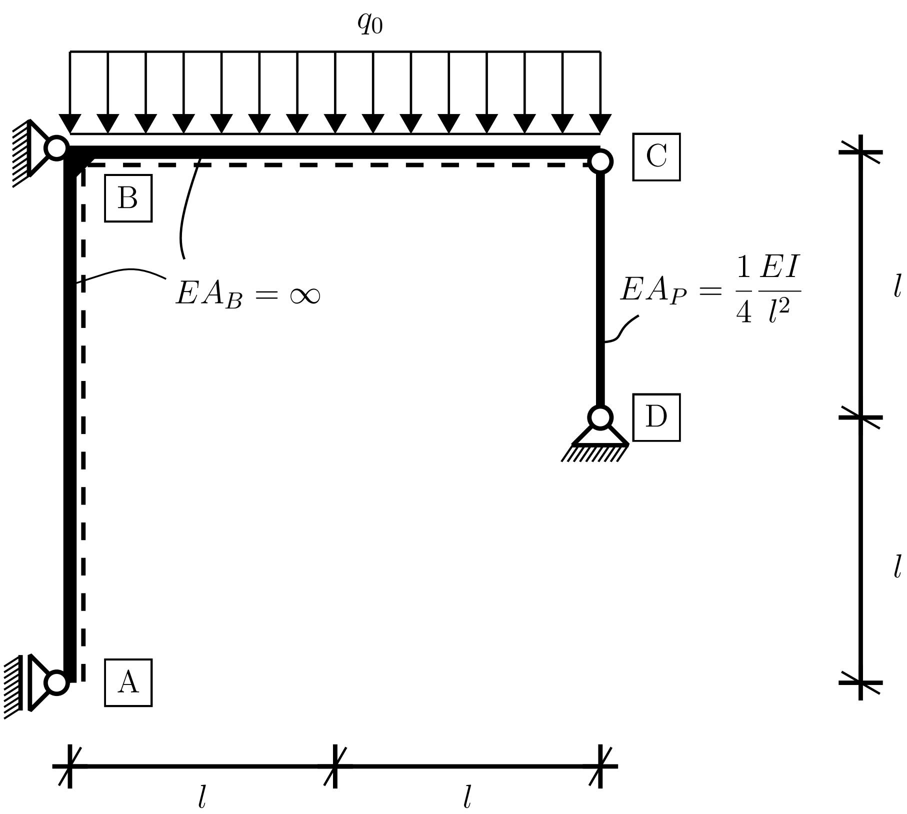
Aufgabe 1 [22 Punkte]



Die dargestellte dehn- und schubstarre Rahmenkonstruktion mit konstanter Biegesteifigkeit EI ist zusätzlich im Punkt $\boxed{\text{C}}$ durch eine Pendelstütze gelagert, welche eine konstante Dehnsteifigkeit $EA_P = \frac{1}{4}\frac{EI}{l^2}$ besitzt. Das Tragwerk wird durch eine konstante Streckenlast q_0 belastet.

a) Berechnen Sie die Stabkraft S der Pendelstütze.

b) Zeichnen Sie die resultierende Momentenlinie mit Angabe der Vorzeichen. Geben Sie für jeden Abschnitt die ausgezeichneten Werte an den Knoten $\boxed{\text{A}}$ bis $\boxed{\text{D}}$ sowie für jeden Abschnitt die Art des Verlaufs (konstant, linear, quadratisch,...) an.

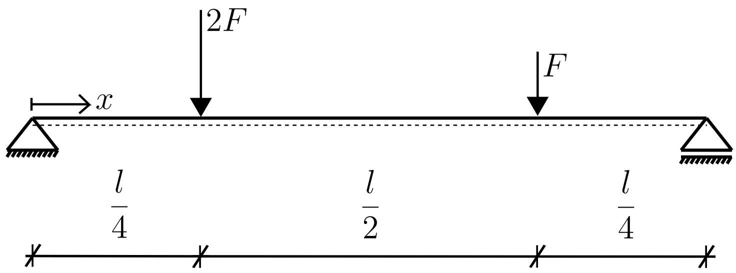
c) Berechnen Sie die Längenänderung der Pendelstütze.

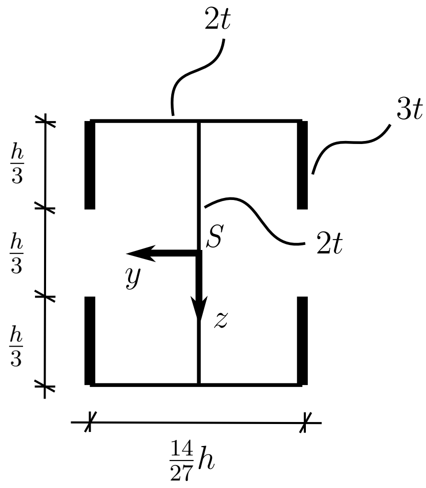
Abschnitte, in denen die entsprechende Schnittgröße null ist, müssen explizit gekennzeichnet werden (z. B. durch Eintragen einer Null).

Gegeben: l, q_0, $EI =$ konstant, $EA_B = \infty$, $EA_P = \frac{1}{4}\frac{EI}{l^2}$, $GA_S = \infty$

Aufgabe 2 [26 Punkte]

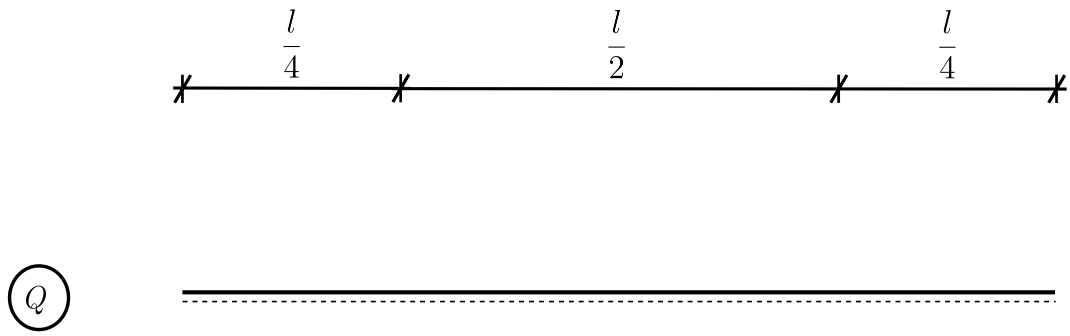
Ein Einfeldträger mit dem rechts dargestellten dünnwandigen, symmetrischen Querschnittsprofil wird durch zwei Einzellasten belastet.

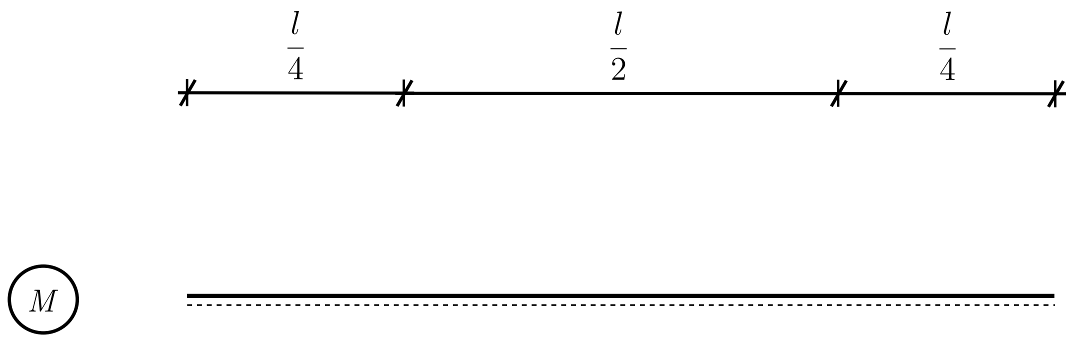




Gegeben: l, t, h, F

a) Zeichnen Sie die Querkraft- und Momentenlinie in die unten dargestellten Skizzen ein. Geben Sie ausgezeichnete Werte mit Vorzeichen an.

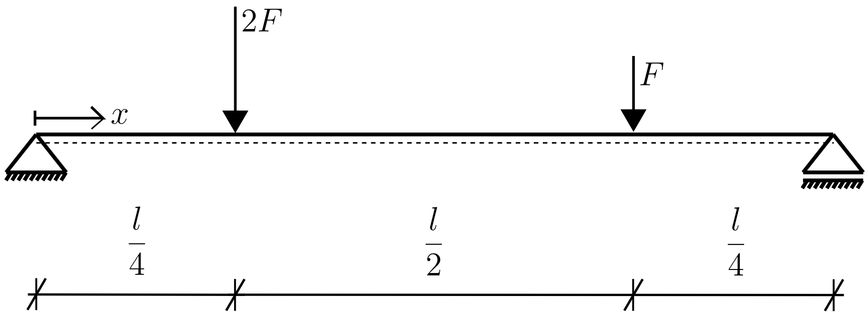




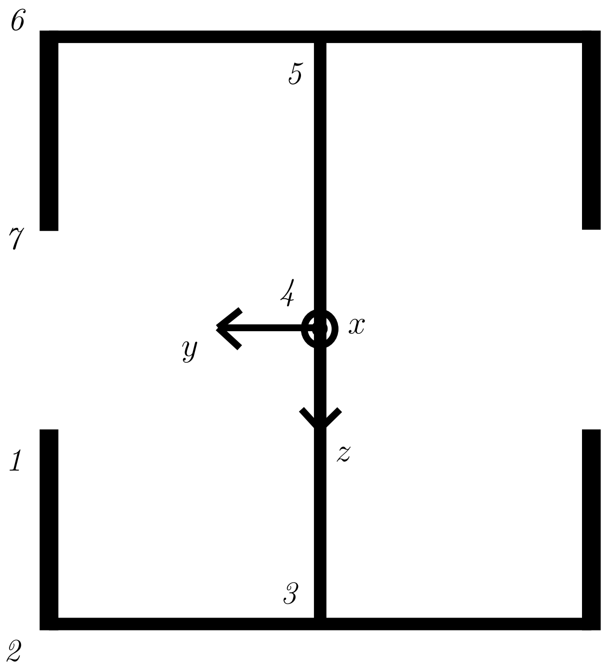
b) Berechnen Sie das Flächenträgheitsmoment I_y des Querschnitts.

c) An welcher Stelle x^* im Balken tritt die größte Normalspannung σ_x auf? Markieren Sie die Stelle im unten dargestellten Einfeldträger. Zeichnen Sie darüber hinaus den Normalspannungsverlauf an der Stelle x^* in den unten abgebildeten Querschnitt ein. Geben Sie ausgezeichnete Werte an den Punkten 1 bis 7 mit Vorzeichen an.

<u>Hinweis</u>: Rechnen Sie unabhängig von Ihrem Ergebnis aus Teilaufgabe b) mit $I_y = \frac{7}{6}th^3$.

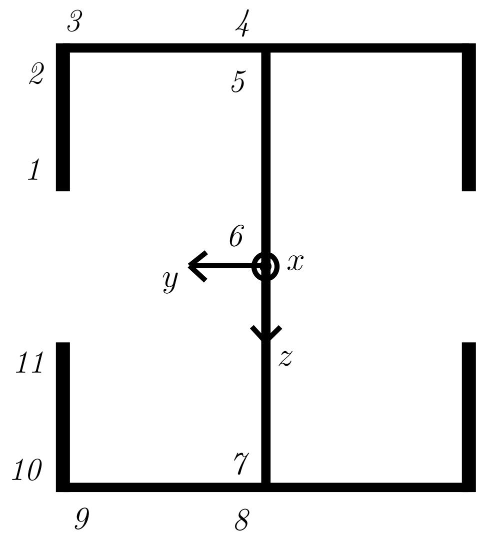


<u>Normalspannungsverlauf bei $x = x^*$:</u>

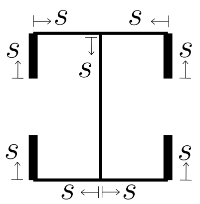


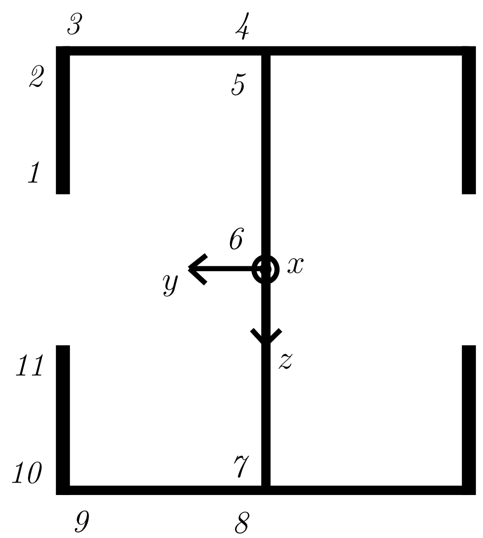
d) Zeichnen Sie den zt-Verlauf und den Verlauf des statischen Momentes S_y in die unten dargestellten Querschnitte. Beachten Sie dabei die vorgegebene Integrationsrichtung s. Geben Sie beide Male ausgezeichnete Werte mit Vorzeichen an den Punkten 1 bis 11 an. Kennzeichnen Sie darüber hinaus die Art der Verläufe des statischen Moments (konstant, linear, quadratisch, . . .).

<u>zt-Verlauf</u>:



<u>Statisches Moment S_y</u>:

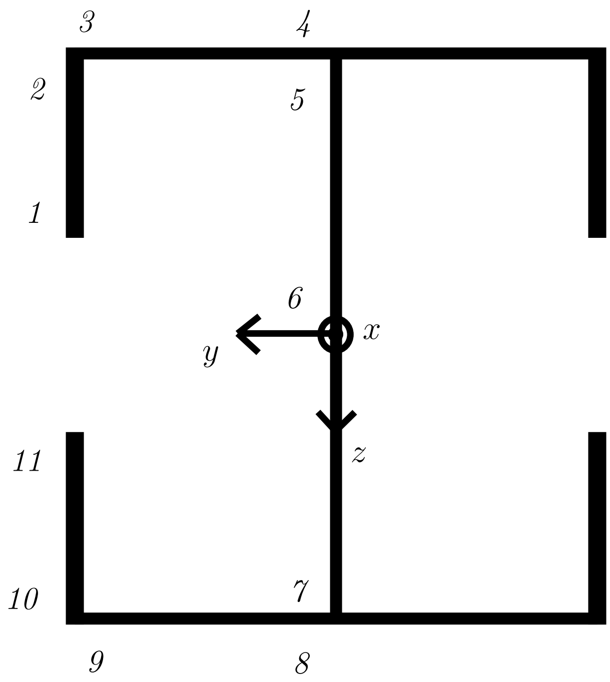




e) Zeichnen Sie den Verlauf der Schubspannungen und deren Wirkungsrichtung für die Stelle $x = l/8$ in nachstehende Skizze ein. Geben Sie ausgezeichnete Werte an den Punkten 1 bis 11 mit Vorzeichen an.

<u>Hinweis</u>: Rechnen Sie unabhängig von Ihrem Ergebnis aus Teilaufgabe b) mit $I_y = \frac{7}{6}th^3$.

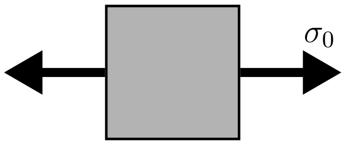
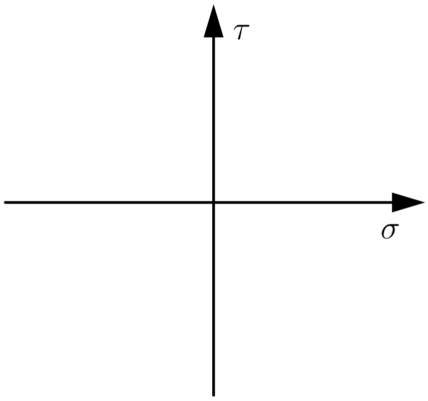
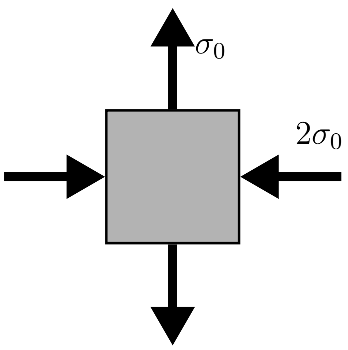
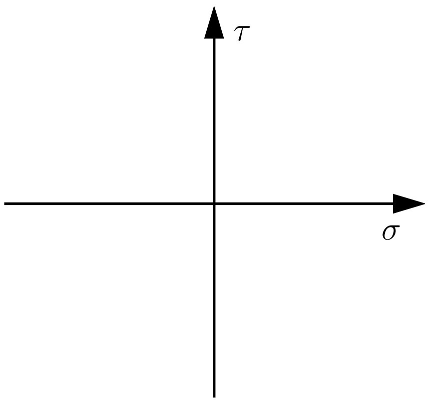
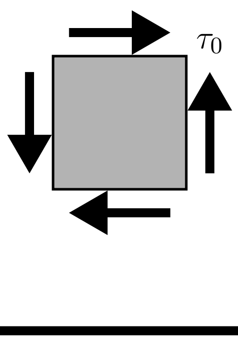
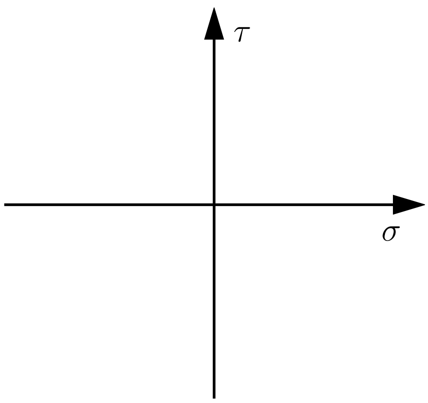
<u>Schubspannungsverlauf bei $x = l/8$:</u>



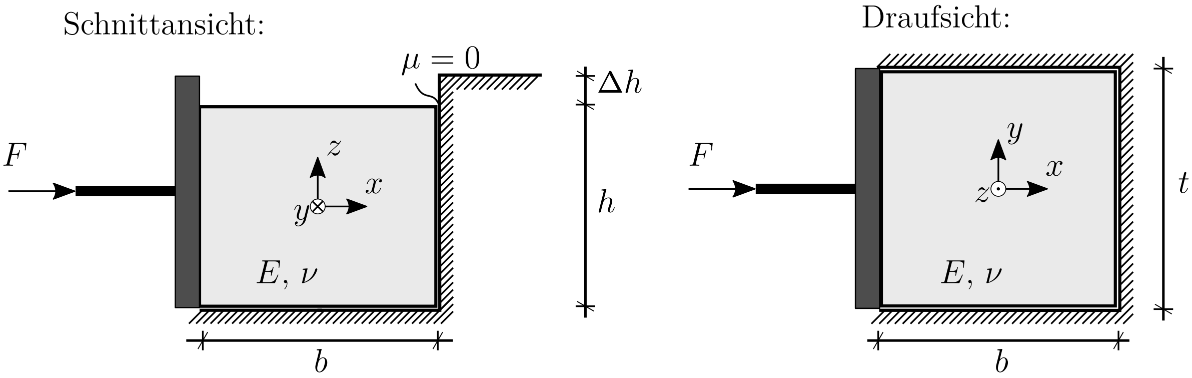
Kurzfrage 1 [3 Punkte]

Skizzieren Sie rechts neben die folgenden Spannungszustände ($\sigma_0 > 0$, $\tau_0 > 0$) qualitativ den jeweils zugehörigen Mohr'schen Spannungskreis. Kennzeichnen Sie im τ-σ-Diagramm jeweils auch σ_0, τ_0, $2\sigma_0$, sofern diese im Spannungszustand gegeben sind.

Gegeben: σ_0, τ_0

Spannungszustand	Mohr'scher Kreis
	
	
	

Kurzfrage 2 [9 Punkte]



Ein gewichtsloser Quader (Elastizitätsmodul E, Querdehnungszahl ν) ist in eine passgenaue Öffnung eingelassen, deren Ränder als starr und glatt (Reibkoeffizient $\mu = 0$) angenommen werden können. Im dargestellten Zustand ist der Quader spannungsfrei.
Über den Stempel wird der Quader mit Hilfe der Kraft F nun so weit zusammengedrückt, dass er sich in z-Richtung genau bis zur oberen Kante ausdehnt (Erhöhung um $\Delta h \ll h$).

a) Geben Sie die Größen ε_y, ε_z, σ_x und σ_z im verformten Zustand an.

b) Berechnen Sie die notwendige Kraft F für diese Verformung.

c) Berechnen Sie die resultierende Verkürzung Δb des Quaders in x-Richtung.

Gegeben: E, ν, b, t, h, $\Delta h, \Delta h \ll h$, $\mu = 0$

$\varepsilon_y =$ $\boxed{}$ $\varepsilon_z =$ $\boxed{}$ $\sigma_x =$ $\boxed{}$ $\sigma_z =$ $\boxed{}$

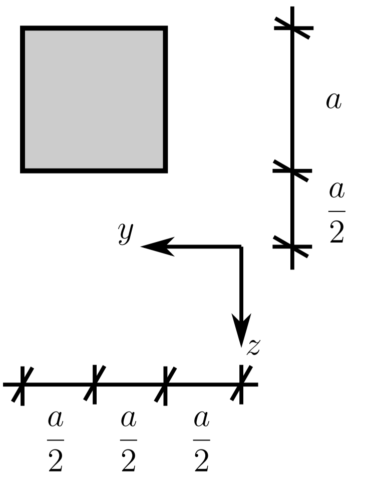
$F =$ $\boxed{}$

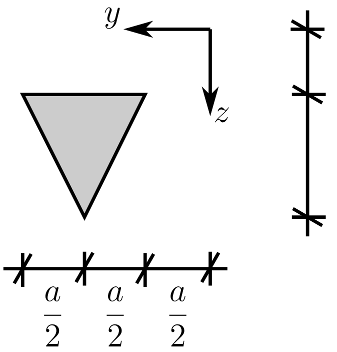
$\Delta b =$ $\boxed{}$

Kurzfrage 3 [8 Punkte]

Für ein gegebenes quadratisches Balkenprofil mit je zwei quadratischen und dreieckigen Ausschnitten soll das Flächenträgheitsmoment berechnet werden.
Berechnen Sie zunächst für die einzelnen gegebenen Teilflächen die Flächenträgheitsmomente I_{y1}, I_{y2} und I_{y3}.
Geben Sie anschließend das Flächenträgheitsmoment I_y für den gesamten Querschnitt an.

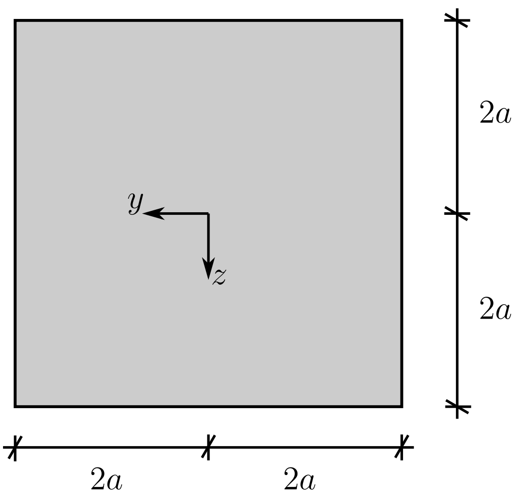
Gegeben: a

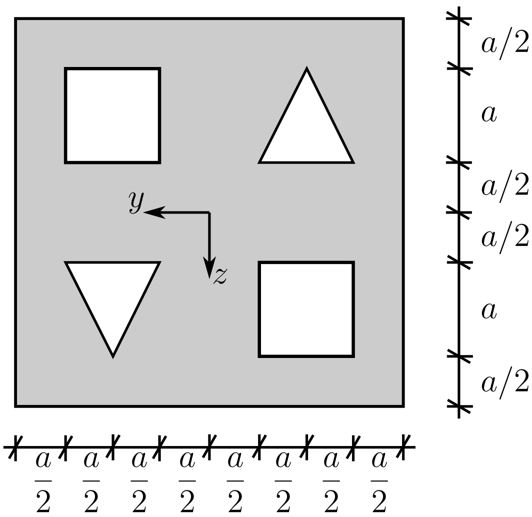




$I_{y1} =$

$I_{y2}=$





$I_{y3}=$

$I_y=$

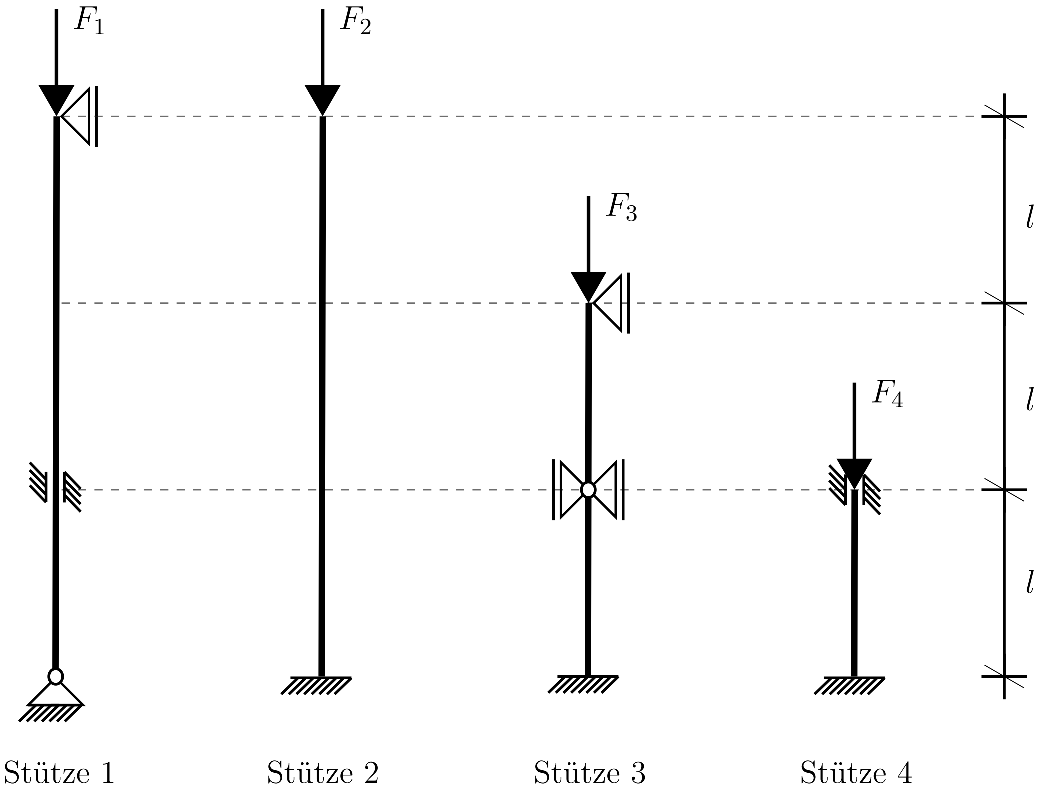
Kurzfrage 4 [7 Punkte]

Gegeben sind die vier skizzierten Stützen. Alle Stützen besitzen die gleiche Biegesteifigkeit EI. Die Stützen werden mit ihrer jeweiligen kritischen Knicklast $F_1 \ldots F_4$ belastet.

a) Zeichnen Sie in die Skizze für jede Stütze die zugehörige Knickfigur. Zeichnen Sie bei den Stützen mit mehreren Abschnitten für jeden Abschnitt die zugehörige Knickfigur.

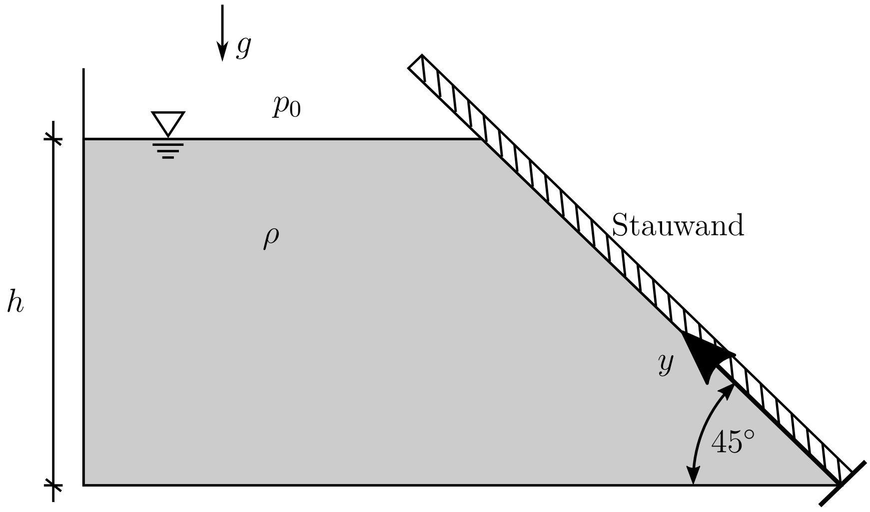
b) Sortieren Sie die kritischen Knicklasten der Stützen nach der Größe, indem Sie jeweils den zugehörigen Index in die Ungleichung unten eintragen.

Gegeben: l, EI, $EA = \infty$



$\boxed{F} > \boxed{F} > \boxed{F} > \boxed{F}$

Kurzfrage 5 [5 Punkte]



Der skizzierte Behälter mit der Tiefe t (dritte Raumrichtung) wird durch eine Stauwand abgegrenzt. Er ist bis zur Höhe h mit einer Flüssigkeit der Dichte ρ gefüllt. Der Umgebungsdruck kann vernachlässigt werden ($p_0 = 0$).

a) Geben Sie den Betrag der resultierenden Kraft F von der Flüssigkeit auf die Stauwand und den Winkel φ zwischen der Wirkungslinie von F und der Stauwand an.

b) Geben Sie die Koordinate y_F an, an der die resultierende Kraft auf die Stauwand wirkt.

c) Zeichnen Sie die resultierende Kraft F qualitativ in die Skizze oben. Kennzeichnen Sie die zuvor angegebenen Größen y_F und φ.

Gegeben: g, ρ, h, $p_0 = 0$

$F =$ [ ]

$\varphi =$ [ ]

$y_F =$ [ ]