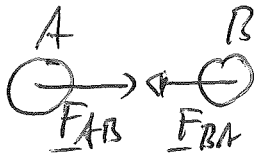


Verständnis:

1.) 3. Newton:

Wenn ein Körper A auf einen Körper B eine Kraft ausübt, dann übt Körper B eine gleich große Kraft mit umgekehrtem Vorzeichen auf Körper A aus.



$$\underline{F_{AB}} = -F_{BA}$$

2.) 2 Reibungskräfte abh. von v:

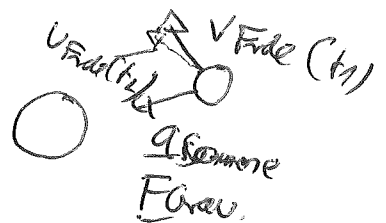
viskose Reibung, Luftreibung

3.) Erde fällt nicht auf Sonne:

Gravitationskraft Sonne \perp Geschwindigkeit
Richtung von v_{Erde} ändert sich, aber nicht
Kreisbewegung von Erde um Sonne

Erde \Rightarrow

Betrag \Rightarrow



alternativ: Gravitationskraft = Zentripetalkraft
 \Rightarrow Kreisbewegung um Kraftzentrum

4.) Minimalvor. Impulsverteilung:

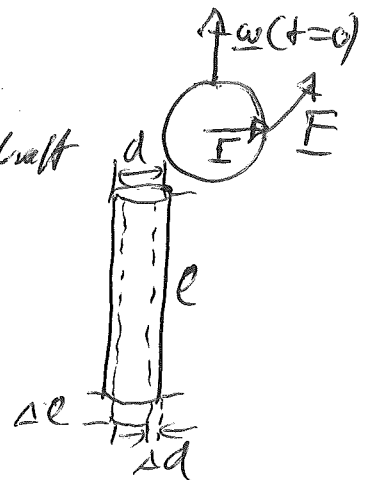
Summe d. äußeren Kräfte auf alle Objekte = 0 N

5.) 2 vektorielle Größen um $E \rightarrow \underline{\omega}(t)$:

a.) Anfangswinkelgeschw. $\underline{\omega}(t=0)$

b.) Hebelarm: Vektor Drehzentrum \rightarrow Angriffspunkt Kraft

6.) Poisson Zahl:
$$\mu = \frac{\text{rel. Dickenänderung}}{\text{rel. Längenänderung}} = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}}$$



7.) Geschw. molekular:

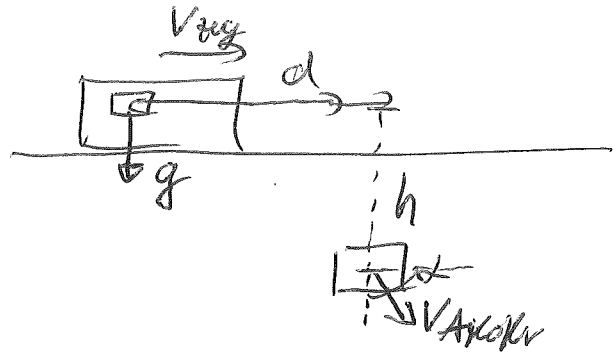
Impulsübertrag der Gasmoleküle beim Stoß mit d. Gefäßwand

8.) adiabatischer Prozess: kein Wärmeaustausch zwischen Arbeitssystem und Umgebung ($\Delta Q = 0$)

W/ gegeben:

1.) Koffer aus Zug:
 $v_{\text{zug}} = 30 \text{ m/s}$ $h = 10 \text{ m}$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



a.) $d = ?$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$d = v_{\text{zug}} \cdot t = v_{\text{zug}} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \underline{\underline{43 \text{ m}}}$$

b.) $|v_{\text{koffer}}| = ?$

$$m g \cdot h + \frac{m}{2} v_{\text{zug}}^2 = \frac{m}{2} |v_{\text{koffer}}|^2 \Rightarrow |v_{\text{koffer}}| = \sqrt{g h \cdot 2 + v_{\text{zug}}^2} = 33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

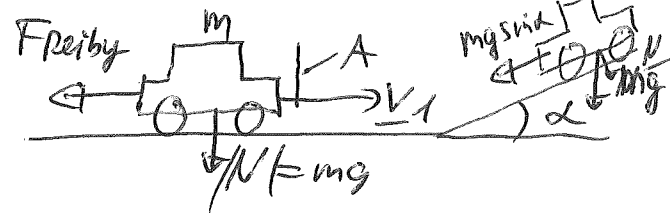
c.) $\alpha = ?$

$$\frac{v_{\text{zug}}}{|v_{\text{koffer}}|} = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{v_{\text{zug}}}{|v_{\text{koffer}}|}\right) = \underline{\underline{25^\circ}}$$

2.) Automotorkraft:
 $m = 500 \text{ kg}$, $A = 2 \text{ m}^2$, $c_w = 0,25$

$$\mu = 0,015, \quad \rho = 1,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad |v_1| = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



a.) $F_{\text{Motor}} = ?$

$$F_{\text{Motor}} = F_{\text{W}} + F_{\text{Roll}} = c_w \cdot \frac{\rho}{2} A \cdot v_1^2 + \mu \cdot m g = 750 \text{ N} + 74 \text{ N} = \underline{\underline{824 \text{ N}}}$$

b.) $P = ?$; $P = F_{\text{Motor}} \cdot v = \underline{\underline{41,2 \text{ kW}}}$

c.) $\alpha = 7^\circ \Rightarrow |v_2| = ?$ bei gl. F_{Motor} :

$$F_{\text{Motor}} = c_w \frac{\rho}{2} A v_2^2 + \overbrace{m g \cdot \sin \alpha + \mu m g \cdot \cos \alpha}^{|N|}$$

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{F_{\text{Motor}} - m g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{c_w \frac{\rho}{2} A}} = \sqrt{\frac{154}{0,3}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{22,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

3.) Hammerwerfer:



$$m = 7,3 \text{ kg} \quad r = 1,5 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ \quad \omega = \frac{2 \cdot 2\pi}{5} = \frac{4\pi}{5}$$

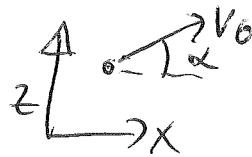
a.) $|v| = ?$

$$\omega r = v = \underline{\underline{18,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} := v_0$$

b.) Zentripetalkraft:

$$F_z = m \omega^2 \cdot r = \underline{\underline{1730 \text{ N}}}$$

c.) Flugweite: $h = 1,5 \text{ m}$



$$v_z = v_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow z(t) = -\frac{g}{2} t^2 + v_0 \sin \alpha t + h = 0 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t^2 - \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} t - \frac{2h}{g} = 0 \Rightarrow t_{1,2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \pm \sqrt{\left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g}\right)^2 + \frac{2h}{g}}$$

$$\Delta x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_{\text{Auftrieb}}$$

$$= \underline{\underline{34 \text{ m}}}$$

$$= 0,96 \text{ s} \pm \sqrt{(0,96 \text{ s})^2 + 0,34 \text{ s}^2}$$

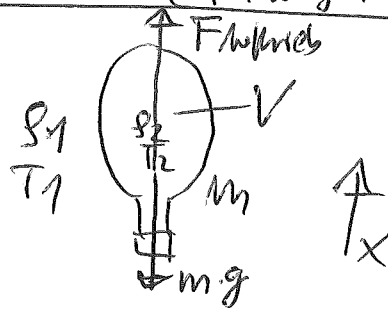
$$= 2,07 \text{ s} = t_{\text{Auftrieb}}$$

(+; wegen Aufwärts/Weg) 10'

4.) Heißluftballon:

$$m = 500 \text{ kg} \quad V = 7000 \text{ m}^3$$

$$\rho_1 = 300 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_2 = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



a.) ρ_2 für Abheben:

$$F_{\text{Ges,x}} = F_{\text{Auftrieb}} - mg = (\rho_1 - \rho_2) \cdot V \cdot g - m \cdot g \geq 0 \text{ N}$$

~~$$\rho_2 \leq \rho_1 - \frac{m}{V}$$~~

$$\rho_1 - \rho_2 \geq \frac{m}{V}$$

$$\rho_2 \leq \rho_1 - \frac{m}{V} = \underline{\underline{1,13 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$b.) \underline{T_2 = ?} : \quad pV = NkT \Rightarrow p = \frac{\rho}{m_{\text{mol}}} \cdot k_B T = \text{const}$$

$$\Rightarrow p_1 T_1 = p_2 \cdot T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_1}{p_2} \cdot T_1 = 318 \text{ K} \hat{=} \underline{\underline{45^\circ\text{C}}}$$

c.) Energiezufuhr : Translation \downarrow Rotation \downarrow ~~Vibration~~

$$\Delta E = N \cdot \left(\frac{3}{2} k_B \Delta T + \frac{2}{2} k_B \Delta T \right) \quad N = \frac{p \cdot V}{k_B T}$$

$$= \frac{p \cdot V}{k_B T} \left(\frac{5}{2} k_B \Delta T \right) = \frac{5}{2} p \cdot V \cdot \frac{\Delta T}{T} = \underline{\underline{100 \text{ MJ}}}$$