

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

Prof. Dr. F.R. Klinkhamer; Dr. S.Thambyahpillai
Institut für Theoretische Physik

BLATT 6

Abgabe: 28. 11. 11
Besprechung: 30. 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: Potential auf der Kugeloberfläche

3

Auf der Oberfläche einer Kugel mit Radius R sei das Potential $U(\theta, \varphi)$ vorgegeben, und der Raum sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kugeloberfläche sei frei von Ladungen. In Blatt 5, Aufgabe 2-iv) wurde gezeigt, dass sich das Potential innerhalb der Kugeloberfläche als

$$\Phi(r, \theta, \varphi) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l C_{lm} \left(\frac{r}{R}\right)^l Y_{lm}(\theta, \varphi),$$

$$C_{lm} = \int d\Omega' Y_{lm}^*(\theta', \varphi') U(\theta', \varphi'),$$

ausdrücken lässt.

- i) Wie lautet das entsprechende Resultat für das Potential außerhalb der Kugeloberfläche? 1P

(bitte wenden)

- ii) Benützen Sie die obige Formel (und das entsprechende Resultat außerhalb der Kugeloberfläche), um die Potentiale inner- und außerhalb der Kugeloberfläche für die vorgegebenen Potentiale $U_1 = \cos^2 \theta$ und $U_2 = \sin \theta \sin \varphi$ auf der Kugeloberfläche zu berechnen. 2P

Aufgabe 2: Multipolentwicklung

2

Berechnen Sie alle Multipolmomente für

- i) eine Kugel mit Radius R und homogener Ladungsdichte $\rho(\vec{r}) = \rho_0 = \text{const.}$ 1P
- ii) die Ladungsverteilung 1P

$$\rho(\vec{r}) = \frac{q}{64\pi a^5} r^2 e^{-r/a} \sin^2 \theta, \quad a > 0.$$

Aufgabe 3: Dielektrische Kugel

4

Eine dielektrische Kugel mit Radius R und Dielektrizitätskonstante ϵ wird in ein ursprünglich homogenes elektrisches Feld in z -Richtung (d.h. $\vec{E} = k\vec{e}_z$) eingebracht.

- i) Berechnen Sie das resultierende Potential im ganzen Raum. Hinweis: Φ erfüllt die Laplace-Gleichung (warum?). Benützen Sie für die Lösung den zylindersymmetrischen Ansatz $\Phi = \sum_l (A_l r^l + B_l r^{-l-1}) P_l(\cos \theta)$. 2P
- ii) Beschreiben Sie die resultierenden Felder im Innen- und Außenraum der Kugel. Geben Sie die Polarisierung der Kugel und die Polarisationsflächenladung an. 2P

Aufgabe 4: Stromdurchflossener Kreisring

3

- i) Berechnen Sie die magnetische Flussdichte eines stromdurchflossenen Kreisrings mit Radius R für einen Punkt auf der Achse des Rings im Abstand a vom Mittelpunkt. Diskutieren Sie die Grenzfälle $a \ll R$ und $a \gg R$. 2P
- ii) Zwei gleichartige, scheibenförmige Spulen, deren Höhe gegen ihren Radius R vernachlässigbar ist, sind so angeordnet, dass sie die z -Achse als gemeinsame Symmetrieachse haben und ihr Abstand gleich $4a$ ist. Die erste Spule befindet sich an der Position $(0, 0, -a)$ und wird vom Strom I durchflossen. Die zweite Spule befindet sich bei $(0, 0, 3a)$, und in ihr fließt der Strom $-8I$. Wie muss a gewählt werden, damit $\vec{B}$ an der Position $z = 0$ verschwindet? 1P