

Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD

Dr. Alice von der Heydt, Dr. Benjamin Lingnau, Lasse Ermoneit, Anne-Kathleen Malchow

4. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Abgabe: Di. 22.11.2016 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Aufgabe 10 (6 Punkte): *Kapazitätskoeffizienten eines Kugelkondensators*

Ist in einem raumladungsfreien Gebiet ($\Delta\phi(\underline{r}) = 0$) ein System von Leiter- bzw. Äquipotentialflächen S_α mit $\phi(\underline{r})|_{S_\alpha} = \phi_\alpha$ bekannt, so lässt sich das zugehörige Kondensatorproblem lösen. Jede der Kondensatorflächen S_α ($\alpha = 1, 2$) ist eine Äquipotentialfläche: $\phi(\underline{r})|_{S_\alpha} = \phi_\alpha$. Zur Lösung des Problems schreiben wir das elektrostatische Potential als Superposition zweier Teillösungen $\phi^{(1,2)}(\underline{r})$ der Poissongleichung im ladungsfreien Raum, $\Delta\phi^{(1,2)}(\underline{r}) = 0$:

$$\phi(\underline{r}) = \phi_1\phi^{(1)}(\underline{r}) + \phi_2\phi^{(2)}(\underline{r}).$$

Wir wählen die Integrationskonstanten so, dass beide Teillösungen $\phi^{(1,2)}(\underline{r})$ auf 1 normiert sind und auf der jeweils anderen Äquipotentialfläche verschwinden:

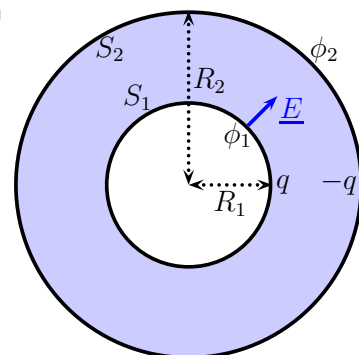
$$\begin{aligned} \phi^{(1)}(\underline{r})|_{S_1} &= 1, & \phi^{(1)}(\underline{r})|_{S_2} &= 0; \\ \phi^{(2)}(\underline{r})|_{S_1} &= 0, & \phi^{(2)}(\underline{r})|_{S_2} &= 1. \end{aligned}$$

Zwischen den Potentialen ϕ_α und den Ladungen Q_α auf den Kondensatorflächen besteht dann der lineare Zusammenhang

$$Q_\alpha = \sum_{\beta=1}^2 C_{\alpha\beta}\phi_\beta,$$

mit den Kapazitätskoeffizienten

$$C_{\alpha\beta} = -\epsilon_0 \oint_{S_\alpha} d\underline{f} \cdot \nabla\phi^{(\beta)}(\underline{r}).$$



Bestimmen Sie die Teillösungen $\phi^{(1,2)}(\underline{r})$ und daraus die Kapazitätskoeffizienten $C_{\alpha\beta}$ für den Kugelkondensator aus **Aufgabe 6** (mit Hilfe der dort bestimmten Lösung für das elektrostatische Potential $\phi(\underline{r})$ können Sie Ihre Ergebnisse für die Teillösungen $\phi^{(1,2)}(\underline{r})$ überprüfen).

Aufgabe 11 (9 Punkte): *BIOT-SAVART-Gesetz, Helmholtz-Spulen*

(a) Berechnen Sie mit Hilfe des BIOT-SAVART-Gesetzes die magnetische Induktion eines dünnen, kreisförmigen Drahrings (Radius R), der von einem stationären Strom I durchflossen wird. Gehen Sie dazu vor wie folgt:

- Wählen Sie Zylinderkoordinaten: ρ, φ seien die Polarkoordinaten in der Ebene des Rings, z die axiale Koordinate.
- Leiten Sie einen Integralausdruck für Polar- und Axialkomponenten der magnetischen Induktion \underline{B} her. Berechnen Sie das Integral auf der z -Achse exakt.

(b) Betrachten Sie nun zwei solcher Drahringe (jeweils Radius R , von Strom I durchflossen), die parallel zueinander mit axialem Abstand d angeordnet sind. Wie groß muss der Abstand d gewählt werden, um auf der Symmetrieachse der Anordnung zwischen den Ringen ein möglichst homogenes Magnetfeld zu erzeugen? Stellen Sie für diesen optimalen Abstand $|\underline{B}(z)|$ graphisch dar.

Hinweis: Legen Sie den Ursprung der z -Achse in den Mittelpunkt der Anordnung, und entwickeln Sie $|\underline{B}(z)|$ in eine Taylorreihe um $z = 0$ bis zur vierten Ordnung in z .

4. Übung TPIII WS 16/17

Aufgabe 12 (5 Punkte): *Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen Drähten*

Gegeben seien zwei lange, parallele Drähte im Abstand d voneinander, die von Strömen der Beträge I_1 bzw. I_2 durchflossen werden. Berechnen Sie die Kraft, welche die Drähte aufeinander ausüben. Geben Sie an, ob diese Kraft anziehend oder abstoßend ist (in Abhängigkeit davon, ob I_1 und I_2 parallel oder antiparallel gerichtet sind).

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Vorstellen einer Übungsaufgabe im Tutorium.
- Bestandene Klausur. Diese findet am 10.02.2017 um 08:00 s.t. im H3010 statt.

	Mo	Di	Mi	Do	Fr
08-10					EW 203 ES
10-12				EW 226 LE	EW 114 LE EW 226 BL
12-14		EW 114 AH EW 731 AM	EW 203 ES		
14-16				EW 226 AM	

Sprechstunden			
ES	Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD	nach Vereinbarung	EW 735
AM	Anne-Kathleen Malchow	Mo 14-15	EW 060
BL	Benjamin Lingnau	Di 15-16	EW 629
AH	Alice von der Heydt	Mi 15:30-16:30	EW 266
LE	Lasse Ermoneit	Do 13:30-14:30	EW 060