

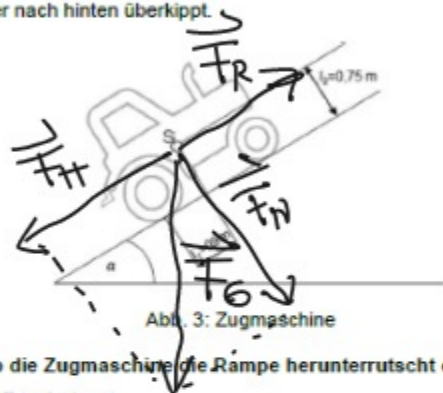
Aufgabe 2

Mögliche Punktzahl: 16

Auf einem Testgelände wird eine Zugmaschine auf eine Rampe gefahren und dort abgestellt.

Die Bremsen werden aktiviert. Die Gummireifen stehen auf trockenem Asphalt.

Anschließend wird der Neigungswinkel der Rampe über eine Hydraulikanlage stetig vergrößert. Es besteht die Gefahr, dass die Zugmaschine die Rampe entweder herunterrutscht oder nach hinten überkippt.



Berechnen Sie, ob die Zugmaschine die Rampe herunterrutscht oder überkippt.
Bewerten Sie Ihre Ergebnisse.

$$\text{geg.: } \mu = 1,1$$

$$F_G = m \cdot g$$

$$F_H = F_G \cdot \sin(\alpha) = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_N = F_G \cdot \cos(\alpha) =$$

$$F_R = \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

$$F_H = F_R$$

$$m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \quad | : (m \cdot g)$$

$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \mu$$

$$\tan(\alpha) = \mu \quad | \arctan$$

$$\alpha = \arctan(\mu) = \arctan(1,1)$$

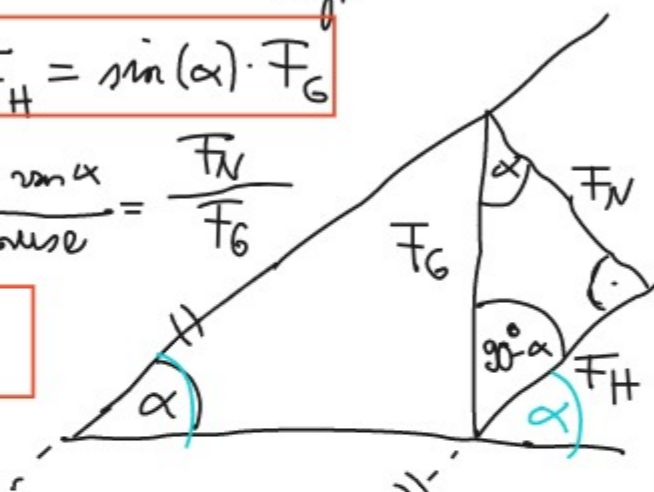
$$\approx 47,7^\circ$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete von } \alpha}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_H}{F_G} \quad | \cdot F_G$$

$$\Rightarrow F_H = \sin(\alpha) \cdot F_G$$

$$\cos(\alpha) = \frac{\text{Ankathete von } \alpha}{\text{Hypotenuse}} = \frac{F_N}{F_G}$$

$$F_N = \cos(\alpha) \cdot F_G$$



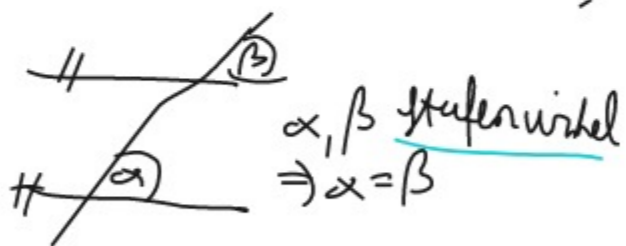
$$\tan(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete } \alpha}{\text{Ankathete von } \alpha}$$

$$= \frac{\text{GK von } \alpha}{\text{Hy}}$$

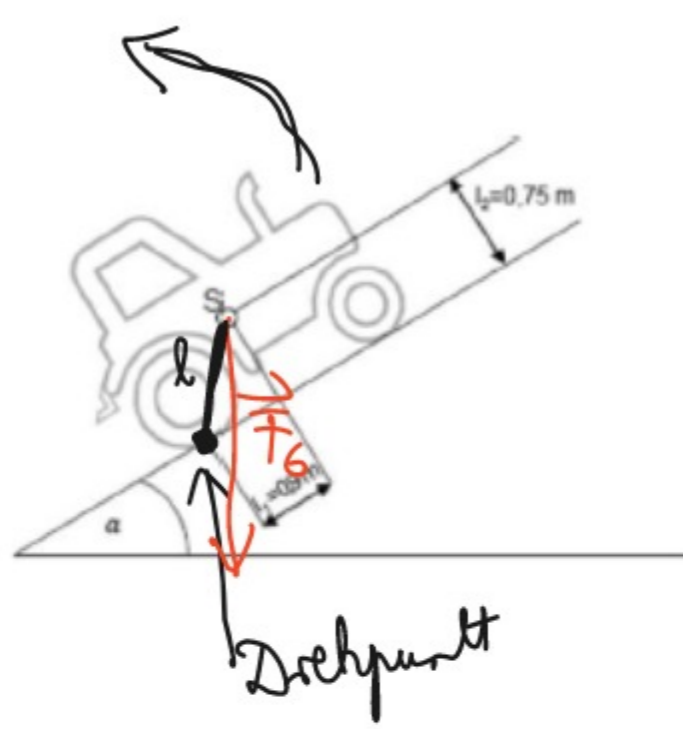
$$\frac{\text{AK von } \alpha}{\text{Hy}}$$

$$= \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

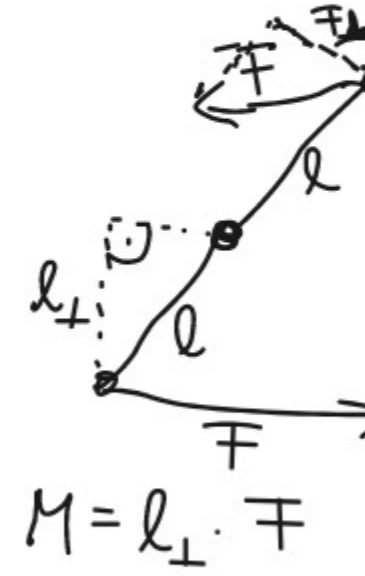
$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \tan(\alpha)$$



α, β Stufenwinkel
 $\Rightarrow \alpha = \beta$

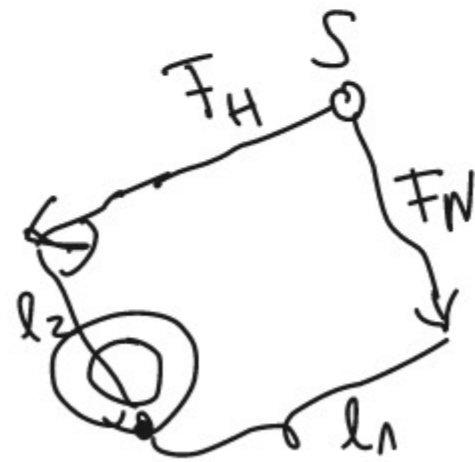


$$M = l \cdot F_1 + \tilde{l} \cdot F_2$$

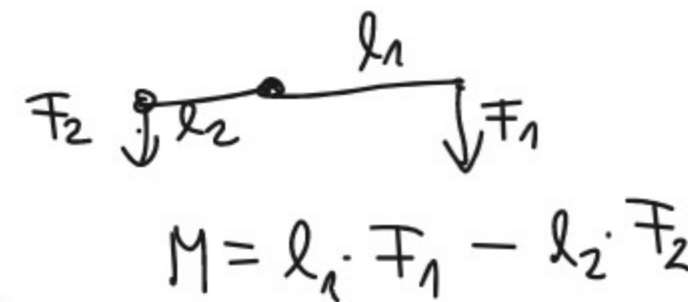


$$M \neq l \cdot F$$

$$M = l \cdot F_{\perp}$$



$$0 = M = F_H \cdot l_2 - F_N \cdot l_1$$



$$M = l_1 \cdot F_1 - l_2 \cdot F_2$$

$$0 = F_G \cdot \sin(\alpha) \cdot l_2 - F_G \cdot \cos(\alpha) \cdot l_1 \quad (+ F_G \cdot \cos(\alpha) \cdot l_1)$$

$$\cancel{F_G} \cdot \cos(\alpha) \cdot l_1 = \cancel{F_G} \cdot \sin(\alpha) \cdot l_2 \quad | : F_G$$

$$\cos(\alpha) \cdot l_1 = \sin(\alpha) \cdot l_2 \quad | : l_2$$

$$\cos(\alpha) \cdot \frac{l_1}{l_2} = \sin(\alpha) \quad | : \cos(\alpha)$$

$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \tan(\alpha)$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \tan(\alpha)$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{l_1}{l_2}\right) = \arctan\left(\frac{0,9\text{m}}{0,75\text{m}}\right)$$

$$\approx 50,19^\circ$$

Aufgabe 4

Wasserspeicherkraftwerke werden in der Regel zur Deckung von Bedarfsspitzen an elektrischer Energie genutzt.

Aus einem höher gelegenen Wasserbecken eines Wasserspeicherkraftwerkes läuft Wasser über eine tiefer gelegene Turbine, welche einen elektrischen Generator antreibt.

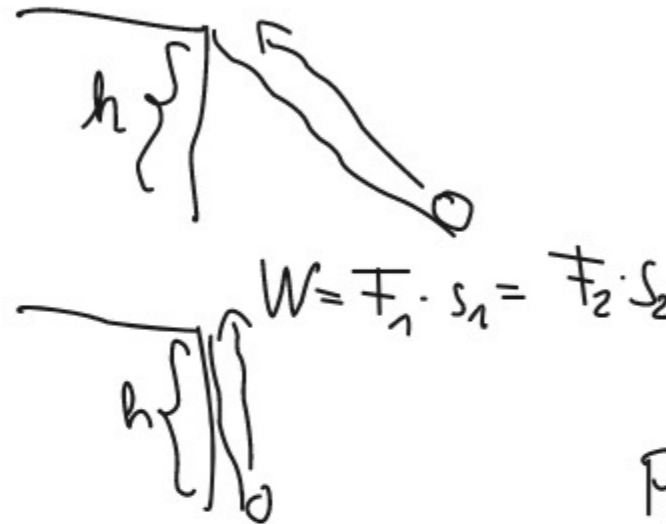
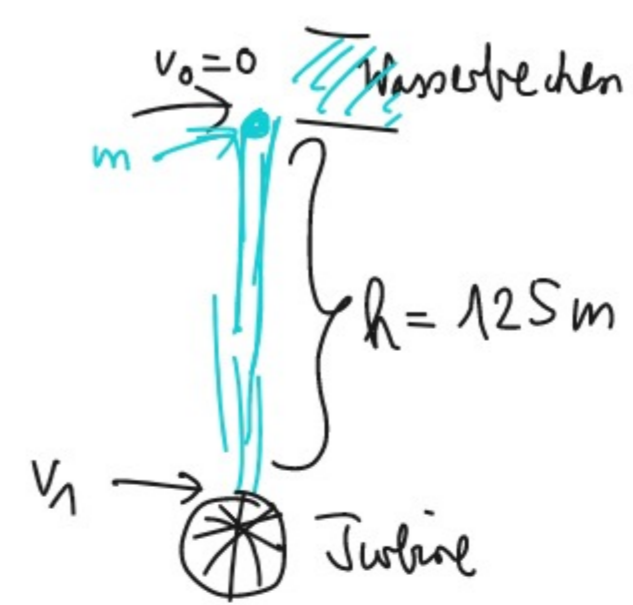
Folgende Daten sind gegeben:

- Volumenstrom: $60 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
- Fallhöhe: 125 m
- Wirkungsgrad Turbine: 83%

Hinweis für Prüfungsteilnehmer: Die Rohrreibungsverluste und weitere Einflüsse bleiben unberücksichtigt.

a Mögliche Punktzahl: 8

Berechnen Sie die Fließgeschwindigkeit, mit der das Wasser in die Turbine einläuft.



b Mögliche Punktzahl: 8

Berechnen Sie die zugeführte und abgegebene Leistung der Turbine.

$$P_{zu} = \frac{E}{t} = \frac{\frac{1}{2} \cdot M \cdot v_1^2}{1s} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot 60\,000 \text{ kg} \cdot \left(49,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{1s}$$

$$\approx 74 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$74\,000 \text{ kW}$$

$$P_{ab} = 74\,000 \text{ kW} \cdot 0,83$$

$$\approx 61\,000 \text{ kW}$$

$$1 \text{ l} = 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$$P_{zu} = \frac{E}{t} = \frac{M \cdot g \cdot h}{t}$$

$$E_{pot} = E_{kin}$$

$$F_G \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad | : \left(\frac{1}{2} m\right)$$

$$\frac{m \cdot g \cdot h}{\frac{1}{2} \cdot m} = v_1^2$$

$$2 \cdot g \cdot h = v_1^2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 125 \text{ m}}$$

$$\approx 49,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$