Lösungsvorschlag zu Aufgabe 1

a) $T = 2.3\,s$

$$\Rightarrow \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{2.3\,s} \approx 2.73\,\frac{rad}{s}$$

b.)

$$s = \varphi R \Rightarrow \varphi = \frac{s}{R} = \frac{0.04\,m}{0.35\,m} \approx 0.1143\,rad$$

Mit $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{0.1143\,rad}{2.73\,\frac{rad}{s}} \approx 0.04186\,s$

$\Rightarrow$ Geschwindigkeit der Kugel:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2R}{\Delta t} = \frac{0.7\,m}{0.04186\,s} \approx 16.7\,\frac{m}{s} \approx 60.2\,\frac{km}{h}$$

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 2

a) IES: $m_2 v_2 = (m_1 + m_2)\, v'$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_2}{m_1 + m_2}\, v_2 = \frac{25\,kg}{100\,kg + 25\,kg}\, 7\,\frac{m}{s} = 1.75\,\frac{m}{s}$$

b) Energieverlust beim unelastischen Stoß (wenn $v_1 = 0$):

$$\Delta E = \frac{1}{2}\,\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\, v_2^2$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta E}{E_{kin,0}} = \frac{\cancel{\frac{1}{2}}\,\frac{m_1 \cancel{m_2}}{m_1 + m_2}\,\cancel{v_2^2}}{\cancel{\frac{1}{2}}\,\cancel{m_2}\,\cancel{v_2^2}} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{75\,kg}{75\,kg + 25\,kg} = 0.75$$

$\Rightarrow$ 75% der kinetischen Anfangsenergie geht verloren!

c) Mit $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{\bar{v}} = \frac{0.05\,m}{\frac{1.75}{2}\,\frac{m}{s}} \approx 0.0571\,s$

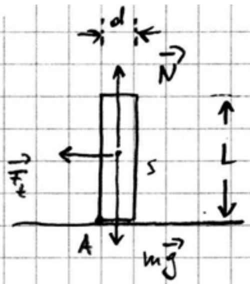
weil $a = const.$

$\Rightarrow$ Durchschnittskraft: $\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m_1 v'}{\Delta t} = \frac{(75\,kg)(1.75\,\frac{m}{s})}{0.0571\,s}$

$\bar{F} \approx 2.30 \times 10^3\,N \;\hat{=}\; 230\,kg$! Gewichtskraft

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 3

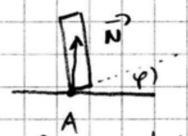
a)



$\vec{N}$ = Normalkraft

$\vec{F}_t$ = Trägheitskraft, wobei $\vec{F}_t = -m\vec{a}$

b) Die Drehmomente von $\vec{N}$ und $m\vec{g}$ bez. A gleichen sich aus, so daß $M = F_t \frac{L}{2}$ übrig bleibt. Erst wenn die Flasche ein wenig kippt



geht $\vec{N}$ durch A und es gibt ein Rückstellmoment der Gewichtskraft.

c) Maximale Beschleunigung, wenn

$$F_t \frac{L}{2} = mg\frac{d}{2}$$

↑ Betrag

Also: $\cancel{m} a \frac{L}{\cancel{2}} = \cancel{m} g \frac{d}{\cancel{2}}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{a}} = \frac{d}{L} g = \frac{7.5\text{ cm}}{21\text{ cm}} \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = \underline{\underline{3.50 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

d) Mit $\sum M_i = J_A \alpha$

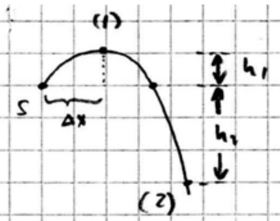
$$\Rightarrow \cancel{m} a \frac{L}{2} - \cancel{m} g \frac{d}{2} = \left(\frac{1}{3} \cancel{m} L^2 + \frac{5}{4} \cancel{m} d^2\right) \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{aL - gd}{\frac{5}{2} d^2 + \frac{2}{3} L^2} = \frac{\left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(0.21\text{m}) - \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(0.075\text{m})}{\frac{5}{2}(0.075\text{m})^2 + \frac{2}{3}(0.21\text{m})^2}$$

$$\underline{\underline{\alpha = 7.23 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}}$$

Lösungvorschlag zu Aufgabe 4

a.)



Für die Steigzeit t_1 gilt:

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (\text{Symmetrie!})$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\,(1\,m)}{9.81\,m/s^2}} \approx 0.452\,s$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\overline{V}_x}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{t_1} = \frac{0.9\,m}{0.452\,s} \approx \underline{\underline{1.99\,\frac{m}{s}}} = \text{const.}$$

Mit $\overline{V} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{h_1}{t_1}$ und $\overline{v} = \frac{V_{0y}}{2}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{V_{0y}}} = \frac{2h_1}{t_1} = \frac{2\,(1\,m)}{0.452\,s} \approx \underline{\underline{4.42\,\frac{m}{s}}}$$

Also: $\vec{V}_0 = \begin{pmatrix} 1.99 \\ 4.42 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$

b.) Von Punkt (1) bis (2): $(h_1 + h_2) = \frac{1}{2} g t_2^2$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(h_1+h_2)}{g}} = \sqrt{\frac{2\,(4\,m)}{9.81\,m/s^2}} \approx 0.903\,s$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{t_{ges}}} = t_1 + t_2 = 0.452\,s + 0.903\,s \approx \underline{\underline{1.35\,s}}$$

c.) Hier: $\underbrace{\sum \vec{F}_{i,ext}}_{m\vec{g}} = m\,\vec{a}_s$ ← Beschl. des Schwerpunkts

Da während des Fluges $\sum \vec{F}_{i,ext} = \text{const.} = m\vec{g}$

$\Rightarrow \vec{g} = \vec{a}_s \Rightarrow$ Schwerpunkt bleibt auf der Parabelbahn!

d.) Drehimpulsvektor $\vec{L}$ zeigt in die negative z-Richtung!

e.)

Bild 1: $\overline{\omega}_1 = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}U}{t_{ges}} = \frac{\pi\,rad}{1.35\,s} \approx 2.33\,\frac{rad}{s}$

Bild 2: $\overline{\omega}_2 = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{2}U}{t_{ges}} = 3\,\omega_1 \approx 6.99\,\frac{rad}{s}$

DIE: $\overline{J}_1 \overline{\omega}_1 = \overline{J}_2 \overline{\omega}_2 \Rightarrow \underline{\underline{\overline{J}_2}} = \frac{\overline{\omega}_1}{\overline{\omega}_2} \overline{J}_1 = \frac{1}{3}\, 14\,kg\,m^2 = \underline{\underline{4.67\,kg\,m^2}}$

f.)

$E_{kin,1} = \frac{1}{2} J_1 \omega_1^2 = \frac{1}{2} (14\,kg\,m^2)(2.33\,\frac{rad}{s})^2 \approx 38.0\,J$

$E_{kin,2} = \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 = \frac{1}{2} (4.67\,kg\,m^2)(6.99\,\frac{rad}{s})^2 \approx 113.8\,J$

$\Rightarrow E_{kin,2} = 3\,E_{kin,1} \Rightarrow$ Der Turmspringer muß „arbeiten" um sich selbst zu beschleunigen.

Lösungvorschlag zu Aufgabe 5

a) Steigung a aus der Skizze (Steigungsdreieck!)

$$a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0.4\ s^2}{1\ kg} = 0.4\ \frac{s^2}{kg}$$

b) Schwingungsdauer eines Feder Masse Systems

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad -> \quad T^2 = \underbrace{\frac{(2\pi)^2}{k}}_{\text{Steigung } a\,!}\ m$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{(2\pi)^2}{k}$$

$$\Rightarrow \quad k = \frac{(2\pi)^2}{a} = \frac{4\pi^2}{0.4\ \frac{s^2}{kg}} = 98.7\ N/m$$

Lösungvorschlag zu Aufgabe 6

a) $s(t) = s_m \cos(\omega t + \phi)$ (1)

Mit $s(0) = s_m \Rightarrow \cos\phi = 1 \Rightarrow \phi = 0$

Mit $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9.81\ m/s^2}{0.3\ m}} \approx 5.72\ \frac{rad}{s}$

Aus Gl. (1) $\Rightarrow v(t) = \dot{s}(t) = -s_m\,\omega \sin(\omega t + \phi)$

$$\Rightarrow \quad v_{max} = s_m\,\omega$$

$$\Rightarrow \quad s_m = \frac{v_m}{\omega} = \frac{0.25\ m/s}{5.72\ \frac{rad}{s}} \approx 0.0437\ m$$

b.) $s_m = \varphi_m L$ (Kreisbahn!)

$$\Rightarrow \quad \varphi_m = \frac{s_m}{L} = \frac{0.0437\ m}{0.3\ m} = 0.146\ rad \approx 8.35^\circ$$

c.) $\left.\begin{array}{l}\sin(8.35^\circ) = 0.1452 \\ 8.35^\circ \mathrel{\hat{=}} 0.1457\end{array}\right\}$ Abweichung 0.33%

$\Rightarrow$ Die Näherung ist für φ_m als gerechtfertigt!