

Theoretische Physik II für Lehramtskandidaten, SS 2010
Hausaufgaben zu den Übungen am 29.4., Blatt 2, Stefanie Russ
Abgabe: Dienstag, 27.4. zu Beginn der Vorlesung.

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

Beachten Sie die Hinweise von Blatt 1 zur äußeren Form. a_0 und q_0 seien positive Konstanten. (2 Punkte pro Aufgabe)

1. **Kräfte:** Gegeben seien die Ladungen $Q_1 = q_0$ am Punkt $P_1 = (a_0, 0, 0)$, $Q_2 = 2q_0$ am Punkt $P_2 = (2a_0, 0, a_0)$, $Q_3 = -q_0$ am Punkt $P_3 = (0, -a_0, 0)$ und $Q_4 = -2q_0$ am Punkt $P_4 = (0, 0, -a_0)$.
 - a.) Berechnen Sie die Gesamtkraft auf Ladung Q_1 in kartesischen Koordinaten. (Wählen Sie als Einheit zweckmäßigerweise $q_0^2/(4\pi\epsilon_0 a_0^2)$).
 - b.) Die Ladung Q_1 werde nun entfernt. Wie groß ist das elektrische Feld im ganzen Raum? Wie groß ist es am Punkt P_1 ?
 - c.) Berechnen Sie $\vec{\nabla} \vec{E}$ (für die Situation aus b.) für alle Punkte ungleich P_2, P_3 und P_4 . Passt Ihr Ergebnis zur Maxwell-Gleichung $\vec{\nabla} \vec{E} = \rho/\epsilon_0$?

2. Vermischte Mathematik

- a.) Bestimmen Sie die Kugelkoordinaten r, ϑ, φ der Punkte mit den kartesischen Koordinaten: $P_1 = (x_1, y_1, z_1) = (0, 0, 1)$, $P_2 = (x_2, y_2, z_2) = (0, 1, 0)$,
- b.) Bestimmen Sie die kart. Koord. (x, y, z) der Punkte mit den Kugelkoordinaten: $P_1 : r_1 = 1, \vartheta_1 = \pi/2, \varphi_1 = 0$ u. $P_2 : r_2 = 1, \vartheta_2 = 0, \varphi_2 = 0$.

Hinweise: Die Aufgabe lässt sich ohne Rechnung lösen, indem Sie sich die Punkte im Koordinatensystem vorstellen. (Rechnung ist aber auch möglich.) φ kann evt. unbestimmt sein, in diesem Fall definiert man oft: $\varphi \equiv 0$.

- c.) Berechnen Sie die Integrale:

$$(i) \int_{-1}^1 dx \sin(x) \cos(x) \delta(x - \pi/4), \quad (ii) \int_{-\infty}^{\infty} dx x^2 \delta(x - \frac{3\pi}{2}),$$

Präsenzaufgaben:

- (a.)
 - (i) $\int_{-1}^1 dx \sin(x) \delta(x - \pi/4)$, (ii) $\int_{-1}^1 dx \sin(x) \cos(x) \delta(x - \frac{3\pi}{2})$,
- b.) Berechnen Sie das E -Feld (im ganzen Raum) einer Punktladung q_0 am Ort $P = (a_0, 0, 0)$ sowie $\vec{\nabla} \vec{E}$ für $\vec{r} \neq (a_0, 0, 0)$.

Freiwillige Übungsaufgabe (ohne Punkte)

1. Was sind Zentralkräfte? Gegeben seien mehrere Ladungen Q_1, \dots, Q_N an verschiedenen Orten $\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N$. Können Sie das Koordinatensystem so legen, dass alle Kräfte auf Q_1 Zentralkräfte werden? Können Sie es so legen, dass alle auftretenden Kräfte Zentralkräfte sind? Wann sind Zentralkräfte konservativ?