Hochschule Koblenz Blatt 1 von 3
Fachbereich Ingenieurwesen
Fachrichtung Maschinenbau

Name ______________________

Matr.-Nr. ______________________

Maschinendynamik SS 2019
Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

- Bearbeitungszeit : 90 min

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

Note : ______________________

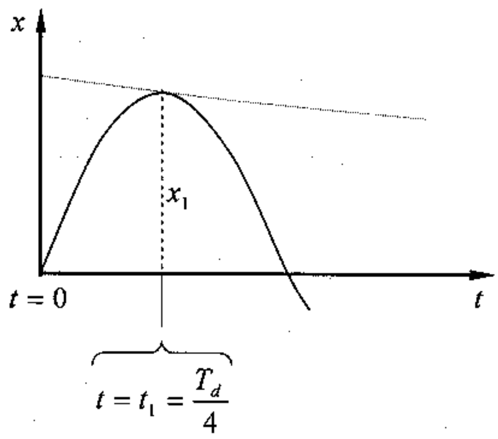
Erlaubte Hilfsmittel:
- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung "Maschinendynamik/-akustik" (12 Blätter)

Aufgabe 1 (15P)

Die Abbildung zeigt den prinzipiellen Verlauf einer gedämpften Schwingung. Die Anfangsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t = 0 sei v_0. Die Anfangsauslenkung sei gleich Null. Die mathematische Beschreibung der abklingenden Schwingung lautet:

$$x = x(t) = e^{-\delta t} \cdot \frac{v_0}{\omega_d} \cdot sin(\omega_d t)$$

Geg.: $v_0 = 5 mm/s$; $\omega_0 = 5 s^{-1}$; $\delta = 3 s^{-1}$



a. Bestimmen Sie die Auslenkung x_1 zum Zeitpunkt t = t_1!

b. Die gegebenen Zahlenwerte von zuvor werden übernommen, jedoch ist in Fragestellung b. die Dämpfung gleich Null. Wie groß ist dann die Maximalauslenkung zu dem genannten Zeitpunkt?

Bem.: Hier einsetzen $t = t_1 = \frac{T_0}{4}$

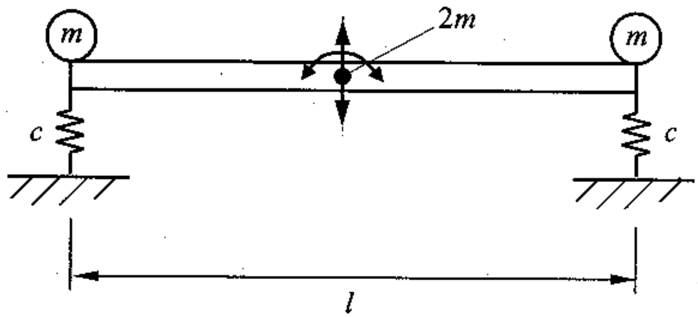
Aufgabe 2 (12P)

Auf einem Biegebalken der Masse $2 \cdot m$ ist links und rechts noch jeweils eine Zusatzmasse m befestigt. Der Biegebalken wird als starr angesehen.

Bestimmen Sie die Eigenkreisfrequenzen für den Fall der translatorischen Schwingform und für den Fall der rotatorischen Schwingform!

Hilfestellung:

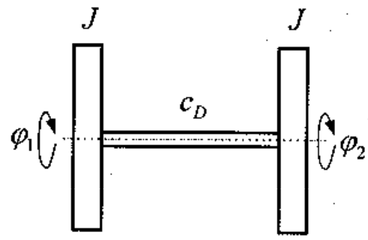
$$J_S = \frac{1}{12} \cdot m_{Biegebalken} \cdot l^2 + 2 \cdot m_{Punktmasse} \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2$$



Ges.: $\omega_0 = f(c,m,l)$ oder $\omega_0 = f(c,m)$

Aufgabe 3 (17P)

Das abgebildete System kann Torsionsschwingungen ausführen. Der dazugehörige Freiheitsgrad ist $\varphi = \varphi_{rel} = \varphi_1 - \varphi_2$.



Gegebene Zahlenwerte:
Länge Welle = 400 mm; G = 80000 N/mm²; J = 0,2 kgm²

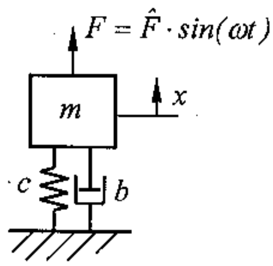
a. Wie groß muss der Durchmesser der Welle sein, damit sich eine Eigenfrequenz von f_0 = 60 Hz ergibt? Die Massenwirkung der Welle wird vernachlässigt.

b. Wo liegt der Schwingungsknoten?

Hilfestellung: $I_P = \frac{\pi}{32} \cdot d^4$

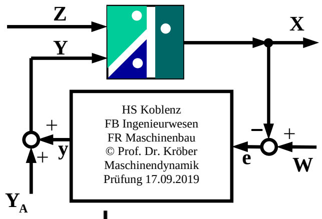
Aufgabe 4 (17P)

Das abgebildete Schwingungssystem wird unterkritisch betrieben. An der Masse m greift eine sinusförmige Kraft an. Durch die Schwingung wird eine sinusförmige Kraft auf die Umgebung übertragen. Die Amplitude der sinusförmigen Kraft auf die Umgebung beträgt $\hat{F}_u$ = 200 N. Die Erdbeschleunigung g wird nicht berücksichtigt.

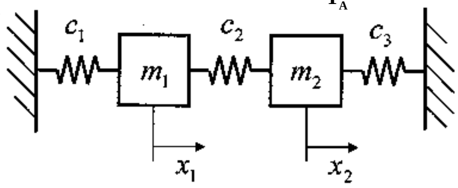


Geg.: m = 20 kg; c = 8000 N/m; $\omega = 10 s^{-1}$; $\vartheta = 0{,}1$

Bestimmen Sie die Kraft $\hat{F}$, die Schwingamplitude $\hat{x}$ und den Wert für b?



Aufgabe 5 (4P)



Das abgebildete System hat zwei Schwingfreiheitsgrade.

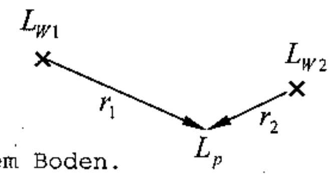
Für den Freiheitsgrad 1 lautet die Differentialgleichung:

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

Ergänzen Sie die fehlenden Terme der Differentialgleichung für den zweiten Freiheitsgrad $m_2 \cdot \ddot{x}_2 = \dots$!

Aufgabe 6 (9P)

In einem Haushalt existiert eine größere Elektroheckenschere. Sie hat laut Typenschild einen Schallleistungspegel von L_{w1} = 98 dB(A). In dem gleichen Haushalt gibt es noch eine kleinere Akku-Heckenschere mit einem Schallleistungspegel von L_{w2} = 80 dB(A). Beide Heckenscheren sollen an einen Messpunkt als gleich laut empfunden werden.
Um das sicherzustellen, müssen die Entfernungen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.
Wie groß muss dazu das Verhältnis r_1 zu r_2 sein (formelmäßige und numerische Lösung)?



Annahme: kugelförmige Abstrahlung im Freifeld über schallhartem Boden.

Ges.: $\dfrac{r_1}{r_2} = f(L_{W1}, L_{W2})$

Aufgabe 7 (8P)

An einem Messpunkt liegen von drei Schallquellen drei Intensitäten vor. Im Einzelnen sind dies $I_1 = 2 \cdot 10^{-8} W/m^2$, $I_2 = 3 \cdot 10^{-8} W/m^2$ und $I_3 = 5 \cdot 10^{-8} W/m^2$. Wie groß sind die Einzelpegel und wie groß ist der Gesamtpegel?

Aufgabe 8 (8P)

Für die Vorbeifahrt eines PKWs wurde bei einer Messzeit von 60 Sekunden ein L_{eq} von 56 dB(A) ermittelt.

a. Wie groß ist der energieäquivalente Dauerschallpegel, wenn alle 300 Sekunden ein PKW vorbeifährt?

b. Wie groß ist der energieäquivalente Dauerschallpegel, wenn alle 5 Sekunden ein PKW vorbeifährt?

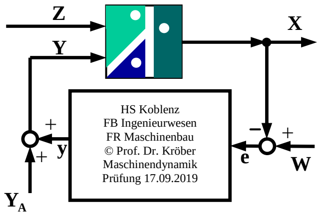
Aufgabe 9 (5P)

Zwei Schallereignisse erzeugen den gleichen unbewerteten Schalldruckpegel. Bei einem Ereignis beträgt die Frequenz 200 Hz, im anderen Fall sind es 800 Hz. Wie groß ist die Differenz der A-bewerteten Schallpegel?

Aufgabe 10 (5P)

Beim Ausschalten einer Geräuschquelle in einem Raum fällt der Pegel innerhalb 0,2 Sekunden um 20 dB. Wie groß ist dann die sogenannte Nachhallzeit?

Prüfung Maschinendynamik 17.09.2019



zu 1 a) $\omega_d = \sqrt{\omega_0^2-\delta^2} = \sqrt{5^2-3^2}\,s^{-1} = 4s^{-1}$

$T_d = \frac{2\pi}{\omega_d} = \frac{2\pi}{4}s = 1{,}5708s$; $t_1 = \frac{T_d}{4} = 0{,}3927s$

$$x_1 = e^{-3\cdot 0{,}3927}\cdot\frac{5mm/s}{4s^{-1}}\underbrace{\sin(\underbrace{4s^{-1}\cdot 0{,}3927s}_{\pi/2})}_{1} = 0{,}3848mm$$

b) $$x_1 = \underbrace{e^{-0\cdot t}}_{1}\cdot\frac{v_0}{\omega_{d=\omega_0}}\cdot 1 = \frac{v_0}{\omega_0} = 5mm/s / 5s^{-1} = 1mm$$

zu 2) translatorisch $\omega_0^2 = \frac{c_{ges}}{m_{ges}} = \frac{2\cdot c}{4\cdot m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{c}{2m}}$

rotatorisch $$\omega_0^2 = \frac{c_D}{J_S} = \frac{2\cdot c\cdot(\ell/2)^2}{\frac{1}{12}2m\ell^2+2m(\frac{\ell}{2})^2} = \frac{\frac{1}{2}c\cancel{\ell^2}}{(\frac{1}{6}+\frac{1}{2})m\cancel{\ell^2}} = \frac{3\cdot c}{4m}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{3c}{4m}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3c}{m}}$$

zu 3) $$\omega_0^2 = c_D\left(\frac{1}{J}+\frac{1}{J}\right) = \frac{2c_D}{J} \Rightarrow c_D = \frac{J(2\pi f_0)^2}{2} = \frac{0{,}2(2\cdot\pi\cdot 60)^2}{2}Nm/rad$$

$$= 1{,}421\cdot 10^4\,Nm/rad$$

$$\varphi = \frac{M\cdot\ell}{G\cdot J_p} \Rightarrow c_D = \frac{M}{\varphi} = \frac{G\cdot J_p}{\ell}$$

$$J_p = \frac{c_D\cdot\ell}{G} = \frac{1{,}421\cdot 10^4\cdot 0{,}4}{80000\cdot 10^6}m^4 = 7{,}106\cdot 10^{-8}m^4 = \frac{\pi}{32}d^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32\cdot J_p}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{32\cdot 7{,}106\cdot 10^{-8}}{\pi}}\,m = 29{,}17mm$$

Schwingungsknoten in der Mitte

zu 4) $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{8000}{20}}\,s^{-1} = 20s^{-1}$; $\eta = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{10}{20} = 0{,}5$

$$V_2 = \frac{\hat{F}_u}{\hat{F}} = \frac{\sqrt{1+(2D\eta)^2}}{\sqrt{(1-\eta^2)^2+(2D\eta)^2}} \Rightarrow \hat{F} = \hat{F}_u\frac{\sqrt{(1-\eta^2)^2+(2D\eta)^2}}{\sqrt{1+(2D\eta)^2}}$$

$$\hat{F} = 200N\,\frac{\sqrt{(1-0{,}5^2)^2+(2\cdot 0{,}1\cdot 0{,}5)^2}}{\sqrt{1+(2\cdot 0{,}1\cdot 0{,}5)^2}} = 150{,}58N$$

Prüfung Maschinendynamik 17.09.2019

4) $\hat{x} = \frac{\hat{F}}{c} \frac{1}{\sqrt{(1-\eta^2)^2+(2D\eta)^2}} = \frac{150,58}{8000} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-0,5^2)^2+(2\cdot 0,1\cdot 0,5)^2}}\, m$

$= 24,88\,mm$

$2\delta = \frac{b}{m} \Rightarrow b = 2\underbrace{\delta}_{D\cdot\omega_0} m = 2\cdot D\,\omega_0\, m = 2\cdot 0,1\cdot 20\cdot 20\, \frac{N}{m/s} = 80\, \frac{N}{m/s}$

zu5) $m_2\ddot{x}_2 = -c_3 x_2 - c_2(x_2-x_1)$

zu6) $L_{p1} = L_{p2}$

$L_{W1} - \cancel{8dB} - 20\lg r_1 = L_{W2} - \cancel{8dB} - 20\cdot\lg r_2$

$L_{W1} - L_{W2} = 20\lg r_1 - 20\lg r_2 = 20\cdot\lg\frac{r_1}{r_2} \quad \Big| \frac{1}{20} \Big| 10^x$

$\frac{r_1}{r_2} = 10^{\frac{L_{W1}-L_{W2}}{20}} = 10^{\frac{98-80}{20}} = 7,943$

zu7) $L_1 = 10\cdot\lg\frac{2\cdot 10^{-8}}{10^{-12}}\, dB = 43,0103\, dB \approx 43,0\, dB$

$L_2 = 10\cdot\lg\frac{3\cdot 10^{-8}}{10^{-12}}\, dB = 44,7712\, dB \approx 44,8\, dB$

$L_3 = 10\cdot\lg\frac{5\cdot 10^{-8}}{10^{-12}}\, dB = 46,9897\, dB \approx 47,0\, dB$

$J_{ges} = J_1 + J_2 + J_3 = (2\cdot 10^{-8} + 3\cdot 10^{-8} + 5\cdot 10^{-8})\frac{W}{m^2} = 10^{-7}\, W/m^2$

$L_{ges} = 10\cdot\lg\frac{10^{-7}}{10^{-12}}\, dB = 50\, dB$ (exakt)

zu8a) $L_{eq} = 10\cdot\lg\left[\frac{1}{300s}\cdot 10^{0,1\cdot 56}\cdot 60s\right] = 49,01\, dB(A) \approx 49,0\, dB(A)$

b) $L_{eq} = 10\cdot\lg\left[\frac{1}{5s}\cdot 10^{5,6}\cdot 60s\right] = 66,79\, dB(A) = 66,8\, dB(A)$

zu9) $L_{800} - L_{200} = \Delta L = \cancel{L_{ein}} - 0,8dB - (\cancel{L_{ein}} - 10,9dB) = +10,1\, dB$ bzw. $dB(A)$

zu10) $T = 3\cdot 0,2s = 0,6s$