

Maschinendynamik WS 22/23
 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 (13P)

Eine ungedämpfte Schwingung wird beschrieben durch:

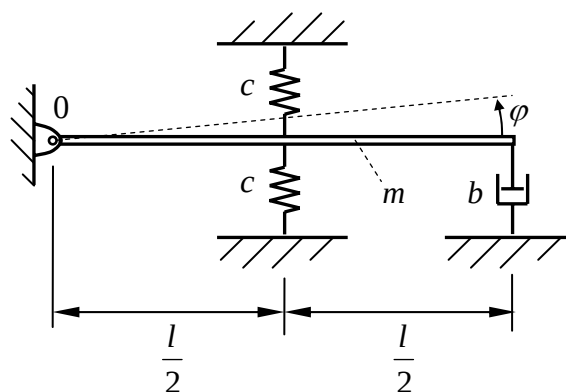
$$y = 2 \cdot \cos(\omega t) - 2 \cdot \sin(\omega t) = \hat{y} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Bestimmen Sie $\hat{y}$, φ_0 sowie die Zeiten der ersten und zweiten Nullstelle im Schwingungsverlauf (Nullstellen mit $t > 0$)!

Geg.: $\omega = 2 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 2 (14P)

Der starre Stab mit der Masse m kann Drehschwingungen um das Lager "0" ausführen. Die folgenden Berechnungen sind, so weit möglich, in den gegebenen Größen m , l , c und b durchzuführen.



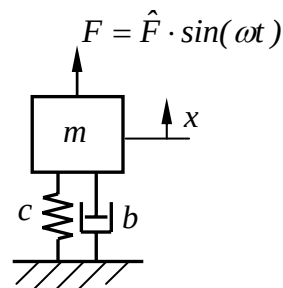
Beschrieben wird die Schwingung durch $J_0 \cdot \ddot{\varphi} + b_D \cdot \dot{\varphi} + c_D \cdot \varphi = 0$.

a. Dabei sei $J_0 = \frac{m \cdot l^2}{3}$. Wie groß sind b_D und c_D ?

b. Wie groß sind ω_0 , δ und ϑ ?

Aufgabe 3 (14P)

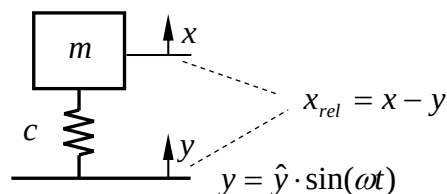
An einer Masse greift eine sinusförmige Kraft an. Bestimmen Sie für die gegebenen Zahlenwerte die Schwingamplitude $\hat{x}$ und die Kraft $\hat{F}_U$ auf die Umgebung! Die Erdbeschleunigung wird nicht berücksichtigt.



Geg.: $c = 8000 \text{ N/m}$; $m = 20 \text{ kg}$; $\omega = 16 \text{ s}^{-1}$; $\hat{F} = 80 \text{ N}$; $\vartheta = 0,1$

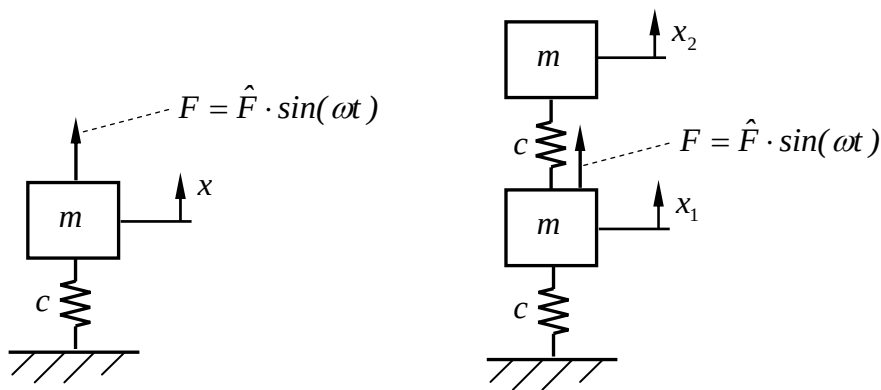
Aufgabe 4 (10P)

Für das angegebene Schwingungssystem ist nur der überkritische Fall zu untersuchen. Der Maximalwert des Relativweges $\hat{x}_{rel}$ beträgt 4 mm, der Wert für η liegt bei $\eta=2$. Wie groß sind die Absolutwege von $\hat{x}$ und $\hat{y}$?



Aufgabe 5 (14P)

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 $\hat{x}_1$!



Gegebene Zahlenwerte: $c = 1000 \text{ N/m}$; $m = 10 \text{ kg}$;
 $\omega_0 = 10 \text{ s}^{-1}$ (überbestimmt); $\omega = 5 \text{ s}^{-1}$; $\hat{F} = 7,5 \text{ N}$

Aufgabe 6 (9P)

An einem Messpunkt beträgt der Gesamtpegel 59,61 dB(A). Er setzt sich zusammen aus einem Einzelpegel $L_1 = 52 \text{ dB(A)}$ und n gleichen Schallquellen $L_2 = 51 \text{ dB(A)}$. Wie groß ist die Zahl n?

Aufgabe 7 (8P)

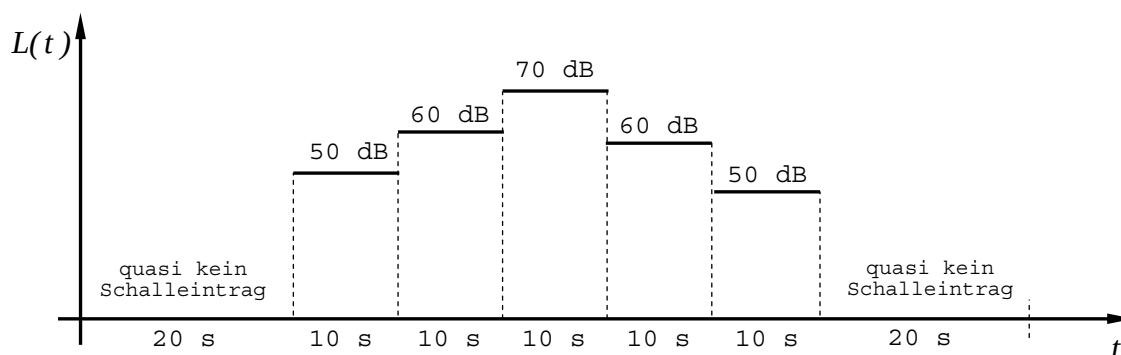
Der Abstand von einer punktförmigen Schallquelle zu einem Messpunkt beträgt 15 m. An dem Messpunkt wird ein Schallpegel von 65 dB gemessen.

- Wie groß sind an dem Messpunkt die Intensität [in W/m^2] und p_{eff} [in Pa]?
- Wie groß ist der Schalldruckpegel, wenn der Abstand von Schallquelle zu einem neuen Messpunkt 25 m beträgt?

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

Aufgabe 8 (7P)

Der abgebildete Pegelverlauf soll die Vorbeifahrt eines PKWs annähern. Die gesamte Messzeit beträgt 90 Sekunden. Wie groß ist der energieäquivalente Dauerschallpegel für die gesamten 90 Sekunden?



Aufgabe 9 (7P)

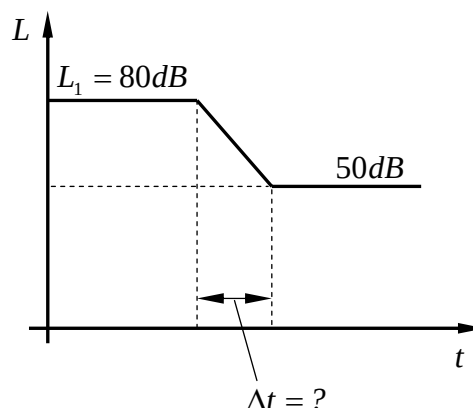
Von einem Signal wurden folgende (unbewertete) Terzen ermittelt. Bestimmen Sie den A-bewerteten Gesamtpegel!

f [Hz]	200	250	315	400	500
L_p [dB]	40	42	44	46	48

Aufgabe 10 (4P)

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 im Raum erreicht wird. Die Nachhallzeit beträgt $T = 0,6$ s.

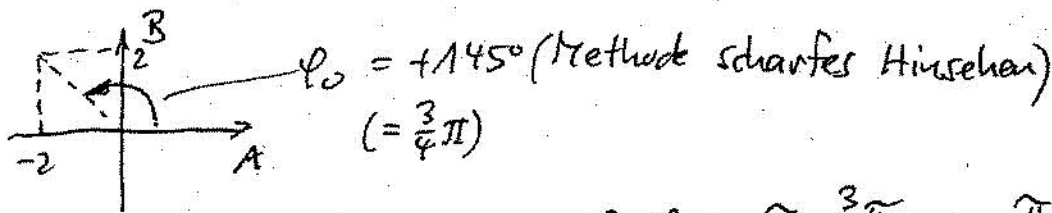
- Wie groß ist der Ruhepegel?
- Wie groß ist die Zeit Δt ?



Prüfung Maschinendynamik 28.01.2023

$$m1) \quad y = \underbrace{2 \cos(\omega t)}_B - \underbrace{2 \sin(\omega t)}_A$$

$$y = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{(-2)^2 + 2^2} = \underline{2 \cdot \sqrt{2}} \approx 2,828$$



$$y = \underbrace{y}_{\pi \text{ Nullstelle}} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow t = \frac{\pi - \varphi_0}{\omega} = \frac{\pi - \frac{3}{4}\pi}{2s^{-1}} \left(= \frac{\pi - 145^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}}{2s^{-1}} \right)_{\text{alternativ}}$$
$$= \underline{0,39275}$$

nächste Nullstelle:

$$2\pi = \omega t + \varphi_0 \Rightarrow t = \frac{2\pi - 145^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}}{2} = \underline{1,96355}$$

$$m2) \quad b_D = b \cdot l^2$$

$$Q = 2 \cdot c \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} c \cdot l^2$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{Q}{J_0}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} c l^2}{\frac{1}{3} m l^2}} = \underline{\underline{\sqrt{\frac{3c}{2m}}}}$$

$$2\delta = \frac{b_D}{J_0} = \frac{b \cdot l^2}{\frac{1}{3} m l^2} = \frac{3b}{m} \Rightarrow \underline{\underline{\delta = \frac{3b}{2m}}}$$

$$l = \frac{\delta}{\omega_0} = \frac{\frac{3b}{2m}}{\sqrt{\frac{3c}{2m}}} = \underline{\underline{\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{b}{\sqrt{c \cdot m}}}}}$$

$$m3) \quad \omega_0^2 = \frac{\epsilon}{m} = \frac{8000}{20} s^{-2} \Rightarrow \omega_0 = 20 s^{-1}$$

$$\zeta = \frac{c}{\omega_0} = \frac{16}{20} = 0,8$$

Prüfung Maschinendynamik 28.01.2023

auch zu 3) $V_1 = \frac{\frac{1}{f}}{\frac{1}{c}} = \frac{1}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\eta\zeta)^2}}$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\eta\zeta)^2}} = \frac{80}{8000} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-0,8^2)^2 + (2 \cdot 0,1 \cdot 0,8)^2}} \text{ m}$$

$$= 25,38 \text{ mm}$$

$$V_2 = \frac{\frac{1}{f_m}}{\frac{1}{f}} = \frac{\sqrt{1+(2\eta\zeta)^2}}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\eta\zeta)^2}} \Rightarrow \frac{1}{f_m} = \frac{1}{f} \frac{\sqrt{1+(2\eta\zeta)^2}}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + (2\eta\zeta)^2}}$$

$$\frac{1}{f_m} = 80 \text{ N} \frac{\sqrt{1+(2 \cdot 0,1 \cdot 0,8)^2}}{\sqrt{(1-0,8^2)^2 + (2 \cdot 0,1 \cdot 0,8)^2}} = 205,65 \text{ N}$$

zu 4) $\frac{x_{\text{res}}}{f} = \frac{\zeta^2}{\zeta^2 - 1} = V_3 \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{x_{\text{res}}}{\frac{\zeta^2}{\zeta^2 - 1}} = \frac{4 \text{ mm}}{\frac{2^2}{2^2 - 1}} = 3 \text{ mm}$

$\zeta > 1$

$$\frac{1}{f} \downarrow \frac{1}{\zeta^2 - 1} = V_2 \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{\frac{1}{\zeta^2 - 1}}{\frac{2^2}{2^2 - 1}} = \frac{3 \text{ mm}}{2^2 - 1} = 1 \text{ mm}$$

zu 5) $\zeta = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{5}{10} = 0,5$ $\frac{1}{x} = \frac{1}{c} \frac{1}{\frac{1-\eta^2}{V_1}} = \frac{7,5 \text{ N}}{1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}} \cdot \frac{1}{1-0,5^2} = 10,0 \text{ mm}$

$\zeta < 1$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \frac{c - m\omega^2}{m^2\omega^4 - (mc + 2mc)\omega^2 + c^2}$$

Bem.: $(mc + 2mc = 3mc)$

$$= 7,5 \frac{1000 - 10 \cdot 5^2}{10^2 \cdot 5^4 - 3 \cdot 10 \cdot 1000 \cdot 5^2 + 1000^2} \text{ m}$$

$$= 18,0 \text{ mm}$$

Prüfung Maschinendynamik 28.01.2023

$$m6) \quad 10^{0,1 \cdot L_{ges}} = 10^{0,1 \cdot L_1} + n \cdot 10^{0,1 \cdot L_2}$$

$$n = \frac{10^{0,1 \cdot L_{ges}} - 10^{0,1 \cdot L_1}}{10^{0,1 \cdot L_2}} = \frac{10^{5,961} - 10^{5,2}}{10^{9,1}} = 6,0021 \approx 6 //$$

$$m7) \quad L = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} \Rightarrow J = J_0 \cdot 10^{0,1 \cdot L} = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \cdot 10^{6,5} = 3,162 \cdot 10^{-6} \frac{W}{m^2} //$$

$$L = 20 \cdot \lg \frac{p_{eff}}{p_0} \Rightarrow p_{eff} = p_0 \cdot 10^{\frac{L}{20}} = 20 \cdot 10^{-6} Pa \cdot 10^{\frac{6,5}{20}} = 9,0356 Pa //$$

$$L_w = \underline{L_{p1} + 8 dB + 20 \lg r_1} = \underline{L_{p2} + 8 dB + 20 \lg r_2} \quad \text{Ran: (8 dB gekürzt)}$$

$$L_{p1} - L_{p2} = 20 \cdot \lg r_2 - 20 \cdot \lg r_1 = 20 \cdot \lg \frac{r_2}{r_1}$$

$$L_{p2} = L_{p1} - 20 \cdot \lg \frac{r_2}{r_1} = (65 - 20 \cdot \lg \frac{2,5}{1,5}) dB = 60,563 dB \approx 60,6 dB //$$

$$m8) \quad L_{eq} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{90} (2 \cdot 10^5 \cdot 10 + 2 \cdot 10^6 \cdot 10 + 10^7 \cdot 10) \right] dB = 61,321 dB \approx 61,3 dB //$$

m9)	F [Hz]	200	250	315	400	500
	L_p [dB]	40	42	44	46	48
	A-Bew.	-19,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2
		<u>29,1</u>	<u>33,4</u>	<u>37,4</u>	<u>41,2</u>	<u>44,8</u>

$$L_{ges} = 10 \cdot \lg [10^{2,91} + 10^{3,74} + 10^{3,74} + 10^{4,12} + 10^{4,48}] dB(A)$$

$$= 47,1498 dB(A) \approx 47,1 dB(A) //$$

$$m10) \quad \text{aus Abbildung Ruhepegel} = \underline{L_2 = 50 dB}$$

Abfall 30 dB; Nachhallzeit 60 dB, also

$$\underline{\underline{\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{0,6s}{2} = 0,3s}} //$$