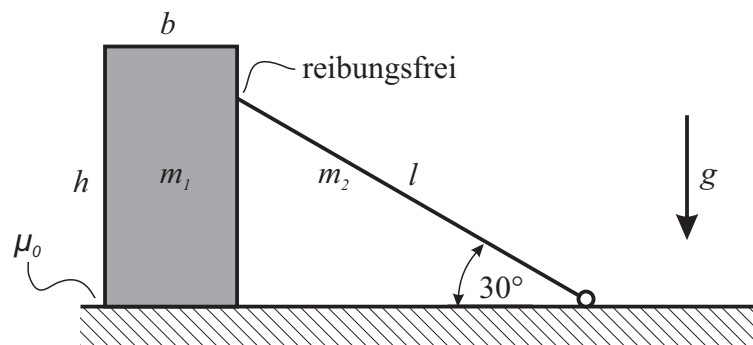


Technische Mechanik

Basisprüfung
22. Januar 2018, 14:00 – 16:00
Dr. Stephan Kaufmann
Winter 2018
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 (16 Punkte)



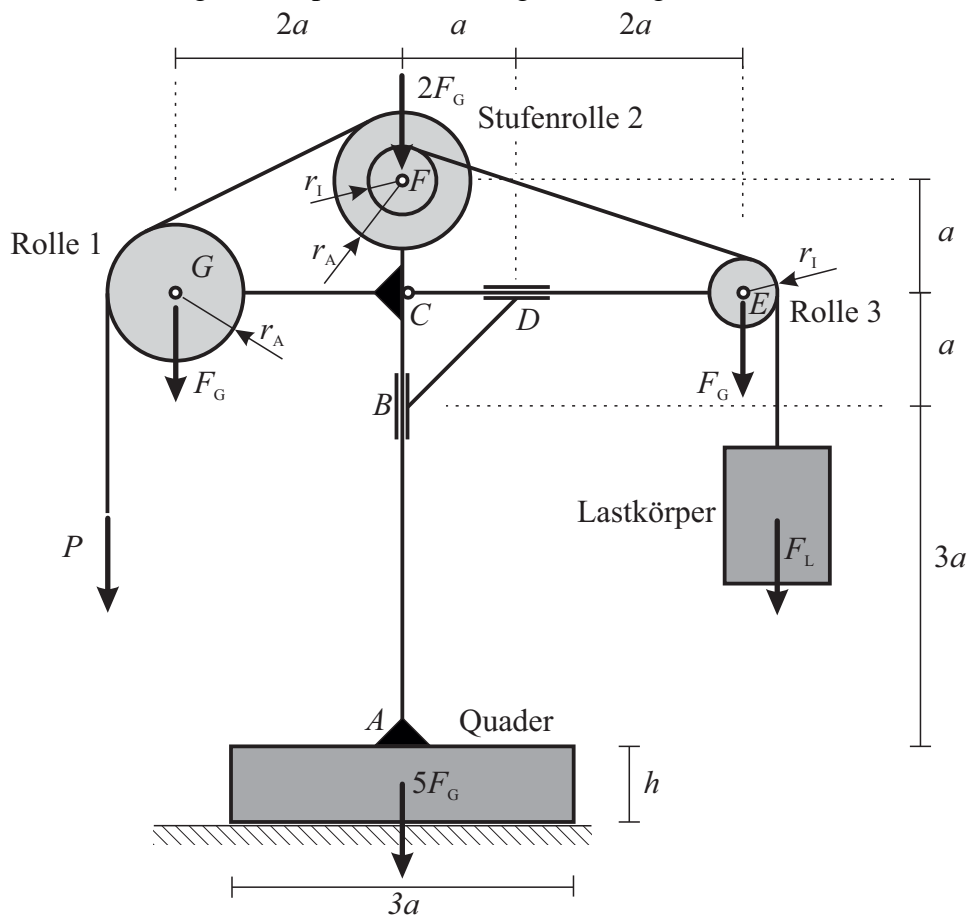
Ein homogener Quader mit Breite b , Höhe h und Masse m_1 liegt auf dem Boden. An seiner Seite liegt ein am Boden gelenkig gelagerter homogener Balken reibungsfrei auf. Der Balken hat die Länge l und die Masse m_2 . Der Kontakt zwischen Quader und Boden ist reibungsbehaftet modelliert mit Haftreibungskoeffizient μ_0 . Winkel und Längen sind in der Skizze gegeben.

- Schneiden Sie den Quader und den Balken frei und führen Sie die Lagerreaktionen ein.
[5 Punkte]
- Welcher Haftreibungskoeffizient μ_0 und welche Breite b müssen minimal vorliegen, damit das System in Ruhe ist? [11 Punkte]

Aufgabe 2 (22 Punkte)

Ein Kran wird wie skizziert als ebenes System aus starren Körpern und Seilen modelliert. Er besteht aus einem Turm AFG , einem Ausleger CE , einer Stütze BD , einem Quader, einem Lastkörper und drei Rollen. Der Turm ist in A im Quader eingespannt. Der Ausleger ist durch ein langes Querlager in D und ein Gelenk in C gelagert. Die Stütze ist über ein langes Querlager in D mit dem Ausleger verbunden und in B über ein langes Querlager am Turm befestigt. Rolle 1 ist in G und Stufenrolle 2 in F drehbar mit dem Turm verbunden. Rolle 3 ist in E drehbar mit dem Ausleger verbunden. Der Lastkörper ist an einem Seil befestigt, das über Rolle 3 geführt und an der inneren Stufenrolle befestigt ist. Ein weiteres Seil ist an der äusseren Stufenrolle befestigt, wird über Rolle 1 geführt und ist mit der vertikalen Kraft P belastet. An den Rollen, dem Lastkörper und dem Quader greifen die skizzierten vertikalen Kräfte in den Schwerpunkten an.

Weitere Annahmen: homogene Körper, alle Bindungen reibungsfrei, Balken und Seile masselos.

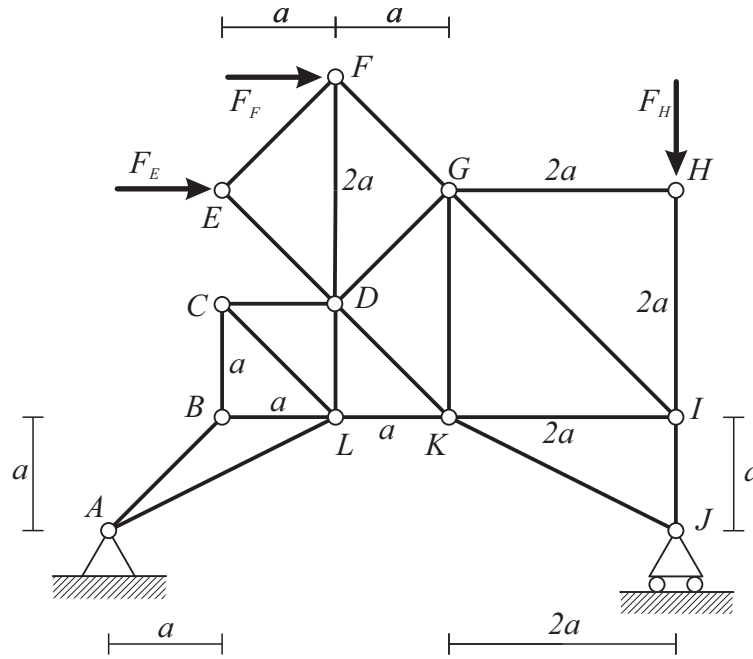


- Ist das System statisch unbestimmt? Ist das System kinematisch unbestimmt? [2 Punkte]
- Schneiden Sie die Rollen, den Quader, die Last, den Turm, die Stütze und den Ausleger frei und führen Sie die Lagerreaktionen ein. [7 Punkte]
- Berechnen Sie die Lagerreaktionen auf die Balken BD und CE in den Punkten B , C und D . [8 Punkte]

Nehmen Sie für d) und e) an: $a = 2r_A = 4r_I$. Hinweis: d) und e) lösbar ohne c).

- Wie gross muss die Kraft P sein, damit der Lastkörper in Ruhe ist? [2 Punkte]
- Bestimmen Sie die Normalkraft auf den Quader mit Betrag und Angriffspunkt. [3 Punkte]

Aufgabe 3 (19 Punkte)



Ein Tragwerkselement wird wie oben skizziert als ideales, ebenes Fachwerk modelliert. In der zu untersuchenden Situation greifen in den Knoten E , F und H die Lasten F_E , F_F und F_H an.

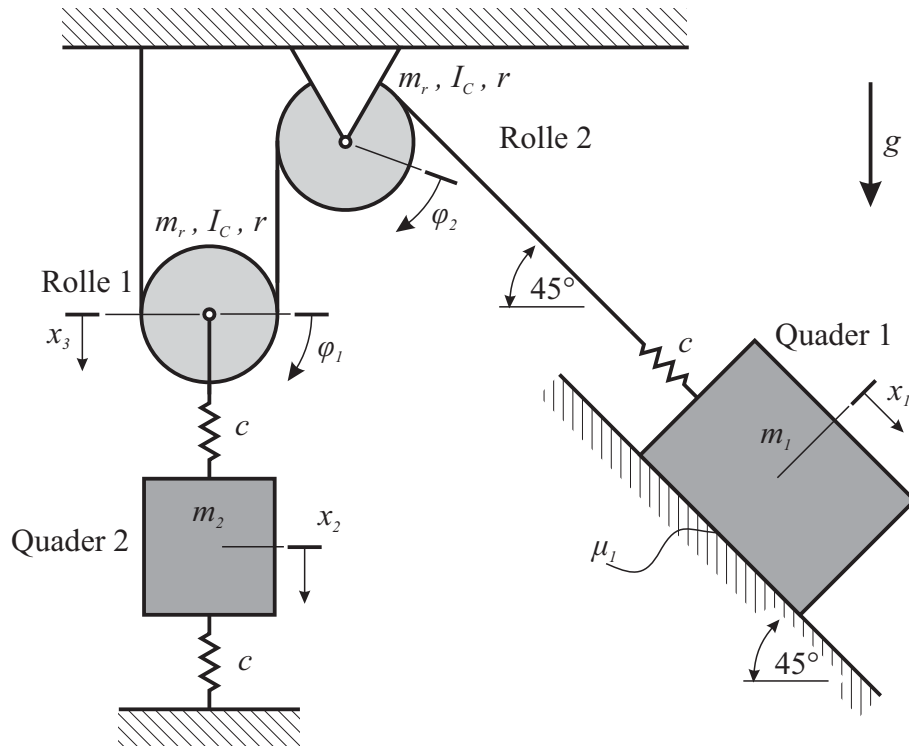
Bemerkung: Die Aufgabenteile a), b) und c) können unabhängig voneinander gelöst werden.

- a) Bestimmen Sie die Lagerreaktionen in A und J (siehe Skizzenblatt). [4 Punkte]

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.

- b) Bestimmen Sie die Stabkraft in AB . Ist es eine Zug- oder Druckkraft? [6 Punkte]
- c) Bestimmen Sie die Stabkraft in DK . Ist es eine Zug- oder Druckkraft? [9 Punkte]

Aufgabe 4 (18 Punkte)



Das abgebildete ebene System besteht aus der Rolle 1 (Radius r , Masse m_r , Massenträgheitsmoment bezüglich des Mittelpunktes I_C), der Rolle 2 (r , m_r , I_C), dem Quader 1 mit Masse m_1 und dem Quader 2 mit Masse m_2 sowie drei Federn mit Steifigkeit c . Es wirkt das homogene Schwerkraftfeld mit Erdbeschleunigung g , wie in der Skizze eingetragen. Rolle 2 ist drehbar gelagert. Quader 1 gleitet auf einer um 45° geneigten Ebene mit Gleitreibungskoeffizient μ_1 . Rolle 1 ist über ein Seil mit Rolle 2 und der Decke verbunden. Die Auslenkungen aus der skizzierten Anfangslage werden mit den inertialen Koordinaten x_1 bis x_3 und φ_1 , φ_2 beschrieben. Das System wird aus der Anfangslage losgelassen. Sie betrachten nur die erste Bewegungsphase, in der sich Quader 1 nach unten bewegt.

Weitere Annahmen: Seile masselos, undehnbar und immer gespannt. Weitere Reibungseffekte vernachlässigbar. Quader 1 kippt nicht. Die Massenmittelpunkte von Quader 2 und Rolle 1 bewegen sich nur vertikal. Homogene Körper. Haftreibungskoeffizient $\mu_0 \ll 1$.

- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems. [1 Punkt]
- Schneiden Sie die beiden Rollen und die beiden Quader frei und führen Sie alle relevanten Kräfte ein. [4 Punkte]
- Stellen Sie die relevanten Bewegungsdifferentialgleichungen in Richtung der skizzierten Koordinaten auf. Verwenden Sie dabei die im Freischnitt eingeführten Kräfte. [4 Punkte]
- Formulieren Sie die Kraftgesetze der drei Federn. Ermitteln Sie die Gleitreibungskraft. [3 Punkte]
- Geben Sie die kinematischen Relationen zwischen den Koordinaten an. [2 Punkte]
- Eliminieren Sie die Feder- und Bindungskräfte aus den Bewegungsdifferentialgleichungen und geben Sie deren reduzierte Form in den Koordinaten x_1 bis x_3 an. [4 Punkte]