

Maschinendynamik WS 15/16  
 Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

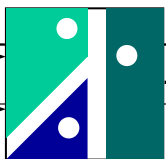
- Bearbeitungszeit : 90 min

Note : \_\_\_\_\_

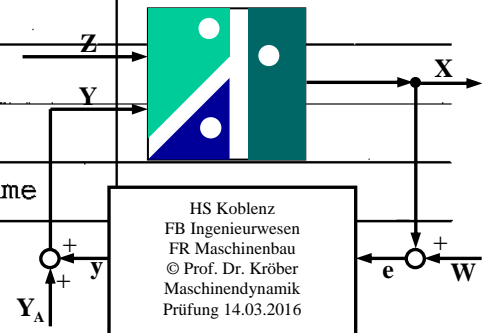
Erlaubte Hilfsmittel:

- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung "Maschinendynamik" (12 Blätter)
- Formelsammlung "Maschinenakustik" (3 Blätter)

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



HS Koblenz  
 FB Ingenieurwesen  
 FR Maschinenbau  
 © Prof. Dr. Kröber  
 Maschinendynamik  
 Prüfung 14.03.2016



Aufgabe 1 ( 10P )

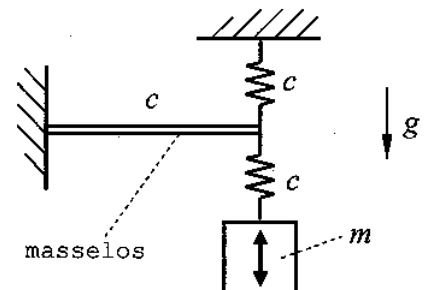
Eine Schwingung wird mathematisch beschrieben durch:

$$y = y(t) = +\sin(\omega t) + \cos(\omega t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

- a. Bestimmen Sie zunächst  $\hat{y}$  sowie  $\varphi_0$ !
- b. Nach welcher Zeit wird das Maximum der Schwingung erstmals erreicht?  
 Hierbei sei  $\omega = \pi s^{-1} \approx 3,1416 s^{-1}$

Aufgabe 2 ( 10P )

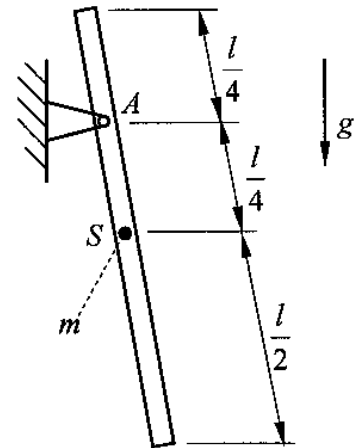
Bestimmen Sie von der folgenden Anordnung die Gesamtsteifigkeit für kleine vertikale Schwingungsausschläge der Masse m!  
 Zusätzlich soll die statische Durchsenkung infolge des Eigengewichtes angegeben werden.



Ges.:  $c_{ges}$  sowie  $x_{stat} = f(c, m, g)$

Aufgabe 3 ( 10P )

Der abgebildete homogene Stab der Länge  $l$  und Masse  $m$  führt bei Auslenkung um die Drehachse A Schwingungen aus. Bestimmen Sie die Periodendauer  $T=T_0$  für kleine Auslenkungen in Abhängigkeit der gegebenen Größen.



Geg.:  $m, l, g$

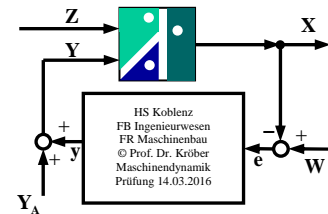
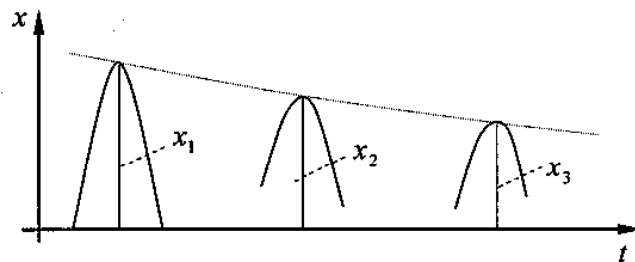
Hilfestellung:

Das Massenträgheitsmoment beträgt  $J = J_A = \frac{7}{48} \cdot m \cdot l^2$

Aufgabe 4 ( 10P )

Bei einer geschwindigkeitsproportionalen Dämpfung ergeben sich bei einem Ausschwingvorgang die angegebenen Schwingungsausschläge.

Geg.:  $x_1 = \hat{x}_1 = 4,5 \text{ mm}; x_2 = \hat{x}_2 = 3,0 \text{ mm}; x_3 = \hat{x}_3 = 2,0 \text{ mm}$



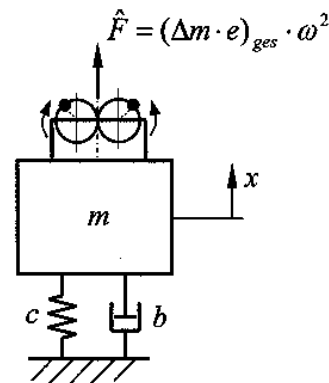
- Bestimmen Sie das logarithmische Dekrement!
- Zur Bestimmung des logarithmischen Dekrements wären eigentlich nur zwei Angaben bezüglich der Ausschläge erforderlich. Die Aufgabe ist also überbestimmt, aber ohne Widerspruch. Prüfen Sie diese Aussage! Hierzu soll eine exakte Lösung angegeben werden.

Aufgabe 5 ( 15P )

Der abgebildete massenkrafterregte Schwinger ist eine Näherung für eine Vibrationswalze auf einer Unterlage mit festem Boden.

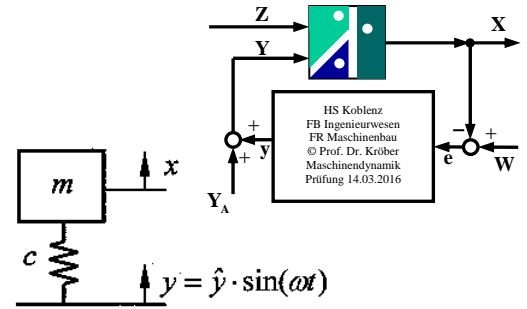
Geg.:  $m = 4000 \text{ kg}; (\Delta m \cdot e)_{ges} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m}; f_0 = 20 \text{ Hz}; f = 30 \text{ Hz}; \vartheta = 0,4$

Bestimmen Sie  $c, b, \hat{x}$  und  $\varphi$ !



Aufgabe 6 ( 10P )

Bei der abgebildeten Fußpunkterregung soll  $\hat{y}=1\text{ mm}$  und  $\hat{x}=0,5\text{ mm}$  sein. Somit beträgt der Wert für maßgebliche Vergrößerungsfunktion  $V_2 = 0,5$ . Bestimmen Sie den Maximalwert für den Relativweg  $\hat{x}_{rel}$ !



Aufgabe 7 ( 9P )

An einem Ort wirken gleichzeitig  $n_1 = 10$  Maschinen mit jeweils  $L_1 = 50\text{ dB}$ ,  $n_2 = 3$  Maschinen mit  $L_2 = 53\text{ dB}$  und eine weitere unbekannte Störquelle. Der Gesamtpegel beträgt  $63\text{ dB}$ . Wie groß ist der Pegel der unbekanntenen Störquelle?

Aufgabe 8 ( 12P )

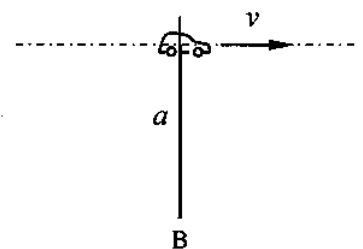
Ein Hammerwerk läuft mit  $200\text{ Hz}$  und erzeugt viele ganzzahlige Oberschwingungen. Davon sollen hier 5 Schwingungsanteile betrachtet werden.

f [Hz]	200	400	600	800	1000
$p_{eff}$ [Pa]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Bestimmen Sie den A-bewerteten Gesamtpegel! Hinweis: Verwenden Sie bei  $600\text{ Hz}$  die A-Korrektur von  $630\text{ Hz}$ !

Aufgabe 9 ( 14P )

Ein einzelner PKW mit einem Schallleistungspegel von  $L_w = 95\text{ dB(A)}$  fährt mit einer Geschwindigkeit von  $v = 20\text{ m/s}$  an einem Beobachter B im Abstand von  $a = 10\text{ m}$  vorbei. Es gelten die Freifeldbedingungen für die Schallausbreitung auf einer schallharten Unterlage.



- Wie groß ist der (maximale) Schalldruckpegel, wenn der PKW gerade am Beobachter vorbei fährt?
- Wie groß ist der energieäquivalente Pegel  $L_{eq}$  des vorbeifahrenden PKW's, wenn die Messzeit  $40\text{ Sekunden}$  beträgt?
- Die gleiche Schallquelle (praktisch sicher nicht so einfach umzusetzen) wird in einem geschlossenen Werkstatttraum betrieben. Die Werkstatt hat ein Volumen von  $1710\text{ m}^3$ . Wie groß ist der Schalldruckpegel in diesem Raum (diffuses Schallfeld), wenn die Nachhallzeit  $0,7\text{ Sekunden}$  beträgt.

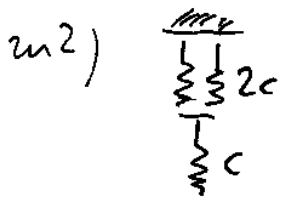
# Lösungen Prüfung Maschinendynamik 14.03.16

zu 1.a)  $y = \underset{A=1}{\sin \omega t} + \underset{B=1}{\cos \omega t}$

$\underline{\underline{y}} = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{1^2 + 1^2} = \underline{\underline{\sqrt{2}}}$

$\tan \varphi_0 = \frac{B}{A} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \underline{\underline{\varphi_0 = +45^\circ}}$  ... im 3. Quadranten

b)  $y = \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \underline{\underline{t}} = \frac{1}{\omega} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) = \frac{1}{\pi \cdot 5} \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} \right) = \underline{\underline{0,25 \text{ s}}}$

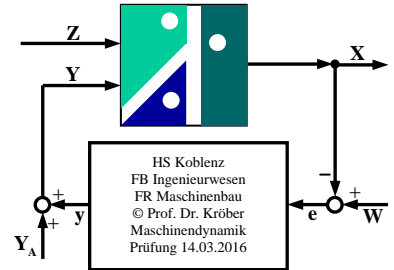


$\underline{\underline{C_{ges}}} = \frac{(2c) \cdot (c)}{(2c) + c} = \frac{2c^2}{3c} = \underline{\underline{\frac{2}{3} c}}$

$\underline{\underline{C_{ges}}} = \frac{m \cdot g}{x_{stat}} \Rightarrow \underline{\underline{x_{stat}}} = \frac{m \cdot g}{C_{ges}} = \frac{m \cdot g}{\frac{2}{3} c} = \underline{\underline{\frac{3 \cdot m \cdot g}{2c}}}$

zu 3)  $\omega_0^2 = \left( \frac{2\pi}{T_0} \right)^2 = \frac{m \cdot g \cdot l_5}{J_0} = \frac{m \cdot g \cdot \frac{1}{4} l}{\frac{7}{48} m l^2} = \frac{48 \cdot g}{4 \cdot 7 \cdot l} = \frac{12 \cdot g}{7 \cdot l}$

$\underline{\underline{T_0}} = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{7 \cdot l}{12 \cdot g}} = \underline{\underline{\pi \sqrt{\frac{7 \cdot l}{3 \cdot g}}}}$



zu 4.a)  $\underline{\underline{\Lambda}} = \frac{1}{1} \ln \frac{x_1}{x_2} = \ln \frac{45}{3} = \underline{\underline{0,405}}$

b)  $\underline{\underline{\Lambda}} = \frac{1}{1} \ln \frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{1} \ln \frac{x_2}{x_3} \Rightarrow \ln \frac{x_1}{x_2} = \ln \frac{x_2}{x_3} \left| e^x \right.$

$\frac{x_1}{x_2} = \frac{x_2}{x_3}$  (Verhältnisse gleich)

$\frac{4,5}{3} = \frac{3}{2}$

$\frac{1,5}{1,5} \rightarrow \underline{\underline{\text{identisch}}}$

# Lösungen Prüfung Maschinendynamik 14.03.16

$$\text{Zus) } \omega_0^2 = \frac{c}{m} \Rightarrow c = m \cdot \omega_0^2 = m (2\pi f_0)^2 = 4000 (2 \cdot \pi \cdot 20)^2 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$= \underline{\underline{63165 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}}}$$

$$2s = \frac{b}{m} \Rightarrow b = 2 \cdot f \cdot m ; f = \omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0$$

$$b = 2 \cdot \omega_0 \cdot m = 2 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 4000 \frac{\text{N}}{\text{m/s}}$$

$$= \underline{\underline{402,1 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m/s}}}}$$

$$\eta = \frac{f}{f_0} = \frac{30}{20} = 1,5$$

$$x = \frac{(\Delta u \cdot e)_{\text{ges}}}{m} \cdot \frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\eta\gamma)^2}} = \frac{6 \text{ m}}{4000} \cdot \frac{1,5^2}{\sqrt{(1-1,5^2)^2 + (2 \cdot 0,4 \cdot 1,5)^2}}$$

$$= \underline{\underline{1,948 \text{ mm}}}$$

$$\tan \varphi = - \frac{2\eta\gamma}{1-\eta^2} = - \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 1,5}{1-1,5^2} = +0,960 \Rightarrow \varphi = +43,83^\circ$$

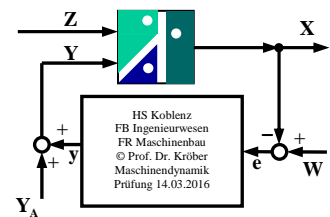
$$\text{wegen } \eta > 1: \underline{\underline{\varphi = +43,83^\circ - 180^\circ = -136,17^\circ}}$$

$$\text{Zu 6) } v_2 = \frac{1}{\eta^2 - 1} (\eta > 1) \Rightarrow \eta^2 - 1 = \frac{1}{v_2} \Rightarrow \eta = \sqrt{1 + \frac{1}{v_2}} = \sqrt{1 + \frac{1}{0,5}} = \sqrt{3}$$

$$\frac{x_{\text{rel}}}{y} = v_3 = \frac{\eta^2}{\eta^2 - 1} (\eta > 1)$$

$$\underline{\underline{x_{\text{rel}}}} = y \frac{\eta^2}{\eta^2 - 1} = 1 \text{ mm} \frac{3}{3-1} = \underline{\underline{1,5 \text{ mm}}}$$

Bem.: x und y in Gegenphase



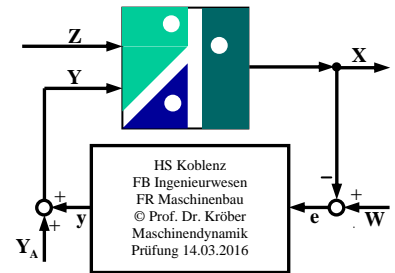
# Lösungen Prüfung Maschinendynamik 14.03.76

$$2a7) 10 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^{5,3} + 10^{9,1} L_{\text{star}} = 10^{6,3}$$

$$\underline{L_{\text{star}} = 10 \cdot \lg [10^{6,3} - 10 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^{5,3}] \text{ dB} = 55,984 \text{ dB} \approx 56,0 \text{ dB}}$$

$$2a8) L_p = 20 \cdot \lg \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{ref}}} = 20 \cdot \lg \frac{0,01}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 53,9794 \text{ dB}$$

200 Hz	53,9794	-10,9	= 43,0794
400 Hz	"	-4,8	= 49,1794
600 Hz	"	-1,9	= 52,0794
800 Hz	"	-0,6	= 53,1794
1000 Hz	"	-0	= 53,9794



$$L_{\text{ges}} = 10 \cdot \lg [10^{4,30794} + 10^{4,91794} + 10^{5,20794} + 10^{5,31794} + 10^{5,39794}] \text{ dB (A)}$$

$$\underline{= 58,587 \text{ dB (A)} \approx 58,6 \text{ dB (A)}}$$

$$2a9, a) \underline{L_p = L_w - 8 \text{ dB} - 20 \cdot \lg r = (95 - 8 - 20 \cdot \lg 70) \text{ dB (A)} = 67,0 \text{ dB (A)}}$$

$$b) \underline{L_{\text{eq}} = L_w - 8 \text{ dB} - 10 \cdot \lg \frac{T_m \cdot a \cdot v}{\pi} = (95 - 8 - 10 \cdot \lg \frac{40 \cdot 10 \cdot 20}{\pi}) \text{ dB (A)}} \\ = 52,941 \text{ dB (A)} \approx 52,9 \text{ dB (A)}$$

$$c) A = 0,163 \frac{\text{V}}{\text{T}} = 0,163 \frac{1710}{0,7} \text{ m}^2 = 398,19 \text{ m}^2$$

$$\underline{L_p = L_w + 6 \text{ dB} - 10 \cdot \lg A = (95 + 6 - 10 \cdot \lg 398,19) \text{ dB (A)}} \\ = 74,999 \text{ dB (A)} \approx 75,0 \text{ dB (A)}$$