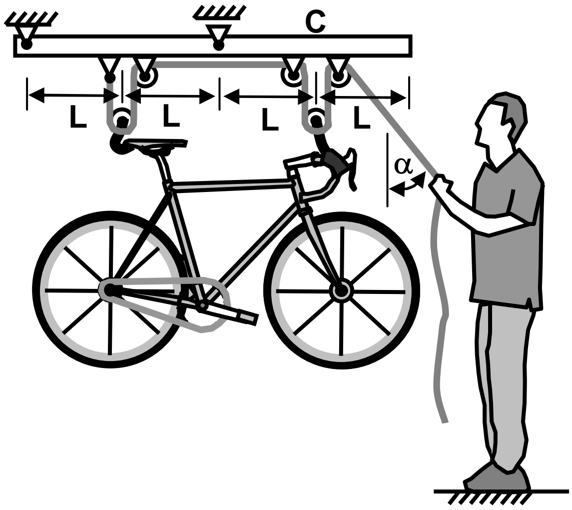
HTWG Konstanz 17.2.2021
Fakultät Maschinenbau

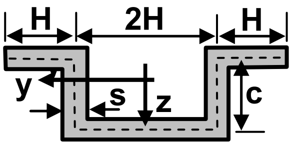
Klausur Technische Mechanik WIM

Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:



1.) (4+2.5+2.5+2+2 Punkte) Die Radien der Rollen sind zu vernachlässigen. Das Fahrrad hat die Gewichtskraft 40G.

a.) Berechnen Sie die inneren Kräfte und Momente im waagrechten weißen Balken der Länge 4L ($\tan\alpha = 3/4$).

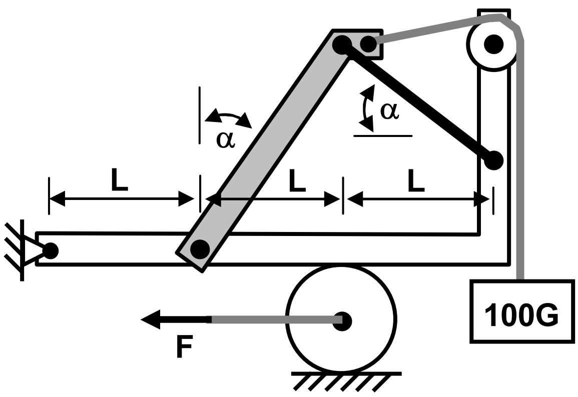


b.) Der Balken hat den dargestellten Querschnitt. Es sei c = H. Wie ist L/H zu wählen, damit am Ort der maximalen Normalspannung der Betrag infolge des Biegemoments 90-mal so groß wie infolge der Normalkraft ist? Wie groß ist die Normalspannung infolge des Biegemoments ($G/(Hs) = 1N/mm^2$)?

c.) Wie weit senkt sich der Punkt C infolge des Biegemoments ab ($EI_y = 230GL^2$)?

d.) Auf welchen Wert kann c reduziert werden, wenn sich die maximale Normalspannung infolge des Biegemoments bezüglich b.) verdoppeln darf?

e.) An den Schuhen des Mannes wirkt der Haftreibungskoeffizient $\mu = 0.1$.Wie groß muss seine Gewichtskraft mindestens sein, damit er nicht seitlich „weggezogen" wird?

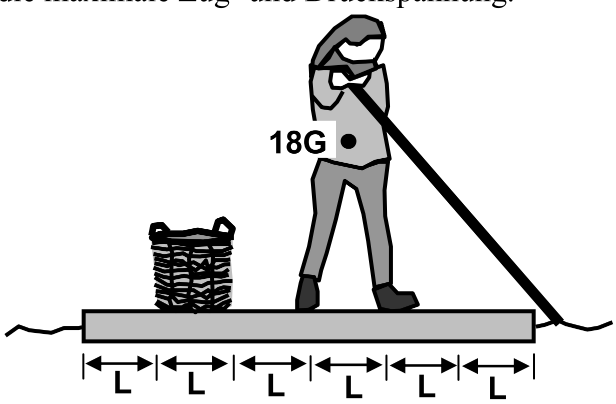


2.) (2+7.5+1.5 Punkte) Der Radius der oberen Rolle ist vernachlässigbar klein.
($\tan\alpha = 0.75$, $L/H = 2$, $G/(Hs) = 1N/mm^2$)

a.) An der unteren Rolle wirkt der Haftreibungskoeffizient $\mu = 1$. Wie groß darf F maximal werden, ohne dass das statische Gleichgewicht verloren geht?

b.) Es sei F = 200G. Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente im weißen Winkel.

c.) Der Winkel hat einen dünnwandigen quadratischen Querschnitt mit der Kantenlänge H und der Wandstärke s. Bestimmen Sie im Winkel die maximale Zug- und Druckspannung.



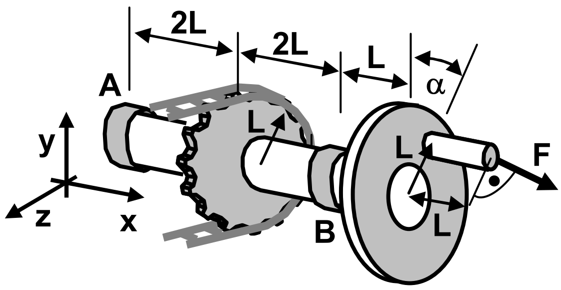
3.) (3+4 Punkte) Die Auftriebskraft des Wassers auf das Floß wirkt als **konstante Streckenlast**. Der Schwerpunkt des Mädchens liegt in der Mitte zwischen den beiden Fußpunkten.

a.) Wie groß ist die Gewichtskraft des Korbes? Zeichnen Sie den Verlauf der Querkraft im Floß. Berücksichtigen Sie die Gewichtskraft des Korbes auch als **konstante Streckenlast**.

Klausur Technische Mechanik WIM

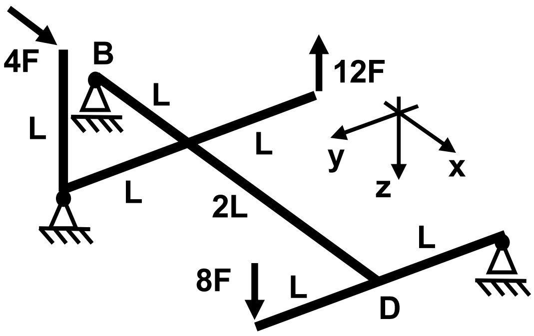
Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:

b.) Das maximale innere Biegemoment wirkt in der Floßmitte. Bestimmen Sie dieses Moment. Wie groß wäre es, wenn man alle Belastungen als Einzelkräfte berücksichtigen würde?



4.) (5+2+2 Punkte) Die Kraft F wirkt in **Umfangsrichtung**. In einem Kettenstrang ist die Kraft gleich null.

a.) Es sei $\alpha = 0$. Bestimmen Sie in der bei A und B gelenkig gelagerten dünnwandigen Achse mit der Länge 5L die inneren Kräfte und Momente. Wie ist der Radius R_m gewählt, wenn die maximale Vergleichsspannung $\sigma_V = 20\text{N/mm}^2$ beträgt? Nur die Momente sind zu berücksichtigen, s beschreibt die Wandstärke ($LF/s = 2882.92\text{N}$).
b.) Wie groß ist die Biegesteifigkeit EI_y (in Abhängigkeit von FL^2), wenn sich der Zahnradanbindungspunkt in z-Richtung infolge des Biegemoments um L/30 verschiebt?
c.) Wie groß ist die maximale Vergleichsspannung σ_V bei $\alpha = 180°$?



5.) (7+3 Punkte) a.) Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente im Balken BD.

Der Querschnitt des Balkens BD besteht aus einem **dünnwandigen** Rechteckprofil mit der Breite a, der Höhe b und der Wandstärke s. Der Umfang beträgt 4H.

b.) Wie müssen a und b gewählt werden, um eine minimale Schubspannung infolge Torsion zu erhalten? Wie groß ist dann die maximale Vergleichsspannung σ_V im Bereich, wo die maximale Schubspannung wirksam ist ($LF/(H^2 s) = 1\text{N/mm}^2$)?

HTWG Konstanz 17.2.2021
Fakultät Maschinenbau

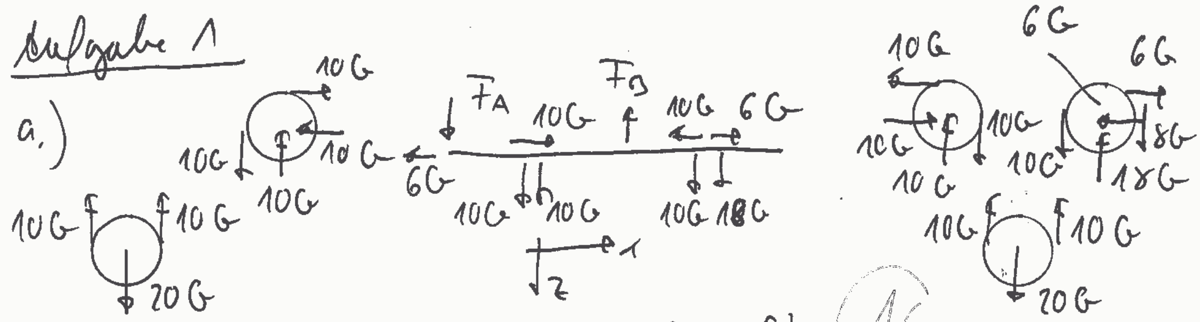
Klausur Technische Mechanik WIM

Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:

Klausur Technische Mechanik WIM WS20/21

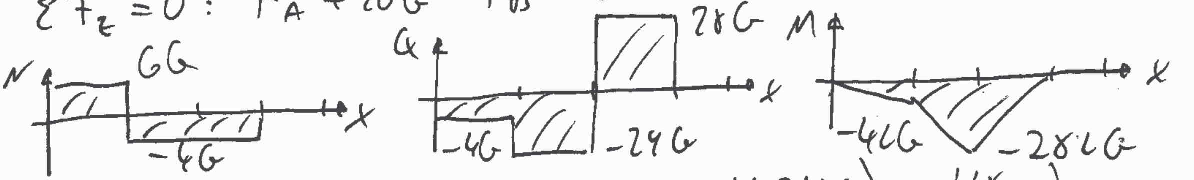
Aufgabe 1

a.)



N3

$$\Sigma M|_A = 0: \; -l\,20G + 2l F_B - 3l\,28G = 0$$
$$\Rightarrow F_B = 52G$$
$$\Sigma F_z = 0: \; F_A + 20G - F_B + 28G = 0 \quad \Rightarrow F_A = 4G$$



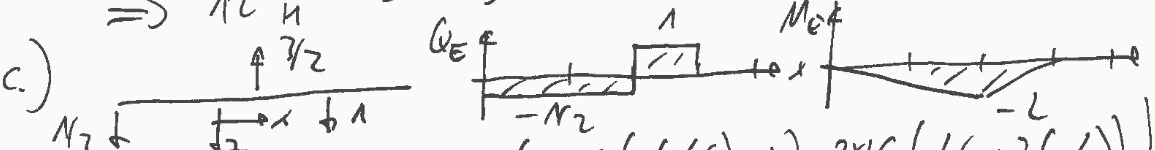
b.) $\left(z_S = \frac{1}{6Hs}\left(2\cdot 0\cdot Hs + 2\,\frac{H}{2}Hs + H\,2Hs\right) = \frac{H}{2} \right)$

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

$$\sigma_B = \frac{|-28lG|}{\frac{7}{6}H^3 s}\,\frac{H}{2} = 12\,\frac{l}{H}\,\frac{G}{Hs} \qquad \sigma_N = \frac{|-4G|}{6Hs} = \frac{2}{3}\,\frac{G}{Hs}$$

$$\Rightarrow 12\,\frac{l}{H} = 90 \cdot \frac{2}{3} \Rightarrow l/H = 5 \Rightarrow \sigma_B = 60\,\frac{N}{mm^2}$$

c.)



$$u = \frac{1}{EI_y}\left(\frac{-4lG(-l/2)l}{3} + \frac{l\left(-4lG(2(-l/2)-l) - 28lG(-l/2 + 2(-l))\right)}{6} + \frac{-28lG(-l)l}{3}\right) = \frac{Gl^3}{EI_y}\left(\frac{2}{3} + \frac{8+70}{6} + \frac{28}{3}\right) = 23\,\frac{Gl^2}{EI_y}\,l$$

$$= 23\,\frac{Gl^2}{230\,Gl^2}\,l = l/10$$

d.) $I_y = 2\,\frac{c^3 s}{12} + 2\left(-\frac{c}{2}\right)^2 2Hs = \frac{1}{6}c^3 s + Hsc^2$

$$\sigma_B = \frac{|-28lG|}{\frac{1}{6}c^3 s + Hsc^2}\,\frac{c}{2} = \frac{14lG}{\frac{1}{6}c^2 s + Hsc} = 120\,\frac{G}{Hs}$$

Klausur Technische Mechanik WIM

Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:

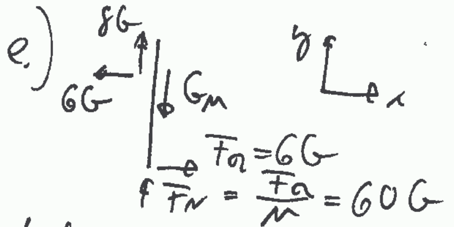
$$\Rightarrow 14L = \frac{120}{H}\,\frac{1}{6}\,c^2 + \frac{120}{H}\,Hc = \frac{20}{H}\,c^2 + 120\,c$$

$L = 5H$

$$\Rightarrow 20c^2 + 120Hc - 70H^2 = 0$$

$$\Rightarrow c = \frac{-120H + \sqrt{(120H)^2 + 4\cdot 20\cdot 70H^2}}{2\cdot 20} = 0{,}54H$$

e)

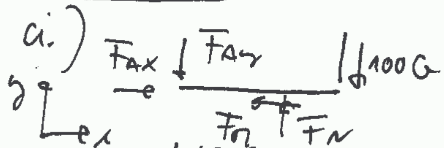


$\Sigma F_y = 0: \; F_N - G_m + 8G = 0$

$\Rightarrow G_m = 68\,G$

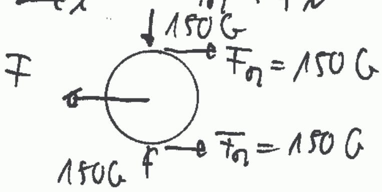
Aufgabe 2

a)



$\Sigma M|_A = 0: \; 2L F_N - 3L\cdot 100G = 0$

$\Rightarrow F_N = 150\,G$



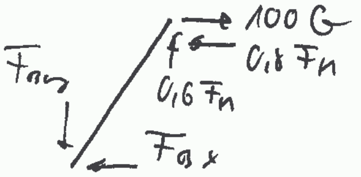
$\Sigma F_x = 0: \; -F + F_R + F_R = 0$

$\Rightarrow F = 2F_R = 300\,G$

b) $F_R = F/2 = 100\,G$

$\Sigma F_x = 0: \; F_{Ax} - F_R = 0 \quad \Rightarrow F_{Ax} = 100\,G$

$\Sigma F_y = 0: \; -F_{Ay} + F_N - 100G = 0 \quad \Rightarrow F_{Ay} = 50\,G$

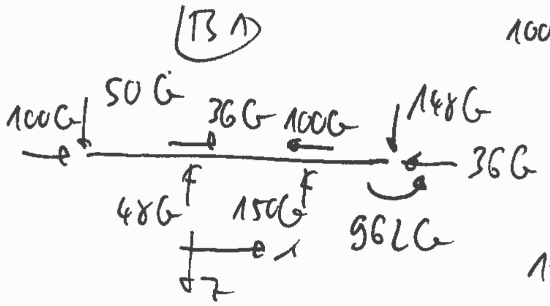


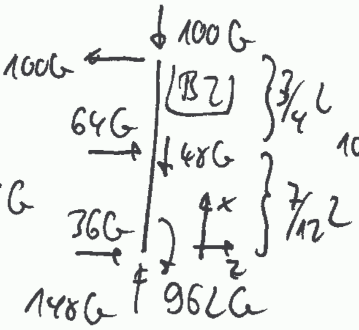
$\Sigma M|_B = 0: \; L\,0{,}6F_H + \frac{4}{3}L\,0{,}8F_H - \frac{4}{3}L\,100G = 0$

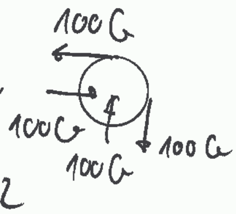
$\Rightarrow F_H = 80\,G$

$\Sigma F_x = 0: \; -F_{Bx} - 0{,}8F_H + 100G = 0 \quad \Rightarrow F_{Bx} = 36\,G$

$\Sigma F_y = 0: \; -F_{By} + 0{,}6F_H = 0 \quad \Rightarrow F_{By} = 48\,G$







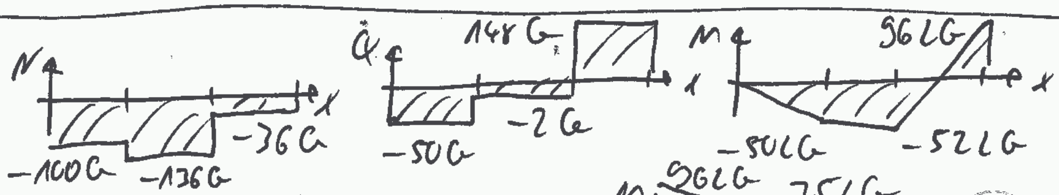
HTWG Konstanz 17.2.2021
Fakultät Maschinenbau

Klausur Technische Mechanik WIM

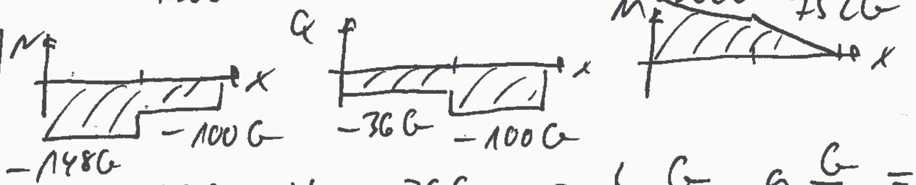
Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:

Klausur Technische Mechanik WIM WS 20/21

B1



B2



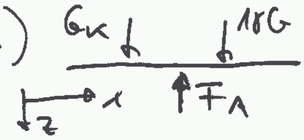
2/3

c.) $\tau_z = \frac{96LG}{2/3 H^3 r}\,\frac{H}{2} + \frac{-36G}{4Hr} = 72\,\frac{L}{H}\,\frac{G}{Hr} - 9\,\frac{G}{Hr} = 135\,\frac{N}{mm^2}$

$\tau_D = \frac{96LG}{2/3 H^3 r}\left(-H/2\right) + \frac{-148G}{4Hr} = -72\,\frac{L}{H}\,\frac{G}{Hr} - 37\,\frac{G}{Hr} = -181\,\frac{N}{mm^2}$

Aufgabe 3

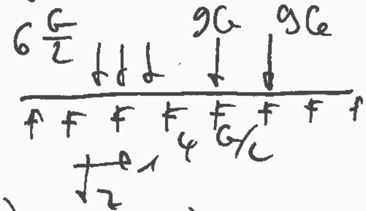
a.)

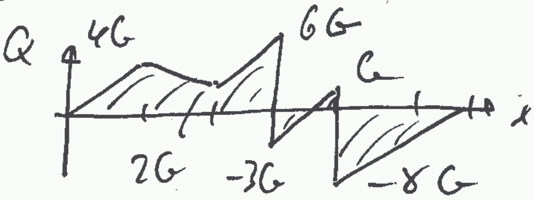


$\Sigma M|_A = 0: \frac{3}{2} L G_K - \frac{1}{2}\, 18G = 0$

$\Rightarrow G_K = 6G \quad \Rightarrow q_K = 6\,\frac{G}{L}$

$\Sigma F_z = 0: G_K - F_A + 18G = 0 \quad \Rightarrow F_A = 24G \quad \Rightarrow q_A = 4\,\frac{G}{L}$





b.) $(0<x<L)$:

$Q = 4\,\frac{G}{L}x, \quad M = 2\,\frac{G}{L}x^2 \quad \Rightarrow M(x=L) = 2LG$

$(L<x<2L$ bzw. $0<x'<L$ mit $x' = x-L)$

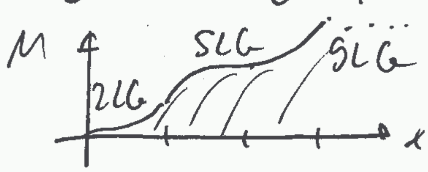
$Q = 4G - 2\,\frac{G}{L}x', \quad M = 4Gx' - \frac{G}{L}x'^2 + 2LG$

$\Rightarrow M(x'=L) = 5LG$

$(2L<x<3L$ bzw $0<x''<L$ mit $x'' = x-2L)$

$Q = 2G + 4\,\frac{G}{L}x'', \quad M = 2Gx'' + 2\,\frac{G}{L}x''^2 + 5LG$

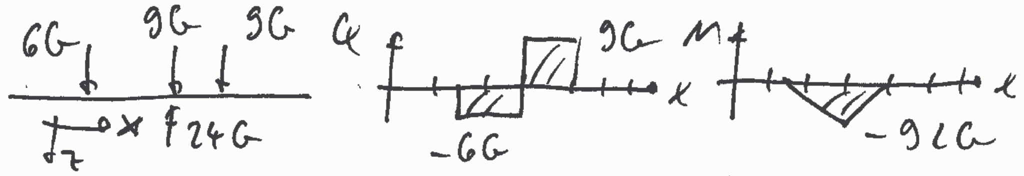
$\Rightarrow M(x''=L) = 9LG$



HTWG Konstanz 17.2.2021
Fakultät Maschinenbau

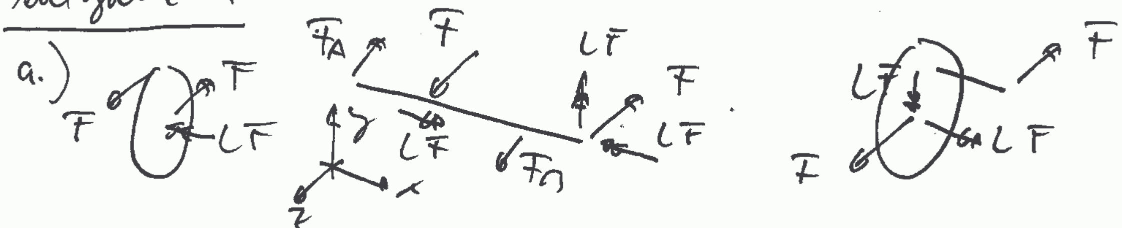
Klausur Technische Mechanik WIM

Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:



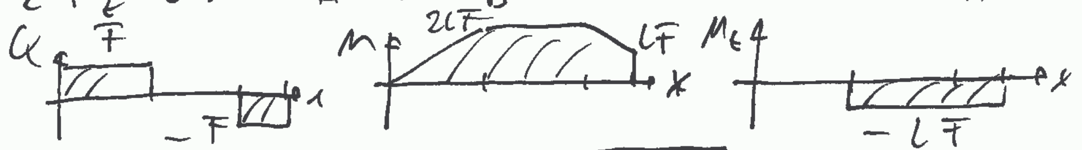
Aufgabe 4

a.)



$$\Sigma M|_A = 0: -2lF - 4lF_B + 5lF + lF = 0 \Rightarrow F_B = F$$

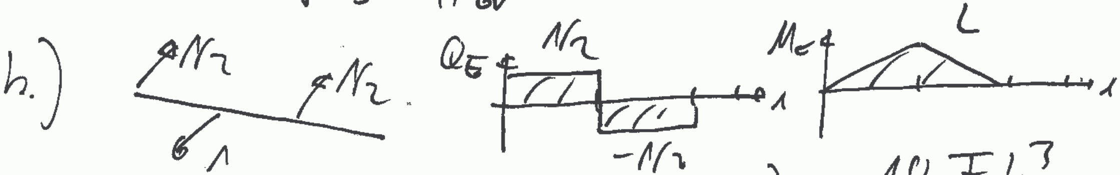
$$\Sigma F_z = 0: -F_A + F + F_B - F = 0 \Rightarrow F_A = F$$



$$\tau_v = \sqrt{\left(\frac{2lF}{\pi a_m^3 s} a_m\right)^2 + 3\left(\frac{-lF}{2\pi a_m^2 s}\right)^2} = \frac{lF}{\pi a_m^2 s}\sqrt{4{,}75}$$

$$\Rightarrow a_m = \sqrt{\frac{lF}{s}\frac{1}{\pi \tau_v}\sqrt{4{,}75}} = 10\ mm$$

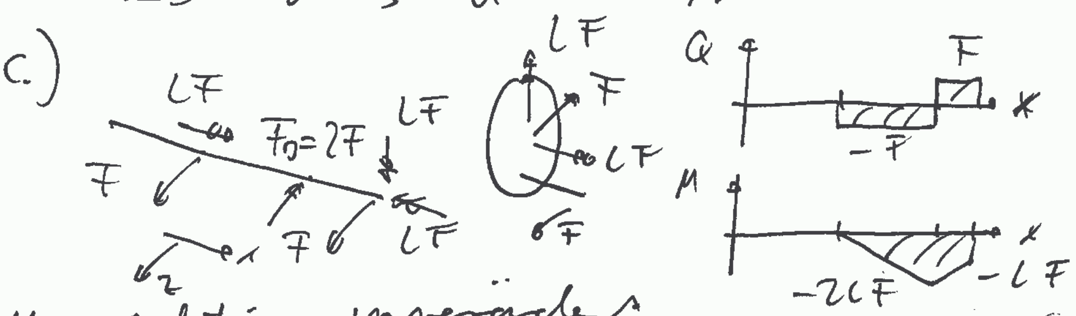
b.)



$$u = \frac{1}{EI_y}\left(\frac{2lF \cdot l \cdot 2l}{3} + \frac{2lF \cdot l \cdot 2l}{2}\right) = \frac{10}{3}\frac{Fl^3}{EI_y}$$

$$\Rightarrow EI_y = \frac{10}{3}\frac{Fl^3}{u} = \frac{10}{3}\frac{Fl^3}{l/30} = 100\,F\,l^2$$

c.)



Momentenbeträge unverändert

$$\Rightarrow \tau_v \text{ unverändert} = 20\ N/mm^2$$

Klausur Technische Mechanik WIM

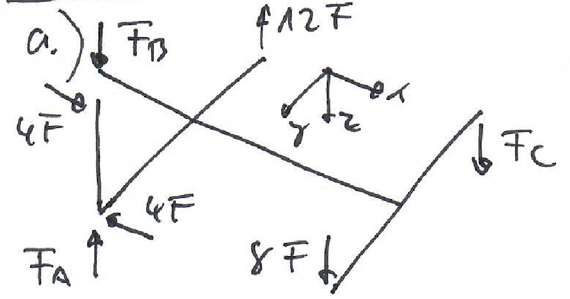
Name/Mat-Nr.: Punkte: Note:

Klausur Technische Mechanik WIM WS20/21

Aufgabe 5

3/3

a)



$\sum M_x|_A = 0$:

$-l F_B - 2l F_C + 2l\, 12F = 0$

$\Rightarrow -F_B - 2F_C = -24F$ (1)

$\sum M_y|_A = 0$:

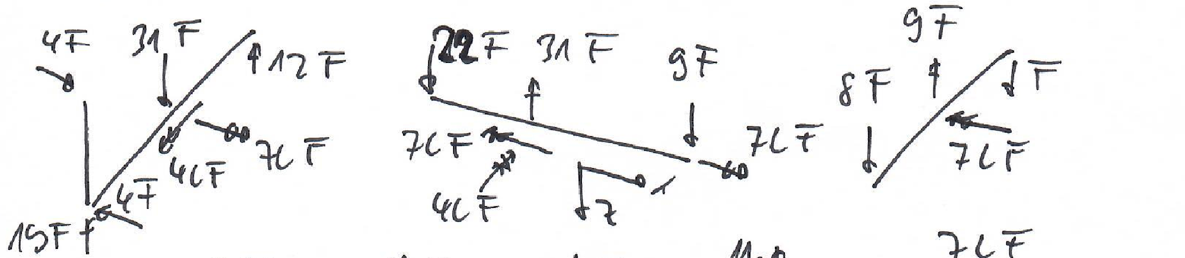
$l F_B - 2l F_C - l \cdot 4F - 2l \cdot 8F = 0$

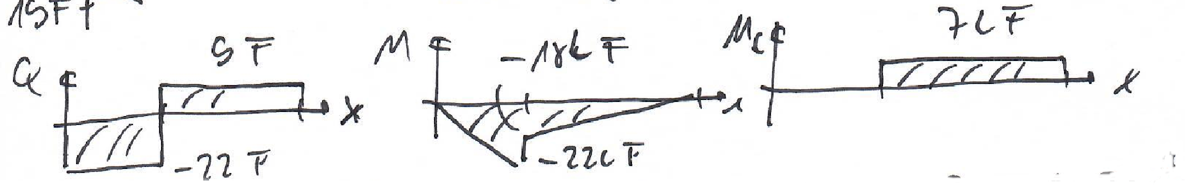
$\Rightarrow F_B - 2F_C = 20F$ (2)

$\overset{(1)+(2)}{\Longrightarrow} -4F_C = -4F \Rightarrow F_C = F$

$\overset{(2)}{\Longrightarrow} F_B = 20F + 2F_C = 22F$

$\sum F_z = 0: -F_A + F_B + F_C + 8F - 12F = 0 \Rightarrow F_A = 19F$





b) $2a + 2b = 4h \Rightarrow b = 2h - a$

$$\tau_{max} = \frac{7lF}{2abs} = \frac{7lF}{2a(2h-a)s} = \frac{7lF}{4has - 2a^2s} = \frac{7lF}{c}$$

τ_{max} wird für großes c minimal

$\Rightarrow \frac{\partial c}{\partial a} = 4hs - 4as = 0 \Rightarrow a = b = h$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{-18lF}{\frac{2}{3}h^3 s}\frac{h}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{7lF}{2h^2 s}\right)^2} = \sqrt{219}\,\frac{lF}{h^2 s} = \sqrt{219}\,\frac{N}{mm^2}$$