

Maschinendynamik SS 2024
 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	

Aufgabe 1 (14P)

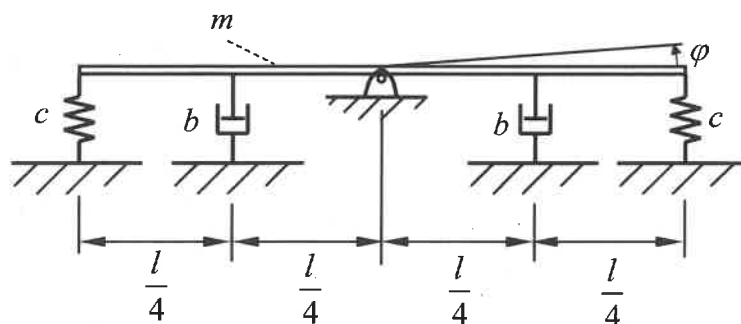
Eine Schwingung wird beschrieben durch $y = -3 \cdot \sin(\omega t) - 4 \cdot \cos(\omega t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$.

- a. Bestimmen Sie zunächst $\hat{y}$ und φ_0 !
- b. Bei welcher Zeit hat die Funktion $y(t)$ ihr erstes Maximum? Hierbei sei $\omega = 0,5 \text{ s}^{-1}$.

Aufgabe 2 (12P)

Der starre Stab mit der Masse m kann Drehschwingungen um das mittig angeordnete Lager ausführen. Die das Problem beschreibende Differentialgleichung lautet:

$$\frac{1}{12} \cdot m \cdot l^2 \cdot \ddot{\varphi} = -2 \cdot c \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \cdot \varphi - 2 \cdot b \cdot \left(\frac{l}{4}\right)^2 \cdot \dot{\varphi}$$



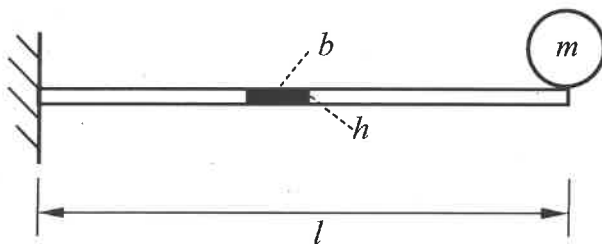
Bestimmen Sie formelmäßig ω_0 , δ und ϑ in Abhängigkeit der gegebenen Größen! Alle gegebenen Größen sind in der Skizze angegebenen.

Aufgabe 3 (14P)

Auf einem einseitig eingespannten Flachstahl, dessen Masse vernachlässigt wird, ist wie in der Skizze dargestellt eine Punktmasse m befestigt.

Welche Höhe h muss der Flachstahl haben, damit die Eigenfrequenz für kleine Vertikalauslenkungen 8 Hz beträgt?

Ferner gegeben: $b = 40 \text{ mm}$; $l = 400 \text{ mm}$; $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$; $m = 6,649 \text{ kg}$



Hilfestellung:

$$I = I_{xx} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

Aufgabe 4 (13P)

Eine Maschine ist mit Feder- und Dämpferelementen auf einem Fundament befestigt.

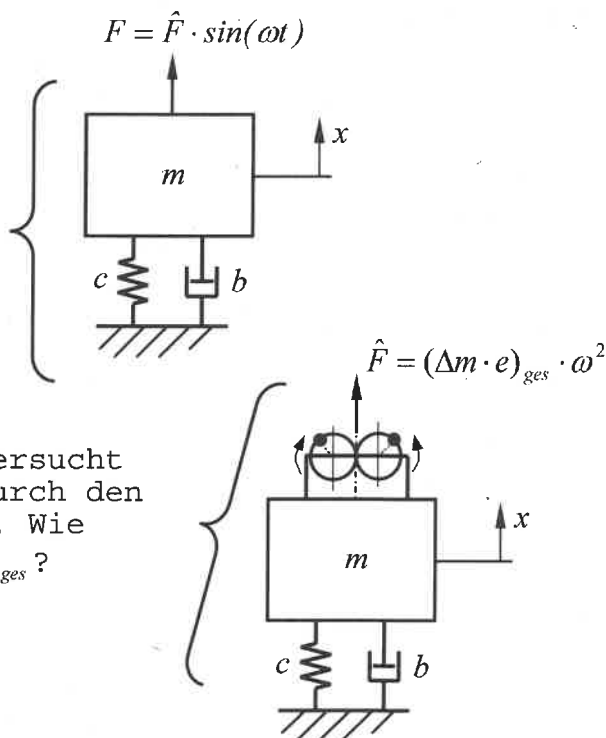
Gegeben:

$c = 48000 \text{ N/m}$; $m = 30 \text{ kg}$; $b = 360 \text{ N} \cdot \text{s/m}$

$\omega = 80 \text{ s}^{-1}$; $\hat{F} = 734,25 \text{ N}$

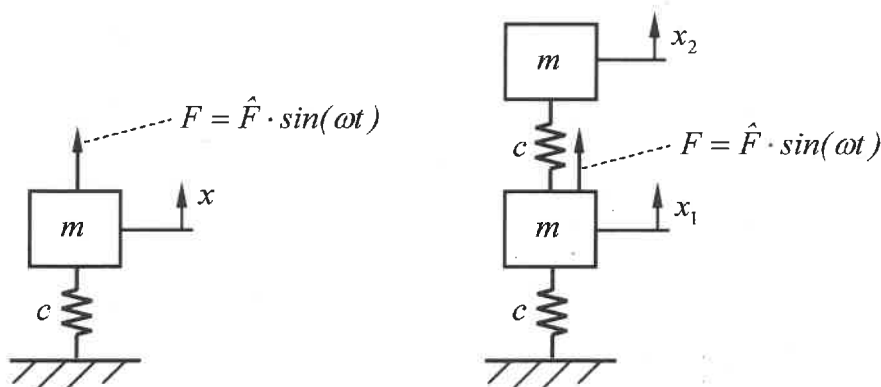
a. Bestimmen Sie die Schwingamplitude $\hat{x}$!

b. Bei gleichen Werten soll der Fall untersucht werden, wenn die dynamische Kraft F durch den gerichteten Schwinger realisiert wird. Wie groß ist dann die Gesamtunwucht $(\Delta m \cdot e)_{\text{ges}}$?



Aufgabe 5 (12P)

Das linke Schwingungssystem wird rechts um eine darüber angeordnete Masse erweitert. Bestimmen Sie für den linken Fall die Amplitude $\hat{x}$ sowie für den rechten Fall die Amplitude $\hat{x}_1$! Erläutern Sie in Worten die jeweiligen ungewöhnlichen Ergebnisse beider Rechnungen!



Gegebene Zahlenwerte: $c = 1000 \text{ N/m}$; $m = 10 \text{ kg}$; $\omega = 10 \text{ s}^{-1}$; $\hat{F} = 200 \text{ N}$

Aufgabe 6 (6P)

Gemäß der TA-Lärm in Verbindung mit den Gesetzgebungen einiger Länder darf in einem Mischgebiet in der Nacht der energieäquivalente Dauerschallpegel in der lautesten Stunde maximal 45 dB(A) betragen. Dabei darf eine Spitze diesen Wert nicht um 20 dB(A) überschreiten.

Nehmen wir mal an, der Umgebungspegel sei Null und der Schalldruckpegel beträgt für eine Zeit t_1 genau 65 dB(A). Wie viele Sekunden darf dieser Pegel andauern, damit der Mittelwert für eine Stunde 45 dB(A) beträgt?

Aufgabe 7 (6P)

Die Daten von drei einzelnen Schallquellen lauten:

$$L_1 = 60 \text{ dB}; p_{\text{eff } 2} = 0,02 \text{ Pa}; I_3 = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

Wie groß ist der Gesamtpegel von allen drei Schallquellen?

Aufgabe 8 (8P)

Ein Raum hat die Form eines Würfels. Die Kantenlänge beträgt $a = 6 \text{ m}$. Darin befindet sich eine Schallquelle mit $L_w = 65 \text{ dB}$. Die Nachhallzeit beträgt 0,6 s.

Bestimmen Sie die Absorptionsfläche, den Schalldruckpegel im diffusen Schallfeld und den mittleren Absorptionsgrad (alle Flächen gleich)!

Aufgabe 9 (8P)

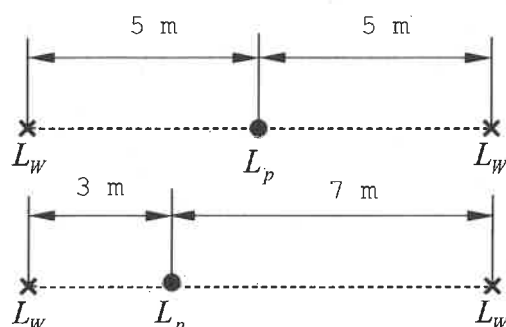
In der Tabelle sind unbewertete Schalldruckpegel angegeben. Der A-bewertete Summenpegel der drei Einzelpegel beträgt 55 dB(A). Wie groß ist der noch fehlende Einzelpegel (unbewertet) bei 800 Hz?

f	500 Hz	630 Hz	800 Hz
L_p	53 dB	53 dB	?? dB

Aufgabe 10 (7P)

In den beiden unten abgebildeten Fällen besteht der Abstand zwischen zwei Schallquellen jeweils identisch 10 m. Durch Überlegung kommt man darauf, dass der gemessene Summenschalldruckpegel minimal ist, wenn dieser Schalldruckpegel genau in der Mitte zwischen beiden Schallquellen gemessen wird (oberer Fall). Bewegt man sich von der Mitte weg, steigt der gemessene Summenschalldruckpegel an.

geg: $L_w = 80 \text{ dB}$



kugelförmige
Schallabstrahlung über
schallhartem Boden

Bestimmen Sie den Summenpegel für den oberen und unteren Fall!

$$m1) y = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{(-3)^2 + (-4)^2} = 5$$

$$\tan \varphi_0 = \frac{B}{A} = \frac{-4}{-3} \Rightarrow \varphi_0 = 53,1301^\circ \text{ (Hauptwert)}$$

$$\varphi_0 = 53,1301^\circ - 180^\circ = -126,8699^\circ$$

$$b) y = \hat{y} \cdot \sin(\underbrace{\omega t + \varphi_0}_{\pi/2}) \Rightarrow t = \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_0\right) \frac{1}{\omega} = \left(\frac{\pi}{2} - (-126,8699^\circ) \cdot \frac{\pi}{180^\circ}\right) \frac{1}{0,5} = 7,570 \text{ s}$$

$$m2) \frac{1}{12} m l^2 \ddot{\varphi} + 2b \frac{l^2}{16} \dot{\varphi} + 2c \frac{l^2}{4} \varphi = 0 \quad | \cdot \frac{12}{m l^2}$$

$$\ddot{\varphi} + \underbrace{\frac{2b l^2 \cdot 12}{16 m l^2}}_{2\delta} \dot{\varphi} + \underbrace{\frac{2c l^2 \cdot 12}{4 m l^2}}_{\omega_0^2} \varphi = 0$$

$$\omega_0^2 = \frac{2 \cdot c \cdot 12}{4 m} = \frac{6c}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{6c}{m}}$$

$$2\delta = \frac{2b \cdot 12}{16 m} \Rightarrow \delta = \frac{3b}{4m}$$

$$\eta = \frac{\delta}{\omega_0} = \frac{3b \sqrt{m}}{4m \sqrt{6c}} = \frac{3}{4} \frac{b}{\sqrt{6cm}}$$

$$m3) \omega_0^2 = \frac{c}{m} \quad f = \frac{7El^3}{3EJ} \Rightarrow c = \frac{F}{f} = \frac{3EJ}{l^3} \quad J = \frac{1}{12} b h^3$$

$$\underbrace{(2\pi f_0)^2}_{(2\pi f_0)^2} = \frac{3E}{m l^3} \cdot \frac{1}{12} b h^3$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{(2\pi f_0)^2 \cdot m l^3 \cdot 12}{3Eb}} = \sqrt[3]{\frac{(2\pi \cdot 8)^2 \cdot 6,649 \cdot 0,4^3 \cdot 12}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 904}} \text{ m} = 7,99996 \text{ mm} \approx 8,00 \text{ mm}$$

$$m4) \frac{1}{x} = \frac{\frac{1}{f}}{\sqrt{(c - m\omega^2)^2 + (b\omega)^2}} = \frac{734,25}{\sqrt{(48000 - 30 \cdot 80^2)^2 + (360 \cdot 80)^2}} \text{ m}$$

$$= 4,99984 \text{ mm} \approx 5,00 \text{ mm}$$

$$b) \frac{1}{f} = (\Delta m \cdot e)_{\text{ges}} \omega^2 \Rightarrow (\Delta m \cdot e)_{\text{ges}} = \frac{1}{\omega^2} = \frac{734,25}{80^2} \text{ kg/m} = 0,11473 \text{ kg/m}$$

Prüfung Maschinendynamik 06.07.2024

$$m5) \frac{1}{x} = \frac{1}{c - m\omega^2} = \frac{200}{(1000 - 10 \cdot 10^2)} m = \frac{200}{0} m \rightarrow \infty$$

$$\omega_0^2 = \frac{c}{m} = \frac{1000}{10} s^{-2} \Rightarrow \omega_0 = 10 s^{-1} = \omega \quad (\text{Resonanz})$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{1}{c - m\omega^2} = \frac{1000 - 10 \cdot 10^2}{0} m = \frac{0}{\neq 0} m = 0 m$$

Tilgung (Zähler = Null)

$$m6) 10^{0,1 \cdot \log} \cdot T_m = 10^{0,1 \cdot L_1} \cdot T_1$$

$$T_1 = T_m \cdot \frac{10^{0,1 \cdot \log}}{10^{0,1 \cdot L_1}} = 3600 s \cdot \frac{10^{4,5}}{10^{6,5}} = \underline{\underline{36 s}}$$

$$m7) L_2 = 20 \cdot \lg \frac{P_{eff}}{P_{ref}} = 20 \cdot \lg \frac{0,02}{20 \cdot 10^{-6}} dB = 60 dB$$

$$L_3 = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} = 10 \cdot \lg \frac{10^{-6}}{10^{-12}} dB = 60 dB$$

$$L_{ges} = L_1 + 10 \cdot \lg 3 = 60 dB + 10 \cdot \lg 3 = 64,771 dB \approx 64,8 dB$$

$$m8) V = a^3 = (6m)^3 = 216 m^3 \quad T = 0,16 \frac{V}{A} \Rightarrow A = \frac{0,16 \cdot V}{T} = \frac{0,16 \cdot 216}{0,6} m^2$$

$$L_p = L_w + 6 dB - 10 \cdot \lg A = (65 + 6 - 10 \cdot \lg 58,68) dB = \underline{\underline{58,68 m^2}}$$

$$S = 6^2 \cdot 6m^2 = 216 m^2 = 53,315 dB \approx \underline{\underline{53,3 dB}}$$

$$\alpha = \frac{A}{S} = \frac{58,68}{216} = \underline{\underline{0,2717}}$$

$$m9) 500 Hz: L_A = (53 - 3,2) dB(A) = 49,8 dB(A)$$

$$630 Hz: L_A = (53 - 1,9) dB(A) = 51,1 dB(A)$$

$$10^{5,15} = 10^{4,98} + 10^{5,11} + 10^x \Rightarrow x = 4,9633 \Rightarrow 49,633 dB(A)$$

$$\text{also: } L_{800 Hz} = 49,633 dB(A) + 0,8 dB = 50,433 dB \approx \underline{\underline{50,4 dB}}$$

$$m10) 5m: L_p = L_w - 8 dB - 20 \cdot \lg r = (80 - 8 - 20 \cdot \lg 5) dB = 58,02 dB$$

$$3m: L_p = (80 - 8 - 20 \cdot \lg 3) dB = 62,46 dB$$

$$7m: L_p = (80 - 8 - 20 \cdot \lg 7) dB = 55,098 dB$$

$$5m/7m: L_{ges} = 58,02 dB + 10 \cdot \lg 2 = 61,030 dB \approx \underline{\underline{61,0 dB}}$$

$$3m/7m: L_{ges} = 10 \cdot \lg (10^{6,246} + 10^{5,1799}) dB = 63,19 dB \approx \underline{\underline{63,2 dB}}$$