Techn. Mechanik & Fahrzeugdynamik — TM I

Prof. Dr.-Ing. habil. Hon. Prof. (NUST) D. Bestle — 26. März 2018

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. Die Wertung und das Bestehen der Modulabschlussprüfung setzen die Erfüllung der Zulassungsbedingungen voraus.
8. Unterschreiben Sie die Prüfung bitte **erst** beim Eintragen Ihres Namens in die Sitzliste.

....

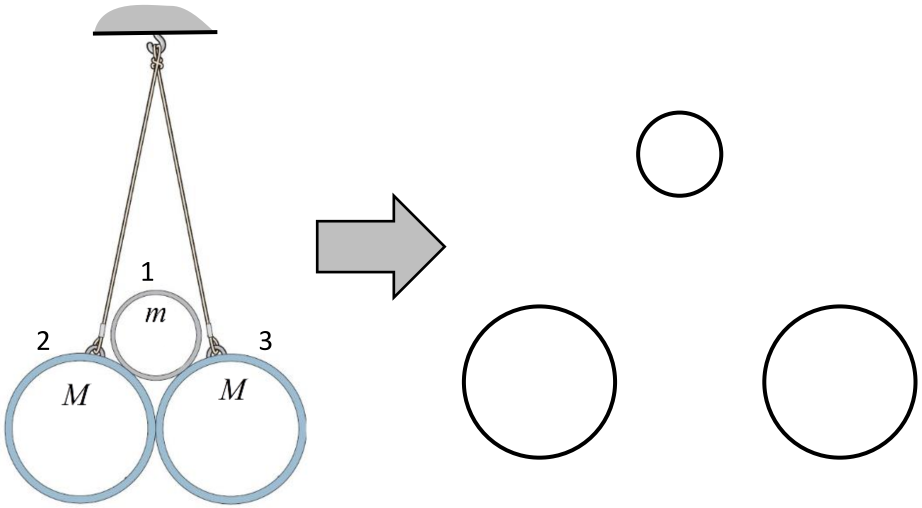
(Unterschrift)

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Punkte	Note	

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Zwei gleiche Rohre (jeweils Masse M) sind mit gleichlangen Seilen aufgehängt. Ein drittes Rohr (Masse m) liegt auf den beiden Rohren. Alle Kontakte sind reibungsfrei, die Schwerpunkte der Rohre befinden sich jeweils im Flächenmittelpunkt ihres Querschnitts.



a) Zeichnen Sie alle Kräfte in das Freischnittbild und benennen Sie diese.

b) Welcher Kontakt ist am kritischsten?

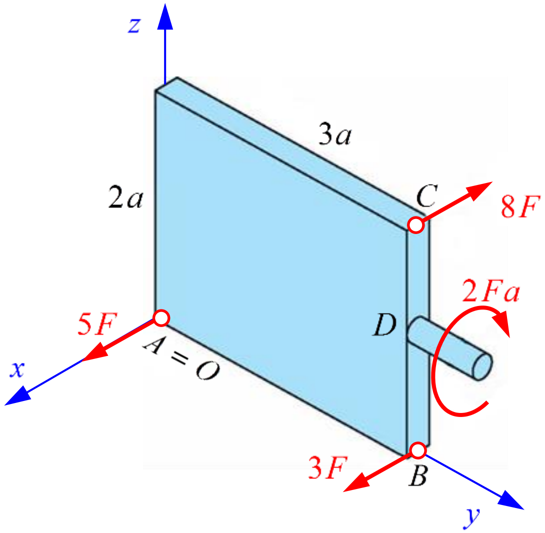
- ☐ Kontakt zwischen Rohr 1 und 2
- ☐ Kontakt zwischen Rohr 1 und 3
- ☐ Kontakt zwischen Rohr 2 und 3

c) Welche Bedingung muss an die entsprechende Kontaktkraft gestellt werden, um das System in der abgebildeten Lage zu halten?

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Aufgabe 2 (14 Punkte)

Auf eine dünne Platte (Länge $3a$, Höhe $2a$) wirken drei Kräfte und ein Moment entsprechend nebenstehender Skizze.



a) Geben Sie die Koordinaten der Angriffspunkte der drei Kräfte an und beschreiben Sie die Kräfte im Koordinatensystem.

$$\boldsymbol{r}_A = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{r}_B = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{r}_C = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{F}_A = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{F}_B = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}, \qquad \boldsymbol{F}_C = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}$$

b) Wie lautet der Vektor des Moments am Zapfen D?

$$\boldsymbol{M}_D = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}$$

c) Berechnen Sie die Momentenwirkungen der drei Kräfte bezüglich des Koordinatenursprungs.

$$\boldsymbol{M}_{OA} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{M}_{OB} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix},$$

$$\boldsymbol{M}_{OC} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \quad \\ \quad \\ \quad \end{bmatrix}$$

d) Wie lautet der resultierende Kraftwinder aller Kräfte und Momente bezüglich des Koordinatenursprungs?

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

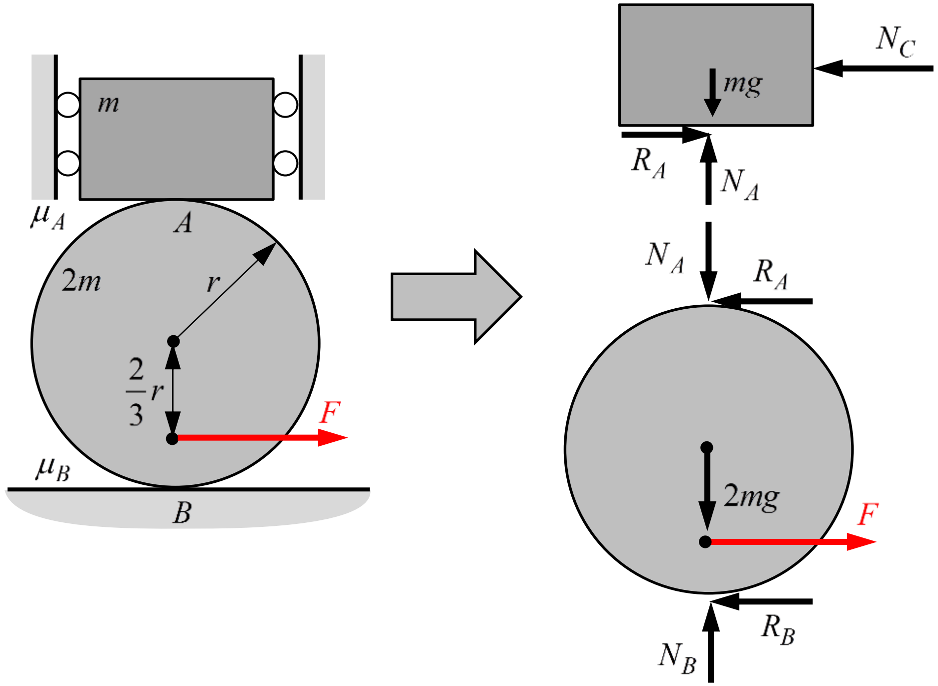
e) Befindet sich das Kräftesystem im Gleichgewicht?

☐ ja ☐ nein

Begründung: ____________________

Aufgabe 3 (14 Punkte)

Eine homogene Walze (Masse $2m$, Radius r) wird durch einen Block (Masse m) belastet. An den Kontaktstellen A bzw. B tritt Haftreibung auf (Haftreibungskoeffizienten μ_A bzw. μ_B). Auf die Walze wirkt zusätzlich eine eingeprägte Kraft F. Im Freischnittbild sind alle Kräfte eingetragen und bezeichnet.



a) Formulieren Sie das Kräftegleichgewicht für den Block.

_____________ , _____________

b) Welche Gleichgewichtsbedingungen gelten für die Walze?

____

____

____

c) Formulieren Sie die Haftreibungsbedingungen für die Kontaktstellen A und B.

_____________ , _____________

d) Wie groß sind folgende Reib- und Normalkräfte?

$N_A =$ _________ , $N_B =$ _________ ,

$R_A =$ _________ , $R_B =$ _________

e) Welche Beziehungen folgen aus den beiden Haftreibungsbedingungen für die Kraft F?

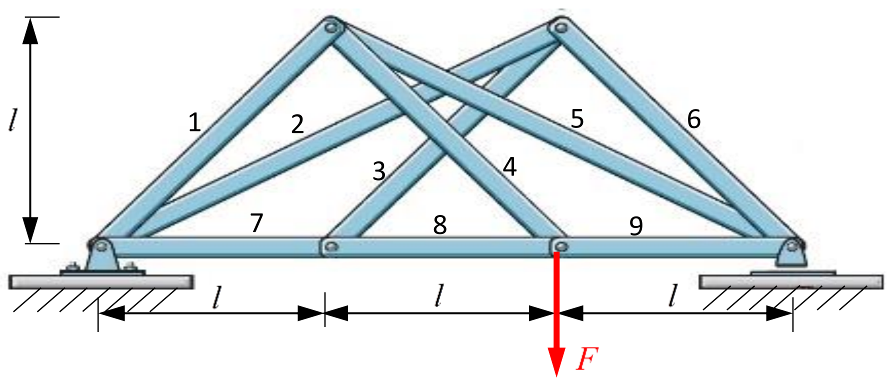
$F \leq$ ______ $\mu_A mg$, $F \leq$ ______ $\mu_B mg$

f) Welches Verhältnis muss für die beiden Haftreibungskoeffizienten gelten, um an beiden Kontakten gleichzeitig die Haftgrenze zu erreichen?

☐ $\frac{\mu_A}{\mu_B} = \frac{3}{5}$ ☐ $\frac{\mu_A}{\mu_B} = \frac{2}{3}$ ☐ $\frac{\mu_A}{\mu_B} = 1$ ☐ $\frac{\mu_A}{\mu_B} = \frac{5}{3}$

Aufgabe 4 (14 Punkte)

Ein ebenes Doppelscherenfachwerk wird durch eine Einzelkraft F belastet.



a) Die Stabkraft S_4 soll mittels Knotengleichgewichtsverfahren bestimmt werden. Schneiden Sie dazu einen geeigneten Knoten frei und bezeichnen Sie alle Kräfte. Formulieren Sie das Kräftegleichgewicht und berechnen Sie S_4.

Skizze:

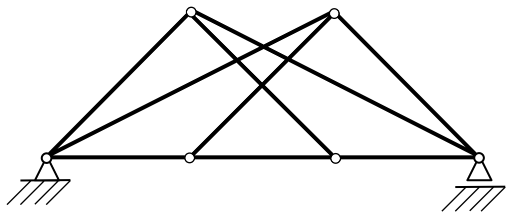
Knotengleichgewicht:

Stabkraft: $S_4 =$ __________

b) Wie wird der Stab 4 beansprucht?

☐ Zugstab ☐ Nullstab ☐ Druckstab

c) Tragen Sie in nebenstehende Skizze die Lagerwertigkeiten der einzelnen Fachwerkknoten ein und bestimmen Sie die Summe aller Lagerwertigkeiten.



$n^c =$ _______

d) Bestimmen Sie folgende Kennzahlen des Fachwerks:

Freiheitsgrad des ungebundenen Systems: $f^u =$ _____

Zahl der unabhängigen Lagerwertigkeiten: $n =$ _____

Zahl der redundanten Lagerwertigkeiten: $r =$ _____

Freiheitsgrad des gebundenen Systems: $f =$ _____

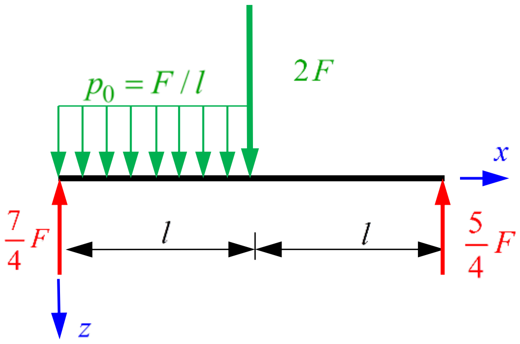
e) Klassifizieren Sie obiges Fachwerk

☐ statisch bestimmt ☐ statisch unbestimmt

☐ kinematisch bestimmt ☐ kinematisch unbestimmt

Aufgabe 5 (18 Punkte)

Ein beidseitig gelagerter Balken (Länge $2l$) ist durch eine konstante Linienlast $p_0 = F/l$ und eine Einzellast $2F$ beansprucht. Die Lagerreaktionen (rot) wurden berechnet und sind im Bild ebenfalls eingetragen, horizontale Kräfte existieren nicht.



a) Beschreiben Sie die Streckenlast mit der Föppl-Symbolik.

$p(x) =$ ______________________________

b) Beschreiben Sie Querkraft- und Biegemomentenverlauf für $0 \le x < 2l$.

$Q(x) =$ ____

$M(x) =$ ____

c) Berechnen Sie Querkraft und Biegemoment an folgenden signifikanten Stellen:

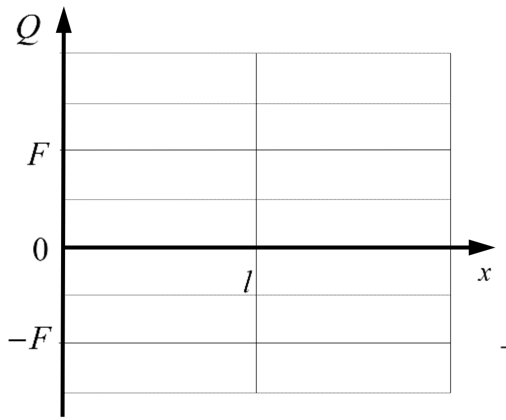
$Q(0) =$ _____ , $M(0) =$ _____

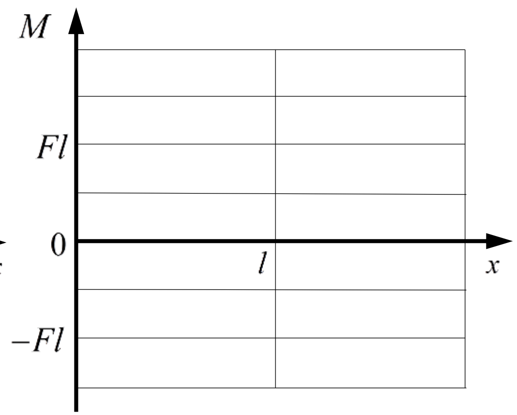
$Q(l^-) =$ _____ , $M(l) =$ _____

$Q(l^+) =$ _____ ,

$Q(2l) =$ _____ , $M(2l) =$ _____

d) Zeichnen Sie Querkraft- und Biegemomentenverlauf.





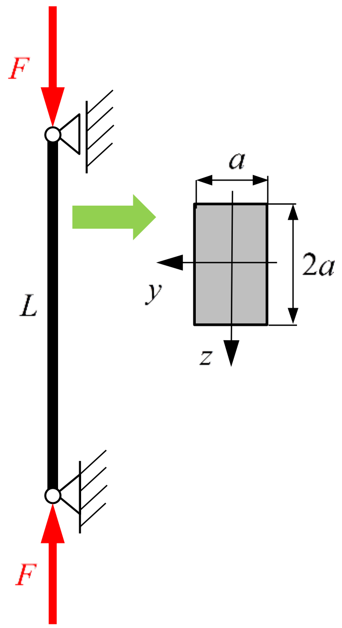
e) Welche Lagerungsart folgt aus den Biegemomenten an den Rändern des Balkens?

linkes Lager:
- ☐ Gelenklager
- ☐ feste Einspannung
- ☐ freies Ende

rechtes Lager:
- ☐ Gelenklager
- ☐ feste Einspannung
- ☐ freies Ende

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Ein beidseitig gelenkig gelagerter Stab aus Baustahl ($E = 210\,\mathrm{GPa}$) mit Rechteckquerschnitt (Seitenverhältnis 1:2) soll die axiale Druckkraft $F = 42\,\mathrm{kN}$ aufnehmen.



a) Bei dieser Belastung sind verschiedene Versagensfälle möglich. Welche sind am wahrscheinlichsten?

- ☐ Ausknicken um die y-Achse
- ☐ Ausknicken um die z-Achse
- ☐ Fließen
- ☐ Bruch

b) Geben Sie das für das Knicken wesentliche Flächenträgheitsmoment an und ermitteln Sie die kritische Knickkraft für unseren Querschnitt und Lagerungsfall.

$I =$ _______

☐ $F_k = \dfrac{\pi^2 E a^4}{L^2}$ ☐ $F_k = \dfrac{\pi^2 E a^4}{6L^2}$ ☐ $F_k = \dfrac{\pi^2 E a^4}{12L^2}$

c) Wie lang darf der Stab höchstens sein, um die Kraft mit der Querschnittsabmessung $a = 10\,\mathrm{mm}$ ohne Knicken aufzunehmen?

$L \leq$ ____________________ = ________

(Formel) (Wert)

ENDE