

Aufgabe 1 (15 Punkte)30 $\frac{m}{s}$

Ein PKW fährt mit 108 km/h auf der Autobahn und möchte einen mit 72 km/h vorausfahrenden LKW überholen. Der PKW ist 4 m lang, der LKW ist 16 m lang. Der Abstand zwischen LKW und PKW soll vor und nach dem Überholvorgang 25 m in Fahrtrichtung nicht unterschreiten.

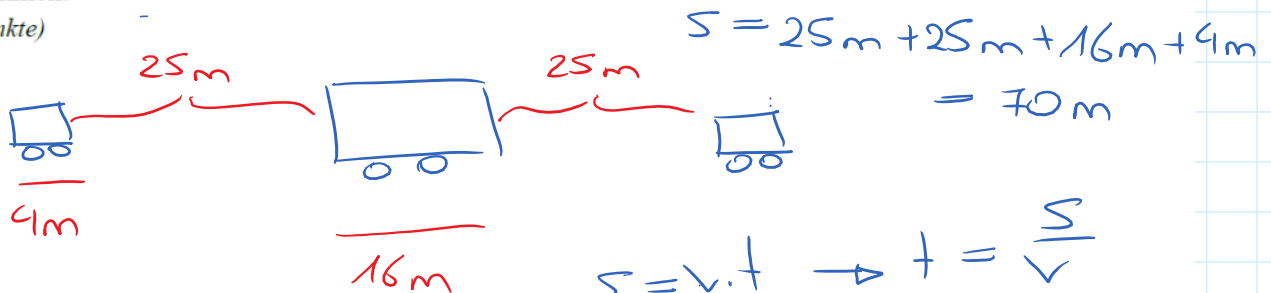
- a) Mit welcher **relativen** Geschwindigkeit nähert sich der PKW dem LKW?

(3 Punkte)

$$v_{rel} = v_{PKW} - v_{LKW} = 108 \frac{km}{h} - 72 \frac{km}{h} = 36 \frac{km}{h} = 10 \frac{m}{s}$$

- b) Wie lange dauert der Überholvorgang? Fertigen Sie eine Skizze an, um die benötigte Distanz zu bestimmen.

(4 Punkte)



$$s = v \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{70m}{10 \frac{m}{s}} = 7s$$

- c) Welche Distanz legt der PKW während des Überholvorganges insgesamt zurück?

(3 Punkte)

$$s = v \cdot t = 30 \frac{m}{s} \cdot 7s = \underline{\underline{210m}}$$

- d) Aufgrund der Verkehrssituation beschließt der PKW-Fahrer, den LKW doch nicht zu überholen. In welchem Abstand muss er das Bremsmanöver einleiten, um den Sicherheitsabstand von 25 m nicht zu unterschreiten? Die Bremsverzögerung betrage $a = -2 \text{ m/s}^2$.

(5 Punkte)

$$s = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

$$v = a \cdot t + v_0$$

$$\rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} \quad \text{Zeit zum Abbremsen}$$

$$= \frac{20 \frac{m}{s} - 30 \frac{m}{s}}{-2 \frac{m}{s^2}}$$

$$= \frac{20 \frac{3}{5} - 30 \frac{3}{5}}{-2 \frac{3}{5^2}} = \underline{\underline{5s}}$$

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t \\ &= \frac{1}{2} \cdot (-2 \frac{3}{5^2}) \cdot (5s)^2 + 10 \frac{3}{5} \cdot 5s \\ &= -25m + 50m \\ &= 25m \end{aligned}$$

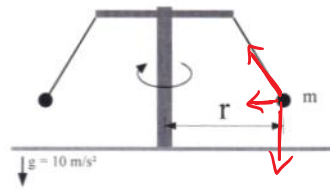
Abstand vor Überholen: $A = 25m + 25m$ Sicherheitsabstand

$$= \underline{\underline{50m}}$$

Karussell

Ein Kettenkarussell gemäß Abbildung 1a dreht sich mit konstanter Geschwindigkeit und hat eine Umlaufzeit von $T = 5 \text{ s}$. Der Schwerpunkt des Sitzes (vereinfacht als Massenpunkt m dargestellt) hat dabei den Abstand $r = 7 \text{ m}$ zur Drehachse.

Abbildung 1a:



- Wie groß ist die Frequenz (bzw. Drehzahl) f der Drehbewegung?
- Mit welcher Bahngeschwindigkeit v bewegt sich der Sitz?
- Wie groß ist die Zentripetalbeschleunigung a_z des Sitzes?

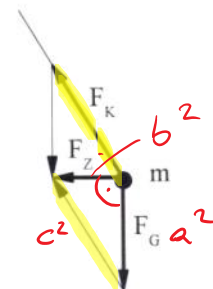
$$a) \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \text{ s}} = 0,2 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{0,2 \text{ Hz}}}$$

$$b) \quad v = \frac{s}{t}, \quad U = 2\pi \cdot r \\ = 2\pi \cdot 7 \text{ m} = \underline{\underline{44 \text{ m}}}$$

$$v = \frac{44 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 8,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c) \quad a_z = \frac{v^2}{r} = \frac{(8,8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{7 \text{ m}} = 11,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Abbildung 1b:



Auf den Sitz wirkt nur die Gravitationskraft F_G und die Kraft der Kette F_K . Wie im Parallelogramm der Abbildung 1b dargestellt, ergibt die vektorielle Addition dieser Kräfte die resultierende Kraft F_Z .

- Wie groß ist die Kraft F_K der Kette, wenn Sitz und Fahrgast zusammen $m = 100 \text{ kg}$ wiegen?
- Warum liegt die resultierende Kraft F_Z auf der horizontalen Ebene und zeigt in Richtung der Drehachse?

$$\underbrace{c^2} \quad \underbrace{a^2} \quad \underbrace{b^2}$$

$$d) \vec{F}_K = \vec{F}_G + \vec{F}_Z$$

$$\bullet \vec{F}_G = m \cdot g = 100 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1000 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{1000 \text{ N}}$$

= N (Newton)

$$\bullet \vec{F}_Z = \frac{m \cdot v_B^2}{r} = \frac{100 \text{ kg} \cdot (8,8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{7 \text{ m}} = \underline{1109 \text{ N}}$$

$$\hookrightarrow F_K = \sqrt{F_G^2 + F_Z^2}$$

$$= \sqrt{(1000 \text{ N})^2 + (1109 \text{ N})^2} = \underline{\underline{1519 \text{ N}}}$$

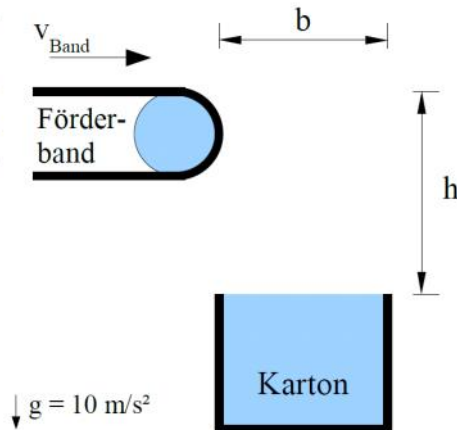
e) Masse m bewegt sich nur horizontal, d.h.
keine Kraftkomponente in y-Richtung

Förderband

In einer Verpackungsanlage werden Kleinteile mit einem Förderband transportiert. Am Ende des Förderbandes befindet sich ein Karton, der mit den Kleinteilen befüllt werden soll (Abbildung 1).

Auf dem Weg zwischen Förderband und Oberkante des Kartons werden die Kleinteile mit einer Kamera (nicht gezeichnet) erfasst. Die Oberkante des Kartons befindet sich $h = 20 \text{ cm}$ unterhalb des Förderbandes.

Abbildung 1:



- a) Wie groß ist die Falldauer vom Verlassen des Bandes bis zum Erreichen der Oberkante des Kartons?
(2 Punkte)

bekannt: $h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$ (Abstand Band-Karton)

gesucht: Falldauer t

Konst. beschl. Bewegung: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

hier: $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

$$\hookrightarrow t^2 = \frac{2 \cdot h}{g}$$

$$\hookrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \underline{\underline{0,2 \text{ s}}}$$

- b) Mit welcher Frequenz müssen die Bilder aufgenommen werden, damit ein Kleinteil mindestens auf einem Bild abgebildet wird?
(3 Punkte)

Fallzeit: 0,25 (aus a))

↳ mind. alle 0,25 ein Bild

$$f_B = \frac{1}{0,25} = 5 \text{ Hz}$$

d.h. 5 Bilder pro Sekunde

Frequenz

$$f = \frac{1}{T}$$

Einheit: Hertz
Hz

- c) Mit welcher Geschwindigkeit erreicht ein Kleinteil die Oberkante des Kartons?
(2 Punkte)

konst. beschl. Bewegung (Fallbewegung)

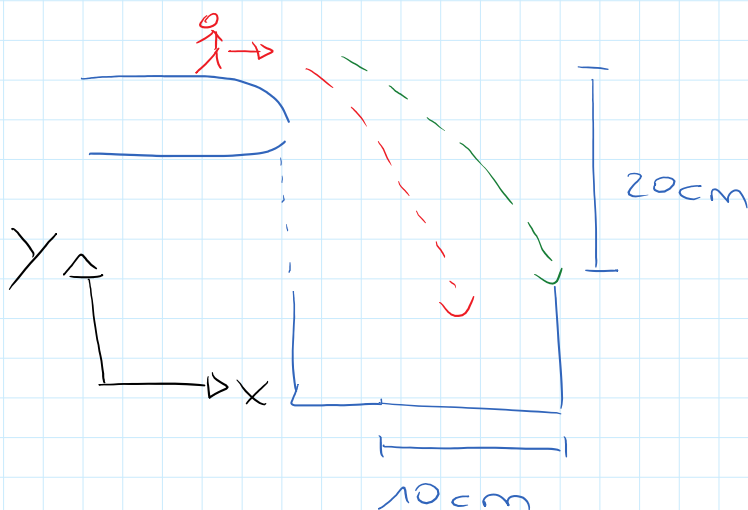
allg.: $v = a \cdot t$

hier: $v = g \cdot t$

$$= 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,25$$

$$= \underline{\underline{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

- d) Schätzen Sie ab, wie hoch die Geschwindigkeit v_{Band} des Förderbandes maximal sein darf, wenn der Karton die Breite $b = 10 \text{ cm}$ hat.
(3 Punkte)



Fallzeit: 0,25

Geschw. Karton: $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



Während Fallzeit $t = 0,25$ darf Bewegung noch rechts nicht größer als $0,1\text{m}$ (Breite Korton) sein.

gleichf. Bewegung: $s = v \cdot t$

$$\text{hier: } s_x = \underline{v_B} \cdot t \leq 0,1\text{m}$$

$$\Delta v_B \leq \frac{s_x}{t} = \frac{0,1\text{m}}{0,25} = \underline{\underline{0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

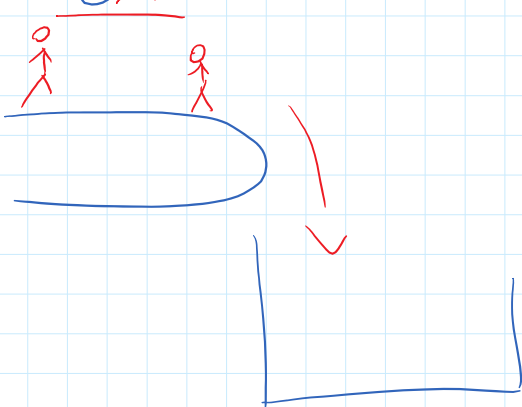
- e) Welchen Abstand müssen die Kleinteile auf dem Förderband mindestens haben, damit auf den aufgenommenen Bildern höchstens ein Teil zu sehen ist? Gehen Sie dabei von einer Aufnahme-frequenz von 10 Bildern pro Sekunde aus und verwenden Sie die in Aufgabenteil d) berechnete Maximalgeschwindigkeit.

(2,5 Punkte)

Bildfrequenz $f = 10\text{Hz}$, d.h. 10 Bilder pro Sekunde
alle $0,1\text{s}$ ein Bild

Fallzeit: $0,25$

Bandgeschw.: $v_B = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



$$\begin{aligned} \text{Abstand } A &> s_B = v_B \cdot t \\ &= 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,25 \\ &= 0,1\text{m} \\ &= 10\text{cm} \end{aligned}$$