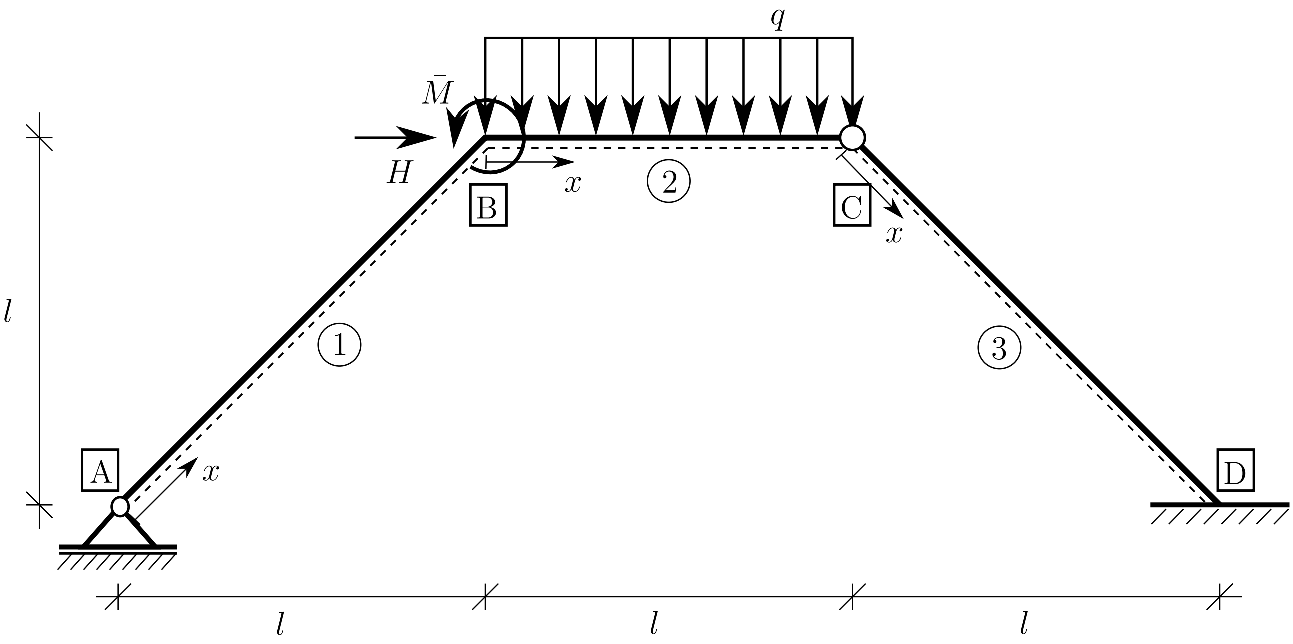
Aufgabe 1 [18 Punkte]



Der dargestellte Rahmen ist im Abschnitt 2 mit einer konstanten Streckenlast q und im Knoten $\boxed{\text{B}}$ mit einer Einzelkraft $H = \frac{1}{2}ql$ sowie einem Einzelmoment $\bar{M} = \frac{1}{2}ql^2$ belastet.

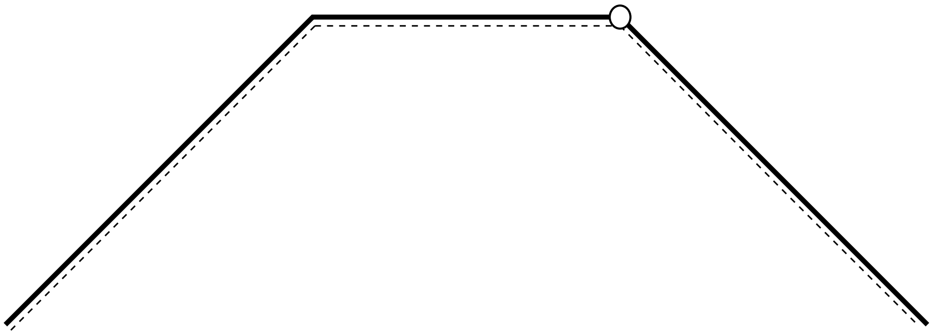
a) Berechnen Sie alle Lagerreaktionen.

b) Zeichnen Sie für den gesamten Rahmen die Verläufe der Schnittgrößen N, Q und M in die zugehörigen Abbildungen auf der nächsten Seite. Geben Sie für jeden Abschnitt die ausgezeichneten Werte an den Knoten $\boxed{\text{A}}$ bis $\boxed{\text{D}}$ mit Vorzeichen an. Geben Sie darüber hinaus den maximalen Wert des Biegemoments im Abschnitt 2 an.

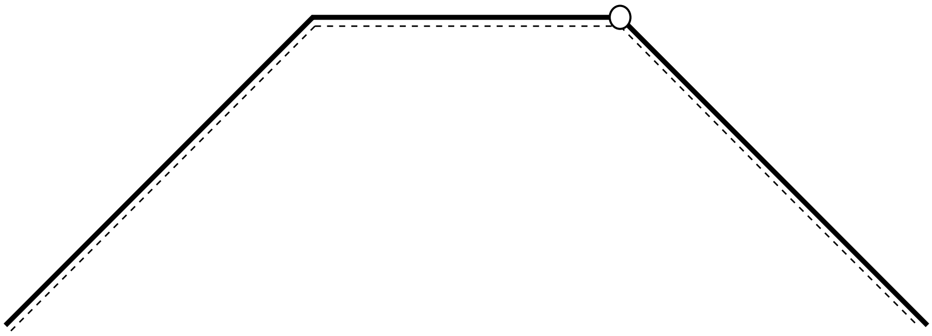
Abschnitte, in denen die entsprechende Schnittgröße null ist, müssen explizit gekennzeichnet werden (z. B. durch Eintragen einer Null).

Gegeben: l, q, $\bar{M} = \frac{1}{2}ql^2$, $H = \frac{1}{2}ql$

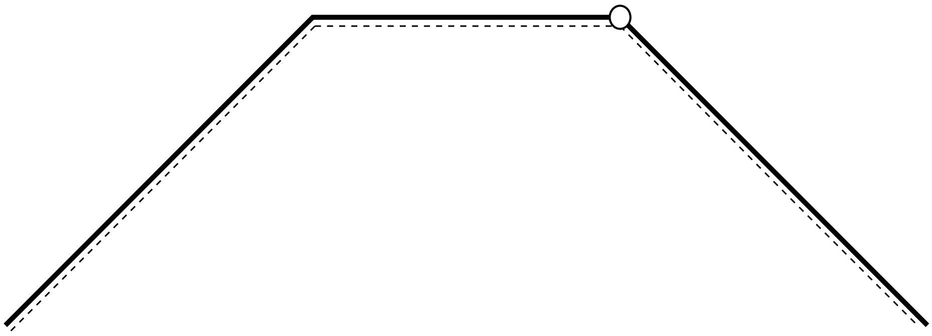
Normalkraft N:



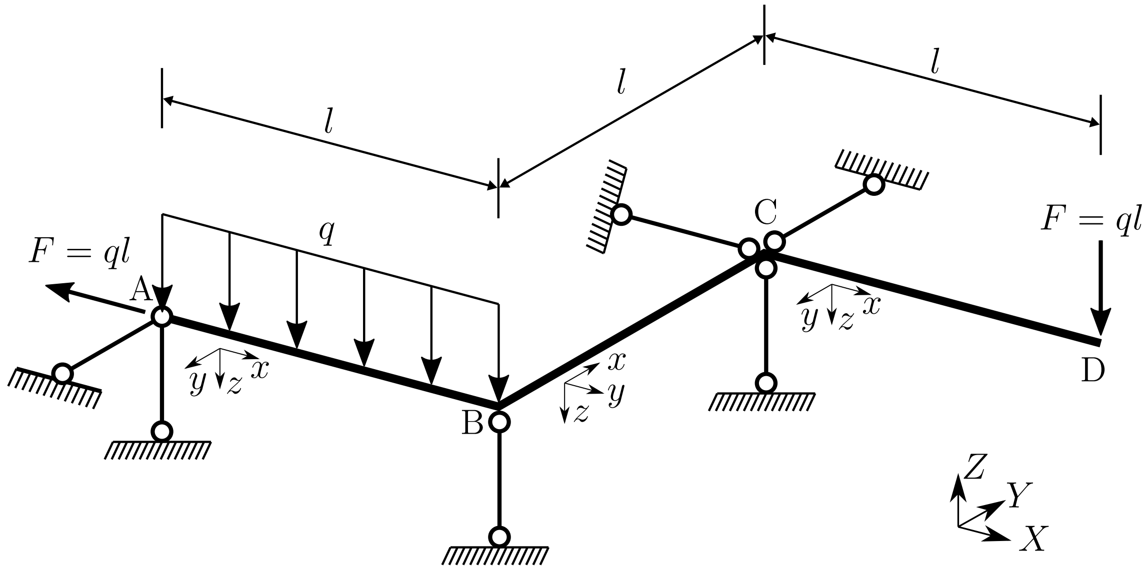
Querkraft Q:



Biegemoment M:



Aufgabe 2 [22 Punkte]



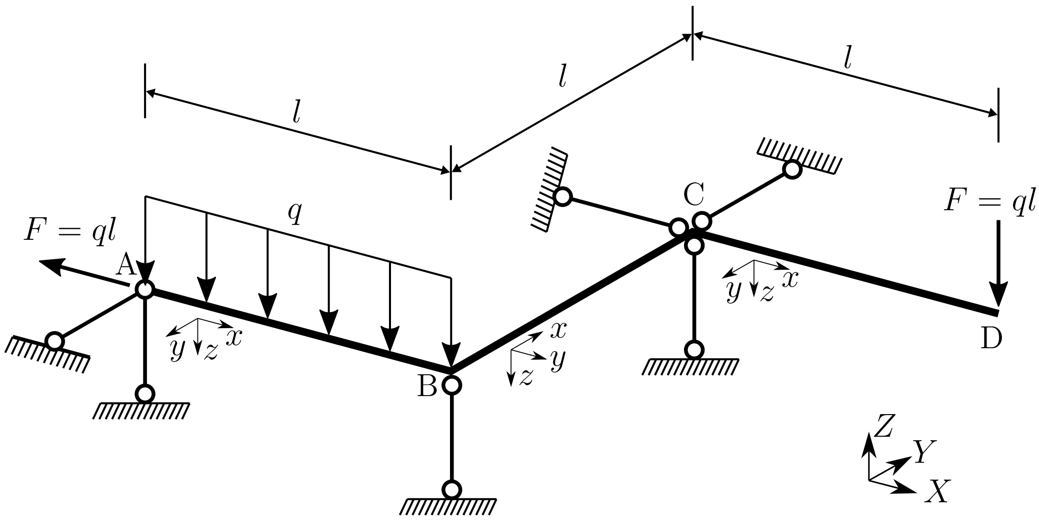
Das dargestellte räumliche, rechtwinklige Tragwerk ist durch die konstante Streckenlast q und zwei Einzellasten $F = ql$ belastet.

a) Berechnen Sie alle Lagerreaktionen. Wählen Sie dabei die positiven Richtungen der Lagerreaktionen entsprechend dem globalen (X, Y, Z)-Koordinatensystem.

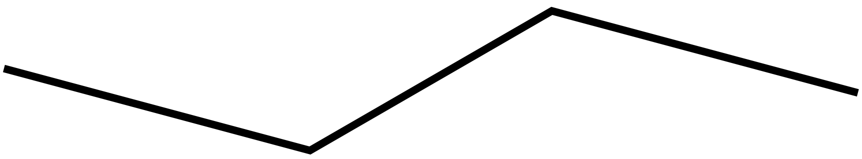
b) Zeichnen Sie für das gesamte Tragwerk die Verläufe der Schnittgrößen N, Q_y, M_z, M_x, Q_z und M_y in die zugehörigen Abbildungen auf den folgenden Seiten. Geben Sie für jeden Abschnitt die ausgezeichneten Werte an den Punkten A, B, C und D mit Vorzeichen an.

Die Schnittgrößen sind bezüglich der lokalen (x, y, z)-Koordinatensysteme definiert. Abschnitte, in denen die entsprechende Schnittgröße null ist, müssen explizit gekennzeichnet werden (z. B. durch Eintragen einer Null).

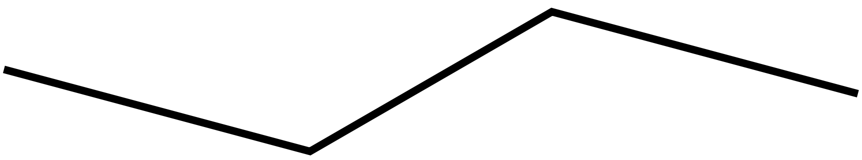
Gegeben: l, q, $F = ql$



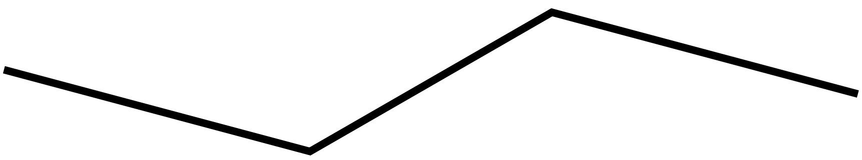
Normalkraft N:

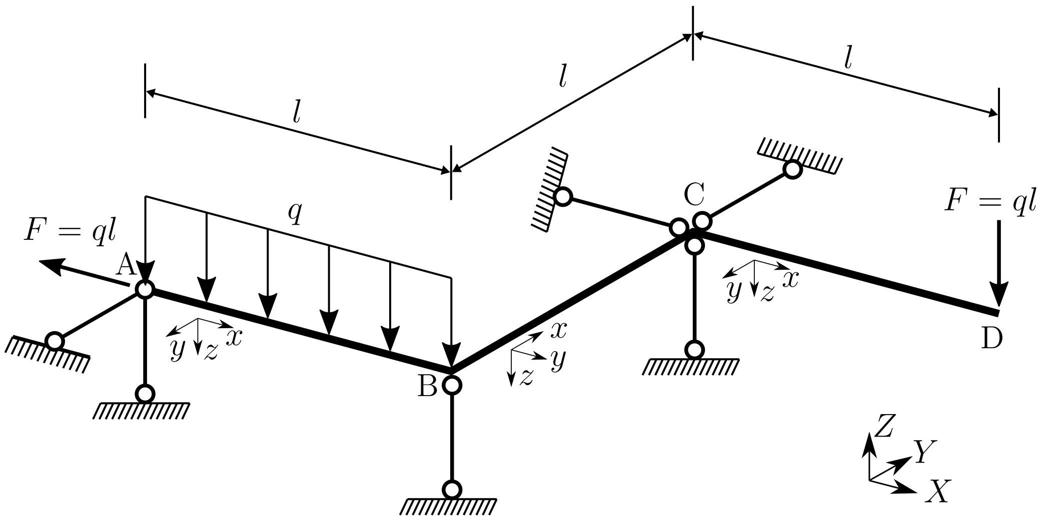


Querkraft Q_y:

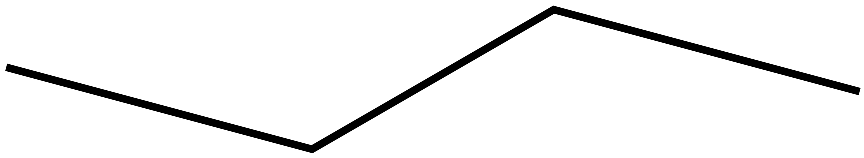


Biegemoment M_z:

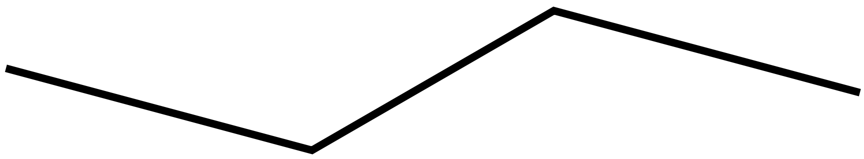




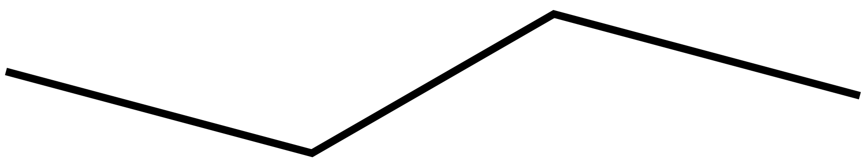
Torsionsmoment M_x:



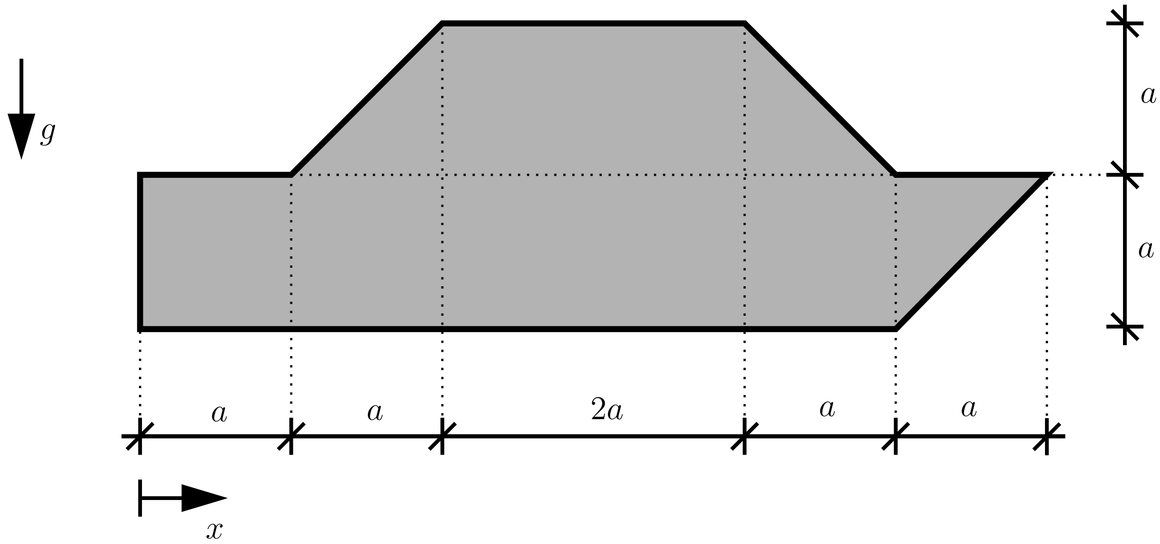
Querkraft Q_z:



Biegemoment M_y:



Kurzfrage 1 [6 Punkte]



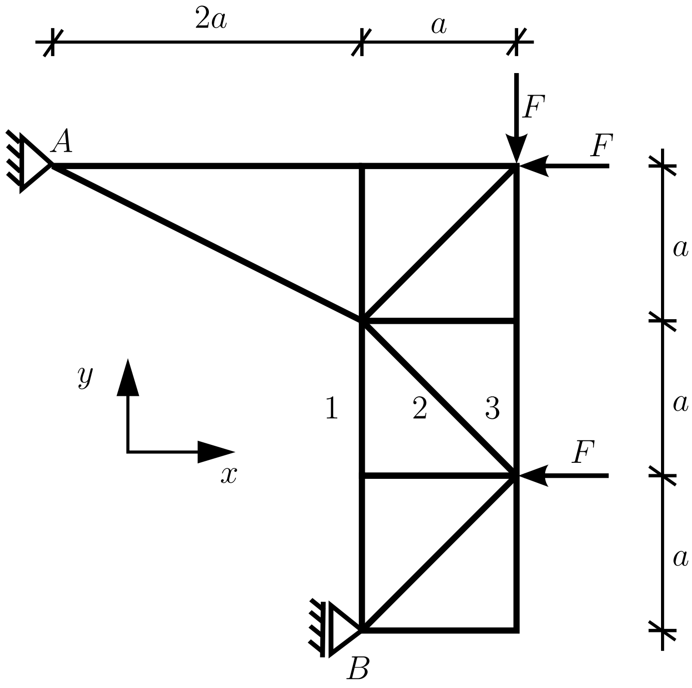
Das Modell eines Bootes soll auf einer Aufstellvorrichtung ausbalanciert werden. Berechnen Sie den Schwerpunkt x_S des Modellbootes unter der Annahme, dass das Gewicht gleichmäßig über den grau hinterlegten Bereich verteilt ist.

Gegeben: a

$x_S =$

Kurzfrage 2 [11 Punkte]

Gegeben ist das skizzierte Fachwerk.



Gegeben: F, a

a) Markieren Sie alle offensichtlichen Nullstäbe.

b) Berechnen Sie die Lagerreaktionen.

$A_x =$
$A_y =$
$B_x =$

c) Berechnen Sie die Kräfte in den Stäben 1, 2 und 3.

$S_1 =$
$S_2 =$
$S_3 =$

Kurzfrage 3 [6 Punkte]

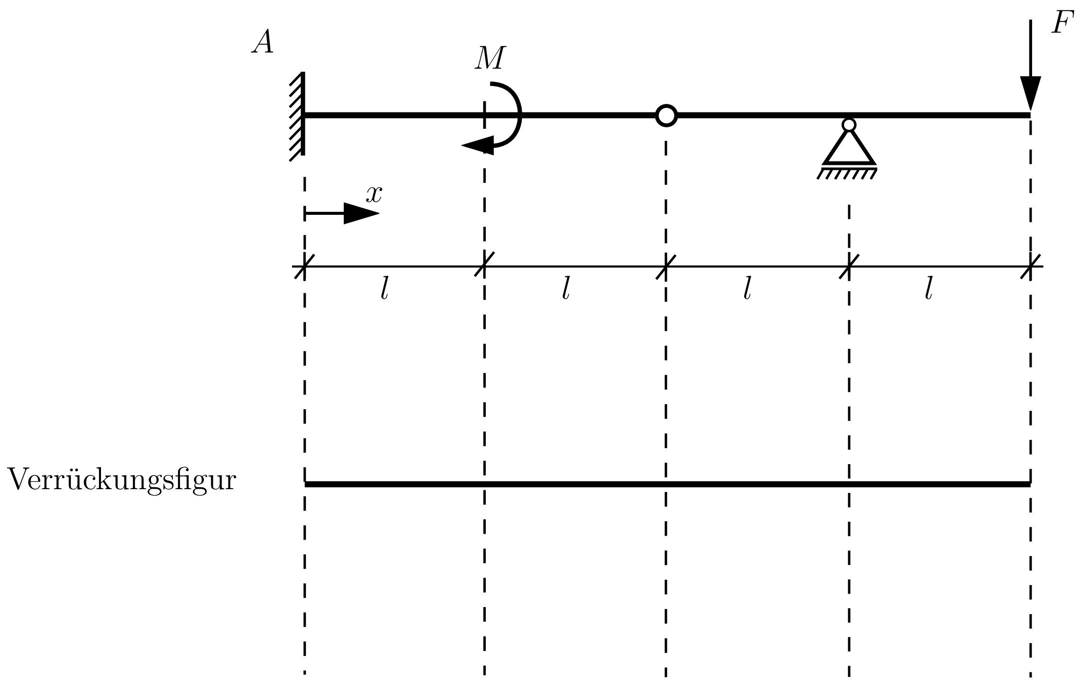
Für den skizzierten Gelenkträger soll das Lagermoment im Punkt A mithilfe des Prinzips der virtuellen Verrückungen berechnet werden.

a) Zeichnen Sie eine zulässige virtuelle Verrückungsfigur. Zeichnen Sie das Lagermoment und alle benötigten virtuellen Verrückungen mit Bezeichnung ein.

b) Geben Sie die gesamte virtuelle Arbeit δW in Abhängigkeit von nur einer virtuellen Größe an.

c) Geben Sie das Lagermoment M_A an.

Gegeben: l, F, M

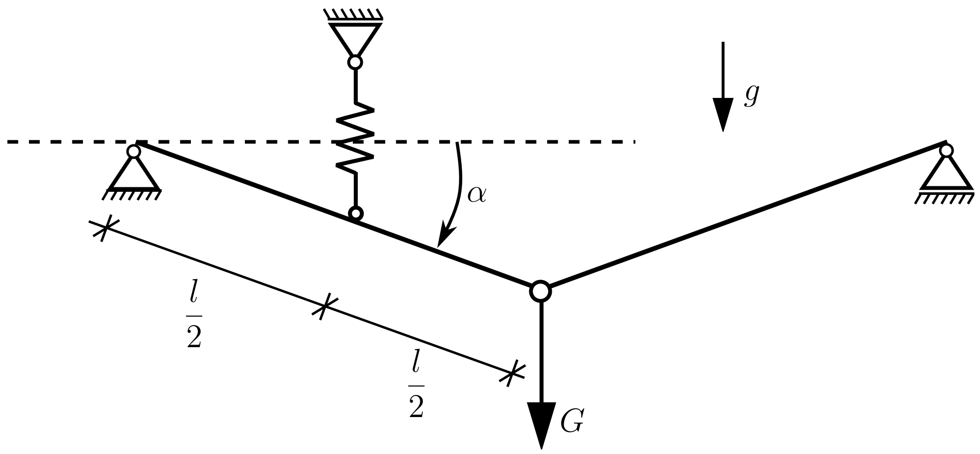


$\delta W =$

$M_A =$

Kurzfrage 4 [6 Punkte]

Gegeben ist das skizzierte System aus zwei gelenkig verbundenen, masselosen Stäben und einer Feder (Federkonstante c). Im Gelenk wirkt die Gewichtskraft G. Die Feder ist für $\alpha = 0$ entspannt.



Gegeben: G, l, $c = \dfrac{8G}{l}$

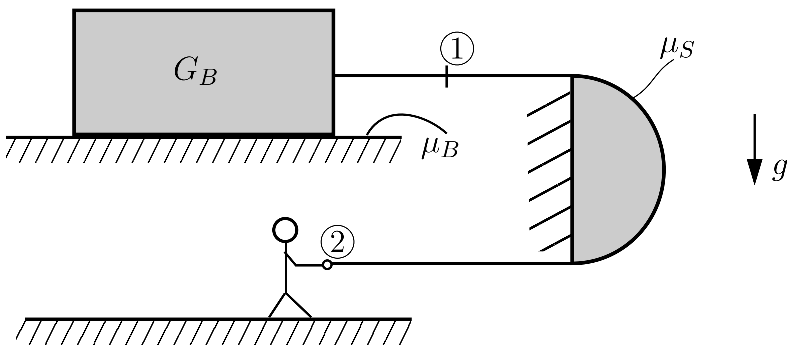
a) Berechnen Sie das Gesamtpotential Π des Systems und dessen erste Ableitung in Abhängigkeit vom Lagewinkel α.

$\Pi(\alpha) =$

$\Pi'(\alpha) =$

b) Geben Sie alle möglichen Gleichgewichtslagen des Systems im Bereich $0 \leq \alpha \leq \dfrac{\pi}{2}$ an.

Kurzfrage 5 [4 Punkte]



An dem skizzierten Block (Gewicht G_B) auf rauer Unterlage (Haftkoeffizient μ_B) zieht ein masseloses Seil. Das Seil ist über eine raue, abgerundete Kante (Haftkoeffizient μ_S) geführt. Am anderen Ende des Seils zieht ein Mensch.

Gegeben: μ_B, μ_S, G_B

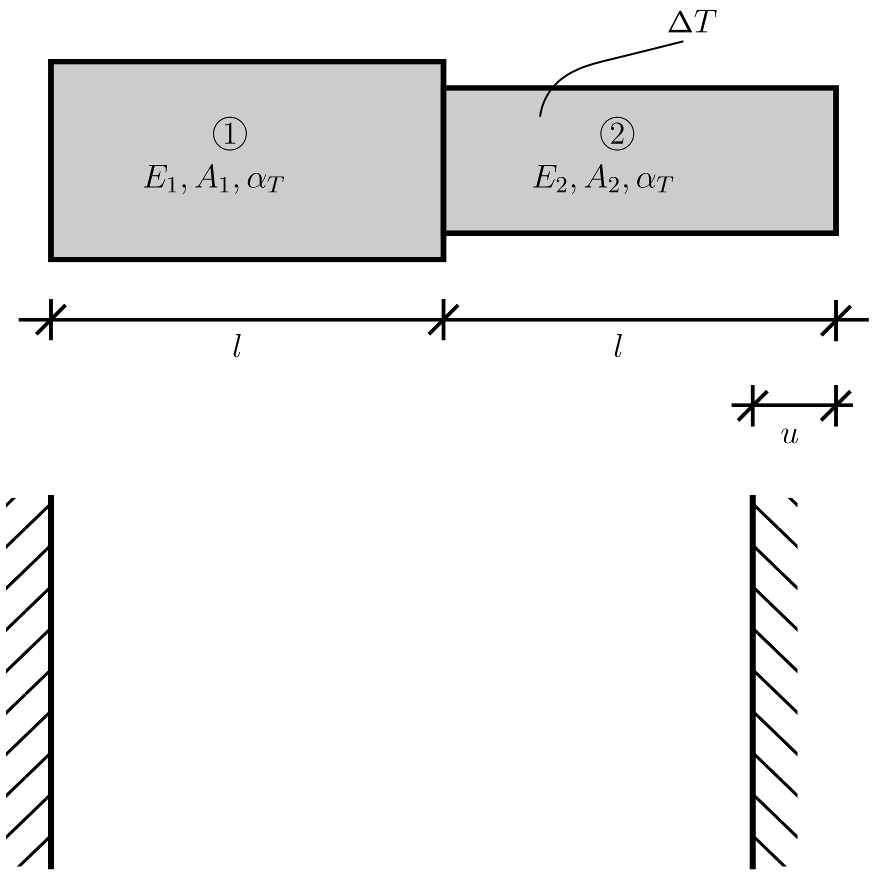
a) Berechnen Sie die an der Stelle 1 notwendige Kraft im Seil, damit der Block gerade anfängt zu rutschen.

$S_1 =$

b) Berechnen Sie die notwendige Kraft S_2, mit der der Mensch am Seil ziehen muss, damit der Block gerade anfängt zu rutschen.

$S_2 =$

Kurzfrage 6 [7 Punkte]



Der skizzierte Stab ist aus zwei Materialien (Dehnsteifigkeit E_iA_i, Wärmeausdehnungskoeffizient α_T) zusammengesetzt. Er soll durch Abkühlung des Abschnitts ② um $\Delta T < 0$ in die Lücke der Länge $2l - u$ eingepasst werden. Der Abschnitt ① kühlt dabei nicht ab.

Gegeben: l, $u \ll l$, E_1A_1, E_2A_2, α_T

a) Berechnen Sie die benötigte Temperaturänderung ΔT, um den Stab in die Lücke einzupassen.

$\Delta T =$

b) Nachdem der Stab in die Lücke eingepasst wurde, erwärmt sich der Abschnitt ② wieder um $-\Delta T > 0$ auf seine Ausgangstemperatur, sodass beide Teile des Stabs wieder die gleiche Temperatur haben. Berechnen Sie die anschließend im Abschnitt ① herrschende Stabkraft S_1.

$S_1 =$