

Nachname : Klausurnummer :

Vorname : Matrikelnummer :

Hinweise zur Klausur:

Nachname, Vorname und Matrikelnummer in die vorgesehenen Felder eintragen. Bitte verwenden Sie **keinen** Bleistift, grünen oder roten Stift (Korrekturfarben!). **Jedes Blatt** mit Namen und Matrikelnummer versehen, Blätter **durchlaufend nummerieren** und **nur einseitig** beschreiben! Jede Aufgabe auf einem **neuen Blatt** beginnen. Die **Klausurnummer** bitte **merken** oder **notieren**!
Zulässige Hilfsmittel: Formelblatt des Instituts. Taschenrechner, nicht programmierbar.

Aufgabe	1	2	3	4	5	HÜ	Σ (60)
Punkte							

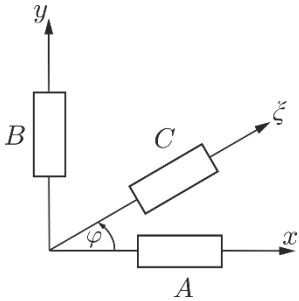
1. Aufgabe (10 Punkte)

In einem Stahlblech (Elastizitätsmodul E und Querkontraktionszahl ν) werden mit Hilfe von drei Dehnungsmessstreifen die Dehnungen

$\varepsilon_A = \bar{\varepsilon}, \quad \varepsilon_B = 3\bar{\varepsilon} \quad \text{und} \quad \varepsilon_C = 2\bar{\varepsilon},$

in den drei angegebenen Richtungen gemessen.

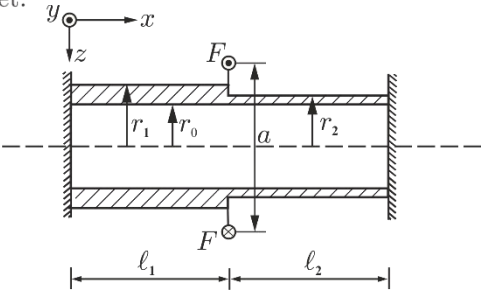
- a) Wie groß sind die Hauptdehnungen ε_1 und ε_2 ?
- b) Berechnen Sie die Hauptspannungen σ_1 und σ_2 unter Annahme eines ebenen Spannungszustands.
- c) Ermitteln Sie die Hauptrichtungen.



Gegeben: $E, \nu, \varphi = 30^\circ, \bar{\varepsilon}.$

2. Aufgabe (13 Punkte)

Das abgebildete Stahlrohr ist spannungsfrei beidseitig fest eingespannt. An der Stelle des Durchmessersprungs wird durch die Kräfte F ein Torsionsmoment eingeleitet.



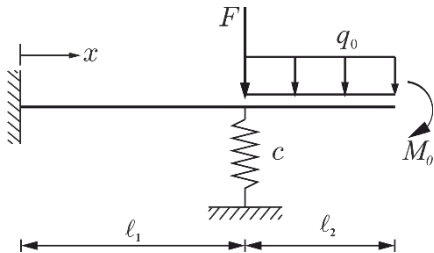
- a) Berechnen Sie die Torsionsträgheitsmomente der beiden Bereiche.
- b) Bestimmen Sie den Verdrehwinkel $\vartheta(x)$ in beiden Bereichen.

Gegeben: $r_0, r_1, r_2, \ell_1, \ell_2, F, a, G.$

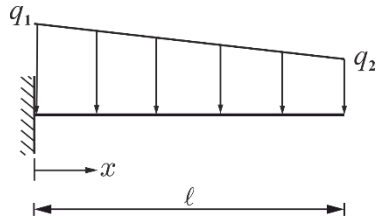
3. Aufgabe (7 Punkte)

- a) Der dargestellte Zweifeldbalken wird durch ein Einzelmoment M_0 , eine Einzellast F und eine Streckenlast q_0 beansprucht.

Geben Sie für die DGL der Biegelinie in der Form vierter Ordnung sämtliche Rand- und Übergangsbedingungen an.



- b) Ermitteln Sie für den dargestellten Balken die Funktion der Streckenlast $q(x)$.



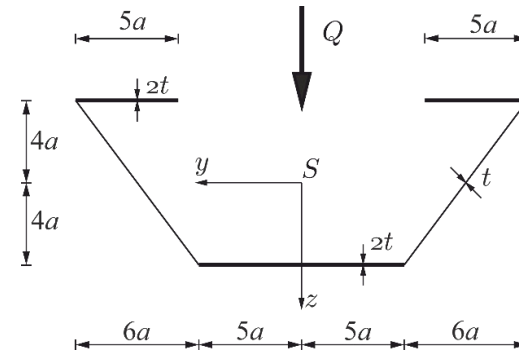
4. Aufgabe (14 Punkte)

Markieren Sie alle zutreffenden Aussagen bzw. notieren Sie die Antwort.

- Die Längenänderung von Stäben ist abhängig von
 - ☐ dem E-Modul
 - ☐ dem Schubmodul
 - ☐ der Querschnittsfläche
 - ☐ der Querschnittsform
- In Bezug auf Spannungen (in linear elastischen Materialien) gilt:
 - ☐ Hauptspannungen sind die betragsmäßig größten Normalspannungen
 - ☐ Hauptspannungen und Hauptdehnungen zeigen in die gleiche Richtung
 - ☐ Die Summe aller Spannungskomponenten (σ_i) ist nie negativ
 - ☐ In ebenen Spannungszuständen ist die Dehnung in die Dickenrichtung (z) Null
- Die Biegung dünner Balken ist abhängig von
 - ☐ dem E-Modul
 - ☐ dem Schubmodul
 - ☐ der Querschnittsfläche
 - ☐ dem Flächenträgheitsmoment
- Unter welchen Bedingung(en) tritt gerade – nicht schiefe – Biegung auf?
- Die Balkentheorie für dicke Balken unterscheidet sich von der für dünne Balken durch
 - ☐ die Annahme, dass keine Schubverformung auftritt
 - ☐ die Vorhersage einer größeren Durchbiegung bei gleicher Belastung
 - ☐ die Annahme, dass ebene Querschnitte nicht eben bleiben
 - ☐ die Annahme, dass Querschnitte die anfangs _____ zur Balkenachse sind dieses nach Verformung nicht mehr sein müssen
- Über Schubspannungen in dünnwandigen Profilen unter Querkraft ist bekannt:
 - ☐ Sie sind linear von der Querkraft abhängig
 - ☐ Sie sind linear vom E-Modul abhängig
 - ☐ Sie sind in Höhe des Schwerpunkts minimal
 - ☐ Sie sind verlaufen tangential zum Rand des Profils
- Die Einheiten der nachfolgenden Größen sind:
 Schubspannung _____
 Normaldehnung _____

5. Aufgabe (13 Punkte)

Der dargestellte Querschnitt wird durch eine Querkraft Q beansprucht. Die Lage des Schwerpunktes S und das Flächenträgheitsmoment I_y sind bekannt.



- Skizzieren Sie qualitativ den Schubspannungsverlauf. Kennzeichnen Sie lineare oder quadratische Verläufe, Orte der Extrema.
- Berechnen Sie an markanten Punkten (Ecken, Extrema, Sprünge) die Schubspannungen.

Gegeben: $a, t \ll a, I_y = 300 a^3 t, Q$.

(A1) a)

$$\gamma_{xy} = \frac{2}{\sqrt{3}} \bar{\varepsilon}$$

$$\varepsilon_1 = 2 \bar{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \quad ; \quad \varepsilon_2 = 2 \bar{\varepsilon} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$(=\varepsilon_\eta)$ $(=\varepsilon_\xi)$

$$b) \quad \sigma_1 = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \left[(1-\nu) \varepsilon_x + \nu \varepsilon_y \right]$$

$$c) \quad \varphi^* = -15^\circ$$

(A2) (b) $0 \leq x_1 \leq \ell_1$

$$0 \leq x_2 \leq \ell_2$$

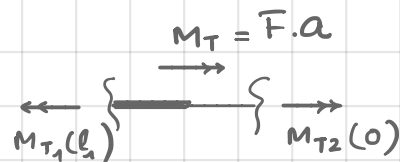
$$G I_{T1} \vartheta_1'' = 0$$

$$G I_{T2} \vartheta_2'' = 0$$

Rand- und Übergangsbedingungen

$$\vartheta_1(0) = 0 \quad ; \quad \vartheta_2(\ell_2) = 0$$

$$\vartheta_1(\ell_1) = \vartheta_2(0) \quad ; \quad M_{T1}(\ell_1) = M_{T2}(0) + M_T$$



$$\Rightarrow \vartheta_1(x_1) = - \frac{M_T}{G} \frac{\ell_2}{I_{T2}\ell_1 + I_{T1}\ell_2} x_1$$

$$\vartheta_2(x_2) = - \frac{M_T}{G} \frac{\ell_1}{I_{T2}\ell_1 + I_{T1}\ell_2} (x_2 - \ell_2)$$

$$a) \quad I_{T1} = \frac{\pi}{2} (r_1^4 - r_0^4) \quad ; \quad I_{T2} = \frac{\pi}{2} (r_2^4 - r_0^4)$$

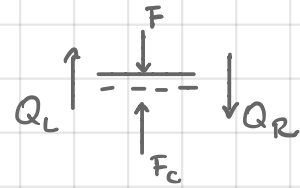
(A3) (a) Links: $w(0) = 0$; $w'(0) = 0$

Rechts: $Q(l) = 0$; $M(l) = -M_0$

$M(l)$
 $\left(\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{-----} \\ \downarrow \end{array} \right) M_0$

Mitte : $w_L = w_R$; $w'_L = w'_R$

$M_L = M_R$;



$Q_L + F_c = Q_R + F$; $F_c = c \cdot w$

(A5)

