

Name:

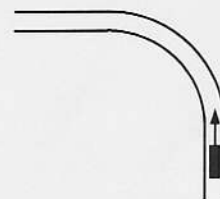
Vorname:

Matrikel:

- ☺ Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner und Formelsammlung (eigene oder gekaufte)
- ☹ Nicht erlaubt: Lehrbuch, Skript
- Lösung und Lösungsweg sind anzugeben
- ① Es darf $g = 10 \text{ m/s}^2$ gesetzt werden
- Dieses Aufgabenblatt ist mit angehängter Ausarbeitung abzugeben

1 Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von 54 km/h in eine 90°-Kurve mit dem Radius 125 m ein und beschleunigt dort seine Fahrt gleichmäßig mit $0,8 \text{ m/s}^2$. Wie groß ist der Betrag der Gesamtbeschleunigung unmittelbar nach dem Einfahren und unmittelbar vor dem Verlassen der Kurve ?

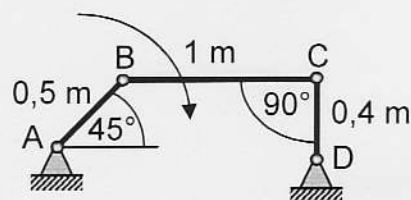
(18 P)



2 In dem rechts gezeigten Drehgelenkgetriebe dreht die Kurbel AB mit der Drehzahl 150 min^{-1} im Uhrzeigersinn.

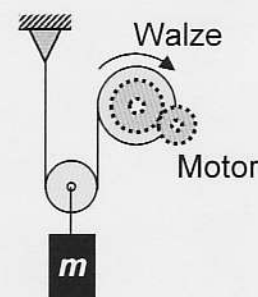
- a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Punktes B ?
- b) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Stange BC ?
- c) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit der Rotation des Punktes C um D ?

(18 P)



3 Eine Masse $m = 240 \text{ kg}$ hängt an einem Flaschenzug, dessen Seil an der einen Seite an der Decke befestigt ist und an der anderen Seite auf einer Walze mit Radius $0,1 \text{ m}$ aufgerollt wird. Die Umlenkrolle des Flaschenzuges soll masselos sein. Die Walze hat ein Massenträgheitsmoment von $0,6 \text{ kg m}^2$, und wird über ein Getriebe mit der Untersetzung $1,5:1$ von einem Motor angetrieben. Der Motor selbst hat ein Massenträgheitsmoment von $1,78 \text{ kg m}^2$ und entwickelt ein Drehmoment von 150 Nm . Mit welcher Beschleunigung wird die Masse m bewegt ?

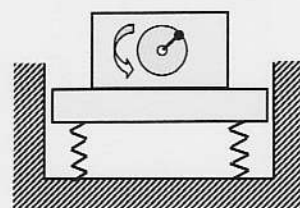
(26 P)



4 Die skizzierte Maschine incl. Grundplatte hat eine Gesamtmasse von 280 kg . Sie ist isoliert auf 4 Federn aufgestellt, von denen jede die Federkonstante 35 kN/m hat. Der Rotor hat eine Unwucht $m_e e = 1,1 \text{ kg cm}$ und dreht mit einer Drehzahl von 1800 min^{-1} .

- a) Unter Annahme einer ungedämpften Schwingung ist die Schwingungsamplitude der Maschine zu berechnen.
- b) Wie muss die Gesamtmasse der Maschine verändert werden, um die Schwingungsamplitude zu halbieren ?

(18 P)



☺ Viel Erfolg !

Punktesumme (80 P)

Musterlösung

1. Aufgabe

unmittelbar nach Einfahren in Kurve

$$a_t = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \left(\frac{54 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2 \frac{1}{125 \text{ m}} = 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$|a| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{0,8^2 + 1,8^2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{1,97 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

Fahren der Kurve:

$$\text{Wegstrecke } s = \frac{1}{4} 2\pi r = \frac{\pi}{2} 125 \text{ m} = 196,3 \text{ m}$$

gleichm. beschl. Bewegung mit $a \neq 0$

$$a = \frac{1}{2} \frac{v^2 - v_0^2}{s - s_0}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2a(s - s_0)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{54 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2 + 2 \cdot 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 196,3 \text{ m}} = 23,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

unmittelbar vor Verlassen der Kurve

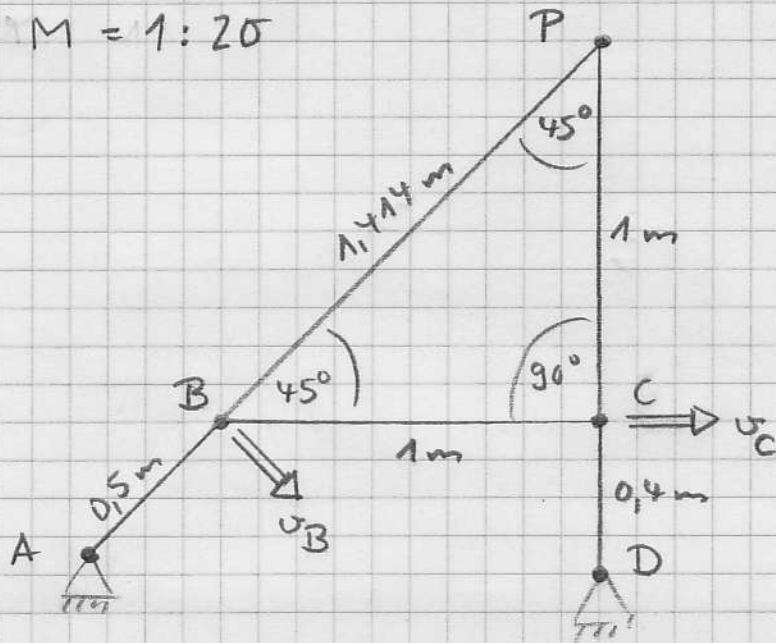
$$a_t = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \left(23,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \frac{1}{125 \text{ m}} = 4,31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$|a| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{0,8^2 + 4,31^2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{4,38 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

2. Aufgabe Lösung mittels Dreipol für Stange BC

Skizze M = 1:20



$$a) v_B = \omega_{BA} \cdot l_{AB} = 2\pi \frac{150}{60s} \cdot 0,5 m = \underline{7,85 \frac{m}{s}}$$

$$b) \omega_{Stange} = \frac{v_B}{l_{BP}} = \frac{7,85 \frac{m}{s}}{1,414 m} = \underline{5,55 \frac{1}{s}}$$

$$c) v_C = \omega_{Stange} \cdot l_{CP} = 5,55 \frac{1}{s} \cdot 1 m = 5,55 \frac{m}{s}$$

$$\omega_{CD} = \frac{v_C}{l_{CD}} = \frac{5,55 \frac{m}{s}}{0,4 m} = \underline{13,9 \frac{1}{s}}$$

3. Aufgabe

1. Schritt: reduziere den Motor auf die Walze

$$M_{M,red} = i \cdot M_M = 1,5 \cdot 150 \text{ Nm} = 225 \text{ Nm}$$

$$J_{M,red} = i^2 \cdot J_M = 1,5^2 \cdot 1,78 \text{ kgm}^2 = 4,00 \text{ kgm}^2$$

2. Schritt: Betrachte Seilkräfte

$$\sum_{Masse} = \sum_{Walze, Motor}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot g + \frac{1}{2} m a_{Masse} = \frac{1}{r} M_{M,red} - \frac{1}{r} (J_W + J_{M,red}) \alpha_{Walze}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{Walze} &= \frac{\alpha_{Seil}}{r} \\ &= \frac{2 a_{Masse}}{r} \end{aligned}$$

$$\left(\frac{1}{2} m + \frac{1}{r} (J_W + J_{M,red}) \frac{2}{r} \right) a_{Masse} = \frac{1}{r} M_{M,red} - \frac{1}{2} m g$$

$$a_{Masse} = \frac{\frac{1}{r} M_{M,red} - \frac{1}{2} m g}{\frac{1}{2} m + \frac{2}{r^2} (J_W + J_{M,red})}$$

$$= \frac{\frac{1}{0,1 \text{ m}} 225 \text{ Nm} - \frac{1}{2} 240 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{1}{2} 240 \text{ kg} + \frac{2}{(0,1 \text{ m})^2} (0,6 + 4,00) \text{ kgm}^2}$$

$$= \frac{2250 \text{ N} - 1200 \text{ N}}{120 \text{ kg} + 920 \text{ kg}}$$

$$= \frac{1050 \text{ N}}{1040 \text{ kg}}$$

$$= \underline{\underline{1,01 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

4. Aufgabe

a) erzwungene Schwingung ungedämpft

Eigenresonanz $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 35000 \text{ N}}{280 \text{ kg} \cdot \text{m}}} = 22,36 \frac{1}{\text{s}}$

Erregung $\omega_e = 2\pi n = 2\pi \frac{1800}{60 \text{ s}} = 188,5 \frac{1}{\text{s}}$

Abstimmung $\eta = \frac{\omega_e}{\omega_0} = \frac{188,5}{22,36} = 8,4$

Schwingungsamplitude bei Massenkrafterregung

$$A = \frac{1}{3} \frac{m_e e}{m} = \frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\zeta\eta)^2}} \frac{m_e e}{m} \quad (1)$$

$\zeta = 0$, da ungedämpft

$$= \frac{\eta^2}{|1-\eta^2|} \frac{m_e e}{m}$$

$$= \frac{8,4^2}{|1-8,4^2|} \frac{1,1 \text{ kg} \cdot 0,01 \text{ m}}{280 \text{ kg}}$$

$$= 1,01 \cdot 3,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$= \underline{40 \mu\text{m}}$$

b) Wird die Gesamtmasse m der Maschine verdoppelt, dann wird der $\frac{1}{3}$ Faktor in Gl. (1) halbiert. Auch ändert sich Eigenresonanz und Abstimmung allerdings hat das (fast) keine Auswirkung auf $\frac{1}{3}$, da man deutlich oberhalb der Resonanz ist. Somit wird die Amplitude halbiert.