

Übungen zur Experimentalphysik II

Serie 1

Abgabe am Montag / Dienstag den 7. / 8. Mai in der jeweiligen Übungsgruppe

Ausnahmsweise sind im folgenden Übungsaufgaben gestellt, die *innerhalb von zwei Wochen* bearbeitet werden sollen. Der Grund ist der Feiertag am Dienstag den 1. Mai. In der Woche des 1. Mai entfallen die Übungsgruppen, also keine Übungen am Montag den 30. Juni und Dienstag den 1. Mai.

Willkommen zu dem ersten Satz an Übungsaufgaben! Es folgen ein paar einleitende Anmerkungen zur Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Fertigen Sie bitte zu jeder Aufgabe eine Skizze an. Kommentieren Sie den Lösungsweg durch kurze Sätze oder erklärende Stichworte. Benutzen Sie dabei eine physikalisch möglichst korrekte Ausdruckweise. Alle Schritte der Berechnungen sollen durch Ihre Kommentare problemlos nachvollziehbar sein, ohne jegliche Detektivarbeit der Tutoren.

Achten Sie bitte auf Übersichtlichkeit und gute Lesbarkeit. Bei schlechter Lesbarkeit oder fehlender Nachvollziehbarkeit des Lösungswegs kann die Aufgabe leider nicht als gelöst bewertet werden (Punktabzug oder gar keine Punkte).

AUFGABE 1 – Coulombgesetz (4 Pkt.)

Zwei kleine Kugeln der Masse 0,2 g hängen an dünnen Fäden der Länge 20 cm am selben Aufhängepunkt; das Gewicht der Fäden sei vernachlässigbar. Beide Kugeln seien positiv aufgeladen, so dass eine abstoßende Coulomb Kraft wirkt und sich ein Abstand von 1,5 cm einstellt. Die positive Ladung auf beiden Kugeln sei gleichgroß ($q_1 = q_2$)

Wie hoch ist die Ladung auf den Kugeln, wenn diese einen Abstand von 1,5 cm haben? Rechnen Sie die Ladung in die Anzahl an Elementarladungen um.

AUFGABE 2 – Funktion des Blitzableiters (4 Pkt.)

Erklären Sie die Funktion eines Blitzableiters! Recherchieren Sie dazu auch in Büchern und Internet.

AUFGABE 3 – Ionisierung des Wasserstoffatoms (4 Pkt.)

Im Wasserstoffatom sei die Distanz zwischen positiv geladenem Atomkern und dem Elektron durch den Bohrschen Radius (r_B) beschrieben. Wir nehmen ferner an, dass die klassische Elektrostatik eine adäquate Beschreibung erlaubt.

- a) Gehen Sie von dem Coulomb-Gesetz aus. Wie groß ist die Energie (= Ionisierungsenergie), die benötigt wird, um das Elektron unendlich weit von dem Atomkern (= Proton) zu entfernen? Leiten Sie her, wie die Ionisierungsenergie des Wasserstoffatoms von r_B abhängt.
- b) Wie groß Ionisierungsenergie für $r_B = 0.53 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$)? Geben sie die Energie in Joule und Elektronenvolt an.

AUFGABE 4

4a) Aufbau einer Kathodenstrahlröhre eines Oszilloskops (2 Pkt.)

Ein Oszilloskop wird zur Visualisierung periodischer elektrischer Signale eingesetzt. Ein klassisches Oszilloskop arbeitet mit einer Kathodenstrahlröhre und rein elektrischer Strahlablenkung. Informieren Sie sich über Lehrbücher oder mittels des Internets über Aufbau und Funktion einer Kathodenstrahlröhre in einem Oszilloskop.

Skizzieren Sie Elektrodenanordnung und Strahlengang (des Elektrodenstrahls) eines typischen Oszilloskops (mit Beschriftung der Skizze).

4b) Strahlablenkung in der Kathodenstrahlröhre (2 Pkt.)

1. In der Kathodenstrahlröhre (eines Oszilloskops) wird ein Elektron auf 1 keV beschleunigt, d.h. seine kinetische Energie E_{kin} beträgt 1 keV. Das Elektron bzw. der Elektronenstrahl läuft von nun an weiter im Vakuum; es treten keine Energieverluste durch Stöße mit anderen Teilchen auf.

2. Dann durchläuft das Elektron über eine Strecke von 5 cm ein homogenes elektrisches Feld zwischen zwei metallischen Ablenkplatten, die sich im Abstand von 4 cm zueinander befinden. An die Ablenkplatten wird eine Spannung U_A angelegt. Das Elektron wird durch das resultierende elektrische Feld von seiner geradlinigen Bahn abgelenkt.

3. Danach durchläuft das Elektron eine feldfreie Strecke von ebenfalls 5 cm.

4. Letztendlich trifft das Elektron auf einen Leuchtschirm. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes der Stärke E hat sich der Leuchtpunkt um 2 cm gegenüber der Ruhelage (kein elektrisches Feld zwischen den Ablenkplatten) verschoben.

Beantworten Sie die folgenden Fragen:

Wie hoch muss die Ablenkspannung U_A gewählt werden, um die Verschiebung des Leuchtpunktes um 2 cm zu erreichen?

AUFGABE 5 – Zylinderkondensator (4 Pkt)

Es geht um einen Zylinderkondensator mit Innenradius a , Außenradius b und Länge l . Es sei l groß gegenüber a und b , so dass die Randeffekte an den Stirnseiten des Zylinderkondensators vernachlässigt werden können.

a) Zeigen Sie (unter Anwendung des Gauß'schen Satzes), dass für die Kapazität C gilt:
 $C = 2\pi \epsilon_0 l / \ln(b/a)$. (2 Pkt.)

b) Es wird eine Spannung U angelegt.

Wie hängt im Inneren des Zylinderkondensators die Stärke des elektrischen Feldes vom Ort ab? ($E(r) = \dots$) Skizzieren Sie auch den Verlauf der Feldlinien und Äquipotentialflächen. (2 Pkt.)