

Mechanik IV

Klausur vom 10. Februar 2012

Prof. Dr.-Ing. C. Eller

Name:	Matr.-Nr.
-------	-----------

Hinweise:

Der Lösungsweg ist notwendiger Bestandteil der Klausurbearbeitung und muss daher mit abgegeben werden.

Die Angabe von Ergebnissen ohne erkennbaren Lösungsweg wird nicht als Lösung anerkannt, auch wenn die Ergebnisse richtig sind. Alle beigelegten losen Blätter sind mit dem Namen und der Matrikelnummer zu versehen.

Nach Ablauf der Bearbeitungszeit, d.h. nach dem Einsammeln der Aufgabenblätter, werden keine Ausarbeitungen mehr entgegengenommen.

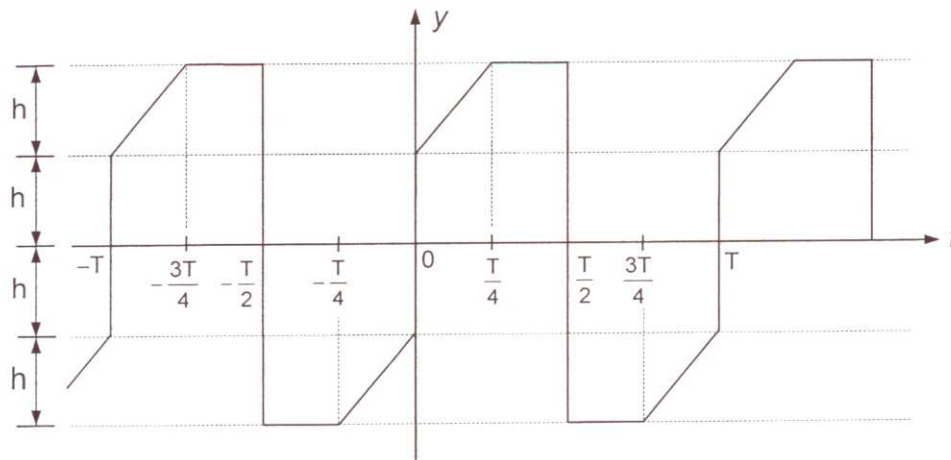
Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.

Zum Bestehen der Klausur müssen etwa 50 % der Gesamtpunktzahl erreicht werden.

Aufgabe	1	2	3	Gesamt
Punkte	12	18	14	44
erreicht				

Aufgabe 1

Entwickeln Sie das dargestellte periodische Signal in eine Fourierreihe.



$$y(t) = -2 \cdot h \quad \text{für} \quad -\frac{T}{2} \leq t \leq -\frac{T}{4}$$

$$y(t) = \frac{4 \cdot h}{T} \cdot t - h \quad \text{für} \quad -\frac{T}{4} < t \leq 0$$

$$y(t) = \frac{4 \cdot h}{T} \cdot t + h \quad \text{für} \quad 0 < t \leq \frac{T}{4}$$

$$y(t) = 2 \cdot h \quad \text{für} \quad \frac{T}{4} < t \leq \frac{T}{2}$$

- 1) Bestimmen Sie die Fourierkoeffizienten der ersten sechs Harmonischen.
- 2) Geben Sie die zugehörige Reihenentwicklung an.
- 3) Stellen Sie das Amplitudenspektrum der ersten sechs Harmonischen grafisch dar.

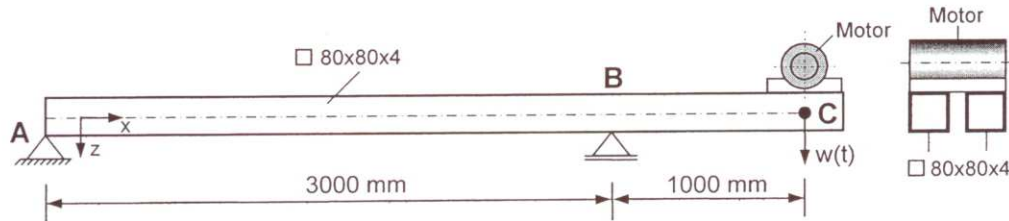
Hinweis:

$$\int \sin(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt = -\frac{1}{k \cdot \omega} \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t)$$

$$\int t \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) dt = \frac{\sin(k \cdot \omega \cdot t)}{k^2 \cdot \omega^2} - \frac{t \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t)}{k \cdot \omega}$$

Aufgabe 2

Der dargestellte Stahlträger ($E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$), der aus zwei quadratischen Hohlprofilen 80x80x4 besteht, wird an seinem freien Ende durch einen Motor belastet, dessen Rotor eine Unwucht $m_u \cdot r_u = 0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}$ besitzt. Der Motor (inkl. Unwuchtmasse) besitzt eine Gesamtmasse von $m = 200 \text{ kg}$.



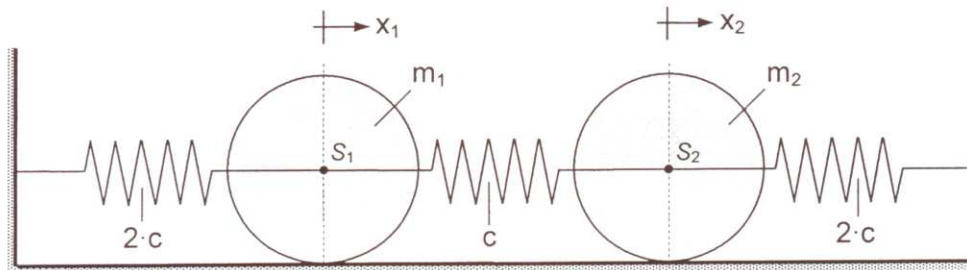
Flächenmoment eines quadratischen Hohlprofils 80x80x4: $I_y = 114 \text{ cm}^4$

- 1) Zur Bestimmung der Systemdämpfung wurde der Träger an seinem freien Ende, bei still stehendem Motor, um $w(t_0) = 5 \text{ mm}$ ausgelenkt und losgelassen. Nach Ablauf von vier Schwingungsperioden beträgt der Ausschlag $w(t_0 + 4 \cdot T_d) = 2 \text{ mm}$ in die gleiche Richtung. Man bestimme:
 - a) den Dämpfungsgrad D ,
 - b) die Eigenkreisfrequenz ω_d des gedämpften Systems,
 - c) das Ort-Zeit-Gesetz der gedämpften Eigenschwingung $w(t)$ am Punkt C.
- 2) Welcher Drehzahlbereich muss vermieden werden, wenn der durch die äußere Anregung verursachte Schwingungsausschlag im Punkt C nicht größer als $w_{\max} = 5,5 \text{ mm}$ werden darf?
- 3) Ermitteln Sie das Ort-Zeit-Gesetz $w(t)$ des Schwingungsausschlages im Punkt C, wenn der Motor mit der Betriebsdrehzahl $n = 600 \text{ min}^{-1}$ läuft.

Die Trägermasse kann vernachlässigt werden.

Aufgabe 3

Der dargestellte Zweimassenschwinger besteht aus zwei Zylindern, die reibungsfrei auf der Unterlage rollen.



Gegeben: $m_1 = 20 \text{ kg}$; $m_2 = 30 \text{ kg}$; $c = 1000 \text{ N/m}$

Die Eigenschwingungen des abgebildeten Koppelschwingers werden durch die matrizielle Bewegungsgleichung

$$\begin{bmatrix} \frac{3}{2} \cdot m_1 & 0 \\ 0 & \frac{3}{2} \cdot m_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \cdot c & -c \\ -c & 3 \cdot c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\underline{\underline{M}} \cdot \underline{\underline{\ddot{x}}} + \underline{\underline{C}} \cdot \underline{\underline{x}} = \underline{\underline{0}}$$

beschrieben.

- 1) Bestimmen Sie die Eigenkreisfrequenzen ω_1 und ω_2 sowie die zugehörigen Eigenvektoren $\underline{x}_1$ und $\underline{x}_2$.
- 2) Stellen Sie die Eigenschwingungsformen grafisch dar.
- 3) Geben Sie die Modalmatrix $\underline{\Phi}$ und die Spektralmatrix $\underline{S}$ an.