TU Dortmund

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

Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung WS2017/2018

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 als Antwort gewertet wird. Es ist immer nur **eine** Antwortmöglichkeit richtig. Markierungen von Formeln, Wörtern, Bildern, usw. auf dem Bogen werden nicht berücksichtigt, sondern nur die zugehörigen Kästchen. Beachten Sie auch das gezeigte Beispiel zur Markierung und zur Korrektur auf dem Bogen.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Bitte so markieren: ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.

Korrektur: ☐ ■ ☐ ☒ ☐ Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

Bitte ausfüllen (Die Angabe des Namens ist freiwillig.):

Vorname: ____________________

Nachname: ____________________

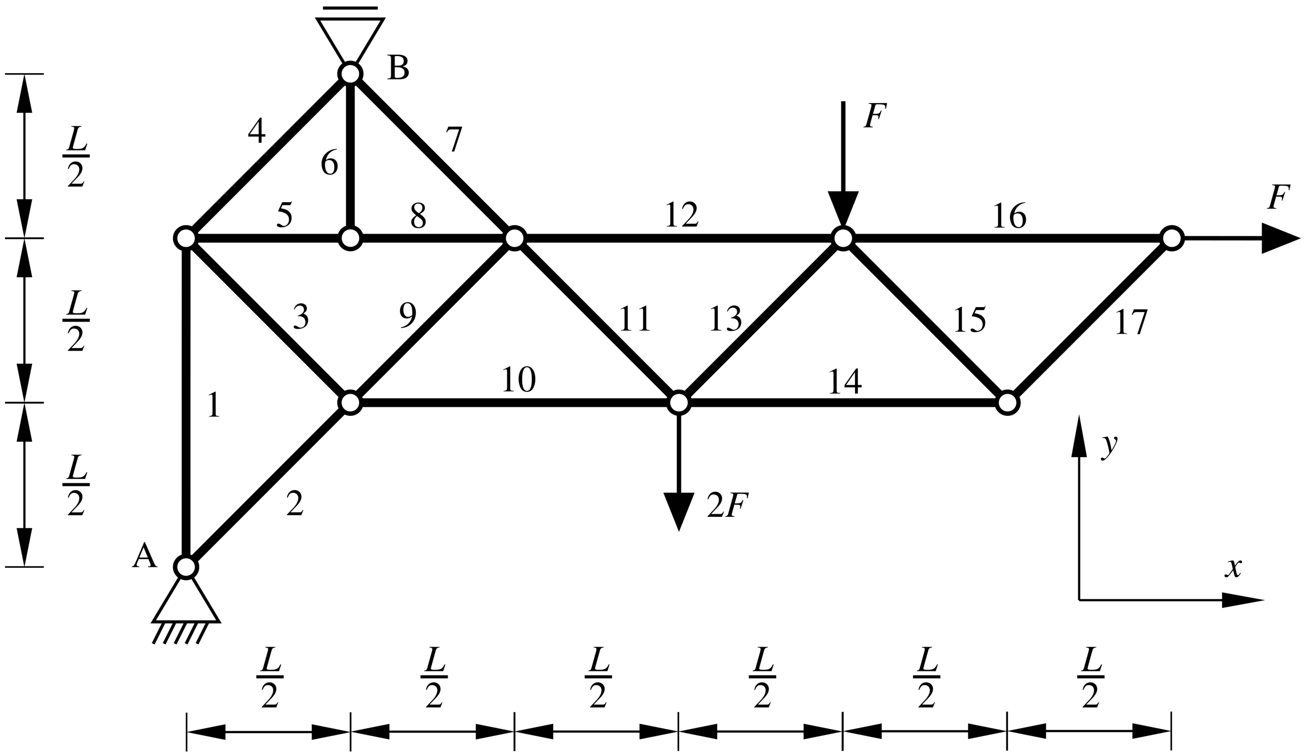
Für die eindeutige Zuordnung der Prüfung übertragen Sie bitte Ihre Prüfungsteilnehmer-ID gewissenhaft in die dafür vorgesehenen Felder. Alle Seiten sind vollständig individualisiert und nicht mit anderen Prüfungen tauschbar.

Prüfungsteilnehmer-ID für den Prüfungsbogen Nr.: 0:

0	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1. Aufgabe 1 [10 Punkte]

Das dargestellte Fachwerk ist in den Punkten A und B gelagert und wird durch 3 Einzelkräfte wie dargestellt belastet.



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

☐ Ja ☐ Nein

1.2 Ist Stab 5 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**

☐ Ja ☐ Nein

1.3 Ist Stab 6 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**

☐ Ja ☐ Nein

1. Aufgabe 1 [10 Punkte] [Fortsetzung]

1.4 Ist Stab 9 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.5 Ist Stab 10 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.6 Ist Stab 12 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.7 Ist Stab 14 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.8 Ist Stab 15 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.9 Ist Stab 16 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

1.10 Ist Stab 17 ein Nullstab? **(0,25 Punkte)**
- ☐ Ja
- ☐ Nein

Im Folgenden werden die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B bezüglich der durch das Koordinatensystem positiv definierten Richtungen abgefragt. Die Größe und Richtung der drei Einzelkräfte ist der Zeichnung zu entnehmen.

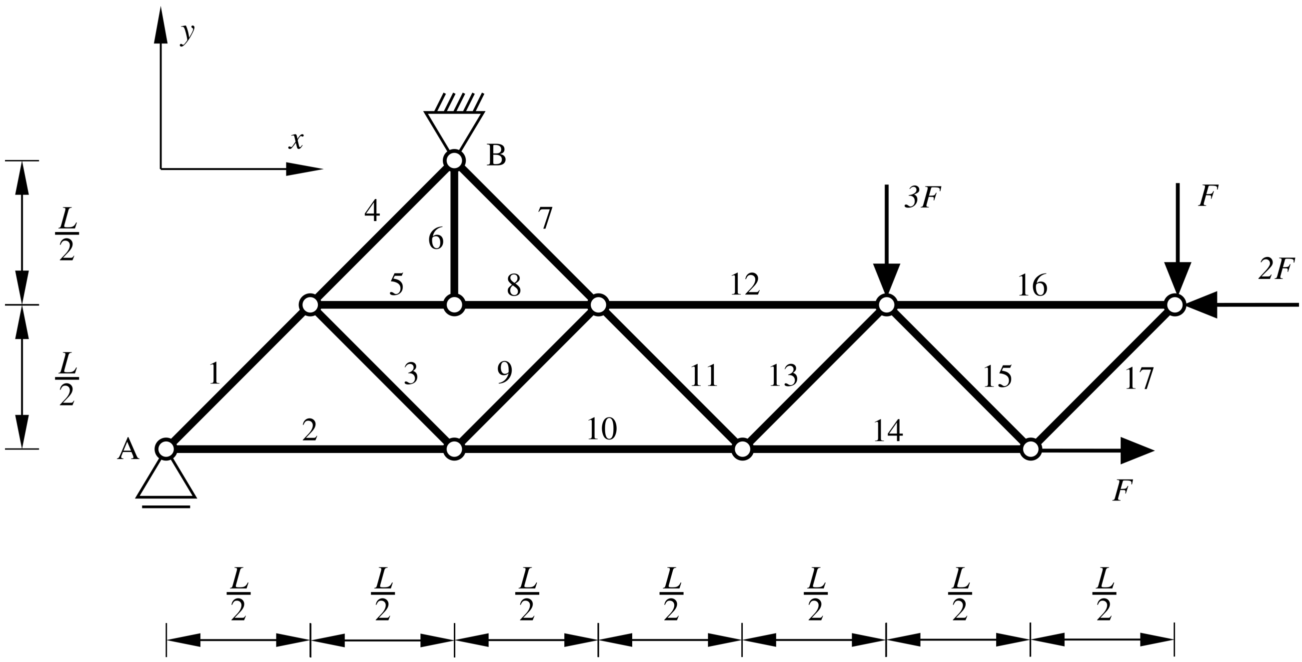
1.11 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente A_x an. **(1,0 Punkte)**
- ☐ F
- ☐ $-2\ F$
- ☐ $-9\ F$
- ☐ $3\ F$
- ☐ $15\ F$
- ☐ $-\ F$
- ☐ $12\ F$
- ☐ $-3\ F$
- ☐ $-10\ F$

1.12 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente A_y an. **(1,0 Punkte)**
- ☐ F
- ☐ $-2\ F$
- ☐ $-9\ F$
- ☐ $3\ F$
- ☐ $15\ F$
- ☐ $-\ F$
- ☐ $12\ F$
- ☐ $-3\ F$
- ☐ $-10\ F$

1.13 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente B_y an. **(1,0 Punkte)**
- ☐ F
- ☐ $-2\ F$
- ☐ $-9\ F$
- ☐ $3\ F$
- ☐ $15\ F$
- ☐ $-\ F$
- ☐ $12\ F$
- ☐ $-3\ F$
- ☐ $-10\ F$

1. Aufgabe 1 [10 Punkte] [Fortsetzung]

Das abgebildete Fachwerksystem ist in den Punkten A und B gelagert und wird durch vier Einzelkräfte belastet. Beachten Sie bei der Berechnung der Stabkräfte die Konvention positiver Zugkräfte.



1.14 Bestimmen Sie die Stabkraft S_{10}. **(1,5 Punkte)**

- ☐ 4 *F*
- ☐ 2,828 *F*
- ☐ -2,828 *F*
- ☐ 5,657 *F*
- ☐ 4,243 *F*
- ☐ -9 *F*
- ☐ 0
- ☐ 8 *F*
- ☐ -8 *F*

1.15 Bestimmen Sie die Stabkraft S_{11}. **(1,5 Punkte)**

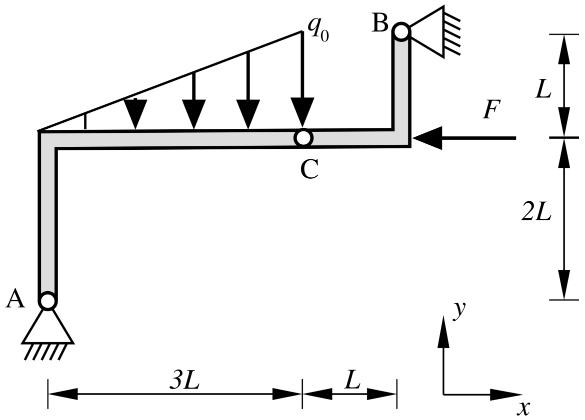
- ☐ 4 *F*
- ☐ 2,828 *F*
- ☐ -2,828 *F*
- ☐ 5,657 *F*
- ☐ 4,243 *F*
- ☐ -9 *F*
- ☐ 0
- ☐ 8 *F*
- ☐ -8 *F*

1.16 Bestimmen Sie die Stabkraft S_{12}. **(1,5 Punkte)**

- ☐ 4 *F*
- ☐ 2,828 *F*
- ☐ -2,828 *F*
- ☐ 5,657 *F*
- ☐ 4,243 *F*
- ☐ -9 *F*
- ☐ 0
- ☐ 8 *F*
- ☐ -8 *F*

2. Aufgabe 2 [10 Punkte]

Das dargestellte System besteht aus zwei masselosen Balken, die im Punkt C durch ein Gelenk verbunden sind. Die Lagerung, Belastung und Geometrie sind der Zeichnung zu entnehmen. Im Folgenden werden die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B bezüglich der durch das Koordinatensystem positiv definierten Richtungen abgefragt.



2.1 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Kraftkomponente B_x gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(0,75 Punkte)**

a) $B_x = -\frac{3}{2}q_0 L + F$ b) $B_x = -\frac{3}{2}q_0 L + 2F$ c) $B_x = 6q_0 L - 2F$

d) $B_x = 3q_0 L - 2F$ e) $B_x = -3q_0 L - 3F$ f) $B_x = -6q_0 L + \frac{3}{2}F$

g) $B_x = -3q_0 L + \frac{2}{3}F$ h) $B_x = 0$ i) $B_x = -3q_0 L + 3F$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2.2 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Kraftkomponente B_y gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(0,75 Punkte)**

a) $B_y = -\frac{3}{2}q_0 L + F$ b) $B_y = -\frac{3}{2}q_0 L + 2F$ c) $B_y = 6q_0 L - 2F$

d) $B_y = 3q_0 L - 2F$ e) $B_y = -3q_0 L - 3F$ f) $B_y = -6q_0 L + \frac{3}{2}F$

g) $B_y = -3q_0 L + \frac{2}{3}F$ h) $B_y = 0$ i) $B_y = -3q_0 L + 3F$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2.3 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Kraftkomponente A_x gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(0,75 Punkte)**

a) $A_x = -\frac{3}{2}q_0 L + F$ b) $A_x = -\frac{3}{2}q_0 L + 2F$ c) $A_x = 6q_0 L - 2F$

d) $A_x = 3q_0 L - 2F$ e) $A_x = -3q_0 L - 3F$ f) $A_x = -6q_0 L + \frac{3}{2}F$

g) $A_x = -3q_0 L + \frac{2}{3}F$ h) $A_x = 0$ i) $A_x = -3q_0 L + 3F$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2. Aufgabe 2 [10 Punkte] [Fortsetzung]

2.4 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Kraftkomponente *Ay* gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(0,75 Punkte)**

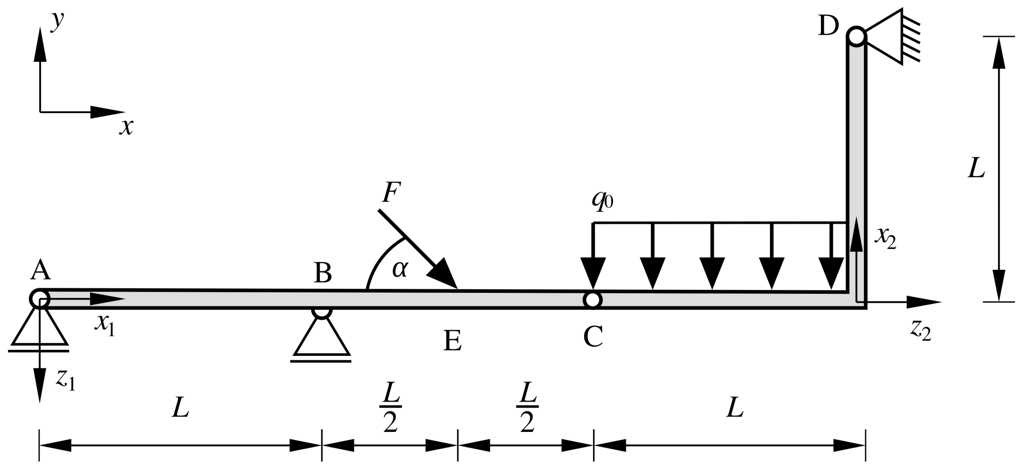
a) $A_y = -\frac{3}{2}q_0L + F$ b) $A_y = -\frac{3}{2}q_0L + 2F$ c) $A_y = 6q_0L - 2F$

d) $A_y = 3q_0L - 2F$ e) $A_y = -3q_0L - 3F$ f) $A_y = -6q_0L + \frac{3}{2}F$

g) $A_y = -3q_0L + \frac{2}{3}F$ h) $A_y = 0$ i) $A_y = -3q_0L + 3F$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

Das dargestellte System besteht aus zwei masselosen Balken, die durch ein Gelenk im Punkt C verbunden und wie dargestellt in den Punkten A, B und D gelagert sind. Zusätzlich zu der Streckenlast q_0 greift die Kraft F im Punkt E unter dem Winkel α=45° an.



Die Auflagerreaktionen sind gemäß der positiven Koordinatenrichtungen im globalen *x*-*y*-Koordinatensystem wie folgt bestimmt worden:

$$A_y = -\frac{1}{2}q_0L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F, \qquad B_y = q_0L + \frac{7}{2\sqrt{2}}F,$$

$$D_x = -\frac{1}{\sqrt{2}}F, \qquad D_y = \frac{1}{2}q_0L - \frac{1}{\sqrt{2}}F$$

2.5 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Biegemoment M an der Stelle $x_1 = 0$ gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

a) $M(x_1 = 0) = \left[-\frac{1}{2}q_0L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right]L$ b) $M(x_1 = 0) = \left[-\frac{1}{2}q_0L\right]L$ c) $M(x_1 = 0) = \left[\frac{1}{2}q_0L + \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right]L$

d) $M(x_1 = 0) = \left[-\frac{1}{4}q_0L - \frac{1}{2\sqrt{2}}F\right]L$ e) $M(x_1 = 0) = \left[-q_0L - \frac{7}{2\sqrt{2}}F\right]L$ f) $M(x_1 = 0) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}F\right]L$

g) $M(x_1 = 0) = \left[\frac{7}{2\sqrt{2}}F\right]L$ h) $M(x_1 = 0) = \left[-\frac{1}{2}q_0L - \frac{3}{4\sqrt{2}}F\right]L$ i) $M(x_1 = 0) = 0$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2. Aufgabe 2 [10 Punkte] [Fortsetzung]

2.6 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Biegemoment M an der Stelle $x_i = L$ gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

a) $M(x_1 = L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$ b) $M(x_1 = L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L\right] L$ c) $M(x_1 = L) = \left[\frac{1}{2}q_0 L + \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$

d) $M(x_1 = L) = \left[-\frac{1}{4}q_0 L - \frac{1}{2\sqrt{2}}F\right] L$ e) $M(x_1 = L) = \left[-q_0 L - \frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ f) $M(x_1 = L) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}F\right] L$

g) $M(x_1 = L) = \left[\frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ h) $M(x_1 = L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{4\sqrt{2}}F\right] L$ i) $M(x_1 = L) = 0$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2.7 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Biegemoment M an der Stelle $x_i = 3/2\ L$ gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

a) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$ b) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L\right] L$ c) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[\frac{1}{2}q_0 L + \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$

d) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[-\frac{1}{4}q_0 L - \frac{1}{2\sqrt{2}}F\right] L$ e) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[-q_0 L - \frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ f) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}F\right] L$

g) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[\frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ h) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{4\sqrt{2}}F\right] L$ i) $M(x_1 = \frac{3}{2}L) = 0$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2.8 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Biegemoment M an der Stelle $x_i = 2\ L$ gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Puntke)**

a) $M(x_1 = 2L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$ b) $M(x_1 = 2L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L\right] L$ c) $M(x_1 = 2L) = \left[\frac{1}{2}q_0 L + \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$

d) $M(x_1 = 2L) = \left[-\frac{1}{4}q_0 L - \frac{1}{2\sqrt{2}}F\right] L$ e) $M(x_1 = 2L) = \left[-q_0 L - \frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ f) $M(x_1 = 2L) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}F\right] L$

g) $M(x = 2L) = \left[\frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ h) $M(x_1 = 2L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{4\sqrt{2}}F\right] L$ i) $M(x_1 = 2L) = 0$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2.9 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Biegemoment M an der Stelle $x_i = 3\ L$ gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

a) $M(x_1 = 3L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$ b) $M(x_1 = 3L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L\right] L$ c) $M(x_1 = 3L) = \left[\frac{1}{2}q_0 L + \frac{3}{2\sqrt{2}}F\right] L$

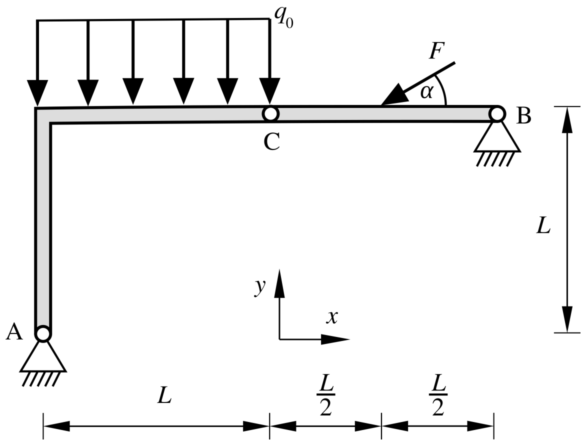
d) $M(x = 3L) = \left[-\frac{1}{4}q_0 L - \frac{1}{2\sqrt{2}}F\right] L$ e) $M(x_1 = 3L) = \left[-q_0 L - \frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ f) $M(x_1 = 3L) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}}F\right] L$

g) $M(x_1 = 3L) = \left[\frac{7}{2\sqrt{2}}F\right] L$ h) $M(x_1 = 3L) = \left[-\frac{1}{2}q_0 L - \frac{3}{4\sqrt{2}}F\right] L$ i) $M(x_1 = 3L) = 0$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

2. Aufgabe 2 [10 Punkte] [Fortsetzung]

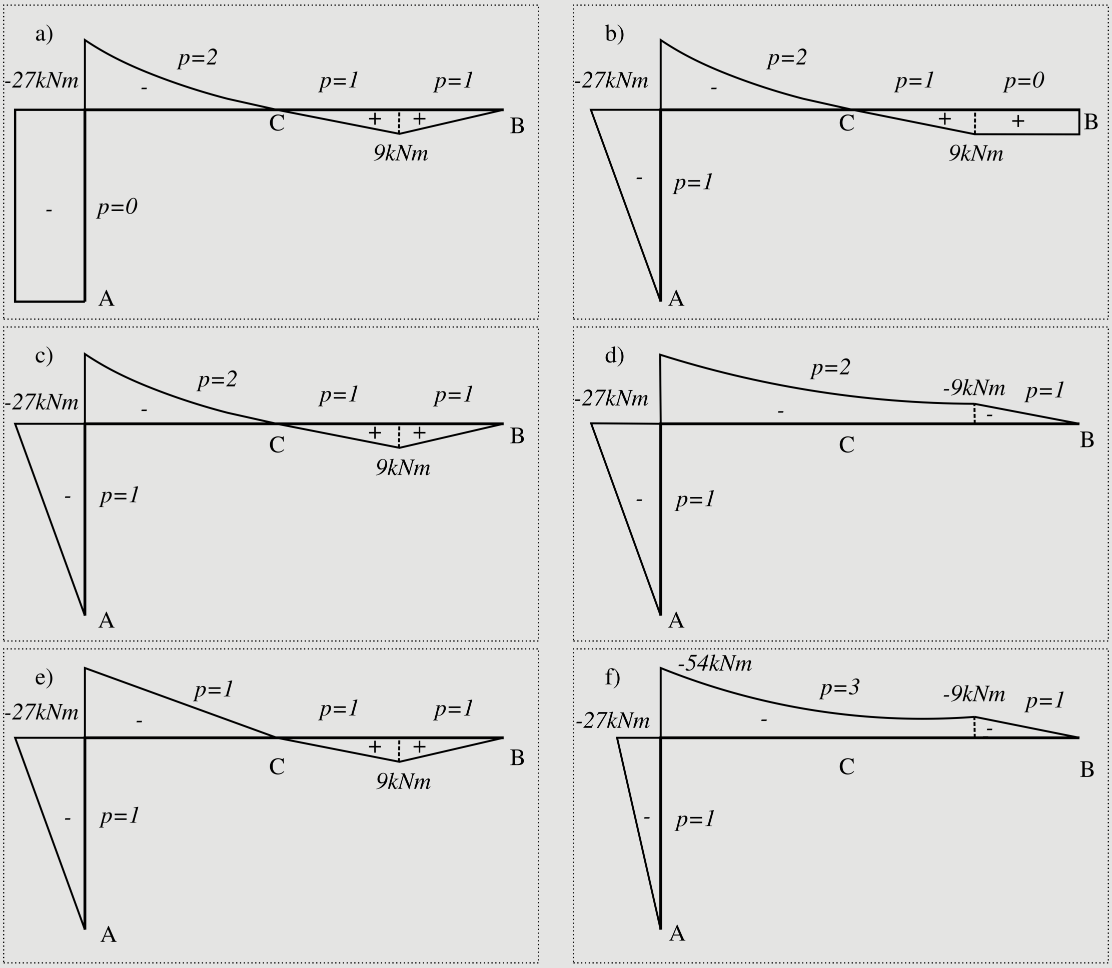
Das dargestellte System besteht aus zwei masselosen Balken, die in Punkt C durch ein Gelenk verbunden und wie dargestellt belastet und gelagert sind.



Für die Belastung, Geometrie und die Auflagerreaktionen des Systems stehen Ihnen folgende Werte zur Verfügung:

$$L = 6\,\mathrm{m} \quad , \quad q_0 = 0{,}5\,\mathrm{kN/m} \quad , \quad F = 12\,\mathrm{kN}$$
$$\alpha = 30^\circ \quad , \quad A_x = 4{,}5\,\mathrm{kN} \quad , \quad A_y = 6\,\mathrm{kN}$$
$$B_x = 5{,}89\,\mathrm{kN} \quad , \quad B_y = 3\,\mathrm{kN}$$

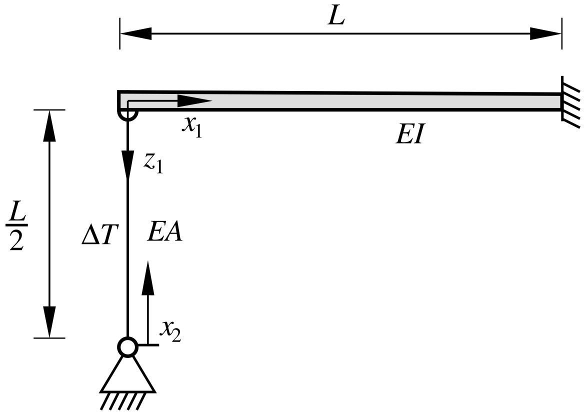
2.10 Kreuzen Sie den zum richtigen Biegemomentenverlauf M(x) gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. Der Polynomgrad ist mit *p* angegeben. **(2,0 Punkte)**



☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)

3. Aufgabe 3 [10 Punkte]

Das dagestellte System besteht aus einem als masselos anzusehenden Balken (Länge L, Biegesteifigkeit EI), der wie dargestellt gelagert ist. Zusätzlich wird er von einer Pendelstütze (Länge $L/2$, Dehnsteifigkeit EA, Wärmeausdehnungskoeffizient α) gehalten. Die Pendelstütze wird um einen Wert ΔT erwärmt.



3.1 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Axialverschiebung $u(x_2 = 0)$ in der Pendelstütze zu? **(0,5 Punkte)**

- ☐ $u(x_2 = 0) = -w(x_1 = 0)$, und sonst keine weitere
- ☐ $u'(x_2 = 0) = w'(x_1 = 0)$, und sonst keine weitere
- ☐ $u(x_2 = 0) = 0$, und sonst keine weitere
- ☐ $u(x_2 = 0) = u(x_2 = L/2)$, und sonst keine weitere

3.2 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Axialverschiebung $u(x_2 = L/2)$ in der Pendelstütze zu? **(0,5 Punkte)**

- ☐ $u(x_2 = L/2) = -w(x_1 = 0)$, und sonst keine weitere
- ☐ $u'(x_2 = L/2) = w'(x_1 = 0)$, und sonst keine weitere
- ☐ $u(x_2 = L/2) = 0$, und sonst keine weitere
- ☐ $u(x_2 = 0) = u(x_2 = L/2)$, und sonst keine weitere

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

$$u(x_2) = (S/EA + \alpha\Delta T)\, x_2 + c_1$$

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

3.3 Kreuzen Sie das zur richtigen Lösung für die Konstante c_1 gehörende Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

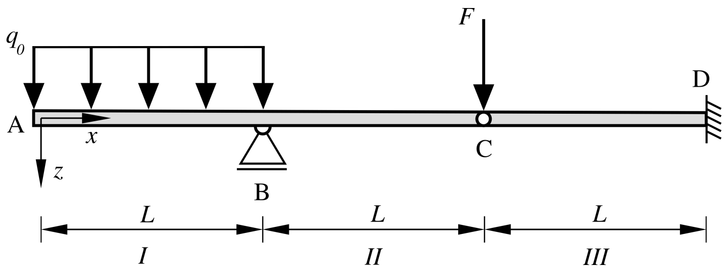
- ☐ $(S/EA + \alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ 0
- ☐ $(\alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ $(S/EA)\, L/2$
- ☐ $-(S/EA + \alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ $-(S/EA)\, L/2$

3.4 Bestimmen Sie die Längenänderung ΔL der Pendelstütze auf Grund der im System wirkenden Belastung. Kreuzen Sie das zur richtigen Lösung gehörende Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

- ☐ $(S/EA + \alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ 0
- ☐ $(\alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ $(S/EA)\, L/2$
- ☐ $-(S/EA + \alpha\Delta T)\, L/2$
- ☐ $-(S/EA)\, L/2$

3. Aufgabe 3 [10 Punkte] [Fortsetzung]

Das unten dargestellte System besteht aus zwei in Punkt C gelenkig miteinander verbundenen Balken (Biegesteifigkeit *EI*). Die Lagerung und Belastung sind der Zeichnung zu entnehmen. Es gilt $F = 2\, q_0\, L$.



Für die drei Bereiche wurden die Verläufe der Biegelinie bestimmt. Diese lauten in Abhängigkeit der noch unbekannten Konstanten a_1, a_2, b_1, b_2, c_1 und c_2:

$$EIw_I(x) = \frac{1}{24} q_0 x^4 + a_1\, x + a_2$$
$$EIw_{II}(x) = -\frac{1}{12} q_0\, L(x-L)^3 + \frac{1}{4} q_0\, L^2 (x-L)^2 + b_1\,(x-L) + b_2$$
$$EIw_{III}(x) = \frac{1}{4} q_0\, L(x-2L)^3 + c_1\,(x-2L) + c_2$$

3.5 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante c_1 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

$a)\ c_1 = 0$	$b)\ c_1 = \frac{1}{3} q_0\, L^3$	$c)\ c_1 = -\frac{1}{4} q_0\, L^3$
$d)\ c_1 = \frac{1}{6} q_0\, L^3$	$e)\ c_1 = \frac{3}{4} q_0\, L^3$	$f)\ c_1 = q_0\, L^3$
$g)\ c_1 = -\frac{2}{3} q_0\, L^3$	$h)\ c_1 = -\frac{3}{4} q_0\, L^3$	$i)\ c_1 = \frac{1}{2} q_0\, L^3$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

3.6 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante c_2 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,0 Punkte)**

$a)\ c_2 = 0$	$b)\ c_2 = \frac{7}{24} q_0\, L^4$	$c)\ c_2 = -\frac{1}{4} q_0\, L^4$
$d)\ c_2 = \frac{1}{24} q_0\, L^4$	$e)\ c_2 = \frac{3}{24} q_0\, L^4$	$f)\ c_2 = q_0\, L^4$
$g)\ c_2 = -\frac{5}{24} q_0\, L^4$	$h)\ c_2 = -\frac{3}{48} q_0\, L^4$	$i)\ c_2 = \frac{1}{2} q_0\, L^4$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

3.7 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante b_1 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,25 Punkte)**

$a)\ b_1 = 0$	$b)\ b_1 = \frac{1}{3} q_0\, L^3$	$c)\ b_1 = -\frac{1}{4} q_0\, L^3$
$d)\ b_1 = \frac{1}{6} q_0\, L^3$	$e)\ b_1 = \frac{3}{4} q_0\, L^3$	$f)\ b_1 = q_0\, L^3$
$g)\ b_1 = -\frac{2}{3} q_0\, L^3$	$h)\ b_1 = -\frac{3}{4} q_0\, L^3$	$i)\ b_1 = \frac{1}{2} q_0\, L^3$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

3. Aufgabe 3 [10 Punkte] [Fortsetzung]

3.8 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante b_2 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,25 Punkte)**

$a)\ b_2 = 0$ $\quad b)\ b_2 = \frac{7}{24} q_0\, L^4$ $\quad c)\ b_2 = -\frac{1}{4} q_0\, L^4$

$d)\ b_2 = \frac{1}{24} q_0\, L^4$ $\quad e)\ b_2 = \frac{3}{24} q_0\, L^4$ $\quad f)\ b_2 = q_0\, L^4$

$g)\ b_2 = -\frac{5}{24} q_0\, L^4$ $\quad h)\ b_2 = -\frac{3}{48} q_0\, L^4$ $\quad i)\ b_2 = \frac{1}{2} q_0\, L^4$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

3.9 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante a_1 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,25 Punkte)**

$a)\ a_1 = 0$ $\quad b)\ a_1 = \frac{1}{3} q_0\, L^3$ $\quad c)\ a_1 = -\frac{1}{4} q_0\, L^3$

$d)\ a_1 = \frac{1}{6} q_0\, L^3$ $\quad e)\ a_1 = \frac{3}{4} q_0\, L^3$ $\quad f)\ a_1 = q_0\, L^3$

$g)\ a_1 = -\frac{2}{3} q_0\, L^3$ $\quad h)\ a_1 = -\frac{3}{4} q_0\, L^3$ $\quad i)\ a_1 = \frac{1}{2} q_0\, L^3$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

3.10 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Konstante a_2 gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(1,25 Punkte)**

$a)\ a_2 = 0$ $\quad b)\ a_2 = \frac{7}{24} q_0\, L^4$ $\quad c)\ a_2 = -\frac{1}{4} q_0\, L^4$

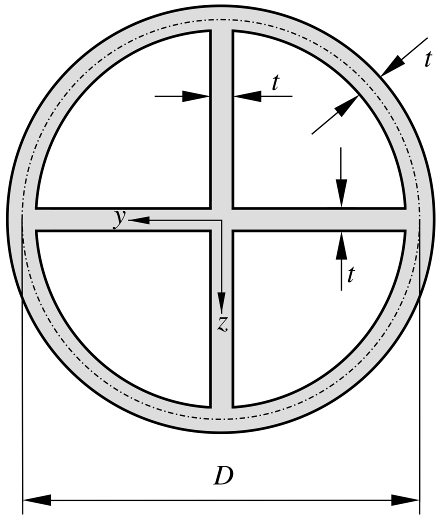
$d)\ a_2 = \frac{1}{24} q_0\, L^4$ $\quad e)\ a_2 = \frac{3}{24} q_0\, L^4$ $\quad f)\ a_2 = q_0\, L^4$

$g)\ a_2 = -\frac{5}{24} q_0\, L^4$ $\quad h)\ a_2 = -\frac{3}{48} q_0\, L^4$ $\quad i)\ a_2 = \frac{1}{2} q_0\, L^4$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

4. Aufgabe 4 [10 Punkte]

Gegeben ist ein dünnwandiges Rohr mit zwei dünnen Stegen (Durchmesser D, Dicke $t<<D$). Aufgrund der Dünnwandigkeit, sind in der Antwort Terme mit t^2 und höher vernachlässigbar. Der Querschnitt hat die folgende Form:



4.1 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Querschnittsfläche A gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

$a)\ A = \frac{3}{2}Dt$ $\quad b)\ A = Dt\ (2+\pi)$ $\quad c)\ A = 4Dt - \pi$

$d)\ A = 2Dt$ $\quad e)\ A = Dt\ (2+4\pi)$ $\quad f)\ A = Dt\ (4+8\pi)$

$g)\ A = \frac{5}{2}Dt$ $\quad h)\ A = \frac{3}{2}Dt - 3\pi$ $\quad i)\ A = \frac{3}{2} + 3\pi$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

4.2 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Flächenträgheitsmoment I_y gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

$a)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{6}+\frac{\pi}{8}\right)$ $\quad b)\ I_y = \frac{1}{12}tD^3$ $\quad c)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{3}+\frac{\pi}{4}\right)$

$d)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{12}+\frac{\pi}{8}\right)$ $\quad e)\ I_y = \frac{\pi}{8}tD^3$ $\quad f)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{12}+\frac{3\pi}{32}\right)$

$g)\ I_y = tD^3\left(\frac{5}{4}+\frac{3\pi}{4}\right)$ $\quad h)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{6}+\frac{\pi}{4}\right)$ $\quad i)\ I_y = tD^3\left(\frac{1}{12}+\frac{\pi}{4}\right)$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

4. Aufgabe 4 [10 Punkte] [Fortsetzung]

4.3 Wir betrachten nun einen einfachen kreisrunden Vollquerschnitt mit dem Radius *R*. Die Belastung ist durch eine Zugkraft *N = F* und ein Biegemoment $M_y = 10\ RF$ gegeben. Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für den Ort der neutralen Faser (d.h. wo verschwindet die resultierende Spannung) gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

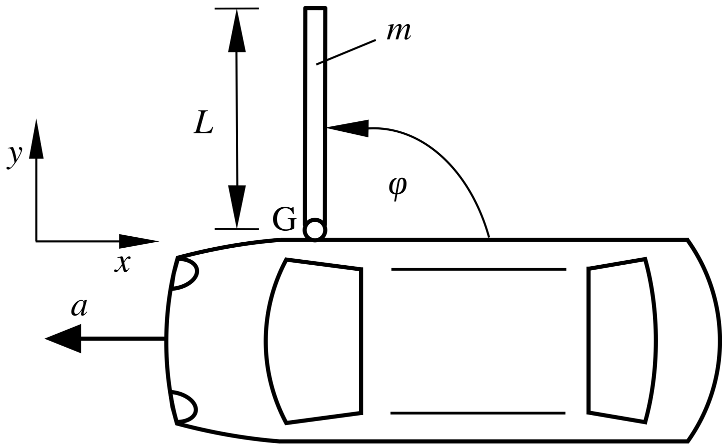
$a)\ z = -\frac{R}{20}$ $\quad b)\ z = -\frac{\pi R}{40}$ $\quad c)\ z = -\frac{R}{40}$

$d)\ z = -\frac{\pi R}{20}$ $\quad e)\ z = -\frac{\pi R}{10}$ $\quad f)\ z = -\frac{3R}{10}$

$g)\ z = -\frac{R}{10}$ $\quad h)\ z = -\frac{R}{160}$ $\quad i)\ z = -\frac{\pi R}{160}$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

Eine Autotür der Länge *L* und Masse *m* mit homogener Dichteverteilung ist mit *φ = 90°* geöffnet. Das Auto beschleunigt im Folgenden mit *a*. Die Türdicke sei vernachlässigbar.



4.4 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für das Massenträgheitsmoment der Tür bezüglich des Gelenks *G* gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

$a)\ \Theta = \frac{1}{3} mL^2$ $\quad b)\ \Theta = 5mL^2$ $\quad c)\ \Theta = \frac{1}{12} mL^2$

$d)\ \Theta = 2mL^2$ $\quad e)\ \Theta = mL^2$ $\quad f)\ \Theta = \frac{1}{4} mL^2$

$g)\ \Theta = \frac{3}{4} mL^2$ $\quad h)\ \Theta = \frac{5}{6} mL^2$ $\quad i)\ \Theta = 3mL^2$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

4. Aufgabe 4 [10 Punkte] [Fortsetzung]

4.5 Kreuzen Sie den zur richtigen Lösung für die Winkelbeschleunigung, welche die die Tür zu Beginn ($\varphi = 90°$) erfährt, gehörenden Buchstaben im dafür vorgesehenen Kästchen an. **(2,0 Punkte)**

$a)\ \ddot{\varphi} = \frac{3maL}{2\Theta_G}$ $b)\ \ddot{\varphi} = \frac{maL}{2\Theta_G}$ $c)\ \ddot{\varphi} = -\frac{2maL}{\Theta_G}$

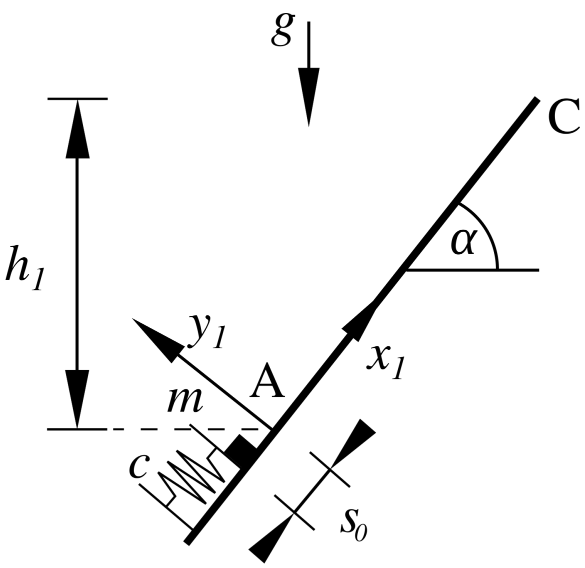
$d)\ \ddot{\varphi} = -\frac{maL}{\Theta_G}$ $e)\ \ddot{\varphi} = -\frac{5maL}{2\Theta_G}$ $f)\ \ddot{\varphi} = -\frac{maL}{2\Theta_G}$

$g)\ \ddot{\varphi} = \frac{maL}{\Theta_G}$ $h)\ \ddot{\varphi} = -\frac{maL}{3\Theta_G}$ $i)\ \ddot{\varphi} = -\frac{3maL}{2\Theta_G}$

☐ a) ☐ b) ☐ c)
☐ d) ☐ e) ☐ f)
☐ g) ☐ h) ☐ i)

5. Aufgabe 5 [10 Punkte]

Eine Punktmasse m befindet sich auf einer vorgespannten Feder (Federsteifigkeit c, Vorspannung s_0) an einer reibungsfreien Schräge (Höhe h, Steigungswinkel α).



5.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_A, welche die Masse nach dem Entspannen der Feder (in Punkt A) aufweist. Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen **(1,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad m = 0,5\,\mathrm{kg}, \quad s_0 = 0,1\,\mathrm{m}, \quad c = 1000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}, \quad \alpha = 49^\circ$$

- ☐ 2,5 m/s
- ☐ 3 m/s
- ☐ 4 m/s
- ☐ 4,3 m/s
- ☐ 5,2 m/s
- ☐ 6 m/s
- ☐ 5,7 m/s
- ☐ 4,7 m/s
- ☐ 3,4 m/s

5.2 Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_c, welche die Masse im Punkt C aufweist. Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,5 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad m = 0,3\,\mathrm{kg}, \quad v_A = 20\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad h_1 = 15\,\mathrm{m}, \quad \alpha = 30^\circ$$

- ☐ 15 m/s
- ☐ 8 m/s
- ☐ 5 m/s
- ☐ 25 m/s
- ☐ 20 m/s
- ☐ 10 m/s
- ☐ 12 m/s
- ☐ 7 m/s
- ☐ 17 m/s

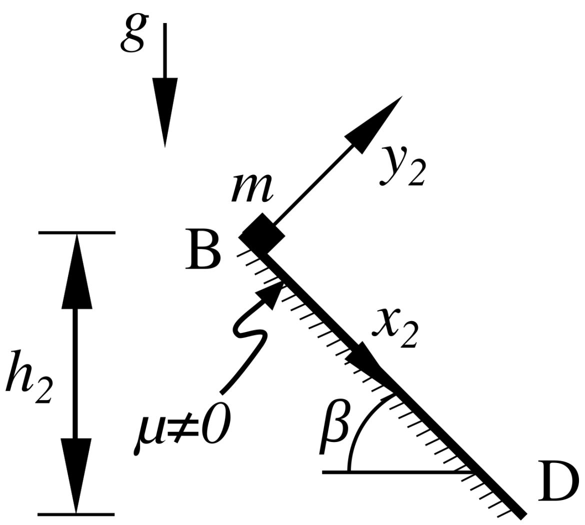
5.3 Bestimmen Sie die Zeit t_{AC}, welche die Masse benötigt um von Punkt A den Punkt C zu erreichen. Benutzen Sie zur Berechnung das vorgegebene x_1-y_1-Koordinatensystem. Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,5 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad v_A = 50\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad v_C = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad h_1 = 113,75\,\mathrm{m}, \quad \alpha = 30^\circ$$

- ☐ 2 s
- ☐ 3 s
- ☐ 4 s
- ☐ 5 s
- ☐ 6 s
- ☐ 7 s
- ☐ 8 s
- ☐ 9 s
- ☐ 10 s

5. Aufgabe 5 [10 Punkte] [Fortsetzung]

Eine Punktmasse m befindet sich im Punkt B (Geschwindigkeit v_B) auf einer reibungsbehafteten Strecke (Gleiteibungskoeffizient μ, Neigungswinkel β).



5.4 Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_D, welche die Masse im Punkt D aufweist.
Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad v_B = 0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad \mu = 0,64, \quad h_2 = 20\,\mathrm{m}, \quad \beta = 45^\circ$$

- ☐ 12,5 m/s
- ☐ 10,5 m/s
- ☐ 15 m/s
- ☐ 10 m/s
- ☐ 8,5 m/s
- ☐ 8 m/s
- ☐ 9 m/s
- ☐ 15,5 m/s
- ☐ 12 m/s

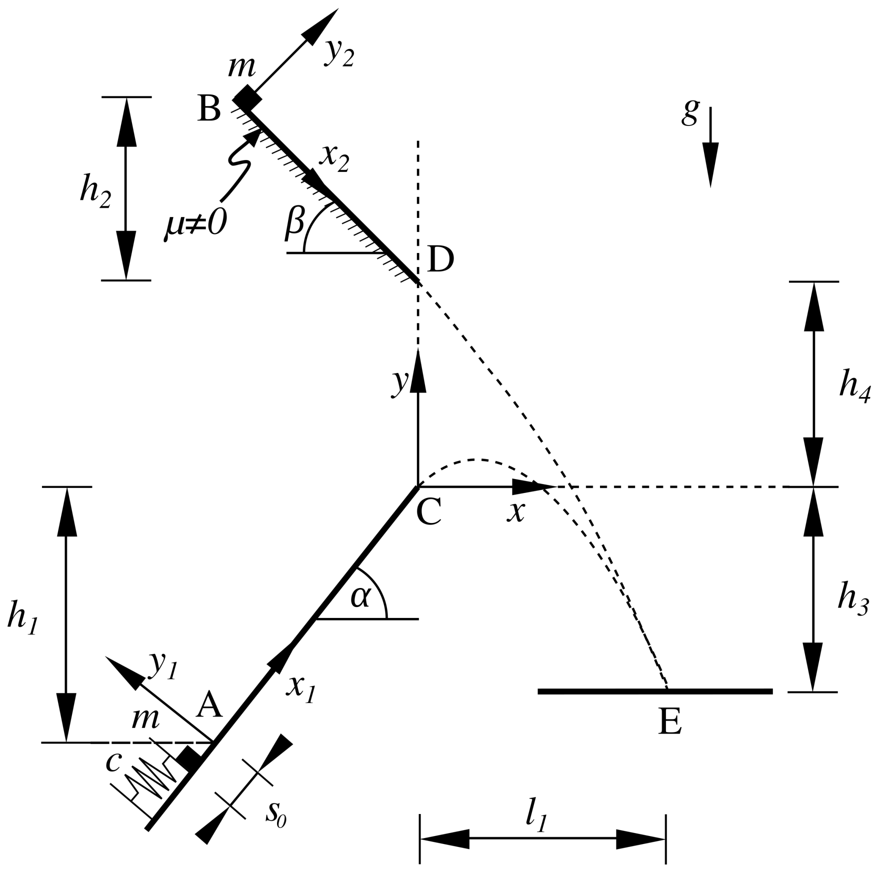
5.5 Im Folgenden gilt $v_B = 10$ m/s. Geben Sie den Grenzwert für den Winkel β an, bei dem die Masse im Punkt D gerade zum Stillstand kommt.
Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad v_B = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad \mu = 0,5, \quad h_2 = 15\,\mathrm{m}$$

- ☐ 20,556°
- ☐ 45,0°
- ☐ 15,876°
- ☐ 29,513°
- ☐ 21,233°
- ☐ 37,112°
- ☐ 34,457°
- ☐ 30,441°
- ☐ 18,257°

5. Aufgabe 5 [10 Punkte] [Fortsetzung]

Wie in der folgenden Abbildung dargestellt, sind die ersten beiden Systeme übereinander angeordnet. Die Massen verlassen die beiden Bahnen in den Punkten C bzw. D. Verwenden Sie das vorgegebene *x*-*y*-Koordinatensystem.



5.6 Bestimmen Sie die Zeit t_{CE}, welche die Masse nach dem Verlassen der unteren Bahn benötigt um die horizontale Strecke l_l zwischen den Punkten C und E zurückzulegen.
Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad v_C = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad l_1 = 20\,\mathrm{m}, \quad \alpha = 60^\circ$$

- ☐ 3,5 s
- ☐ 4,0 s
- ☐ 6 s
- ☐ 4,5 s
- ☐ 3,0 s
- ☐ 5,5 s
- ☐ 2,5 s
- ☐ 5 s
- ☐ 8 s

5.7 Bestimmen Sie die Zeit t_{DE}, welche die Masse nach dem Verlassen der oberen Bahn benötigt um die horizontale Strecke l_l zwischen den Punkten D und E zurückzulegen.
Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(1,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, \quad v_D = 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \quad l_1 = 20\,\mathrm{m}, \quad \beta = 50^\circ$$

- ☐ 5,937 s
- ☐ 2,842 s
- ☐ 5,186 s
- ☐ 4,271 s
- ☐ 3,755 s
- ☐ 6,359 s
- ☐ 8,312 s
- ☐ 2,175 s
- ☐ 4,692 s

5. Aufgabe 5 [10 Punkte] [Fortsetzung]

5.8 Welchen Wert würde h_4 aufweisen, damit beide Massen nach dem Verlassen ihrer jeweiligen Bahn zur gleichen Zeit ($t_{CE} = t_{DE}$) den Punkt E erreichen.
Geben Sie das Ergebnis an, indem Sie die folgenden Werte einsetzen. **(2,0 Punkte)**

$$g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},\quad l_1 = 10\,\mathrm{m},\quad h_3 = 15\,\mathrm{m},\quad \alpha = 32^\circ,\quad \beta = 48^\circ$$

- ☐ 23,144 m
- ☐ 29,5 m
- ☐ 20,263 m
- ☐ 10,137 m
- ☐ 12,667 m
- ☐ 19,3 m
- ☐ 17,355 m
- ☐ 14,786 m
- ☐ 26,271 m