

(Name) (Vorname) (Matr.-Nr.) (Studiengang)

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Der Lösungsweg soll klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden.

Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang eines beidseitig beschriebenen DIN A4-Blattes zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß keinerlei elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen insbesondere Taschenrechner, Laptops und Handys.

**Achtung:**

Alle Klausurteilnehmer bearbeiten die Aufgaben 1-2 und 4-5.

Studierende der Fachrichtung BI bearbeiten außerdem Aufgabe 3b.

Studierende aller anderen Fachrichtungen bearbeiten Aufgabe 3a anstatt Aufgabe 3b.

Viel Erfolg !

Aufgabe	1	2	3	4	5a	5b	5c	$\Sigma$ Klausur	Bonus- punkte	$\Sigma$ gesamt	Note
max. Punkte	25	21	20	22	6	3	3				
Vor- korr.											
Nach- korr.											

**Einverständniserklärung**

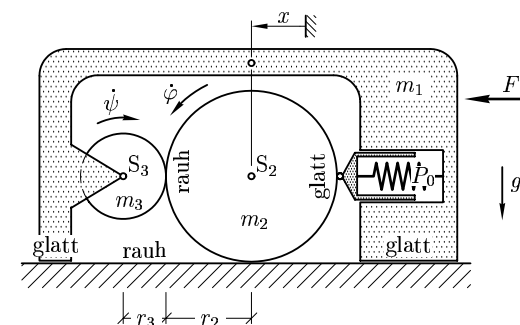
Nur für Studierende, die bei Prof. Markert die TM III Prüfung ablegen:

Ich stimme hiermit zu, daß meine Prüfungsergebnisse zusammen mit meiner Matrikelnummer (ohne Namen) im Internet eingesehen werden können.

Darmstadt, 03.03.2003

**Aufgabe 1** (25 Punkte)

Die Bewegung einer Computermaus wird durch das folgende Modell erfasst: Im Gehäuse (Masse  $m_1$ ) wird die Kugel (Masse  $m_2$ , Radius  $r_2$ , Massenträgheitsmoment  $\Theta_2$ ) von einer Feder mit der Kraft  $P_0$  an die reibungsfrei gelagerte Sensorwalze (Masse  $m_3$ , Radius  $r_3$ , Massenträgheitsmoment  $\Theta_3$ ) gedrückt. Das Gehäuse gleitet reibungsfrei, und die Kugel rollt auf der Unterlage.

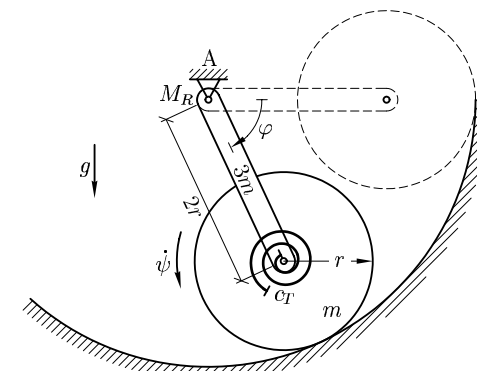


- Wie groß ist die Beschleunigung  $\ddot{x}$  der Maus, wenn eine Kraft  $F$  wirkt und die Kugel auf der Sensorrolle rollt?
- Bei welcher Beschleunigung  $\ddot{x}_0$  der Maus hebt die Kugel von der Sensorrolle ab?

Gegeben:  $m_1, m_2, m_3, r_2, r_3, \Theta_2, \Theta_3, P_0, F, g$

**Aufgabe 2** (21 Punkte)

Eine homogene Walze (Radius  $r$ , Masse  $m$ ) wird von einer homogenen dünnen Stange (Länge  $2r$ , Masse  $3m$ ) in einer Kreisbahn geführt. Zwischen der Walze und der Stange befindet sich eine Drehfeder (Drehsteifigkeit  $c_T$ ), die für  $\varphi^* = \pi/2$  entspannt ist. Im Lagerpunkt A wirkt ein konstantes Reibmoment  $M_R$  auf die Stange. Das System wird aus der Lage  $\varphi=0$  ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen. Bei der folgenden Bewegung rollt die Walze ohne zu rutschen in der Kreisbahn nach unten.

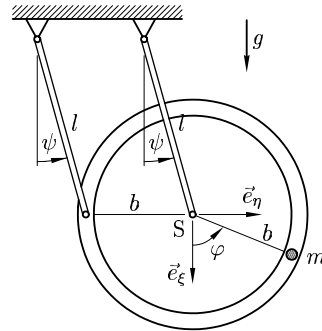


- Geben Sie für diese Bewegung die potentielle Energie der Drehfeder in Abhängigkeit von der Position  $\varphi$  an.
- Wie groß ist die Reibarbeit in Abhängigkeit von  $\varphi$ ?
- Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit  $\dot{\varphi}(\varphi)$ .
- Wie groß darf  $M_R$  maximal sein, damit bei  $\varphi=0$  eine Bewegung einsetzt?

Gegeben:  $m, r, g, c_T, M_R, \varphi^* = \pi/2$

**Aufgabe 3a** (20 Punkte) - nicht für BI

Eine homogene Scheibe (Radius  $b$ , Masse  $M$ ) ist an zwei parallelen Stäben (Länge  $l$ ) pendelnd in der Ebene aufgehängt. In die Scheibe ist im Abstand  $b$  von der Mitte eine Rille eingefräst, in der eine Punktmasse (Masse  $m$ ) reibungsfrei gleiten kann.



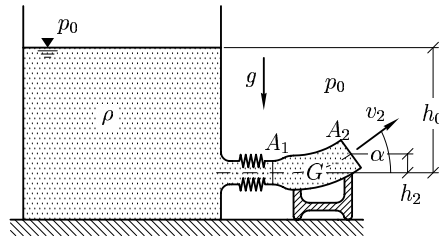
Aufgabe nicht für BI

- Geben Sie die Winkelgeschwindigkeit  $\vec{\omega}$ , die kinetische Energie  $T$  und den Drall  $\vec{L}_S$  der Scheibe bezüglich S an.
- Geben Sie bezüglich des scheibenfesten  $\xi\eta\zeta$ -Koordinatensystems die Führungsgeschwindigkeit  $\vec{v}_f$ , die Relativgeschwindigkeit  $\vec{v}_{rel}$ , die Führungsbeschleunigung  $\vec{a}_f$ , die Coriolisbeschleunigung  $\vec{a}_{cor}$ , die Relativbeschleunigung  $\vec{a}_{rel}$  und die absolute Beschleunigung  $\vec{a}$  der Punktmasse in Abhängigkeit von  $\varphi$  und  $\psi$  an.
- Wie lautet die Bewegungsgleichung der Punktmasse bei vorgegebener Scheibenbewegung  $\psi(t)$ ?

Gegeben:  $b, l, M, m, \psi(t), g$

**Aufgabe 3b** (20 Punkte) - nur für BI

Ein Behälter mit großem Querschnitt ist mit Wasser (Dichte  $\rho$ ) bis zur konstanten Höhe  $h_0$  gefüllt. Er hat unten einen horizontalen Ausflusstutzen (Querschnitt  $A_1$ ). Über einen Gummibalg ist daran ein Rohrkrümmer (Gewicht  $G$  inkl. Flüssigkeit) angeschlossen (Austrittsquerschnitt  $A_2$ , Neigungswinkel  $\alpha$ ). Der Rohrkrümmer ist auf dem horizontalen Boden gelagert.



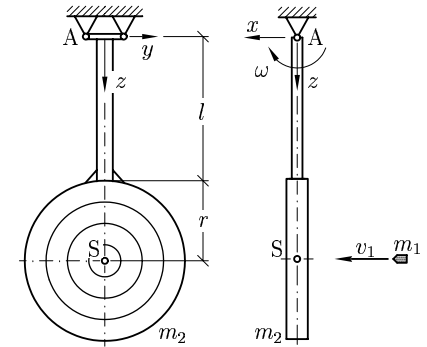
Aufgabe nur für BI

- Mit welcher Geschwindigkeit  $v_2$  tritt die Flüssigkeit aus dem Rohrkrümmer aus?
- Wie groß muß der Querschnitt  $A_1$  mindestens sein, damit dort der Druck positiv bleibt (keine Kavitation)?
- Mit welcher Horizontalkraft  $H$  und Vertikalkraft  $V$  muß der Krümmer gehalten werden?

Gegeben:  $A_2, h_0, h_2, p_0, g, G, \alpha, \rho$

**Aufgabe 4** (22 Punkte)

Die Zielscheibe einer Schießbude ist als Pendel drehbar im Lager A aufgehängt. Die Zielscheibe besteht aus einer homogenen dünnen Scheibe (Masse  $m_2$ , Radius  $r$ , Massenträgheitsmoment  $\Theta_y^S = m_2 r^2 / 4$ ) und einer daran starr befestigten masselosen Stange (Länge  $l$ ). Mittig auf die Zielscheibe trifft ein Geschöß (Punktmasse  $m_1$ , Geschwindigkeit  $v_1$ ) plastisch ( $e=0$ ) auf.

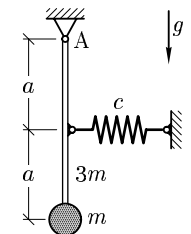


- Ermitteln Sie das Massenträgheitsmoment  $\Theta_y^A$  der Zielscheibe bezüglich der  $y$ -Achse durch A.
- Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit  $\bar{\omega}$  der Zielscheibe nach dem Stoß?
- Wie groß sind die Lagerstöße (Stoßkräfte) im Lager A?

Gegeben:  $m_1, m_2, l, r, v_1, \Theta_y^S = m_2 r^2 / 4$

**Aufgabe 5a** (6 Punkte)

Ein Pendelschwinger besteht aus einem homogenen starren Stab (Masse  $3m$ , Länge  $2a$ ), einer Punktmasse (Masse  $m$ ) und einer Feder (Steifigkeit  $c$ ).



Welches ist das richtige Massenträgheitsmoment  $\Theta^A$  des Pendels um den Aufhängepunkt A?

- |                          |                    |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | $\Theta^A = ma^2$  | <input type="checkbox"/> | $\Theta^A = 4ma^2$ |
| <input type="checkbox"/> | $\Theta^A = 2ma^2$ | <input type="checkbox"/> | $\Theta^A = 8ma^2$ |

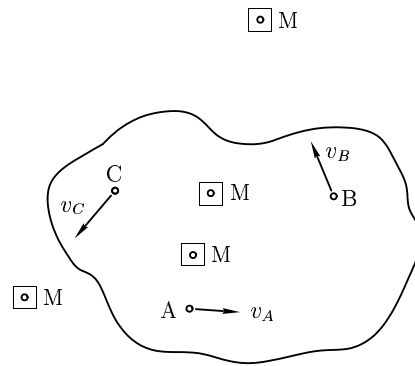
Welches ist die richtige Eigenkreisfrequenz  $\omega_0$  der kleinen Pendelschwingungen um die vertikale Gleichgewichtslage?

- |                          |  |                          |  |
|--------------------------|--|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | $\omega_0 = \sqrt{\frac{ca - 5mg}{4ma}}$ | <input type="checkbox"/> | $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{4m}}$         |
| <input type="checkbox"/> | $\omega_0 = \sqrt{\frac{ca + 5mg}{8ma}}$ | <input type="checkbox"/> | $\omega_0 = \sqrt{\frac{4ma}{ca + 5mg}}$ |

**Aufgabe 5b** (3 Punkte)

Ein Starrkörper bewegt sich in der Ebene. Dabei werden in den Punkten A, B und C die Geschwindigkeiten nach Größe und Richtung gemessen.

Kreuzen Sie in der Zeichnung den richtigen Momentanpol M der ebenen Bewegung an.

**Aufgabe 5c** (3 Punkte)

Ein Aufzug hebt eine Last nach dem gegebenen Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm.

Kreuzen Sie den richtigen Zeitverlauf der Seilkraft  $S$  an.

