

Übungen zur Experimentalphysik II — Blatt 6

Aufgabe 1: Elektrostatistisches Pendel

5 Punkte (3 + 2)

Wir betrachten eine Kupferkugel mit Radius $r = 1$ cm, die an einem sehr langen und dünnen Faden aufgehängt ist. Bei Abwesenheit eines elektrischen Feldes nimmt sie ihre Ruheposition in der Mitte eines sehr großen Plattenkondensators mit Plattenabstand $d = 10$ cm ein. Bei Anlegen einer Spannung von $U = 10000$ V an den Plattenkondensator und Anstoßen der Kugel bewegt diese sich nach dem anfänglichen Beschleunigungsvorgang mit der Periode P zwischen den beiden Platten hin und her (Hinweis: Die Spannung U liegt dauerhaft am Kondensator an).

- Wie groß ist die Kapazität C_K der Kugel (die man als Kondensator auffassen kann, bei dem ein Pol im Unendlichen liegt)? Zeigen Sie, dass im Vakuum $C_K = 4\pi\epsilon_0 \cdot r$ gilt.
- Wie groß ist die Schwingungsdauer P des Pendels, unter Vernachlässigung von Gravitationskräften?

Aufgabe 2: Influenzmaschine

3 Punkte

Erklären Sie das Funktionsprinzip der in der Vorlesung vorgestellten Influenzmaschine (Versuch 90224). Skizzieren und beschreiben Sie den Aufbau und erläutern Sie, was bei der Drehung der Scheibe geschieht.

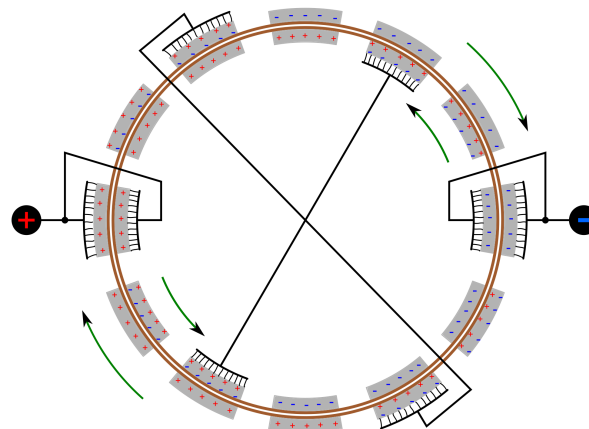


Abbildung 1: Schema der Influenzmaschine (Quelle: Wikipedia)

Aufgabe 3: Zylinderkondensator

4 Punkte (3 + 1)

Ein Kondensator bestehe aus zwei dünnwandigen, konzentrischen Metallzylindern im Vakuum mit einer Länge von $l = 1,5$ m und den Radien $r_1 = 2$ mm und $r_2 = 6$ mm.

- Leiten Sie allgemein den Ausdruck für die Kapazität eines Zylinderkondensators her.
- Bestimmen Sie die Kapazität für den gegebenen Kondensator.

Aufgabe 4: Unendlich ausgedehnte Leiterplatte

4 Punkte (3 + 1)

Es soll eine Leiterplatte mit unendlicher Ausdehnung und konstanter Flächenladungsdichte σ in der $x - y$ - Ebene betrachtet werden.

- a) Zeigen Sie, dass die Feldstärke gegeben ist durch

$$\vec{E} = +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{e}_z \quad z > 0$$

$$\vec{E} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{e}_z \quad z < 0.$$

Führen Sie dazu explizit eine Integration über die Oberfläche aus. Verwenden Sie dazu ein geeignetes Koordinatensystem.

- b) Wie groß ist der Betrag der Feldstärke im Fall $\sigma = 1 \text{ C/m}^2$?

Aufgabe 5: Potentialdifferenz

4 Punkte (1 + 1 + 1 + 1)

Die einander gegenüber liegenden Oberflächen zweier großer paralleler, leitender Platten in einem Abstand von 10 cm tragen homogene Oberflächenladungsdichten, die betragsmäßig gleich sind, deren Vorzeichen aber entgegengesetzt sind.

Die Potentialdifferenz zwischen den Platten beträgt 750 V.

- a) Ist die positive oder die negative Platte auf dem höheren Potential?
- b) Wie groß ist der Betrag des elektrischen Felds zwischen den Platten?
- c) In der Nähe der negativen Platte wird ein Elektron aus der Ruhe losgelassen. Welche Arbeit muss das elektrische Feld an dem Elektron verrichten, während sich dieses von dem Punkt, an dem es losgelassen wird, zu der positiven Platte bewegt? Geben Sie die Lösung sowohl in Elektronenvolt als auch in Joule an.
- d) Welche Geschwindigkeit hat es, wenn es die positive Platte erreicht?

Aufgabe 6: Kondensatorauf- und -umladung

5 Punkte (2 + 1 + 1 + 1)

- a) Ein Kondensator der Kapazität C wird von einer Spannungsquelle der Spannung U_0 über den Widerstand R aufgeladen. Berechnen Sie die Zeitabhängigkeit von Spannung und Strom.
- b) Berechnen Sie die gespeicherte Energie des Kondensators.
- c) Der nun aufgeladene Kondensator wird parallel mit einem zweiten ungeladenen Kondensator der gleichen Kapazität verbunden, einmal bei angeschlossener und einmal bei abgeklemmter Spannungsquelle. Bestimmen Sie jeweils die in den beiden Kondensatoren nach dem Zusammenschließen gespeicherte Gesamtenergie.
- d) Vergleichen Sie die Fälle b) und c) und kommentieren Sie.

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein. Fertigen Sie außerdem aussagekräftige Skizzen an wo immer es hilfreich ist.