
Ferienkurs Experimentalphysik 2

Übungsblatt 1

Tutoren: Julien KOLLMANN und Gloria ISBRANDT

1 Aufgaben zur Elektrostatik

1.1 Coulomb I

Für die folgenden Verteilungen punktförmiger Ladungen ist die potentielle Energie, d. h. die Energie, die man aufbringen muss, um die Ladungen aus unendlicher Entfernung in die gezeigte Konfiguration zu bringen, zu berechnen:

- Drei gleiche Ladungen Q als Eckpunkte eines gleichseitigen Dreiecks (Seitenlänge a)
- Zwei gleiche Ladungen Q und eine dritte gegengleiche Ladung $-Q$ als Eckpunkte eines gleichseitigen Dreiecks (Seitenlänge a)
- Zwei gleiche Ladungen Q und zwei dazu gegengleiche Ladungen $-Q$ als Eckpunkte eines Quadrats (Seitenlänge a)

Die Konfigurationen sind nicht alle eindeutig zu zeichnen. Verändert sich die potentielle Energie unter Vertauschung zweier Ladungen aus einer Konfiguration (also Verwendung einer anderen zur Beschreibung passenden Konfiguration)?

1.2 Coulomb II

Ein Proton wird von sehr weit weg auf einen Blei-Kern geschossen. Welche Anfangsgeschwindigkeit hat das Proton, wenn die kürzeste Entfernung vom Kern 10 fm beträgt? Rechnen Sie nicht-relativistisch.

1.3 Gauß I

Eine leitende Kugel mit Radius $R/2$ sei von einer sehr dünnen, leitenden, kugelförmigen Hülle mit Radius R umgeben. Die Kugel trage die Ladung Q_0 , die Hülle $-Q_0$. Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(r)$ im ganzen Raum und fertigen Sie eine Skizze an.

1.4 Gauß II

Eine kugelförmige Ladungsverteilung $\rho = \frac{dq}{dV}$ sei gegeben durch $\rho = \rho_0 \cdot (1 - \frac{r^2}{a^2})$ für $r \leq a$ und $\rho = 0$ für $r > a$. Berechnen Sie die Ladung der Kugel, sowie das elektrische Feld \vec{E} und das zugehörige Potential Φ im ganzen Raum.

1.5 Kondensator I

Zwischen den Platten eines Kondensators (mit den Ladungen Q und $-Q$, Abstand d und Fläche A) sei ein Teilchen mit Ladung q Masse m auf der Höhe $d/2$. Die Eigenschaften des Teilchens seien so gewählt, dass sich Gravitations- und elektrostatische Kraft aufheben.

- Sei die obere Platte die positiv geladene. Welches Vorzeichen hat die Ladung q ?
- Bestimmen Sie q in Abhängigkeit der gegebenen Parameter.
- Zeichnen Sie das elektrische Potential des Teilchens als Funktion des Abstands y . Gehen Sie davon aus, dass $y = 0$ die untere Platte beschreibt und $y = d$ die obere. Wie unterscheidet sich diese Kurve von der des elektrischen Potentials zwischen den Platten?
- Zeichnen Sie das gesamte Potential des Teilchens als Funktion von y wie im vorhergehenden Aufgabenteil beschrieben. Überlegen Sie sich hierzu zunächst wie das durch die Gravitation verursachte Potential dargestellt werden kann.

Randeffekte sollen hier vernachlässigt werden.

1.6 Kondensator II

Wir betrachten wieder einen Kondensator mit Abstand d , Ladung Q (und $-Q$) und Fläche A .

- Wie viel Energie ist im Kondensator gespeichert?
- Die Platten werden nun auseinander bewegt und der Abstand verdoppelt. Wie viel Arbeit muss aufgewendet werden? Zeigen Sie, dass diese gleich der Änderung des Potentials zwischen den Platten ist.
- Nun werde ein Dielektrikum $\varepsilon_r = 8$ zwischen die Platten geführt. Wie verändert sich die im Kondensator gespeicherte Energie? Verletzt dies die Energieerhaltung?

1.7 Kondensator III – mit Dipol

Die beiden Platten eines Plattenkondensators (Plattenabstand $d = 1$ cm, Spannung $U = 5$ kV zwischen den Platten) haben die Fläche $A = 0.1$ m².

- Wie groß sind Kapazität, Ladung auf den Platten und elektrische Feldstärke?
- Man leite her, dass die Feldenergie $W = \frac{1}{2}CU^2$ ist.
- Im Feld des Kondensators sei ein atomarer Dipol ($q = e$, Ladungsabstand $d = 5 \times 10^{-11}$ m). Wie groß ist das Drehmoment, das auf den Dipol wirkt, wenn die Dipolachse parallel zu den Platten steht? Welche Energie gewinnt man bzw. muss man aufwenden, wenn die Dipolachse in bzw. antiparallel zur Feldrichtung gestellt wird?