

Basisprüfung in Technische Mechanik

 8. August 2013, 14⁰⁰ - 16⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

Sommer 2013

Name:

Vorname:

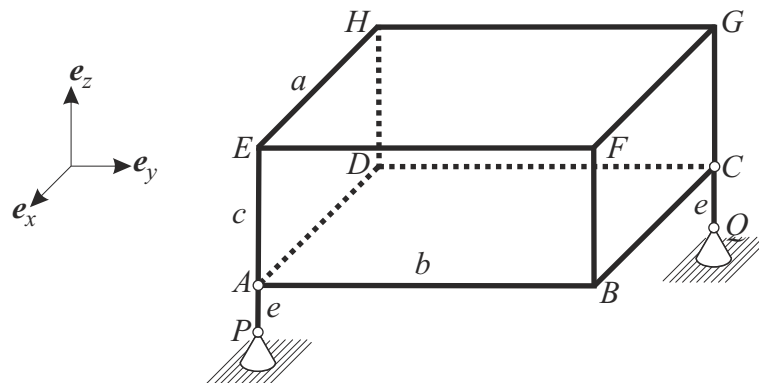
ETH-Nummer:

Studiengang:

D -

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

Aufgabe 1 (14 Punkte)



Ein starrer Quader (Kantenlängen a, b, c) ist mittels Kugelgelenken an zwei Pendelstützen (Länge e) befestigt. Wir betrachten den momentanen Bewegungszustand in der skizzierten Lage, in der die Kanten des Quaders parallel zu den Koordinatenrichtungen e_x, e_y und e_z und beide Pendelstützen parallel zu e_z liegen.

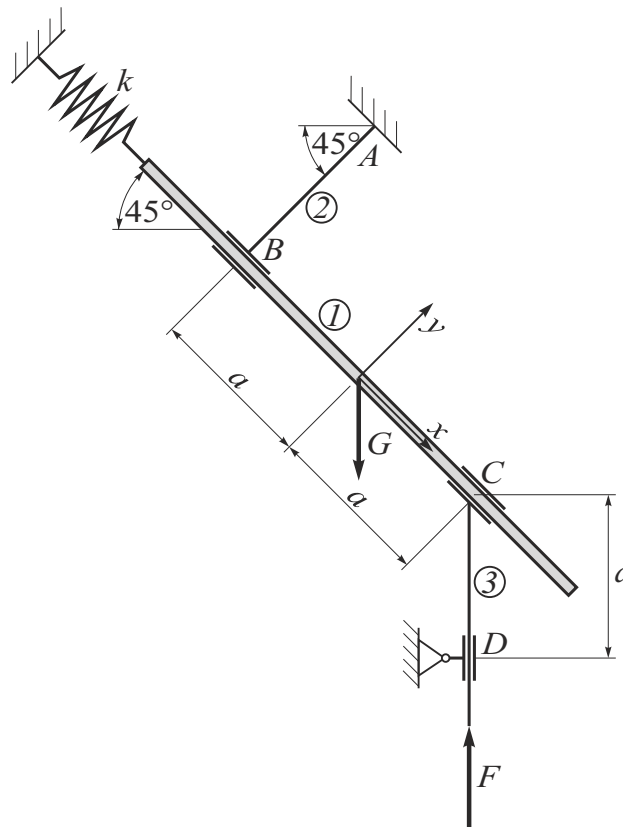
Die Pendelstütze PA rotiere um P mit der Rotationsgeschwindigkeit $\Omega_{PA} = (\Omega_1, 0, 0)$, die Pendelstütze QC um Q mit der Rotationsgeschwindigkeit $\Omega_{QC} = (0, \Omega_2, \Omega_3)$. Zusätzlich sei die z -Komponente der Geschwindigkeit der Quaderecke B bekannt: $v_B = (*, *, v_3)$, wobei die noch unbekannten Komponenten mit Sternen bezeichnet sind.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeiten v_A und v_C der Quaderecken A und C . [3 Punkte]
- Bestimmen Sie alle Komponenten von v_B . [2 Punkte]
- Berechnen Sie die Kinematik des Quaders in A . [3 Punkte]
- Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen Ω_1 und Ω_2 . [1 Punkt]
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_H in H . [1 Punkt]
- Für welche v_3 ist der momentane Bewegungszustand eine reine Rotation? [2 Punkte]
- Die Bedingung aus f) sei erfüllt. Wie liegt die momentane Rotationsachse? [2 Punkte]

Aufgabe 2 (15 Punkte)

Stab 1 mit Gewicht G ist in den Punkten B und C durch lange Querlager mit den Stäben 2 und 3 verbunden und an einer Feder aufgehängt. Stab 2 ist im Punkt A eingespannt. Stab 3 ist im Punkt D durch ein gelenkig gelagertes langes Querlager mit der Wand verbunden und wird wie skizziert mit einer Kraft vom Betrag F belastet. Dargestellt ist die Ausgangslage des Stabes 1 mit entspannter Feder. Die Gewichtskraft G des Stabes 1 greift in dessen Schwerpunkt an, welcher in der Ausgangslage mit dem Ursprung des Koordinatensystems zusammen fällt und in der Ruhelage um x_{Ruhe} verschoben ist.

Die Federsteifigkeit sei $k = \sqrt{2} \frac{G}{a}$.



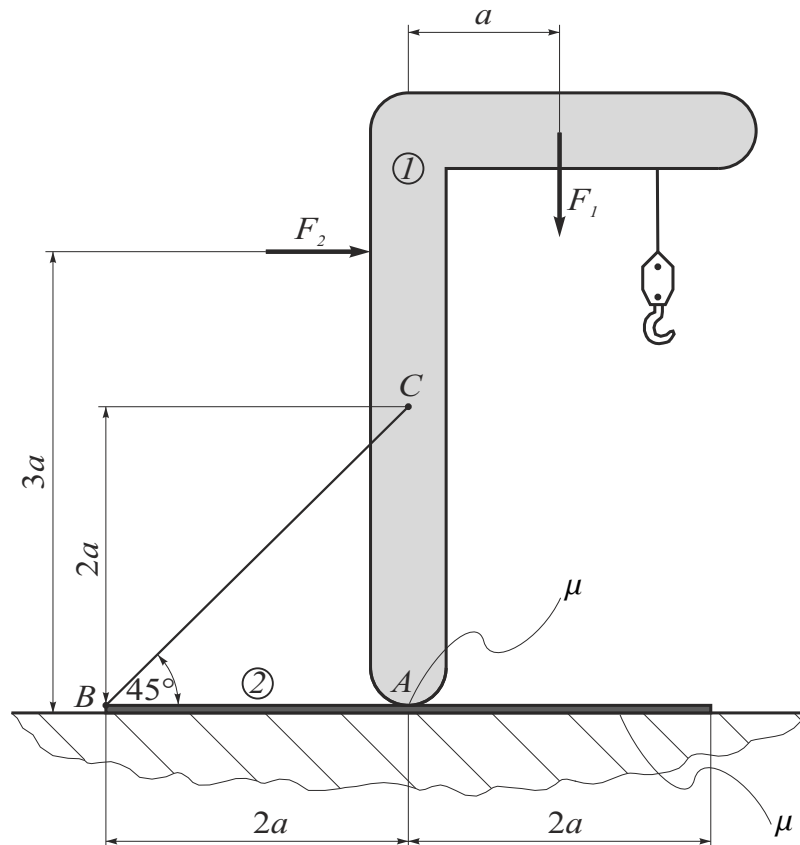
Annahmen: Ebenes System. Vernachlässigbar sind: Dicke der Stäbe und Lager, Reibung, Gewicht der Stäbe 2 und 3.

- Schneiden Sie die Stäbe 1, 2 und 3 frei. [4 Punkte]
- Zeigen Sie, dass die x -Komponente der Schwerpunktskoordinaten des Stabes 1 in der Ruhelage $x_{Ruhe} = \frac{1}{2}a$ beträgt. [2 Punkte]
- Ermitteln Sie die Lagerkräfte und Lagermomente in A , B , C und D in der Ruhelage.

Hinweis: Das Moment in D beträgt $M_D = 0$. [9 Punkte]

Aufgabe 3 (18 Punkte)

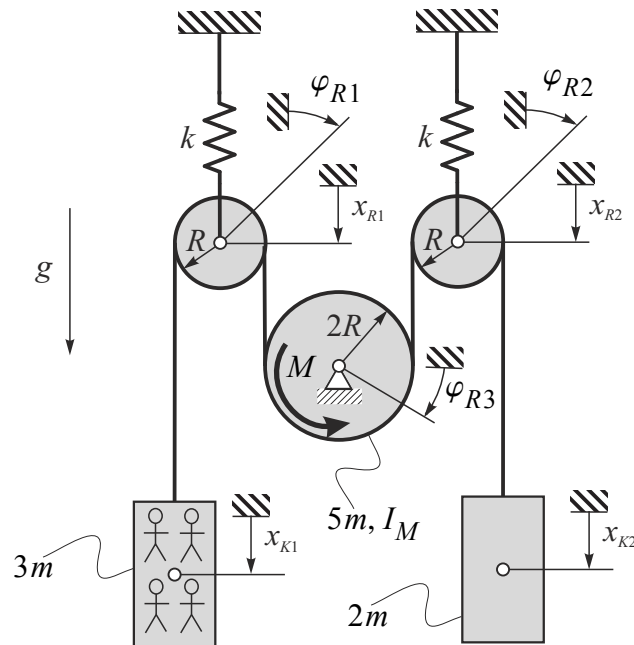
Das skizzierte ebene System besteht aus einem Krankörper 1 und einer Grundplatte 2, welche mit einem gewichtslosen Abspannseil zwischen B und C verbunden sind. Im Punkt A liegt der Krankörper reibungsbehaftet auf der Grundplatte auf. Die Grundplatte liegt ebenfalls reibungsbehaftet auf dem Untergrund auf und kann kippen. Der Haftreibungskoeffizient für beide Kontakte beträgt $\mu = 1/2$. Auf den Krankörper wirken in den eingezeichneten Punkten die Vertikalkraft F_1 sowie eine horizontale Windkraft F_2 . Die Dicke der Grundplatte sei vernachlässigbar und beide eingezeichneten Kräfte positiv.



- Schneiden Sie den Krankörper 1 und die Grundplatte 2 frei. [4 Punkte]
- Ermitteln Sie die Seilkraft S im Abspannseil. Ab welcher Windkraft F_2 reisst das Seil, wenn es mit maximal $S_{max} = 2\sqrt{2}F_1$ belastet werden kann? [3 Punkte]
- Diskutieren Sie das Haften des Krankörpers auf der Grundplatte im Punkt A. [4 Punkte]
- Bei welcher Windkraft F_2 beginnt die Grundplatte auf dem Untergrund zu rutschen? [4 Punkte]
- Bei welcher Windkraft F_2 beginnt die Grundplatte zu kippen? [2 Punkte]
- Welche Versagensart tritt zuerst auf? [1 Punkt]

Aufgabe 4 (21 Punkte)

Das skizzierte ebene System modelliert einen Doppelaufzug mit seinem Antrieb. Das System besteht aus 3 massebehafteten homogenen Körpern und zwei masselosen Umlenkrollen. Die zwei Kabinen (Masse $3m$ und $2m$) sind wie skizziert über ein Seil miteinander verbunden. Die Antriebsrolle (Radius $2R$, Masse $5m$, Massenträgheitsmoment $I_M = 10mR^2$) ist im Mittelpunkt drehbar befestigt. Ein Motormoment M wirkt auf die Antriebswelle. Um den Fahrkomfort zu erhöhen, sind die zwei Umlenkrollen (Radius R) über Federn (Federsteifigkeit k) befestigt. Das System ist in einer allgemeinen Lage skizziert. Bei ungespannten Federn sind alle Koordinaten identisch null.



Annahmen: Seile undehnbar und masselos; Seile rutschen nicht über die Rollen und sind immer gespannt; Kabinen können als Massenpunkte modelliert werden und bewegen sich nur vertikal; die Koordinaten x_{K1} und x_{K2} geben Schwerpunktspositionen der Körper an, x_{R1} und x_{R2} die Mittelpunkte der Rollen.

- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems. [1 Punkt]
- Schneiden Sie alle 5 Körper frei. Führen Sie die wirkenden Kräfte ein. Skizze erstellen! [5 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der Körper in den skizzierten Koordinaten auf. Geben Sie die Gleichungen für die beiden Federkräfte an und berechnen Sie die Seilkräfte. [8 Punkte]
- Formulieren Sie alle kinematischen Relationen. [4 Punkte]
- Sensoren messen x_{R1} , x_{R2} und φ_{R3} . Welches minimale Differentialgleichungssystem müssen Sie simulieren, um Ihr Modell mit den Messungen zu vergleichen? [3 Punkte]