

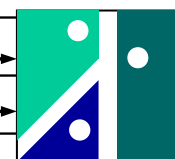
Maschinendynamik SS 2021
 Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

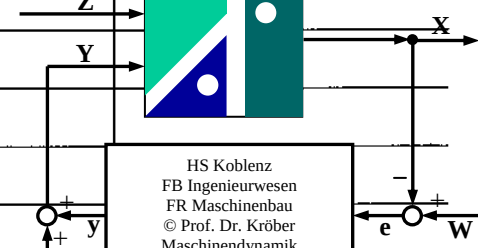
- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
 - selbstständige Lösung
 - keine weiteren Einschränkungen

Note : _____

Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Summe	



HS Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 FR Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Maschinendynamik
 Prüfung 17.09.2021



Aufgabe 1 (13P)

Mit einem Wegmesssystem werden die Extremwerte einer Schwingung erfasst. Dabei wird der angegebene Differenzweg sowie die angegebene Zeitdifferenz zwischen den Extremwerten ermittelt.

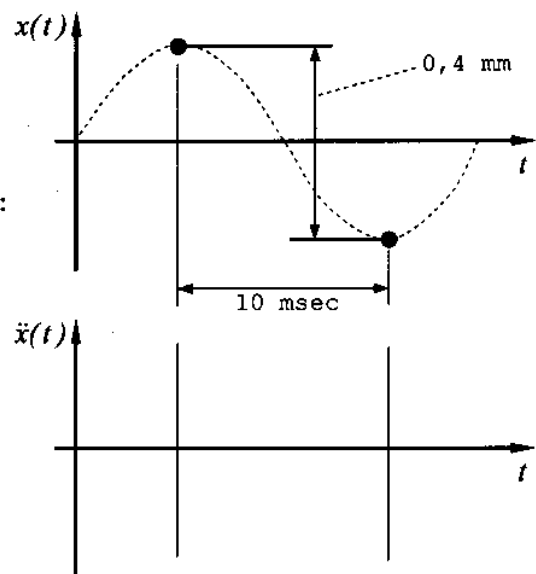
Die Gleichung für die Wegfunktion lautet:

$$x = x(t) = \hat{x} \cdot \sin(\omega t)$$

Für die Beschleunigung gilt:

$$\ddot{x} = \ddot{x}(t) = -\hat{x} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$

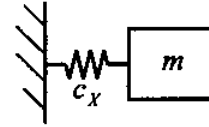
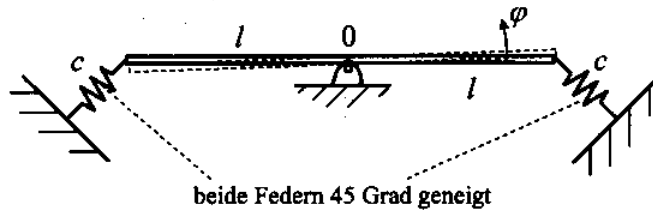
Bestimmen Sie den Maximalwert der Beschleunigung und tragen Sie passend zu dem Wegverlauf den zeitlichen Verlauf der Beschleunigung in das darunter stehende Diagramm ein (Extremwerte und Nullstellen an richtiger Stelle!).



Aufgabe 2 (14P)

Der links abgebildete dünne starre Stab kann Drehschwingungen ausführen.

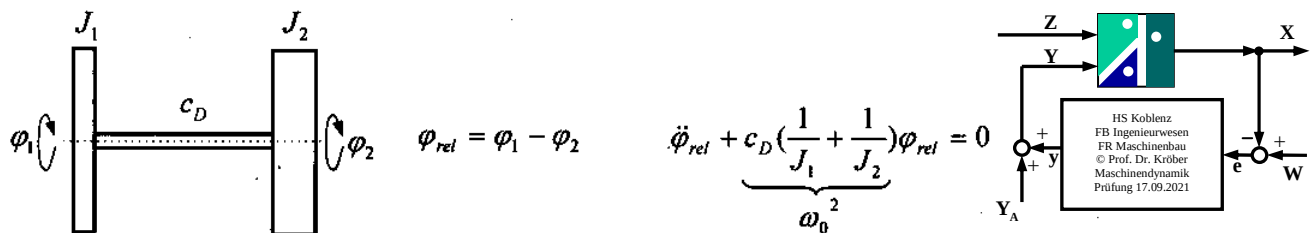
Für das Massenträgheitsmoment gilt: $J_0 = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (2 \cdot l)^2$



- Bestimmen Sie zunächst für das links abgebildete System die Eigenkreisfrequenz in Abhängigkeit von c , m , ... !
- Das rechts abgebildete einfache translatorische System soll die gleiche Eigenfrequenz wie das linke System haben. Wie groß muss c_x sein?

Aufgabe 3 (16P)

Das abgebildete System kann Rotationsschwingungen ausführen.



Zahlenwerte: $J_1 = 0,2 \text{ kgm}^2$; $J_2 = 0,4 \text{ kgm}^2$

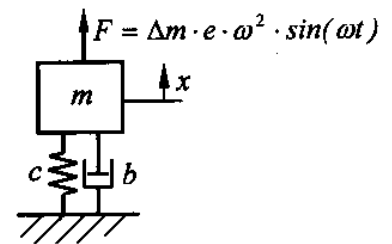
Verbindungswelle: Durchmesser 18,4 mm; Länge 300 mm; $G = 80000 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

Weitere Hilfestellungen: $c_D = \frac{G \cdot I_p}{l}$; $I_p = \frac{\pi}{32} \cdot d^4$

- Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz des Systems!
- Wo liegt der Schwingungsknoten?
- Im zweiten Fall werden alle geometrischen Abmessungen verdoppelt. Das bedeutet, Durchmesser und Längen werden doppelt so groß wie vorher. Hinweis/Tipp: Die Massenträgheitsmomente nehmen mit der fünften Potenz zu, das bedeutet, sie werden um den Faktor 32 größer. Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz des neuen Systems!

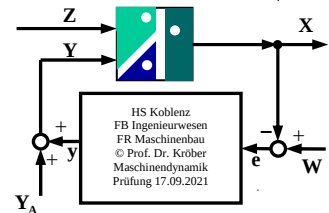
Ausgabe 4 (16P)

An einer schwingungsfähig gelagerten Maschine greift eine Massenkraft durch eine Unwucht an (Unwuchtsystem nicht im Detail dargestellt). Die Drehzahl der Unwucht sei 1378 1/min. Die sich einstellende Schwingamplitude beträgt 2 mm. Die Erdbeschleunigung wird nicht berücksichtigt.



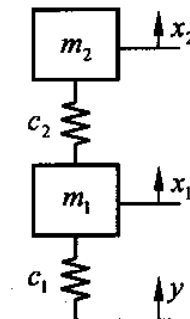
Weitere Zahlenwerte: $m = 12 \text{ kg}$; $c = 40000 \text{ N/m}$; $b = 277,1 \text{ Ns/m}$

- Bestimmen Sie die Unwucht $U = \Delta m \cdot e$!
- Wie groß ist der Maximalwert der Fliehkraft?



Aufgabe 5 (6P)

Bei dem Schwingungssystem fehlt in der unteren Gleichung der Term, der die Kopplung zwischen den beiden Massen m_1 und m_2 beschreibt (siehe die drei Fragezeichen). Ergänzen Sie den fehlenden Term, bzw. wie lautet die Gleichung komplett? Die Erdbeschleunigung wird nicht betrachtet.



$$m_2 \ddot{x}_2 = -c_2 \cdot (x_2 - x_1)$$

$$m_1 \ddot{x}_1 = -c_1 \cdot (x_1 - y) \pm \dots ??? \dots$$

Aufgabe 6 (8P)

In einem Raum mit einem Volumen von 400 m^3 befindet sich eine Maschine mit einem Schallleistungspegel von 75 dB(A) . Der Schalldruckpegel im diffusen Schallfeld beträgt 62 dB(A) .

- Wie groß ist die Nachhallzeit?
- Durch den Einbau von Absorbern wird die Absorptionsfläche um 30 m^2 erhöht. Welcher neue Schalldruckpegel stellt sich ein?

Aufgabe 7 (9P)

Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der Tabelle!

Hinweis: In der unteren Zeile steht der Summenpegel aus den drei Terzen.

f [Hz]	400	500	630
P_{eff} [Pa]	0,02		
L_p [dB]			
L_p [dB(A)]		60	
$L_{p \text{ ges}}$ [dB(A)]	63		

Aufgabe 8 (6P)

An einem Messpunkt herrscht ein permanenter Störpegel/Umgebungspegel von 45 dB(A). Innerhalb einer Stunde kommen folgende Ereignisse noch hinzu:
10 Vorbeifahrten PKW, je PKW $L_{eq} = 70$ dB(A), Messzeit 30 Sekunden
5 Vorbeifahrten LKW, je LKW $L_{eq} = 78$ dB(A), Messzeit 40 Sekunden

Wie groß ist der energieäquivalente Dauerschallpegel in der Stunde?

Aufgabe 9 (7P)

Auf einem freien ebenen Gelände herrscht ein Umgebungspegel von 45 dB(A). Wird eine 100 m entfernte zusätzliche Schallquelle betrieben, steigt der Wert auf 46 dB(A). Wie groß ist der Schallleistungspegel der "zusätzlichen" Schallquelle?

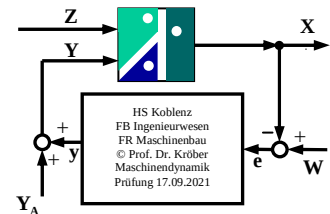
Hinweis/Annahme: Es gelten die Freifeldbedingungen auf einer schallharten Unterlage.

Aufgabe 10 (5P)

Fünf gleiche Schallquellen erzeugen einen Pegel von 60 dB.

a. Welchen Pegel erzeugen 3 Schallquellen?

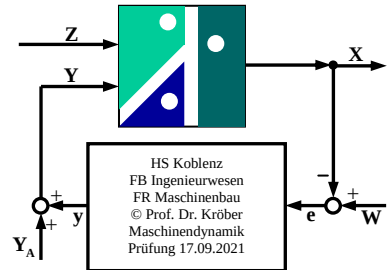
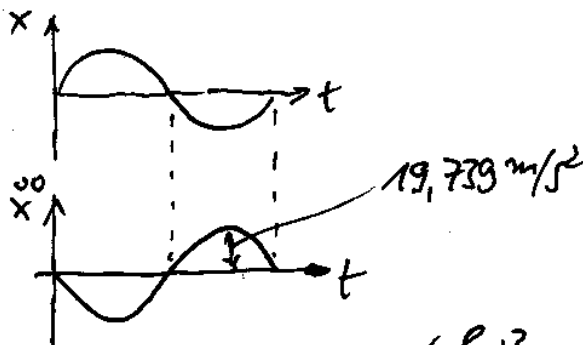
b. Welchen Pegel erzeugen 7 Schallquellen?



Prüfung Maschinendynamik 17.09.21

m1) $\alpha = r \cdot \omega^2$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $T = 2 \cdot 10 \text{ms} = 20 \text{ms}$

$$\alpha = \frac{0,0004}{2} \text{m} \left(\frac{2\pi}{0,02} \right)^2 \frac{1}{\text{s}^2} = 19,739 \text{ m/s}^2$$



m2) $\omega_0^2 = \frac{\sum G}{J_{\text{rot}}} = \frac{2 \cdot c \left(\frac{e}{\sqrt{2}} \right)^2}{\frac{1}{12} m (2l)^2} = \frac{3 \cdot c}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{3c}{m}}$

b) $c_x = 3 \cdot c$ (wegen $\omega_{\text{result}} = \sqrt{\frac{c_x}{m}}$)

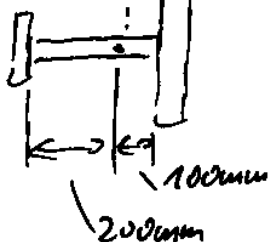
m3) $\omega_0^2 = G \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} \right)$; $G = \frac{G \cdot J_p}{l}$; $J_p = \frac{\pi}{32} d^4$

$$J_p = \frac{\pi}{32} (0,0184 \text{m})^4 = 1,1253 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$G = \frac{80000 \cdot 10^6 \cdot 1,1253 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}}{0,3} = 3000,8 \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$$

$$\omega_0 = \sqrt{3000,8 \left(\frac{1}{0,2} + \frac{1}{0,4} \right) \text{s}^{-1}} = 15902 \text{ s}^{-1} \approx 159,05 \text{ s}^{-1}$$

b) Knoten



(aus Verhältnis J_1/J_2)

Bem.: näher am größeren J

c) $J_p = 16 \cdot 1,1253 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$l = 2 \cdot 0,3 \text{m}$$

$$J_1 = 6,4 \text{ kgm}^2; J_2 = 12,8 \text{ kgm}^2$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{80000 \cdot 10^6 \cdot 1,1253 \cdot 10^{-8} \cdot 2^4}{2 \cdot 0,3} \left(\frac{1}{0,2 \cdot 32} + \frac{1}{0,4 \cdot 32} \right) \text{s}^{-1}}$$

(mit Detailalternativen)

$$= 75,01 \text{ s}^{-1} \approx 75,0 \text{ s}^{-1} \text{ (Hälfte)}$$

Prüfung Maschinendynamik 17.09.21

$$m4) \omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{40000}{12}} \text{ s}^{-1} = 57,735 \text{ s}^{-1}$$

$$\zeta = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{\frac{\pi \cdot n}{30}}{\omega_0} = \frac{\pi \cdot 1378}{30 \cdot 57,735} = 2,4994 \approx 2,50$$

$$f = \frac{b}{2m} = \frac{277,1}{2 \cdot 12} \text{ s}^{-1} = 11,546 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha = \frac{f}{\omega_0} = \frac{11,546}{57,735} = 0,19998 \approx 0,20$$

$$V_3 = \frac{\zeta^2}{\sqrt{(1-\zeta^2)^2 + (2\alpha\zeta)^2}} = \frac{2,5^2}{\sqrt{(1-2,5^2)^2 + (2 \cdot 0,2 \cdot 2,5)^2}} = 1,16945$$

$$V_3 = \frac{1}{\frac{x}{\sin \varphi}} \Rightarrow \sin \varphi = \frac{\tilde{x} \cdot m}{V_3} = \frac{9002 \cdot 12}{1,16945} \mu\text{m} = 0,02052 \mu\text{m}$$

$$b) \frac{1}{T} = (\sin \varphi) \omega^2 = 0,02052 \left(\frac{\pi \cdot 1378}{30} \right)^2 \text{ N} = 427,3 \text{ N}$$

$$5) m_1 \ddot{x}_1 = -c_1(x_1 - y) - c_2(x_1 - x_2)$$

$$6) L_p = L_w + 60 \text{ dB} - 10 \cdot \lg(A)$$

$$A = 10^{\frac{L_w + 60 \text{ dB} - L_p}{10}} = 10^{\frac{75 + 6 - 62}{10}} \text{ m}^2 = 79,433 \text{ m}^2$$

$$T = 0,163 \frac{400}{79,433} \text{ s} = 0,815$$

$$b) L_p = L_w + 60 \text{ dB} - 10 \cdot \lg(A)$$

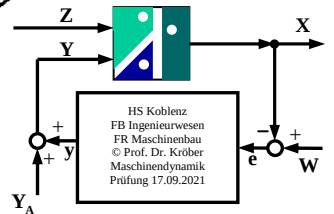
$$= [75 + 6 - 10 \cdot \lg(79,433 + 30)] \text{ dB(A)} = 60,608 \text{ dB(A)} \approx 60,60 \text{ dB(A)}$$

$$7) 400 \text{ Hz: } L_p = 20 \cdot \lg \frac{0,02}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 60 \text{ dB}$$

$$L_{pA} = 60 \text{ dB} - 4,8 \text{ dB} = 55,2 \text{ dB(A)}$$

$$500 \text{ Hz: } L_p = 60 \text{ dB} + 3,2 \text{ dB} = 63,2 \text{ dB}$$

$$p_{eff} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{\frac{63,2}{20}} \text{ Pa} = 0,02891 \text{ Pa}$$



Prüfung Maschinendynamik 17.09.21

Werte 7) 630 Hz:

$$L_{A_{630}} = 10 \cdot \lg(10^{6,3} - 10^6 - 10^{5,172}) \text{ dB(A)} = 58,2225 \text{ dB(A)} \\ \approx 58,2 \text{ dB(A)}$$

$$L_{630} = (58,2225 + 1,9) \text{ dB} = 60,1225 \text{ dB} \approx 60,1 \text{ dB}$$

$$p_{\text{eff}} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{\frac{60,1225}{20}} \text{ Pa} = 0,02028 \text{ Pa}$$

$$\text{zu 8) } L_{\text{eq}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{3600} (10^{4,5} \cdot 3600 + 10 \cdot 10^7 \cdot 30 + 5 \cdot 10^{7,8} \cdot 40) \right) \text{ dB(A)} \\ = 66,405 \text{ dB(A)} \approx 66,4 \text{ dB(A)}$$

$$\text{zu 9) } L_x = 10 \cdot \lg(10^{4,6} - 10^{4,5}) \text{ dB(A)} = 39,1317 \text{ dB(A)}$$

$$L_w = L_p + 11 \text{ dB} + 20 \cdot \lg r$$

$$= (39,1317 + 11 + 20 \cdot \lg 100) \text{ dB(A)} = 87,132 \text{ dB(A)} \approx 87,1 \text{ dB(A)}$$

$$\text{zu 10) } L_n = L_1 + 10 \cdot \lg n$$

$$L_1 = L_n - 10 \cdot \lg n = (60 - 10 \cdot \lg 5) \text{ dB} = 53,0103 \text{ dB}$$

$$L_3 = (53,0103 + 10 \cdot \lg 3) \text{ dB} = 57,782 \text{ dB} \approx 57,8 \text{ dB}$$

$$L_7 = (53,0103 + 10 \cdot \lg 7) \text{ dB} = 61,461 \text{ dB} \approx 61,5 \text{ dB}$$

