Prüfungsklausur Technische Mechanik I

Familienname, Vorname	
Matrikel-Nummer	Fachrichtung

1. Die Prüfung umfasst 6 Aufgaben auf 6 Blättern.
2. Nur vorgelegte Fragen beantworten, keine Zwischenrechnungen eintragen.
3. Alle Ergebnisse sind grundsätzlich in den **gegebenen** Größen auszudrücken.
4. Die Blätter der Prüfung dürfen nicht getrennt werden.
5. Zugelassene Hilfsmittel: Fachliteratur, eigene Aufzeichnungen, Taschenrechner. Mobiltelefone müssen ausgeschaltet sein!
6. Bearbeitungszeit: 90 min
7. Unterschreiben Sie die Prüfung bitte **erst** beim Eintragen Ihres Namens in die Sitzliste.

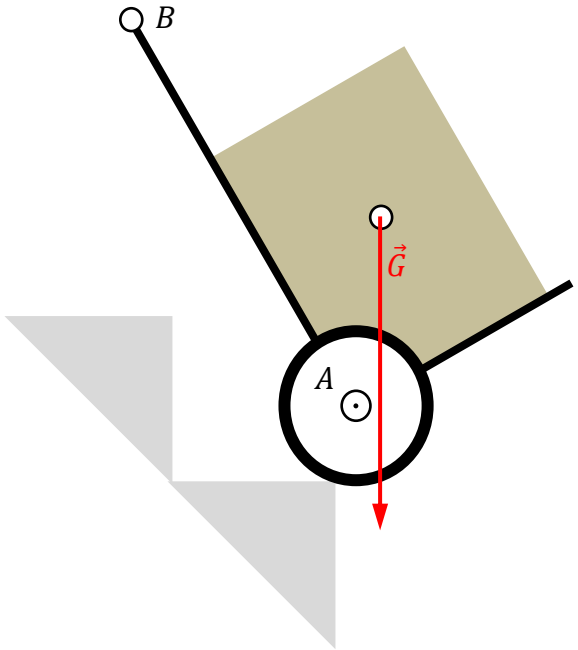
.....
(Unterschrift)

Punkte	Note	

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Eine Sackkarre (Gewicht $\vec{G}$) wird am Handgriff B eine Treppe hochgezogen. Das masselose, im Radlager A reibungsfrei gelagerte Rad stützt sich dabei an der Treppenkannte ab.



a) Zeichnen Sie die Wirkungslinie der Kontaktkraft zwischen Rad und Treppenkante ein.

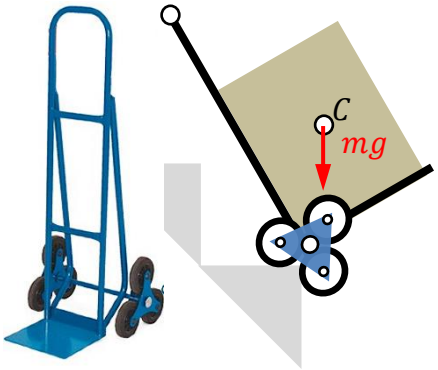
b) Konstruieren Sie die Wirkungslinie der Handkraft so, dass die Sackkarre im Momentengleichgewicht ist.

c) Zerlegen Sie die Gewichtskraft in zwei Komponenten entlang dieser beiden Wirkungslinien.

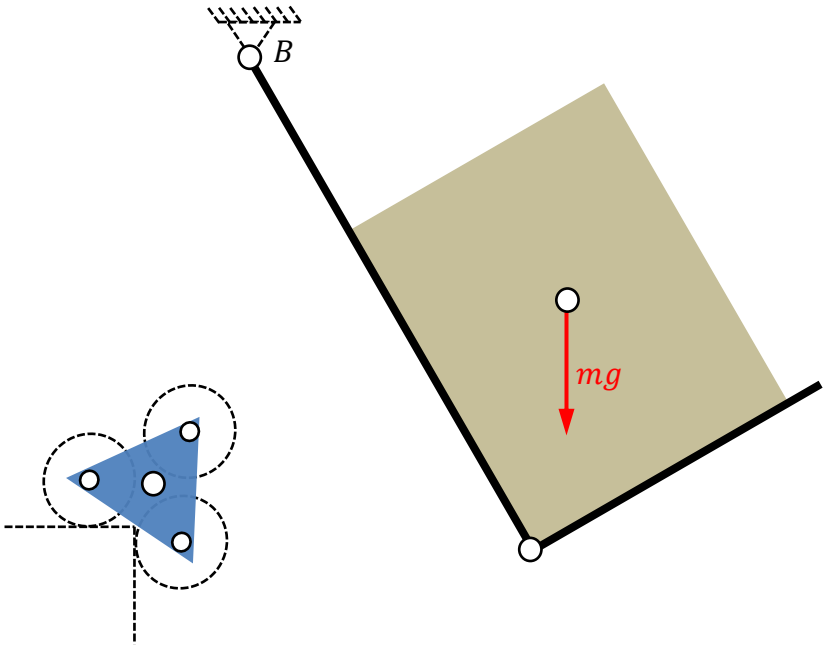
d) Zeichnen Sie die Kontaktkraft der Treppenkante auf das Rad sowie die Handkraft im Punkt B ein.

Aufgabe 2 (9 Punkte)

Speziell für Treppen werden Sackkarren häufig mit einem Radstern angeboten, welcher drei Räder in einem gleichseitigen Dreieck zusammenfasst. Räder und Radstern sind jeweils masselos und reibungsfrei gelagert.



a) Tragen Sie alle Kräfte in das Freischnittbild bestehend aus dem Sackkarrengestell (Masse m inkl. Last) einerseits und dem Radstern andererseits ein. Die Räder werden lediglich als Bindungselemente betrachtet, der Handgriff B wird als festes Lager betrachtet und ist ebenfalls freizuschneiden.



b) Charakterisieren Sie das System in Teilaufgabe a) bestehend aus Sackkarrengestell und Radstern durch folgende Kennwerte:

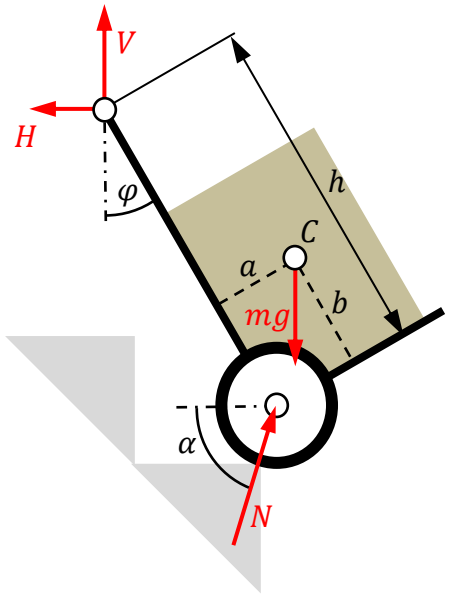
Freiheitsgrad des ungebundenen Systems $f^u =$ _____

Zahl der unabhängigen Bindungen $n =$ _____

Freiheitsgrad des gebundenen Systems $f =$ _____

Aufgabe 3 (21 Punkte)

Aufgabe 1 soll nun rechnerisch gelöst werden. Dazu wird die Handkraft in eine Vertikalkomponente V und eine Horizontalkomponente H zerlegt. Die Radkontaktkraft N wirkt unter dem geometrieabhängigen Winkel α auf das Radlager. Der Neigungswinkel φ der Sackkarre (Masse m, Schwerpunkt C) wird beim quasi-statischen Befahren der Treppe konstant gehalten.



a) Formulieren Sie die Gleichgewichtsbedingungen für die Sackkarre.

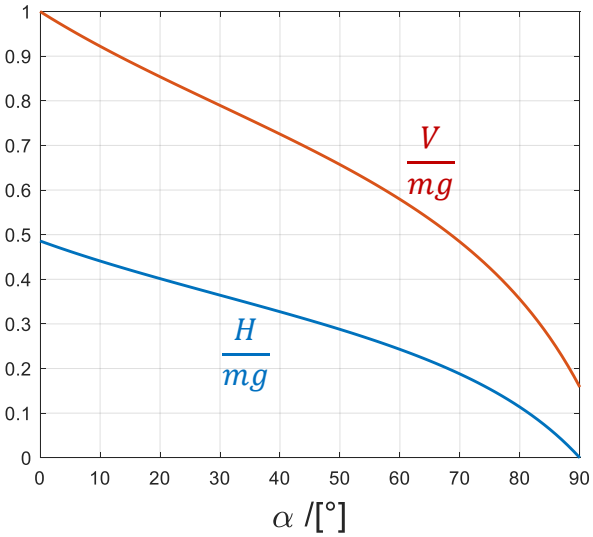
_____

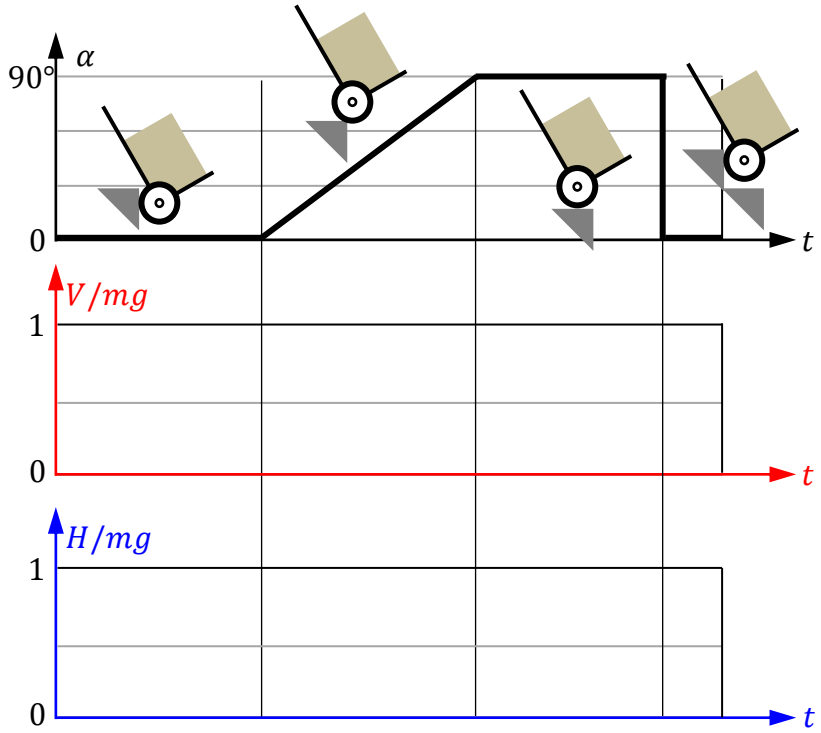
_____

_____

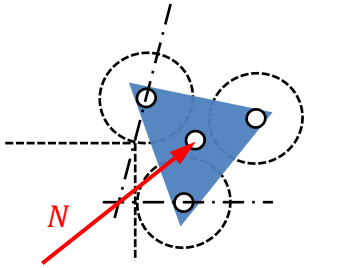
b) Nebenstehendes Diagramm zeigt als Lösung den Verlauf der Handkraftkomponenten in Abhängigkeit des Winkels α für $\varphi = 30°$, $a = 0.1\ \mathrm{m}$, $b = 0.3\ \mathrm{m}$ und $h = 0.8\ \mathrm{m}$.

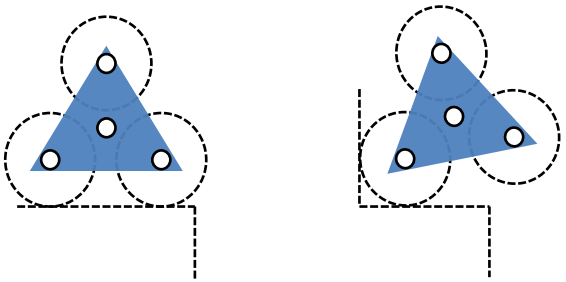
Beim Überfahren einer Stufe entsteht der dargestellte Winkelverlauf. Skizzieren Sie dazu passend die Verläufe der Handkräfte.

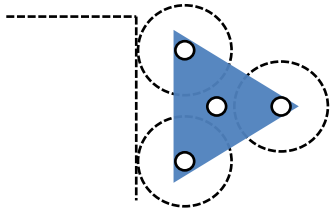




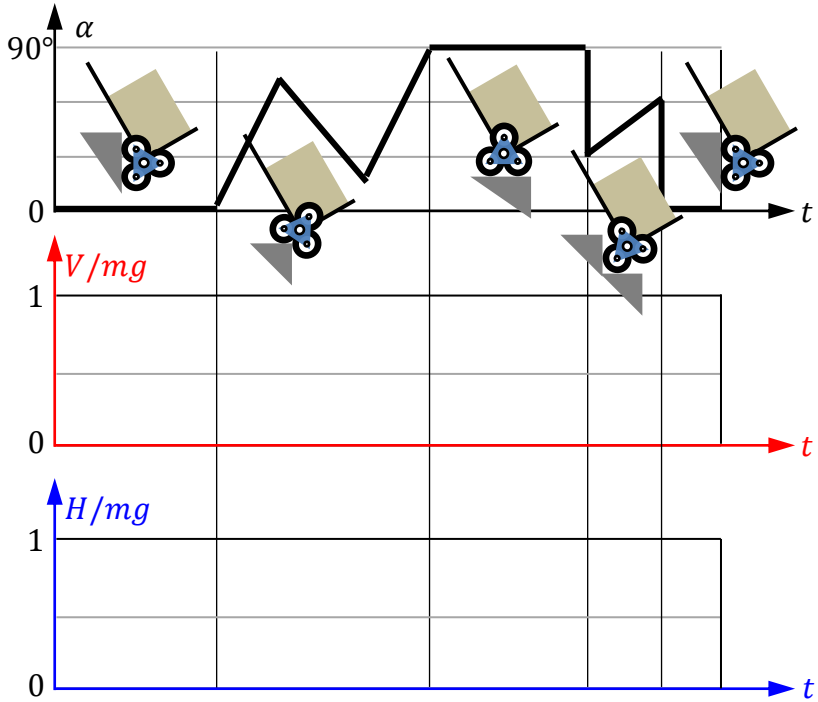
c) Beim Radstern in Aufgabe 2 kann man die Radkontaktkräfte jeweils zu einer resultierenden Kraft $\vec{N}$ auf den Lagerpunkt des Radsterns zusammenfassen. Zeichnen Sie diese Kraft $\vec{N}$ mit einer Länge von 2 cm für folgende Situationen ein:







d) Mit der zusammengefassten Stützkraft $\vec{N}$ gelten die $H(\alpha)$ und $V(\alpha)$ Verläufe in Teilaufgabe b) weiterhin, lediglich der α-Verlauf ändert sich. Skizzieren Sie dazu passend erneut die Verläufe der Handkräfte.



e) Welchen Vorteil hat der Radstern gegenüber der Sackkarre mit nur einem Rad beim Kraftverlauf?

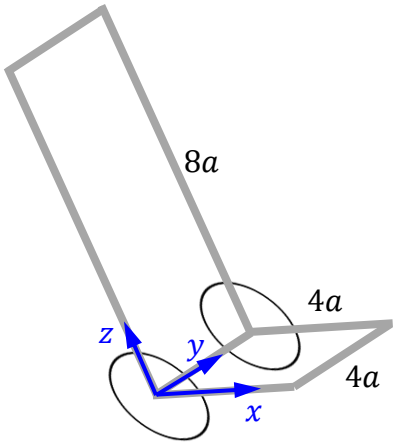
☐ *er reduziert die maximal auftretenden Kräfte*

☐ *er erzeugt glatten Kraftverlauf*

☐ *kein Vorteil*

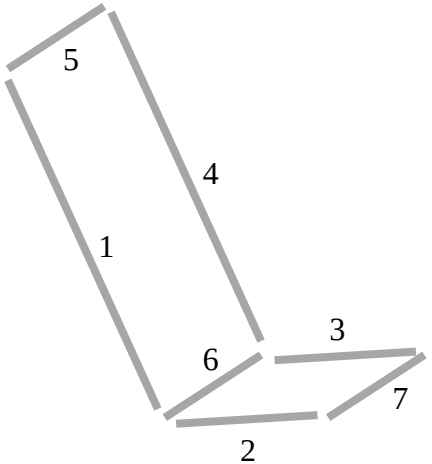
Aufgabe 4 (12 Punkte)

Das Sackkarrengestell besteht im Wesentlichen aus einem Rohrgestell ($4a \times 4a \times 8a$) mit konstantem Rohrdurchmesser. Der Schwerpunkt der Sackkarre kann daher vereinfacht als Linienmittelpunkt des Rohrgestells ermittelt werden.



a) Geben Sie für die einzelnen Linienelemente i jeweils die Länge L_i sowie deren Mittelpunktskoordinaten x_i und z_i an.

i	L_i	x_i	z_i
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



b) Wie groß ist die Gesamtlänge der verbauten Rohre des Rohrgestells?

$L =$ _____

c) Wie lauten damit die Koordinaten des Linienmittelpunkts des gesamten Rohrgestells?

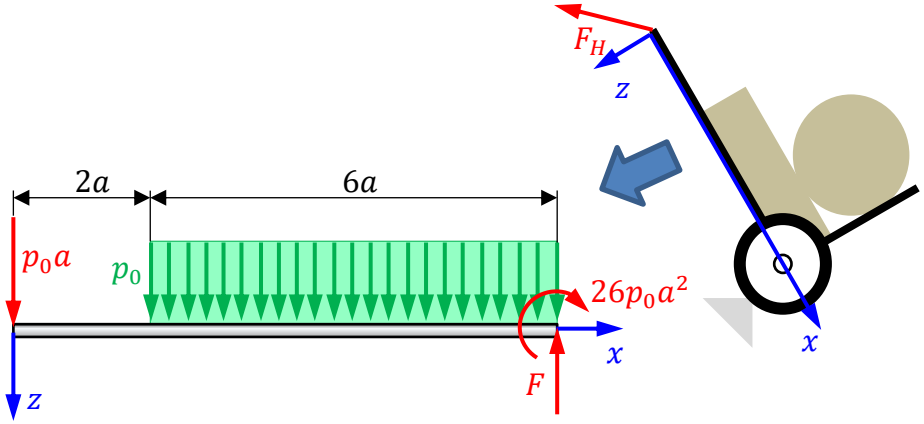
$x_S =$ _____ , $z_S =$ _____

d) Wie groß ist die y-Koordinate des Linienmittelpunkts. Begründen Sie Ihr Ergebnis.

$y_S =$ _____ *wegen* _____

Aufgabe 5 (11 Punkte)

Der Längsholm (Länge $8a$) des Sackkarrengestells soll in Querrichtung genauer betrachtet werden. Der Queranteil der Handkraft ist $p_0 a$, durch die Pakete entsteht die Linienlast p_0. Die Stützung der Achse erzeugt die unbekannte Querkraft F, die Belastung der Ladefläche das Moment $26p_0a^2$.



a) Beschreiben Sie Linienlast, Querkraft- und Momentenverlauf im Bereich $0 \leq x < 8a$ mithilfe der Föppl-Symbolik.

$p(x) =$

_ _

$Q(x) =$

_ _

$M(x) =$

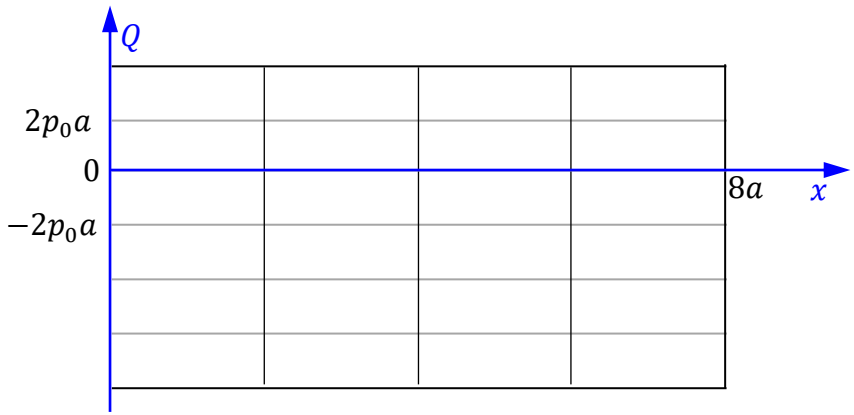
_ _

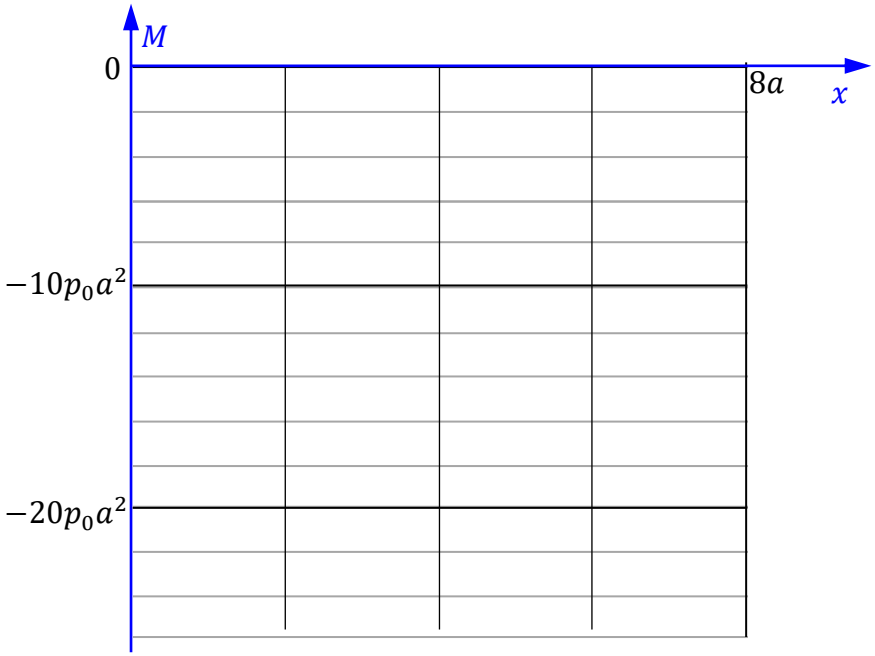
b) Welche Stützkraft F ergibt sich daraus?

$F =$

_ _ _ _ _

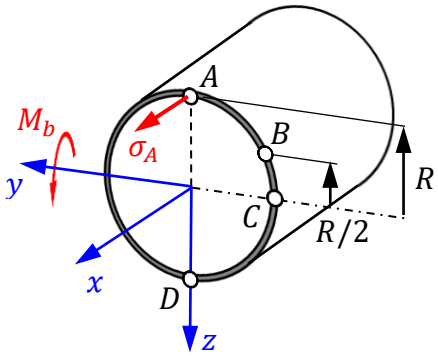
c) Zeichnen Sie Querkraft- und Momentenverlauf.





Aufgabe 6 (13 Punkte)

Das Gestell der Sackkarre besteht aus dünnwandigen Rohren (Durchmesser $2R$, Flächenträgheitsmoment I_y). Betrachtet wird ein Querschnitt, der lediglich durch ein Biegemoment M_b belastet ist.

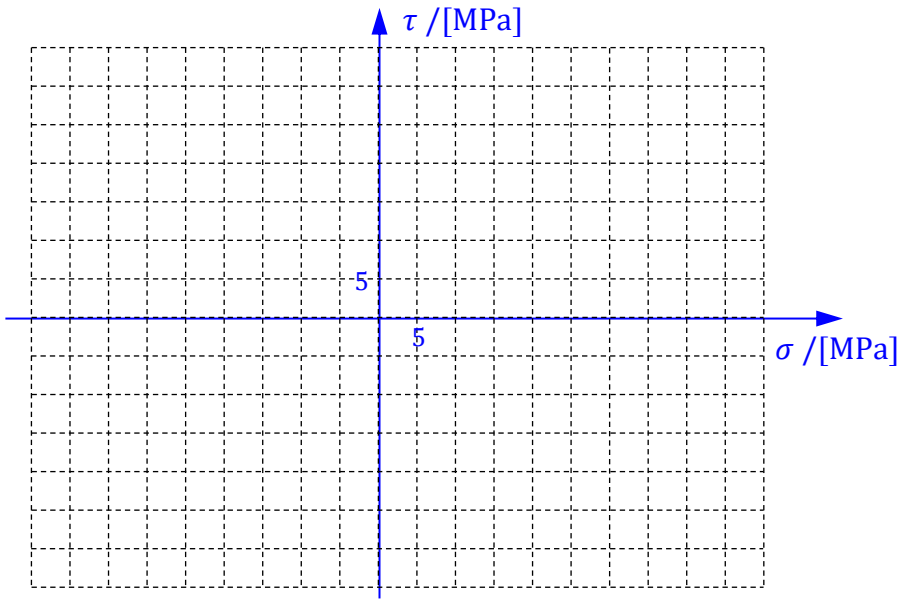


a) Wie berechnet sich die Biegespannung im Punkt A?

$\sigma_A =$

_ _ _ _ _ _ _ _

b) Zeichnen Sie für den Punkt A den zugehörigen Mohrschen Spannungskreis mit Biegespannung $\sigma_A = 40\ \mathrm{MPa}$ und kennzeichnen Sie diesen mit dem Buchstaben „A“.

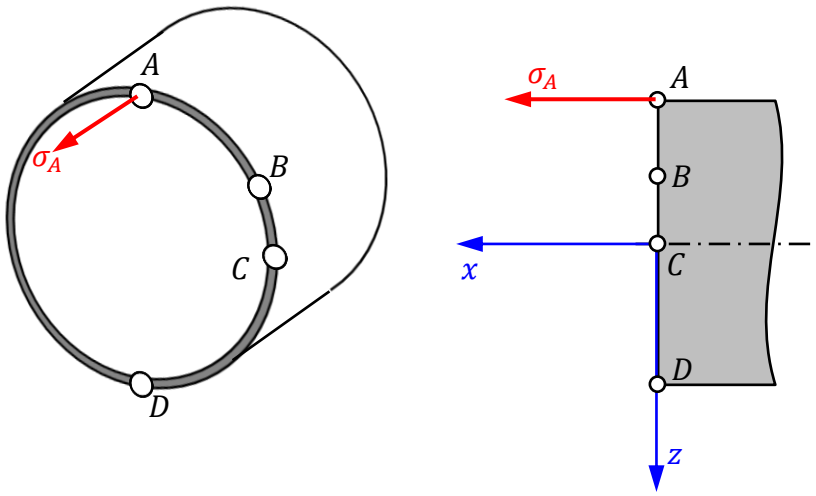


c) Wie groß sind die Biegespannungen in den Punkten B bis D?

$\frac{\sigma_B}{\sigma_A} =$ _ _ _ _ _, $\frac{\sigma_C}{\sigma_A} =$ _ _ _ _ _, $\frac{\sigma_D}{\sigma_A} =$ _ _ _ _ _

d) Ergänzen Sie in obigem Bild die Mohrschen Spannungskreise für die Punkte B, C und D und kennzeichnen Sie diese jeweils mit den entsprechenden Buchstaben.

e) Zeichnen Sie in der xz-Projektion die Biegespannungen in den Punkten Punkte B bis D maßstabsgerecht ein und skizzieren Sie die Spannungsverteilung auf dem gesamten Querschnitt des Rohres.



ENDE