

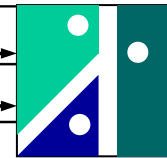
Maschinendynamik WS 20/21
 Prof. Dr. W. Kröber

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 05.03.2021

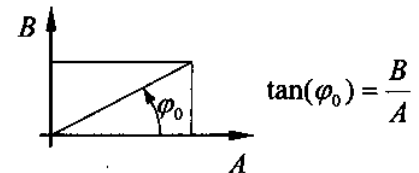
Aufgabe 1 (15P)

Eine ungedämpfte Schwingung wird beschrieben durch:

$$x = x(t) = A \cdot \sin(\omega t) + B \cdot \cos(\omega t) = \hat{x} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Gegebene Zahlenwerte: $A = -2$; $B = -6$; $\omega = 3 \text{ s}^{-1}$

Hilfestellungen:

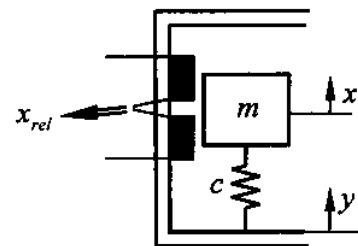


- a. Bestimmen Sie $\hat{x}$ und φ_0 !
- b. Zu welcher Zeit ($t > 0$) ist die Auslenkung erstmals gleich Null?
- c. Nach welcher Zeit ($t > 0$) erreicht die Auslenkung erstmals ein Maximum?

Aufgabe 2 (16P)

Das Schwingungssystem zeigt einen induktiven Beschleunigungsaufnehmer. In diesem Beispiel wird die Dämpfung nicht berücksichtigt. Der Aufnehmer wird unterkritisch betrieben. Der Wert der Vergrößerungsfunktion ist gegeben und beträgt:

$$V = V_x = \frac{\hat{x}_{rel}}{\hat{y}} = 1,2$$



- a. Bestimmen Sie zunächst η !

Dann sei gegeben: $\omega = 60 \text{ s}^{-1}$; $\hat{x} = 0,03 \text{ mm}$

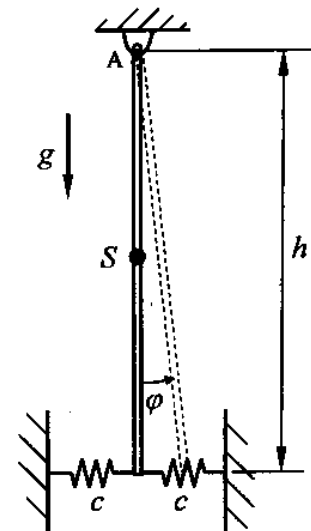
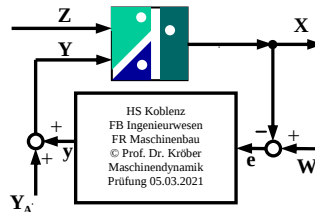
- b. Bestimmen Sie $\hat{y}$ sowie die Beschleunigung des Fußpunktes $\hat{\ddot{y}}$!

Aufgabe 3 (13P)

Der vertikal hängende starre Stab führt bei Auslenkungen um den oberen Aufhängepunkt Schwingungen aus. Die rückstellenden Momente resultieren von der Gewichtskraft und den beiden Federn. Die Rechnung soll für kleine Auslenkungen durchgeführt werden.

$$J_A \cdot \ddot{\varphi} = -m \cdot g \cdot \frac{h}{2} \cdot \sin(\varphi) - M_{\text{von 2 Federn}}$$

wobei: $J_A = \frac{1}{3} \cdot m \cdot h^2$



- Bestimmen Sie eine Formel zur Berechnung der Eigenkreisfrequenz in Abhängigkeit der Größen m , g , h und c !
- Wie groß muss die Federsteifigkeit c sein, damit die rückstellenden Wirkungen von Gewichtskraft und Federn gleich groß sind?
Zahlenwerte für Fragestellung b:
 $m = 3 \text{ kg}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; $h = 0,3 \text{ m}$

Aufgabe 4 (9P)

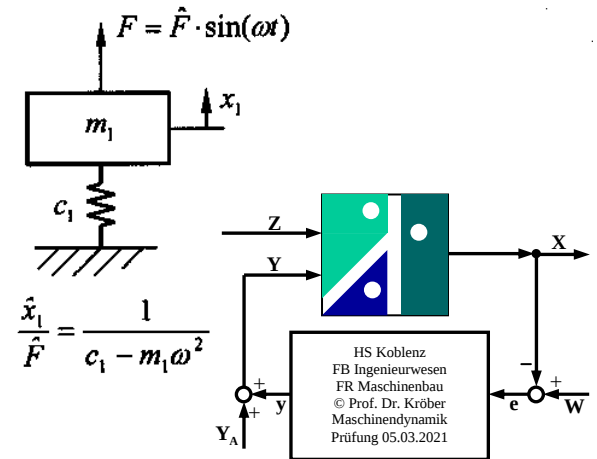
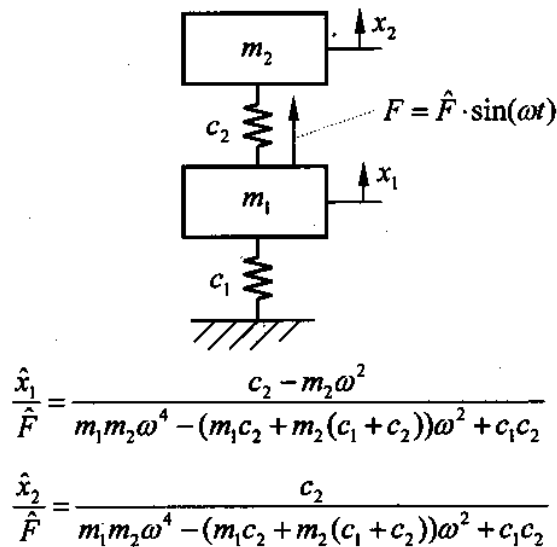
Von einer ausklingenden Schwingung sind drei aufeinander folgende Ausschläge bekannt:

	Auslenkung 1	Auslenkung 2	Auslenkung 3	Auslenkung 4
Auslenkung	2,000	1,800	1,620	???

- Bestimmen Sie das logarithmische Dekrement aus zwei benachbarten Auslenkungen!
- Bestimmen Sie das logarithmische Dekrement aus Auslenkung 1 und Auslenkung 3!
- Wie groß muss Auslenkung 4 sein?
- Um wie viel Prozent nimmt die Auslenkung bei jedem Schwingungszyklus ab?

Aufgabe 5 (12P)

Aus dem vorhandenen Zweimassensystem (links dargestellt) entsteht durch Weglassen von c_2 und m_2 ein Einmassensystem (rechts dargestellt).



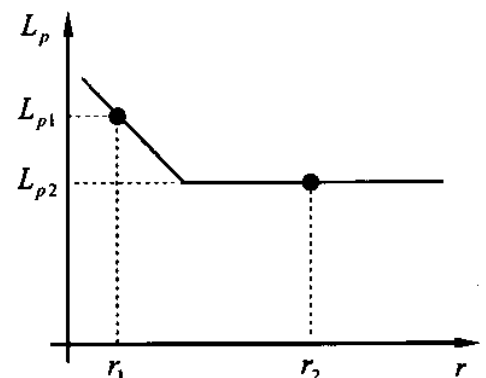
Folgende Zahlenwerte sind gegeben:

$$m_1 = 20 \text{ kg}; m_2 = 4 \text{ kg}; c_1 = 50000 \text{ N/m}; c_2 = 10000 \text{ N/m}$$

- Wie groß muss die Kreisfrequenz sein, damit beim Zweimassenschwinger der Tilgungsfall eintritt? Der Wert der hier ermittelten Kreisfrequenz bleibt für die folgenden Fragestellungen stets erhalten.
- Wie groß muss die Kraft $\hat{F}$ sein, damit die Amplitude $\hat{x}_2 = 2 \text{ mm}$ beträgt (Zweimassenschwinger)? Der Wert der hier ermittelten Kraft bleibt für die folgende Fragestellung erhalten.
- Nun wird mit den gleichen Zahlenwerten das Einmassensystem untersucht. Wie groß ist die Amplitude $\hat{x}_1$? Bitte geben Sie eine Erklärung für Ihr "zahlenmäßiges" Ergebnis an!

Aufgabe 6 (11P)

In einem Raum befindet sich eine punktförmige Schallquelle. Im Nahfeld von der punktförmigen Schallquelle wird im Abstand $r_1 = 0,7 \text{ m}$ ein Schalldruckpegel von $L_{p1} = 70 \text{ dB(A)}$ gemessen (Abstrahlung über gesamtem Raumwinkel). Im diffusen Schallfeld wird ein Pegel von $L_{p2} = 63 \text{ dB(A)}$ gemessen. Der Abstand zur Schallquelle beträgt hier $r_2 = 3 \text{ m}$.



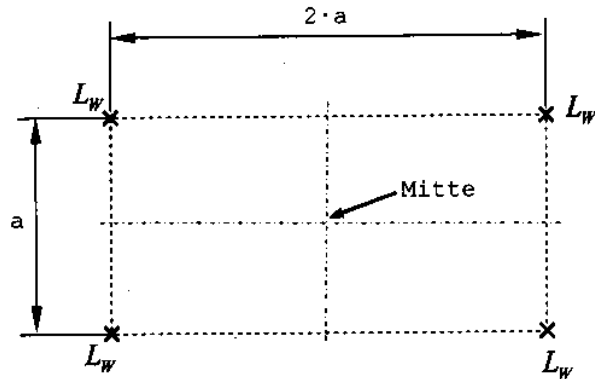
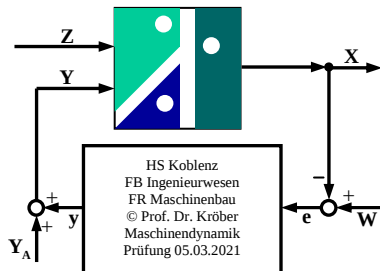
- Bestimmen Sie den Schallleistungspegel der Schallquelle und den Hallradius!
- Wie groß ist die Absorptionsfläche des Raumes?

Aufgabe 7 (7P)

Auf einer Ebene (rechteckige Anordnung, siehe Skizze) befinden sich 4 gleiche Schallquellen mit jeweils $L_w = 91$ dB. Wie groß ist der Schalldruckpegel genau in der Mitte zwischen den einzelnen Schallquellen?

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

Geg.: $a = 15$ m



Aufgabe 8 (5P)

An einem Messpunkt herrscht ohne das Einschalten einer Maschine ein Umgebungspegel/Störpegel von 38 dB(A). Wird die Maschine eingeschaltet, beträgt der Summenpegel 50 dB(A). Wie groß ist der Pegel der Maschine, wenn der Umgebungspegel/Störpegel nicht vorhanden wäre? Geben Sie das Ergebnis gerundet auf 3 Nachkommastellen und gerundet auf 1 Nachkommastelle an!

Aufgabe 9 (8P)

Ergänzen Sie die 8 fehlenden Werte in der Tabelle!

f [Hz]	500	630	800	
I [W/m ²]	10^{-4}			
L_p [dB]		62		50
L_p [dB(A)]			63	50

Aufgabe 10 (4P)

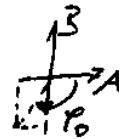
An einem Punkt neben einer Straße liegen innerhalb einer Stunde folgende Schallereignisse vor:

18 Vorbeifahrten LKW / ein LKW: $L_{eq} = 76$ dB(A) bei Messzeit 80 Sekunden
 110 Vorbeifahrten PKW / ein PKW: $L_{eq} = 71$ dB(A) bei Messzeit 60 Sekunden

Wie groß ist der energieäquivalente Dauerschallpegel in der Stunde?

Prüfung Maschinendynamik 05.03.21

m1) $\hat{x} = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{(-2)^2 + (-6)^2} = 6,325$



$\tan \varphi_0 = \frac{B}{A} = \frac{-6}{-2} = 3 \Rightarrow \varphi_0 = 71,565^\circ \Rightarrow \varphi_0 = 71,565^\circ - 180^\circ = -108,435^\circ$

$\omega t + \varphi_0 = 0 \Rightarrow t = -\frac{\varphi_0}{\omega} = -\frac{-108,435^\circ \cdot \pi / 180^\circ}{3} s = 0,63085$

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$

Maximum + $\frac{1}{4}$ Periode: $t = 0,63085 + \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi}{3} s = 1,1545$

m2) $V_3 = \frac{x_{res}}{\hat{y}} = \frac{z^2}{1-z^2} \Rightarrow V_3(1-z^2) = z^2 \Rightarrow V_3 = z^2(1+V_3) \Rightarrow z = \sqrt{\frac{V_3}{1+V_3}}$

$z = \sqrt{\frac{1,2}{1+1,2}} = 0,7385$

$V_2 = \frac{\hat{x}}{\hat{y}} = \frac{1}{1-z^2} \Rightarrow \hat{y} = \hat{x}(1-z^2) = 0,03 \text{ mm} (1 - 0,7385^2) = 0,01364 \text{ mm}$

$\ddot{y} = \hat{y} \omega^2 = 0,01364 \cdot 10^{-3} \text{ m} (60 \frac{1}{s})^2 = 0,04910 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

m3) $\frac{1}{3} m h^2 \ddot{\varphi} + m \cdot g \frac{h}{2} \varphi + 2 c h^2 \varphi = 0 \quad | \cdot \frac{1}{\frac{1}{3} m h^2}$

$\ddot{\varphi} + \underbrace{\frac{\frac{1}{2} m g h + 2 c h^2}{\frac{1}{3} m h^2}}_{\omega_0^2} \varphi = 0 \quad ; \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} m \cdot g + 2 c h}{\frac{1}{3} m h}}$

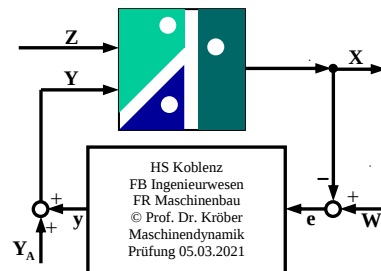
$\frac{1}{2} m g = 2 c h \Rightarrow c = \frac{m \cdot g}{4 h} = \frac{3 \cdot 9,81}{4 \cdot 0,3} \frac{\text{N}}{\text{m}} = 24,525 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

m4) $\Lambda = \ln \frac{2}{1,8} = 0,1054$

$\Lambda = \frac{1}{2} \ln \frac{2}{1,62} = 0,1054$

$1,62 \cdot 0,9 = 1,458$

Abnahme um 10% (Faktor 0,9)



Prüfung Maschinendynamik 05.03.21

$$2u5) \omega_{til} = \sqrt{\frac{Q_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{10000}{4}} s^{-1} = 50 s^{-1}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{\hat{x}_2 [m_1 m_2 \omega^4 - (m_1 c_2 + m_2 (c_1 + c_2)) \omega^2 + c_1 c_2]}{c_2}$$

$$= \frac{0,002 [20 \cdot 4 \cdot 50^4 - (20 \cdot 10000 + 4(50000 + 10000)) 50^2 + 50000 \cdot 10000]}{10000} N$$

$$\frac{1}{f} = -20 N \quad (\text{Minus} \hat{=} \text{Gegensphase})$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{\frac{1}{f}}{c_1 - m_1 \omega^2} = \frac{-20 N}{(50000 - 20 \cdot 50^2) \frac{N}{m}} = \frac{\dots}{0}$$

Resonanzfall
(Nenner = Null)

$$2u6) L_w = L_p + 11 dB + 20 \cdot \lg r$$

$$= (70 + 11 + 20 \cdot \lg 0,7) dB(A) = 77,90196 dB(A) \approx 77,9 dB(A)$$

$$20 \cdot \lg r = L_w - L_p - 11 dB$$

$$r = r_H = 10^{\frac{L_w - L_p - 11 dB}{20}} = 10^{\frac{77,90196 - 63 - 11}{20}} m$$

$$r_H = 1,567 m$$

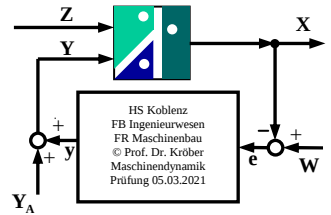
$$L_p = L_w + 6 dB - 10 \cdot \lg A$$

$$A = 10^{\frac{L_w + 6 dB - L_p}{10}} = 10^{\frac{77,90196 + 6 - 63}{10}} m^2 = 123,08 m^2$$

$$2u7) r = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{15^2 + \left(\frac{15}{2}\right)^2} m = 16,771 m$$

$$L_p = L_w - 8 dB - 20 \cdot \lg r = (91 - 8 - 20 \cdot \lg 16,771) dB = 58,509 dB$$

$$L_{p_{ges}} = L_p + 10 \cdot \lg 4 = (58,509 + 10 \cdot \lg 4) dB = 64,530 dB \approx 64,5 dB$$



Prüfung Maschinendynamik 05.03.21

218) $L_p = 10 \cdot \lg(10^{0,14} - 10^{0,1 \text{ Lfdr}})$
 $= 10 \cdot \lg(10^{0,150} - 10^{0,1 \cdot 38}) \text{ dB(A)} = 49,716952 \text{ dB(A)}$
 $\approx 49,717 \text{ dB(A)}$
 $\approx 49,7 \text{ dB(A)}$

219) $f = 500 \text{ Hz}$:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} = 10 \cdot \lg \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80 \text{ dB}$$

$$L_{pA} = (80 - 3,2) \text{ dB(A)} = 76,8 \text{ dB(A)}$$

$f = 630 \text{ Hz}$:

$$J = J_0 \cdot 10^{0,1 L_p} = 10^{-12} \cdot 10^{0,1 \cdot 62} \text{ W/m}^2 = 1,585 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

$$L_{pA} = (62 - 1,9) \text{ dB(A)} = 60,1 \text{ dB(A)}$$

$f = 800 \text{ Hz}$:

$$L_p = (63 + 0,8) \text{ dB} = 63,8 \text{ dB}$$

$$J = J_0 \cdot 10^{0,1 L_p} = 10^{-12} \cdot 10^{0,1 \cdot 63,8} \text{ W/m}^2 = 2,399 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

$f = 1000 \text{ Hz}$:

$$J = 10^{-12} \cdot 10^5 \text{ W/m}^2 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

2110) $L_{eq} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{3600} (18 \cdot 10^{76} \cdot 80 + 110 \cdot 10^{71} \cdot 60) \right] \text{ dB(A)}$
 $= 75,911 \text{ dB(A)} \approx 75,9 \text{ dB(A)}$

