Fachhochschule Koblenz   Blatt 1 von 3   Name ______________________
Fachbereich Ingenieurwesen
Fachrichtung Maschinenbau   WS 11/12   Matr.-Nr. ______________________

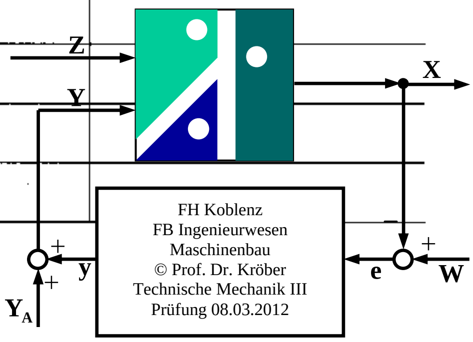
Technische Mechanik III
Prof. Dr. W. Kröber

Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
Summe	

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

Bearbeitungszeit : 120 min

Note : ______________________



Erlaubte Hilfsmittel:

- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung Technische Mechanik III (5 Blätter)
- Formelsammlungsblatt "Massenträgheitsmomente: ..."

Aufgabe 1 (10P)

Für die Untersuchung von Kurvenfahrten wird das sogenannte Einspurmodell verwendet. Zum Verständnis ist in der linken Skizze eine Geradeausfahrt dargestellt. Der Abstand von Rad zu Rad beträgt a = 2 m. Der Lenkeinschlag ist gleich Null.

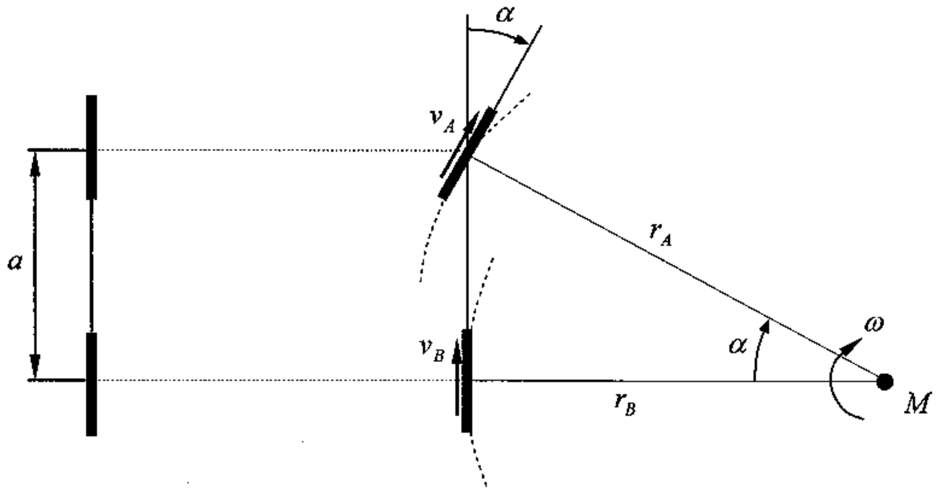
In der rechten Skizze wird dann von einem Lenkeinschlag von $\alpha = 30^0$ ausgegangen. Die Abrollgeschwindigkeit des Hinterrades sei $v_B = 10$ m/s. Eine mögliche Neigung des Fahrzeuges wird nicht berücksichtigt.

a. Bestimmen Sie die Lage des Momentanpoles!
   Bem.: Der Abstand r_B ist gesucht.

b. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit ω?

c. Wie groß ist die Abrollgeschwindigkeit v_A des Vorderrades?

Geradeausfahrt   Kurvenfahrt



Aufgabe 2 (16P)

Bei einem Versuchsstand für einen Drehantrieb werden ein Hochlaufvorgang und ein unmittelbar darauf folgender Abbremsvorgang untersucht. Der Hochlauf aus dem Stand dauert 1,2 Sekunden. Dabei wird eine Enddrehzahl von 1500 1/min erreicht. Das Antriebsmoment $M_{Antrieb}$ wird während des Hochlaufes als konstant angesehen.

a. Bestimmen Sie zunächst die Winkelbeschleunigung während des Hochlaufes!

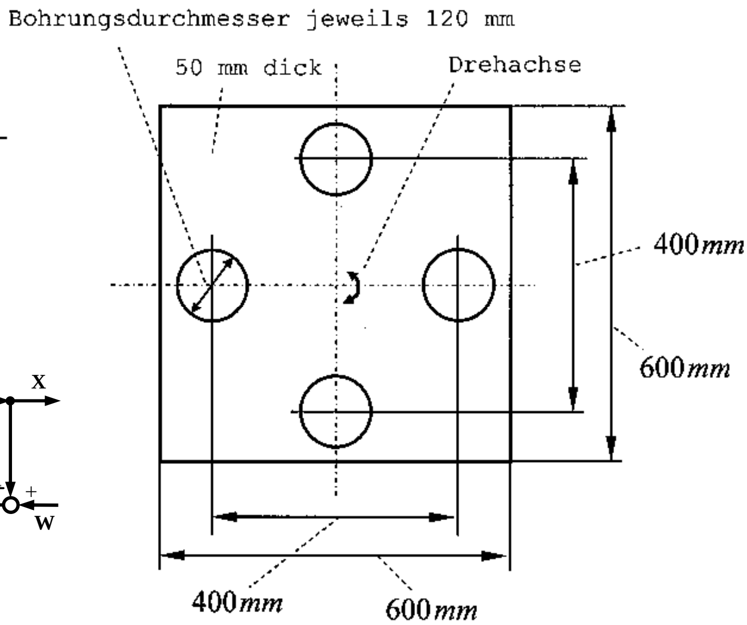
b. Wie viel Umdrehungen dreht sich die Welle während des Hochlaufes?

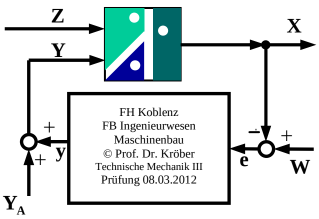
c. Während des Abbremsvorganges wirkt über eine Reibbremse ein konstantes Bremsmoment von M_{Brems} = 20 Nm. Das Massenträgheitsmoment beträgt J = 0,2 kgm². Wie lange dauert der Abbremsvorgang?

d. Welche Energie wird beim Abbremsvorgang in Wärme umgesetzt?

Aufgabe 3 (14P)

Für das abgebildete Bauteil ist das Massenträgheitsmoment bezüglich der angegebenen Dreh-achse (Drehachse senkrecht zur Zeichenebene) zu bestimmen. Das Bauteil besteht aus einem quadratischen Blech mit 4 Bohrungen. Die Dichte beträgt ρ=7850 kg/m³.





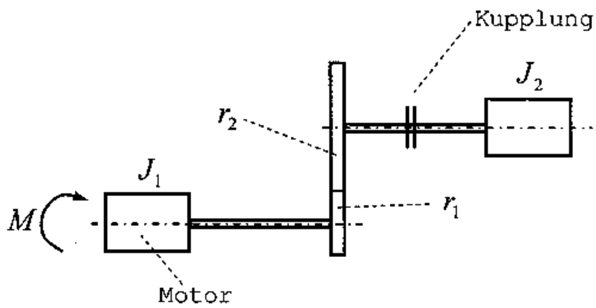
Aufgabe 4 (14P)

Das abgebildete Antriebssystem wird mit einem am Motor angreifenden Moment beschleunigt. Auf der Welle 2 soll zur Auslegung der Kupplung das dort wirkende Moment $M_K = M_{Kupplung}$ während der Beschleunigungsphase in Abhängigkeit der gegebenen Größen bestimmt werden. Mögliche Lastmomente werden vernachlässigt. Die Massenwirkungen der Zahnräder werden ebenfalls vernachlässigt.

Tipp: Es empfiehlt sich als Zwischenschritt zunächst die Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}_2$ zu bestimmen. Ein sinnvoller Rechenweg besteht darin, zunächst alle Größen auf die Welle 2 zu reduzieren.

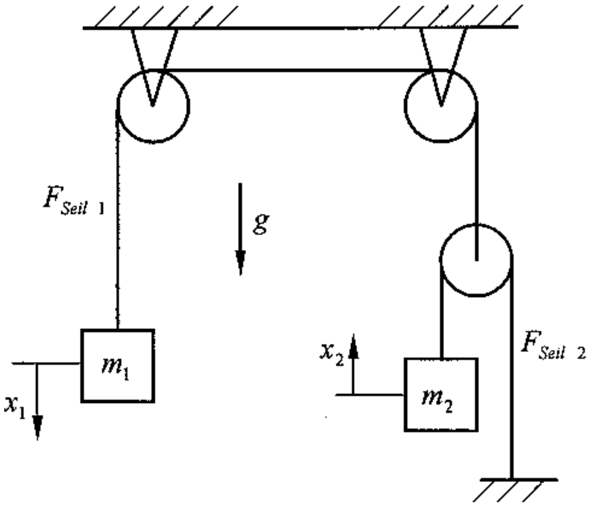
Geg.: M, J_1, J_2, r_1, r_2

Hinweis: $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\ddot{\varphi}_2}{\ddot{\varphi}_1} = \frac{r_1}{r_2}$

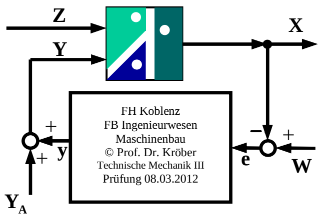


Aufgabe 5 (16P)

Bei dem abgebildeten System sind die Trägheitswirkungen der Rollen zu vernachlässigen. Bestimmen Sie die Beschleunigungen $\ddot{x}_1$ und $\ddot{x}_2$ sowie die Seilkräfte $F_{Seil\ 1}$ und $F_{Seil\ 2}$ in Abhängigkeit der gegebenen Größen!

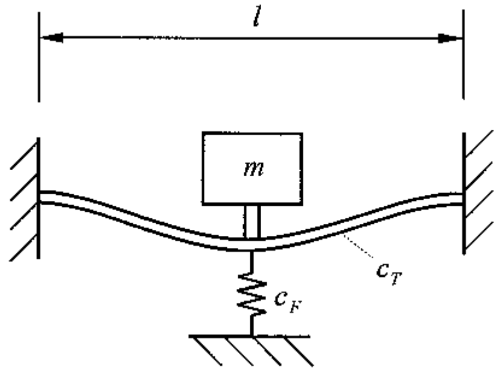


Geg.: m_1, m_2, g



Aufgabe 6 (16P)

Auf einem zweiseitig eingespannten Biegebalken, der als masselos angesehen wird, befindet sich eine Masse von m = 20 kg. Die unterstützende Feder c_F ist zunächst nicht vorhanden. Ohne die unterstützende Feder beträgt die Eigenfrequenz 8 Hz.



Geg.: $E = 2{,}1\cdot 10^5$ N/mm²; $I = 10000$ mm⁴

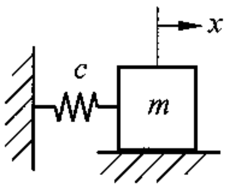
aus Tabellenbuch: $c_T = \dfrac{192\cdot E\cdot I}{l^3}$

a. Bestimmen Sie die Steifigkeit c_T des Trägers und die Spannweite l des Trägers?

b. Zur Erhöhung der Gesamtsteifigkeit wird der Träger durch eine zusätzliche Feder c_F unterstützt. Wie groß muss c_F sein, damit sich die Eigenfrequenz um 20 % erhöht?

Aufgabe 7 (14P)

Eine ungedämpfte Schwingung wird durch die Gleichung $x = x(t) = \hat{x}\cdot\sin(\omega_0\cdot t)$ beschrieben. Durch die Angabe von T_0= 2s und $\hat{x}$ = 3 mm ist der Verlauf eindeutig festgelegt. Die Masse des Schwingers beträgt m = 0,5 kg.



a. Bestimmen Sie zunächst die Größen ω_0 und c!

b. Wie groß ist die maximale Schwinggeschwindigkeit?

c. Während der Schwingung erreichen die potentielle und kinetische Energie in einer periodischen Abfolge ihre Maximalwerte. Wie groß sind $E_{pot\ max}$ und $E_{kin\ max}$?

d. Welche Zeit vergeht zwischen $E_{pot\ max}$ und $E_{kin\ max}$?

Lösungen Prüfung Technische Mechanik III 8.3.12 Blatt 1

zu 1, a) $\tan\alpha = \frac{a}{r_B} \Rightarrow \underline{\underline{r_B}} = \frac{a}{\tan\alpha} = \frac{2m}{\tan 30°} = \underline{\underline{3{,}464m}}$

b) $\underline{\underline{\omega}} = \frac{v_B}{r_B} = \frac{10 m/s}{3{,}464m} = \underline{\underline{2{,}887 \frac{(rad)}{s}}}$

c) $r_A = \sqrt{a^2 + r_B^2} = \sqrt{2^2 + 3{,}464^2}\, m = 4m$ oder $\sin\alpha = \frac{a}{r_A} \Rightarrow r_A$

$\underline{\underline{v_A}} = \omega \cdot r_A = 2{,}887 \cdot 4 \frac{m}{s} = \underline{\underline{11{,}547 m/s}}$

zu 2, a) $\underline{\underline{\alpha}} = \frac{\omega}{t} = \frac{\frac{\pi \cdot 1500}{30}}{1{,}2} \frac{(rad)}{s^2} = \underline{\underline{130{,}9 \frac{(rad)}{s^2}}}$

b) $\varphi = \frac{1}{2}\omega t$

$\underline{\underline{\text{Anzahl Umdr}}} = \frac{\varphi}{2\cdot\pi} = \frac{1}{2\cdot\pi} \cdot \frac{1}{2} \frac{\pi \cdot 1500}{30} \cdot 1{,}2 = \underline{\underline{15}}$ (Umdr.)

c) $J \cdot \ddot{\varphi} = M \Rightarrow |\ddot{\varphi}| = |\alpha| = \frac{M}{J} = \frac{20}{0{,}2} \frac{(rad)}{s^2} = 100 \frac{(rad)}{s^2}$

$\underline{\underline{t}} = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{\frac{\pi \cdot 1500}{30}}{100} s = \underline{\underline{1{,}571 s}}$

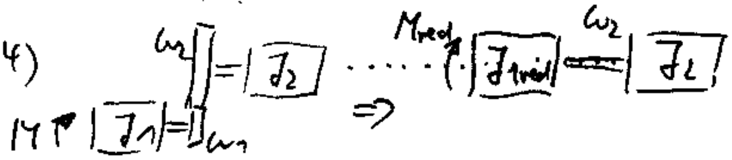
d) $\underline{\underline{\Delta E}} = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} 0{,}2 \left(\frac{\pi \cdot 1500}{30}\right)^2 J = \underline{\underline{2467{,}4 J}}$

zu 3) $J = \left\{\frac{1}{12} \underbrace{(0{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}05 \cdot 7850)}_{141{,}3\, kg} [0{,}6^2 + 0{,}6^2] - 4\left[\underbrace{\frac{0{,}12^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0{,}05 \cdot 7850}_{4{,}439\, kg} \left(\frac{0{,}06^2}{2} + 0{,}2^2\right)\right]\right\} kg m^2$

$\vdots$

$\underline{\underline{= 7{,}736\, kg m^2}}$

zu 4)



$P = M \cdot \omega_1 = M_{red} \cdot \omega_2 \rightarrow M_{red} = M \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{M}{i}$

$\frac{1}{2} J_1 \omega_1^2 = \frac{1}{2} J_{1red} \omega_2^2 \Rightarrow J_{1red} = J_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \frac{J_1}{i^2}$

Drallsatz:

$(J_{1red} + J_2)\ddot{\varphi}_2 = M_{red}$

$\ddot{\varphi}_2 = \frac{M_{red}}{J_{1red} + J_2} = \frac{M/i}{J_1/i^2 + J_2}$

Bem.: Kupplung spielt hier keine Rolle, da inneres Moment

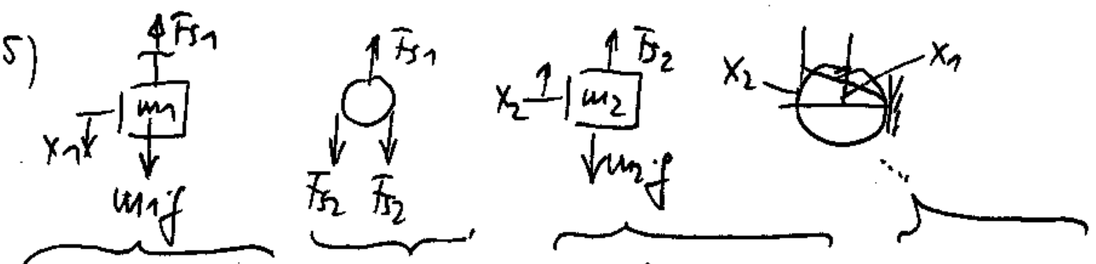
Lösungen Prüfung Technische Mechanik III 8.3.12 Blatt 2

weiter zu 4) jetzt Betrachtung Teilsystem rechts von Kupplung

$M_K \uparrow \| = |\boxed{J_2}$ $\qquad J_2 \ddot{\varphi}_2 = M_K$

also: $M_K = J_2 \dfrac{M/i}{J_1/i^2 + J_2} = J_2 \dfrac{M \frac{r_2}{r_1}}{J_1 \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 + J_2} = M \dfrac{r_2/r_1}{\frac{J_1}{J_2}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 + 1}$

zu 5)



$m_1 \ddot{x}_1 = m_1 g - F_{S1}$ $\qquad F_{S1} = 2 \cdot F_{S2}$ $\qquad m_2 \ddot{x}_2 = F_{S2} - m_2 \cdot g$ $\qquad x_2 = 2 \cdot x_1$

$\ddot{x}_2 = 2 \cdot \ddot{x}_1$

$F_{S2} = m_2 \ddot{x}_2 + m_2 \cdot g$

$$m_1 \ddot{x}_1 = m_1 \cdot g - 2\left(m_2 2 \ddot{x}_1 + m_2 \cdot g\right)$$

$$\ddot{x}_1 (m_1 + 4 m_2) = m_1 \cdot g - 2 m_2 \cdot g$$

$$\ddot{x}_1 = \frac{m_1 - 2m_2}{m_1 + 4m_2} g \qquad \ddot{x}_2 = 2 \cdot \ddot{x}_1 = 2\,\frac{m_1 - 2m_2}{m_1 + 4m_2} \cdot g$$

$$F_{S2} = m_2 \, 2 \, \frac{m_1 - 2m_2}{m_1 + 4m_2} \cdot g + m_2 \cdot g \, \frac{m_1 + 4m_2}{m_1 + 4m_2} = \frac{2m_2(m_1 - \cancel{2m_2}) + m_2(m_1 + \cancel{4m_2})}{m_1 + 4m_2}\, g$$

$$F_{S2} = \frac{3 m_1 m_2}{m_1 + 4m_2} \cdot g \qquad F_{S1} = 2 \cdot F_{S2} = \frac{6 m_1 m_2}{m_1 + 4m_2} \cdot g$$

Lösungen Prüfung Technische Mechanik III 8.3.12 Blatt 3

zu 6, a) $\omega_0^2 = (2\cdot\pi\cdot f_0)^2 = \frac{c_T}{m}$

$$\underline{\underline{c_T}} = m\,(2\pi f_0)^2 = 20\,(2\cdot\pi\cdot 8)^2\,\frac{N}{m} = \underline{\underline{50532\,\frac{N}{m}}}$$

$$c_T = \frac{192\cdot E\cdot J}{\ell^3} \Rightarrow \ell = \sqrt[3]{\frac{192\cdot E\cdot J}{c_T}} = \sqrt[3]{\frac{192\cdot 2{,}1\cdot 10^{11}\cdot 10000\cdot 10^{-12}}{50532}}\;m$$

$$= \underline{\underline{1{,}998\,m \approx 2{,}0\,m}}$$

b) $f_{0neu} = 1{,}2\cdot 8\,Hz = 9{,}6\,Hz$

$$c_{ges} = m\,(2\cdot\pi\cdot f_{0neu})^2 = 20\,(2\cdot\pi\cdot 9{,}6)^2\,\frac{N}{m} = 72767\,\frac{N}{m}$$

Parallelschaltung

$$\underline{\underline{c_F}} = c_{ges} - c_T = (72767 - 50532)\,\frac{N}{m} = \underline{\underline{22235\,N/m}}$$

zu 7, a) $\underline{\underline{\omega_0}} = \frac{2\cdot\pi}{T_0} = \frac{2\cdot\pi}{2s} = \underline{\underline{3{,}14\,\frac{(rad)}{s}}}$

$$\omega_0^2 = \frac{c}{m} \Rightarrow \underline{\underline{c}} = m\cdot\omega_0^2 = 0{,}5\,(2\cdot\pi\cdot 3{,}14)^2\,\frac{N}{m} = \underline{\underline{4{,}935\,N/m}}$$

b) $\underline{\underline{\hat{\dot{x}}}} = \hat{x}\cdot\omega_0 = 0{,}003\cdot 3{,}14\,m/s = \underline{\underline{9{,}425\cdot 10^{-3}\,m/s}}$

Bem.: oder „$v = \omega\cdot r$"

c) $E_{kinmax} = \frac{1}{2}m\cdot\hat{\dot{x}}^2 = \frac{1}{2}\cdot 0{,}5\,(9{,}425\cdot 10^{-3})^2\,J = \underline{\underline{2{,}221\cdot 10^{-5}\,J}}$

$E_{Potmax} = \frac{1}{2}c\cdot\hat{x}^2 = \frac{1}{2}\cdot 4{,}935\cdot(0{,}003)^2\,J = \underline{\underline{2{,}221\cdot 10^{-5}\,J}}$

Bem.: sind natürlich gleich groß, war zugleich Probe

d) $\underline{\underline{\Delta t}} = \frac{T_0}{4} = \frac{2s}{4} = \underline{\underline{0{,}5\,s}}$