

Mechanik IV

Klausur vom 27. Januar 2011

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.

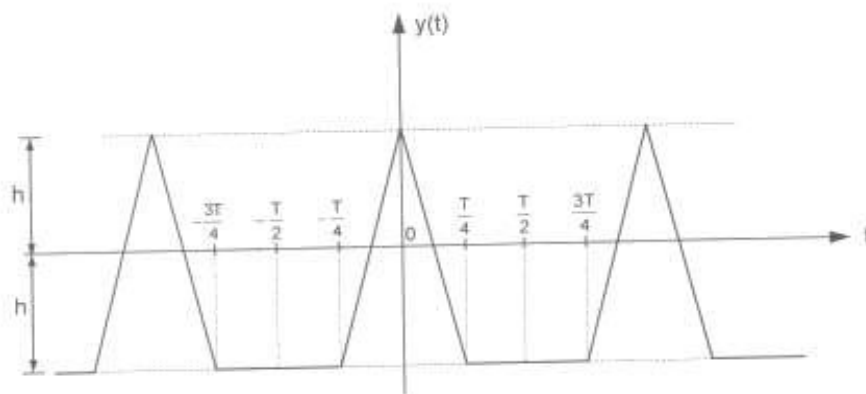
Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.

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

Aufgabe	1	2	3	Gesamt
Punkte	13	17	14	44
erreicht				

Aufgabe 1

Entwickeln Sie das dargestellte periodische Signal in eine Fourierreihe.



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

$$y(t) = \frac{8 \cdot h}{T} \cdot t + h \quad \text{für} \quad -\frac{T}{4} < t \leq 0$$

$$y(t) = -\frac{8 \cdot h}{T} \cdot t + h \quad \text{für} \quad 0 < t \leq \frac{T}{4}$$

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

- 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.

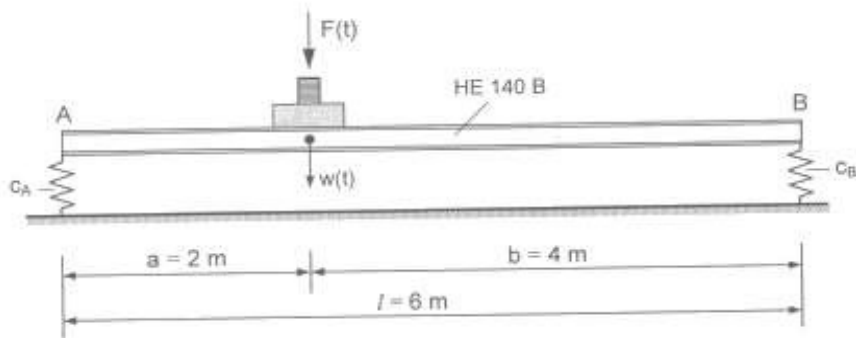
Hinweis:

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

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

Aufgabe 2

Ein Hubkolbenmotor mit der Masse $m = 300 \text{ kg}$ ist auf einem elastisch gestützten Stahlträger HE 140 B aufgelagert.



Gegeben:

Profil HE 140 B: $I_y = 1510 \text{ cm}^4$; $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

Auflagerfedern: $c_A = 1000 \text{ N/mm}$; $c_B = 500 \text{ N/mm}$

Zur Bestimmung der Dämpfungseigenschaften des Systems wurde im Vorfeld ein Ausschwingversuch durchgeführt, bei dem ein logarithmisches Dämpfungsdekrement $\Lambda = 0,314$ gemessen wurde.

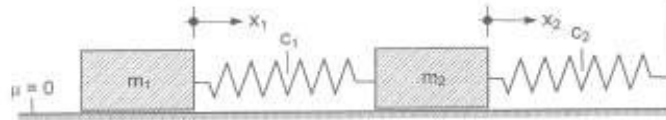
- 1) Berechnen Sie die Federsteifigkeit des äquivalenten Feder-Masse-Modells.
- 2) Bestimmen Sie die Kennkreisfrequenz ω_0 und die Eigenkreisfrequenz ω_d des gedämpften Systems.
- 3) Infolge nicht ausgeglichener Massenanteile des Motors wird der Träger durch eine periodische Erregerkraft
$$F(t) = 1 \text{ kN} \cdot \sin(\Omega \cdot t) + 0,6 \text{ kN} \cdot \sin(2 \cdot \Omega \cdot t)$$

Die Periodendauer beträgt $T = \frac{2 \cdot \pi}{\Omega} = 0,25 \text{ s}$
Ermitteln Sie das Ort-Zeit-Gesetz der Vertikalschwingung $w(t)$.
- 4) Nach einer Laufzeit von $t = 120 \text{ s}$ wird der Motor abgestellt. Bestimmen Sie das Ort-Zeit-Gesetz der Vertikalschwingung für $t > 120 \text{ s}$.

Die Trägermasse kann vernachlässigt werden

Aufgabe 3

Für den dargestellten Zweimassenschwinger soll eine Eigenschwingungsanalyse durchgeführt werden.



Gegeben: $m_1 = 5 \text{ kg}$; $m_2 = 8 \text{ kg}$; $c_1 = 1000 \text{ N/m}$; $c_2 = 2000 \text{ N/m}$

Die Bewegungsgleichung der gleitreibungsfreien Eigenschwingungen lautet:

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 & -c_1 \\ -c_1 & c_1 + c_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

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

- 1) Ermitteln Sie die Eigenkreisfrequenzen ω_1 und ω_2 des Koppelschwingers.
- 2) Geben Sie die Spektralmatrix $\underline{\underline{S}}$ an.
- 3) Bestimmen Sie die Eigenvektoren $\underline{\underline{x}}_1$ und $\underline{\underline{x}}_2$.
- 4) Stellen Sie die Eigenvektoren $\underline{\underline{x}}_1$ und $\underline{\underline{x}}_2$ grafisch dar.
- 5) Geben Sie die Modalmatrix $\underline{\underline{\Phi}}$ an.