

HOCHSCHULE ESSLINGEN

Wintersemester 2016/17	Blatt 1 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 50 min
Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!	

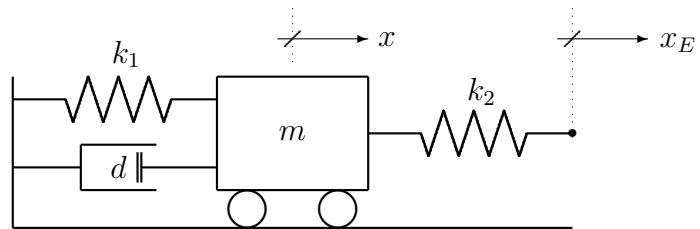
Gesamtpunktzahl: 50

Aufgabe 1 (Fahrzeugschwingung – 20 Punkte):

Betrachtet wird das nebenstehend dargestellte Feder-Masse-System. Das Fahrzeug besitzt die Masse m ; der Dämpfer erzeugt eine viskose Dämpfung. Die Masse sowie die Reibung der Räder sollen vernachlässigt werden.

Zahlenwerte:

$$\begin{aligned} m &= 1.20 \text{ kg} \\ d &= 0.45 \text{ kg/s} \\ k_1 &= 5.90 \text{ N/m} \\ k_2 &= 5.90 \text{ N/m} \end{aligned}$$



Zunächst ist der Erreger abgeschaltet, d.h. es ist $x_E(t) = 0$.

- Bestimmen Sie die Ersatzfederkonstante des Systems.
- Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω_0 der ungedämpften Schwingung, die Abklingkonstante δ , den Dämpfungsgrad ϑ sowie Kreisfrequenz ω_d und Periode T_d der gedämpften Schwingung.
- Bestimmen Sie die Auslenkung x des Fahrzeugs als Funktion von t , wenn es zum Zeitpunkt $t = 0$ aus der Gleichgewichtslage heraus mit der Startgeschwindigkeit $v_0 = 0.7 \text{ m/s}$ losschwingt.
- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Fahrzeugs, wenn es zum ersten Mal wieder durch die Gleichgewichtslage schwingt?
- Können bei dem System Schwebungen beobachtet werden? Falls ja: Welches sind die Voraussetzungen an k_1 , k_2 , m , d , damit Schwebungen entstehen? Falls nein: Warum nicht?

Der Erreger wird jetzt eingeschaltet; im weiteren ist $x_E(t) = \hat{x}_E \cos(\Omega t)$.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die erzwungenen Schwingungen des Fahrzeugs in Normalform auf.
- Bestimmen Sie die Vergrößerungsfunktion $V = \hat{x}/\hat{x}_E$ für dieses System. *Hinweis:* Sie können die Formeln der Vorlesung heranziehen.

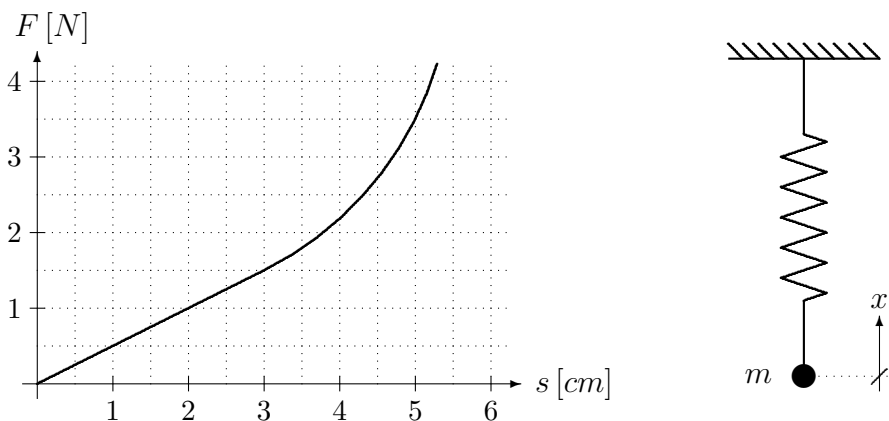
Wintersemester 2016/17	Blatt 2 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!	

Aufgabe 2 (Progressive Feder – 10 Punkte):

Im Bild unten links ist die Kraft-Dehnungs-Kennlinie einer progressiven Feder dargestellt: In diesem Diagramm ist auf der vertikalen Achse die Kraft abgetragen, die zur Verlängerung der Feder um die Strecke s erforderlich ist. Für $s \leq 3 \text{ cm}$ verläuft die Kennlinie linear, für $s > 3 \text{ cm}$ ist sie konvex. Für $s = 3 \text{ cm}$ ist $F = 1.5 \text{ N}$.

Die Feder wird in einem einfachen Feder-Masse-Schwinger (rechtes Bild) verbaut, um damit Schwingungen zu erzeugen. Die Masse der hängenden Kugel ist m , die Masse der Feder ist vernachlässigbar.

Zahlenwerte: $m = 90 \text{ g}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$



- Berechnen Sie die Federvorspannung F_0 und die Dehnung s_0 der Feder in der Gleichgewichtslage.
- Wie groß darf die Schwingungsamplitude \hat{x}_{max} höchstens sein, damit die Schwingung harmonisch ist? (Genauer Wert mit kurzer Begründung.)
- Bestimmen Sie Kreisfrequenz ω_0 und Periode T_0 der harmonischen Schwingungen, die für Schwingungsamplituden $\hat{x} < \hat{x}_{max}$ entstehen.
- Für $\hat{x} > \hat{x}_{max}$ entsteht eine anharmonische Schwingung; für nicht zu große Werte von \hat{x} ist die Feder während des gesamten Schwingvorgangs gedehnt. Ist die Periode dieser Schwingung dann kleiner, größer oder gleich der Periode T_0 aus Aufgabenteil (c)? (Kurze Begründung, keine Rechnung.)

Wintersemester 2016/17	Blatt 3 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!	

Aufgabe 3 (Flur – 20 Punkte):

In einem Gebäude verläuft ein langer Flur. Er ist quaderförmig und hat glatte, ebene Wände. Zur Belüftung kann die Klappe zu einem Abluftkanal geöffnet werden, der ohne Einbauten direkt zur Außenwand des Gebäudes führt und dort ein offenes Ende hat (Skizze). Nachfolgend werden die akustischen Eigenschaften des Flurs diskutiert.

Angaben:

Länge, Breite, Höhe des Flurs:

$$L = 15 \text{ m}; B = 3 \text{ m}; H = 2.5 \text{ m}$$

Länge, Breite, Höhe des Abluftkanals:

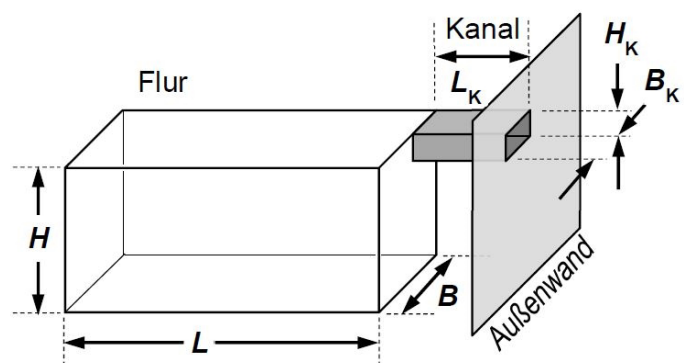
$$L_K = 1 \text{ m}; B_K = 0.5 \text{ m}; H_K = 0.3 \text{ m}$$

Schallgeschwindigkeit:

$$c \approx (331.5 + 0.6 \vartheta / ^\circ\text{C}) \text{ m/s}$$

Dichte Luft:

$$\rho = 1.22 \text{ g/dm}^3$$



Zeichnung nicht maßstäblich!

Aufgrund der guten Schallreflexion der Wände ist es nicht schwierig, in dem Flur stehende Wellen anzuregen. Zu ihrer Berechnung wird angenommen, dass die Klappe zum Abluftkanal geschlossen ist. Es herrscht eine sommerliche Temperatur von $\vartheta = 25^\circ\text{C}$.

- Welchen Wert hat die am tiefsten liegende Eigenfrequenz f_{min} des Flurs?
- Wo hat die stehende Welle dieser Eigenfrequenz f_{min} Druckknoten und -bäuche?
- Welche Werte haben die beiden zu f_{min} am nächsten liegenden Eigenfrequenzen?

In dem Raum wird nun eine stehende Welle der Frequenz $f = 46.2 \text{ Hz}$ angeregt.

- Welche Werte haben Kreisfrequenz und Wellenzahl dieser stehenden Welle?
- In einem Punkt auf der Symmetrieachse des Flurs beträgt der Schallintensitätspegel $L_I = 85 \text{ dB}$. Welche Effektivwerte haben hier Schallschnelle und Schalldruck?

Ein Ingenieur befürchtet, dass nach Öffnen der Klappe zum Abluftkanal durch außen an der Öffnung vorbeistreichenden Wind im Flur eine Schwingung angeregt werden könnte, analog zum Anblasen einer Flasche.

- Welche Frequenz hätte diese Schwingung? Wäre sie hörbar? (Antwort begründen!)