

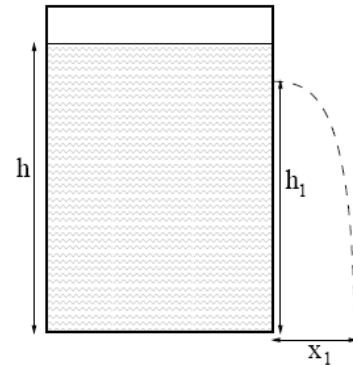
Modulteilklausur Physik I (BSc Umweltwissenschaften) (45 Min)
Modulteilklausur Experimentalphysik 1 Mechanik (BEd Physik) (45 Min)

12 Punkte (+2 Zusatzpunkte); Hilfsmittel: Taschenrechner

Aufgabe M1 (4P)

In einem Chemikalientank, der mit einer Flüssigkeit der Dichte $\rho=10^3 \text{ kg m}^{-3}$ gefüllt ist, strömt aus einem kleinen Leck in einer Höhe $h_1=2 \text{ m}$ Flüssigkeit aus und trifft im Abstand $x_1=5 \text{ m}$ auf den Boden (siehe Skizze).

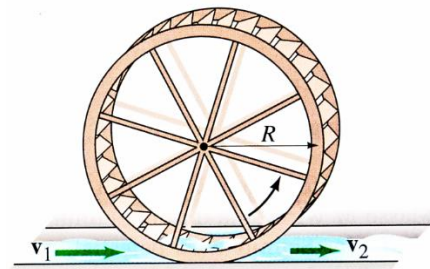
- Berechnen Sie die horizontale Strömungsgeschwindigkeit mit der die Flüssigkeit aus dem Leck austritt. (2P)
- Berechnen Sie den Füllstand h der Flüssigkeit im Tank. (2P)



(Hinweis: Reibung soll zum Lösen dieser Aufgabe vernachlässigt werden)

Aufgabe M2 (4P)

Wasser treibt ein Wasserrad (oder eine Turbine) mit dem Radius $R=3 \text{ m}$ an (siehe Abbildung). Das Wasser tritt mit der Geschwindigkeit $v_1=7 \text{ m s}^{-1}$ ein und verlässt das Wasserrad mit einer Geschwindigkeit $v_2=3 \text{ m s}^{-1}$. 150 L Wasser (entsprechen 150 kg) durchlaufen das Wasserrad pro Sekunde.



- Wie gross ist die durchschnittliche Kraft, die das strömende Wasser auf die Schaufeln des Wasserrades ausübt? (2P)
- Welches Drehmoment übt das strömende Wasser auf das Wasserrad aus? (1P)
- Wie viel Leistung wird an das Rad geliefert, wenn das Wasser bewirkt, dass das Wasserrad alle 5.5 s eine Umdrehung macht? (1P)

Aufgabe M3 (4P)

Der Betrag der Absprunggeschwindigkeit die ein Känguru erzielen kann beträgt 10 m s^{-1} .

- Leiten Sie eine Formel her, welche die maximale Sprungweite als Funktion der Anfangsgeschwindigkeit (v) und des Absprungwinkels (α) beschreibt. (2P)
- Für welchen Absprungwinkel ist die Sprungweite maximal (mathematische Begründung) und wie groß ist diese im vorliegenden Fall? (2P)

(Hinweis: Reibung soll zum Lösen dieser Aufgabe vernachlässigt werden)

Zusatzaufgabe MZ (2P)

Ein Käfer der Masse $m_K = 2.2$ g krabbelt vom Zentrum an den Rand einer Scheibe, die mit einer Winkelgeschwindigkeit von 3.14 s⁻¹ rotiert. Der Radius der Scheibe beträgt $r = 29$ cm.



- a) Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient zwischen Käfer und Platte mindestens sein, damit der Käfer nicht von der Scheibe rutscht, wenn er sich am äusseren Rand der Scheibe befindet? **(2P)**

(Hinweise: Die Winkelgeschwindigkeit soll als konstant angenommen werden, sie wird also nicht durch die Bewegung des Käfers beeinflusst.)

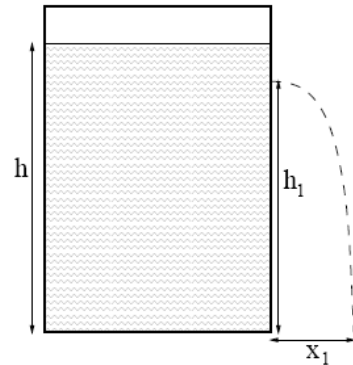
Modulteilklausur Physik I (BSc Umweltwissenschaften) (45 Min)
Modulteilklausur Mechanik (BEd Physik) (45 Min)

12 Punkte (+2 Zusatzpunkte); Hilfsmittel: Taschenrechner

Aufgabe M1 (4P)

In einem Chemikalentank, der mit einer Flüssigkeit der Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ gefüllt ist, strömt aus einem kleinen Leck in einer Höhe $h_1 = 2 \text{ m}$ Flüssigkeit aus und trifft im Abstand $x_1 = 5 \text{ m}$ auf den Boden (siehe Skizze).

- a) Berechnen Sie die horizontale Strömungsgeschwindigkeit mit der die Flüssigkeit aus dem Leck austritt. (2P)
 b) Berechnen Sie den Füllstand h der Flüssigkeit im Tank. (2P)



(Hinweis: Reibung soll zum Lösen dieser Aufgabe vernachlässigt werden)

a) Bernoulli:
$$\underbrace{S \cdot g \cdot \gamma_1 + p_1 + \frac{1}{2} S v_1^2}_{\substack{\text{Tankoberfläche:} \\ \gamma_1 = h_1}} = \underbrace{S \cdot g \cdot \gamma_2 + p_2 + \frac{1}{2} S v_2^2}_{\substack{\text{Leck} \\ \gamma_2 = h_1}}$$

$p_1 = p_2 = p_0$ (Luftdruck)
 Kontinuität: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \cdot \frac{A_2}{A_1}$
 $S \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} S v_1^2 = S \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} S v_2^2$
 $v_2^2 = 2g(h - h_1) + v_1^2 = 2 \cdot g \cdot (h - h_1) + v_2^2 \cdot \frac{A_2^2}{A_1^2}$
 $v_2 = \sqrt{\frac{-2g(h - h_1)}{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}}$ mit $A_2 \ll A_1$: $v_2 = \sqrt{2g(h - h_1)}$

besser: $x = v_2 \cdot t$; $v_2 = \frac{x}{t_e}$

$t_e = \sqrt{-\frac{2h_1}{g}} = 0.64 \text{ s} \Rightarrow v_2 = \frac{5 \text{ m}}{0.64 \text{ s}} = \underline{7.8 \text{ m/s}}$

b) Waagerechter Wurf:

$x = v_2 \cdot t$; $y = h_1 + \frac{1}{2} g t^2$; $y(0) = h_1$
 $y(t_e) = 0$; $t_e = \sqrt{-\frac{2h_1}{g}}$

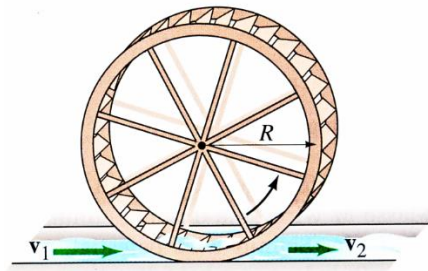
$x(t_e) = x_1 = v_2 \cdot t_e$
 $= \sqrt{2g(h - h_1)} \cdot \sqrt{-\frac{2h_1}{g}}$
 $= \sqrt{4 \cdot h_1 (h - h_1)}$

$x_1^2 = 4 \cdot h_1 (h - h_1)$

$h = \frac{x_1^2}{4h_1} + h_1 = \underline{5.1 \text{ m}}$

Aufgabe M2 (4P)

Wasser treibt ein Wasserrad (oder eine Turbine) mit dem Radius $R=3\text{ m}$ an (siehe Abbildung). Das Wasser tritt mit der Geschwindigkeit $v_1=7\text{ m s}^{-1}$ ein und verlässt das Wasserrad mit einer Geschwindigkeit $v_2=3\text{ m s}^{-1}$. 150 L Wasser (entsprechen 150 kg) durchlaufen das Wasserrad pro Sekunde.



- Wie gross ist die durchschnittliche Kraft, die das strömende Wasser auf die Schaufeln des Wasserrades ausübt? (2P)
- Welches Drehmoment übt das strömende Wasser auf das Wasserrad aus? (1P)
- Wie viel Leistung wird an das Rad geliefert, wenn das Wasser bewirkt, dass das Wasserrad alle 5.5 s eine Umdrehung macht? (1P)

$$a) F = \frac{dp}{dt} = \frac{\Delta m}{\Delta t} (v_2 - v_1) = 150 \text{ kg s}^{-1} (7 \text{ m s}^{-1} - 3 \text{ m s}^{-1})$$

$$= \underline{\underline{600 \text{ N}}}$$

$$b) M = R \cdot F = 3 \text{ m} \cdot 600 \text{ N} = \underline{\underline{1800 \text{ Nm}}}$$

$$c) P = M \cdot \omega = M \cdot \frac{2\pi}{T} = \frac{1800 \text{ Nm} \cdot 2\pi}{5.5 \text{ s}} = \underline{\underline{2060 \text{ W}}}$$

Aufgabe M3 (4P)

Der Betrag der Absprunggeschwindigkeit die ein Känguru erzielen kann beträgt 10 m s^{-1} .

- Leiten Sie eine Formel her, welche die maximale Sprungweite als Funktion der Anfangsgeschwindigkeit (v) und des Absprungwinkels (α) beschreibt. (2P)
- Für welchen Absprungwinkel ist die Sprungweite maximal (mathematische Begründung) und wie groß ist diese im vorliegenden Fall? (2P)

(Hinweis: Reibung soll zum Lösen dieser Aufgabe vernachlässigt werden)

a)

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \quad ; \quad y(t) = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$y(t_e) = 0 \Rightarrow t_e = -\frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(t_e) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \left(-\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \right) = -\frac{2v_0^2}{g} \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

b)

$$\frac{dx(t_e)}{d\alpha} = -\frac{2v_0^2}{g} (-\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \quad (\text{Produktregel})$$

$$\frac{dx(t_e)}{d\alpha} = 0 \Rightarrow \sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha \quad (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1)$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = \underline{45^\circ} \quad 4$$

Zusatzaufgabe MZ (2P)

Ein Käfer der Masse $m_K = 2.2 \text{ g}$ krabbelt vom Zentrum an den Rand einer Scheibe, die mit einer Winkelgeschwindigkeit von 3.14 s^{-1} rotiert. Der Radius der Scheibe beträgt $r = 29 \text{ cm}$.



- a) Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient zwischen Käfer und Platte mindestens sein, damit der Käfer nicht von der Scheibe rutscht, wenn er sich am äusseren Rand der Scheibe befindet? (2P)

(Hinweise: Die Winkelgeschwindigkeit soll als konstant angenommen werden, sie wird also nicht durch die Bewegung des Käfers beeinflusst.)

$$\omega_1 = 2\pi \cdot f_1 = 3.14 \text{ s}^{-1}$$



$$\begin{aligned}
 \text{b) } F_R &\geq F_{\text{Zentripetal}} & \mu_H \cdot F_N &\geq m \cdot \omega_1^2 \cdot r \\
 \mu_H \cdot m \cdot g &\geq m \cdot \omega_1^2 \cdot r \\
 \mu_H &\geq \frac{\omega_1^2 \cdot r}{g} = \frac{(2\pi \cdot f_1)^2 \cdot r}{g} = \underline{\underline{0.3}}
 \end{aligned}$$