Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1:

a.) Konstante Geschwindigkeit bedeutet $a = 0$, also $\sum F_i = 0$

Somit ergibt sich für die Lagerkraft in A:

$$\underline{\underline{F_{LA}}} = (m_{St} + m_2)\,g = (0.6\,kg + 4\,kg)(9.81\,\tfrac{m}{s^2}) = \underline{\underline{45.1\,N}}$$

b.) Der Wagen bewegt sich nach links wegen des IES (Die Bälle bewegen sich nach rechts und der gemeinsame Schwerpunkt bleibt in Ruhe)

c.) EES: $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g r \quad (1)$

Kräftegleichgewicht im Punkt B, wenn die Fadenkraft $F_F \approx 0$:

$$m \frac{v_B^2}{r} = m g \Rightarrow v_B^2 = g r \quad (2)$$

Gl. (2) in Gl. (1): $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{3}{2} m g r$

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_0}} = \sqrt{3 g r} = \sqrt{3\,(9.81\,\tfrac{m}{s^2})(1.6\,m)} \approx \underline{\underline{6.86\,\tfrac{m}{s}}}$$

d.) IES: $(m_1 + m_2)\,V = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

wobei $V = V_S$ = Schwerpunktsgeschwindigkeit

$$\Rightarrow v_1' = \frac{(m_1 + m_2)\,V - m_2 v_2'}{m_1} = \frac{(38\,kg + 19\,kg)(19\,\frac{m}{s}) - (19\,kg)(27\,\frac{m}{s})}{(38\,kg)}$$

$v_1' = 15\,\frac{m}{s}$ (Geschwindigkeit im Inertialsystem nach dem Stoß)

Somit ergibt sich die Relativgeschw. zum Schwerpunkt:

$$\underline{\underline{u_1'}} = v_1' - V_S = 15\,\tfrac{m}{s} - 19\,\tfrac{m}{s} = \underline{\underline{-4\,\tfrac{m}{s}}}$$

e.) DIE: $\underbrace{r m v}_{|\vec{L}_M| = |\vec{r}\times\vec{p}|} + J_0 \omega_0 = \underbrace{(J_0 + m r^2)}_{\text{gemeinsames Massenträgheitsmoment}} \omega_E$

$$\Rightarrow \omega_E = \frac{r m v + J_0 \omega_0}{J_0 + m r^2} = \frac{(3\,m)(80\,kg)(5\,\frac{m}{s}) + (8000\,kg\,m^2)(1.2\,\frac{rad}{s})}{8000\,kg\,m^2 + (80\,kg)(3\,m)^2}$$

$$= \frac{(1200 + 9600)\,kg\,\frac{m^2}{s}\,rad}{(8000 + 720)\,kg\,m^2} \qquad \text{Also: } \underline{\underline{\omega_E = 1.24\,\tfrac{rad}{s}}}$$

Lösung zu Aufgabe 2:

a.) Die Arbeit berechnet sich aus $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$, wobei $s = \frac{(50\,m)}{\sin 10°} = 288\,m$. Da Kraft und Verschiebungsvektor entgegengesetzt gerichtet sind ergibt sich $\underline{\underline{W}} = (50\,N)(288\,m)\cos(170°) = \underline{\underline{-14.2\ kJ}}$

b.) Kraft auf den Ball: $F(t) = at - bt^2$

b1) Die Fläche unter der $F(t)$-Kurve entspricht der Impulsänderung Δp, denn $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.

b2) $$\Delta p = \int_0^{t_2} F(t)\,dt = \int_0^{t_2} (at - bt^2)\,dt = \frac{1}{2}at^2 - \frac{1}{3}bt^3 \Big|_0^{t_2}$$

$$= \frac{1}{2}a t_2^2 - \frac{1}{3}b t_2^3 = \underbrace{\frac{1}{2}\left(2.4\times10^6\,\frac{N}{s}\right)\left(3\times10^{-3}\,s\right)^2}_{10.8\ Ns} - \underbrace{\frac{1}{3}\left(8\times10^8\,\frac{N}{s^2}\right)\left(3\times10^{-3}\,s\right)^3}_{7.2\ Ns}$$

$$\Delta p = 3.6\ Ns$$

Aus $\Delta p = m\,(v_E - v_A)$ und $v_A = 0$

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_E}} = \frac{\Delta p}{m} = \frac{3.6\,Ns}{0.15\,kg} = \underline{\underline{24\,\frac{m}{s}}}$$

b3.) Eine sinnvolle Durchschnittskraft müßte die gleiche Impulsänderung zur Folge haben. Also:

$$\underline{\underline{\bar{F}}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3.6\,Ns}{3\times10^{-3}\,s} = \underline{\underline{1200\ N}}$$

s

Lösungen Experimentalphysik – SS04 – Version PO2

Lösung zu Aufgabe 3:

a.) Die Schwingungsdauer eines physikalischen Pendels (für kleine Auslenkwi[nkel]) berechnet sich aus

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{mgd}} \quad (1), \text{ wobei}$$

J_A : Massenträgheitsmom[ent] bez. Drehpunkt A

m : Gesamtmasse

d : Abstand Drehp[unkt] Schwerp[unkt]

a1.) Mit Steiner: $J_A = J_s + md^2 = \frac{1}{2} m r^2 + m(L+r)^2$

$$= \frac{1}{2}(2.5\,kg)(0.21\,m)^2 + 2.5\,kg\,(0.76\,m + 0.2$$

$$= 0.05513\,kg\,m^2 + 2.352\,kg\,m^2$$

$$\underline{\underline{J_A = 2.407\,kg\,m^2}}$$

a2.) Punktmasse: $J = 2.352\,kg\,m^2$

$$\Rightarrow \text{Fehler } \underline{\underline{\frac{\Delta J}{J_A}}} = \frac{J_A - J}{J_A} = \frac{0.05513\,kg\,m^2}{2.407\,kg\,m^2} = 0.0229 \approx \underline{\underline{2.}}$$

a3.) Mit Gl. (1): $\underline{\underline{T_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{2.407\,kg\,m^2}{(2.5\,kg)(9.81\,\frac{m}{s^2})(0.97\,m)}} = 1.999\,s \approx$

b.) Zweites Newtonsches Axiom für Drehbewegungen: $\sum_i M_i = J\alpha$

b1) $$\underbrace{-c^*\varphi}_{\text{Rückstellmoment der Drehfeder}} - \underbrace{mg(L+r)\sin\varphi}_{\text{Moment der Gewichtskraft bez. A}} = J_A \alpha$$

$\alpha = \ddot{\varphi}$

Für kleine Auslenkwin[kel] $\sin\varphi \approx$

$$\Rightarrow \ddot{\varphi} + \underbrace{\frac{c^* + mg(L+r)}{J_A}}_{\omega_0^2} \varphi = 0$$

ω_0 = Kreisfrequen[z] der ungedäm[pften] Schwing[ung]

b2) Somit:

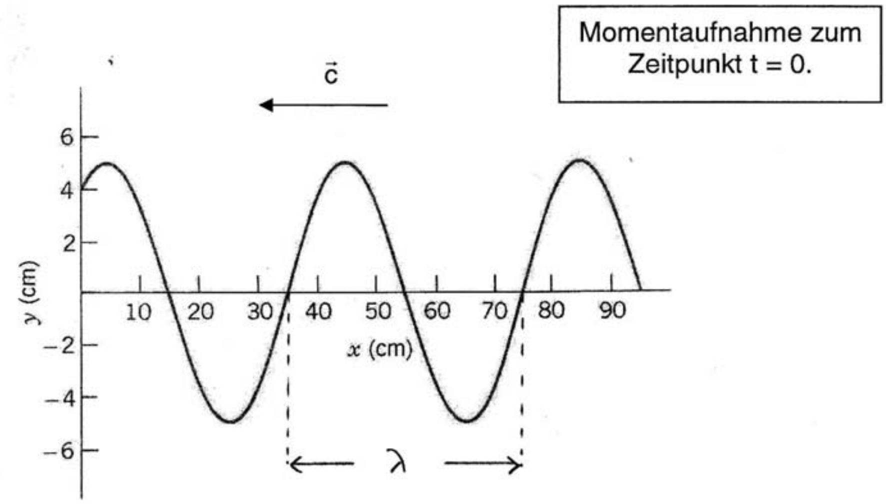
$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{c^* + mg(L+r)}}, \text{ weil } T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

$$\Rightarrow c^* = J_A \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 - mg(L+r)$$

$$= (2.407\,kg\,m^2)\left(\frac{2\pi}{1.55}\right)^2 - (2.5\,kg)(9.81\,\frac{m}{s^2})(0.97\,m)$$

$$\underline{\underline{c^*}} = 42.23\,Nm - 23.79\,Nm \approx \underline{\underline{18.44\,Nm}}$$

<u>Lösung zu Aufgabe 4:</u>



Eine Möglichkeit der Darstellung für die Wellenfunktion:

$$y(x,t) = \hat{y} \cos(\omega t + kx + \phi) \qquad (1)$$

nach links!

a.) Amplitude aus der Skizze: $\underline{\underline{\hat{y} = 5\ \text{cm}}}$

b.) Wellenlänge aus der Skizze $\lambda = 40\ \text{cm}$ $\Rightarrow$ Wellenzahl $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

$\underline{\underline{k = 15.7\ \frac{\text{rad}}{\text{m}}}}$

c.) Phasengeschwindigkeit c aus Seilkraft F und Massenbelegung μ:

$$\underline{\underline{c}} = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{(3.6\,N)}{25\ \frac{10^{-3}\,kg}{10^{-2}\,m}}} \approx \underline{\underline{1.2\ \frac{m}{s}}}$$

d.) Aus $c = f\lambda \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{1.2\ m/s}{0.4\,m} = 3\ Hz$

$\Rightarrow \underline{\underline{\omega}} = 2\pi f \approx \underline{\underline{18.8\ \frac{\text{rad}}{s}}}$

e.) Aus Gl.(1) $\Rightarrow y(0,0) = \hat{y}\cos(\phi) = 4\ \text{cm} \Rightarrow \cos\phi = \frac{4}{5}$

$\Rightarrow \phi_{1/2} = \pm 36.9^\circ$

Transversalgeschwindigkeit: $v = \dot{y}(x,t) = -\hat{y}\omega \sin(\omega t + kx + \phi)$

Aus der Skizze: $v(0,0) > 0$ (Welle bewegt sich nach links!)

$\Rightarrow \dot{y}(0,0) = -\hat{y}\omega \sin(\phi) > 0 \Rightarrow \sin\phi < 0$ Also: $\underline{\underline{\phi = -36.9^\circ}}$

f.) Maximale Transversalgeschw. $\underline{\underline{v_{max}}} = \hat{y}\omega = (0.05\,m)(18.8\ \frac{\text{rad}}{s}) = \underline{\underline{0.94\ m/s}}$