

**Theoretische Physik II für Lehramtskandidaten, SS 2010**  
**Hausaufgaben zu den Übungen am 6.5., Blatt 3, Stefanie Russ**  
**Abgabe: Dienstag, 4.5. zu Beginn der Vorlesung.**

Bitte geben Sie Ihre Übungsgruppe (I/II) an!

Beachten Sie die Hinweise von Blatt 1 zur äußeren Form.

$a$ ,  $q$  und  $R$  seien positive Konstanten. (2 Punkte pro Aufgabe)

1. **Kräfte:** Gegeben sei eine Punktladung  $q = 1C$  am Ort  $(0, 0, a)$  und ein homogen geladener dünner Stab der Gesamtladung  $Q = 5C$  und Länge  $a$ , der entlang der  $x$ -Achse ausgerichtet ist mit dem linken Ende im Ursprung. Sie können den Stab als eindimensionales Objekt ansehen mit den Koordinaten  $0 \leq x \leq a$ . Berechnen Sie die Kraft, die der Stab auf die Punktladung ausübt. Geben Sie für den Fall  $a = 1\text{cm}$  die Kraft in Newton an.

Hinweis: Es sollten zwei Integrale auftreten. Die Stammfunktion des einen Integrals lässt sich leicht erraten, die des anderen lautet:

$$\int \frac{1}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dx = \frac{x}{a^2} \frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}} + \text{Const.}$$

2. **Arbeit:** Das Feld einer homogen geladenen Kugelschale ("Hohlkugel") vom Radius  $R$  mit der Gesamtladung  $Q$  beträgt (wie wir später sehen werden)

$$\vec{E}(r, \vartheta, \varphi) = \begin{cases} 0, & r < R \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \vec{e}_r, & r \geq R, \end{cases}$$

wobei der Mittelpunkt der Kugel im Koordinatenursprung liegt ( $r$ : Abstand dazu). Welche Arbeit müssen Sie verrichten, um eine (weitere) Ladung  $q$

- a.) ... auf einem Viertelkreisbogen vom Punkt  $(x, y, z) = (a, 0, 0)$  nach  $(0, 0, a)$  zu befördern mit  $a > R$ ? (0.5 Punkte)
- b.) ... von  $(a, 0, 0)$  auf direktem Weg zu  $(2a, 0, 0)$  zu befördern? (1 Punkt)
- c.) ... vom Punkt  $(a, 0, 0)$  zum Punkt  $(0, 0, 2a)$  zu befördern? (0.5 Punkte)

Hinweis: Es ist sinnvoll, die Kugel und die Wege zu skizzieren!

**Präsenzaufgaben:** Gegeben sei eine homogen geladene unendlich große Platte der Flächenladung  $\sigma$  in der  $xz$ -Ebene. Ihr  $\vec{E}$ -Feld beträgt für  $y > 0$ :  $\vec{E}(y) = \sigma/(2\epsilon_0) \vec{e}_y$ . Welche Arbeit müssen Sie verrichten, um eine Ladung  $q$ : (a) vom Punkt  $(x, y, z) = (0, a, 0)$  zum Punkt  $(0, 5a, 0)$  und (b) vom Punkt  $(x, y, z) = (0, a, 0)$  zum Punkt  $(0, 5a, 2a)$  zu befördern?

**Freiwillige Übungsaufgabe (ohne Punkte)**

Die Größen  $\vec{E}$ ,  $\Phi$  und  $U$  aus der Elektrostatik hängen über Linienintegral und Gradientenbeziehung zusammen. Sie kennen ganz analoge Beziehungen aus der Mechanik. Wie lauten die entsprechenden Größen und welche Beziehungen bestehen zwischen ihnen?