

1. Schulaufgabe des Grundkurs 12 Physik

- 1.a.) Beschreiben Sie mit Skizze das Prinzip und den Versuchsaufbau des Millikanschen Öltröpfchenversuches.
Was wird dort gemessen?
- 1.b.) Welche Ergebnisse lassen sich aus dem Millikanschen Öltröpfchenversuch ableiten?
- 1.c.) Worin liegen die messtechnischen Schwierigkeiten beim Millikanschen Öltröpfchenversuch?
- 1.d.) Leiten Sie die zu bestimmenden Ladungen der Öltröpfchen aus den geometrischen Daten und der Dichte des Öltröpfchens und den geometrischen und elektrischen Daten des Kondensators im Schwebefall ab.
- 2.) Ein Plattenkondensator mit kreisförmigen Platten des Durchmessers 1m und Plattenabstand $1,5\text{mm}$ hängt an einer Gleichspannungsquelle von 260V .
- 2.a.) Ermitteln Sie die Kapazität des Plattenkondensators.
- 2.b.) Ermitteln Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke im Plattenzwischenraum.
- 2.c.) Welche Kraft wirkt auf ein Teilchen der Ladung $12e$ in der Mitte des Kondensators?
- 2.d.) Welche Arbeit muss an diesem Teilchen (2.c) verrichtet werden, um es in einen Abstand von $0,25\text{mm}$ von der positiven Kondensatorplatte zu bringen?
- 2.e.) Welche Ladung liegt an den Kondensatorplatten?
- 2.f.) Die Plattenfläche wird nun verdoppelt, nachdem der Kondensator von der Spannungsquelle genommen wurde.
Bestimmen Sie die Kapazität, die Ladung und die Spannung des Kondensators für diesen Fall.
- 3.) Ein Proton der Masse m_p und der Ladung Q_p tritt mit der Geschwindigkeit v_0 senkrecht zur Feldrichtung in den Zwischenraum eines Plattenkondensators ein. Der Plattenkondensator hat die quadratische Plattenfläche A und den Plattenabstand d . Am Plattenkondensator liegt die Spannung U an.
- 3.a.) Geben Sie die Ablenkung y des Protons parallel zu den Feldlinien beim Verlassen des Kondensators mit den gegebenen Größen an.
- 3.b.) Geben Sie die Ablenkung y des Protons parallel zu den Feldlinien am Ort der halben Kondensatorplattenlänge mit den gegebenen Größen an.
- 3.c.) Ermitteln Sie die Richtung der Geschwindigkeit (Steigung) des Protons am Austrittspunkt des Kondensators.
- 3.d.) Ermitteln Sie den Betrag der Geschwindigkeit des Protons am Austrittspunkt des Kondensators.

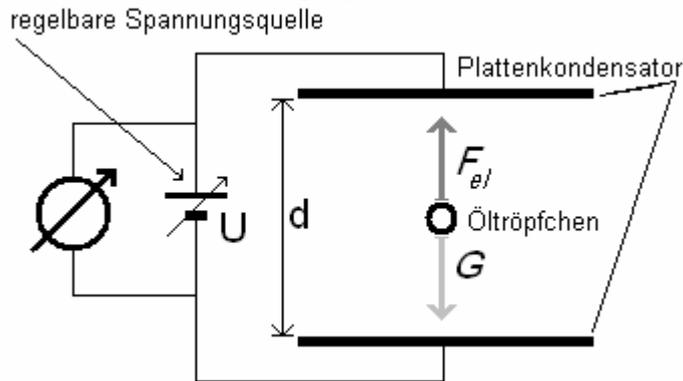
Lösung zur 1. Schulaufgabe des Grundkurs 12 Physik

- 1.a.) Beschreiben Sie mit Skizze das Prinzip und den Versuchsaufbau des Millikanschen Öltröpfchenversuches.
Was wird dort gemessen?

Lösung:

Aufgeladene Öltröpfchen im homogenen Feld eines Plattenkondensators, mit horizontaler Stellung der Kondensatorplatten, werden durch ein spannungsgeregeltes elektrisches Feld, welches eine schwerkraftkompensierende Gegenkraft auf sie bewirkt in den bewegungslosen Schwebzustand gebracht.

Gemessen wird die dazu nötige Spannung und der Radius der Öltröpfchen.



- 1.b.) Welche Ergebnisse lassen sich aus dem Millikanschen Öltröpfchenversuch ableiten?

Lösung:

Die Quantisierung und Grösse der Elementarladung

- 1.c.) Worin liegen die meßtechnischen Schwierigkeiten beim Millikanschen Öltröpfchenversuch?

Lösung:

Ungenauere Abschätzung des Tröpfchenradius und die Brownsche Bewegung.

- 1.d.) Leiten Sie die zu bestimmenden Ladungen der Öltröpfchen aus den geometrischen Daten und der Dichte des Öltröpfchens und den geometrischen und elektrischen Daten des Kondensators im Schwebefall ab.

Lösung:

Im Schwebefall gilt das Gleichgewicht der Kräfte (elektrische Kraft versus Gravitationskraft. Daraus folgt:

$$F_{el} = G \Rightarrow \frac{n \cdot e \cdot U}{d} = \frac{\rho_{öl} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r_{Tr}^3 \cdot g}{3} \Rightarrow n \cdot e = \frac{\rho_{öl} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r_{Tr}^3 \cdot g \cdot d}{3 \cdot U}$$

2.) Ein Plattenkondensator mit kreisförmigen Platten des Durchmessers 1m und Plattenabstand 1,5mm hängt an einer Gleichspannungsquelle von 260V.

2.a.) Ermitteln Sie die Kapazität des Plattenkondensators.

Lösung:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \left(\frac{\Phi}{2}\right)^2 \cdot \pi}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \cdot \left(\frac{1m}{2}\right)^2 \cdot \pi}{0,0015m} \cong \underline{\underline{4,6 \cdot 10^{-9} F}}$$

2.b.) Ermitteln Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke im Plattenzwischenraum.

Lösung:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{260V}{0,0015m} \cong \underline{\underline{1,73 \cdot 10^5 \frac{V}{m}}}$$

2.c.) Welche Kraft wirkt auf ein Teilchen der Ladung 12e in der Mitte des Kondensators?

Lösung:

$$F = E \cdot Q = 173 \frac{V}{m} \cdot 12 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} C \cong \underline{\underline{3,27 \cdot 10^{-13} N}}$$

2.d.) Welche Arbeit muß an diesem Teilchen (2.c.) verrichtet werden, um es in einen Abstand von 0,25mm von der positiven Kondensatorplatte zu bringen?

Lösung:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta s} = 2,77 \cdot 10^{-14} N \cdot \left(\frac{0,0015m}{2} - 0,00025m\right) \cong \underline{\underline{1,65 \cdot 10^{-16} J}}$$

2.e.) Welche Ladung liegt an den Kondensatorplatten?

Lösung:

$$Q = C \cdot U = 4,6 \cdot 10^{-9} F \cdot 260V \cong \underline{\underline{1,2 \cdot 10^{-6} C}}$$

2.f.) Die Plattenfläche wird nun verdoppelt, nachdem der Kondensator von der Spannungsquelle genommen wurde. Bestimmen Sie die Kapazität, die Ladung und die Spannung des Kondensators für diesen Fall.

Lösung:

$$Q = konst \Rightarrow$$

$$C_{nachher} = 2 \cdot C_{vorher} \cong \underline{\underline{9,26 \cdot 10^{-9} F}}$$

$$Q_{nachher} = Q_{vorher} \cong \underline{\underline{1,2 \cdot 10^{-6} C}}$$

$$U_{nachher} = \frac{U_{vorher}}{2} \cong \underline{\underline{130V}}$$

- 3.) Ein Proton der Masse m_p und der Ladung Q_p tritt mit der Geschwindigkeit v_0 senkrecht zur Feldrichtung in den Zwischenraum eines Plattenkondensators ein. Der Plattenkondensator hat die quadratische Plattenfläche A und den Plattenabstand d . Am Plattenkondensator liegt die Spannung U an.

- 3.a.) Geben Sie die Ablenkung y des Protons parallel zu den Feldlinien beim Verlassen des Kondensators mit den gegebenen Größen an.

Lösung:

$$v_0 \cdot \Delta t = \sqrt{A} \Rightarrow \Delta t = \frac{\sqrt{A}}{v_0}$$

$$y_{\text{Ende}} = \frac{U \cdot Q_p \cdot \Delta t^2}{2 \cdot d \cdot m_p} = \frac{U \cdot Q_p \cdot A}{2 \cdot d \cdot m_p \cdot v_0^2}$$

- 3.b.) Geben Sie die Ablenkung y des Protons parallel zu den Feldlinien am Ort der halben Kondensatorplattenlänge mit den gegebenen Größen an.

Lösung:

$$v_0 \cdot \Delta t = \frac{\sqrt{A}}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{\sqrt{A}}{2 \cdot v_0}$$

$$y_{\text{Hälfte}} = \frac{U \cdot Q_p \cdot \Delta t^2}{2 \cdot d \cdot m_p} = \frac{U \cdot Q_p \cdot A}{8 \cdot d \cdot m_p \cdot v_0^2}$$

- 3.c.) Ermitteln Sie die Richtung der Geschwindigkeit (Steigung) des Protons am Austrittspunkt des Kondensators.

Lösung:

$$\frac{d(y_{\text{Ende}})}{dx} \Big|_{x=\sqrt{A}} = \frac{d}{dx} \left(\frac{U \cdot Q_p \cdot x^2}{2 \cdot d \cdot m_p \cdot v_0^2} \right) \Big|_{x=\sqrt{A}} = \frac{U \cdot Q_p \cdot \sqrt{A}}{d \cdot m_p \cdot v_0^2}$$

alternativ:

$$\frac{\dot{y}_{\text{Ende}}}{\dot{x}_{\text{Ende}}} = \frac{\frac{U \cdot Q_p \cdot \sqrt{A}}{d \cdot m_p \cdot v_0}}{v_0} = \frac{U \cdot Q_p \cdot \sqrt{A}}{d \cdot m_p \cdot v_0^2}$$

- 3.d.) Ermitteln Sie den Betrag der Geschwindigkeit des Protons am Austrittspunkt des Kondensators.

Lösung:

$$v_{\text{Ende}} = \sqrt{(\dot{x}_{\text{Ende}})^2 + (\dot{y}_{\text{Ende}})^2} = \sqrt{\left(\frac{U \cdot Q_p \cdot \sqrt{A}}{d \cdot m_p \cdot v_0} \right)^2 + v_0^2} = \sqrt{\left(\frac{U \cdot Q_p}{d \cdot m_p \cdot v_0} \right)^2 \cdot A + v_0^2}$$