

# Technische Mechanik

## Klausur III

08. Dezember 2015, 17<sup>15</sup> - 18<sup>15</sup>

Dr. Stephan Kaufmann

Herbstsemester 2015

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

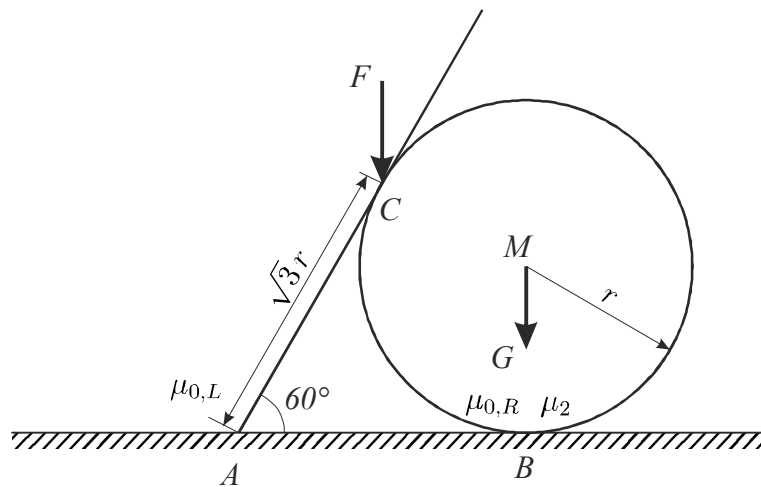
	Aufgabe 1	Aufgabe 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur							
Assistent							
2. Korrektur							
Assistent							

***Bitte erst nach Aufforderung öffnen!***

**Hinweise:**

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
  - 6 selbstverfasste, handgeschriebene DIN A4 Seiten
  - Schreibzeug
  - evt. Wörterbuch
- Taschenrechner sind nicht zugelassen.
- Bitte keine roten oder grünen Farben verwenden, da diese unsere Korrekturfarben sind.
- Bitte keinen Bleistift verwenden, da dieser nicht dokumentenecht ist.
- Für jede Aufgabe ein separates Blatt des ausgeteilten IMES-Institutspapieres verwenden und dieses mit Namen, ETH- und Aufgabennummer beschriften.
- Lösungsteile auf den Aufgabenblättern werden nicht bewertet.
- Durchgestrichene oder unleserliche Lösungsteile werden nicht bewertet.
- Lösungswege und Resultate müssen nachvollziehbar sein. Mehrfachlösungen werden nicht akzeptiert.
- Viel Erfolg!

## Aufgabe 1 (18 Punkte)

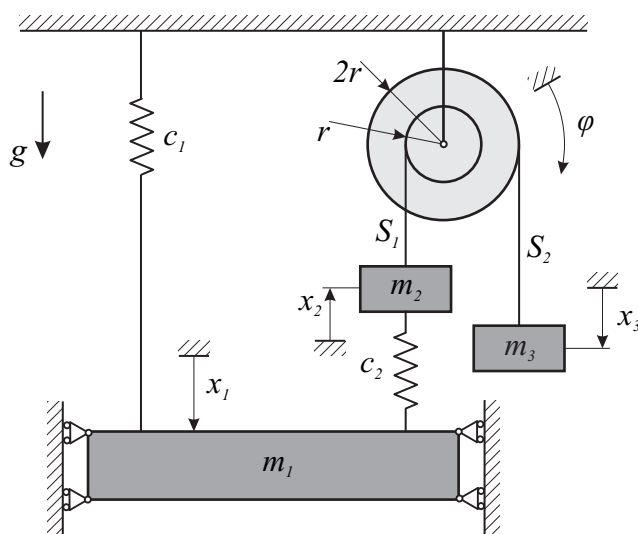


In dieser Aufgabe sollen die Reibungskräfte an einer Leiter untersucht werden, die an eine Rolle angelehnt ist.

Im Punkt  $A$  ist die als masselos modellierte Leiter reibungsbehaftet auf dem Boden abgestützt (Haftreibungskoeffizient  $\mu_{0,L}$ ). Sie liegt im Punkt  $C$  reibungsfrei auf der Rolle auf und ist dort mit der skizzierten Vertikalkraft  $F$  (mit  $F > 0$ ) belastet. Die Rolle hat das Gewicht  $G$ , das im Mittelpunkt  $M$  der Rolle angreift. Zwischen der Rolle und dem Boden herrscht sowohl Reibung (Haftreibungskoeffizient  $\mu_{0,R}$ ) als auch Rollwiderstand (Rollreibungslänge  $\mu_2$ ).

- Bestimmen Sie die Bindungskräfte in den Punkten  $A$ ,  $B$  und  $C$ . Welche Bedingungen müssen diese erfüllen, damit das System in Ruhe sein kann? [13 Punkte]
- Nun sei  $\mu_{0,L} = \sqrt{3}/2$ ,  $\mu_{0,R} = \sqrt{3}/9$  und  $\mu_2 = \sqrt{3}r/17$ . Welches ist die maximal zulässige Belastung  $F$ ? Was passiert, wenn die maximal zulässige Last überschritten wird? [5 Punkte]

## Aufgabe 2 (16 Punkte)



Das abgebildete, eben modellierte System besteht aus einem Balken der Masse  $m_1$ , zwei Quadern mit Masse  $m_2$  beziehungsweise  $m_3$ , zwei Federn mit Federkonstanten  $c_1$  und  $c_2$ , einer masselos modellierten Stufenrolle mit Radien  $r$  und  $2r$  sowie zwei Seilen  $S_1$  und  $S_2$ .

Der Balken ist durch eine Parallelführung so gelagert, dass er sich nur translatorisch in Vertikalrichtung bewegen kann. Er ist über die Feder mit Steifigkeit  $c_1$  an der Decke befestigt und über die zweite Feder mit Steifigkeit  $c_2$  mit dem Quader  $m_2$  verbunden. Dieser hängt am Seil  $S_1$ , das auf dem kleineren Teil der Stufenrolle aufgerollt ist. Der zweite Quader  $m_3$  hängt am Seil  $S_2$ , das auf dem grösseren Teil der Stufenrolle aufgerollt ist. Die Stufenrolle ist drehbar an der Decke aufgehängt. Die Auslenkungen des Balkens, der beiden Quader und der Stufenrolle bezüglich der ungespannten Lage werden mit den Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  und  $\varphi$  beschrieben.

Es wirkt die Erdbeschleunigung  $g$ , wie in der Skizze eingetragen.

*Weitere Annahmen:* Seile masselos, undehnbar, immer gespannt und immer vertikal; Kontakte zwischen Seilen und Stufenrolle ohne Schlupf, alle anderen Reibungen vernachlässigbar.

- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems. [1 Punkt]
- Schneiden Sie den Balken, die Stufenrolle und die beiden Quader frei und führen Sie alle relevanten Kräfte ein. [4 Punkte]
- Stellen Sie die relevanten Bewegungsdifferentialgleichungen für den Balken und die beiden Quader in Richtung der in der obigen Skizze eingezeichneten inertialen Koordinaten auf. Verwenden Sie dabei die im Freischnitt eingeführten Kräfte. [3 Punkte]
- Formulieren Sie die Kraftgesetze der beiden Federn. [2 Punkte]
- Geben Sie die kinematischen Relationen zwischen  $\dot{x}_2$ ,  $\dot{x}_3$  und  $\dot{\varphi}$  an. [2 Punkte]
- Welche Beziehung gilt zwischen den Seilkräften  $S_1$  und  $S_2$ ? [1 Punkt]
- Eliminieren Sie die Feder- und Bindungskräfte aus den Bewegungsdifferentialgleichungen und geben Sie deren reduzierte Form in den Koordinaten  $x_1$  und  $x_2$  an. [3 Punkte]

***Diese Seite enthält keine Aufgabe.***