Prüfungsklausur Technische Mechanik II

Familienname, Vorname	
Matrikel-Nummer	Fachrichtung

1. Die Prüfung umfasst 6 Aufgaben auf 7 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.

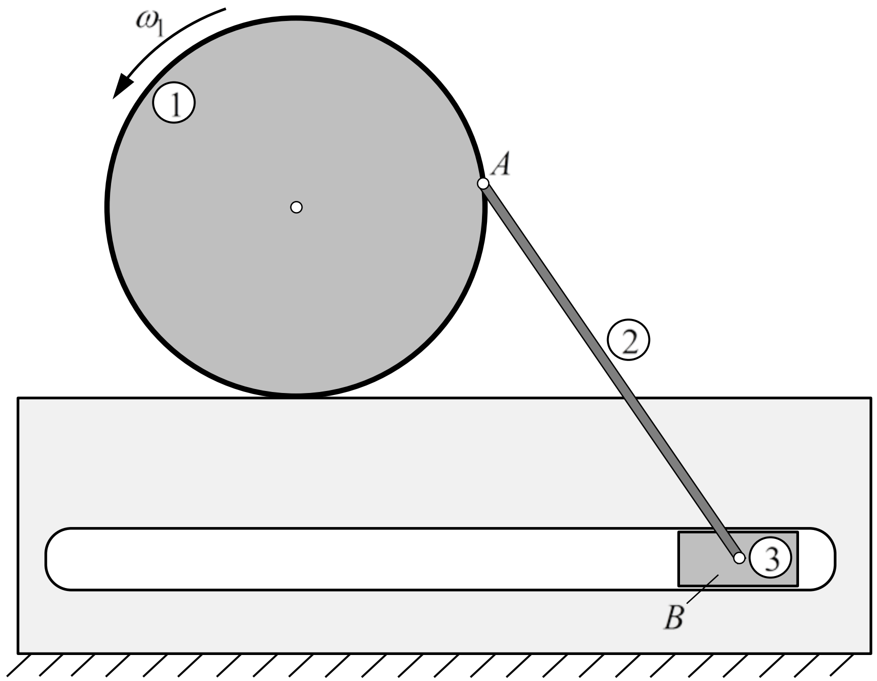
....
(Unterschrift)

Punkte	Note	

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Die Scheibe 1 rollt auf einer Ebene und ist über den Stab 2 mit einem Gleitstein 3 verbunden.



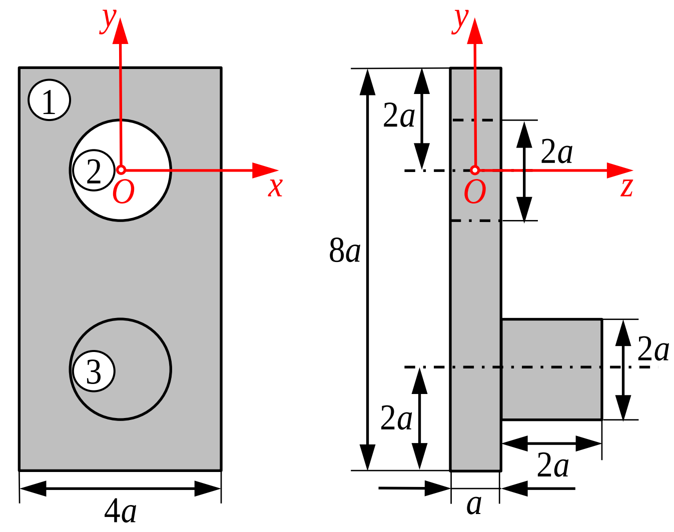
a) Zeichen Sie die Momentanpole P_1, P_2 und P_3 der Scheibe, des Stabes und des Gleitsteins ein.

b) Zeichnen Sie die durch ω_1 hervorgerufene Geschwindigkeit v_A mit der Länge $2\,\mathrm{cm}$ im Punkt A ein.

c) Konstruieren Sie die Geschwindigkeit v_B des Gleitsteins.

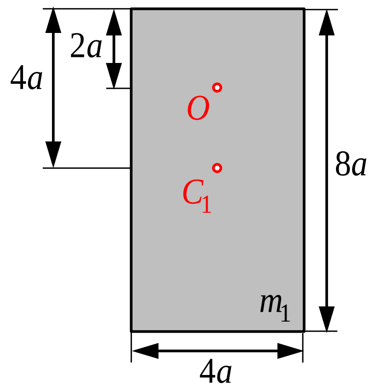
Aufgabe 2 (9 Punkte)

Das dargetellte homogene Maschinenbauteil (Dichte ρ) besteht aus einem Quader 1 mit einer kreisrunden Bohrung 2 und einem aufgesetzten zylinderförmigen Zapfen 3. Zur Untersuchung von Schwingungen soll das Massenträgheitsmoment $I_{z,O}$ bezüglich der z–Achse bestimmt werden. Die geometrischen Abmessungen sind der Zeichnung zu entnehmen.



a) Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment $I_{1z,C}$ des noch vollständigen Quaders 1 mit der Masse m_1 bezüglich seines indiviuellen Schwerpunkts C_1.

$I_{1z,C} =$ ____________

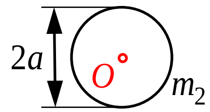


b) Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment $I_{1z,O}$ des Quaders bezüglich O.

$I_{1z,O} = I_{1z,C} +$ ________

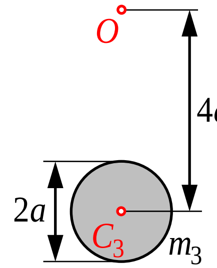
c) Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment $I_{2z,O}$ des ausgebohrten Teils des Quaders mit der Masse m_2 bezüglich O.

$I_{2z,O} =$ ____________



d) Bestimmen Sie das Trägheitsmoment $I_{3z,C}$ des Zapfens 3 mit der Masse m_3 bezüglich seines individuellen Schwerpunkts C_3.

$I_{3z,C} =$ ____________



e) Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment $I_{3z,O}$ des Zapfens bezüglich O.

$I_{3z,O} = I_{3z,C} +$ ________

f) Berechnen Sie mit der Dichte ρ die Masse m_1 der Quaders 1 ohne Bohrung, die durch das Bohren entfernte Masse m_2 und die Masse m_3 des Zapfens 3.

$m_1 =$ _________, $m_2 =$ _________, $m_3 =$ _________

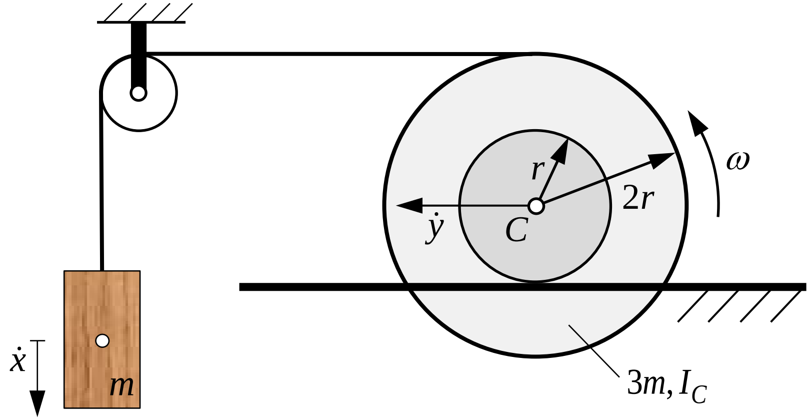
g) Welches Massenträgheitsmoment hat das Maschinenbauteil bezüglich O?

☐ $I_{z,O} = \left(\frac{32}{3} + \frac{67}{2}\pi\right)\rho a^5$ ☐ $I_{z,O} = \left(\frac{63}{2} + \frac{65}{3}\pi\right)\rho a^5$

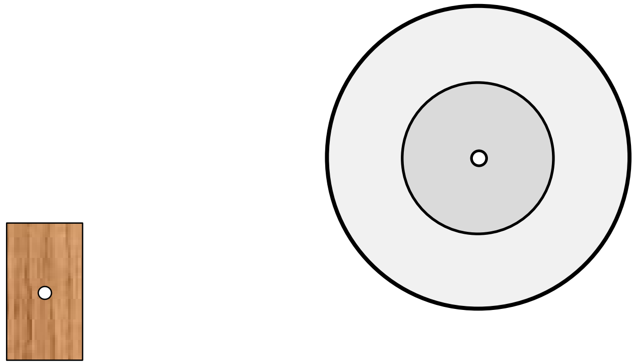
☐ $I_{z,O} = \left(\frac{640}{3} + \frac{67}{2}\pi\right)\rho a^5$ ☐ $I_{z,O} = \left(\frac{1024}{3} + \frac{65}{2}\pi\right)\rho a^5$

Aufgabe 3 (15 Punkte)

Eine Rolle mit Zapfen (Masse $3m$, Massenträgheitsmoment I_C bzgl. Schwerpunkt C) rollt auf einer ebenen Schiene und ist mit einer homogenen Kiste (Masse m) über ein Seil verbunden, das über eine masselose Seilrolle geführt wird.



a) Ergänzen Sie alle Kräfte und Momente auf die freigeschnittenen Körper und benennen Sie diese.



b) Formulieren Sie für die Rolle Impuls- und Drallsatz.

____

____

____

c) Formulieren Sie für die Kiste den Impulssatz in vertikale Richtung.

____

d) Welcher kinematische Zusammenhang besteht zwischen $\dot{y}$ bzw. ω und $\dot{x}$, und welche Beziehung folgt daraus für $\ddot{y}$ bzw. $\dot{\omega}$?

$\dot{y} = \_\_\_\_ \dot{x}$, $\omega = \_\_\_\_ \dot{x}$, $\ddot{y} = \_\_\_\_ \ddot{x}$, $\dot{\omega} = \_\_\_\_ \ddot{x}$

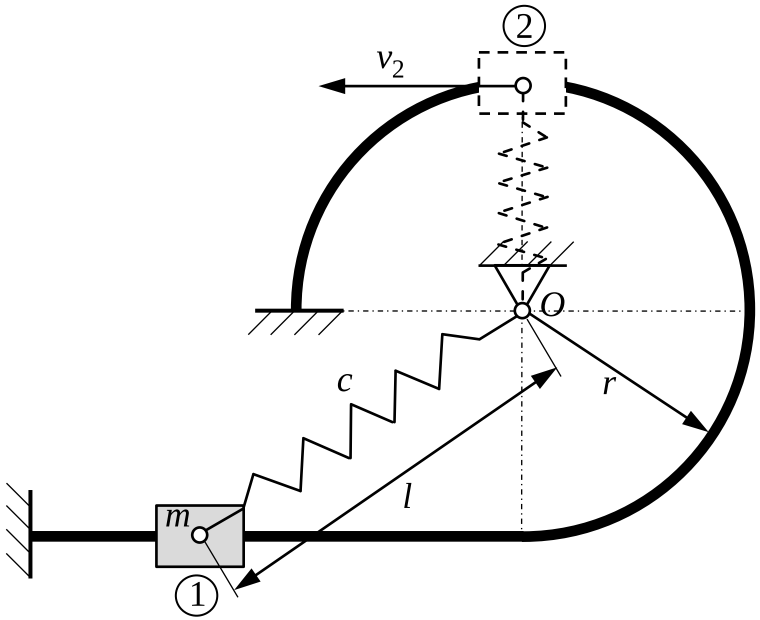
e) Wie groß ist die Beschleunigung der Kiste?

☐ $\ddot{x} = \dfrac{3mgr^2}{I_C + mr^2}$ ☐ $\ddot{x} = \dfrac{9mgr^2}{I_C + 12mr^2}$

☐ $\ddot{x} = \dfrac{4mgr^2}{I_C + 3mr^2}$ ☐ $\ddot{x} = \dfrac{9mg}{I_C + 4mr^2}$

Aufgabe 4 (7 Punkte)

Eine Muffe (Masse m) gleitet reibungsfrei auf einer Führungschiene und ist über eine Feder (Federkonstante c, ungespannte Länge r) mit dem Punkt O verbunden. In der Lage 1 wird die Muffe aus der Ruhe losgelassen.



a) Wie groß sind potentielle und kinetische Energie im Zustand 1?

$U_1 =$ _______________ , $T_1 =$ _______________

b) Wie groß sind potentielle und kinetische Energie im Zustand 2 an der obersten Stelle der Führung?

$U_2 =$ _______________ , $T_2 =$ _______________

c) Formulieren Sie die Energiebilanz für die Lageänderung von 1 nach 2.

____

d) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Muffe v_2 an der Stelle 2?

☐ $v_2 = \sqrt{\frac{c}{m}(l-r)^2 - 4gr}$ ☐ $v_2 = \sqrt{\frac{c}{m}r^2 - 4gl}$

☐ $v_2 = \sqrt{\frac{c}{m}gr - l^2}$ ☐ $v_2 = \sqrt{\frac{c}{m}(r-l)^2 - 2gl}$

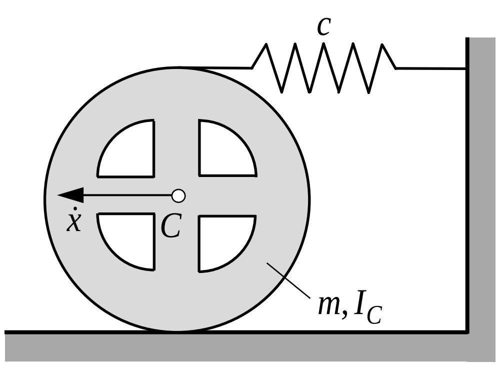
e) Auf welche Länge l muss die Feder im Zustand 1 ausgelenkt werden, damit der Zustand 2 erreicht werden kann?

$l \geq$ _______________

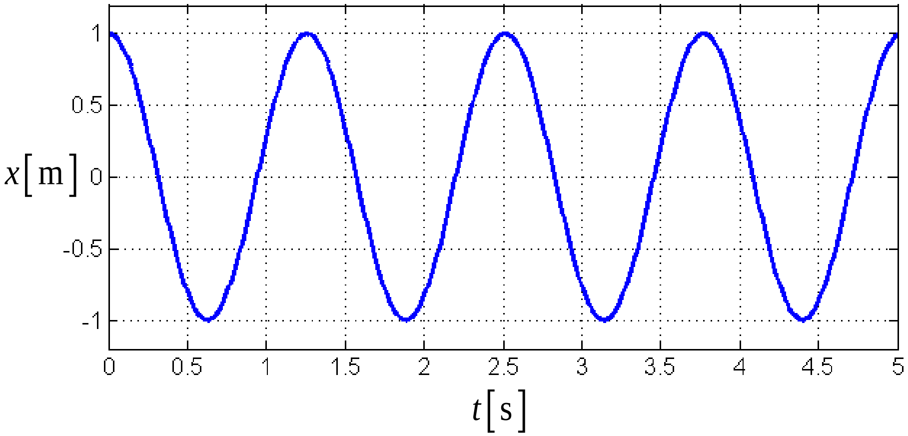
Aufgabe 5 (10 Punkte)

Ein Rad (Masse m, Radius r) mit einem unbekannten Massenträgheitsmoment I_C bzgl. Schwerpunkt C rollt auf einer Ebene und ist mit einer Feder (Federsteifigkeit c) gefesselt, die für $x = 0$ entspannt ist. Die zugehörige Bewegungsgleichung lautet

$$\left(\frac{I_C}{r^2} + m\right)\ddot{x} + 4cx = 0 \, .$$



Aus einem Experiment ergibt sich folgende Bewegung des Rades:



a) Klassifizieren Sie die Schwingung.

☐ linear	☐ nichtlinear
☐ ungedämpft	☐ gedämpft
☐ frei	☐ erzwungen

b) Welche Periodendauer T, Eigenfrequenz f und Kreisfrequenz ω ergeben sich aus der Schwingungsmessung?

$T =$ ________ , $f =$ ________ , $\omega =$ ________

c) Welche Kreisfrequenz ω_0 der ungedämpften Schwingung ergibt sich aus der Bewegungsgleichung?

$\omega_0 =$ ____________

d) Wie groß ist das Massenträgheitsmoment I_C des Rades für Federsteifigkeit $c = 100\,\mathrm{N/m}$, Masse $m = 10\,\mathrm{kg}$ und Radius $r = 1\,\mathrm{m}$?

$I_C =$ _____________ $=$ _________

(*Formel*) (*Wert*)

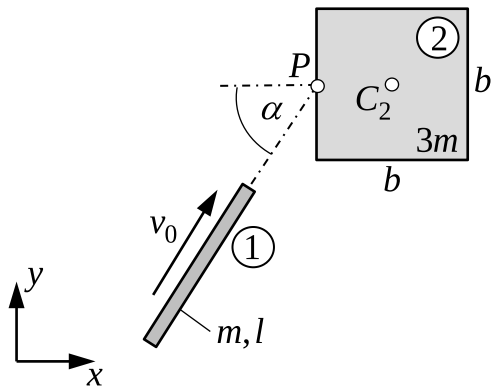
e) Wie groß ist der Trägheitsradius k des Rades bezüglich seins Schwerpunkts C?

$k =$ ___________

(*Wert*)

Aufgabe 6 (25 Punkte)

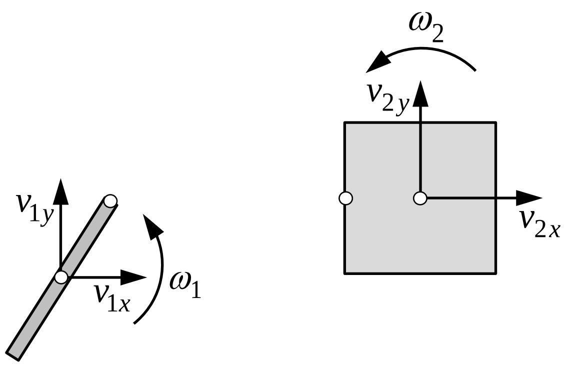
Ein dünner Stab 1 (Masse m, Länge l) wird mit der Geschwindigkeit v_0 unter dem Winkel α gegen eine ruhende, homogene, quadratische Platte 2 (Masse $3m$, Kantenlänge b) geschossen. Der Stoß beim Auftreffen ist glatt und teilelastisch (Stoßzahl ε). Stab und Platte bewegen sich reibungsfrei in der x, y-Ebene.



a) Klassifizieren Sie den Stoß.

☐ zentrisch ☐ exzentrisch

b) Zeichnen Sie in das Freischnittbild den/die auftretenden Kraftstoß/-stöße ein und bezeichnen Sie diese(n).



c) Geben Sie den Geschwindigkeitszustand vor dem Stoß an.

$v_{1x}^- =$ ________, $v_{1y}^- =$ ________, $\omega_1^- =$ ________

$v_{2x}^- =$ ________, $v_{2y}^- =$ ________, $\omega_2^- =$ ________

d) Formulieren Sie Impulsbilanzen und Drallbilanz für den Stab.

____

____

____

e) Formulieren Sie Impulsbilanzen und Drallbilanz für die Platte.

____

____

____

f) Welche Stoßrelation ergibt sich am Punkt P für den teilelastischen Stoß in x-Richtung?

$v_{P1x}^+ - v_{P2x}^+ =$ ______________________________

g) Welche Beziehungen ergeben sich aus der Starrkörperkinematik für die Geschwindigkeitskomponenten des Stabes und der Platte?

☐ $v_{P1x}^+ = v_{1x}^+ + \frac{l}{2}\omega_1^+ \sin\alpha$ ☐ $v_{P2x}^+ = v_{2x}^+ + \frac{b}{2}\omega_2^+ \sin\alpha$

☐ $v_{P1x}^+ = v_{1x}^+ - \frac{l}{2}\omega_1^+ \sin\alpha$ ☐ $v_{P2x}^+ = v_{2x}^+ - \frac{b}{2}\omega_2^+ \sin\alpha$

☐ $v_{P1x}^+ = v_{1x}^+$ ☐ $v_{P2x}^+ = v_{2x}^+$

h) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Platte nach dem Stoß?

- ☐ $v_{2x}^{+} = \dfrac{\cos\alpha}{2+3\sin^2\alpha} v_0$,
- ☐ $v_{2y}^{+} = 0$
- ☐ $v_{2x}^{+} = \dfrac{(1-\varepsilon)\cos\alpha}{3+2\cos^2\alpha} v_0^2$,
- ☐ $v_{2y}^{+} = v_0 \cos\alpha$
- ☐ $v_{2x}^{+} = \dfrac{(1+\varepsilon)\cos\alpha}{4+9\sin^2\alpha} v_0$,
- ☐ $v_{2y}^{+} = v_0$
- ☐ $v_{2x}^{+} = \dfrac{(1-\varepsilon)\cos\alpha}{4v_0+9\cos^2\alpha}$,
- ☐ $v_{2y}^{+} = v_0 \sin\alpha$

ENDE