
Probeklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. C. Pfeiderer

Sommersemester 2015

13. Mai 2015

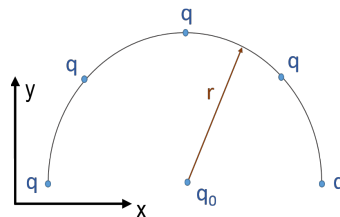
Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Einseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

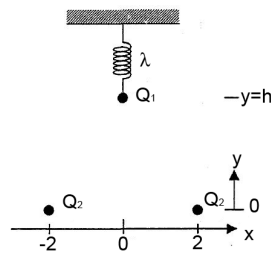
Aufgabe 1 (3 Punkte)

Fünf gleiche Ladungen q seien auf einem Halbkreis vom Radius r gleichmäßig verteilt. Berechnen Sie die Kraft, die auf eine Ladung q_0 im Mittelpunkt des Halbkreises wirkt.



Aufgabe 2 (4 Punkte)

Gegeben sei die folgende Anordnung von drei positiv geladenen Punktladungen (siehe Abbildung). Die Ladung Q_1 ist an der Decke mit einer Feder der Federkonstanten λ befestigt und wird durch die von den beiden Ladungen Q_2 auf sie ausgeübte Kraft aus ihrer Ruhelage $y = h$ ausgelenkt.



- Bestimmen Sie die resultierende Kraft auf die Ladung Q_1 in Abhängigkeit von y .
- Der Abstand der beiden Ladungen Q_2 sei nun Null ($a = 0$). Bestimmen Sie die Ladung Q_2 als Funktion von y so, dass die resultierende Kraft auf die Ladung Q_1 Null wird.

Aufgabe 3 (5 Punkte)

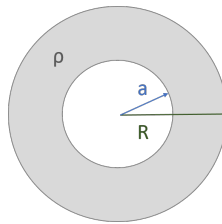
Zwei kleine Goldkugeln mit den Ladungen $q_{1,2} = \pm 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ befinden sich im Abstand $2d = 1 \text{ m}$ auf der x-Achse.

- (a) Welche Kraft wirkt auf die beiden Kugeln? Ist diese anziehend oder abstoßend?
- (b) Wie groß ist das elektrische Feld dieser Ladungsverteilung, der durch die beiden Kugeln gebildet wird, auf der x-Achse? In welche Richtung zeigt das Feld?

Aufgabe 4 (9 Punkte)

Betrachten Sie die abgebildete Kugelschale mit äußerem Radius R und innerem Radius a . Die Schale sei (im Bereich zwischen a und R) mit einer gleichmäßigen Volumenladungsdichte ρ_0 geladen.

- (a) Leiten Sie mithilfe des Satzes von Gauß die elektrische Feldstärke $E(r)$ als Funktion des Abstandes r vom Kugelmittelpunkt her. Unterscheiden Sie dabei die Bereiche innerhalb der Kugel, innerhalb des Mantels und außerhalb der Kugel.
- (b) Skizzieren Sie den Verlauf von $E(r)$.
- (c) Berechnen Sie das Potential $\varphi(r)$ in den drei Bereichen, wobei sie als Referenzpunkt $\varphi(\infty) = 0$ wählen.



Aufgabe 5 (6 Punkte)

Ein Plattenkondensator bestehe aus zwei quadratischen Platten der Seitenlänge $L = 10 \text{ cm}$ mit dem Abstand $d = 1 \text{ cm}$, an die eine variable Spannung U angelegt werden kann.

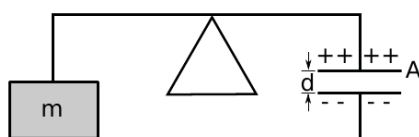
- (a) Wie groß ist die Kapazität des Plattenkondensators?
- (b) Es wird nun eine Spannung $U = 2200 \text{ V}$ angelegt. Wie groß ist dann die Ladung auf einer Platte? Wie groß ist die Flächenladungsdichte?
- (c) Wie groß ist die elektrische Feldstärke zwischen den Platten bei $U = 2200 \text{ V}$? Welche Spannung U darf maximal angelgt werden? (Durchbruchfeldstärke in Luft $\approx 10^6 \text{ V/m}$)
- (d) Nun werden Öltröpfchen in den Plattenkondensator eingesprüht (Milikan-Versuch). Bei einem Tröpfchen, das bei der angelegten Spannung von $U = 2200 \text{ V}$ ruht, bestimmt man einen Radius von $r = 1,88 \mu\text{m}$. Die Dichte des Verwendeten Öls beträgt $\rho_{\text{Öl}} = 0,9 \text{ g cm}^{-3}$. Mit wie vielen Elementarladungen ist das Öltröpfchen geladen?

Hinweis: Ruhendes Tröpfchen bedeutet, dass die Summe der Kräfte auf das Tröpfchen verschwindet.

- (e) Bei welchen allgemeinen Spannungen U lassen sich noch ruhende Tröpfchen beobachten, die den gleichen Radius haben?

Aufgabe 6 (4 Punkte)

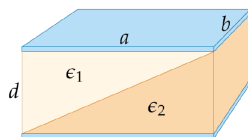
In der Abbildung ist eine kapazitive Waage gezeigt. Auf der linken Seite der Waage ist ein Gewicht mit Masse m angebracht, während auf der anderen Seite ein Kondensator mit veränderlichem Plattenabstand d befestigt ist. Wenn der Plattenkondensator mit einer Spannung U geladen ist, so ist die Anziehungskraft zwischen den Platten mit der Gewichtskraft der angehängten Masse im Gleichgewicht.



- (a) Berechnen Sie die Spannung U^* , die bei einer Masse m für ein Gleichgewicht erforderlich ist, wenn die Platten den Abstand d^* und den Flächeninhalt A haben. Randeffekte beim Kondensator sind zu vernachlässigen.
- (b) Ist die Waage stabil? Betrachten Sie dazu den Fall, dass die Waage zunächst im Gleichgewicht ist und anschließend die Platten etwas zusammengedrückt werden. Stabil ist die Waage dann, wenn die Platten nicht zusammenklappen sondern ins Gleichgewicht zurückkehren.

Aufgabe 7 (5 Punkte)

Berechnen Sie die Kapazität des abgebildeten Kondensators, der mit zwei verschiedenen Dielektrika mit Dielektrizitätszahlen ϵ_1 und ϵ_2 gefüllt ist. Setzen Sie dann $\epsilon_1 = \epsilon_2$ und überprüfen Sie, ob Sie die Formel für den mit einem einzelnen Dielektrikum gefüllten Kondensator erhalten, ob Ihr Ergebnis also richtig ist.



Konstanten

Elektrische Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$
 Elementarladung: $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{C}$