

1 Tests

1.1 1. Klausur am 25.10.2005

1. Millikan gelang im Jahr 1916 die Bestimmung des Werts der Elementarladung. (12 P)

a) Beschreiben und skizzieren Sie kurz den Versuchsaufbau des Öltröpfchenversuchs. Erläutern Sie die Vorgehensweise für den Fall, dass ein Öltröpfchen mit bekanntem Radius und bekannter Dichte im Plattenkondensator schwebt. Leiten Sie eine Formel für die Ladung Q in Abhängigkeit vom Tröpfchenradius, der Dichte und der übrigen Messgrößen her. (4 P für die Beschreibung, 2 P für die Form)

$$\text{Vgl. Metzler S. 210; } mg = q \frac{U}{d}; \Rightarrow q = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g \frac{d}{U};$$

b) Nennen Sie einen Grund, warum die direkte mikroskopische Bestimmung des Tröpfchenradius nicht möglich ist. (1 P)

Tropfen zu klein; Beugungsscheiben

c) Erläutern Sie den Ablauf und den Vorteil des im Unterricht besprochenen Messverfahrens, bei dem drei unterschiedliche Kraftterme berücksichtigt werden. Erklären Sie dabei die zwei Messgrößen, für deren Bestimmung der Experimentator die größte Aufmerksamkeit aufwenden muss.

Eine Herleitung der Formel für die Ladung ist nicht verlangt. (5 P)

Ablauf (Umpolen; Sinken, Steigen); Vorteil (Elimination von m bzw. r)

2. Zwei Konduktorkugeln mit dem Mittelpunktsabstand $d = 30 \text{ cm}$ tragen die Ladungen $Q_1 = +2,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ und $Q_2 = -Q_1$. (10 P)

a) Berechnen Sie den Betrag der Kraft, mit der sich die Kugeln anziehen! (2 P)

$$\left| \vec{F} \right| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 0,0040 \text{ N} = 4,0 \text{ mN};$$

- b)** Skizzieren Sie den Feldverlauf! (2 P)
- c)** Wie ändert sich der Feldlinienverlauf, wenn man senkrecht zur Verbindungsachse und symmetrisch zu den Kugelmittelpunkten eine weit ausgedehnte, dünne ebene Metallplatte stellt?
Welche Ladungsmenge wird dabei in der Platte wohin verschoben? (3 P)
Keine Änderung wg. $\mathcal{E} \perp$ Platte
 $\pm 0,2 \mu\text{C}$ als Flächenladung vorhanden.
- d)** Nun wird die Platte mit der rechten Kugel über einen Widerstand R leitend verbunden. Von wo nach wo fließen jetzt Ladung und Energie? (Je ein präziser Antwortsatz!) (3 P)
Die Energie fließt aus dem Feld in Kugel und Platte, von dort beidseitig zum Widerstand und von dort in die Umgebung.

3. [Schaltbild: Stromquelle \rightarrow Kondensator \rightarrow Schalter \rightarrow Stromquelle]

Gegeben ist ein Kondensator, dessen Plattenabstand von $d_1 = 10 \text{ mm}$ auf $d_2 = 40 \text{ mm}$ vergrößert wird. Zudem sei $A = 1600 \text{ cm}^2$ und die Batteriespannung beträgt $2,0 \text{ kV}$.

Das Auseinanderziehen der Platten erfolgt bei konstantem Q , d.h. Schalter S ist nur anfangs geschlossen und wird vor dem Auseinanderziehen **geöffnet**.

Berechnen Sie, wie stark sich der Wert der Energie des Feldes beim Auseinanderziehen verändert! (4 P)

$$Q \text{ konst.}; \Rightarrow \frac{Q}{A\epsilon_0} = \mathcal{E} \text{ konst.};$$

$$\Delta E = \frac{\epsilon_0}{2} \mathcal{E}^2 \cdot \Delta V = \frac{\epsilon_0}{2} \mathcal{E}^2 A (d_2 - d_1) = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ J};$$

4. Gegeben ist die gleiche Anordnung wie in Aufgabe 3, jedoch bleibt nun Schalter S **ständig geschlossen**. (8 P)

- a)** Berechnen Sie, wie stark der Wert der Energie des Feldes durch das Auseinanderziehen der Platten abnimmt. (4 P)

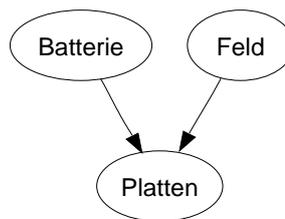
$$\Delta E = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d_2} U^2 - \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d_1} U^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 A U^2 \cdot \left(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right) = -2,1 \cdot 10^{-4} \text{ J};$$

- b)** Zeigen Sie durch ein einleuchtendes physikalisches Argument, dass das Auseinanderziehen der Platten Energie kostet, auch wenn dies dem Ergebnis aus Teilaufgabe a) zu widersprechen scheint. (2 P)

Platten ziehen sich wegen $\pm Q$ gegenseitig an.

\Rightarrow Auseinanderziehen kostet Energie, wg. Energie $\Delta E = \int F dx = \bar{F} \Delta x$;

- c)** Beim gegebenen Prozess gibt es **drei** verschiedene Systeme, zwischen denen Energie fließt: Der „Beweger“ der Platten, das Feld zwischen den Platten und die Spannungsquelle. Zeichnen Sie ein abstraktes beschriftetes Bild, das den gesamten Energiefluss schematisch wiedergibt oder beschreiben Sie in einem kurzen Text wie der Energieaustausch zwischen diesen drei Teilsystemen abläuft. (2 P)



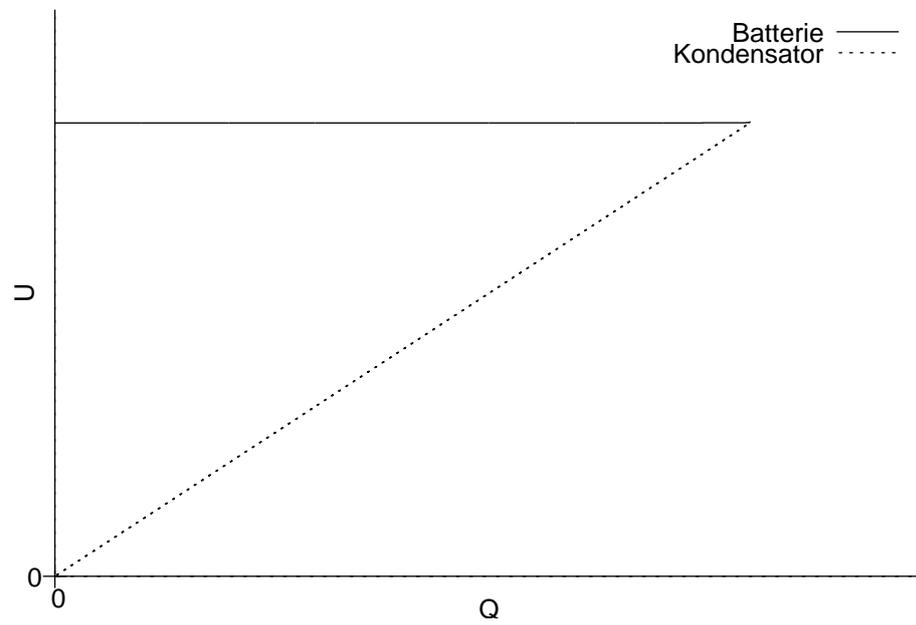
Nur die Batterie empfängt Energie.

5. Mit einer 12 V-Batterie soll ein Kondensator der Kapazität $10 \mu\text{F}$ aufgeladen werden. Zur Strombegrenzung wird ein geeigneter Widerstand in Reihe geschaltet. (6 P)

- a)** Berechnen Sie den mittleren Ladestrom, wenn der Aufladevorgang genau 500 ms dauert! (2 P)

$$\bar{I} = \frac{CU}{t} = 0,24 \text{ mA};$$

- b)** Während der Kondensator aufgeladen wird, entlädt sich die Batterie. Stellen Sie die beiden beschrifteten Q - U -Diagramme einander gegenüber und vergleichen Sie die beiden Flächeninhalte quantitativ! Gehen Sie in Ihrer Antwort auch auf die Rolle des Vorschaltwiderstands ein! (2 P aufs Diagramm, 2 P für die Rechnung)



$$RI^2t = \frac{1}{2}\Delta E_{\text{Bat.}};$$