

Nachname :

Klausurnummer : 300

Vorname :

Matrikelnummer :

Hinweise zur Klausur:

BPO 2012?

TM1 ☐TM2 ☐

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.

BPO 2012: beantworten Sie nur die mit TM 1 bzw. TM 2 gekennzeichneten Fragen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	HÜ	Σ (60)
Punkte								

1. Aufgabe (12 Punkte) [TM 1 BPO 2012: 1-4 / TM 2 BPO 2012 : 5-6]

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

- Bezüglich Dehnungen und Spannungen in linear elastischen, isotropen Materialien ($\nu > 0$) gilt
 - ☐ Normalspannungen sind nur von Normaldehnungen abhängig
 - ☐ Schubspannungen sind nur von Schubdehnungen abhängig
 - ☐ Ist eine Normaldehnung positiv, so ist es auch die zugehörige Normalspannung
 - ☐ Ist nur eine Normaldehnung $\neq 0$, so ist es auch nur eine Normalspannung
- Isotropes, linear elastisches Verhalten kann durch E und ν beschrieben werden. Wie können Sie diese Größen experimentell bestimmen? Welchen Bereich kann die Poissonzahl ν annehmen?
- Der Verzerrungstensor ϵ :
 - ☐ Diagonalelemente beschreiben Längenänderungen
 - ☐ Diagonalelemente beschreiben Winkeländerungen
 - ☐ Ist von Starrkörpertranslation unabhängig
 - ☐ Ist symmetrisch, da der Spannungstensor σ symmetrisch ist
 - ☐ Ist immer ein geeignetes Maß zur Beschreibung der Deformation

4. Die Einheiten der nachfolgenden Größen sind:

- Schubmodul _____
- Schubspannung _____
- Dehnsteifigkeit _____

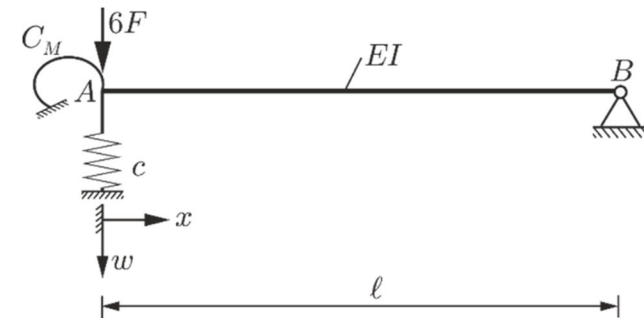
5. Querschnitte von Profilen: Welche Annahmen bestehen in Bezug auf

- die Verteilung der Normalspannung in Stäben?
- die Verteilung der Normalspannung in dünnen Balken unter Biegung?
- die Verteilung der Schubspannung in Vollprofilen unter Torsion?
- die Verteilung der Schubspannung in dünnwandigen, offenen Profilen unter Torsion?

6. Durch welche kinematische (geometrische) Annahme unterscheiden sich die Theorien dünner und dicker Balken?

2. Aufgabe (9 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Der dargestellte Einfeldbalken der Länge ℓ und Steifigkeit EI ist im Punkt B gelenkig gelagert und im Punkt A durch eine Längs- und Drehfeder gestützt sowie durch eine Einzellast $6F$ belastet.



a) Geben Sie die Randbedingungen für die Biegelinie $w(x)$ an.

b) Stellen Sie rechnerisch fest, ob die folgende Funktion

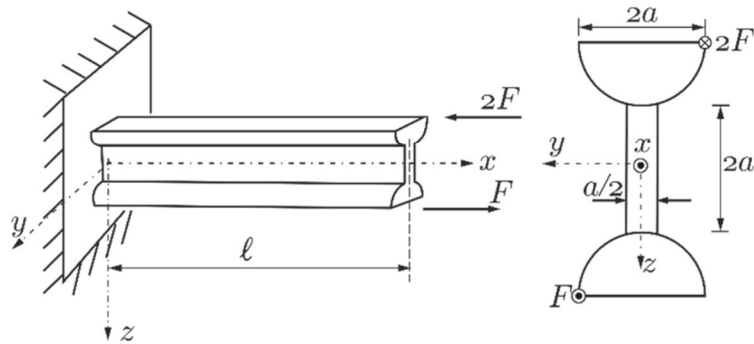
$$w(x) = \frac{F\ell^3}{2EI} \left[\left(\frac{x}{\ell}\right)^3 - 3\left(\frac{x}{\ell}\right)^2 - 2\left(\frac{x}{\ell}\right) + 4 \right]$$

die Differentialgleichung der Biegelinie und alle Randbedingungen erfüllt.

Gegeben: EI , ℓ , F , $c = \frac{3EI}{2\ell^3}$, $C_M = \frac{3EI}{\ell}$

3. Aufgabe (10 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Der skizzierte Balken wird durch zwei Einzelkräfte belastet. Der Querschnitt besteht aus zwei Halbkreisen und einem rechteckigen Verbindungsstück.

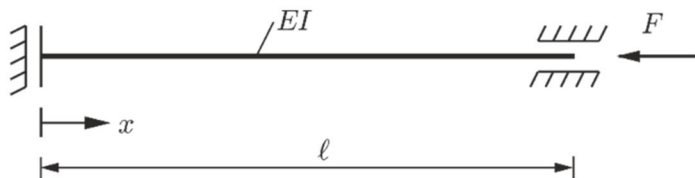


- Ermitteln Sie die Spannungsverteilung $\sigma(y, z)$.
- Zeichnen Sie die Spannungsnulllinie.
- Markieren Sie die Stelle der maximalen Normalspannung σ_{max} .

Gegeben: $a = 1\text{cm}$, $\ell = 2\text{m}$, $F = 5\text{kN}$, $I_y = 8a^4$, $I_z = 1a^4$

4. Aufgabe (10 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Ein elastischer Balken der Steifigkeit EI ist durch eine Kraft F , wie gezeichnet, belastet.

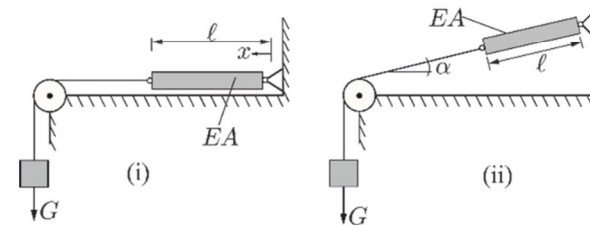


- Berechnen Sie die Knicklast für den dargestellten Balken.
- Geben Sie die Funktion der Knickfigur $w(x)$ an.

Gegeben: EI , ℓ

5. Aufgabe (8 Punkte) [TM 1 BPO 2012]

Die dargestellte Konstruktion (Abb. (i)) dient zum Halten einer Last. Die Last (Gewichtskraft G) ist an einem Seil befestigt, welches über eine reibungsfreie Umlenkung geführt wird und durch einen Stab (Länge **unter Lasteinwirkung**: ℓ , Elastizitätsmodul: E , Querschnittsfläche: A) gehalten wird. Der Stab hat eine vernachlässigbare Masse.



- Bestimmen Sie die Verschiebungsfunktion $u(x)$ des Stabes.
- Berechnen Sie die Länge des Stabes im unbelasteten Zustand.
- Durch einen Einbaufehler ist die Lasthalterung zu hoch eingesetzt worden (Abb. (ii)): wird die Belastung des Stabes durch den Einbaufehler größer oder kleiner? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Berechnen Sie die Länge des Stabes im unbelasteten Zustand für $\alpha = 5^\circ$.

Gegeben: ℓ , G , E , A

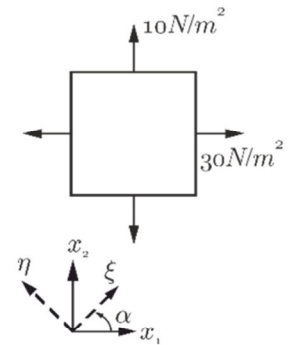
6. Aufgabe (8 Punkte) [TM 1 BPO 2012]

Gegeben sei eine aus linear-elastischem Material (E , ν) bestehende Scheibe, die im x_1, x_2 Koordinatensystem dem eingezeichneten ebenen Spannungszustand unterliegt.

Berechnen Sie

- Hauptspannungen und max. Schubspannung,
- den Dehnungstensor ϵ .
- die Normal- und Schubspannungen im um den Winkel α rotierten Koordinatensystem ξ, η ,

Gegeben: $\alpha = \frac{\pi}{4}$, ν , E



$$A2) \quad Q(x=0) = C w(x=0) - 6P$$

$$M(x=0) = -C_M w'(x=0)$$

$$w(x=l) = 0 ; \quad M(x=l) = 0$$

$$A3) \quad N = -F ; \quad M_y = 6Fa ; \quad M_z = -3Fa$$

$$\sigma(y, z) = \frac{F}{a^2} \left[-\frac{1}{1+\pi} + \frac{3}{a} y + \frac{3}{4a} z^2 \right]$$

$$A4) \quad w'(x=0) = 0 ; \quad Q(x=0) = 0$$

$$w(x=l) = 0 ; \quad w'(x=l) = 0$$

$$\Rightarrow \sin \lambda l = 0$$

$$\lambda = \frac{\pi}{l}$$

$$F_k = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

$$w(x) = A(\cos \lambda x - \cos(\frac{\pi}{l}) l)$$

$$A5) \quad a) \quad S = G ; \quad u(x) = \frac{G}{EA} x$$

$$b) \quad \text{Ursprüngliche Länge } l^* = \frac{l}{(1 + \frac{G}{EA})}$$

c) Reibungsfreier Roller
 $\Rightarrow$ keine Änderung

d) wie (b)

$$A6) \quad \sigma_1, \sigma_2, \tau_{12} \text{ ablesen.}$$

$$\tau_{\max} = \pm \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu \sigma_y] ; \quad \epsilon_y \dots ; \quad \epsilon_z \dots$$

$$\sigma_\xi = \sigma_\eta = 20 \text{ N/mm}^2 ; \quad \sigma'_\xi \eta = -10 \text{ N/mm}^2$$