Musterlösung

Klausur (Wiederholung) zur Vorlesung Physik für Bauingenieurwesen WS99/00

Montag 28.2.2000, 11^{15} - 12^{45}

Für die Note 1.0 ist es nicht notwendig, alle Aufgaben zu lösen

1. Aufgabe

a) $L = 100\,m$

$a = 9\,m/s^2$

$L = \frac{a}{2} t^2$, $v = a \cdot t$ (ohne Reibung)

$L = \frac{v^2}{2a}$ $v = \sqrt{2aL}$

$v = \sqrt{2 \cdot 9 \cdot 100}\ \frac{m}{s}$ $\underline{v = 42{,}43 \frac{m}{s} = 152{,}7 \frac{km}{h}}$

b) Fallhöhe $h = \frac{g}{2} t^2$ $h = 20\,m$

Fallzeit $t' = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$t' = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{9.81}}\ s$ $\underline{t' = 2.02\,s}$

c) Sprungweite $s = v \cdot t'$

$s = 42{,}43 \cdot 2{,}02\,m = 85{,}7\,m$

$d = 85{,}7 - 60\ m$ $\underline{d = 25{,}7\,m}$

d) $l = 60\,m$ $v_{min} = \frac{l}{t'} = \sqrt{\frac{l^2 g}{2h}}$

$v_{min} = \frac{60}{2.02}\ \frac{m}{s}$ $\underline{v_{min} = 29{,}7 \frac{m}{s} = 107 \frac{km}{h}}$

2. Aufgabe

a) $\omega = \sqrt{\frac{c}{M+m}}$ (Harmon. Oszillator)

$\omega = \sqrt{\frac{20}{1.002}}$ $\underline{\omega = 4{,}47\ s^{-1}}$

b) Harmon. Schwingung:

$x_{(t)} = x_0 \cdot \cos\omega t$

$v_{(t)} = -x_0\omega \cdot \sin\omega t = -v_0 \sin\omega t$

$v_0 = x_0\omega$

$v_0 = 0.05 \cdot 4.47\ \frac{m}{s}$ $\underline{v_0 = 0.22\ \frac{m}{s}}$

c) Inelast. Stoß: Impulserhaltung

$m \cdot V = (m+M)\, v_0$

$V = \frac{m+M}{m}\, v_0$

$V = \frac{1.002}{0.002} \cdot 0.22\ \frac{m}{s}$ $\underline{V = 110{,}2\ \frac{m}{s}}$

3. Aufgabe

a) Schweben: $F_A = G$

Auftrieb $F_A = \rho_L \cdot V_B \cdot g$

Gewicht $G = (m_1 + m_2 + \rho_{He} \cdot V_B) \cdot g$

$$\rho_L \cdot V_B \cdot g = (m_1 + m_2 + \rho_{He} V_B) \cdot g$$

$$(\rho_L - \rho_H) V_B = m_1 + m_2$$

$$V_B = \frac{m_1 + m_2}{\rho_L - \rho_H}$$

$$V_B = \frac{6+5}{1.3 - 0.18} \, m^3 \qquad \underline{V_B = 9.82 \, m^3}$$

b) Auftrieb $F_A = \rho_{L(h)} \cdot V_{B(h)} \cdot g$

$\underline{\rho_{L(h)} = \rho_L^0 e^{-h/h_0}}$ (Barom. Höhenformel)

$V_{B(h)} = \,?$

$p(h) \cdot V(h) = NkT = \text{const}$ (geschlossener Ballon bei T=const)

$$V(h) = \frac{c}{p(h)} = \frac{c}{p_0 e^{-h/h_0}}$$

$$\underline{V(h) = V_0 e^{+h/h_0}}$$

Damit wird F_A:

$$F_A = \rho_L^0 e^{-h/h_0} \cdot V_0 e^{+h/h_0} \cdot g$$

$$F_A = \rho_L^0 \cdot V_0 \cdot g = \text{const}$$

Der Auftrieb bleibt konstant.

3 c) $V_0 = 18\ m^3$

$V_{max} = 60\ m^3$

$V_{(h)} = V_0\ e^{+\frac{h}{h_0}}$ (s. Aufg. 36)

$\frac{V_{max}}{V_0} = e^{h/h_0}$

$\frac{h}{h_0} = \ln \frac{V_{max}}{V_0}$

$h = h_0 \ln \frac{V_{max}}{V_0}$

$h = 8.33 \cdot \ln \frac{60}{18}$ km $\qquad \underline{h = 10.0 \text{ km}}$

4. Aufgabe

a) $C_0 = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$

$C_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{0.1^2}{10^{-3}}$ (F)

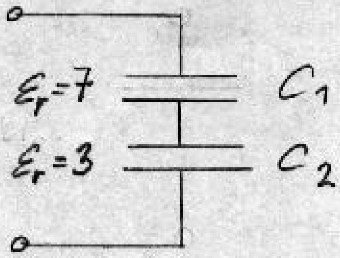
$\underline{C_0 = 88{,}54\ pF}$

b) $C_0 = \frac{Q_0}{U_0}$ $\qquad Q_0 = C_0 \cdot U_0$

$Q_0 = 88{,}54 \cdot 10^{-12} \cdot 20$ C

$\underline{Q_0 = 1.77 \cdot 10^{-9}\ C}$

4c) Reihenschaltung zweier Kondensat.



$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{ges} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_1 = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d/2} = 2\varepsilon_1 \cdot C_0$$

$$C_2 = \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d/2} = 2\varepsilon_2 \cdot C_0$$

$$C_{ges} = \frac{4\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot C_0^2}{(\varepsilon_1+\varepsilon_2)\, 2 C_0} = \frac{2\varepsilon_1\varepsilon_2}{\varepsilon_1+\varepsilon_2}\, C_0$$

$$C_{ges} = \frac{2 \cdot 7 \cdot 3}{10} \cdot 88.54\ pF \qquad \underline{C_{ges} = 0.37\ nF}$$

$$U = \frac{Q_0}{C_{ges}} \qquad Q_0 = 1.77 \cdot 10^{-9}\,C : \text{konstant}$$

$$U = \frac{1.77 \cdot 10^{-9}}{0.37 \cdot 10^{-9}}\ V \qquad \underline{U = 4.78\ V}$$

d) Widerstand des Dielektrikums:

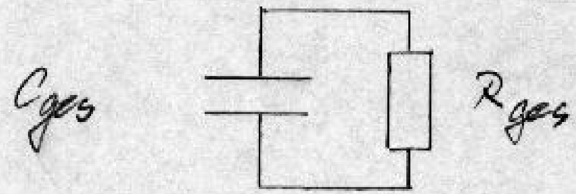
$$R_{ges} = (\varrho_1 + \varrho_2) \cdot \frac{d/2}{A} \quad (\text{Serienschaltung})$$

$$R_{ges} = (0{,}5 + 1{,}7) \cdot \frac{0.5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}}\ \Omega$$

$$\underline{R_{ges} = 0.11\ \Omega}$$

Entladung des RC-Kreises:

Ersatzschaltbild:



Abklingzeit $\tau = RC$

$\tau = 0.11 \cdot 0.37 \cdot 10^{-9}$ $\left(\frac{V}{A}\,\frac{C}{V} = \frac{As}{A} = s\right)$

$\tau = 4.07 \cdot 10^{-11}\,s$

Entladung: $Q_{(t)} = Q_0\, e^{-t/\tau}$

$$\frac{Q(t)}{Q_0} = e^{-t/\tau} = 0.1$$

$$t/\tau = \ln 10$$
$$t = \tau \cdot \ln 10$$

$t_{10\%} = 4.07 \cdot 10^{-11} \cdot \ln 10\ s$ $\quad$ $\underline{t_{10\%} = 0.94\ ps}$

5. Aufgabe

a) Beugungs-Maxima $\sin\theta = \frac{\lambda}{d}$
(1. Ordnung)

Gitterkonstante d:

$$\frac{1}{d} = \frac{1500}{10^{-2}} \frac{1}{m} \qquad d = 6{,}67 \cdot 10^{-6}\,m$$

$$\sin\theta_1 = \frac{\lambda_1}{d} = \frac{450 \cdot 10^{-9}}{6.67 \cdot 10^{-6}} = 0.067$$

$$\underline{\theta_1 = 3{,}87^\circ}$$

$$\sin\theta_2 = \frac{\lambda_2}{d} = \frac{750 \cdot 10^{-9}}{6.67 \cdot 10^{-6}} = 0.112$$

$$\underline{\theta_2 = 6.46^\circ}$$

b) Überlappung:

$$\theta_{max}^{(n)} > \theta_{min}^{(n+1)}$$

$$n\,\frac{\lambda_{max}}{d} > (n+1)\,\frac{\lambda_{min}}{d}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} > \frac{n+1}{n} \qquad (n = 1, 2, 3 \in \mathbb{N})$$

$$1 + \frac{1}{n} < \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}}$$

$$\frac{1}{n} < \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{\lambda_{min}}$$

$$n > \frac{\lambda_{min}}{\Delta\lambda} \qquad (n \in \mathbb{N})$$

$n > \frac{450}{300}$ $\quad n > 1{,}5$ und $n \in \mathbb{N}$

Überlagerung: $\underline{n = 2}$

c) Auflösungsvermögen

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = n \cdot N$$

$$n = \frac{\lambda}{\Delta\lambda \cdot N}$$

$$N = 1500 \cdot 0.65 = 975 \text{ Linien}$$

$$n = \frac{589}{0.59 \cdot 975} \qquad \underline{n = 1.0}$$

Trennung in 1. Ordnung möglich.

<u>6. Aufgabe</u>

a) $$P = \frac{(U^{eff})^2}{R}$$

$$R = \varrho \cdot \frac{L}{A}$$

$$R = \frac{0.92 \cdot 10^{-6} \cdot 0.25}{(0.75 \cdot 10^{-5})^2 \pi}\ \Omega \qquad R = 1301\ \Omega$$

$$P = \frac{230^2}{1301}\ W \qquad \underline{P = 40{,}6\ W}$$

b) Stefan - Boltzmann - Gesetz:

$$\frac{P'}{A} = \sigma T^4 \qquad \text{(schwarzer Strahler)}$$

$$T = \left(\frac{P'}{\sigma A}\right)^{1/4} \qquad A = d\pi \cdot L$$

$$T = \left(\frac{0.9 \cdot 40{,}6}{5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 1.5 \cdot 10^{-5} \pi \cdot 0.25}\right)^{1/4} \left(\frac{W\, m^2 K^4}{W \cdot m^2}\right)^{1/4}$$

$$\underline{T = 2719\ K}$$

c) Wein'sches Gesetz:

$$\lambda_{max} \cdot T = 2898\ (\mu m \cdot K)$$

$$\lambda_{max} = \frac{2898}{2719}\ (\mu m) = \underline{1{,}066\ \mu m}\ (IR)$$

7. Aufgabe

Anzahl U^{238}: $U(t) = U_0 e^{-\lambda t}$

Anzahl Pb^{206}: $P(t) = U_0 - U(t) = U_0(1 - e^{-\lambda t})$

$$\frac{U(t)}{P(t)} = \frac{U_0 e^{-\lambda t}}{U_0(1 - e^{-\lambda t})} = \frac{1}{e^{\lambda t} - 1}$$

$$e^{\lambda t} = 1 + \frac{1}{x} \quad \text{mit } x = \frac{U}{P}(t)$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln(1 + 1/x) = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} (\ln 1 + 1/x)$$

$$t = \frac{4.51 \cdot 10^9}{\ln 2} \left(\ln 1 + \frac{1}{0.92}\right) = \underline{4.79 \cdot 10^9 a}$$