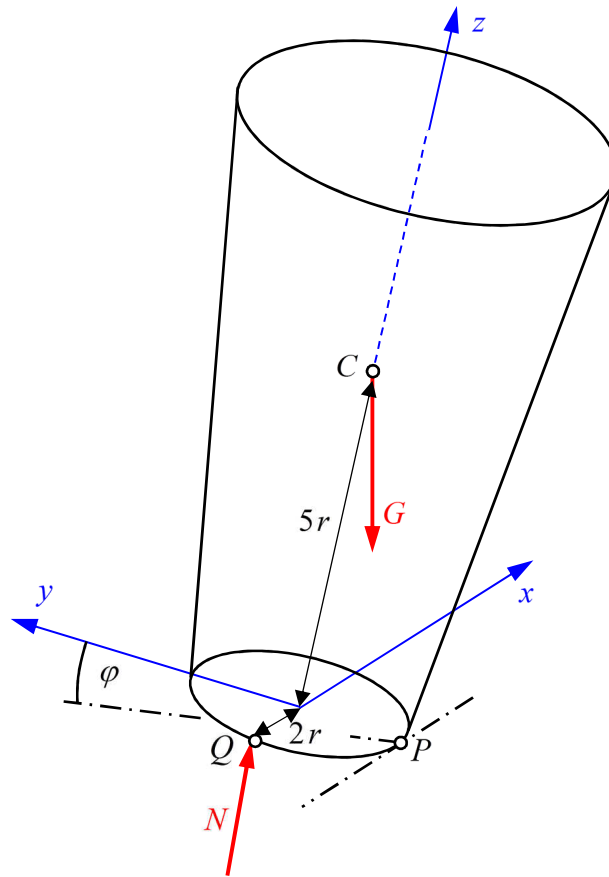


Aufgabe 2 (10 Punkte)

Das Glas aus Aufgabe 1 (Gewicht G , Schwerpunkt C) wird durch die Stützkraft N senkrecht zum Glasboden (Radius $2r$) in einer geneigten Position (Neigungswinkel φ) gehalten. Die Kippachse durch den Aufstandspunkt P ist parallel zur x -Achse.



a) Geben Sie die Koordinaten des Punktes \vec{P} und der Vektoren \vec{PQ} und \vec{PC} an.

$$\vec{r}_P = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}, \quad \vec{r}_{PQ} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}, \quad \vec{r}_{PC} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

b) Wie lautet die Koordinatendarstellungen der Kräfte \vec{G} und \vec{N} ?

$$\vec{G} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}, \quad \vec{N} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

c) Welche Momentenwirkungen haben die Kräfte \vec{G} und \vec{N} bezüglich des Aufstandspunktes P ?

$$\vec{M}_P^G = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}, \quad \vec{M}_P^N = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

d) Wie lautet der resultierende Kraftwinder der beiden Kräfte bezüglich des Aufstandspunktes P ?

$$\left\{ \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix} \right\}$$

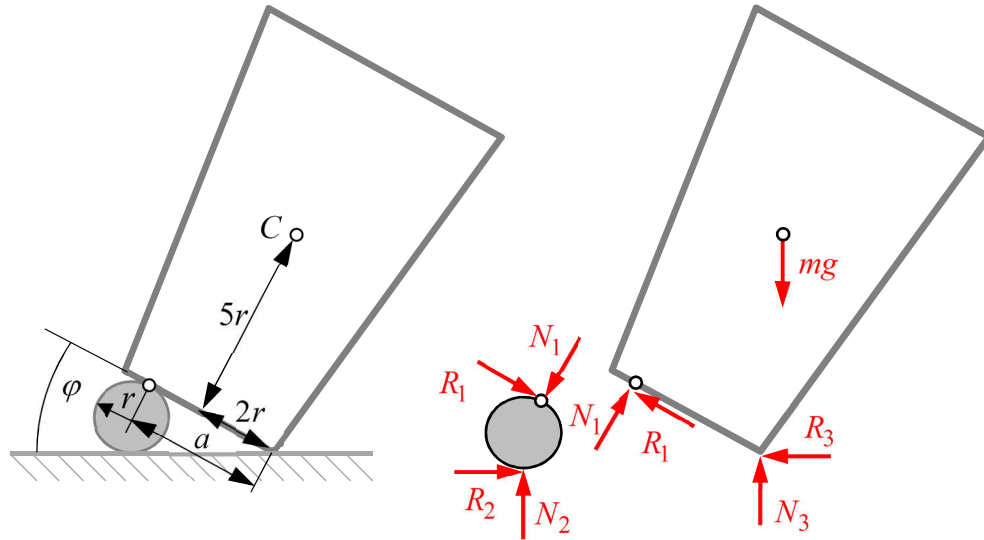
e) Existiert eine Kraft N , so dass das resultierende Moment um den Aufstandspunkt Null ist und wie groß ist diese im Fall ihrer Existenz?

existiert, $N = \underline{\hspace{2cm}}$

existiert nicht \rightarrow Wirkung: $\underline{\hspace{4cm}}$

Aufgabe 3 (9 Punkte)

Stellt man das Glas (Masse m , Schwerpunkt C) auf einen masselosen, zylindrischen Bleistift (Radius r , Abstand a vom Aufstandspunkt), bleibt es in der geneigten Position (Neigungswinkel φ) stehen, wenn der Kontakt zwischen Glas und Stift (Haftreibungskoeffizient μ_0) als auch die Kontakte mit dem Tisch haften.



a) Formulieren Sie die Gleichgewichtsbedingungen für das Glas.

b) Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für den Stift auf.

c) Berechnen Sie Normal- und Reibkräfte zwischen Glas und Stift.

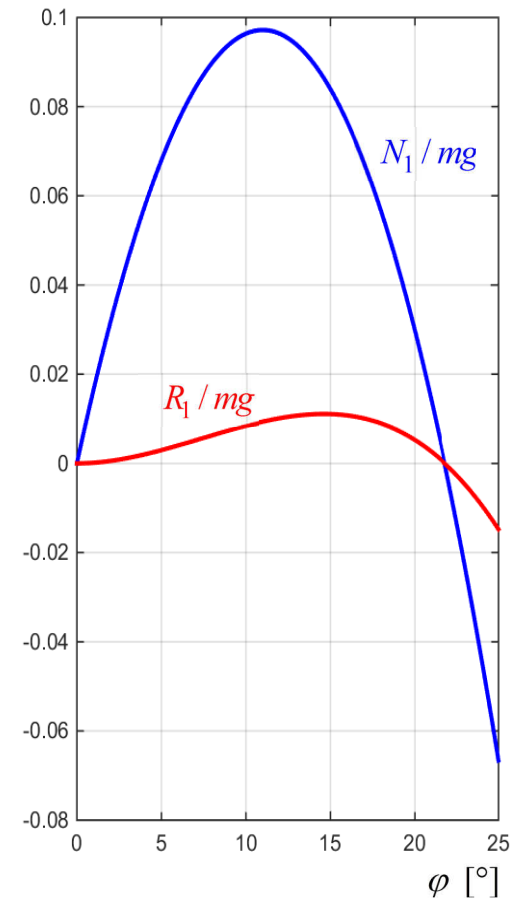
$N_1 =$ -----

$R_1 =$ -----

d) Das Bild zeigt die auf das Glasgewicht bezogene Normalkraft N_1 und die Reibkraft R_1 für den Glas-Stift Kontakt.

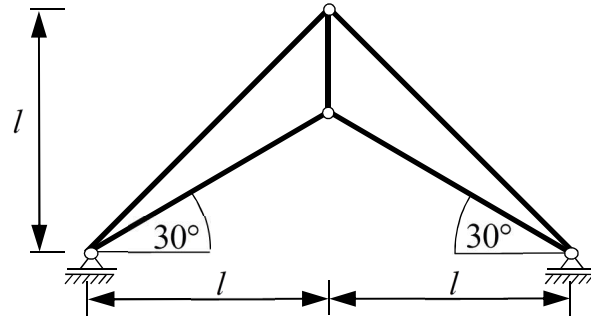
Bei welchem Winkel kippt das Glas?

$\varphi \geq$ -----



Aufgabe 4 (16 Punkte)

Das dargestellte Fachwerk soll für verschiedene Lagerungs- und Lastfälle untersucht werden.



a) Klassifizieren Sie obiges Fachwerk

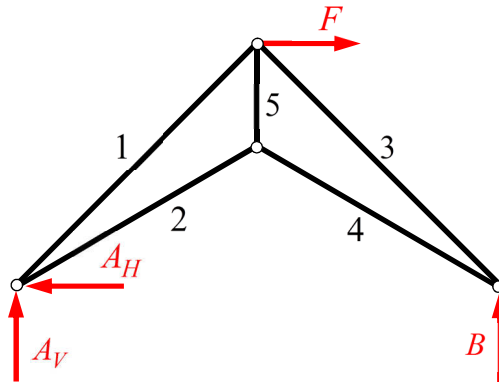
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> statisch bestimmt | <input type="checkbox"/> statisch unbestimmt |
| <input type="checkbox"/> kinematisch bestimmt | <input type="checkbox"/> kinematisch unbestimmt |
| <input type="checkbox"/> einfach | <input type="checkbox"/> nicht einfach |

b) Für eine **andere** Lagerungsart wurde das Fachwerk freigeschnitten. Berechnen Sie die Lagerreaktionen entsprechend des abgebildeten Lastfalls.

$A_H =$ _____

$A_V =$ _____

$B =$ _____



c) Das rechte Lager B wurde freigeschnitten. Zeichnen Sie die Stabkräfte S_3 und S_4 ein, stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen auf und berechnen Sie daraus die Stabkräfte.



$S_3 =$ _____ B $S_4 =$ _____ B

d) Wie werden die Stäbe 3 und 4 beansprucht?

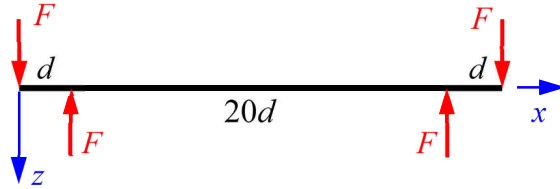
- Stab 3: Zugstab Druckstab
- Stab 4: Zugstab Druckstab

e) Welche Beziehungen gelten für die Stabkräfte 2, 4 und 5?

- | | | |
|---|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> $S_2 < S_4$ | <input type="checkbox"/> $S_2 = S_4$ | <input type="checkbox"/> $S_2 > S_4$ |
| <input type="checkbox"/> $S_5 = \frac{1}{\sqrt{2}} S_4$ | <input type="checkbox"/> $S_5 = S_4$ | <input type="checkbox"/> $S_5 = \sqrt{2} S_4$ |
| <input type="checkbox"/> $S_5 = \frac{1}{2} S_2$ | <input type="checkbox"/> $S_5 = S_2$ | <input type="checkbox"/> $S_5 = 2 S_2$ |

Aufgabe 5 (17 Punkte)

Der verwendete Bleistift (Länge $22d$) ist biegeweich und soll im Folgenden als homogen und isotrop betrachtet werden (Kreisquerschnitt mit axialem Flächenträgheitsmoment I_y , Elastizitätsmodul E). Er wird an den Rändern jeweils durch Kräftepaare $\pm F$ im Abstand d belastet.

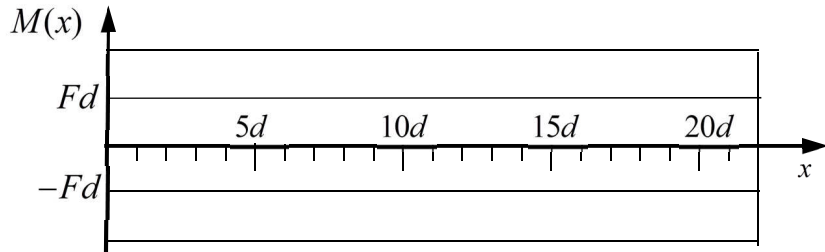
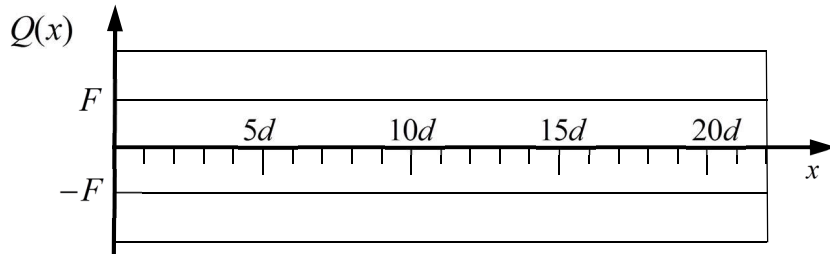


a) Beschreiben Sie Querkraft- und Biegemomentenverlauf für $0 \leq x < 22d$.

$$Q(x) = \text{-----}$$

$$M(x) = \text{-----}$$

b) Zeichnen Sie Querkraft- und Biegemomentenverlauf.



c) Wie lautet die Differentialgleichung der Biegelinie?

$EI_y w''(x) = Fx + F \langle x-d \rangle^1 + F \langle x-21d \rangle^1$

$EI_y w''(x) = Fx + F \langle x-d \rangle^1 - F \langle x-21d \rangle^1$

$EI_y w''(x) = Fx - F \langle x-d \rangle^1 - F \langle x-21d \rangle^1$

$EI_y w''(x) = -Fx - F \langle x-d \rangle^1 - F \langle x-21d \rangle^1$

d) Welches Ergebnis findet man daraus durch zweimalige Integration?

$$EI_y w(x) = \text{-----}$$

e) Welche Gleichungen ergeben sich aus den Randbedingungen $w(0) = w(22d) = 0$ für die Integrationskonstanten?

$$\text{-----}$$

$$\text{-----}$$

f) Wie lautet damit die Biegelinie?

$w(x) = \frac{F}{2EI_y} \left[x^2 - \langle x-d \rangle^2 - \langle x-21d \rangle^2 - d^2 \right]$

$w(x) = \frac{F}{6EI_y} \left[x^3 - \langle x-d \rangle^3 + \langle x-21d \rangle^3 \right]$

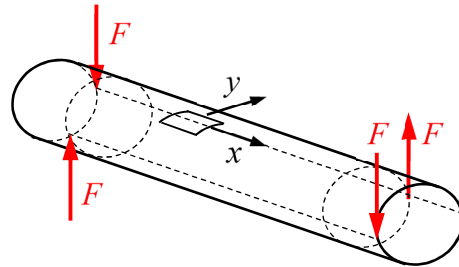
$w(x) = \frac{F}{6EI_y} \left[x^3 - \langle x-d \rangle^3 - \langle x-21d \rangle^3 - 63d^2 x \right]$

g) Wie groß ist die Durchbiegung in der Mitte?

$$w(11d) = \text{-----}$$

Aufgabe 6 (8 Punkte)

Zum Abschluss wird der Stift zusätzlich zur Biegebeanspruchung durch ein Torsionsmoment beansprucht. Dadurch wird die maximale Biegespannung $\sigma_b = 2 \text{ MPa}$ mit der Torsionsspannung $\tau_t = 1 \text{ MPa}$ überlagert.



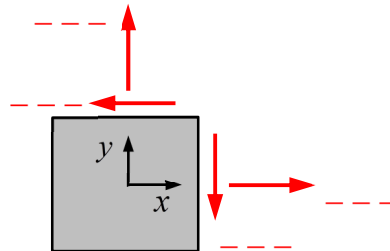
a) Welche Spannungen ergeben sich am eingezeichneten Flächenelement aus der Biegung?

$$\sigma_x^B = \text{-----}, \quad \sigma_y^B = \text{-----}, \quad \tau_{xy}^B = \text{-----}$$

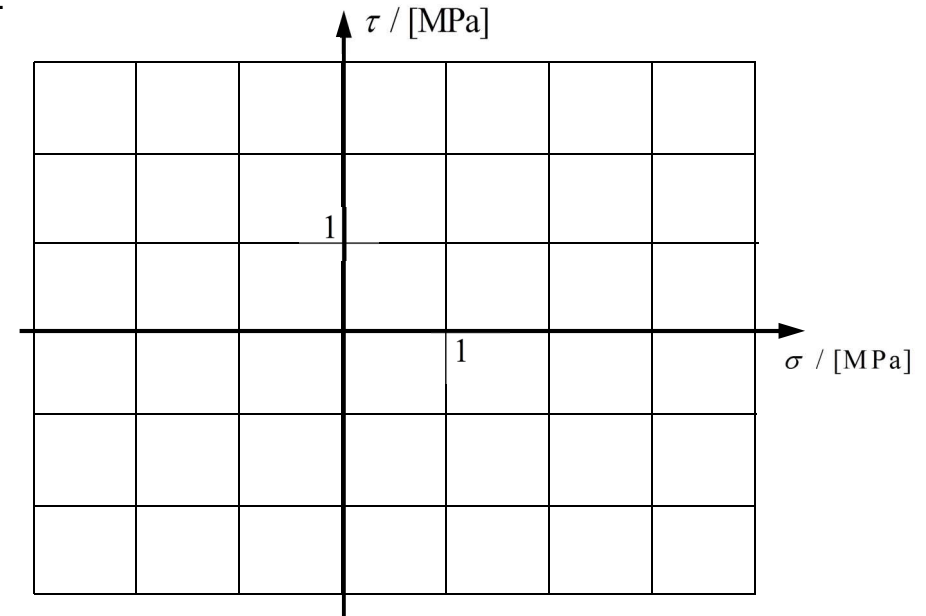
b) Wie groß sind die aus der Torsion resultierenden Spannungen am Flächenelement?

$$\sigma_x^T = \text{-----}, \quad \sigma_y^T = \text{-----}, \quad \tau_{xy}^T = \text{-----}$$

c) Tragen Sie die überlagerten Spannungen in MPa am Flächenelement ein, auch Null!



d) Zeichnen Sie den Mohr'schen Spannungskreis für den Fall der Überlagerung.



ENDE