

# Lösungen zum 3. Aufgabenblatt zum elektrischen Feld

1. a) siehe rechts; das Öltröpfchen ist positiv geladen, da die elektrische Kraft in der Richtung des elektrischen Feldes wirkt.

b)

$$m \cdot g = E \cdot Q$$

$$\rho \cdot V \cdot g = E \cdot Q$$

$$\rho \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot g = \frac{U}{d} \cdot Q$$

$$Q = \frac{4\pi \cdot r^3 \cdot g \cdot d \cdot \rho}{3 \cdot U}$$

$$Q = \frac{4\pi \cdot (1,09 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,005 \text{ m} \cdot 881 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{3 \cdot 500 \text{ V}}$$

$$= 4,7 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{V}} = 4,7 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Dies sind ungefähr 3 Elementarladungen.

Die leichte Differenz liegt an der Messungsgenauigkeit (vgl. auch Teilaufgabe c).

- c) Es ist sehr schwer, den Radius des Öltröpfchens genau zu bestimmen, der mit der 3. Potenz in die Rechnung eingeht. Daraus ergeben sich Ungenauigkeiten im Ergebnis.  
 d) Millikan stellte fest, daß alle gemessenen Ladungen Vielfache einer Grundgröße waren. Damit wurde die Elementarladung entdeckt: sie ist die kleinste vorkommende Ladungsmenge und alle Ladungen sind Vielfache davon.

2. a) Die Feldrichtung gibt die Richtung an, in der eine positive Ladung beschleunigt wird. Bei einer negativen Ladung ist die Krafrichtung in die entgegengesetzte Richtung. Damit das Elektron abgebremst wird, muß die Beschleunigung entgegen der Bewegungsrichtung sein. Das bedeutet, daß die Feldrichtung gleichsinnig parallel zur Bewegungsrichtung sein muß.

$$b) v^2 = v_0^2 + 2ax \Leftrightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} = \frac{0 - (1,0 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 0,1 \text{ m}} = -5,0 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{m \cdot a}{Q} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (-5,0 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 2,8 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$$

3. Betragsgleichung (d.h. Q positiv):  $\frac{1}{2} m v^2 = Q U \Leftrightarrow v^2 = 2 \cdot \frac{Q}{m} \cdot U$

Beide Teilchen haben betragsmäßig dieselbe Ladung.

$$v_p = v_e \Rightarrow 2 \cdot \frac{Q_p}{m_p} \cdot U_p = 2 \cdot \frac{Q_e}{m_e} \cdot U_e \Leftrightarrow \frac{U_p}{U_e} = \frac{m_p}{m_e} = \frac{1,6725 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1836$$

Die Beschleunigungsspannung beim Proton muß 1836-mal so groß sein wie beim Elektron.

4. Nach  $x = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$  beträgt die vertikale Ablenkung  $y = 1,5 \text{ cm} = 0,015 \text{ m}$ .

$$t = \frac{x}{v_0}; y = \frac{1}{2} a t^2 \Leftrightarrow a = \frac{2y}{t^2} = \frac{2y \cdot v_0^2}{x^2}$$

$$m \cdot a = E \cdot Q \Leftrightarrow$$

$$m = \frac{EQ}{a} = \frac{UQ}{d \cdot a} = \frac{U \cdot Q \cdot x^2}{d \cdot 2 \cdot y \cdot v_0^2} = \frac{480 \text{ V} \cdot 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot (0,1 \text{ m})^2}{0,08 \text{ m} \cdot 2 \cdot 0,015 \text{ m} \cdot (1,9 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 8,9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

