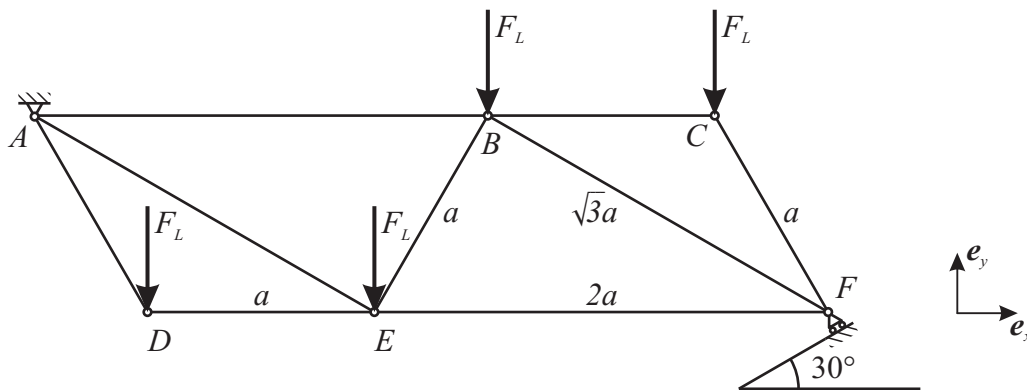


Technische Mechanik

Basisprüfung
23. Januar 2017, 08:30 – 10:30
Dr. Stephan Kaufmann
Winter 2017
Name:
Vorname:
ETH-Nummer:
Studiengang:
D–

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur							
Assistent							
2. Korrektur							
Assistent							

Aufgabe 1 (21 Punkte)



Ein Tragwerkselement wird wie oben skizziert als ideales, ebenes Fachwerk aus masselosen Stäben der Länge a , $2a$ und $\sqrt{3}a$ modelliert. Die Stäbe sind gelenkig und reibungsfrei miteinander verbunden. In der zu untersuchenden Situation greifen in den Knoten B , C , D und E die gleichgrossen vertikalen Lasten F_L an.

Im Folgenden sollen zwei Stabkräfte mithilfe des Prinzips der virtuellen Leistungen berechnet werden. Entfernen Sie dafür den jeweiligen Stab und bestimmen Sie den zulässigen momentanen Bewegungszustand des so entstandenen Mechanismus. Zeichnen sie alle Momentanzentren und Rotationsgeschwindigkeiten sowie die relevanten Geschwindigkeiten und Kräfte im Skizzenblatt ein, entweder komponentenweise oder mit eindeutig angegebenen Richtungen und Winkeln.

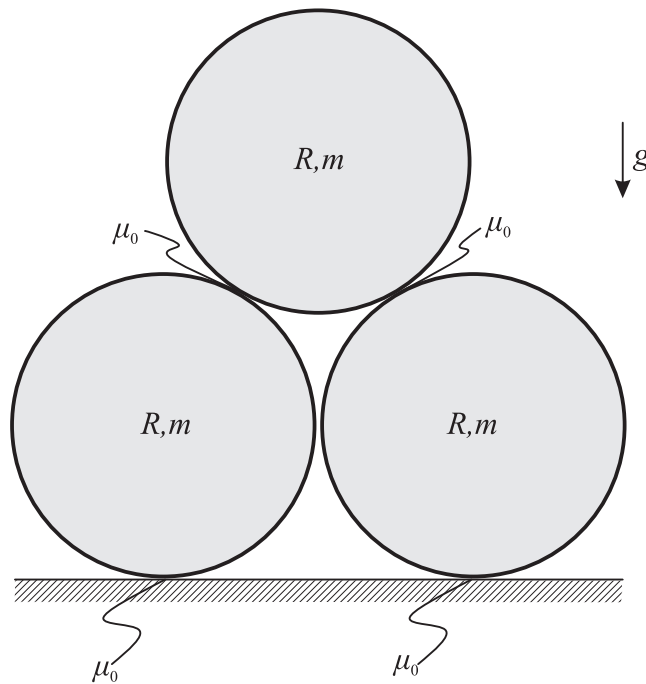
Bemerkung: Die Aufgabenteile a) und b) können unabhängig voneinander gelöst werden.

a) Bestimmen Sie die Stabkraft in AE . Ist es eine Zug- oder Druckkraft? [10 Punkte]

b) Bestimmen Sie die Stabkraft in BF . Ist es eine Zug- oder Druckkraft? [11 Punkte]

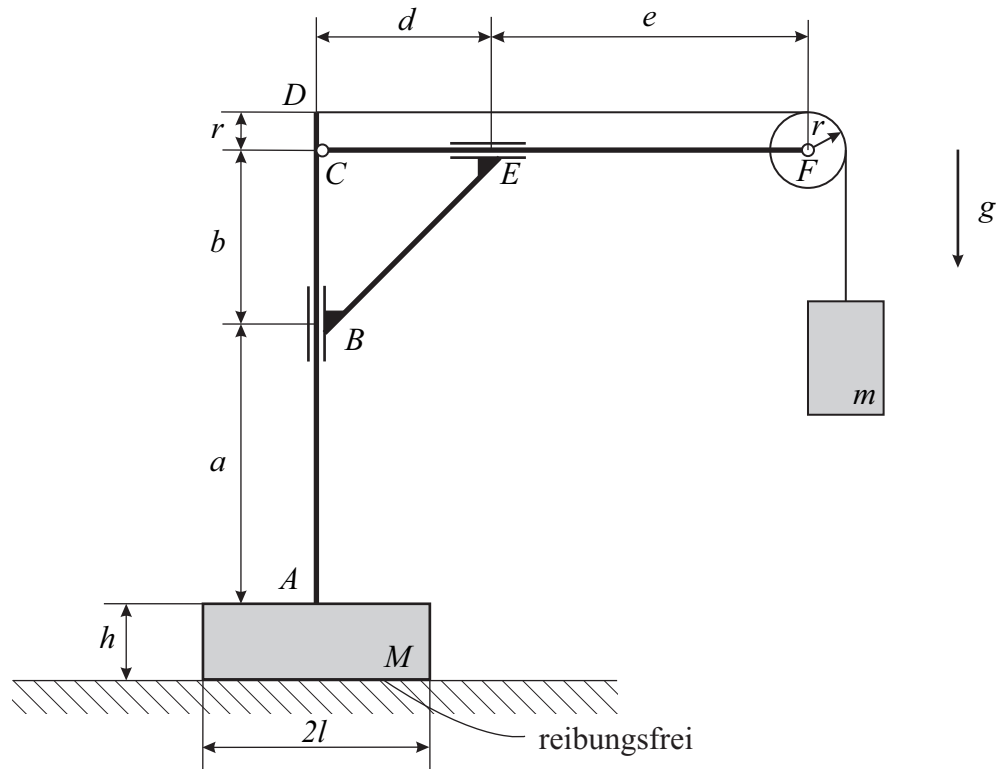
Aufgabe 2 (15 Punkte)

Ein homogener Zylinder liegt gemäss Skizze auf zwei weiteren, gleichen Zylindern (alle Radius R , Masse m). Bei allen Bindungen wirkt Haftreibung (Haftreibungskoeffizient μ_0 , Rollwiderstandslänge $\mu_2 = 0$). Die unteren beiden Zylinder sind durch einen vernachlässigbar kleinen Abstand voneinander getrennt, so dass zwischen ihnen keine Kräfte auftreten. Das System ist eben modelliert, die Erdbeschleunigung g senkrecht zur Unterlage.



- Bestimmen Sie alle Reibungs- und Normalkräfte zwischen den Zylindern sowie zwischen den Zylindern und der Unterlage! [11 Punkte]
- Welche Voraussetzung muss μ_0 erfüllen, damit Ruhe herrschen kann? [4 Punkte]

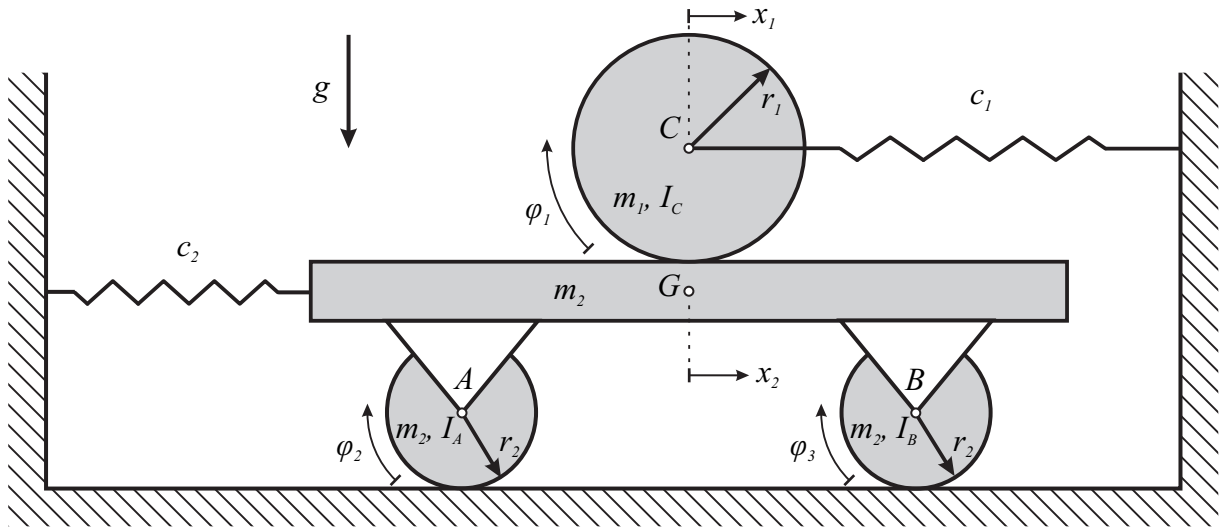
Aufgabe 3 (21 Punkte)



Als Ingenieur haben Sie die Aufgabe, den skizzierten Konstruktionsvorschlag eines Krans zu untersuchen. Der Kran wird als ebenes System aus starren Körpern und Seilen sowie reibungsfreien Gelenken und langen Querlagern modelliert. Bis auf den Quader (Masse M) und die Last (Masse m) werden alle Teile des Krans als masselos betrachtet. Der Turm AD ist im Punkt A im Quader eingespannt, welcher seinerseits reibungsfrei auf dem Fundament liegt. Der Ausleger CF ist im Punkt C gelenkig am Turm befestigt und wird durch die Stütze BE über zwei lange Querlager abgestützt. Im Punkt D ist das Lastseil befestigt, welches über eine Rolle geführt und mit einer Last der Masse m belastet wird.

- Ist das System statisch unbestimmt? Ist das System kinematisch unbestimmt? Begründen Sie. [2 Punkte]
- Schneiden Sie die sechs Starrkörper und das Seil frei und führen Sie alle möglichen Lagerreaktionen ein. [5 Punkte]
- Berechnen Sie die Lagerreaktionen in den Punkten A bis F und bestimmen Sie die Normalkraft auf den Quader. [12 Punkte]
- Wie gross darf die Last m maximal sein, damit der Kran nicht kippt? [2 Punkte]

Aufgabe 4 (21 Punkte)



Das abgebildete, eben modellierte System besteht aus einem Zylinder (Radius r_1 , Masse m_1 , Massenträgheitsmoment I_C) der auf einem Wagen rollt. Der Wagen besteht aus einem Fahrgestell und zwei Rädern (Radius r_2 , Massenträgheitsmoment $I_A = I_B$). Das Fahrgestell sowie die Räder haben alle die Masse m_2 , die Verbindungen vom Fahrgestell zu den Rädern ist masselos. Die Räder sowie der Zylinder rollen zu jedem Zeitpunkt ohne zu gleiten (ideal rau, $\mu_0 = \infty$, $\mu_2 = 0$), weitere Reibungseffekte sind vernachlässigbar. Zwei Federn mit Federkonstanten c_1 und c_2 sind mit dem Zylinder respektive dem Wagen verbunden. Die Auslenkungen aus der skizzierten, ungespannten Anfangslage werden mit den inertialen Koordinaten x_1 und x_2 sowie den Winkeln φ_1 , φ_2 und φ_3 beschrieben. In der Anfangslage ist der Zylinder in Ruhe und der Wagen bewegt sich mit der Geschwindigkeit $\dot{x}_2(0) = v_0$. Die Auslenkungen sind so klein, dass Kippen und Anschläge ausgeschlossen werden können. Die Richtung der Erdbeschleunigung ist skizziert.

- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems. [1 Punkt]
- Schneiden Sie den Zylinder sowie das Fahrgestell und die beiden Räder einzeln frei und führen Sie alle relevanten Kräfte ein. [5 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der einzelnen Starrkörper in Richtung der oben eingezeichneten Koordinaten auf. Verwenden Sie dabei die im Freischnitt eingeführten Kräfte. [7 Punkte]
- Geben Sie die kinematischen Relationen zwischen \dot{x}_2 und $\dot{\varphi}_2$ respektive $\dot{\varphi}_3$ an, sowie die kinematische Relation zwischen \dot{x}_1 , \dot{x}_2 und $\dot{\varphi}_1$. [2 Punkte]
- Bestimmen Sie die Kraftgesetze der Federn. [2 Punkte]
- Eliminieren Sie die Feder- und Bindungskräfte aus den Bewegungsdifferentialgleichungen und geben Sie deren reduzierte Form in den Koordinaten x_1 und x_2 an. [4 Punkte]