

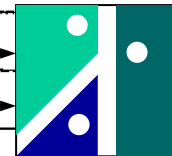
Maschinendynamik WS 21/22
 Prof. Dr. W. Kröber

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	

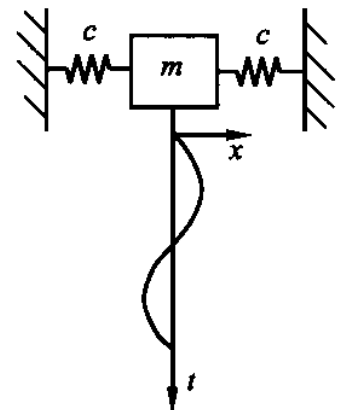


HS Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 FR Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Maschinendynamik
 Prüfung 29.01.2022

Aufgabe 1 (14P)

Ein Schwingungssystem hat zum Zeitpunkt $t = 0$ eine Anfangsgeschwindigkeit $\dot{x}(t=0) = 5 \text{ m/s}$. Die Zeitdauer zwischen zwei Nullstellen der Schwingung beträgt $0,6 \text{ sec}$.

- a. Wie groß ist die maximale Auslenkung?
- b. Die Masse m sei 6 kg . Wie groß ist im Moment der maximalen Auslenkung die potentielle Energie einer Feder und die potentielle Energie von beiden Federn zusammen?



Aufgabe 2 (7P)

Von einer ausklingenden Schwingung sind zwei aufeinander folgende Ausschläge bekannt:

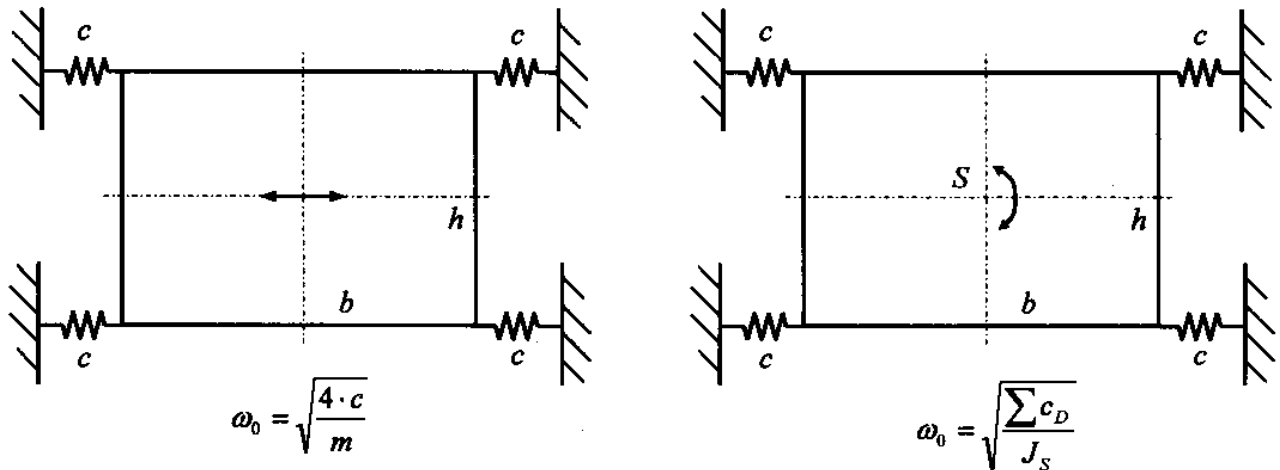
	Auslenkung 1	Auslenkung 2	Auslenkung 3	Auslenkung 4
Auslenkung	2,4 mm	1,2 mm	(egal)	???

- a. Bestimmen Sie das logarithmische Dekrement und den Dämpfungsgrad!
- b. Wie groß ist die Auslenkung 4?

Aufgabe 3 (13P)

Die ebene Platte ist an 4 Federn aufgehängt. Im linken Fall führt die Platte horizontale, translatorische Schwingungen aus, im rechten Fall sind es Drehschwingungen (kleine Auslenkungen) um den Schwerpunkt.

Für das Massenträgheitsmoment gilt: $J_S = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (b^2 + h^2)$

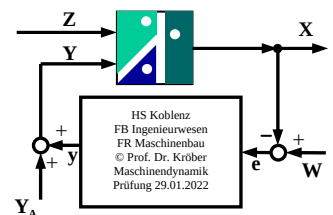
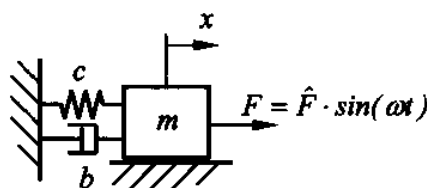


- Führen Sie die Berechnung zur Berechnung der Eigenkreisfrequenz für den Drehschwingungsfall durch!
- Bei einem geeigneten Verhältnis b/h ergeben sich für den translatorischen und rotatorischen Fall die gleichen Eigenfrequenzen. Für welches Verhältnis b/h ist das der Fall?

Aufgabe 4 (19P)

An einem gedämpften Feder-Masse-System greift eine sinusförmige Kraft an.

Geg.: $c = 30000 \text{ N/m}$; $\hat{F} = 2000 \text{ N}$; $f_0 = 30 \text{ Hz}$; $f = 90 \text{ Hz}$; $\vartheta = 0,2$

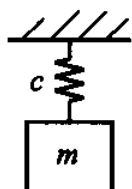


- Bestimmen Sie die sich einstellende Amplitude $\hat{x}$!
- Wie groß ist die Masse m ?
- Für den Fall, dass es sich bei der erregenden Kraft um eine Unwucht handelt: Wie groß ist diese Unwucht?
- Wie groß ist der Maximalwert der Kraft auf die Umgebung?
- Bei einem möglichen Ausschwingvorgang stellt sich eine ausklingende Schwingung ein. Wie groß ist die Frequenz dieser ausklingenden Schwingung?

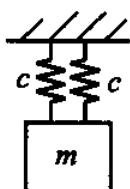
Aufgabe 5 (12P)

In dieser Aufgabe sind einige Kombinationen dargestellt, welche mit zwei Massen und zwei Federn möglich sind. Die Erdbeschleunigung wird vernachlässigt.

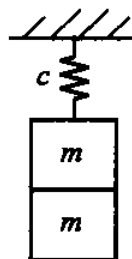
Für den linken Fall ist $z_1 = 1$. Bestimmen Sie für die anderen Fälle die Werte für z (stets exakte Lösung angeben, z.B. $z_4 = \frac{3}{2} + \frac{\sqrt{7}}{2}$). Gesucht sind also z_2 , z_3 , z_4 und z_5 .



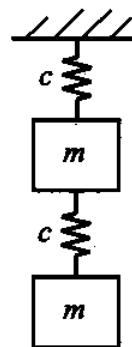
$$\omega_0^2 = z_1 \cdot \frac{c}{m}$$



$$\omega_0^2 = z_2 \cdot \frac{c}{m}$$



$$\omega_0^2 = z_3 \cdot \frac{c}{m}$$



$$\omega_{01}^2 = z_4 \cdot \frac{c}{m}$$

$$\omega_{02}^2 = z_5 \cdot \frac{c}{m}$$

Aufgabe 6 (9P)

Im Labor Maschinenakustik werden zwei verschiedene Maschinen betrieben. Dabei werden 6 Terzen untersucht. Alle angegebenen Pegel sind unbewertet [in dB].

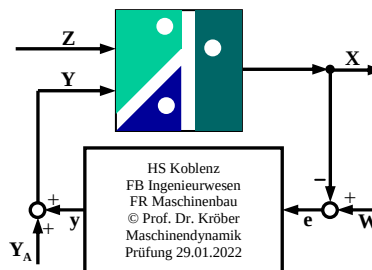
Bezeichnung:

Fall 1, nur Maschine 1 eingeschaltet

Fall 2, nur Maschine 2 eingeschaltet

Fall 3, beide Maschinen zusammen eingeschaltet

f [Hz]	Fall 1	Fall 2	Fall 3
500	51	59	
630	52	58	
800	53		61
1000	55		60
1250		56	59
1600		55	58



a. Bestimmen Sie die in der Tabelle 6 fehlenden Pegel!

b. Wie groß ist der A-bewertete Gesamtpegel (nur Fall 3)?

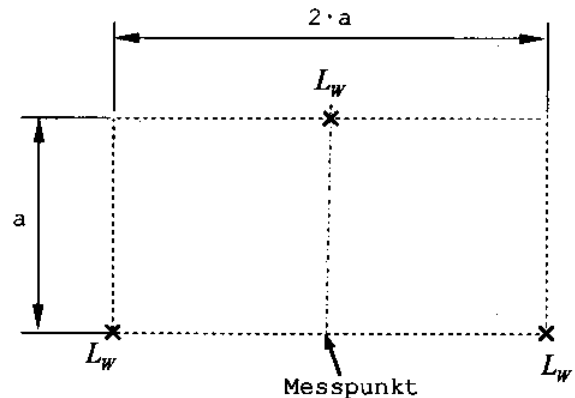
Aufgabe 7 (7P)

Auf einer Ebene befinden sich gemäß der Skizze 3 identische Schallquellen mit jeweils $L_w = 92$ dB.

Hinweis/Annahme:

Es gelten die Freifeldbedingungen auf einer schallharten Unterlage.

Geg.: $a = 12$ m



- Wie groß ist der daraus resultierende Schalldruckpegel am Messpunkt (Rechnung ohne Umgebungspegel)?
- Der Umgebungspegel am Messpunkt sei $L = 60$ dB. Wie groß ist dann der Schalldruckpegel am Messpunkt?

Aufgabe 8 (9P)

Ein Raum hat ein Volumen von 500 m^3 . Mit einer Nachhallzeit von 1,3 Sekunden ist er sehr hallig. Eine im Raum befindliche Maschine erzeugt im diffusen Schallfeld einen Schalldruckpegel von 65 dB(A). Nun werden in dem Raum 30 Personen gleichmäßig verteilt positioniert. Jede Person hat eine Absorptionsfläche von $0,5 \text{ m}^2$. Wie groß sind dann die neue Nachhallzeit und der neue Schalldruckpegel?

Aufgabe 9 (7P)

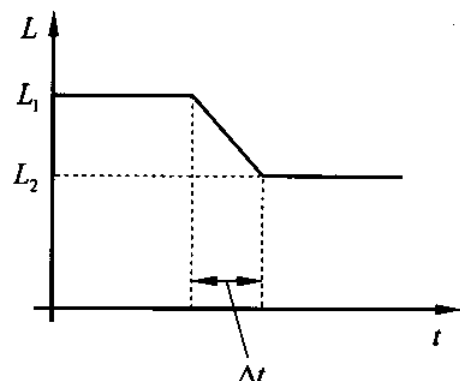
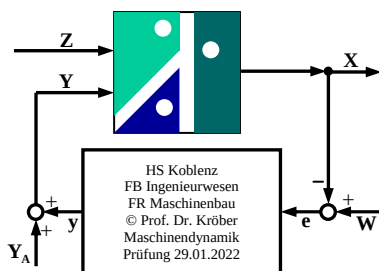
Bei der ebenen Schallausbreitung eines Tones beträgt der Spitzenwert des Schalldruckes $0,75 \text{ Pa}$.

- Bestimmen Sie den unbewerteten Schalldruckpegel!
- Die Ausbreitungsfläche beträgt $0,2 \text{ m}^2$. Wie groß ist die transferierte Schallleistung [in Watt]?

Aufgabe 10 (3P)

In einem Raum herrscht durch eine Geräuschquelle zunächst ein Pegel von L_1 . Dann wird die Geräuschquelle ausgeschaltet. Es ergibt sich ein linearer Abfall des Pegels, bis der Ruhepegel L_2 im Raum erreicht wird. Wie groß ist die Nachhallzeit?

Geg.: $L_1 = 90$ dB, $L_2 = 70$ dB; $\Delta t = 0,3$ s



Prüfung Maschinendynamik 29.01.22

zu 1) $v = \omega \cdot r$ bzw. $\dot{x} = \omega \cdot \hat{x}$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $T = 2 \cdot 0,6 s = 1,2 s$

$$\hat{x} = \frac{\dot{x}}{\omega} = \frac{5}{\frac{2\pi}{1,2}} m = 0,9549 m$$

$$E_{kin} = \frac{m}{2} v^2 = \frac{6}{2} \cdot 5^2 J = 75 J = E_{potges}$$

$$E_{pot\&kin} = \frac{75 J}{2} = 37,5 J$$

oder aus: $E_{pot\&kin} = \frac{c}{2} \hat{x}^2$; $\omega_0^2 = \frac{2c}{m} \Rightarrow c = 82,25 N/m$

zu 2) $\Lambda = \ln \frac{x_0}{x_1} = \ln \frac{2,4}{1,2} = 0,6931$

$$\alpha = \frac{\Lambda}{\sqrt{(2\pi)^2 + \Lambda^2}} = \frac{0,6931}{\sqrt{(2\pi)^2 + 0,6931^2}} = 0,1097$$

Ampl. fallen stetig auf die Hälfte

$$1,2 \cdot 0,5 mm = 0,6 mm \Rightarrow 96 \cdot 0,5 mm = 0,3 mm$$

zu 3) $\omega_0^2 = \frac{2c}{J_s} = \frac{4 \cdot c \left(\frac{h}{2}\right)^2}{\frac{1}{12} m (b^2 + h^2)} = \frac{12 \cdot c \cdot h^2}{m (b^2 + h^2)} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{12 c h^2}{m (b^2 + h^2)}}$

$$\frac{4k}{m} = \frac{12 k h^2}{m (b^2 + h^2)} \Rightarrow b^2 + h^2 = 3 h^2$$

$$b^2 = 2 h^2$$

$$b = \sqrt{2} \cdot h$$

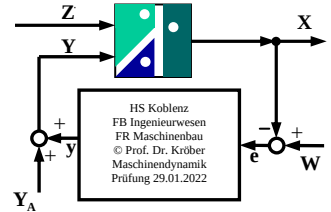
zu 4) $\gamma = \frac{f}{f_0} = \frac{30 Hz}{30 Hz} = 3$ (Bem.: jetzt jede Teilaufgabe für sich lösbar)

$$\hat{x} = \frac{\frac{1}{F}}{c \sqrt{(1-\gamma^2)^2 + (2\zeta\gamma)^2}} = \frac{2000}{30000} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-3^2)^2 + (2 \cdot 0,2 \cdot 3)^2}} m$$

$$= 8,241 mm$$

b) $\omega_0^2 = \frac{c}{m} \Rightarrow m = \frac{c}{\omega_0^2} = \frac{30000}{(2 \cdot \pi \cdot 30)^2} kg = 0,8443 kg$

c) $\frac{1}{F} = (\Delta m e) \omega^2 \Rightarrow \Delta m e = \frac{1}{\omega^2} = \frac{2000}{(2 \cdot \pi \cdot 90)^2} kg \cdot m = 6,254 \cdot 10^{-3} kg \cdot m$



Prüfung Maschinendynamik 29.01.22

$$4, d) \frac{1}{F_u} = \frac{1}{F} \frac{\sqrt{1 + (2 \cdot 24)^2}}{\sqrt{(1 - 4^2)^2 + (2 \cdot 24)^2}} = 2000 \text{ N} \frac{\sqrt{1 + (2 \cdot 92 \cdot 3)^2}}{\sqrt{(1 - 3^2)^2 + (2 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 3)^2}} = \underline{\underline{386,2 \text{ N}}}$$

$$e) \omega_d^2 = \omega_0^2 - \delta^2 = \omega_0^2 - n^2 \omega_0^2 = \omega_0^2 (1 - n^2)$$

$$\downarrow \quad \quad \quad \downarrow$$

$$(2\pi f_d)^2 = (2\pi \cdot f_0)^2 (1 - n^2)$$

$$f_d = f_0 \sqrt{1 - n^2} = 30 \text{ Hz} \sqrt{1 - 0,2^2} = \underline{\underline{29,394 \text{ Hz}}}$$

$$215) \quad \omega_0^2 = \frac{2c}{m} = 2 \frac{c}{m} \Rightarrow \underline{\underline{z_2 = 2}}$$



$$\omega_0^2 = \frac{c_{ges}}{m} = \frac{c/2}{m} = \frac{1}{2} \frac{c}{m} \Rightarrow \underline{\underline{z_3 = \frac{1}{2}}}$$



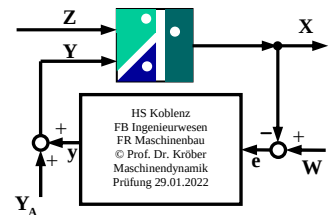
$$\omega_{0,1/2}^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{c+c}{m} + \frac{c}{m} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{c+c}{m} + \frac{c}{m} \right)^2 - \left(\frac{c}{m} \right)^2}$$

$$= \frac{3}{2} \frac{c}{m} \pm \sqrt{\frac{1}{4} \cdot \frac{9}{4} \left(\frac{c}{m} \right)^2 - \left(\frac{c}{m} \right)^2} = \frac{3}{2} \frac{c}{m} \pm \sqrt{\frac{5}{4} \left(\frac{c}{m} \right)^2}$$

$$= \left(\frac{3}{2} \pm \sqrt{\frac{5}{4}} \right) \frac{c}{m}$$

$$\underline{\underline{z_4 = \frac{3}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} \approx 0,26180}}$$

$$\underline{\underline{z_5 = \frac{3}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2} \approx 0,3820}}$$



$$216) \quad 500 \text{ Hz} : L_{ps} = 10 \cdot \lg(10^{5,1} + 10^{5,2}) = 59,6389 \text{ dB} \approx 59,6 \text{ dB} \quad -3,2 \text{ dB} = 56,4389 \text{ dB(A)}$$

$$630 \text{ Hz} : L_{ps} = 10 \cdot \lg(10^{5,2} + 10^{5,2}) = 58,9732 \text{ dB} \approx 59,0 \text{ dB} \quad -1,9 \text{ dB} = 57,0732 \text{ dB(A)}$$

$$800 \text{ Hz} : L_2 = 10 \cdot \lg(10^{6,1} - 10^{5,3}) = 60,2506 \text{ dB} \approx 60,3 \text{ dB} \quad 61 - 0,8 \Rightarrow 60,2 \text{ dB(A)}$$

$$1000 \text{ Hz} : L_2 = 10 \cdot \lg(10^6 - 10^{5,7}) = 58,3491 \text{ dB} \approx 58,3 \text{ dB} \quad \pm 0 \Rightarrow 60 \text{ dB(A)}$$

$$1250 \text{ Hz} : L_1 = 10 \cdot \lg(10^{5,9} - 10^{5,6}) = 55,9799 \text{ dB} \approx 56,0 \text{ dB} \quad 59 + 0,6 \Rightarrow 59,6 \text{ dB(A)}$$

$$1600 \text{ Hz} : L_1 = 10 \cdot \lg(10^{5,8} - 10^{5,7}) = 54,9799 \text{ dB} \approx 55,0 \text{ dB} \quad 58 + 1,0 \Rightarrow 59,0 \text{ dB(A)}$$

$$L_{gesA} = 10 \cdot \lg(10^{5,64389} + 10^{5,70732} + \dots + 10^{5,9}) = 66,7243 \text{ dB(A)} \approx \underline{\underline{66,7 \text{ dB(A)}}}$$

Prüfung Maschinendynamik 29.01.22

$$m7) L_p = L_w - 8 \text{ dB} - 20 \cdot \lg r = (92 - 8 - 20 \cdot \lg 12) \text{ dB} = 62,4164 \text{ dB}$$

$$L_{ps} = L_p + 10 \cdot \lg 3 = (62,4164 + 10 \cdot \lg 3) \text{ dB} = 67,1876 \text{ dB} \approx 67,2 \text{ dB}$$

$$b) L_{ps} = 10 \cdot \lg (10^{6,71876} + 10^6) \text{ dB} = 67,9470 \text{ dB} \approx 67,9 \text{ dB}$$

$$m8) A_{vorher} = \frac{0,163 \cdot v}{T} = \frac{0,163 \cdot 500}{1,3} \text{ m}^2 = 62,6923 \text{ m}^2$$

$$L_w = L_p - 6 \text{ dB} + 10 \cdot \lg A = (65 - 6 + 10 \cdot \lg 62,6923) \text{ dB} = 76,9721 \text{ dB}$$

$$A_{neu} = (62,6923 + 0,5 \cdot 30) \text{ m}^2 = 77,6923 \text{ m}^2$$

$$T_{neu} = 0,163 \cdot \frac{500}{77,6923} \text{ s} = 1,0495$$

$$L_{pneu} = (76,9721 + 6 - 10 \cdot \lg 77,6923) \text{ dB} = 64,0683 \text{ dB} \approx 64,1 \text{ dB}$$

$$m9) L_p = 20 \cdot \lg \frac{0,75 \sqrt{2}}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 88,4703 \text{ dB} = L_j$$

$$L_j = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} \Rightarrow T = J_0 \cdot 10^{0,1 L_j} = 10^{-2} \frac{\text{Nm}}{\text{m}^2} \cdot 10^{8,84703} = 7,031 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Nm}}{\text{m}^2}$$

$$P = J \cdot \dot{\varphi} = 7,031 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Nm}}{\text{m}^2} \cdot 0,2 \text{ m}^2 = 1,406 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

$$m10) \text{ Abfall } 20 \text{ dB} \rightarrow 0,35$$

$$60 \text{ dB} \rightarrow 3 \cdot 0,35 = 0,95 = T$$

