\vec{x}) = \Phi(x)$. 1P

Geben Sie in jedem Fall eine Lösung an, die in $\vec{x} = 0$ regulär ist und, soweit möglich, eine Lösung, die im Unendlichen verschwindet (die triviale Lösung $\Phi \equiv 0$ gilt nicht).

Aufgabe 2: Sphärische Raumladung

3

Der Raum zwischen zwei konzentrischen Kugelflächen mit Radien R_1 und R_2 ($R_1 < R_2$) sei mit Ladung gefüllt. Für die Ladungsdichte gelte $\rho = \alpha/r^2$.

(bitte wenden)

i) Berechnen Sie die Gesamtladung. 1P

ii) Berechnen Sie das Potential und die Feldstärke mithilfe der Poissonschen Gleichung. 2P

Aufgabe 3: Wasserstoffatom

3

Das Wasserstoffatom im Grundzustand wird durch folgende Ladungsdichte beschrieben: die Kernladung ist punktförmig im Ursprung konzentriert,

$$\rho_k = \frac{e}{4\pi r^2} \delta(r),$$

und die mittlere Elektronenladungsdichte ist durch

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

gegeben, wobei a der Bohr'sche Radius ist.

i) Berechnen Sie unter Verwendung des Gaußschen Satzes die elektrische Feldstärke und das Potential der Ladungsverteilung $\rho = \rho_k + \rho_e$. 2P

ii) Diskutieren Sie die Grenzfälle $r \ll a$ und $r \gg a$. 1P

Aufgabe 4: Flächenladung

2

Eine unendlich ausgedehnte Ebene sei mit der homogenen Flächenladung (Ladung pro Flächeneinheit) $\rho_F = \text{const}$ belegt. Berechnen Sie die Feldstärke und das Potential.