

Sommersemester 2011	Blatt 1 (von 3)
Studiengang: MB3 A, B	Semester 3
Lösungsvorschlag	

Aufgabe 1: Lösung Feder – Masse Pendel

$$a) \quad y(t = 1,325s) = 25cm \cdot \cos\left(4\pi \frac{1}{s} \cdot 1,325 + \frac{7}{10}\pi\right) = 25cm \cdot \cos(6\pi) = 25cm$$

$$\dot{y}(t = 1,325s) = -\hat{y} \cdot \omega \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = -25cm \cdot 4\pi \frac{1}{s} \cdot \sin(6\pi) = 0 \frac{cm}{s}$$

$$\ddot{y}(t = 1,325s) = -\hat{y} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = 25cm \cdot (4\pi)^2 \frac{1}{s^2} \cos(6\pi) = -3948 \frac{cm}{s^2} = -39,5 \frac{m}{s^2}$$

$$b) \quad \hat{\dot{y}} = \hat{y} \cdot \omega_0 = 25cm \cdot 4\pi \frac{1}{s} = \pi \frac{m}{s} = 3,14 \frac{m}{s}$$

$$\hat{\ddot{y}} = \hat{y} \cdot \omega_0^2 = 25cm \cdot (4\pi)^2 \frac{1}{s^2} = 39,5 \frac{m}{s^2}$$

$$c) \quad \omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \sqrt{4\pi^2 \frac{1}{s^2} - (0,79)^2 \frac{1}{s^2}} = 12,54 \frac{1}{s} = 3,99\pi \frac{1}{s}$$

$$d) \quad y(t) = \hat{y} \cdot e^{-\delta \cdot t} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Amplitude nach  $t = 5T_d$        $y(5T_d) = \hat{y} \cdot e^{-\delta \cdot 5T_d}$

$$y(5T_d) = 25cm \cdot e^{-0,79 \frac{1}{s} \cdot 5 \cdot \frac{2\pi}{3,99\pi} s} = 0,0346m$$

Energieverlust für 5 Perioden       $E_{i+n} = E_i e^{-2n\delta T_d}$

$$\frac{E_5}{E_0} = e^{-2 \cdot 5 \cdot 0,79 \frac{1}{s} \cdot \frac{2\pi}{3,99\pi} s} = 0,0191$$

Aufgabe 2: Lösung Drehpendel

Schwingungsdauer Torsionspendel       $\omega_0^2 = \frac{c^*}{J}$

Nur 1. Schwungscheibe       $\frac{2\pi}{T_1} = \omega_1 = \sqrt{\frac{c^*}{J_1}} \quad c^* = \frac{4\pi^2 J_1}{T_1^2}$

Beide Schwungscheiben       $J_{1+2} = J_1 + J_2$   
 $\frac{2\pi}{T_2} = \omega_2 = \sqrt{\frac{c^*}{J_{1+2}}} \quad c^* = \frac{4\pi^2 (J_1 + J_2)}{T_2^2}$

$$\frac{4\pi^2 J_1}{T_1^2} = \frac{4\pi^2 (J_1 + J_2)}{T_2^2}; \quad J_1 = J_2 \frac{T_1^2}{T_2^2 - T_1^2} = 4kgm^2 \cdot \frac{4s^2}{9s^2 - 4s^2} = 3,2kgm^2$$

Sommersemester 2011	Blatt 2 (von 3)
Studiengang: MB3 A, B	Semester 3
Lösungsvorschlag	

Aufgabe 3: Lösung Holzstab mit Bleiende

Auftriebskraft durch das zusätzlich verdrängte Wasser:  $F_A = -m_{\text{Wasser}} \cdot g$

$$m_{\text{Wasser}} = \rho_{\text{Wasser}} \cdot A \cdot x$$

$$F_A = -\rho_{\text{Wasser}} \cdot A \cdot g \cdot x$$

$$F_A = F_T$$

$$-\rho_{\text{Wasser}} \cdot A \cdot g \cdot x = m\ddot{x}$$

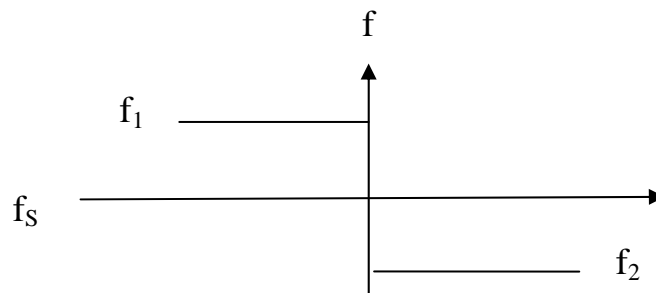
$$\ddot{x} + \frac{\rho_{\text{Wasser}} \cdot A \cdot g}{m} \cdot x = 0$$

$$\omega_0^2 = \frac{\rho_{\text{Wasser}} \cdot A \cdot g}{m}$$

Aufgabe 4: Lösung Doppler-Effekt

a) Bewegter Sender, ruhender Empfänger:

Annäherung:  $f_1 = f_s \frac{1}{1 - \frac{v}{c}}$       Entfernen:  $f_2 = f_s \frac{1}{1 + \frac{v}{c}}$



b) Frequenzverhältnis:  $\frac{f_1}{f_2} = \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}} = \frac{c + v}{c - v} = \frac{5}{4}$

Ergebnis:  $v = c/9 = 37,78 \text{ m/s}$

Sommersemester 2011	Blatt 3 (von 3)
Studiengang: MB3 A, B	Semester 3
Lösungsvorschlag	

Aufgabe 5: Schallwelle

a) Phasengeschwindigkeit  $c = \sqrt{\frac{\kappa \cdot p}{\rho}} = \sqrt{\frac{1,41 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}}{1,25 \frac{kg}{m^3}}} = 335,86 \frac{m}{s}$

b) Wellenlänge  $\lambda = 0,15m$ ;                      Frequenz  $f = 2,24kHz$   
 Amplitude  $\hat{y} = 15\mu m$ ;                      Wellenzahl  $k = 41,89 \frac{1}{m}$

c) Der Nullphasenwinkel  $\Phi$  kann

1. aus dem Wegunterschied des ersten Maximums der Welle nach  $x=0$  berechnet werden. Da  $x_1$  bei  $0,165m$  liegt, befindet sich das erste Maximum bei  $x_0 = 0,015m$ .

Es gilt für den Betrag der Phase  $\frac{\Phi}{2\pi} = \frac{x}{\lambda}$ ,  $\Phi = \frac{0,015m}{0,15m} \cdot 2\pi$  und damit  $\Phi = 0,628$

oder

2. durch Einsetzen der Auslenkung der Welle zum Zeitpunkt  $t=0$  in das Weg-Zeit-Gesetz  $y(x,t) \quad y(x,0) = \hat{y} \cdot \cos(-kx + \Phi)$

Das erste Maximum ist bei  $x_0 = 0,015m$ , also gilt:  $y(x_0,0) = \hat{y} = \hat{y} \cdot \cos(-kx_0 + \Phi)$   
 $-kx_0 + \Phi = 0 \quad \rightarrow \quad \Phi = kx_0 = 41,89 \frac{1}{m} \cdot 0,015m = 0,628$

d) Die vollständige Wellenfunktion lautet:

$$y(x,t) = 15\mu m \cdot \cos\left(14074 \frac{1}{s} \cdot t - 41,89 \frac{1}{m} \cdot x + 0,628\right)$$

e)  $I = w \cdot c = \frac{1}{2} \rho \cdot (2\pi \cdot f)^2 \hat{y}^2 \cdot c = 9,356 \frac{W}{m^2}$