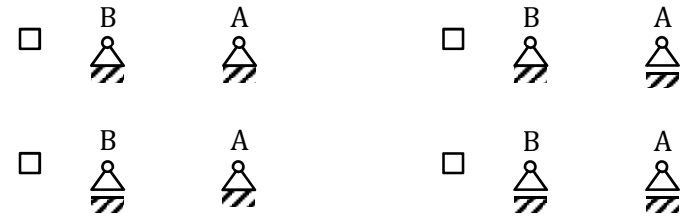


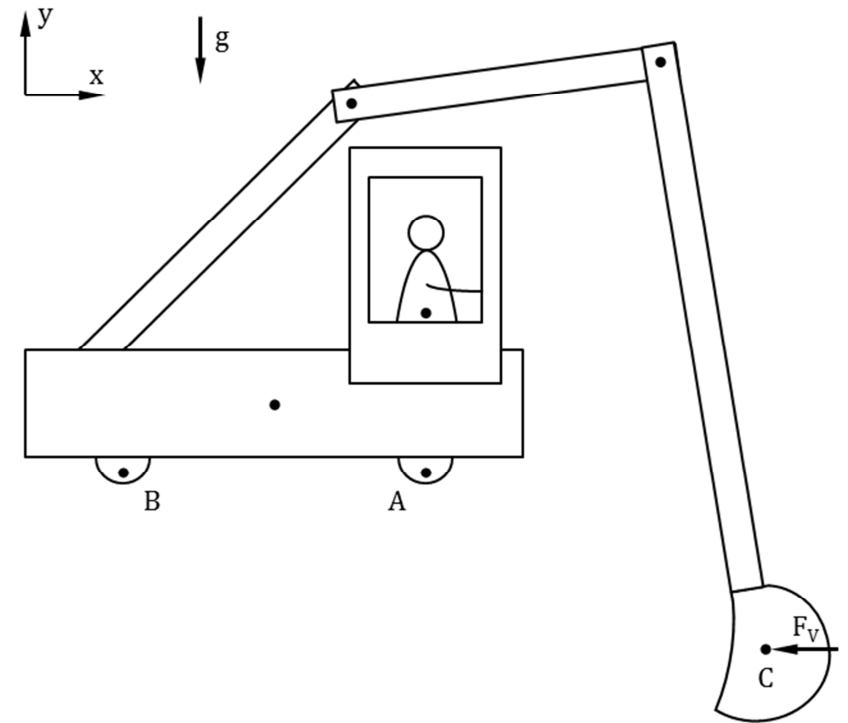
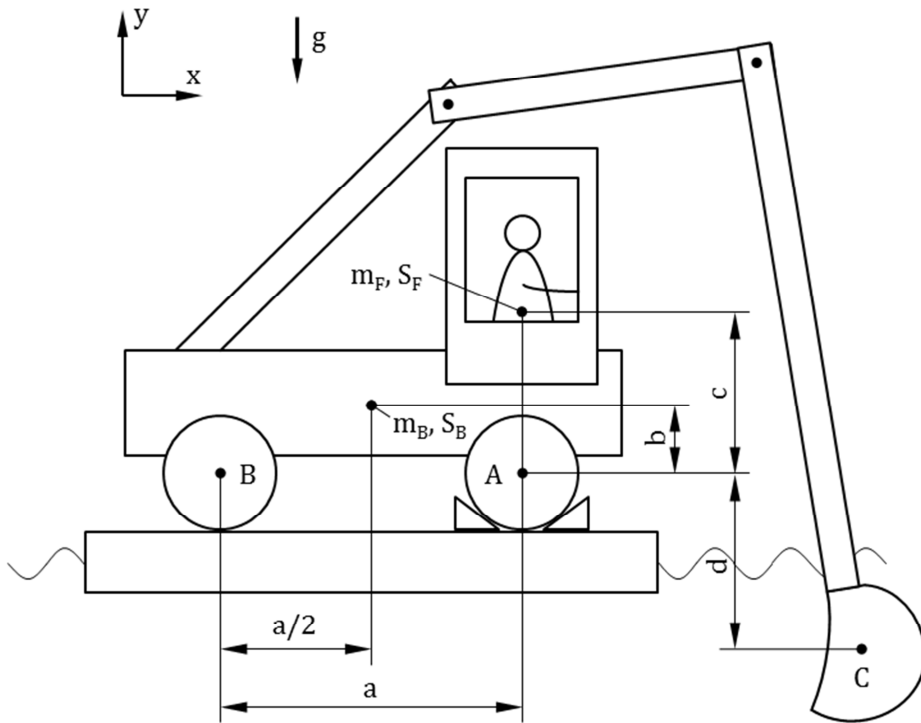
Aufgabe 2 (14 Punkte)

Der Kandidat einer ehemaligen Unterhaltungssendung im deutschen Fernsehen ging folgende Wette ein. Er wettete, dass er einen Bagger (Masse m_B , Schwerpunkt S_B), welcher auf einer schwimmenden Plattform steht, allein durch mit dem Bagger ausgeführte Ruderbewegungen am Heck der Plattform bewegen könne. Damit der Bagger während der Wette nicht von der Plattform rollt, ist das Rad A zusätzlich mittels zweier Bremsklötze fixiert. Der Baggerführer hat die Masse m_F und den Schwerpunkt S_F . Die durch die Ruderbewegung erzeugte momentane Vorschubkraft auf die Baggerschaufel (Angriffspunkt C) wirke lediglich horizontal und ihr Betrag sei F_V . Das ebene System bestehend aus Bagger und Baggerführer kann als im Gleichgewicht angesehen werden.

a) Welche Lagerung liegt an den Aufstandspunkten der beiden Räder A und B vor? Kreuzen Sie die entsprechende Lagerpaarung an.



b) Schneiden Sie den Bagger inklusive Baggerführer frei, zeichnen Sie in die unten abgebildete Skizze alle angreifenden Kräfte und Momente ein und benennen Sie diese.



c) Geben Sie die Gleichgewichtsbedingungen für den Bagger an.

d) Bestimmen Sie alle Lagerkräfte.

e) Welche Bedingung muss die vertikale Lagerkraft am Rad B erfüllen, damit es **nicht** zum Umkippen des Baggers und damit zum Kentern der Plattform kommt?

f) Wie groß muss die Masse des Baggers m_B mindestens sein, damit dieser nicht umkippt?

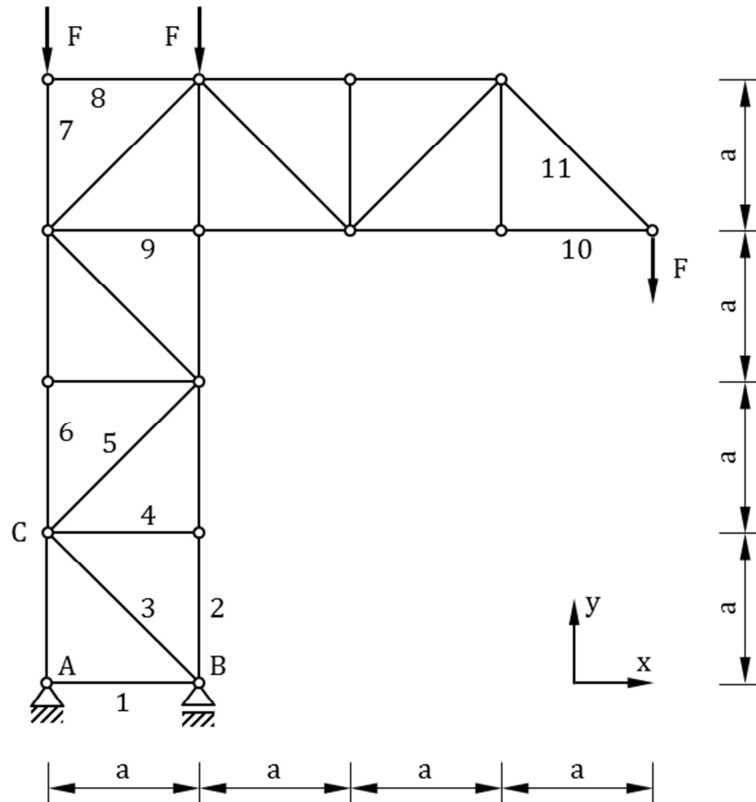
g) Markieren Sie diejenigen Änderungen am Wettaufbau, die die Gefahr des Umkippens vergrößern.

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Bremsklötze am Rad B anstatt am Rad A positionieren | <input type="checkbox"/> Radius der Räder vergrößern (b, c und d unverändert) |
| <input type="checkbox"/> Abstand der Lager a vergrößern bei unveränderter Distanz zwischen Rad A und S_B | <input type="checkbox"/> Abstand der Lager a verringern und Schwerpunkt S_B mittig zwischen Rad A und Rad B |
| <input type="checkbox"/> Sitzposition des Baggerführers (Abstand c) erhöhen | <input type="checkbox"/> Masse des Baggerführers m_F erhöhen |
| <input type="checkbox"/> Eintauchtiefe der Baggerschaufel (Abstand d) erhöhen | <input type="checkbox"/> Masse des Baggers m_B verringern |



Aufgabe 3 (16 Punkte)

Ein Kran kann als ebenes Fachwerk bestehend aus 27 masselosen Stäben betrachtet werden, an dessen rechtem Ende die Hubkraft F angreift. Weiterhin wird das Fachwerk an zwei Knoten am oberen Ende jeweils mit der Kraft F belastet.



a) Klassifizieren Sie das Fachwerk.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> als Ganzes kinematisch unbestimmt gelagert | <input type="checkbox"/> als Ganzes bestimmt gelagert |
| <input type="checkbox"/> Belastung der Stäbe durch Biegemomente | <input type="checkbox"/> alle Stabkräfte sind bestimmbar |

b) Geben Sie die Lagerreaktionskräfte in den Punkten A und B an.

$$\mathbf{F}_A = \begin{pmatrix} \text{---} \\ \text{---} \\ 0 \\ \text{---} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{F}_B = \begin{pmatrix} \text{---} \\ \text{---} \\ 0 \\ \text{---} \end{pmatrix}$$

c) Welche der nachfolgenden Stäbe sind Nullstäbe?

- | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Stab 1 | <input type="checkbox"/> Stab 4 | <input type="checkbox"/> Stab 7 |
| <input type="checkbox"/> Stab 8 | <input type="checkbox"/> Stab 10 | <input type="checkbox"/> keiner der angegebenen Stäbe |

d) Wie werden die Stäbe 2 und 11 beansprucht?

- | | | | |
|----------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Stab 2: | <input type="checkbox"/> Zug | <input type="checkbox"/> Druck | <input type="checkbox"/> Nullstab |
| Stab 11: | <input type="checkbox"/> Zug | <input type="checkbox"/> Druck | <input type="checkbox"/> Nullstab |

e) Bestimmen Sie die Stabkraft S_2 .

$$S_2 = \text{---}$$

f) Zeichnen Sie in die Freischnittsskizze alle am Knoten C angreifenden Kräfte und Momente (auch die eventueller Nullstäbe) ein und benennen Sie diese.

C ○



g) Bestimmen Sie die Stabkräfte S_5 und S_6 .

$S_5 = \text{-----}$, $S_6 = \text{-----}$

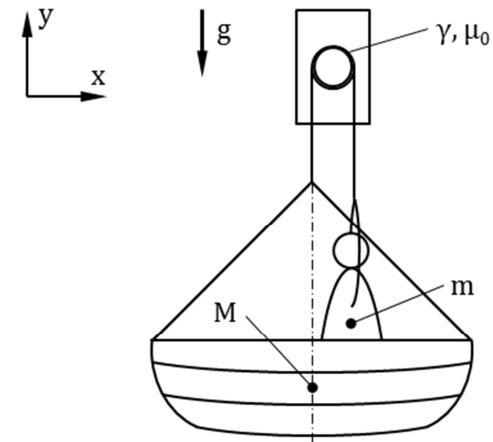
h) Zeichnen Sie einen geeigneten Ritter'schen Schnitt zur Berechnung der Stabkraft S_9 sowie den zugehörigen Momentenbezugspunkt P in die Aufgabenskizze (vorherige Seite) ein.

i) Bestimmen Sie die Stabkraft S_9 .

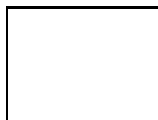
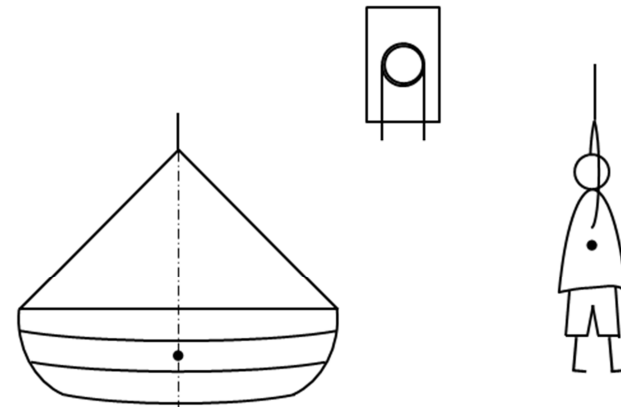
$S_9 = \text{-----}$

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Ein Seemann (Masse m) ist in Seenot und versucht, sich und sein Rettungsboot (Masse $M > m$) zu Wasser zu lassen. Hierzu führt er ein masseloses Seil mehrmals um einen fest installierten Ausleger mit kreisförmigem Querschnitt. Das Seil umschlingt den Ausleger insgesamt mit dem Winkel γ . Zwischen Seil und Ausleger tritt Reibung auf (Haftreibungskoeffizient μ_0). Das ebene System kann als im Gleichgewicht angesehen werden und der Seemann berührt das Rettungsboot nicht.



a) Zeichnen Sie in die unten abgebildete Freischnittsskizze alle angreifenden Kräfte und Momente ein und benennen Sie diese.



b) Geben Sie die vertikalen Gleichgewichtsbedingungen für das Boot und den Seemann an.

c) Wie lautet die Haftbedingung am Ausleger, damit das Seil nicht rutscht?

d) Wie groß muss der Umschlingungswinkel γ demnach sein, damit ein Rutschen des Seils gerade so noch verhindert wird?

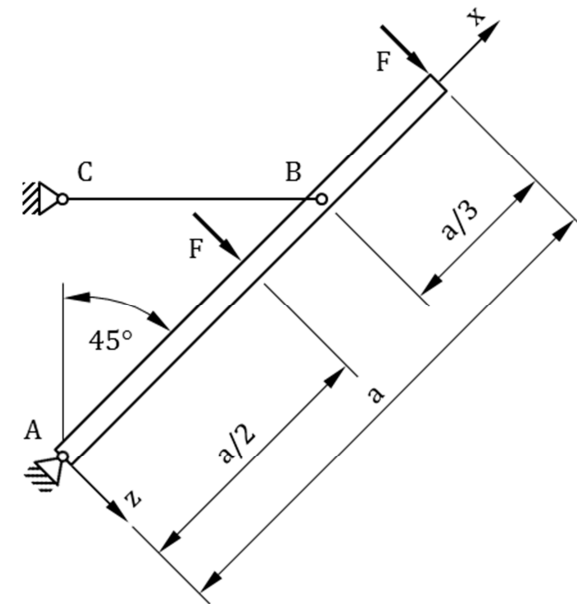
$\gamma =$ -----

e) Wie viele Halbdrehungen muss der Seemann somit für $\ln(M/m) = 2,3$ und $\mu_0 = 0,23$ das Seil mindestens um den Ausleger führen?

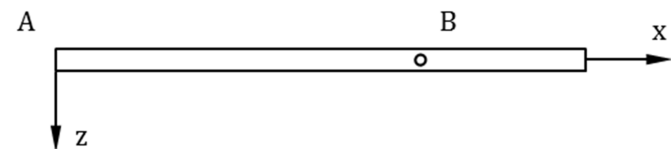
- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 |

Aufgabe 5 (23 Punkte)

Zu Dekorationszwecken sind im Eingangsbereich einer Veranstaltungshalle Fahnen an Fahnenstangen angebracht. Eine solche Fahnenstange kann als Balken der Länge a betrachtet werden, der im Punkt A drehbar an der Wand gelagert ist. Weiterhin ist der Balken am Punkt B über einen masselosen Pendelstab mit der Hallenwand (Punkt C) verbunden. Das Eigengewicht des Balkens soll vernachlässigt werden. Die auf den Balken wirkende Last infolge des Gewichts der Fahne sowie des daran angreifenden Winds wird vereinfachend über zwei Einzelkräfte F modelliert. Das System ist im Gleichgewicht.



a) Schneiden Sie den Balken frei, zeichnen Sie in die Freischnittskizze alle angreifenden Kräfte und Momente ein und benennen Sie diese.



b) Geben Sie die Gleichgewichtsbedingungen für den Balken an.

c) Bestimmen Sie die Lagerkraft F_A sowie die Stabkraft F_B .

$F_{Ax} =$ ----- , $F_{Az} =$ -----

$F_B =$ -----

d) Bestimmen Sie unter Verwendung von Klammerfunktionen die Verläufe der Normalkraft, der kontinuierlichen Belastung, der Querkraft und des Biegemomentes.

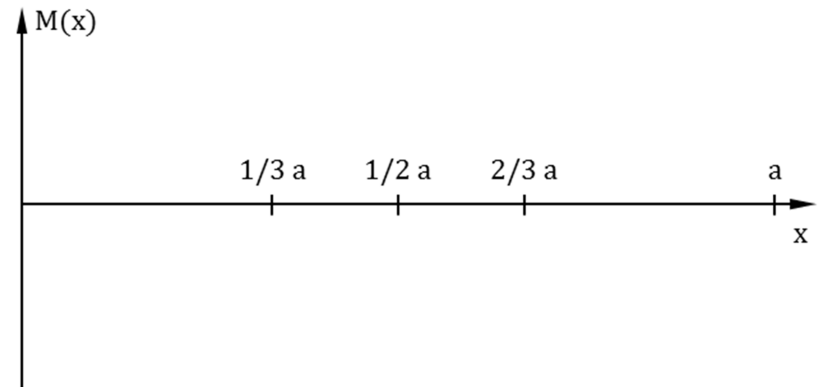
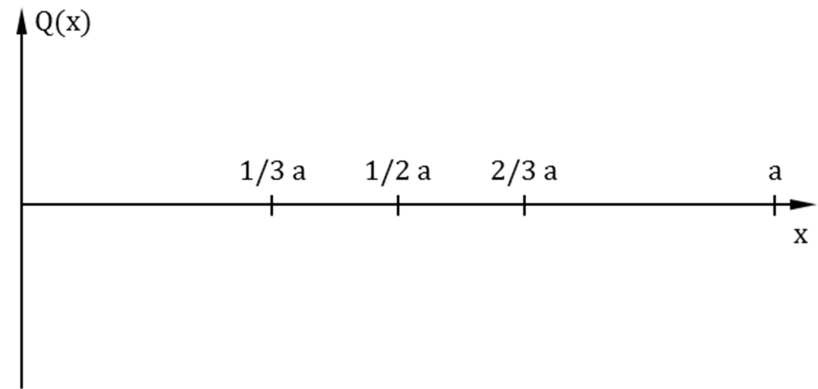
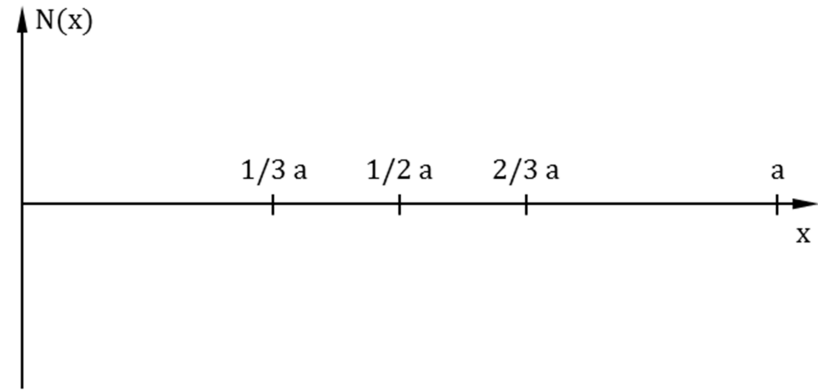
$N(x) =$ -----

$q(x) =$ -----

$Q(x) =$ -----

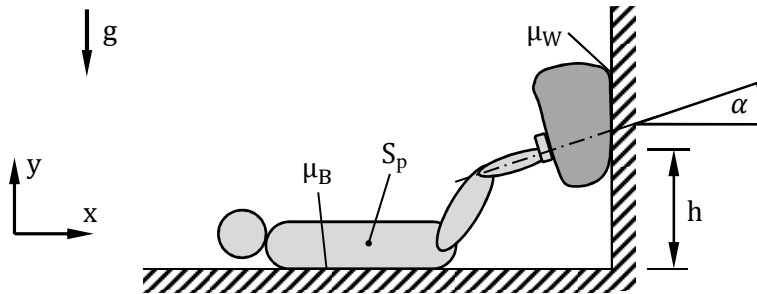
$M(x) =$ -----

e) Skizzieren Sie die Verläufe der Normalkraft, der Querkraft und des Biegemomentes im Balken. Bemaßen Sie die vertikalen Achsen.

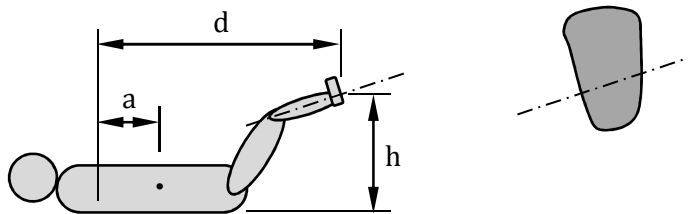


Aufgabe 6 (12 Punkte)

Ein Patient (Gewichtskraft G , Schwerpunkt S_p) muss in der Physiotherapie liegend ein masseloses Kissen gegen die Wand drücken. Der Patient bringt hierfür senkrecht zur Kissenoberfläche (Winkel α gegenüber der Horizontalen) die Kraft F in der Höhe h auf. Zwischen dem Kissen und der Wand liegt der Haftreibungskoeffizient μ_W und zwischen dem Patienten und dem Boden der Haftreibungskoeffizient μ_B vor. Die Fläche zwischen den Füßen des Patienten und dem Kissen ist glatt. Das System befindet sich in Ruhe.



a) Zeichnen Sie in die unten abgebildete Freischnittsskizze des Patienten und des Kissens die wirkenden Kräfte und Momente ein und benennen Sie diese. Die Wirkungslinien der Normalkraft am Kontaktpunkt mit dem Boden und der Gewichtskraft des Patienten haben den horizontalen Abstand a voneinander.



b) Bestimmen Sie die Normal- und die Reibungskraft zwischen dem Kissen und der Wand.

$N_W = \text{-----}$, $R_W = \text{-----}$

c) Welche Bedingung muss für den Haftreibungskoeffizienten μ_W gelten, damit das Kissen an der Wand haftet? Zwischen dem Patienten und dem Boden liegt dabei Haftreibung vor.

d) Geben Sie eine zur Bestimmung des horizontalen Abstandes a geeignete Gleichgewichtsbedingung an.

e) Bestimmen Sie den horizontalen Abstand a zwischen der Normalkraft am Kontaktpunkt mit dem Boden und der Gewichtskraft des Patienten.

$a = \text{-----}$

f) Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient μ_B mindestens sein, damit der Patient bei Belastung des Kissens nicht auf dem Boden wegrutscht?

ENDE