

Aufgaben zum Millikan-Versuch – Ausgegeben am 12.09.2012

1.Aufgabe: Ein Öltröpfchen mit der Masse $m = 3 \cdot 10^{-12}$ g schwebt zwischen den Platten eines Plattenkondensators von 0,6 cm Plattenabstand. Die Spannung zwischen den Platten beträgt 500 V. Wie groß ist seine Ladung? Diese ist mit der Elementarladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C zu vergleichen.

Lösung:

Schwebt das Öltröpfchen, so halten sich Gewichtskraft und elektrische Kraft die Waage. Es gilt:

$$m_e g = q \frac{U}{d} \Rightarrow q = \frac{m_e g d}{U} = 3,5316 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Damit besitzt dieses Öltröpfchen ungefähr die zweifache Elektronenladung.

2.Aufgabe: Bei der Bestimmung der Elementarladung nach Millikan wird ein Öltröpfchen beobachtet, das durch die Spannung 140 V zum Schweben gebracht werden kann. Ohne Feld sinkt es in 25 s um 1,2 mm. Berechnen Sie die Ladung des Tröpfchens.

3.Aufgabe: In einem Millikan-Kondensator mit 6 mm Plattenabstand sollen Öltröpfchen mit der Masse $m = 2 \cdot 10^{-12}$ g durch ein elektrisches Feld zum Schweben gebracht werden. Für ein Tröpfchen benötigt man die Spannung 370 V, für ein anderes die Spannung 245 V. Welche Ladung haben die beiden Tröpfchen?

Lösung:

Schwebt das Öltröpfchen, so halten sich Gewichtskraft und elektrische Kraft die Waage. Es gilt:

$$m_e g = q \frac{U}{d} \Rightarrow q = \frac{m_e g d}{U}$$

Für die Spannung 370 V erhält man: $3,18162 \cdot 10^{-19}$ C (also ungefähr $2 \cdot e$)

Für die Spannung 245 V erhält man: $4,8049 \cdot 10^{-19}$ C (also ungefähr $3 \cdot e$)

4.Aufgabe: a) Welche elektrische Kraft F_{el} wirkt auf eine geladene Watteflocke mit der Ladung $Q = 3 \cdot 10^{-10}$ C im Feld eines geladenen Plattenkondensators mit dem Plattenabstand $d = 5$ cm, wenn die Platten an eine Spannungsquelle mit der Spannung $U = 6$ kV angeschlossen sind?

b) Wieviel Prozent der Gewichtskraft F_G auf die Wattenflocke beträgt die elektrische Kraft F_{el} , wenn die Watteflocke die Masse $m = 0,01$ g besitzt?

Lösung:

Die elektrische Kraft F_{el} beträgt: $F_{el} = q \cdot U / d = 3,6 \cdot 10^{-5}$ N

Die Gewichtskraft beträgt F_G : $F_G = m \cdot g = 9,81 \cdot 10^{-5}$ N

Damit beträgt der Prozentsatz $F_{el} / F_G = 36,7$ %.

5. Aufgabe: Zwischen zwei horizontal liegenden Platten eines Millikan-Kondensators, dessen Plattenabstand $d = 6,4 \text{ mm}$ beträgt, werden Öltröpfchen mit dem Radius $R = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ gebracht. Welche Ladung tragen die Tröpfchen, wenn sie bei der Spannung $= 1250 \text{ V}$ zwischen den Platten in dem vertikal gerichteten Feld schweben? Der Auftrieb in Luft ist für die Tröpfchen zu vernachlässigen. Die Dichte des verwendeten Öls ist

$$\rho = 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Lösung:

Hier muss noch mit Hilfe des Radius und der Dichte die Masse des Öltröpfchens bestimmt werden.

$$\text{Es gilt bekanntlich: } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$$

Und weiter:

$$m_e g = q \frac{U}{d} \Rightarrow q = \frac{m_e g d}{U} = 6,39 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

6. Aufgabe: Im homogenen elektrischen Feld eines Millikan-Kondensators mit dem Plattenabstand $d = 8 \text{ mm}$ wird ein Öltröpfchen mit der Masse $m = 2,3 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$ bei der Kondensatorspannung $= 5640 \text{ V}$ zum Schweben gebracht. Wie viele Elementarladungen ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) befinden sich auf dem Tröpfchen? Der Auftrieb ist für die Tröpfchen zu vernachlässigen.

Lösung:

Mit Hilfe der Gleichung erhält man:

$$m_e g = q \frac{U}{d} \Rightarrow q = \frac{m_e g d}{U} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

7. Aufgabe: Ein Öltröpfchen mit dem Durchmesser $2r = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$ trägt 5 Elementarladungen und befindet sich in dem vertikalen, homogenen Feld eines Plattenkondensators mit dem Plattenabstand $d = 1 \text{ cm}$.

a) Wie groß muss die Spannung zwischen den Platten eingestellt werden, damit das Tröpfchen im homogenen Feld schwebt?

b) Wie muss man die Spannung verändern, wenn das Tröpfchen eine weitere Elementarladung aufnimmt und erneut zum Schweben gebracht werden soll?

Lösung:

a)

$$\rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot g = q \cdot \frac{U}{d} \Rightarrow U = 369,367 \text{ V}$$

b) Man benutzt die obige Gleichung und erhält jetzt: $U = 307,805 \text{ V}$