Goethe-Universität Frankfurt
Fachbereich Physik

Prof. Dr. Claudius Gros
Dr. Harald O. Jeschke

Frankfurt, 16. Oktober 2015

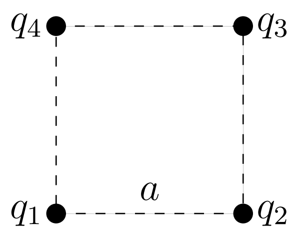
Übungen zur Vorlesung
Theoretische Physik III - Elektrodynamik
Wintersemester 2015/16

Blatt 1
(Abgabetermin: Freitag, 23. 10. 2015, 14:00 Uhr)

Name(n)	
Übungsgruppe	
Punkte	

Aufgabe 4 (**Coulombsches Gesetz**) (4 Punkte)

Vier Ladungen q_1, q_2, q_3 und q_4 befinden sich an den Eckpunkten eines Vierecks mit Seitenlänge a:



a) Bestimmen Sie das elektrische Feld in der Mitte des Quadrats, wenn $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = +|e|$.

b) Bestimmen Sie das elektrische Feld in der Mitte des Quadrats, wenn $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = -|e|$.

c) Es wird Ladung q_4 entfernt (alle Ladungen sind noch $-|e|$). Berechnen Sie das elektrische Feld in der Mitte des Quadrats.

(Bitte wenden!)

Aufgabe 5 (Elektrisches Feld eines elektrischen Dipolmoments) (3 Punkte)

Das Potential eines elektrischen Dipolmoments $\mathbf{d}$ ist

$$\Phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\mathbf{d}\cdot\mathbf{r}}{r^3}. \tag{1}$$

Berechnen Sie das elektrische Feld eines elektrischen Dipolmoments.

Aufgabe 6 (Dirac-Delta Funktion) (3 Punkte)

Das elektrische Potential $\Phi(\mathbf{r})$ einer kontinuierlichen Ladungsdichte $\rho(\mathbf{r}')$ an einem Raumpunkt $\mathbf{r}$ ist

$$\Phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int d^3\mathbf{r}'\,\frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}. \tag{2}$$

Mithilfe der Dirac-Delta Funktion läßt sich beispielsweise die Ladungsdichte von n Punktladungen $q_1, \ldots, q_n$ an $\mathbf{r}_1, \ldots, \mathbf{r}_n$ folgendermaßen schreiben:

$$\rho(\mathbf{r}') = \sum_{i=1}^{n} q_i\delta(\mathbf{r}'-\mathbf{r}_i). \tag{3}$$

Verwenden Sie beide Gleichungen, um zu zeigen, dass das Potential von n Punktladungen an einem Punkt $\mathbf{r}$ tatsächlich

$$\Phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}_i|} \tag{4}$$

ist.

Aufgabe 7 (Elektrisches Potential und elektrisches Feld) (10 Punkte)

Eine Kugel mit Radius b hat ein konzentrisches sphärisches Loch mit Radius $a < b$ und trägt eine Ladungsdichte $\rho(\mathbf{r}) = \rho_0 r^n$ in sphärischen Koordinaten. Bestimmen Sie das Potential und das elektrische Feld überall im Raum. Überprüfen Sie, dass das Potential eine kontinuierliche Funktion ist.