

Ferienkurs Sommersemester 2011

Experimentalphysik II

Elektrostatik - Übung

Steffen Maurus

1 Elektrostatik

Aufgabe 1

Eine primitive Möglichkeit Ladungen zu messen, ist sie auf 2 identische leitende Kugeln zu verteilen, die an Fäden aufgehängt sind. Es soll folgendes betrachtet werden: beide Kugeln haben die Masse m und jeweils die Ladung q . Die Fäden die Länge L . Durch die Abstoßung bildet sich ein Winkel zwischen den Kugeln, der mit 2θ bezeichnet wird. Berechnen sie nun den Abstand x zwischen den Kugeln und zeigen sie das gilt:

$$x = \left(\frac{q^2 L}{2\pi\epsilon_0 m g} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Aufgabe 2

Welche Ladungen müsste man auf der Erde und den Mond bringen um ihre Anziehungskraft zu kompensieren? Wieviel kg Wasserstoff würde diese Ladung entsprechen? Ist das Ergebnis physikalisch Sinnvoll?

Aufgabe 3

Nehmen Sie an in der xy -Ebene liegt ein geladener Ring mit Radius R und Linienladung λ . Berechnen Sie das resultierende E-Feld auf der z -Achse. Hinweis: Stellen Sie zuerst das Differential auf und benutzen Sie an geeigneter Stelle Zylinderkoordinaten.

Aufgabe 4

Betrachten Sie einen langen, leitenden zylindrischen Stab der Länge L mit einer Gesamtladung $+q$, der umhüllt ist von einer zylindrischen, leitenden Röhre, die ebenfalls die Länge L hat und eine Gesamtladung $-2q$ trägt. Verwenden Sie den Satz von Gauß, um (a) das elektrische Feld in Punkten außerhalb der Röhre, (b) die Ladungsverteilung auf der Röhre, (c) das elektrische Feld im Bereich zwischen Stab und Röhre zu berechnen.

Aufgabe 5

1. Berechnen Sie das E-Feld innerhalb einer nichtleitenden Kugel mit Radius R , die eine homogen verteilte Ladung q trägt.
 - a) Im Folgenden sei nun der Nullpunkt des Potentials $f(0) = 0$ im Mittelpunkt der Kugel definiert.
 - i. Bestimmen Sie das elektrische Potential $f(r)$ innerhalb der Kugel.
 - ii. Wie groß ist die Potentialdifferenz zwischen einem Punkt auf der Oberfläche und dem Mittelpunkt der Kugel?
 - iii. Welcher der beiden Punkte liegt auf einem höheren Potential, wenn q positiv ist?
 - b) Nun sei der Nullpunkt im Unendlichen definiert, also $f(\infty) = 0$. Wiederholen Sie i) und ii) aus a) für diese neue Eichung. Warum unterscheiden sich die beiden Ergebnisse für i), nicht aber die für ii)?

Aufgabe 6

Die beiden Punktladungen $q_1 = 2,1 \cdot 10^{-8}\text{C}$ und $q_2 = -4q_1$ seien im Abstand von 50cm fixiert. In welchem Punkt einer Geraden, die durch beide Ladungen verläuft, ist das resultierende elektrische Feld null?

Aufgabe 7(alte Klausuraufgabe)

Die Punktladung $q_1 = q$ sei bei $x=0$ und die Ladung $q_2 = -4q$ bei $x = d > 0$ auf der x-Achse fixiert.

a)Skizzieren Sie qualitativ für beide Ladungen das Potential als Funktion von x , dabei soll das Potential so normiert sein, dass es im Unendlichen verschwindet (d.h. Null wird).

b)Skizzieren Sie qualitativ für jede Ladung die x-Komponente des E-Feldes, $E_x(x)$, als Funktion von x . (Beachten sie dabei das Vorzeichen, das positiv gewählt wird, wenn E entlang der positiven x-Achse zeigt. Dabei ist es günstig, die drei Bereiche ($x < 0$, $0 < x < d$ und $d < x$) getrennt zu behandeln.) c)berechnen Sie $E_x(x)$

c)an welchem Ort auf der x-Achse ist die gesamte Kraft auf eine Probeladung gleich Null?

2 Kondensatoren

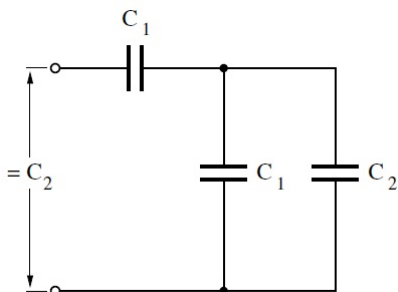
Aufgabe 1

Berechnen Sie die Kapazität eines Zylinderkondensators (zwei konzentrische Zylinder mit den Radien $a < b$).

Aufgabe 2

Berechnen Sie die Kapazität eines Kugelkondensators (zwei konzentrische Kugelschalen mit den Radien $a < b$). Berechnen Sie damit die Kapazität der Erde ($R_e = 6370\text{km}$).

Aufgabe 3(alte Klausuraufgabe) Es werden 3 Kondensatoren wie im Bild nebeneinander geschaltet. Dabei haben 2 Kondensatoren die Kapazität C_1 . Welchen wert muss C_2 aufweisen, das zwischen den Anschlusspunkten ebenfalls der Wert C_2 ermittelt wird?



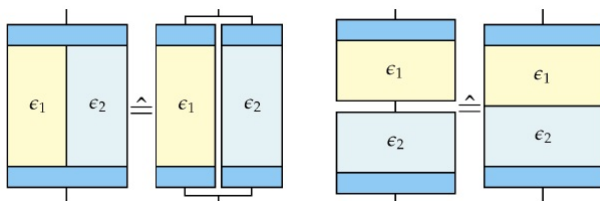
Aufgabe 4

Man berechne den Energiegehalt eines Plattenkondensators der Kapazität C auf zwei Weisen:

- Der Kondensator sei zunächst ungeladen. Nun werden Ladungen sukzessive von der einen Platte zu der anderen gebracht (Arbeit im entstehenden elektrischen Feld) bis insgesamt Q Ladungen transferiert wurden.
- Der Kondensator ist mit der Ladung Q geladen, betrachten Sie die Energie, die in seinem Feld steckt.

Aufgabe 5

Zeigen sie, dass Kondensatoren mit Dielektrika parallel oder in Reihe sich wie eine Parallel- bzw. Reihenschaltung mehrerer Kondensatoren verhält, mit jeweils einem Dielektrikum.



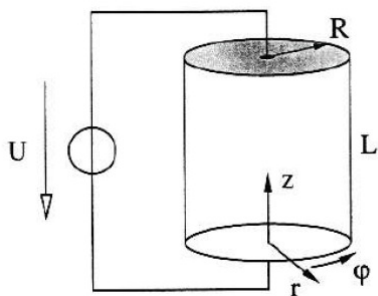
3 Der elektrische Strom

Aufgabe 1

Gegeben ist ein zylinderförmiger ohmscher Leiter mit dem Radius R und der Länge L . An diesen ist über die ideal leitende Deck- und Bodenfläche eine ideale Spannungsquelle mit der Spannung U angeschlossen (siehe Abbildung). Im Leiter verteilt fließt ein elektrischer Strom entgegen der z -Richtung. Der Betrag der Stromdichte $\vec{j}(\vec{r}) = -j(r)\vec{e}_z$ im Leiter lautet in Zylinderkoordinaten:

$$j(r) = j_0 \left(2 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right).$$

Ausserhalb ist die Stromdichte natürlich 0.

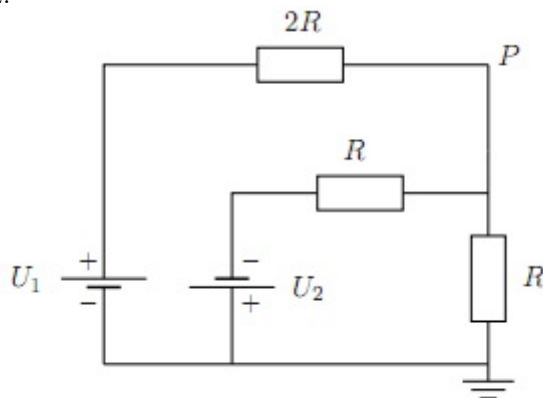


- Das elektrische Feld \vec{E} im Inneren des Zylinders sei konstant. Bestimmen Sie Betrag und Richtung von E ?
- Berechnen Sie den Strom I , der durch die gesamte Anordnung fließt.

- c) Wie groß ist die in dem Leiter abfallende Leistung $P (=U I)$?
- d) Bestimmen Sie die spezifische elektrische Leitfähigkeit $\rho(r)$.
- e) Berechnen Sie Betrag und Richtung der Driftgeschwindigkeit \vec{v}_e der Elektronen.

Aufgabe 2 (alte Klausuraufgabe)

Betrachten Sie das abgebildete Widerstandsnetzwerk und bestimmen Sie vorzeichenrichtig das Potential am Punkt P für $U_1 = 6 \text{ V}$, $U_2 = 4 \text{ V}$ und $R = 100 \Omega$.



Aufgabe 3 (alte Klausuraufgabe)

Betrachten Sie das abgebildete Widerstandsnetzwerk und bestimmen Sie das Verhältnis der beiden Eingangsspannungen U_1 und U_2 so, dass durch den oberen Widerstand kein Strom fließt.

