

# Übungsblatt 3

für das Tutorium am 12.04.2013

## 7. Geladene Kugel

Berechne das elektrische Feld einer homogen geladenen Kugel mit Radius  $R$  und Ladungsdichte  $\rho_0$ . Nutze hierzu die Symmetrie des Systems aus.

- Finde ein Probevolumen, auf dessen Oberfläche der Wert von  $\vec{n}\vec{E}$  konstant ist.
- Verwende das Gaußsche Gesetz in Integralform zur Berechnung des elektrischen Feldes.

## 8. Geladene Stäbe

- Ein unendlich langer dünner zylindrischer Stab liege entlang der  $z$ -Achse und trage pro Längeneinheit die elektrische Ladung  $\tau$ . Berechne das elektrische Feld  $\vec{E}(\vec{r})$  des Stabes als Integral über die Ladungsdichte.
- Berechne das elektrostatische Potential  $V(\vec{r})$  ausgehend vom elektrischen Feld. Welches Problem tritt auf, wenn man versucht  $V(\vec{r})$  direkt als Integral über die Ladungsdichte zu berechnen?  
*Bonusfrage:* Was ist der Grund und was wäre ein möglicher Ausweg?
- Betrachte nun zwei unendlich lange dünne Stäbe parallel zur  $z$ -Achse mit Abstand  $2b$ , welche entgegengesetzt gleiche Ladung vom Betrag  $\tau$  pro Längeneinheit haben. Berechne das elektrostatische Potential und das elektrische Feld dieser Konfiguration.

## 9. Elektrische Feldenergie

Für die elektrostatische Energie  $W$  einer Ladungsverteilung  $\rho(\vec{r})$  gelten die beiden äquivalenten Gleichungen

$$U = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \int d^3r \int d^3x' \frac{\rho(\vec{r})\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} = \frac{1}{2} \int d^3r \rho(\vec{r})V(\vec{r}) \quad (1)$$

$$U = \frac{\epsilon_0}{2} \int d^3r |\vec{E}(\vec{r})|^2. \quad (2)$$

Berechne die elektrostatische Energie für eine Kugel bei der die Ladung gleichmässig auf der Oberfläche verteilt ist (Radius  $R$ , Gesamtladung  $Q$ , Flächenladungsdichte  $\sigma_0$ ).

- Bestimme die Ladungsdichte  $\rho(\vec{r})$ .
- Berechne das elektrostatische Potential  $V(\vec{r})$  und das elektrische Feld  $\vec{E}(\vec{r})$ .
- Überprüfe, dass die Randbedingungen des elektrischen Feldes  $r = R$  erfüllt sind.

(d) Berechne die Feldenergie mit Gleichung (1).

(e) Berechne die Feldenergie mit Gleichung (2).

Ankreuzbar: 7ab, 8ab, 8c, 9abc, 9de