

Seminar zur Vorlesung Theoretische Physik II (Elektrodynamik)

WS 2012/2013

Blatt 6

22.11.2012

Aufgabe 18 *Greensche Funktion der Kugel*

Wiederholen Sie die Herleitung der Greenschen Funktion für eine leitende Kugel aus der Vorlesung. (2 Punkte)

Aufgabe 19 *Mathematischer Dipol*

Die Ladungsdichte eines mathematischen Dipols ist $\rho(\vec{x}) = -\vec{p} \cdot \vec{\nabla} \delta(\vec{x})$. Zeigen Sie, dass das elektrostatische Potential und das elektrische Feld in der Form

$$\vec{\Phi}(\vec{x}) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{x}}{r^3}, \quad \vec{E}(\vec{x}) = \frac{3\vec{e}_r(\vec{p} \cdot \vec{e}_r) - \vec{p}}{r^3}$$

geschrieben werden können ($r = |\vec{x}|$ und $\vec{e}_r = \vec{x}/r$). (1 Punkt)

Aufgabe 20 *Leitende Kugel im homogenen elektrischen Feld*

Bestimmen Sie das elektrostatische Potential einer leitenden Kugel mit Radius a in einem äußeren, homogenen elektrischen Feld mit Hilfe der Spiegelladungsmethode.

- Überlegen Sie sich, wie mit 2 Ladungen (plus Spiegelladungen) und anschließender Grenzwertbildung das Problem gelöst werden kann. Skizzieren Sie die Anordnung und tragen Sie Ladungen und Spiegelladungen (Position und Größe) ein. Welches Verhältnis muss bei der Grenzwertbildung konstant bleiben, damit sich ein endliches Feld ergibt? (1 Punkt)
- Bestimmen Sie das Potential Φ dieser Anordnung und führen sie den Grenzübergang aus. Verwenden Sie dazu Kugelkoordinaten (**Ergebnis:** $E_0 \cos \theta [a^3/r^2 - r]$). (1 Punkt)
- Zeigen Sie, dass Φ als Summe des Potentials einer Punktladung, eines Dipoles und eines homogenen Feldes geschrieben werden kann. Bestimmen Sie die Größe der Punktladung, das Dipolmoment \vec{p} und die Feldstärke. Wie läßt sich damit das Ergebnis aus Teil b) erklären? (1 Punkt)
- Berechnen Sie die Oberflächenladungsdichte, die auf der Kugel influenziert wird. Wie ist diese auf der Kugel verteilt und wie groß ist die Gesamtladung? (1 Punkt)

Aufgabe 21 *Kondensatoren*

Diese Aufgabe wird in Kleingruppen (3-4 Personen) bearbeitet und eine Ausarbeitung pro Gruppe schriftlich abgegeben. Abgabetermin: 29.11.2012.

Eine Anordnung aus zwei durch einen Isolator getrennten metallischen Körpern wird als Kondensator bezeichnet. Werden auf die Körper gleich große, aber entgegengesetzte Ladungen aufgebracht, stellt sich eine Potentialdifferenz $V = \Phi_1 - \Phi_2$ ein. Die Potentialdifferenz wird als Spannung bezeichnet. Ein Kondensator kann durch seine Kapazität $C = \frac{Q}{V}$ charakterisiert werden, welche nur von der Geometrie der Anordnung abhängt. Berechnen Sie mit Hilfe des Gaußschen Gesetzes die Kapazität von:

- Zwei konzentrischen, metallischen Kugelschalen mit Radius r_1 und r_2 mit $r_1 < r_2$.
- Zwei konzentrischen leitenden Zylindern mit Radien ρ_1 und ρ_2 ($\rho_1 < \rho_2$) und Länge $L \gg \rho_2$.
- Berechnen Sie die Energiedichte und daraus die Energie des elektrostatischen Feldes für die beiden Kondensatoren aus Teilaufgabe a) und b).