

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

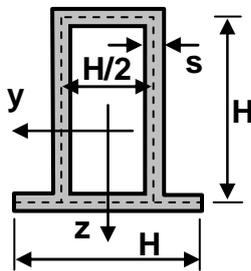
Punkte:

Note:

1.) (5+4+2+2 Punkte) Am Riemen des Schaufelradbaggers wirkt der Haftreibungskoeffizient $\mu = \ln(5^{1/\pi})$. Der Ausleger mit der Schaufel hat den dargestellten Querschnitt ($\tan\alpha = 0.75$, $\tan\gamma = 7/24$).

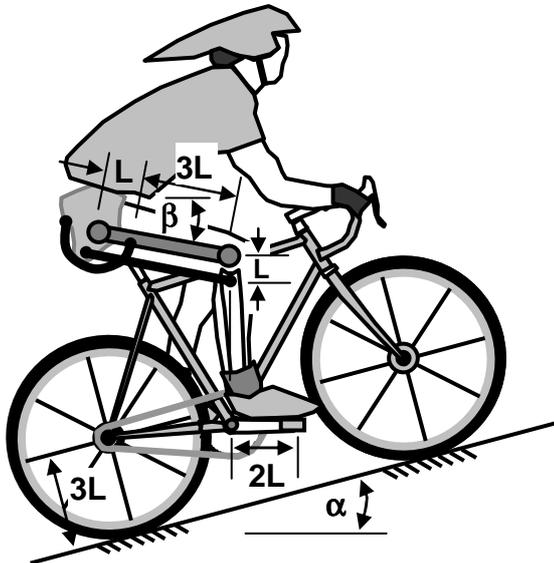
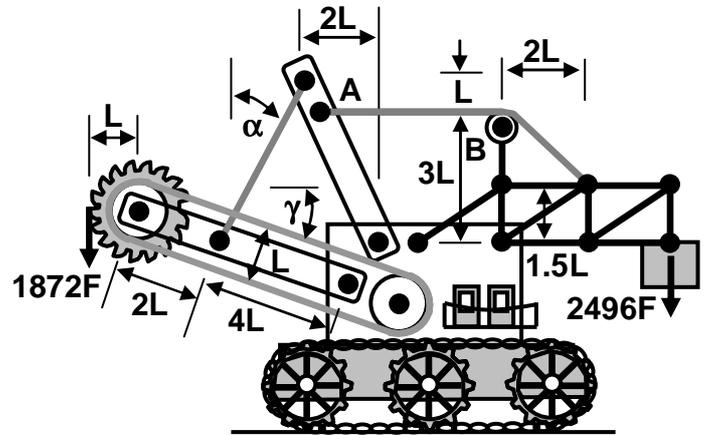
a.) Bestimmen Sie im Ausleger die inneren Kräfte und Momente. Runden Sie auf ganze Zahlen.

b.) Wie groß ist am Ort der betragsmäßig größten Querkraft das Verhältnis zwischen maximaler und mittlerer Schubspannung. Skizzieren Sie den Schubspannungsverlauf qualitativ über dem Querschnitt.



c.) Wie groß ist der Abstand AB, wenn sich das über die Rolle B laufende Seil um $L/2$ dehnt. Das Seil hat die Zugsteifigkeit $EA_{\text{Seil}} = 57600F$.

d.) Der waagrechte Abstand vom Schaufelmittelpunkt zum Gegengewicht $2496F$ beträgt $14L$. Die äußeren Kettenräder haben den gleichen Abstand zum mittleren. Wie groß ist der waagrechte Abstand des Schaufelmittelpunktes zum mittleren Kettenrad, wenn alle drei Radaufstandskräfte gleich sind?



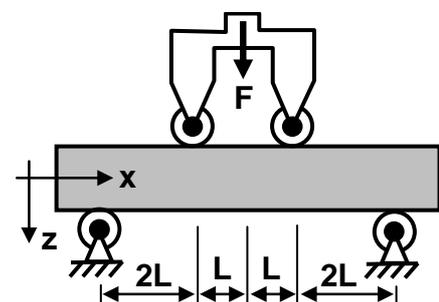
2.) (7+2+2 Punkte) Die Gesamtschwerkraft beträgt $1000G$. Der Oberschenkelknochen ist an beiden Enden gelenkig gelagert. Der Gesäßmuskel und der Hüftstrecker sind durch Seile vereinfacht. Der Hüftstrecker verläuft parallel zum Oberschenkelknochen, der Gesäßmuskel ist senkrecht zum Knochen angebunden. Das Kniegelenk ist genau oberhalb der Tretachse. Am Pedal wirkt nur eine senkrecht Kraft. Das vordere Kettenrad hat den Radius L , das hintere $L/2$ ($\sin\alpha = 0.1$, $\tan\beta = 7/24$, $\sigma_{R_m s}/G = 3456/\pi$).

a.) Bestimmen Sie die Pedalkraft und die inneren Kräfte und Momente im Oberschenkelknochen.

b.) Wie ist das Verhältnis L/R_m , wenn der Betrag der

maximalen Normalspannung im kreisrunden dünnwandigen Oberschenkelknochen σ beträgt?
c.) Der Radabstand beträgt $8L$. Der Gesamtschwerpunkt liegt in der Mitte zwischen den Rädern $6L$ oberhalb des Bodens. Wie groß ist der maximal mögliche Steigungswinkel α , wenn am Hinterrad der Haftreibungskoeffizient $\mu = 0.5$ gilt?

3.) (4 Punkte) Beim skizzierten 4-Punkt-Biegeversuch hat der Balken eine Höhe von $H = 20\text{mm}$ und eine Länge von $6L = 600\text{mm}$. Das Material hat einen E-Modul von



Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

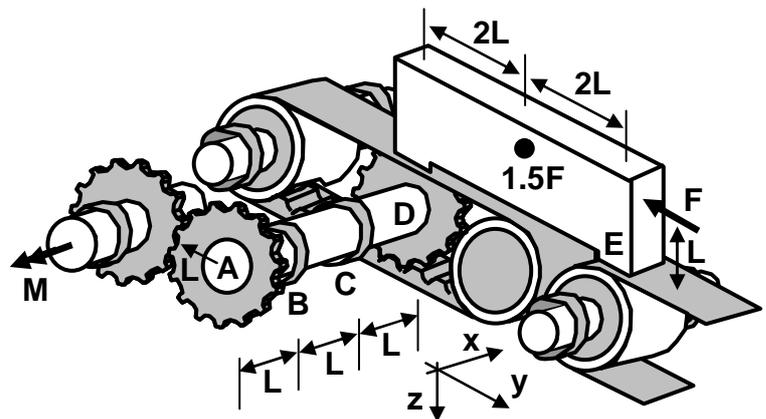
Punkte:

Note:

$E = 5000\text{N/mm}^2$ und erlaubt eine maximale Spannung $\sigma_{\max} = 60\text{N/mm}^2$. Wirkt die mittige Kraft $F = 100\text{N}$, so senkt sich die Mitte des Balkens um $w = 20\text{mm}$ ab.

a.) Bei welcher Kraft wird die Maximalspannung σ_{\max} erreicht?

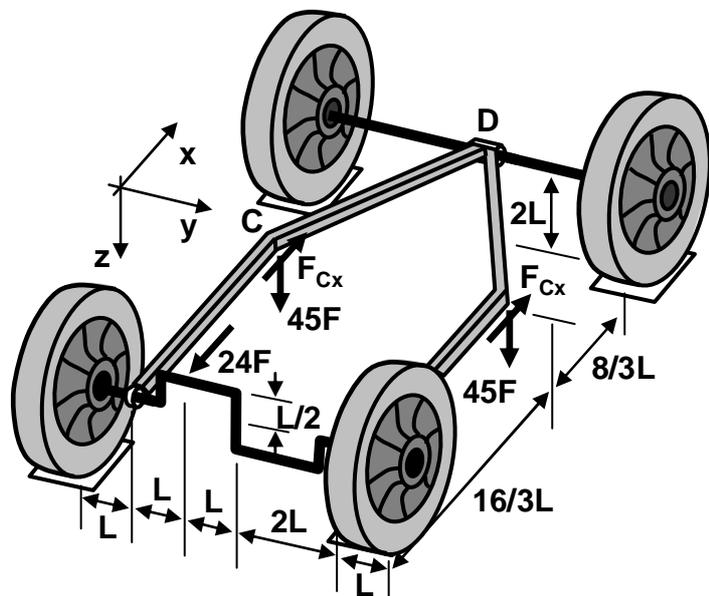
4.) (5+4 Punkte) Das Antriebssegment einer Förderanlage soll untersucht werden. Der Riemen wird innen durch ein Zahnrad angetrieben. Die weiteren Riemenrollen sind frei drehend. Das Paket hat bei D und E zwei Auflagepunkte. Alle Zahnräder haben den gleichen Radius, zwischen den Zahnradern werden nur Kräfte in Umfangsrichtung übertragen.



a.) Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Moment in der Welle ABCD, die an den Punkten B und C gelagert ist.

b.) Die kreisrunde Hohlwelle hat das Volumen $V = 9L\pi\text{ mm}^3$. σ_v ist die Vergleichsspannung nach Mises. Für sie gilt $LF/\sigma_v = 15\pi/\sqrt{44}\text{ mm}^3$. Wie groß ist der Außenradius R_a der Welle?

5.) (8+2+3 Punkte) Schneidet man den Fahrer frei, wirken bis auf die Radkräfte die eingezeichneten Kräfte am Tretauto. Bis auf die Tretkurbel ist dieses symmetrisch zur xz -Ebene, ebenso die Radkräfte. Die Räder haben den Radius $2L$.



a.) Bestimmen Sie die Radkräfte und die inneren Momente im Balken CD.

b.) Bestimmen Sie die maximale Vergleichsspannung nach Mises infolge der Momente im Balken CD. Der Balken hat ein dünnwandiges quadratisches Profil mit der Kantenlänge H und der Wandstärke s ($LF/(H^2s) = 1\text{N/mm}^2$).

c.) Die Breite des Querschnittes soll zu cH modifiziert werden. Wie ist der Faktor c zu wählen, damit an beiden Punkten C und D die gleiche maximale Normalspannung wirkt?

Klausur Technische Mechanik 2

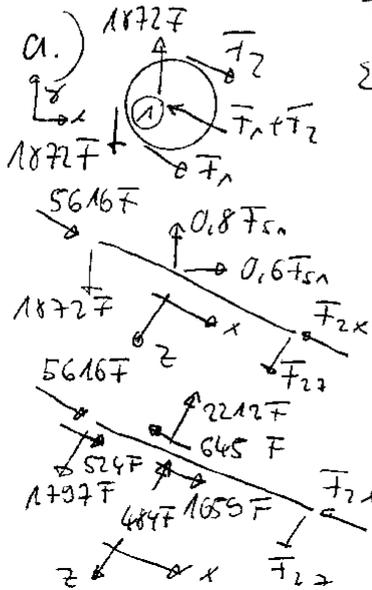
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 5517

Aufgabe 1



$$F_2 = F_1 \quad \text{and} \quad \sin 5^\circ \cdot F_1 = 5 F_1 \quad (1/3)$$

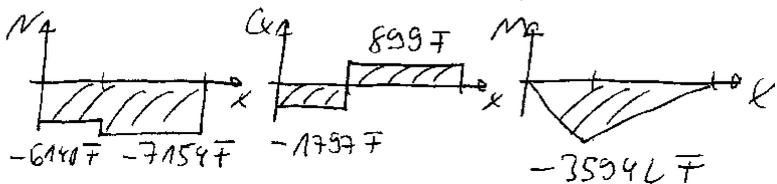
$$\sum M_{l_1} = 0: L \cdot 1872 F + \frac{L}{2} F_1 - \frac{L}{2} F_2 = 0$$

$$\Rightarrow F_1 = 936 F \Rightarrow F_2 = 4680 F$$

$$\sum M_{l_2} = 0: 5,76 L \cdot 1872 F$$

$$- 3,84 L \cdot 0,8 F_{sn} - 1,12 \cdot 0,6 F_{sn} = 0$$

$$\Rightarrow F_{sn} = 2880 F$$



b.) $A = \frac{7}{2} H r$
 $Z_s = \frac{0 \cdot H r / 2 + 2 \cdot \frac{H}{2} H r + H H r}{\frac{7}{2} H r} = \frac{4}{7} H$

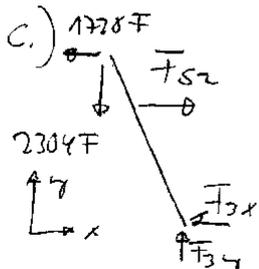
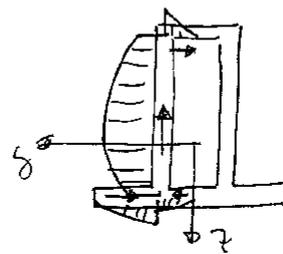
$$I_b = \frac{(-\frac{4}{7} H)^2 H r}{2} + 2 \left(\frac{H^3 r}{12} + \left(-\frac{H}{7}\right)^2 H r \right) + \left(\frac{7}{7} H\right)^2 H r = \frac{77}{147} H^3 r$$

$$S_y = -\left(-\frac{4}{7} H\right) \frac{H r}{4} - \left(-\frac{2}{7} H\right) \frac{4}{7} H r = \frac{15}{49} H^2 r$$

$$\sigma_{max} = \frac{Q}{\frac{77}{147} H^3 r} \cdot \frac{15}{49} H^2 r = \frac{45}{77} \frac{Q}{H r}$$

$$\sigma_{mittel} = \frac{Q}{\frac{7}{2} H r} = \frac{2}{7} \frac{Q}{H r}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{mittel}} = \frac{45/77}{2/7} = \frac{45}{22}$$



$$\sum M_{l_3} = 0: 4L \cdot 1728 F + 2L \cdot 2304 F - 3L F_{sz} = 0$$

$$\Rightarrow F_{sz} = 3840 F$$

$$\frac{F_{sz}}{A_{sai}} = \sigma_{sai} = E_{sai} \frac{\Delta L_{sai}}{L_{sai}}$$

Klausur Technische Mechanik 2

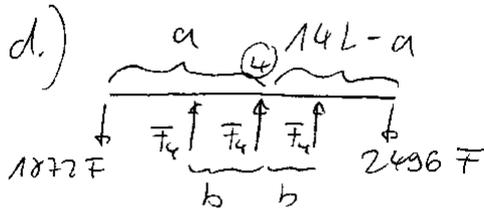
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\Rightarrow L_{\text{seil}} = \frac{EA_{\text{seil}}}{F_{\text{sz}}} \Delta L = 7,5 L$$

$$\Rightarrow L_{AB} = L_{\text{seil}} - \sqrt{(2L)^2 + (1,5L)^2} = 5 L$$

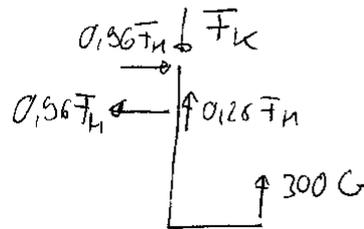
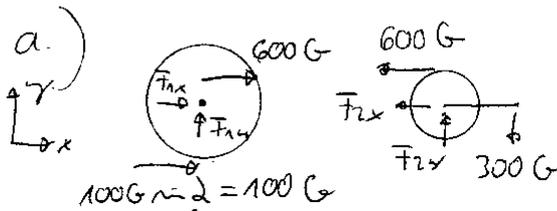


$$\Sigma M|_a = 0:$$

$$a \cdot 1872 F - (14L - a) \cdot 2496 F = 0$$

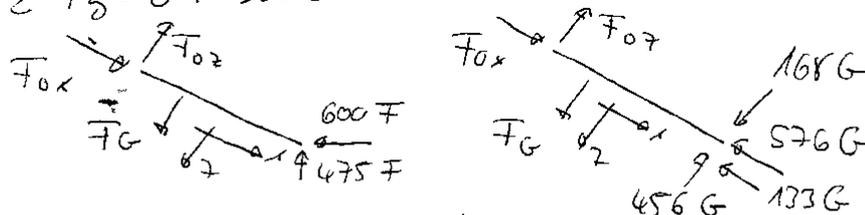
$$\Rightarrow a = 8L$$

Aufgabe 2



$$\Sigma M|_K = 0: -L \cdot 0,96 F_H + 2L \cdot 300 G = 0 \Rightarrow F_H = 625 G$$

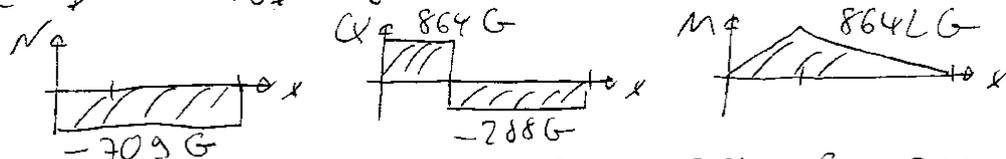
$$\Sigma F_y = 0: 300 G + 0,128 F_H - F_K = 0 \Rightarrow F_K = 475 G$$



$$\Sigma M|_0 = 0: -L F_G + 4L (456 G - 168 G) = 0 \Rightarrow F_G = 152 G$$

$$\Sigma F_x = 0: F_{0x} - 576 G - 133 G = 0 \Rightarrow F_{0x} = 709 G$$

$$\Sigma F_z = 0: -F_{0z} + F_G + 168 G - 456 G = 0 \Rightarrow F_{0z} = 864 G$$



b.)

$$\zeta = \frac{864 L G}{\pi \rho_m^3 s} \rho_m + \frac{709 G}{2 \pi \rho_m s} = \frac{864 G}{\pi \rho_m s} + \frac{709 G}{2 \pi \rho_m s}$$

$$\Rightarrow c = \frac{\pi \rho_m s}{864 G} \left(\zeta - \frac{709 G}{2 \pi \rho_m s} \right) = \frac{\pi \cdot 2 \rho_m s}{864 G} - \frac{709}{2 \cdot 864} = 3,59$$

$$\Rightarrow \frac{L}{\rho_L} = c = 3,59$$

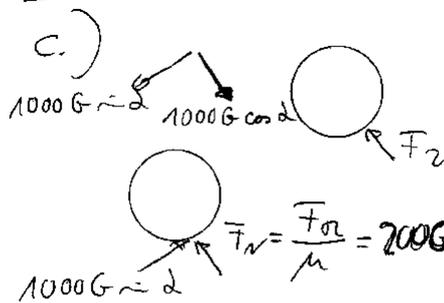
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

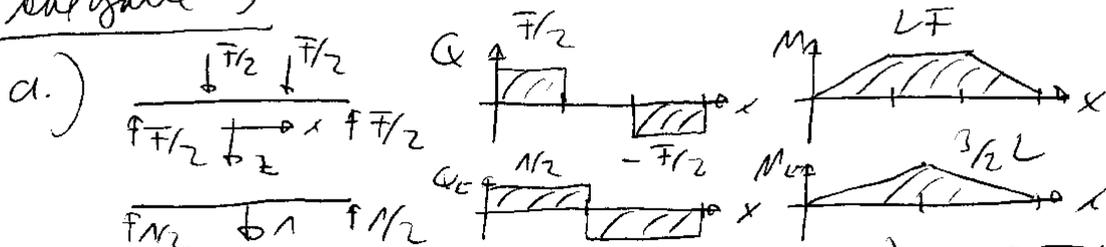
Klausur Technische Mechanik 2 55 17



$\Sigma M_{h_2} = 0:$
 $6L \cdot 1000G \sin \alpha + 4L \cdot 1000G \cos \alpha$
 $- 8L \cdot 2000G \sin \alpha = 0$
 $\Rightarrow 4 \cos \alpha = 10 \sin \alpha$
 $\Rightarrow \tan \alpha = 2/5 \Rightarrow \alpha = 21,8$

2/3

Aufgabe 3



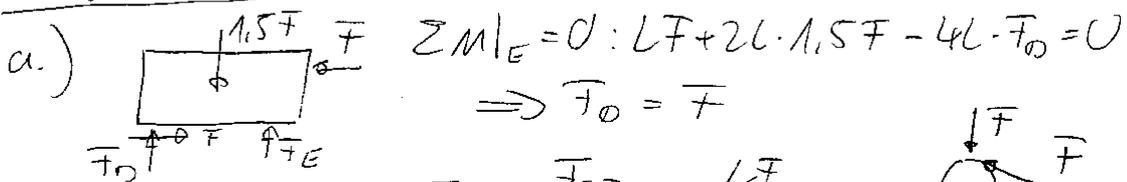
$$w = \frac{1}{EI_y} \left(2 \frac{LF \cdot L \cdot 2L}{3} + 2 \frac{L^2 \cdot L (L + 3/2 L)}{2} \right) = \frac{23 FL^3}{6 EI_y}$$

 $\Rightarrow I_y = \frac{23 FL^3}{6 E w}$

$$z_{max} = \frac{M_{max}}{I_y} z_{max} = \frac{LF}{I_y} z_{max}$$

 $\Rightarrow F^* = \frac{z_{max} I_y}{L z_{max}} = \frac{z_{max} 23 FL^3}{L z_{max} 6 E w} = 230 N$

Aufgabe 4



$\Sigma M|_E = 0: LF + 2L \cdot 1,5F - 4L \cdot F_0 = 0$
 $\Rightarrow F_0 = F$

$\Sigma M_y|_B = 0: -LF + LF_{0z} - 2LF = 0 \Rightarrow F_{0z} = 3F$

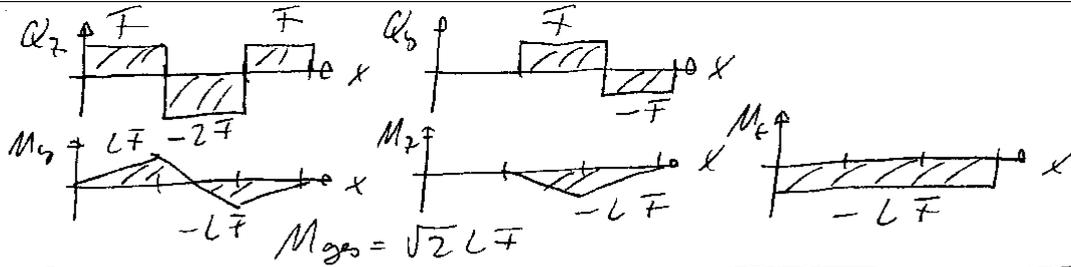
$\Sigma F_z = 0: -F + F_{0z} - F_{0z} + F = 0 \Rightarrow F_{0z} = 3F$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:



b.)
$$Z_v = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{2} L F}{\frac{\pi}{4}(\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sigma_a\right)^2 + 3 \left(\frac{-L F}{\frac{\pi}{2}(\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sigma_a\right)^2}$$

$$= \frac{L F \sigma_a}{\pi(\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sqrt{44}$$

$$\Rightarrow \sigma_a^4 - \sigma_i^4 = \frac{\sqrt{44}}{\pi} \frac{L F}{Z_v} \sigma_a = \frac{\sqrt{44}}{\pi} \frac{15 \pi}{\sqrt{44}} \sigma_a = 15 \sigma_a \quad (1)$$

$$V = 3 L \pi (\sigma_a^2 - \sigma_i^2)$$

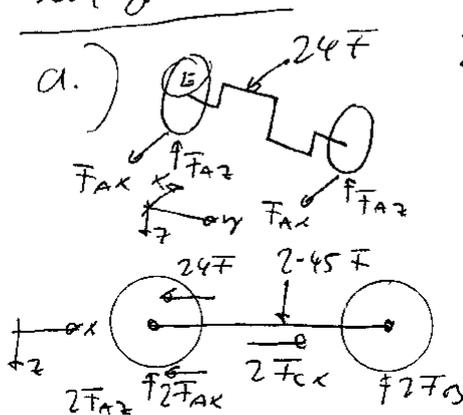
$$\Rightarrow \sigma_i^2 = \sigma_a^2 - \frac{V}{3 L \pi} = \sigma_a^2 - \frac{9 L \pi}{3 L \pi} = \sigma_a^2 - 3 \quad (2)$$

$$\textcircled{2} \text{ in } \textcircled{1} \Rightarrow \sigma_a^4 - \sigma_a^4 + 6 \sigma_a^2 - 9 = 6 \sigma_a^2 - 9 = 15 \sigma_a$$

$$\Rightarrow 6 \sigma_a^2 - 15 \sigma_a - 9 = 0 \Rightarrow \sigma_a = \frac{15 \pm \sqrt{15^2 - 4 \cdot 6 \cdot (-9)}}{2 \cdot 6}$$

$$= 3 \text{ mm}$$

Aufgabe 5



$$\sum M_{0|E} = 0: \frac{1}{2} 24F - 2 \cdot 2L F_{Ax} = 0$$

$$\Rightarrow F_{Ax} = 3F$$

$$\sum F_x = 0: -24F - 2F_{Ax} + 2F_{cx} = 0$$

$$\Rightarrow F_{cx} = 15F$$

$$\sum M_{y|A} = 0: \frac{5}{2} L 24F - 2L 2F_{cx} - \frac{16}{3} L \cdot 2 \cdot 45F + \frac{24}{3} L \cdot 2F_B = 0$$

$$\Rightarrow F_B = 30F$$

$$\sum F_z = 0: -2F_{Az} - 2F_B + 2 \cdot 45F = 0 \Rightarrow F_{Az} = 15F$$

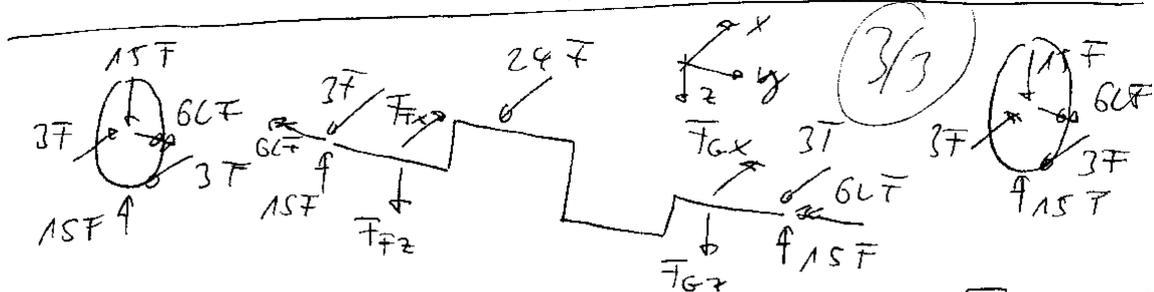
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

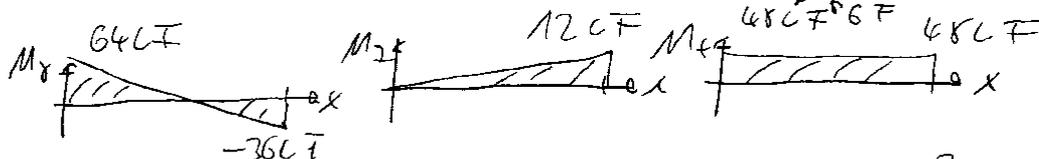
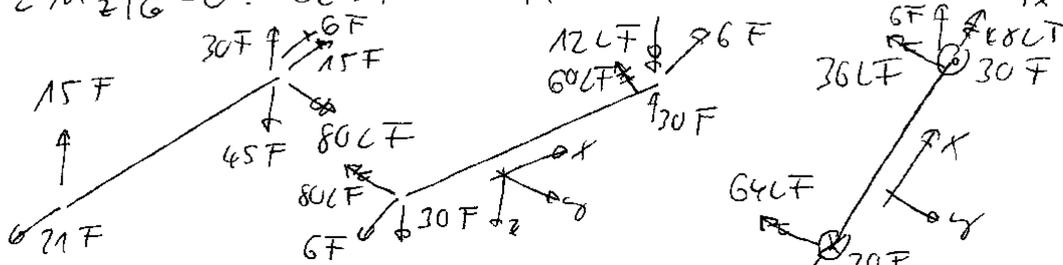
Note:

Klausur Technische Mechanik 2 5517



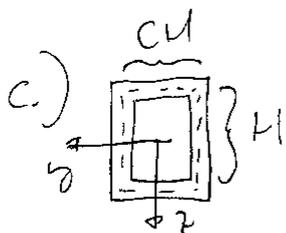
$$\sum M_x|_G = 0: 5L \cdot 15F - 4L \bar{F}_{F2} - L \cdot 15F = 0 \Rightarrow \bar{F}_{F2} = 15F$$

$$\sum M_z|_G = 0: -5L \cdot 3F + 4L \bar{F}_{Fx} - 3L \cdot 24F + L \cdot 3F = 0 \Rightarrow \bar{F}_{Fx} = 21F$$



b.) $I_y = \frac{2}{3} H^3 \Gamma$ $W_t = 2 A_m s = 2 H^2 \Gamma$

$$I_{ov} = \sqrt{\left(\frac{64LF}{\frac{2}{3} H^3 \Gamma} \cdot \frac{H}{2}\right)^2 + 3 \left(\frac{48LF}{2 H^2 \Gamma}\right)^2} = \frac{LF}{H^2 \Gamma} \sqrt{4032} = 63,5 \frac{N}{m^2}$$



$$I_y = 2 \frac{H^3 \Gamma}{12} + 2 \left(\frac{H}{2}\right)^2 C H \Gamma = \left(\frac{1}{6} + \frac{C}{2}\right) H^3 \Gamma$$

$$I_z = 2 \left(\frac{C H}{2}\right)^2 H \Gamma + 2 \frac{(C H)^3 \Gamma}{12} = \left(\frac{C^2}{2} + \frac{C^3}{6}\right) H^3 \Gamma$$

$$\frac{64LF}{\left(\frac{1}{6} + \frac{C}{2}\right) H^3 \Gamma} \cdot \frac{H}{2} = \frac{36LF}{\left(\frac{1}{6} + \frac{C}{2}\right) H^3 \Gamma} \cdot \frac{H}{2} + \frac{12LF}{\left(\frac{C^2}{2} + \frac{C^3}{6}\right) H^3 \Gamma} \cdot \frac{C H}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{28}{\frac{1}{6} + \frac{C}{2}} = \frac{12}{\frac{C}{2} + \frac{C^2}{6}} \Rightarrow \frac{C}{2} + \frac{C^2}{6} = \frac{12}{28} \left(\frac{1}{6} + \frac{C}{2}\right)$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\Rightarrow c^2 + \frac{12}{7}c - \frac{3}{7} = 0 \quad \Rightarrow c = \frac{-\frac{12}{7} + \sqrt{\frac{144}{49} - 4 \cdot 1 \cdot \left(-\frac{3}{7}\right)}}{2} = 0,22$$