

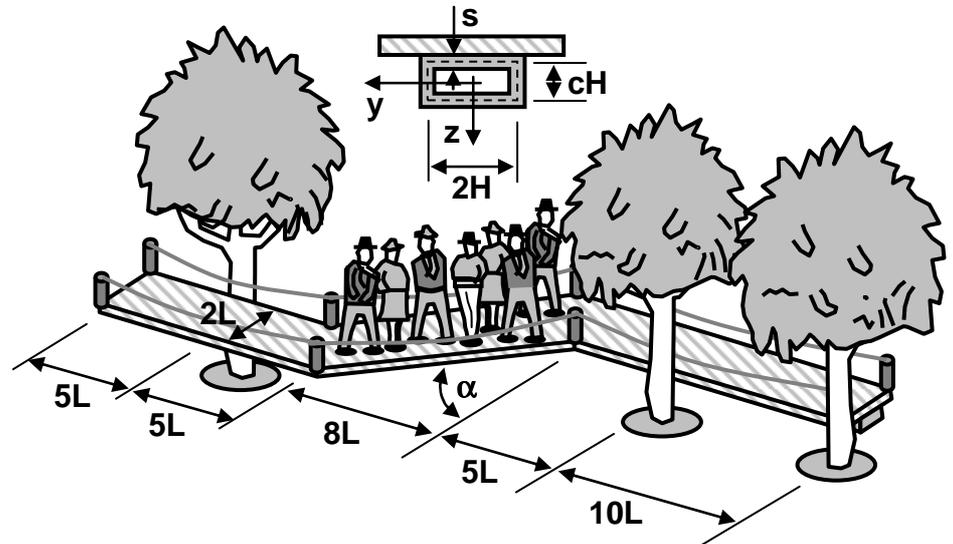
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

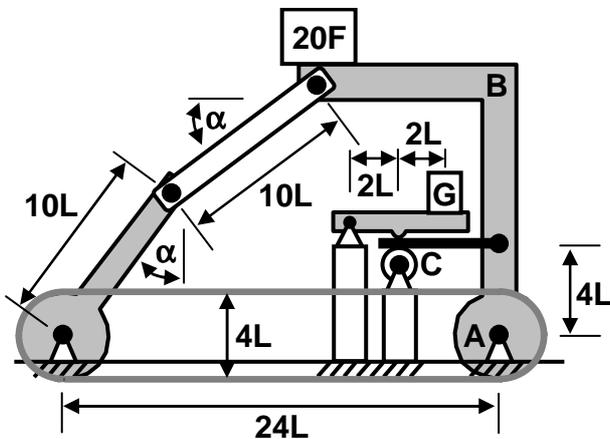
Punkte:

Note:

1.) (10+2 Punkte) Der Baumwipfeldpfad wird durch die 3 Bäume gehalten, die nur senkrechte Kräfte übertragen. Bei der Berechnung ist die Breite $2L$ des Pfads zu beachten. Die n Menschen mit der Gewichtskraft $n \cdot 750\text{N}$ erzeugen im diagonalen Pfad eine konstante Streckenlast. Für die Berechnung von I_y , W_t ist nur das dünnwandige Rechteck mit der Breite $2H$ und der Höhe cH zu berücksichtigen. ($\tan\alpha = 4/3$, $H = 400\text{mm}$, $s = 10\text{mm}$, $L = 1000\text{mm}$).



- Es sei $c = 1$. Wie viel Personen dürfen auf den diagonalen Teilpfad, wenn die Vergleichsspannung $\sigma_v = 25\text{N/mm}^2$ infolge der Momente nicht überschritten werden soll?
- Wie ist c zu wählen, damit der Betrag der maximalen Normalspannung gleich dem Betrag der maximalen Schubspannung ist? Nur die Momente sind zu berücksichtigen.



2.) (5+2+3+5 Punkte) Die maximale Riemenkraft beträgt $24F$. Am Riemen wirkt der Haftreibungskoeffizient $\mu_R = -\ln(5/12)/\pi$. Am Punkt C werden nur Kräfte übertragen. Es wirkt der Haftreibungskoeffizient $\mu_S = 1$. Der Balken AB hat einen dünnwandigen quadratischen Querschnitt mit Kantenlänge H und der Wandstärke s ($\tan\alpha = 0.75$, $F/(Hs) = 4\text{N/mm}^2$).

- Wie groß muss G mindestens sein, damit das Bauteil im Gleichgewicht ist?
- Bestimmen Sie im Balken AB die inneren Kräfte und Momente.
- Wie wäre das Verhältnis L/H zu wählen, damit keine Zugspannungen im Balken AB auftreten? Bei welchem Verhältnis L/H ist die maximale Zugspannung $\sigma_z = 196\text{N/mm}^2$?

Alle Balken haben die Biegesteifigkeit $EI_y = 896FL^2$. Es sei $G = 14F$.

- Wie groß ist die waagrechte und senkrechte Verschiebung des Gewichts G infolge der Biegemomente?

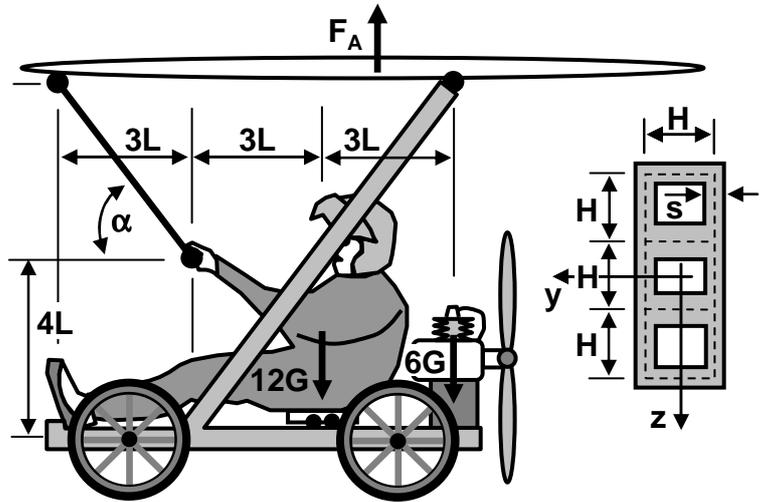
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

3.) (8+2+1+3 Punkte) Der Motordrachen fliegt auf konstanter Höhe bzw. ist mit den 2 Gewichtskräften $12G$, $6G$ und der Auftriebskraft F_A im Gleichgewicht. Am Sitz kann nur eine senkrechte Kraft übertragen werden, an den Füßen nur Kräfte. Die Höhe der Fußaufstellfläche ist zu vernachlässigen. ($\tan\alpha = 4/3$, $L/H = 0.5$, $G/(Hs) = 12N/mm^2$).



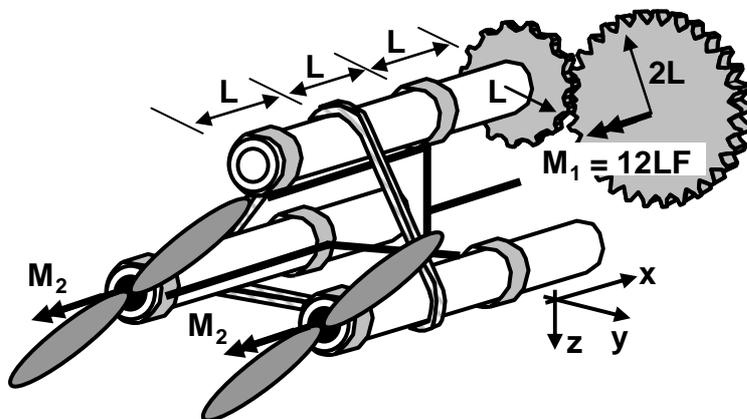
a.) Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente in den beiden grauen Balken.

Die Balken haben den dargestellten Querschnitt mit $I_y = 10H^3s$.

b.) Welche Wandstärke haben die beiden mittleren waagrechten Stege? Die restlichen Bereiche haben die Wandstärke s .

c.) Wie groß ist die maximale Zugspannung in den grauen Balken?

d.) Wie groß ist der prozentuale Fehler, wenn statt mit der maximalen Schubspannung mit der mittleren gerechnet wird?



4.) (3+5+1 Punkte) Die drei Wellen des Außenbordmotors mit den Außenradien $L/2$ haben jeweils zueinander den Abstand $2L$. An der oberen Welle wirkt zwischen Riemen und Welle der Haftreibungskoeffizient $\mu = (5 \ln(4^{0.6}))/\pi$.

a.) Zeigen Sie rechnerisch, dass $M_2 = 3LF$ gilt.

b.) Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente in der oberen Welle. Verwenden Sie $\cos(30^\circ) = 0.9$.

Es sei $I_t = 2I_y = 30\pi/1024L^4$ und $F/L^2 = 1N/mm^2$.

c.) Wie groß ist die maximale Vergleichsspannung σ_v in der oberen Welle? Berücksichtigen Sie nur die Momente.

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

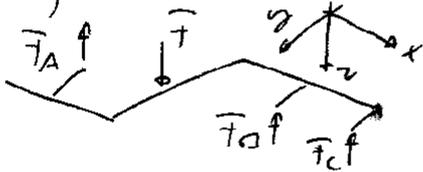
Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 16/17

Aufgabe 1

a.) $\bar{F} = m \cdot 750 \text{ N}$



$$\sum M_x|_A = 0: 2LF - 4L\bar{F}_A = 0 \quad (1/3)$$

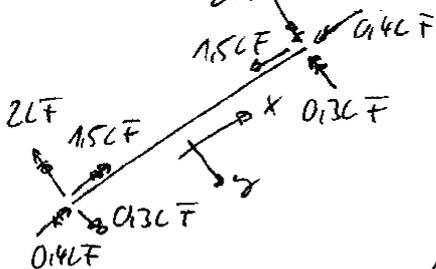
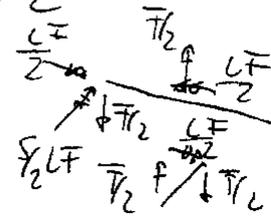
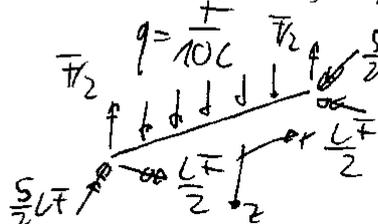
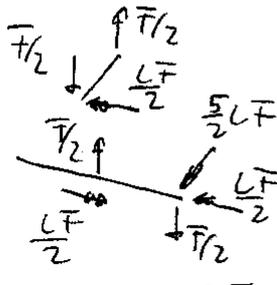
$$\Rightarrow \bar{F}_A = \bar{F}/2$$

$$\sum M_b|_A = 0: -18L\bar{F}_A + 9L\bar{F} + 10L\bar{F}_c = 0$$

$$\Rightarrow \bar{F}_c = 0$$

$$\sum \bar{F}_z = 0: \bar{F} - \bar{F}_A - \bar{F}_c - \bar{F}_c = 0$$

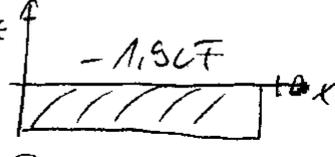
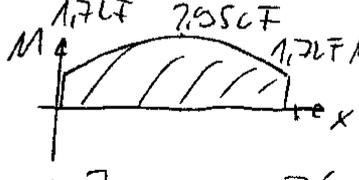
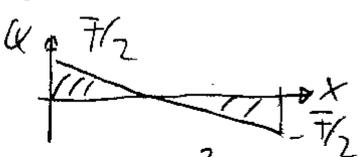
$$\Rightarrow \bar{F}_a = \bar{F}/2$$



$$Q = \frac{F}{2} - \frac{F}{10L} x$$

$$M = \frac{F}{2} x - \frac{F}{20L} x^2 + 1.7LF$$

$$\Rightarrow M(x=5L) = 2.95LF$$



$$I_y = 2 \frac{H^3 s}{12} + 2 \left(\frac{H}{2}\right)^2 2Hs = \frac{7}{6} H^3 s$$

$$W_t = 2 \cdot 2H^2 s = 4H^2 s$$

$$z_v = \sqrt{\left(\frac{2.95LF}{\frac{7}{6} H^3 s} \frac{H}{2}\right)^2 + 3 \left(\frac{-1.5LF}{4H^2 s}\right)^2} = 1.5084 \frac{LF}{H^2 s}$$

$$\Rightarrow \bar{F} = \frac{z_v H^2 s}{1.5084 L} = 26518 \text{ N} \Rightarrow m = \frac{\bar{F}}{750 \text{ N}} = 35$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

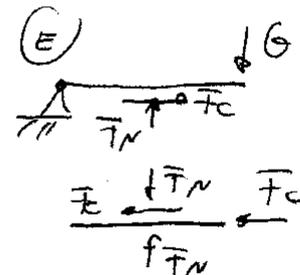
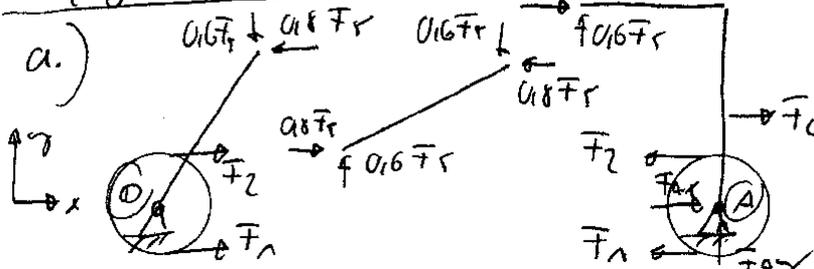
$$b.) \bar{I}_y = 2 \frac{(cH)^3}{12} + 2 \left(\frac{cH}{2}\right)^2 2H = \left(\frac{c^3}{6} + c^2\right) H^3$$

$$W_t = 2 \cdot 2HcH = 4H^2c$$

$$|z| = \sqrt{z} = \frac{2,95cF}{\left(\frac{c^3}{6} + c^2\right)H^3} \frac{cH}{2} = \frac{1,9cF}{4H^2c}$$

$$\Rightarrow 4 \cdot 2,95c = 2 \cdot 1,9 \cdot \left(\frac{c^2}{6} + c\right) \Rightarrow c = 12,63$$

Aufgabe 2



$$\sum M|_O = 0: 8L \cdot 0,18F_r - 6L \cdot 0,16F_r - 2LF_2 + 2LF_N = 0$$

Seilreibung: $F_2 = F_N e^{-\frac{2,5}{12}\pi} = 2,4F_N$

$$\Rightarrow F_N = F_r \Rightarrow F_2 = 2,4F_r \Rightarrow F_r = 10F$$

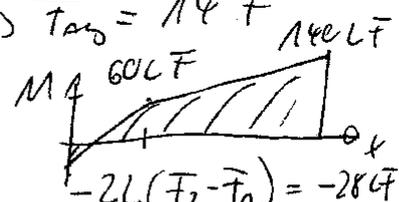
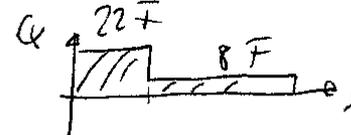
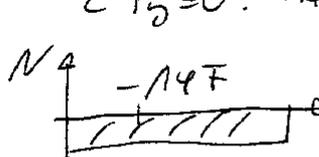
$$\sum M|_A = 0: 2LF_2 - 2LF_N - 4LF_c - 14L \cdot 0,18F_r + 10L \cdot 0,16F_r - 10L \cdot 0,16F_r = 0$$

$$\Rightarrow F_c = 14F \quad \text{Seilreibung} \quad F_N = \frac{F_c}{1,5} = 14F$$

$$\sum M|_E = 0: 2LF_N - 4LG = 0 \Rightarrow G = 7F$$

$$b.) \sum F_x = 0: F_{Ax} + 0,18F_r + F_c = 0 \Rightarrow F_{Ax} = -22F$$

$$\sum F_y = 0: F_{Ay} - 20F + 0,16F_r = 0 \Rightarrow F_{Ay} = 14F$$



$$c.) \frac{140LF}{2/3H^3} \frac{H}{2} - \frac{14F}{4H} = 0 \Rightarrow 30 \frac{L}{H} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{L}{H} = 1/30$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

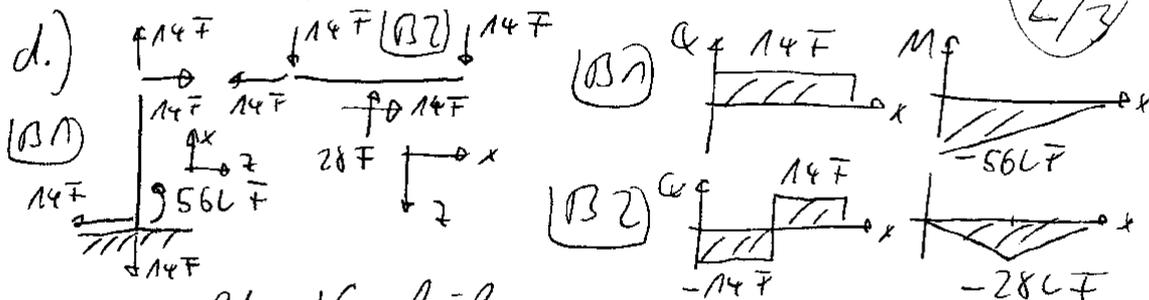
Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 16/17

$$\frac{140 \text{ L F}}{23 \text{ M}^3 \text{ r}} \frac{1}{2} - \frac{14 \text{ F}}{4 \text{ M r}} = \frac{420 \text{ L F}}{4 \text{ M M r}} - \frac{14 \text{ F}}{4 \text{ M r}} = 196 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\Rightarrow 420 \frac{\text{L}}{\text{M}} - 14 = 196 \Rightarrow \frac{\text{L}}{\text{M}} = 1 \text{ m}^2 \quad (2/3)$$



waagrechte Verschiebung u:

$$u = \frac{1}{EI_y} \left(\frac{(-56LF) \left(\frac{-56LF}{14F} \right) 4L}{3} \right) = \frac{896 FL^3}{3 \cdot 896 FL^2} = \frac{L}{3}$$

senkrechte Verschiebung w:

$$w = \frac{1}{EI_y} \left(\frac{(-28LF) \left(\frac{-28LF}{14F} \right) 4L}{3} \right) = \frac{224 FL^3}{3 \cdot 896 FL^2} = \frac{L}{12}$$

Aufgabe 3

a.)

$\Sigma F_y = 0: \bar{F}_A - 12G - 6G = 0 \Rightarrow \bar{F}_A = 18G$
 $\Sigma M|_A = 0: a \bar{F}_A - 3L \cdot 6G = 0 \Rightarrow a = L$
 $\Sigma M|_0 = 0: 3L \cdot 0.8 \bar{F}_5 - 2L \bar{F}_A = 0 \Rightarrow \bar{F}_5 = 5G$
 $\Sigma F_x = 0: 0.6 \bar{F}_5 - \bar{F}_{0x} = 0 \Rightarrow \bar{F}_{0x} = 3G$
 $\Sigma F_y = 0: -0.8 \bar{F}_5 + \bar{F}_A - \bar{F}_{0y} = 0 \Rightarrow \bar{F}_{0y} = 14G$

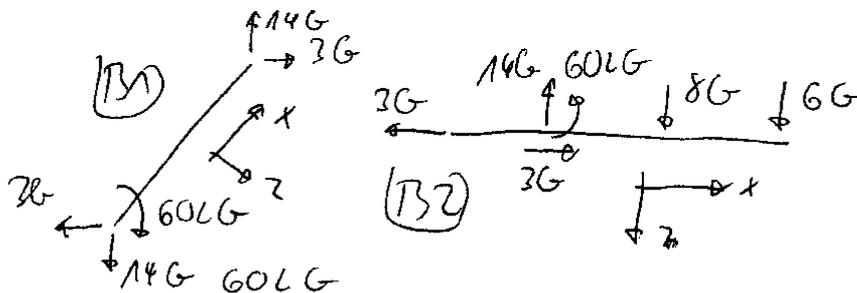
$\Sigma M|_0 = 0: 6L \bar{F}_c - 6L \cdot 12G + 3L \cdot 4G + 4L \cdot 3G = 0 \Rightarrow \bar{F}_c = 8G$
 $\Sigma F_y = 0: \bar{F}_{0y} + \bar{F}_c - 12G + 4G = 0 \Rightarrow \bar{F}_{0y} = 0$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

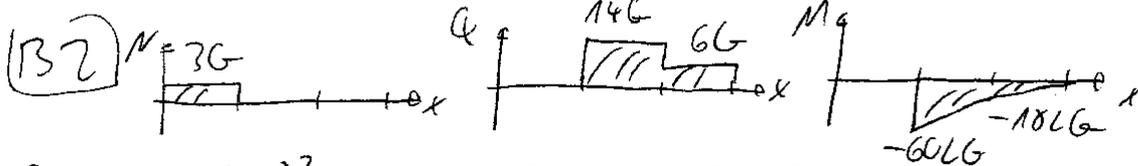
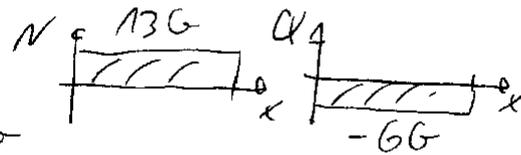
Punkte:

Note:



$$Q = M' = 6G$$

$$N = \sqrt{(14G)^2 + (3G)^2} - Q = 13G$$



$$b.) I_y = 2 \frac{(3H)^3 \gamma}{12} + 2 \left(\frac{3}{2}H\right)^2 H \gamma + 2 \left(\frac{H}{2}\right)^2 H \gamma^*$$

$$= \frac{27}{6} H^3 \gamma + \frac{9}{2} H^3 \gamma + \frac{1}{2} H^3 \gamma^* = 10 H^3 \gamma$$

$$\Rightarrow 1/2 s^* = 10 \gamma - \frac{27}{6} \gamma - \frac{1}{2} \gamma \Rightarrow s^* = 2\gamma$$

$$c.) A = 2 \cdot 3H\gamma + 2H\gamma + 2H \cdot 2\gamma = 12H\gamma$$

$$z_z = \frac{60LG}{10H^3\gamma} \cdot \frac{3}{2}H + \frac{13G}{12H\gamma} = 9 \frac{L}{H} \frac{G}{H\gamma} + \frac{13}{12} \frac{G}{H\gamma} = 67 \frac{N}{m^2}$$

$$d.) \bar{\sigma}_{mittel} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{12H\gamma} = \frac{1}{2} \frac{Q}{H\gamma}$$

$$S_y = \frac{H}{2} \gamma \cdot \frac{3}{2}H + \frac{H}{2} 2\gamma \cdot \frac{1}{2}H + \frac{3}{2}H\gamma \cdot \frac{3}{4}H = \frac{19}{8} H^2 \gamma$$

$$\bar{\sigma}_{max} = \frac{Q}{I_y \gamma} S_y = \frac{Q}{10H^3\gamma} \frac{19}{8} H^2 \gamma = \frac{19}{80} \frac{Q}{H\gamma}$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{19}{80} &\hat{=} 100\% \\ \frac{1}{12} &\hat{=} 35\% \end{aligned} \right\} \text{Fehler: } 65\%$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

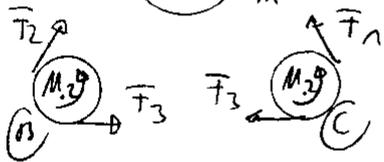
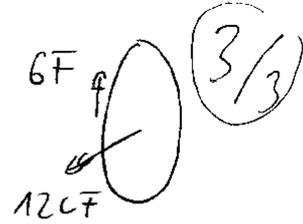
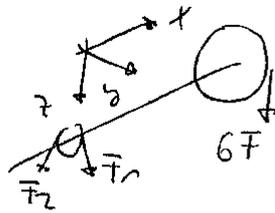
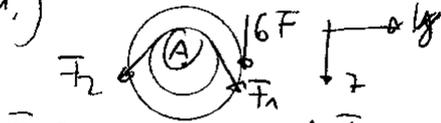
Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 16/17

Aufgabe 4

a.)



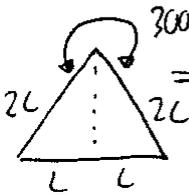
$$\sum M_x|_A = 0: -\frac{L}{2} F_2 + \frac{L}{2} F_1 + L 6F = 0 \quad (1)$$

$$\sum M_x|_B = 0: \frac{L}{2} F_2 - \frac{L}{2} F_3 - M_2 = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_x|_C = 0: \frac{L}{2} F_3 - \frac{L}{2} F_1 - M_2 = 0 \quad (3)$$

$$(2) + (3) \Rightarrow 2M_2 = \frac{L}{2} F_2 - \frac{L}{2} F_1 \stackrel{(1)}{=} 6LF \Rightarrow M_2 = 3LF$$

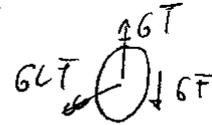
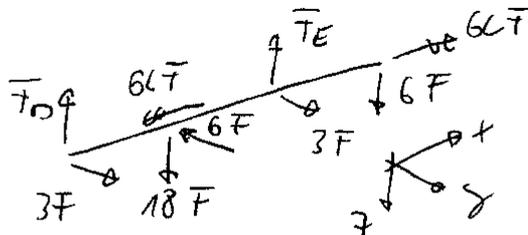
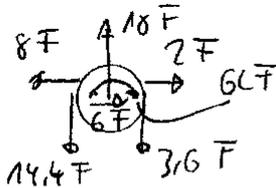
b.)



$$\sum M_x|_A = 0: -\frac{L}{2} F_2 + \frac{L}{2} F_1 + 6LF = 0$$

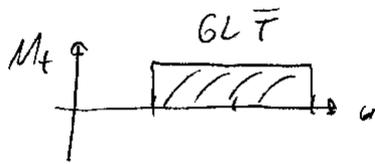
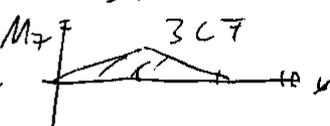
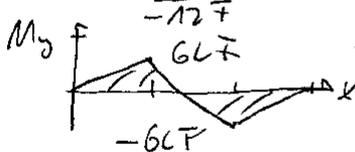
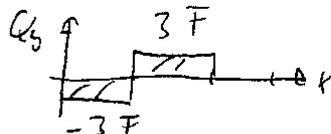
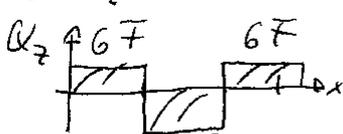
$$\text{Seilreibung: } F_2 = F_1 \cdot e^{\mu \cdot \frac{\pi}{3}} = 4F_1$$

$$\Rightarrow F_1 = 4F \Rightarrow F_2 = 16F$$



$$\sum M_y|_O = 0: -L \cdot 18F + 2L F_E - 3L \cdot 6F = 0 \Rightarrow F_E = 18F$$

$$\sum F_z = 0: -F_0 + 18F - F_E + 6F = 0 \Rightarrow F_0 = 6F$$



$$c.) M_{ges} = \sqrt{(6LF)^2 + (3LF)^2} = \sqrt{45} LF$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \sqrt{\left(\frac{\sqrt{45} \cdot L \cdot F}{15 \pi \cdot L^4 \cdot \frac{L}{2}}\right)^2 + 3 \left(\frac{6 L F}{30 \pi \cdot L^4 \cdot \frac{L}{2}}\right)^2} \\ &= \frac{1024}{\pi} \frac{F}{L^2} \sqrt{\frac{45}{900} + 3 \frac{16}{3600}} = \frac{1024}{\pi} \sqrt{0,08} \frac{F}{L^2} \\ &= 92,2 \frac{N}{m^2} \end{aligned}$$