Lösungen Experimentalphysik – WS 2005/06 – Version FK2

<u>Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1:</u>

a.) IES : $m_1 v_1 + m v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

$$\Rightarrow v_2' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v - m_1 v_1'}{m_2}$$

$$= \frac{(2\,kg)(4\,\tfrac{m}{s}) + (8\,kg)(-2\,\tfrac{m}{s}) - (2\,kg)(-0.8\,\tfrac{m}{s})}{8\,kg}$$

$$\underline{\underline{v_2'}} = -0.8\,\frac{m}{s}$$

Da $v_2' = v_1' = v_S$ $\Rightarrow$ unelastischer Stoß

b.) $t = 0$: $x_S = \dfrac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \dfrac{(2\,kg)(1\,m) + (8\,kg)(3\,m)}{10\,m}$

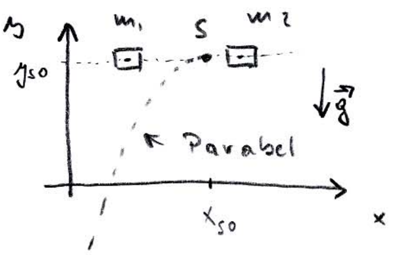
$$\underline{\underline{x_S = 2.6\,m}} = x_{S0}$$

$t = 2s$: $x_S(t) = x_{S0} + v_S\, t$

$$\Rightarrow x_S(2) = (2.6\,m) + (-0.8\,\tfrac{m}{s})(2s)$$

$$\underline{\underline{x_S(2) = 1\,m}}$$

c.)



$$\vec{r}_S = \begin{pmatrix} x_S(t) \\ y_S(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{S0} + v_S\, t \\ y_{S0} - \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}$$

Lösungvorschlag zu Aufgabe 2:

a.) Gegenuhrzeigersinn, genau wie das Rad vor der Drehung (DIE!)

b.) $J_S = m R^2 = (4.4\ \text{kg})(0.32\ \text{m})^2 \approx 0.451\ \text{kgm}^2$

c.) DIE: $J_S \omega_R = (J_P + m r^2)\,\omega_P - J_S \omega_R$

$$\Rightarrow \omega_P = \frac{2 J_S \omega_R}{(J_P + m r^2)}$$

$$= \frac{2\,(0.451\ \text{kgm}^2)(26\ \frac{\text{rad}}{\text{s}})}{5\ \text{kgm}^2 + (4.4\ \text{kg})(0.46\ \text{m})^2}$$

$$\underline{\underline{\omega_P}} = 3.95\ \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \underline{\underline{0.629}}\ \frac{\text{U}}{\text{s}}$$

d.) Das Rad hat vor der Drehung die gleich kinetische Energie wie hinterher!

$$\Rightarrow W = E_{kin,\ \text{Stuhl+Person}}$$

$$= \frac{1}{2}\,(J_P + m r^2)\ \omega_P^2$$

$$= \frac{1}{2}\ (0.152\ \text{kgm}^2)(3.95\ \frac{\text{rad}}{\text{s}})^2$$

$$\underline{\underline{W = 46.3\ \text{J}}}$$

<u>Lösungvorschlag zu Aufgabe 3:</u>

Anfangsauslenkung: $y_0 = 0{,}6\,\text{cm}$

Periodendauer: $T_D = 5{,}0000\,\text{s}$

Kreisfrequenz: $\omega_D = \frac{2\pi}{T_D} = 1{,}2566\,\frac{1}{s}$

Abklingkoeffizient $\delta = \frac{\ln(\frac{y_0}{y_1})}{1 \cdot T_D} = \frac{\ln(\frac{0{,}6\text{cm}}{0{,}1701\text{cm}})}{5{,}0000\,\text{s}} = 0{,}2521\frac{1}{s}$

Dämpfungsgrad $D = \frac{\delta}{\omega_0}; \omega_0 = \sqrt{\omega_D^2 + \delta^2} = 1{,}2816\,\frac{1}{s}; D = \frac{0{,}2521\frac{1}{s}}{1{,}2816\,\frac{1}{s}} = 0{,}1967\,\frac{1}{s}$

Nullphasenwinkel ϕ_0

Amplitudenfaktor y_m

(1) $y(t) = y_m \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega_D t + \phi_0)$

(2) $\dot{y}(t) = -y_m \cdot \delta \cdot e^{-\delta t} \cdot \cos(\omega_D t + \phi_0) - y_m \cdot \omega_D \cdot e^{-\delta t} \cdot \sin(\omega_D t + \phi_0)$

Anfangsbedingungen

$y(0) = 0{,}6\,\text{cm}$

$\dot{y}(0) = 0\,\frac{m}{s}$

(1) $y(0) = y_m \cdot \cos(\phi_0)$

$$y_m = \frac{y(0)}{\cos(\phi_0)}$$

(2) $\dot{y}(0) = 0 = -y_m \cdot \delta \cdot \cos(\phi_0) - y_m \cdot \omega_D \cdot \sin(\phi_0)$

$$0 = -y_m(\delta \cdot \cos(\phi_0) + \omega_D \cdot \sin(\phi_0))$$

$$0 = \delta \cdot \cos(\phi_0) + \omega_D \cdot \sin(\phi_0)$$

$$-\frac{\delta}{\omega_D} = \frac{\sin(\phi_0)}{\cos(\phi_0)} = \tan(\phi_0)$$

$$\phi_0 = \arctan(-\frac{\delta}{\omega_D}) = -0{,}1942\text{ rad}$$

Eingesetzt in (1)

$$y_m = \frac{0{,}6\,\text{cm}}{\cos(-0{,}1942)} = 0{,}6115\,\text{cm}$$

<u>Lösungvorschlag zu Aufgabe 4:</u>

<u>Prüfung P04/EK4, Aufgabe 4</u>

1. – Die gemessene Zeit $t = 3{,}5\,s$ setzt sich zusammen aus der Fallzeit t_1 und der Zeit t_2 für das Schallsignal.

Für die Brunnentiefe z gilt:

$$z = \frac{1}{2} g \cdot t_1^2 = c \cdot t_2 = c(t - t_1)$$

daraus folgt eine quadrat. Gleichung für t_1:

$$\frac{1}{2} g \cdot t_1^2 + c \cdot t_1 - c \cdot t = 0$$

Lösung: $t_{1,2} = \frac{1}{g}\left(-c \pm \sqrt{c^2 + 2 \cdot g \cdot c \cdot t}\right) =$

$$= \frac{1}{9{,}81}\left(-340 \pm \sqrt{372{,}76}\right)$$

$$\underline{t_1 = 3{,}34\,s} \quad \text{und} \quad z = \frac{1}{2} g t_1^2 = \underline{54{,}69\,m}$$

– Fehler, ohne Schalllaufzeit:

$$z' = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = 60{,}086\,, \quad \text{Fehler:} \; \frac{z' - z}{z} = \underline{0{,}0987 \approx 10\%}$$

---

2. Aus dem gegebenen Pegel für einen Motor $L_{I1} = 85\,dB$ erhält man für n Motoren:

$$L_{In} = L_{I1} + (10 \cdot \lg n)\,dB \leq 100\,dB$$

$$10 \lg n \leq 15 \quad \Rightarrow \quad \lg n \leq 1{,}5$$

$$n = 10^{1{,}5} \leq 31{,}6 \quad \Rightarrow \quad \underline{n = 31 \text{ Motoren}}$$

---

3. Knoten an Wand $\Rightarrow$ $\lambda/2 = 0{,}1\,m$ $\Rightarrow$ $\lambda = 0{,}2\,m$

– $\underline{f} = \frac{c}{\lambda} = \frac{340\,m \cdot s^{-1}}{0{,}2\,m} = \underline{1700\,Hz}$

– 1. Maximum im Abstand $\underline{\lambda/4 = 0{,}05\,m}$