

AP 2011 III (Lösung)

$$1.1 \quad \vec{F}_D = -\vec{F}_G \Rightarrow D \cdot (-\vec{s}_0) = -m\vec{g} \Rightarrow D \cdot \vec{s}_0 = m\vec{g} \quad (1)$$

$$\vec{F}_R = \vec{F}_D + \vec{F}_G$$

$$\vec{F}_R = D(-\vec{s}_0 - \vec{s}) + m\vec{g}$$

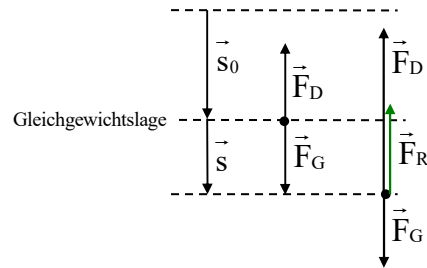
$$\vec{F}_R = -D\vec{s}_0 - D\vec{s} + m\vec{g}$$

$$\stackrel{(1)}{\vec{F}_R} = -m\vec{g} - D\vec{s} + m\vec{g}$$

$$\vec{F}_R = -D\vec{s}$$

⇒ Lineares Kraftgesetz

⇒ harmonische Schwingung



$$1.2.1 \quad \text{Es gilt: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \text{ eingesetzt in } \omega = \frac{2\pi}{T}, \text{ dann folgt:}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{D}{m}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{D}{m} \Rightarrow D = m\omega^2$$

$$D = 0,120 \text{ kg} \cdot (2,50 \cdot \pi \frac{1}{\text{s}})^2 = 7,40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$1.2.2 \quad \text{Es gilt: } s(t) = -5,0 \text{ cm} \cdot \cos(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t)$$

$$\text{dann folgt: } v(t) = \dot{s}(t) = 0,050 \text{ m} \cdot 2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot \sin(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t)$$

$$\text{eingesetzt in } E_{\text{kin}}(t) = \frac{1}{2} m (v(t))^2$$

$$E_{\text{kin}}(t) = \frac{1}{2} \cdot 0,12 \text{ kg} \cdot (0,050 \text{ m} \cdot 2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot \sin(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t))^2 = 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot \sin^2(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t)$$

$$1.2.3 \quad a(t) = \dot{v}(t) = 0,050 \text{ m} \cdot (2,50\pi \frac{1}{\text{s}})^2 \cdot \cos(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t) = \underbrace{3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}_{=a_0} \cdot \cos(2,50\pi \frac{1}{\text{s}} \cdot t)$$

$$\text{Somit gilt: } a_0 = 3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Beschleunigung \vec{a}_0 ist vertikal nach unten gerichtet.

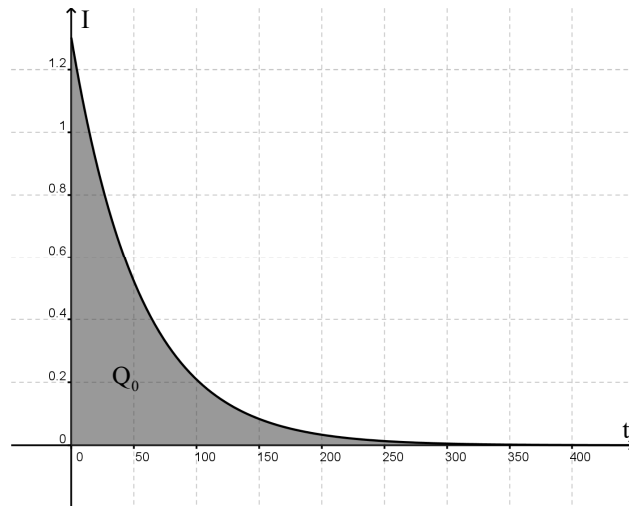
1.2.4 Oberer Umkehrpunkt bis Gleichgewichtslage: Potentielle Energie wird in kinetische und Spannenergie umgewandelt.

Gleichgewichtslage bis unterer Umkehrpunkt: Potentielle und kinetische Energie wird in Spannenergie umgewandelt.

$$2.1.1 \quad I(0\text{s}) = \frac{U_0}{R} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \text{ V}}{1,5 \cdot 10^6 \Omega} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I(75\mu\text{s}) = \frac{U(75\mu\text{s})}{R} = \frac{U_0 - U_C(75\mu\text{s})}{R} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \text{ V} - 1,5 \cdot 10^3 \text{ V}}{1,5 \cdot 10^6 \Omega} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ A}$$

2.1.2



$$2.2.1 \quad Q_0 = C \cdot U_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d_0} \cdot U_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2}{1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \text{ V} = 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

$$W_0 = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} \underbrace{C U_0}_{=Q_0} \cdot U_0 = \frac{1}{2} Q_0 \cdot U_0 = \frac{1}{2} \cdot 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ C} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \text{ V} = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$2.2.2 \quad \text{Versuch mit der Flammsonde: } E = \frac{U}{d} = \text{konst.}$$

$$\text{Versuch mit Influenzladung auf Plattenpaar: } \frac{Q_i}{A_i} = D = \epsilon_0 \cdot E = \text{konst.}$$

Zwei ungeladenen gleich große Metallplättchen werden flächendeckend zusammengebracht und in das elektrische Feld des Kondensators eingeführt. Nun werden sie parallel zu den Kondensatorplatten ausgerichtet, getrennt und aus dem elektrischen Feld wieder herausgenommen.

Mit Hilfe eines Messverstärkers kann nun die Influenzladung Q_i gemessen werden.

Kennt man die Fläche A_i der Plättchen, so lässt sich die elektrische Feldstärke

$$E = \frac{Q_i}{A_i \cdot \epsilon_0} \text{ berechnen.}$$

Dieser Vorgang wird an mehreren Stellen des Kondensatorfeldes durchgeführt. Man erhält (im Rahmen der Messgenauigkeit) immer denselben Wert für die elektrische Feldstärke.

Damit wurde dann experimentell bestätigt, dass das elektrische Feld im Inneren eines Plattenkondensators homogen ist.

2.3.1 Es gilt:

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \quad \Rightarrow \quad C \sim \frac{1}{d}$$

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 \cdot A} \quad \Rightarrow \quad U \sim d$$

$$W_{\text{el}} = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2 \cdot d}{2\epsilon_0 \cdot A} \quad \Rightarrow \quad W_{\text{el}} \sim d$$

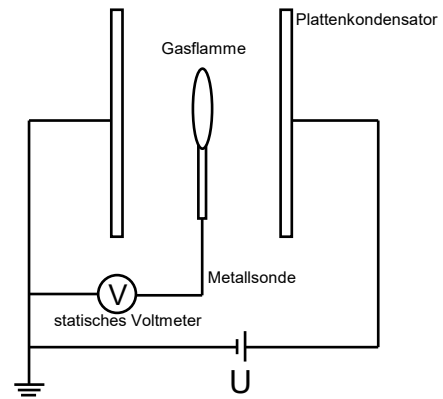
$$2.3.2 \quad W = W_{\text{el}}(d_1) - W_{\text{el}}(d_0) = \frac{Q^2 \cdot d_1}{2\epsilon_0 \cdot A} - \frac{Q^2 \cdot d_0}{2\epsilon_0 \cdot A} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 \cdot A} \cdot (d_1 - d_0)$$

$$W = \frac{(7,4 \cdot 10^{-8} \text{ C})^2}{2 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 7,50 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} \cdot (2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} - 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}) = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Versuch mit der Flammsonde: $E = \frac{U}{d} = \text{konst.}$

Die Flammsonde wird über ein statisches Voltmeter (Messverstärker) mit dem (geerdeten) Minuspol des Plattenkondensators verbunden. Die geerdete Platte hat somit das Potential $\rho_1 = 0 \text{ V}$.

Man bringt nun die Flammsonde in das homogene elektrische Feld des Kondensators. Der Abstand zur negativ geladenen Platte beträgt d .



Das statische Voltmeter zeigt die Potentialdifferenz $U_{12} = \Delta\rho_{12} = \rho_2 - \rho_1 = \rho_2$ zwischen dem Feldpunkt P_2 am Ort der Flammsonde und dem Feldpunkt P_1 an der geerdeten Platte dar.

Die Flamme der Flammsonde dient dazu, störende Influenzladungen an der Sonde an die Luft abzuführen, da diese Ladungen ansonsten das zu messende Potential stören würden

Verschiebung parallel zu den Kondensatorplatten:

⇒ Die am Voltmeter angezeigte Spannung bleibt konstant.

Verschiebung senkrecht zu den Kondensatorplatten:

⇒ Die am Voltmeter angezeigte Spannung verändert sich linear mit dem Abstand vom Nullniveau.

Für jeden Punkt im Plattenkondensator gilt: $E = \frac{U_{12}}{d} = \text{konst.}$