TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung SS2018 - Fragebogen

Die Aufgaben sind an eine Altklausur angelehnt, können aber stellenweise in Inhalt und Form abweichen.

Hinweis zur Bearbeitung:

Bei der Beantwortung der Fragen ist zu beachten, dass ausschließlich das Ankreuzen der dafür vorgesehenen Kästchen auf dem **Antwortbogen** als Antwort gewertet wird. Es ist immer nur **eine** Antwortmöglichkeit richtig. Markierungen von Formeln, Wörtern, Bildern, usw. auf dem Fragebogen werden nicht berücksichtigt, sondern nur die zugehörigen Kästchen auf dem Antwortbogen. Beachten Sie auch das gezeigte Beispiel zur Markierung und zur Korrektur auf dem Antwortbogen.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

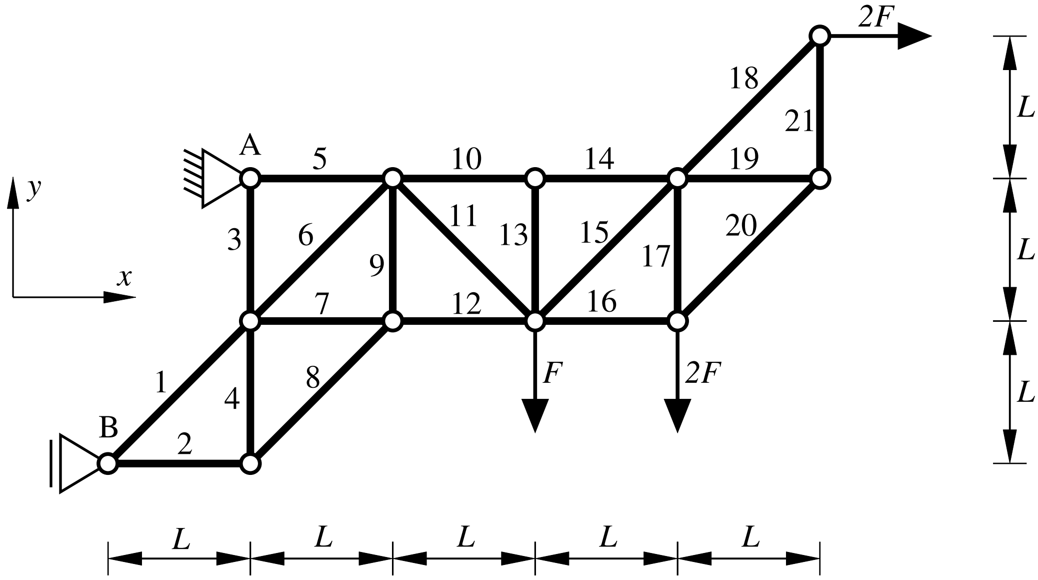
Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 1 - Fachwerk (Seite 1 von 4) (10,0 Punkte)

Das dargestellte System ist in den Punkten A und B gelagert und wird durch drei Einzelkräfte belastet. Die Abmessungen sowie die Kraftangriffspunkte sind der Zeichnung zu entnehmen.



Beurteilen Sie anhand der gängigen Kriterien, welche der Stäbe direkt als Nullstäbe identifiziert werden können. Beachten Sie die Nummerierung der Stäbe in der Skizze.

1.1 Ist Stab 1 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

1.2 Ist Stab 2 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

1.3 Ist Stab 3 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

1.4 Ist Stab 4 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

1.5 Ist Stab 9 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

1.6 Ist Stab 13 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja b) Nein

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

1.7 Ist Stab 20 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja   b) Nein

1.8 Ist Stab 21 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

a) Ja   b) Nein

Es sollen nun die Auflagerreaktionen bezüglich der durch das Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen bestimmt werden.

1.9 Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion A_x an. (1,0 Punkte)

a) $A_x = -7F$ b) $A_x = -5F$ c) $A_x = -3F$
d) $A_x = -F$ e) $A_x = 0$ f) $A_x = F$
g) $A_x = 3F$ h) $A_x = 5F$ i) $A_x = 7F$

1.10 Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion A_y an. (1,0 Punkte)

a) $A_y = -7F$ b) $A_y = -5F$ c) $A_y = -3F$
d) $A_y = -F$ e) $A_y = 0$ f) $A_y = F$
g) $A_y = 3F$ h) $A_y = 5F$ i) $A_y = 7F$

1.11 Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion B an. (1,0 Punkte)

a) $B = -7F$ b) $B = -5F$ c) $B = -3F$
d) $B = -F$ e) $B = 0$ f) $B = F$
g) $B = 3F$ h) $B = 5F$ i) $B = 7F$

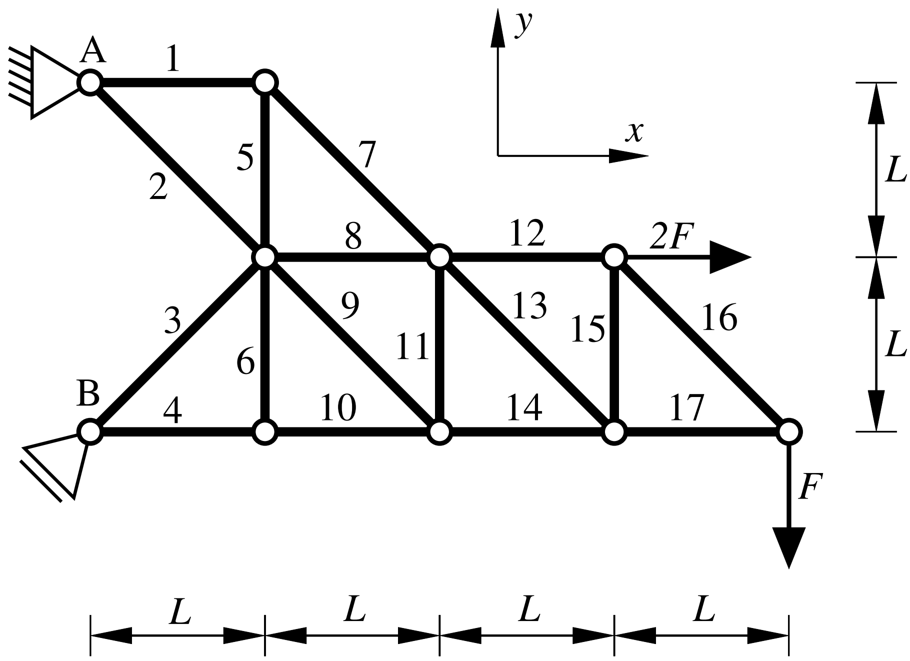
TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 1 - Fachwerk (Seite 3 von 4)

Es wird nun das nachfolgend dargestellte System betrachtet. Die Auflagerreaktionen bezüglich der durch das Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen lauten.

$$A_x = -3F\,, \quad A_y = 0\,, \quad B_x = B_y = F\,.$$



Im Folgenden sollen die Stabkräfte ausgewählter Stäbe bestimmt werden. Dabei ist die Konvention positiver Zugkräfte zu berücksichtigen.

1.12 Wie groß ist die Stabkraft S_3? (1,0 Punkte)

a) $S_3 = -3F$	b) $S_3 = -2F$	c) $S_3 = -\sqrt{2}F$
d) $S_3 = -F$	e) $S_3 = 0$	f) $S_3 = F$
g) $S_3 = \sqrt{2}F$	h) $S_3 = 2F$	i) $S_3 = 3F$

1.13 Wie groß ist die Stabkraft S_{10}? (1,0 Punkte)

a) $S_{10} = -3F$	b) $S_{10} = -2F$	c) $S_{10} = -\sqrt{2}F$
d) $S_{10} = -F$	e) $S_{10} = 0$	f) $S_{10} = F$
g) $S_{10} = \sqrt{2}F$	h) $S_{10} = 2F$	i) $S_{10} = 3F$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

1.14 Wie groß ist die Stabkraft S_{12}? (1,0 Punkte)

a) $S_{12} = -3F$	b) $S_{12} = -2F$	c) $S_{12} = -\sqrt{2}F$
d) $S_{12} = -F$	e) $S_{12} = 0$	f) $S_{12} = F$
g) $S_{12} = \sqrt{2}F$	h) $S_{12} = 2F$	i) $S_{12} = 3F$

1.15 Wie groß ist die Stabkraft S_{13}? (1,0 Punkte)

a) $S_{13} = -3F$	b) $S_{13} = -2F$	c) $S_{13} = -\sqrt{2}F$
d) $S_{13} = -F$	e) $S_{13} = 0$	f) $S_{13} = F$
g) $S_{13} = \sqrt{2}F$	h) $S_{13} = 2F$	i) $S_{13} = 3F$

1.16 Wie groß ist die Stabkraft S_{14}? (1,0 Punkte)

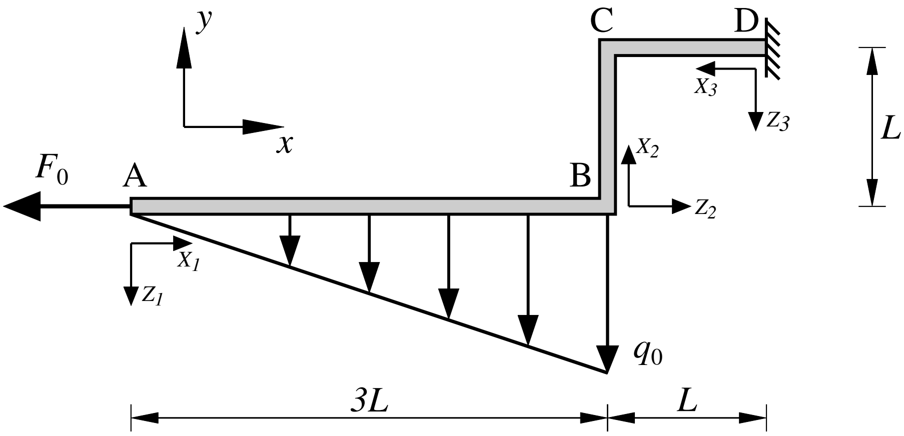
a) $S_{14} = -3F$	b) $S_{14} = -2F$	c) $S_{14} = -\sqrt{2}F$
d) $S_{14} = -F$	e) $S_{14} = 0$	f) $S_{14} = F$
g) $S_{14} = \sqrt{2}F$	h) $S_{14} = 2F$	i) $S_{14} = 3F$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 1 von 6) (10,0 Punkte)

Im Folgenden wird der abgebildete Balken betrachtet. Zwischen den Punkten A und B greift eine dreiecksförmige Streckenlast mit dem Maximalwert q_0 an. Außerdem ist der Balken in Punkt A durch eine Einzelkraft $F_0 = 2q_0L$ belastet. Der Balken ist im Punkt D fest eingespannt. Die Abmessungen des Systems sind der Skizze zu entnehmen.



Bestimmen Sie für das dargestellte System die Komponenten der Auflagerreaktion in Punkt D bezüglich der durch das globale x-y-Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen.

2.1 Bestimmen Sie den Wert der Kraftkomponente D_x. (1,0 Punkte)

a) $D_x = -2q_0L$	b) $D_x = -\frac{3}{2}q_0L$	c) $D_x = -q_0L$
d) $D_x = -\frac{1}{2}q_0L$	e) $D_x = 0$	f) $D_x = \frac{1}{2}q_0L$
g) $D_x = q_0L$	h) $D_x = \frac{3}{2}q_0L$	i) $D_x = 2q_0L$

2.2 Bestimmen Sie den Wert der Kraftkomponente D_y. (1,0 Punkte)

a) $D_y = -2q_0L$	b) $D_y = -\frac{3}{2}q_0L$	c) $D_y = -q_0L$
d) $D_y = -\frac{1}{2}q_0L$	e) $D_y = 0$	f) $D_y = \frac{1}{2}q_0L$
g) $D_y = q_0L$	h) $D_y = \frac{3}{2}q_0L$	i) $D_y = 2q_0L$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 2 von 6)

2.3 Bestimmen Sie den Wert des Auflagermomentes M_D. (1,0 Punkte)

a) $M_D = -2q_0L^2$ b) $M_D = -\frac{3}{2}q_0L^2$ c) $M_D = -q_0L^2$

d) $M_D = -\frac{1}{2}q_0L^2$ e) $M_D = 0$ f) $M_D = \frac{1}{2}q_0L^2$

g) $M_D = q_0L^2$ h) $M_D = \frac{3}{2}q_0L^2$ i) $M_D = 2q_0L^2$

2.4 Kreuzen Sie den zum korrekten Satz von Übergangsbedingungen an Punkt B gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. Beachten Sie dabei die Ausrichtung der lokalen x_i-z_i-Koordinatensysteme. (1,0 Punkte)

a) $N_2(x_2 = 0) = N_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = Q_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = M_1(x_1 = 3L)$

b) $N_2(x_2 = 0) = Q_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = N_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = M_1(x_1 = 3L)$

c) $N_2(x_2 = 0) = -Q_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = N_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = M_1(x_1 = 3L)$

d) $N_2(x_2 = 0) = Q_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = -N_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = M_1(x_1 = 3L)$

e) $N_2(x_2 = 0) = Q_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = N_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = -M_1(x_1 = 3L)$

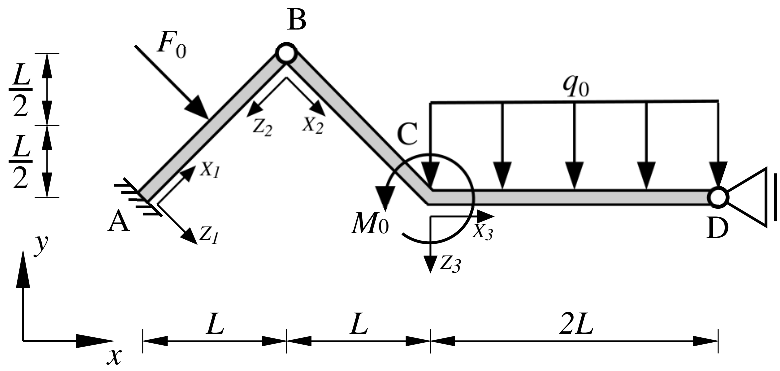
f) $N_2(x_2 = 0) = -Q_1(x_1 = 3L)$, $Q_2(x_2 = 0) = -N_1(x_1 = 3L)$, $M_2(x_2 = 0) = -M_1(x_1 = 3L)$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 3 von 6)

Es wird nun das im Folgenden abgebildete System aus zwei starren Balken betrachtet. Der erste Balken wird in seiner Mitte durch eine senkrecht auf dem Balken angreifende Einzelkraft F_0 belastet. In Punkt B sind beide Balken gelenkig miteinander verbunden. Der zweite Balken wird in Punkt C durch das Einzelmoment M_0 sowie zwischen den Punkten C und D durch eine konstante Streckenlast q_0 belastet. Die Lagerung sowie die Abmessungen des Systems sind der Zeichnung zu entnehmen.



Für die angreifenden Lasten sowie die Auflagerreaktionen (bezogen auf die durch das globale x-y-Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen) sind die folgenden Zusammenhänge bekannt:

$$F_0 = \sqrt{2} q_0 L \quad M_0 = 6 q_0 L^2 \ , \quad A_x = q_0 L \ , \quad A_y = 3 q_0 L \ , \quad M_A = q_0 L^2 \ , \quad D_x = -2 q_0 L \ .$$

Im Folgenden werden Schnittgrößen an verschiedenen Stellen des Systems abgefragt. Beachten Sie bei deren Bestimmung die vorgegebenen lokalen x_i-z_i-Koordinatensysteme für jeden Teil der Balken.

2.5 Welchen Wert weist die Querkraft $Q_1\,(x_1 = L/4)$ auf? (1,0 Punkte)

a) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = -2q_0 L$ b) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = -\frac{3}{2} q_0 L$ c) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = -\sqrt{2} q_0 L$

d) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = -q_0 L$ e) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = 0$ f) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = q_0 L$

g) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = \sqrt{2} q_0 L$ h) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = \frac{3}{2} q_0 L$ i) $Q_1\left(x_1 = \frac{L}{4}\right) = 2q_0 L$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 4 von 6)

2.6 Welchen Wert weist das Biegemoment $M_1\big(x_1 = L/\sqrt{2}\big)$ auf? (1,0 Punkte)

a) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = -2q_0L^2$ b) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = -\dfrac{9}{8}q_0L^2$ c) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = -\dfrac{3}{4}q_0L^2$

d) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = -q_0L^2$ e) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = 0$ f) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = q_0L^2$

g) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = \dfrac{3}{4}q_0L^2$ h) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = \dfrac{9}{8}q_0L^2$ i) $M_1\left(x_1 = \dfrac{L}{\sqrt{2}}\right) = 2q_0L^2$

2.7 Welchen Wert weist die Querkraft $Q_3\,(x_3 = L/2)$ auf ? (1,0 Punkte)

a) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -2q_0L$ b) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -\dfrac{3}{2}q_0L$ c) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -\sqrt{2}q_0L$

d) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -q_0L$ e) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = 0$ f) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = q_0L$

g) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = \sqrt{2}q_0L$ h) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = \dfrac{3}{2}q_0L$ i) $Q_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = 2q_0L$

2.8 Welchen Wert weist das Biegemoment $M_3\,(x_3 = L/2)$ auf? (1,0 Punkte)

a) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -2q_0L^2$ b) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -\dfrac{9}{8}q_0L^2$ c) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -\dfrac{3}{4}q_0L^2$

d) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = -q_0L^2$ e) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = 0$ f) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = q_0L^2$

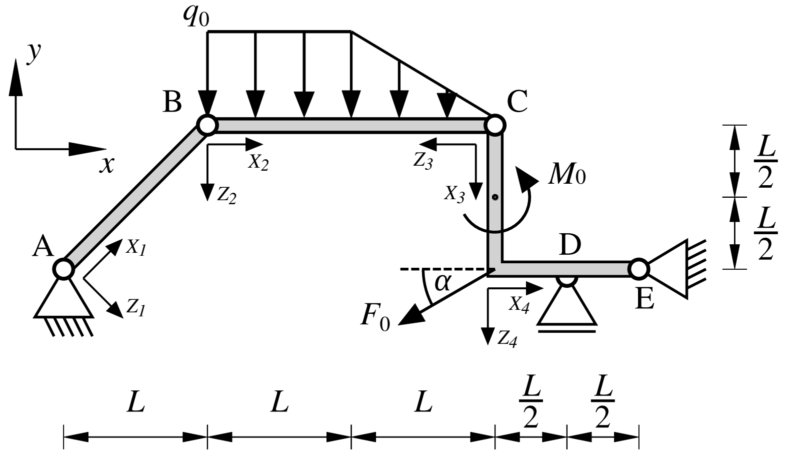
g) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = \dfrac{3}{4}q_0L^2$ h) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = \dfrac{9}{8}q_0L^2$ i) $M_3\left(x_3 = \dfrac{L}{2}\right) = 2q_0L^2$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 5 von 6)

Im nächsten System sind drei starre Balken an den Punkten A, D und E wie dargestellt gelagert und an den Punkten B und C gelenkig miteinander verbunden. Das System wird von einer Streckenlast q_0, einer Einzelkraft F_0 sowie einem Einzelmoment M_0 belastet, wobei die Einzelkraft im Winkel α zur Horizontalen angreift.



Für die Belastung gelten die folgenden Zusammenhänge

$$F_0 = \sqrt{5} q_0 L \ , \qquad M_0 = q_0 L \ , \qquad \alpha = \arctan\left(\frac{1}{2}\right) \ .$$

Die Auflagerreaktionen bezogen auf die durch das x-y-Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen sind gegeben als

$$A_x = \frac{11}{12} q_0 L \ , \quad A_y = \frac{11}{12} q_0 L \ , \quad D_y = \frac{10}{3} q_0 L \ , \quad E_x = \frac{13}{12} q_0 L \ , \quad E_y = -\frac{7}{4} q_0 L \ .$$

Für das System soll nun der Biegemomentenverlauf bestimmt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt sechs verschiedene mögliche Lösungen, aus denen die korrekte ausgewählt werden soll. Dabei ist der Polynomgrad der einzelnen Abschnitte mit $p = 2$ oder $p = 3$ gekennzeichnet, wenn kein konstanter oder linearer Verlauf vorliegt.

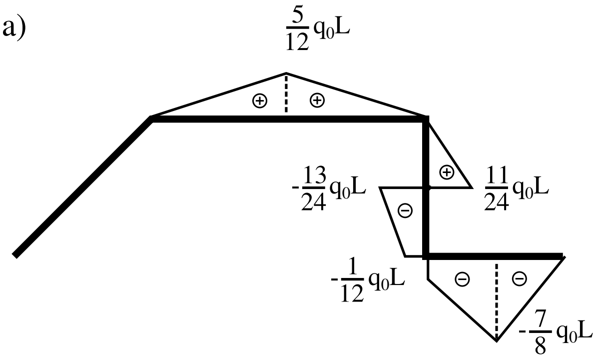
TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

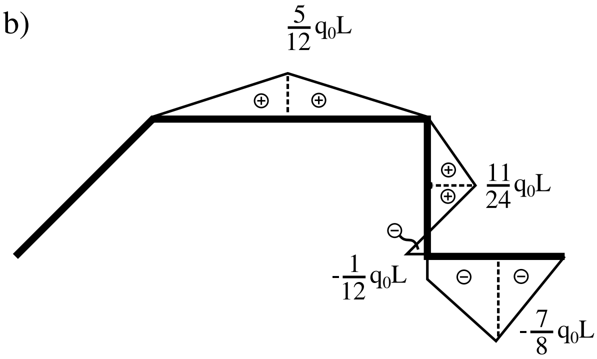
Aufgabe 2 - Schnittgrößen (Seite 6 von 6)

2.9 Kreuzen Sie den zum korrekten Verlauf des Biegemoments gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

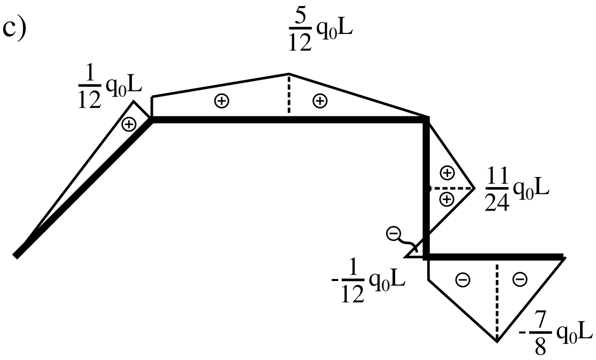
a)



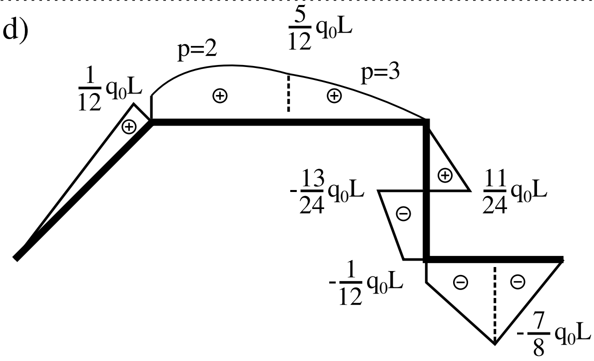
b)



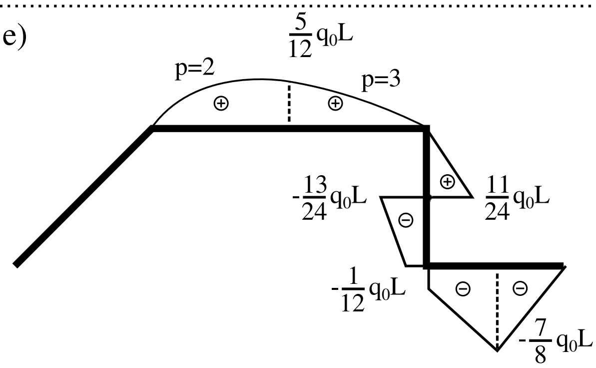
c)



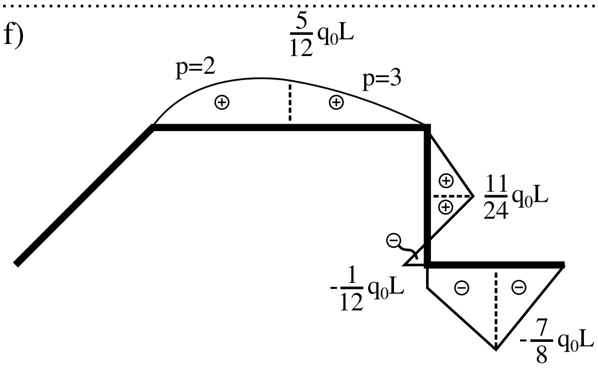
d)



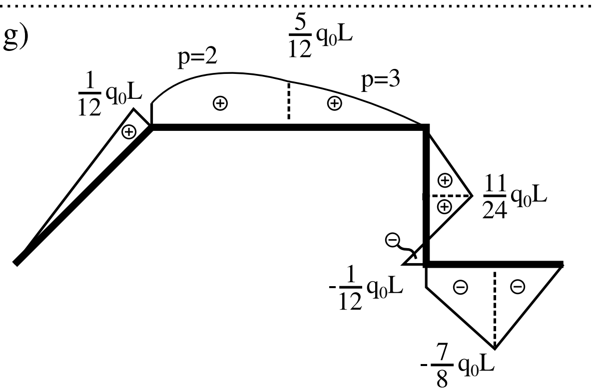
e)



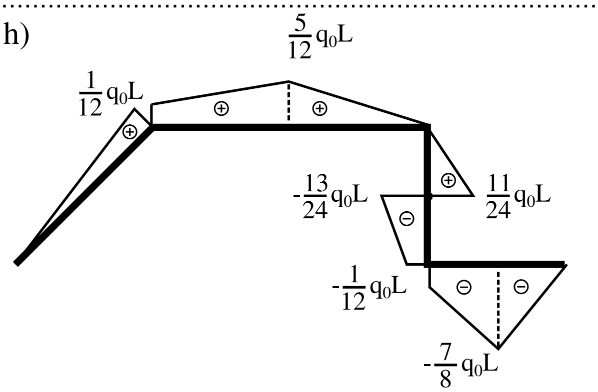
f)



g)



h)

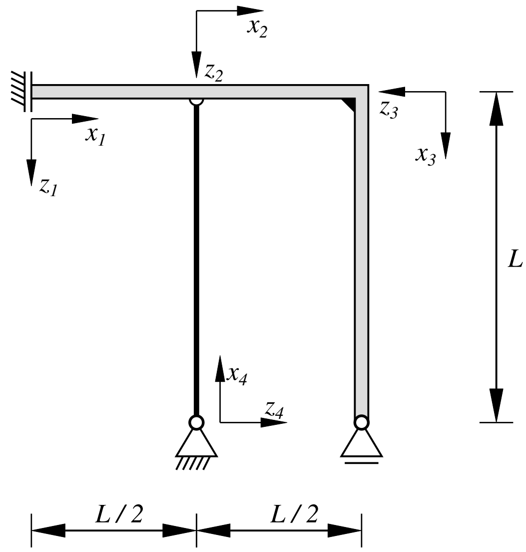


TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 3 - Biegelinie (Seite 1 von 4) (10,0 Punkte)

Das dagestellte System besteht aus einem als masselos anzusehenden, dehnstarren, abgewinkelten Balken (Biegesteifigkeit EI), der wie dargestellt gelagert ist. Zusätzlich ist eine biegestarre Pendelstütze (Dehnsteifigkeit EA, Wärmeausdehnungskoeffizient α) am System befestigt, welche um einen Wert ΔT erwärmt wird. Alle Abmessungen sind der Skizze zu entnehmen.



3.1 Welche der nachfolgenden Rand-/Übergangsbedingungen an die Funktion der Axialverschiebung u an der Stelle $x_4 = 0$ der Pendelstütze sind vollständig und korrekt? (0,5 Punkte)

a) $u(x_4 = 0) = 0$
b) $u(x_4 = 0) = 0$ und $u(x_4 = 0) = u(x_4 = L)$
c) $u(x_4 = 0) = 0$ und $u'(x_4 = 0) = w'(x_1 = L/2)$
d) $u'(x_4 = 0) = 0$

Die Funktion der Axialverschiebung der Pendelstütze lässt sich wie folgt darstellen:

$$u(x_4) = [S/(E\,A) + \alpha\Delta T]\,x_4 + c_1\ .$$

Dabei bezeichnet S die in der Pendelstütze wirkende Kraft in Normalrichtung.

3.2 Welchen Wert nimmt die Konstante c_1 für das abgebildete System an? (1,0 Punkte)

a) $c_1 = -[S/(EA) + \alpha\,\Delta T]L/2$ b) $c_1 = [\alpha\,\Delta T]L/2$ c) $c_1 = 0$
d) $c_1 = L$ e) $c_1 = [S/(EA) + \alpha\,\Delta T]L/2$ f) $c_1 = -L$

3.3 Bestimmen Sie die Kraft S in Abhängigkeit der Längenänderung der Pendelstütze ΔL. (1,0 Punkte)

a) $S = \Delta L\,EA/L$ b) $S = 0$ c) $S = -\alpha\,\Delta T\,EA$
d) $S = [\Delta L/L - \alpha\,\Delta T]EA$ e) $S = \alpha\,\Delta T\,EA$ f) $S = [\Delta L - \alpha\Delta T\,L]EA/L + L$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 3 - Biegelinie (Seite 2 von 4)

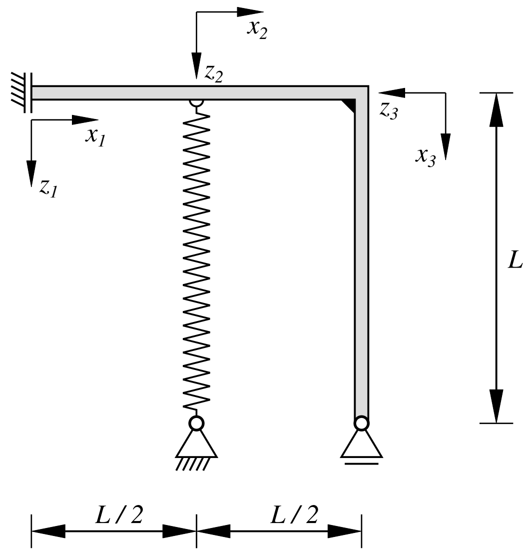
Das nachfolgende System besteht aus einem als masselos anzusehenden, dehnstarren, abgeknickten Balken (Biegesteifigkeit EI), der wie dargestellt gelagert ist. Zusätzlich ist eine Dehnfeder mit linearem Federgesetz (Federkonstante c, ungespannte Länge L_0)

$$F_c = \Delta L \, c$$

angebracht. Diese wird um einen Wert

$$\Delta L = L - w\left(x_1 = \frac{L}{2}\right) - L_0 < 0$$

gestaucht. Alle Maße sind der Skizze zu entnehmen.



3.4 Welche der nachfolgenden geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen an die Funktion der Biegeline w an der Stelle $x_1 = 0$ sind vollständig und korrekt? (0,5 Punkte)

a) $w'(x_1 = 0) = 0$

b) $w(x_1 = 0) = 0$ und $w'(x_1 = 0) = 0$

c) $w'(x_1 = 0) = 0$ und $-EI\,w''(x_1 = 0) = 0$

d) $w(x_1 = 0) = 0$

3.5 Welche der nachfolgenden geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen an die Funktion der Biegeline w an der Stelle $x_2 = 0$ sind vollständig und korrekt? (1,0 Punkte)

a) $w'(x_1 = L/2) = w(x_2 = 0)$ und $w'(x_1 = L/2) = w'(x_2 = 0)$

b) $w(x_2 = 0) = \Delta L$

c) $w(x_1 = L/2) = w(x_2 = 0)$ und $w'(x_1 = L/2) = w'(x_2 = 0)$ und $w(x_2 = 0) = L - L_0 - \Delta L$

d) $w(x_1 = L/2) = w(x_2 = 0)$ und $w(x_2 = 0) = \Delta L$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

3.6 Welche der nachfolgenden geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen an die Funktion der Biegeline w an der Stelle $x_3 = 0$ sind vollständig und korrekt? (1,0 Punkte)

a) $w(x_2 = L/2) = 0$ und $w(x_3 = 0) = 0$ und $w'(x_2 = L/2) = w'(x_3 = 0)$
b) $w(x_2 = L/2) = w(x_3 = 0)$ und $w'(x_2 = L/2) = w'(x_3 = 0)$
c) $w(x_3 = 0) = \Delta L$ und $w'(x_2 = L/2) = w'(x_3 = 0)$
d) $w(x_3 = 0) = \Delta L$ und $w(x_3 = 0) = 0$

Für die drei Bereiche wurden die Verläufe der Biegelinie bestimmt. Diese lauten in Abhängigkeit der Unbekannten a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, und F_c

$$EI\,w(x_1) = -\frac{1}{4}\,F_c\,L\,x_1^2 + a_1\,x_1 + a_2\ ,$$
$$EI\,w(x_2) = -\frac{1}{6}\,F_c\,\left[\frac{L}{2} - x_2\right]^3 + b_1\,x_2 + b_2\ ,$$
$$EI\,w(x_3) = c_1 x_3 + c_2\ .$$

3.7 Bestimmen Sie den Wert der Konstante a_1 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $a_1 = 7/2\,F_c\,L^2$ b) $a_1 = -5\,F_c\,L^2$ c) $a_1 = 0$
d) $a_1 = 1/12\,F_c\,L^2$ e) $a_1 = 3/2\,F_c\,L^2$ f) $a_1 = -F_c\,L^2$
g) $a_1 = -2\,F_c\,L^2$ h) $a_1 = 1/48\,F_c\,L^2$ i) $a_1 = -3/2\,F_c\,L^2$

3.8 Bestimmen Sie den Wert der Konstante a_2 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $a_2 = 3\,F_c\,L^3$ b) $a_2 = -2/9\,F_c\,L^3$ c) $a_2 = F_c\,L^3$
d) $a_2 = 11/48\,F_c\,L^3$ e) $a_2 = 7/2\,F_c\,L^3$ f) $a_2 = -4\,F_c\,L^3$
g) $a_2 = -3/37\,F_c\,L^3$ h) $a_2 = 0$ i) $a_2 = -15\,F_c\,L^3$

3.9 Bestimmen Sie den Wert der Konstante b_1 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $b_1 = 4/3\,F_c\,L^2$ b) $b_1 = 0$ c) $b_1 = 2\,F_c\,L^2$
d) $b_1 = 3/4\,F_c\,L^2$ e) $b_1 = 3\,F_c\,L^2$ f) $b_1 = -3/8\,F_c\,L^2$
g) $b_1 = -F_c\,L^2$ h) $b_1 = 5/3\,F_c\,L^2$ i) $b_1 = -3/7\,F_c\,L^2$

3.10 Bestimmen Sie den Wert der Konstante b_2 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $b_2 = F_c\,L^3$ b) $b_2 = -5/4\,F_c\,L^3$ c) $b_2 = 1/30\,F_c\,L^3$
d) $b_2 = -2/7\,F_c\,L^3$ e) $b_2 = 0$ f) $b_2 = 7\,F_c\,L^3$
g) $b_2 = 2/5\,F_c\,L^3$ h) $b_2 = -3\,F_c\,L^3$ i) $b_2 = 3/16\,F_c\,L^3$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 3 - Biegelinie (Seite 4 von 4)

3.11 Bestimmen Sie den Wert der Konstante c_1 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $c_1 = -3/8\, F_c\, L^2$	b) $c_1 = 4\, Fc\, L^2$	c) $c_1 = 7/2\, F_c\, L^2$
d) $c_1 = -5/4\, F_c\, L^2$	e) $c_1 = 3/20\, F_c\, L^2$	f) $c_1 = 8\, F_c\, L^2$
g) $c_1 = 0$	h) $c_1 = 7/4\, F_c\, L^2$	i) $c_1 = -2/3\, F_c\, L^2$

3.12 Bestimmen Sie den Wert der Konstante c_2 in Abhängigkeit der Federkraft F_c. (0,5 Punkte)

a) $c_2 = F_c\, L^3$	b) $c_2 = -5/4\, F_c\, L^3$	c) $c_2 = -3\, F_c\, L^3$
d) $c_2 = 5/3\, F_c\, L^3$	e) $c_2 = 7\, F_c\, L^3$	f) $c_2 = -2/3\, F_c\, L^3$
g) $c_2 = 5/8\, F_c\, L^3$	h) $c_2 = 3\, F_c\, L^3$	i) $c_2 = 0$

3.13 Berechnen Sie anschließend die Federkraft F_c. Nutzen Sie dazu die folgenden Werte

$EI = 2\,\mathrm{Nm}^2\,,\ c = 6\,\mathrm{N/m}\,,\ L = 1\,\mathrm{m}\,,\ L_0 = 1{,}1\,\mathrm{m}$ (2,0 Punkte)

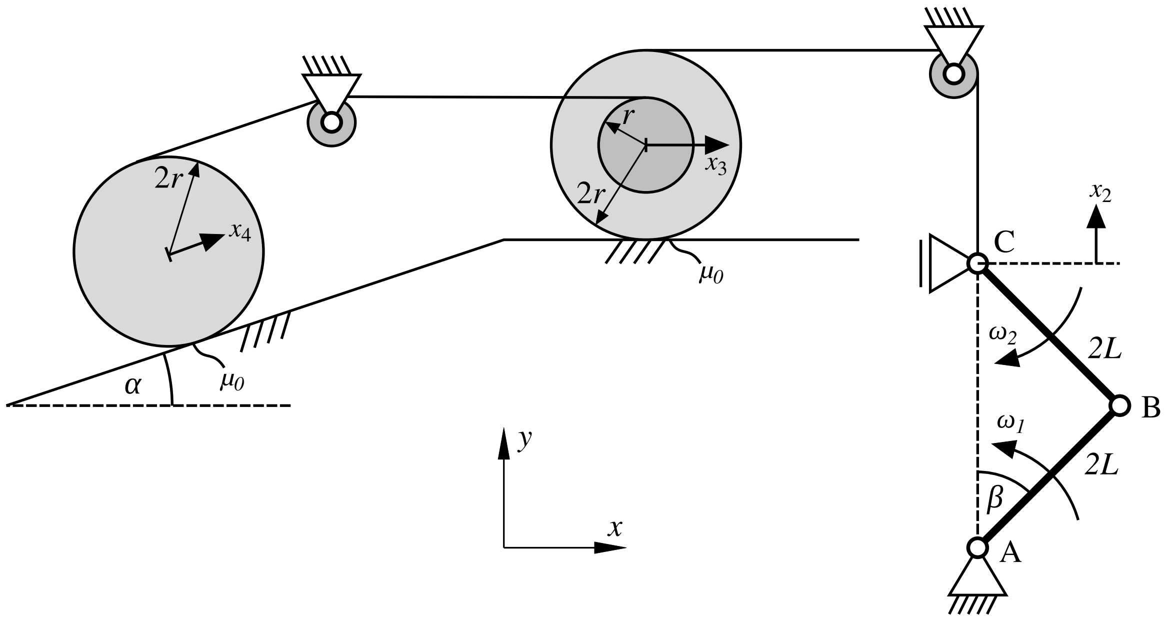
a) $F_c = 0$	b) $F_c = 0{,}10\,\mathrm{N}$	c) $F_c = -0{,}1\,\mathrm{N}$
d) $F_c = 0{,}31\,\mathrm{N}$	e) $F_c = -0{,}31\,\mathrm{N}$	f) $F_c = 0{,}4\,\mathrm{N}$
g) $F_c = -0{,}4\,\mathrm{N}$	h) $F_c = 0{,}71\,\mathrm{N}$	i) $F_c = -0{,}71\,\mathrm{N}$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 4 - Kinetik/Flächenträgheit (Seite 1 von 5)

Die nachstehende Abbildung zeigt eine Rolle (Radius $2r$) und eine Stufenrolle (Außenradius $2r$, Radius der Stufe r), die von einem Kurbeltrieb (bestehend aus zwei Stangen der Länge $2L$) bewegt werden. Die Rollen sind als hinreichend schwer anzunehmen damit kein Gleiten zwischen den Rollen und dem rauen Untergrund auftritt und die Rollen nicht vom Untergrund abheben. Die Kraftübertragung zwischen den beiden Rollen bzw. zwischen der Stufenrolle und dem Kurbeltrieb erfolgt durch jeweils ein Seil, welches über eine Umlenkrolle geführt wird. Die linke Rolle bewegt sich auf einer schiefen Ebene mit dem Winkel $\alpha = 30°$ zur Horizontalen.



Es sollen nun für die dargestellte Lage des Systems ($\beta = 45°$) in Abhängigkeit einer gegebenen Winkelgeschwindigkeit ω_1 die Geschwindigkeitsvektoren $\boldsymbol{v}_B$ und $\boldsymbol{v}_c$ (bezogen auf das globale x-y-System) bestimmt werden.

4.1 Bestimmen Sie die x-Komponente der Geschwindigkeit des Punktes B ($v_{B,x}$). (0,5 Punkte)

a) $v_{B,x} = -2\sqrt{2}L\omega_1$ b) $v_{B,x} = -2L\omega_1$ b) $v_{B,x} = -\sqrt{2}L\omega_1$
d) $v_{B,x} = -L\omega_1$ e) $v_{B,x} = 0$ f) $v_{B,x} = L\omega_1$
g) $v_{B,x} = \sqrt{2}L\omega_1$ h) $v_{B,x} = 2L\omega_1$ i) $v_{B,x} = 2\sqrt{2}L\omega_1$

4.2 Bestimmen Sie die y-Komponente der Geschwindigkeit des Punktes B ($v_{B,y}$). (0,5 Punkte)

a) $v_{B,y} = -2\sqrt{2}L\omega_1$ b) $v_{B,y} = -2L\omega_1$ c) $v_{B,y} = -\sqrt{2}L\omega_1$
d) $v_{B,y} = -L\omega_1$ e) $v_{B,y} = 0$ f) $v_{B,y} = L\omega_1$
g) $v_{B,y} = \sqrt{2}L\omega_1$ h) $v_{B,y} = 2L\omega_1$ i) $v_{B,y} = 2\sqrt{2}L\omega_1$

Aufgabe 4 - Kinetik/Flächenträgheit (Seite 2 von 5)

4.3 Bestimmen Sie die x-Komponente der Geschwindigkeit des Punktes C ($v_{C,x}$). (0,5 Punkte)

a) $v_{C,x} = -2\sqrt{2}L\omega_1$ b) $v_{C,x} = -2L\omega_1$ c) $v_{C,x} = -\sqrt{2}L\omega_1$
d) $v_{C,x} = -L\omega_1$ e) $v_{C,x} = 0$ f) $v_{C,x} = L\omega_1$
g) $v_{C,x} = \sqrt{2}L\omega_1$ h) $v_{C,x} = 2L\omega_1$ i) $v_{C,x} = 2\sqrt{2}L\omega_1$

4.4 Bestimmen Sie die y-Komponente der Geschwindigkeit des Punktes C ($v_{C,y}$). (0,5 Punkte)

a) $v_{C,y} = -2\sqrt{2}L\omega_1$ b) $v_{C,y} = -2L\omega_1$ c) $v_{C,y} = -\sqrt{2}L\omega_1$
d) $v_{C,y} = -L\omega_1$ e) $v_{C,y} = 0$ f) $v_{C,y} = L\omega_1$
g) $v_{C,y} = \sqrt{2}L\omega_1$ h) $v_{C,y} = 2L\omega_1$ i) $v_{C,y} = 2\sqrt{2}L\omega_1$

Nun sollen die kinematischen Bindungen zwischen der Geschwindigkeit des Punktes C (Auslenkung x_2) sowie den Schwerpunktgeschwindigkeiten der beiden Rollen (Auslenkungen x_3 bzw. x_4) bestimmt werden. Beachten Sie dabei die als positiv vorgegebenen Richtungen der jeweiligen Auslenkung.

4.5 Kreuzen Sie den zur korrekten kinematischen Bindung für die rechte Rolle gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. (1,0 Punkte)

a) $\dot{x}_3 = -\frac{3}{4}\dot{x}_2$ b) $\dot{x}_3 = -\frac{1}{2}\dot{x}_2$ c) $\dot{x}_3 = -\frac{3}{8}\dot{x}_2$
d) $\dot{x}_3 = -\frac{1}{4}\dot{x}_2$ e) $\dot{x}_3 = 0$ f) $\dot{x}_3 = \frac{1}{4}\dot{x}_2$
g) $\dot{x}_3 = \frac{3}{8}\dot{x}_2$ h) $\dot{x}_3 = \frac{1}{2}\dot{x}_2$ i) $\dot{x}_3 = \frac{3}{4}\dot{x}_2$

4.6 Kreuzen Sie den zur korrekten kinematischen Bindung für die linke Rolle gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. (1,0 Punkte)

a) $\dot{x}_4 = -\frac{3}{4}\dot{x}_2$ b) $\dot{x}_4 = -\frac{1}{2}\dot{x}_2$ c) $\dot{x}_4 = -\frac{3}{8}\dot{x}_2$
d) $\dot{x}_4 = -\frac{1}{4}\dot{x}_2$ e) $\dot{x}_4 = 0$ f) $\dot{x}_4 = \frac{1}{4}\dot{x}_2$
g) $\dot{x}_4 = \frac{3}{8}\dot{x}_2$ h) $\dot{x}_4 = \frac{1}{2}\dot{x}_2$ i) $\dot{x}_4 = \frac{3}{4}\dot{x}_2$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 4 - Kinetik/Flächenträgheit (Seite 3 von 5)

Für eine komplette Umdrehung des Kurbeltriebs soll berechnet werden, wie weit die höchste und tiefste Position der linken Rolle in y-Richtung auseinander liegen (Δh_4). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Rolle sich während der gesamten Bewegung auf der schrägen Ebene befindet.
Hinweis: Bei der Drehung des Kurbeltriebs bewegt sich Punkt C niemals unter das Lager in Punkt A.

4.7 Kreuzen Sie den zur korrekten vertikalen Amplitude Δh_4 der linken Rolle gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. (1,0 Punkte)

a) $\Delta h_4 = \frac{\sqrt{3}}{4}L$ b) $\Delta h_4 = \frac{1}{2}L$ c) $\Delta h_4 = \frac{\sqrt{2}}{2}L$

d) $\Delta h_4 = \frac{3}{4}L$ e) $\Delta h_4 = \frac{\sqrt{3}}{2}L$ f) $\Delta h_4 = L$

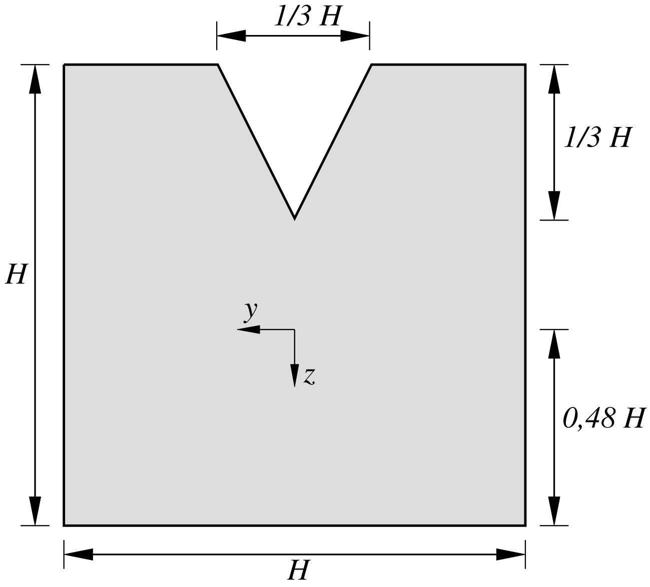
g) $\Delta h_4 = \sqrt{2}L$ h) $\Delta h_4 = \frac{3}{2}L$ i) $\Delta h_4 = \sqrt{3}L$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 4 - Kinetik/Flächenträgheit (Seite 4 von 5)

Für ein alternatives System ist das zur z-Achse symmetrische Profil eines Balkens (Länge L) mit den abgebildeten Maßen gegeben. Das eingezeichnete Koordinatensystem befindet sich im Schwerpunkt des Profils.



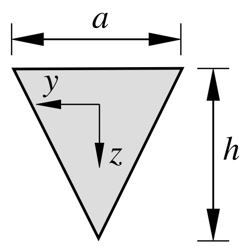
Des Weiteren ist das Biegemoment M_y, sowie die Normalkraft N entlang des Balkens bekannt

$$
\begin{aligned}
M_y(x) &= q_0 \left[\frac{x^3}{4L} - \frac{x^2}{2} + \frac{L^2}{8} \right] \ , \\
N(x) &= q_0 \frac{L^2}{H} \ .
\end{aligned}
$$

Hinweis: Die Flächenträgheitsmomente I_y und I_z für ein gleichschenkliges Dreieck lauten

$$I_y = \frac{ah^3}{36}$$

$$I_z = \frac{ha^3}{36}$$



4.8 Berechnen Sie die Querschnittsfläche A des Profils. (1,0 Punkte)

a) $A = 16/18\,H^2$	b) $A = 25/27\,H^2$	c) $A = 34/36\,H^2$
d) $A = 17/18\,H^2$	e) $A = 26/27\,H^2$	f) $A = 35/36\,H^2$
g) $A = 19/18\,H^2$	h) $A = 28/27\,H^2$	i) $A = 37/36\,H^2$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 4 - Kinetik/Flächenträgheit (Seite 5 von 5)

4.9 Bestimmen Sie das Flächenträgheitsmoment I_y des Profils in Bezug auf seinen Schwerpunkt. (1,5 Punkte)

a) $I_y = 0{,}042\,H^4$	b) $I_y = 0{,}074\,H^4$	c) $I_y = 0{,}128\,H^4$
d) $I_y = 0{,}163\,H^4$	e) $I_y = 0{,}205\,H^4$	f) $I_y = 0{,}241\,H^4$
g) $I_y = 0{,}288\,H^4$	h) $I_y = 0{,}320\,H^4$	i) $I_y = 0{,}369\,H^4$

4.10 An welcher der gegebenen Stellen x tritt das betragsmäßig größte Moment entlang des Balkens auf? (1,5 Punkte)

a) $x = 1/9\,L$	b) $x = 1/6\,L$	c) $x = 1/3\,L$
d) $x = 1/2\,L$	e) $x = 2/3\,L$	f) $x = 5/6\,L$
g) $x = 1\,L$	h) $x = 7/6\,L$	i) $x = 4/3\,L$

Für einen anderen Querschnitt ergibt sich ein Flächenträgheitsmoment I_y sowie eine Querschnittsfläche A von

$$I_y = 0{,}5\,H^4\,, A = H^2\ .$$

Länge und Belastung des Balkens sind identisch zum vorangegangenen Fall. Das verwendete Koordinatensystem liegt im Flächenschwerpunkt des Profils, wobei z zwischen -0,52 H und 0,48 H liegt.

4.11 An welcher Stelle z tritt die betragsmäßig größte Spannung im Profil auf der Länge $x = 0$ auf? (1,0 Punkte)

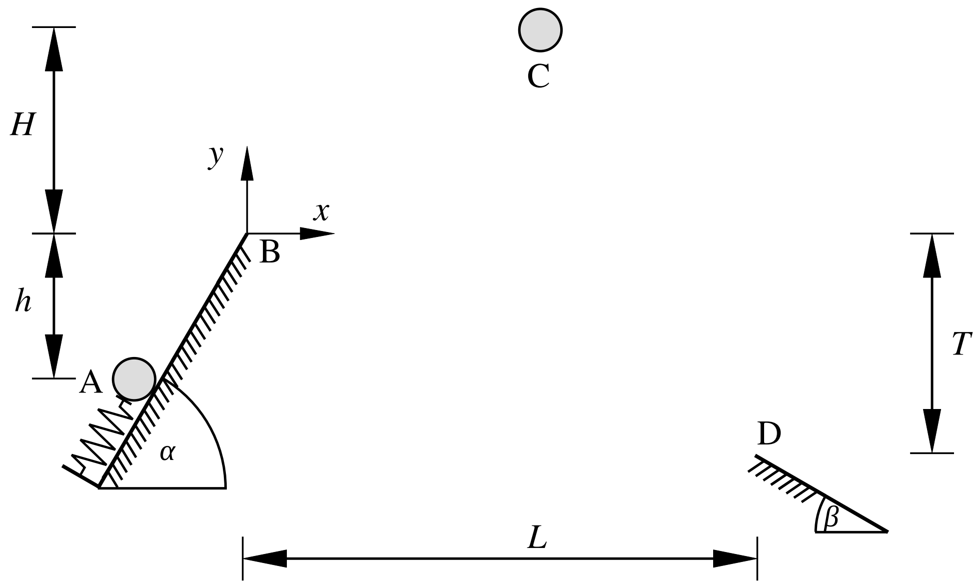
a) $z = -0{,}52\,H$	b) $z = -0{,}48\,H$	c) $z = -0{,}31\,H$
d) $z = -0{,}15\,H$	e) $z = 0\,H$	f) $z = 0{,}15\,H$
g) $z = 0{,}31\,H$	h) $z = 0{,}48\,H$	i) $z = 0{,}52\,H$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 5 - Kinetik/Kinematik (Seite 1 von 3)

Eine Punktmasse m befindet sich auf einer vorgespannten Feder (Federsteifigkeit c, Vorauslenkung s_0) in Punkt A an einer reibungsfreien Schräge (Höhe h, Steigungswinkel α). Nach Verlassen der Schräge in Punkt B erreicht die Masse ihre maximale Flughöhe im Punkt C. Beim anschließenden Fall durchläuft sie den Punkt D, welcher einen vertikalen Abstand T zur Oberkante der ersten Rampe aufweist.



Nutzen Sie im Folgenden die nachstehenden Werte

$c = 2000\,\dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$	$s_0 = 0{,}1\,\mathrm{m}$	$g = 10\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$\alpha = 60°$
$\beta = 40°$	$m = 0{,}5\,\mathrm{Kg}$	$h = 0{,}5\,\mathrm{m}$	$T = 1{,}8\,\mathrm{m}$.

5.1 Berechnen Sie die horizontale Geschwindigkeitskomponente $v_{B,x}$ der Masse in Punkt B. (1,0 Punkte)

a) $v_{B,x} = 0{,}95\,\mathrm{m/s}$	b) $v_{B,x} = 1{,}26\,\mathrm{m/s}$	c) $v_{B,x} = 1{,}60\,\mathrm{m/s}$
d) $v_{B,x} = 2{,}12\,\mathrm{m/s}$	e) $v_{B,x} = 2{,}51\,\mathrm{m/s}$	f) $v_{B,x} = 2{,}74\,\mathrm{m/s}$
g) $v_{B,x} = 3{,}05\,\mathrm{m/s}$	h) $v_{B,x} = 3{,}25\,\mathrm{m/s}$	i) $v_{B,x} = 3{,}54\,\mathrm{m/s}$

5.2 Bestimmen Sie die vertikale Geschwindigkeitskomponente $v_{B,y}$ der Masse in Punkt B. (1,0 Punkte)

a) $v_{B,y} = 2{,}69\,\mathrm{m/s}$	b) $v_{B,y} = 2{,}97\,\mathrm{m/s}$	c) $v_{B,y} = 3{,}25\,\mathrm{m/s}$
d) $v_{B,y} = 3{,}52\,\mathrm{m/s}$	e) $v_{B,y} = 3{,}82\,\mathrm{m/s}$	f) $v_{B,y} = 4{,}13\,\mathrm{m/s}$
g) $v_{B,y} = 4{,}54\,\mathrm{m/s}$	h) $v_{B,y} = 4{,}74\,\mathrm{m/s}$	i) $v_{B,y} = 5{,}10\,\mathrm{m/s}$

Aufgabe 5 - Kinetik/Kinematik (Seite 2 von 3)

5.3 Berechnen Sie die maximale Flughöhe H in Punkt C. (1,0 Punkte)

a) $H = 0{,}41\,\mathrm{m}$	b) $H = 0{,}84\,\mathrm{m}$	c) $H = 1{,}12\,\mathrm{m}$
d) $H = 1{,}33\,\mathrm{m}$	e) $H = 1{,}5\,\mathrm{m}$	f) $H = 1{,}73\,\mathrm{m}$
g) $H = 2{,}06\,\mathrm{m}$	h) $H = 2{,}31\,\mathrm{m}$	i) $H = 3{,}50\,\mathrm{m}$

5.4 Berechnen Sie den Abstand L der zwei Rampen damit die Masse in Punkt D exakt auf der Oberkante der zweiten Rampe landet. (2,0 Punkte)

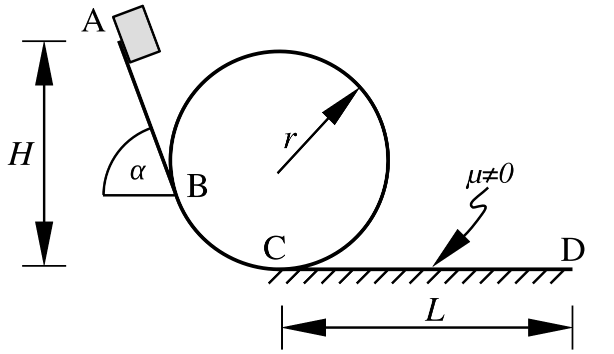
a) $L = 3{,}40\,\mathrm{m}$	b) $L = 3{,}91\,\mathrm{m}$	c) $L = 4{,}25\,\mathrm{m}$
d) $L = 4{,}63\,\mathrm{m}$	e) $L = 4{,}99\,\mathrm{m}$	f) $L = 5{,}17\,\mathrm{m}$
g) $L = 5{,}32\,\mathrm{m}$	h) $L = 5{,}51\,\mathrm{m}$	i) $L = 5{,}64\,\mathrm{m}$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Aufgabe 5 - Kinetik/Kinematik (Seite 3 von 3)

Ab nun wird ein anderes System betrachtet. Es besteht aus einer Punktmasse m welche mit einer Geschwindigkeit v_A im Punkt A die schiefe, reibungsfreie Ebene hinabgleitet. Im Punkt B geht die Masse in einen Looping (Radius r) über und verlässt diesen in Punkt C wieder. Die anschließende gerade Strecke CD ist als rau (Gleitreibungskoeffizient μ) zu betrachten.



Nutzen Sie im Folgenden die nachstehenden Werte

$$H = 3\,\text{m} \qquad v_A = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \qquad \alpha = 10^\circ \qquad v_C = 12{,}65\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad \mu = 0,5\ .$$

5.5 Bestimmen Sie den maximalen Radius r des Loopings, damit die Masse zu keiner Zeit den Kontakt zur Bahn innerhalb des Loopings verliert. (3,0 Punkte)

a) $r = 2{,}6\,\text{m}$ b) $r = 2{,}8\,\text{m}$ c) $r = 3{,}0\,\text{m}$
d) $r = 3{,}2\,\text{m}$ e) $r = 3{,}4\,\text{m}$ f) $r = 3{,}6\,\text{m}$
g) $r = 3{,}8\,\text{m}$ h) $r = 4{,}0\,\text{m}$ i) $r = 4{,}2\,\text{m}$

5.6 Berechnen Sie die Länge L, sodass die Masse im Punkt D zum Stillstand kommt. (2,0 Punkte)

a) $L = 2\,\text{m}$ b) $L = 4\,\text{m}$ c) $L = 6\,\text{m}$
d) $L = 8\,\text{m}$ e) $L = 10\,\text{m}$ f) $L = 12\,\text{m}$
g) $L = 14\,\text{m}$ h) $L = 16\,\text{m}$ i) $L = 18\,\text{m}$