

Biomechanik I, FS 2017, HST

Übersicht Aufgaben der Klausurensammlung

Aufgabentyp:			2D Kinematik	3D Kinematik	Kraft, Moment, Leistung	Äquivalenz, Reduktion	Analytische Statik, Fachwerke	PdVL	Lagerkräfte	Reibung	Dynamik
Nr	Fach	Datum									
I	GZ	Apr 08		1	2	2					
I	GZ	Mrz 09	1	2	2	2					
I	GZ	Mrz 10	1								
I	GZ	Mrz 11	1,2		1,2	2					
I	ITET	Okt 07	1		2	2					
I	GZ	Apr 07	1		2	2					
I	ITET	Nov 04	2		1,2	1					
I	ITET	Nov 06		2	(2)	(2)					
II	GZ	Apr 08					1	1	1,2		
II	GZ	Apr 09					1,2	1	2		
II	GZ	Mai 10					1,2	(1)	1,2		
II	ITET	Nov 07					1,2	1	1,2		
II	ITET	Nov 08					1,2	1	2		
II		Nov 09					1,2	1	2		
II	GZ	Mai 07					1,2		1,2		
II	ITET	Jan 06					1,2		1,2	2	
II	ITET	Dez 06					1,2	1	1,2		
III	GZ	Mai 08								1	(2)
III	GZ	Mai 09								1	(2)
III	GZ	Mai 10								1	(2)
III	GZ	Mai 11								1	(2)
III		Dez 09								1	(2)
III		Dez 10								1	(2)
III	GZ	Jun 07								1	(2)
III	ITET	Jan 06								(1)	(2)
III	ITET	Dez 07								1	(2)
III	ITET	Jan 07								1	(2)

Infos:

Die Zahlen in den Zellen entsprechen den Aufgaben in den Klausuren

Die in Klammern angegebenen Aufgaben sind nicht sehr prüfungsrelevant

Das Kapitel Dynamik wurde nicht behandelt. Demzufolge sind die Aufgaben für die Basisprüfungen 2015+ nicht relevant!

Für die Themen, die nach den Osterferien behandelt wurden, gibt es in dieser Klausurensammlung

keine Aufgaben. Sie sind jedoch immer noch prüfungsrelevant

Die vorliegenden Klausuren stammen nicht aus vergangener HST Basisprüfungen, sondern vom D-ITET respk. D-UWIS

Die Aufgaben für die Basisprüfung 2014 (HST) werden jedoch sehr ähnlich sein. Dennoch kann es sein, dass die eine oder

andere Teilaufgabe nicht in der Vorlesung oder der Übung behandelt wurde.

Auf jedem Fall gilt der Vorlesungs- bzw. Übungsstoff als prüfungsrelevant



Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur I

2. April 2008, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2008

Name:

Vorname:

ETH-Nummer:

Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Aufgabe 1 (14 Punkte)

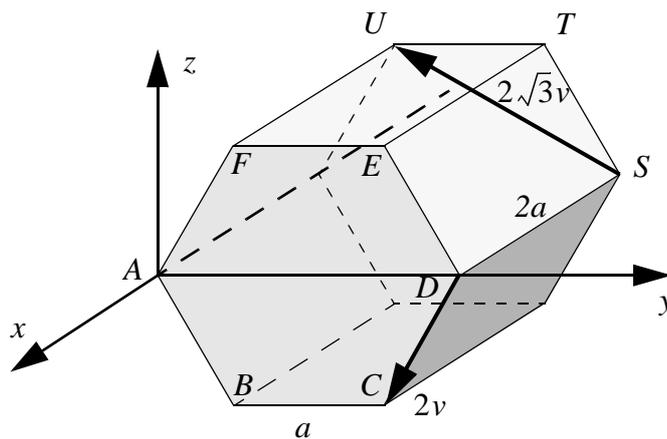
Aus der Gesteinsformation am Svartifoss Wasserfall in Island bricht bei Tauwetter ein Stück Basalt in Form eines geraden, hexagonalen Prismas.

Das Stück Gestein wird gemäss der untenstehenden Zeichnung modelliert. Die Länge des Prismas beträgt $2a$ und die Seitenlängen der hexagonalen Grundfläche betragen a . Zu einem gewissen Zeitpunkt hat die Geschwindigkeit des Punktes S den Betrag $2\sqrt{3}v$ und zeigt in Richtung SU , und die Geschwindigkeit im Punkt D hat den Betrag $2v$ und zeigt in Richtung DC . Zusätzlich ist zu diesem Zeitpunkt bekannt, dass in E die Geschwindigkeitskomponente in z -Richtung verschwindet und die Ebene $FETU$ parallel zur xy -Ebene liegt.



Basalt in Form hexagonaler Prismen am Svartifoss Wasserfall.

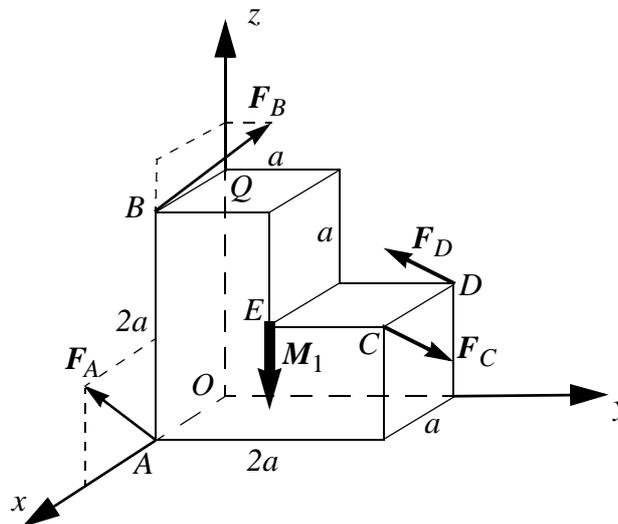
- Bestimme mit Hilfe des Satzes der projizierten Geschwindigkeiten für diesen momentanen Bewegungszustand die Geschwindigkeit im Punkt E ! [6 Punkte]
- Bestimme die Kinemate im Punkt E ! [6 Punkte]
- Von welchem Typ ist dieser momentane Bewegungszustand? Eine mathematische Begründung ist erforderlich. [2 Punkte]



Aufgabe 2 (14 Punkte)

Am skizzierten starren Körper, bestehend aus drei aneinandergeschweissten Würfeln der Kantenlänge a , greift eine Kräftegruppe an, die sich zusammensetzt aus:

- den Kräften $F_C = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{\sqrt{3}}{2}P \\ -\frac{1}{2}P \end{bmatrix}$ in C und $F_D = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{\sqrt{3}}{2}P \\ \frac{1}{2}P \end{bmatrix}$ in D .
- einem "Moment" (Kräftepaar) $M_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -\frac{\sqrt{3}}{2}aP \end{bmatrix}$ in E .
- den Kräften $F_A = \begin{bmatrix} P \\ 0 \\ P \end{bmatrix}$ in A , und $F_B = \begin{bmatrix} -P \\ kP \\ \frac{1}{2}P \end{bmatrix}$ in B (k ist eine reelle Zahl).



- Berechne die Dynamik der Kräftegruppe in O ! [5 Punkte]
- Berechne die Dynamik der Kräftegruppe in Q ! [2 Punkte]
- Ermittle den Faktor k der y -Komponente der Kraft F_B so, dass die Kräftegruppe einer Einzelkraft statisch äquivalent ist! [2 Punkte]
- Berechne für diese gefundene y -Komponente den Betrag der statisch äquivalenten Einzelkraft und das resultierende Moment M_O ! [2 Punkte]
- Ermittle die Wirkungslinie der statisch äquivalenten Einzelkraft und trage sie in einer Skizze ein! [3 Punkte]



Mechanik GZ

Klausur I

25. März 2009, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2009

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

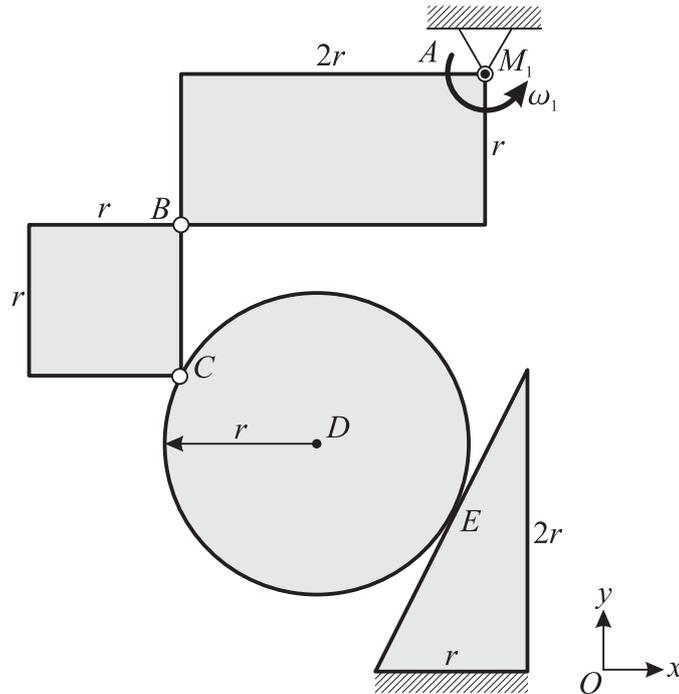
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 2 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (8 Punkte)

Das skizzierte ebene System besteht aus einem Rechteck mit der Länge $2r$ und der Höhe r , einem Quadrat mit der Kantenlänge r , einem Rad mit Radius r und einem Dreieck mit der Grundseitenlänge r und der Höhe $2r$. Das Dreieck ist am Boden festgemacht. Das Rad rollt auf dem Dreieck ab. Die Körper sind in den Punkten B und C gelenkig miteinander verbunden. Das Rechteck ist in A gelenkig gelagert und dreht sich mit der Rotationsgeschwindigkeit vom Betrag ω_1 um sein Momentanzentrum M_1 .



Alle folgenden Resultate sollen in Abhängigkeit von ω_1 und r dargestellt werden.

Bestimmen Sie, indem Sie die Momentanzentren und die Richtungen der Geschwindigkeiten auf dem Skizzenblatt einzeichnen und die Beträge ausrechnen:

- das Momentanzentrum und die Rotationsgeschwindigkeit des Quadrates! [2 Punkte]
- das Momentanzentrum und die Rotationsgeschwindigkeit des Rades! [2 Punkte]
- die Geschwindigkeiten der Punkte B und C ! [2 Punkte]

Berechnen Sie:

- die x - und y -Komponente der Geschwindigkeit des Punktes D ! [2 Punkte]

Aufgabe 2 (12 Punkte)

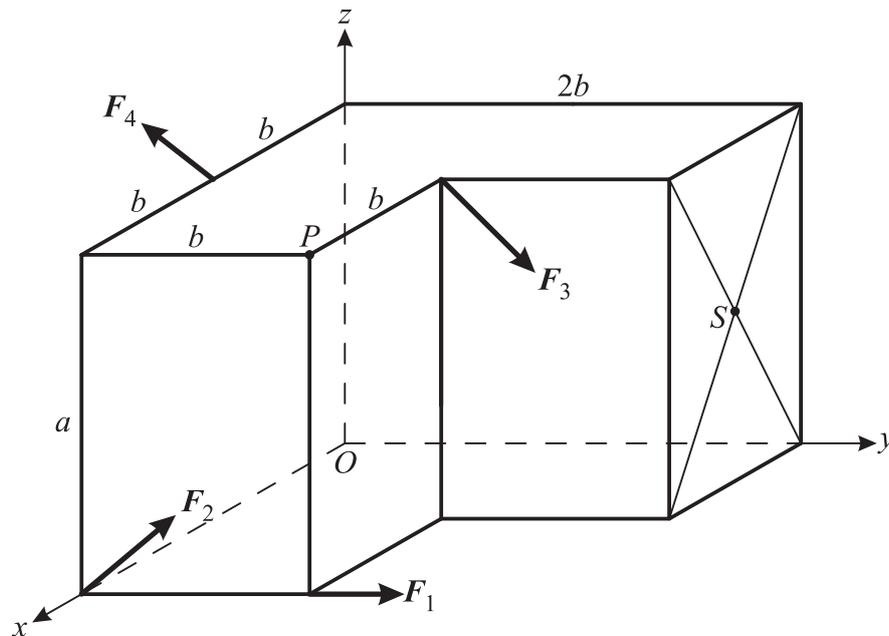
Am skizzierten starren Körper (geometrische Dimensionen a und b) greift eine Kräftegruppe an, die sich zusammensetzt aus:

$$\mathbf{F}_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ P \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_2 = \begin{bmatrix} -2P \\ 2P \\ 2P \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 2P \\ -2P \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_4 = \begin{bmatrix} -2P \\ -2P \\ 0 \end{bmatrix}$$



- Bestimmen Sie die Dynamik der Kräftegruppe im Punkt P ! [6 Punkt]
- Ermitteln Sie a in Abhängigkeit von b , so dass die Kräftegruppe zu einer Einzelkraft statisch äquivalent ist! [2 Punkte]

Nun betrachten wir einen momentanen Bewegungszustand gegeben durch die Kinemate in S :

$$\mathbf{v}_S = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ v \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \boldsymbol{\omega} = \begin{bmatrix} \frac{v}{2b} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

- Berechnen Sie die Leistung der Kräftegruppe! [4 Punkte]



Mechanik GZ

Klausur I

31. März 2010, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2010

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

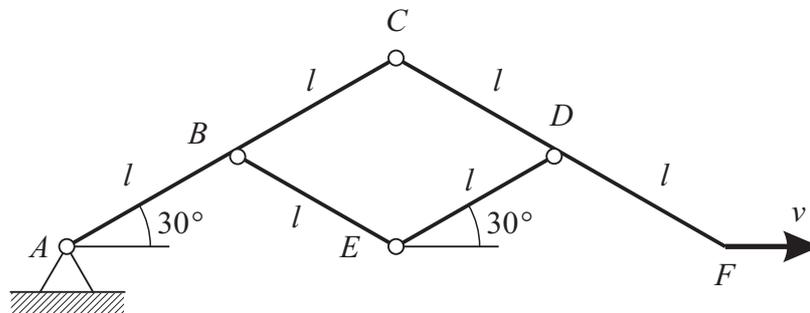
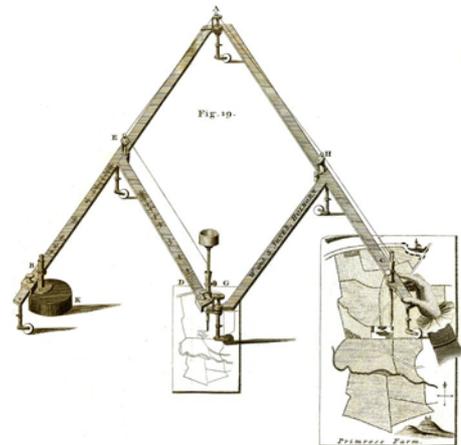
Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 2 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (12 Punkte)

Der Pantograph wurde früher unter anderem benutzt um Karten zu vergrößern oder zu verkleinern (siehe Bild rechts, G. Adams: *Geometrical and graphical essays*, 2. Aufl. London 1797). Im Folgenden soll ein solcher Mechanismus untersucht werden.

Das modellierte System besteht aus den starren Stäben AC und CF der Länge $2l$ und den Stäben BE und DE der Länge l . Die Stäbe sind wie skizziert gelenkig miteinander verbunden. Der Punkt F bewege sich mit der Schnelligkeit v horizontal nach rechts.

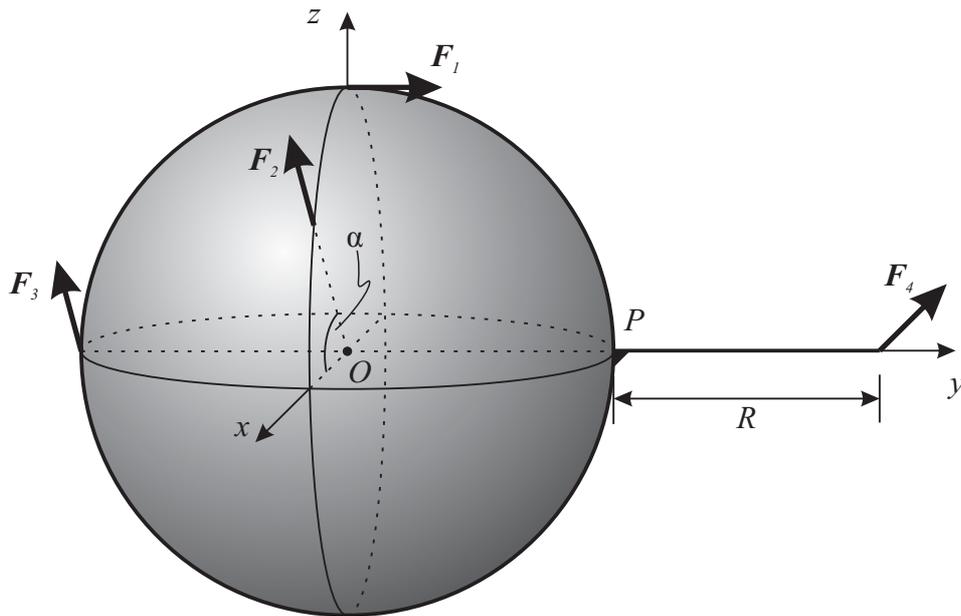


- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten (Betrag und Richtung) in den Punkten B , C und D in Funktion von v ! Ein geometrisch korrekt gezeichneter Pfeil genügt, um die Richtung der Geschwindigkeit zu beschreiben. [6 Punkte]
- Berechnen Sie mit Hilfe des Satzes der projizierten Geschwindigkeiten den Betrag und die Richtung die Geschwindigkeit in Punkt E . [2 Punkte]
- Kennzeichnen Sie die Momentanzentren aller Stäbe in einer eigenen Zeichnung! [4 Punkte]

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Der skizzierte starre Körper besteht aus einer Kugel mit Radius R und einem radial daran angeschweissten Stab der Länge R . An ihm greift eine Kräftegruppe bestehend aus vier Kräften an. Die Kraft F_1 hat ihre Wirkungslinie in y -Richtung und den Betrag F . Die Wirkungslinie der Kraft F_2 mit unbekanntem Betrag C liegt radial in der xz -Ebene und ist um einen Winkel $\alpha = 45^\circ$ gegenüber der x -Achse gedreht. Die Kräfte F_3 und F_4 seien gegeben als

$$F_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ A \\ B \end{bmatrix}; \quad F_4 = \begin{bmatrix} -F \\ 0 \\ F \end{bmatrix} \quad \text{wobei } A \text{ und } B \text{ unbekannte Komponenten der Kraft sind.}$$



- Bestimmen Sie die Dynamik der Kräftegruppe im Punkt O ! [5 Punkte]
- Bestimmen Sie die Dynamik der Kräftegruppe im Punkt P ! [2 Punkte]
- Ermitteln Sie A , B und C in Abhängigkeit von F , so dass die Kräftegruppe zu einem Kräftepaar statisch äquivalent ist! [3 Punkte]

Nun betrachten wir einen momentanen Bewegungszustand gegeben durch die Kinematik in O :

$$v_O = \begin{bmatrix} 0 \\ v \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \omega = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{v}{R} \end{bmatrix}$$

- Berechnen Sie die Leistung der Kräftegruppe! Verwenden Sie dazu die Resultate aus c). [2 Punkte]



Mechanik GZ

Klausur I

30. März 2011, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2011

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

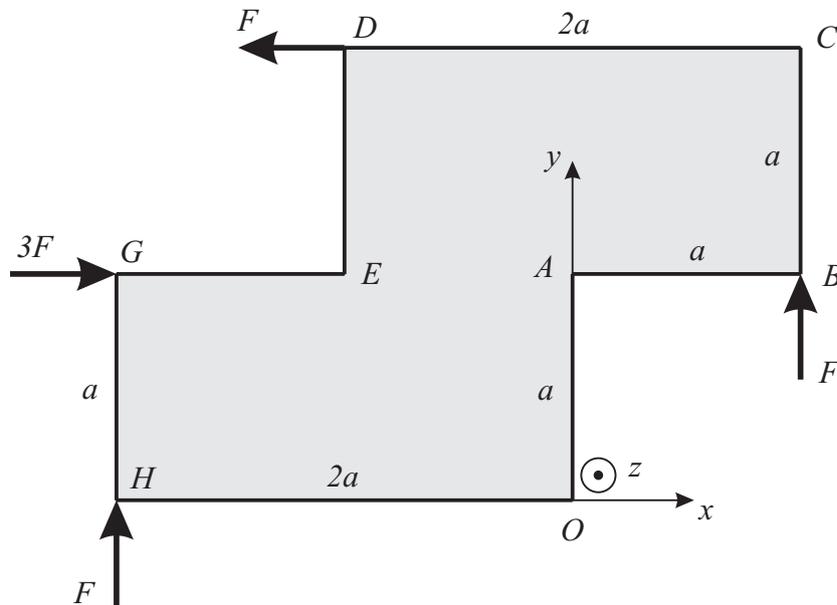
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 2 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Der skizzierte Körper ist aus fest verbundenen Quadratplatten der Kantenlänge a zusammengesetzt. Er liegt in der $x - y$ -Ebene. Es greifen die eingezeichneten vier Kräfte mit den Beträgen F bzw. $3F$ an, die ebenfalls in der $x - y$ -Ebene liegen.



- Berechnen Sie die Dynamik der Kräftegruppe in den Punkten O und E . [4 Punkte]
- Berechnen Sie die Gesamtleistung der Kräftegruppe bei einem Bewegungszustand, der durch die folgende Kinemate gegeben ist: [3 Punkte]

$$\mathbf{v}_G = \begin{bmatrix} v \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\omega} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{v}{a} \end{bmatrix}$$

- Ersetzen Sie die ebene Kräftegruppe durch eine statisch äquivalente Einzelkraft. Bestimmen Sie insbesondere die Wirkungslinie dieser Einzelkraft und geben Sie sie in Form einer Geradengleichung an. [4 Punkte]



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur I

30. Oktober 2007, 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

Herbstsemester 2007

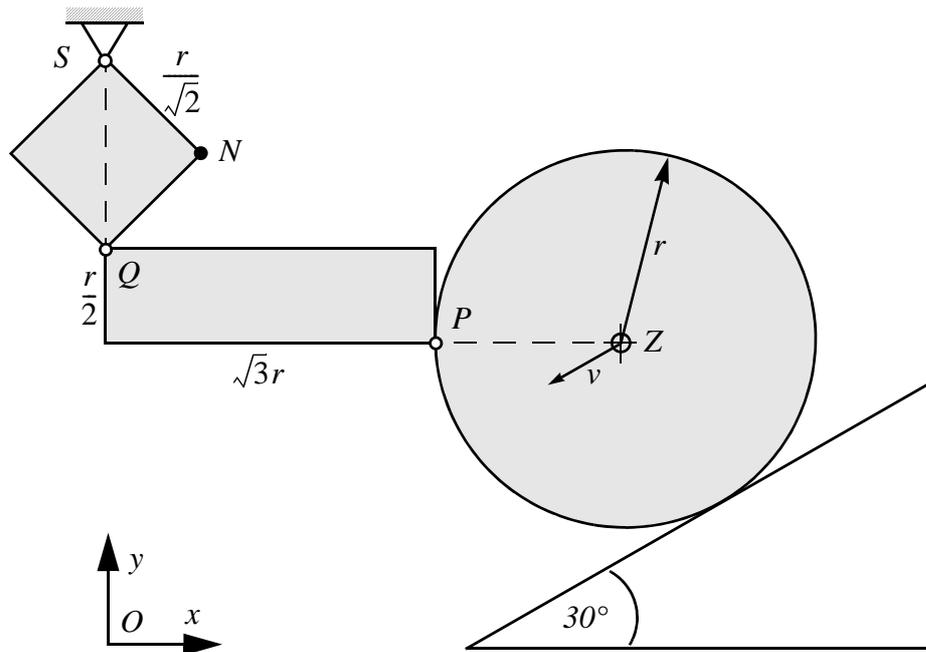
Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang: D-ITET
-------	----------	-------------	-------------------------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Aufgabe 1 (14 Punkte)

Das skizzierte ebene System besteht aus einem Rad mit Radius r , einem rechteckigen Quader der Länge $\sqrt{3}r$ und Höhe $\frac{r}{2}$ sowie einem Würfel mit Kantenlänge $\frac{r}{\sqrt{2}}$. Das Rad rollt eine 30° geneigte Ebene hinab; sein Mittelpunkt hat die Schnelligkeit v . Die Körper sind in P und Q jeweils gelenkig miteinander verbunden. Der Würfel ist in S gelenkig gelagert. Der Würfel ist in S gelenkig gelagert.



In der dargestellten Lage liegt

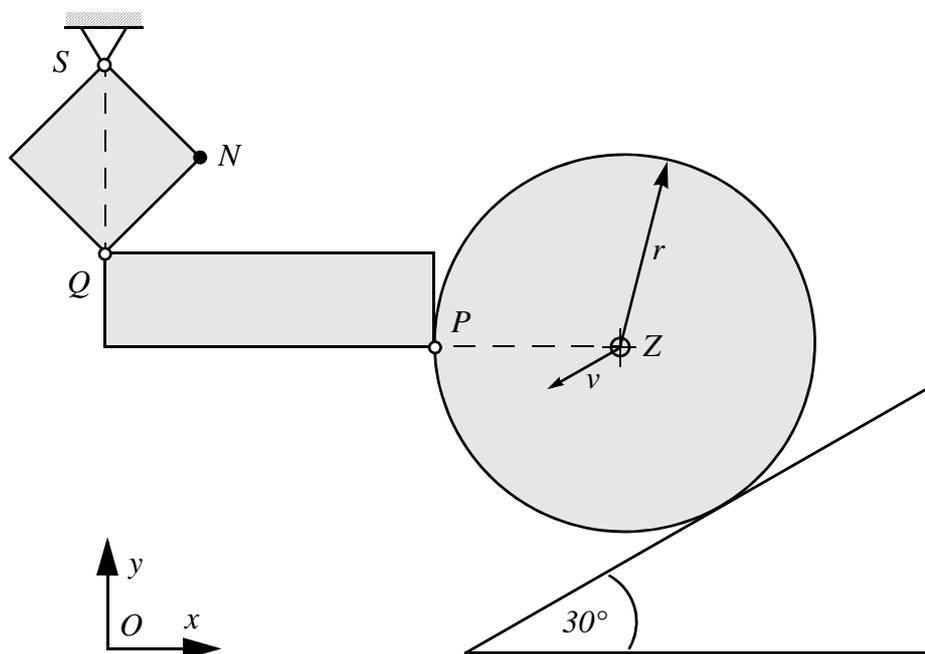
- der rechteckige Quader horizontal,
- S vertikal über Q ,
- P auf derselben Höhe wie Z .

Bestimme in Abhängigkeit von v und r :

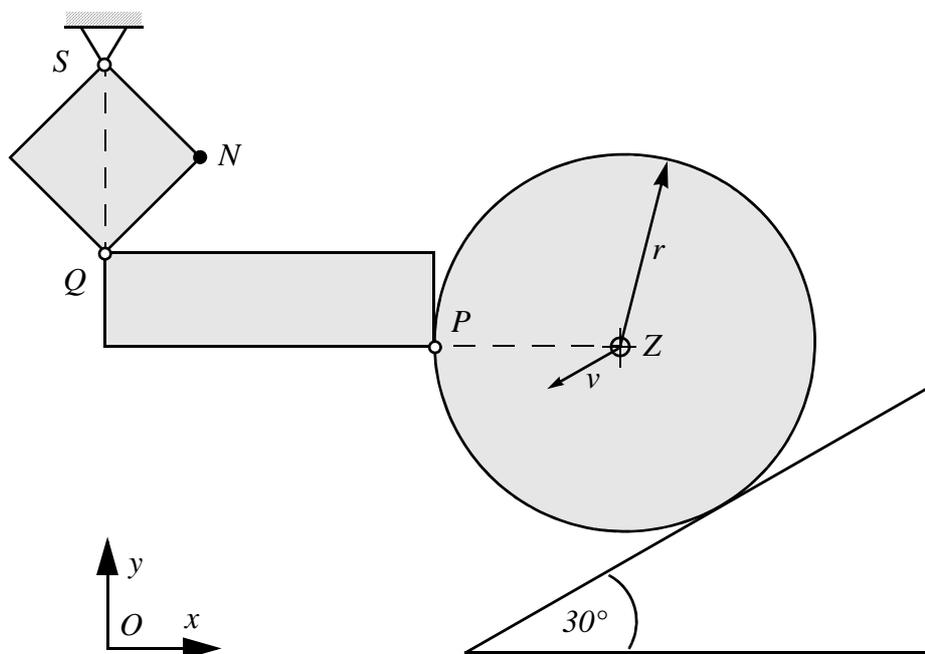
- Momentanzentrum und Rotationsschnelligkeit des Rades. [2 Punkte]
- Die Geschwindigkeiten der Punkte P und Q . [6 Punkte]
- Momentanzentrum und Rotationsschnelligkeit des rechteckigen Quaders. [2 Punkte]
- Momentanzentrum und Rotationsschnelligkeit des Würfels. [2 Punkte]
- Die Geschwindigkeit im Punkt N . [2 Punkte]

Hinweis: Momentanzentren sind in der Skizze einzuzeichnen. Geschwindigkeiten können in x - und y -Komponenten angegeben werden oder mit Betrag und Richtung in der Skizze eingetragen werden.

Zeichnungsskizze für Aufgabe 1:



Ersatzskizze für Aufgabe 1 - ungültige Skizze deutlich streichen!



Aufgabe 2 (14 Punkte)

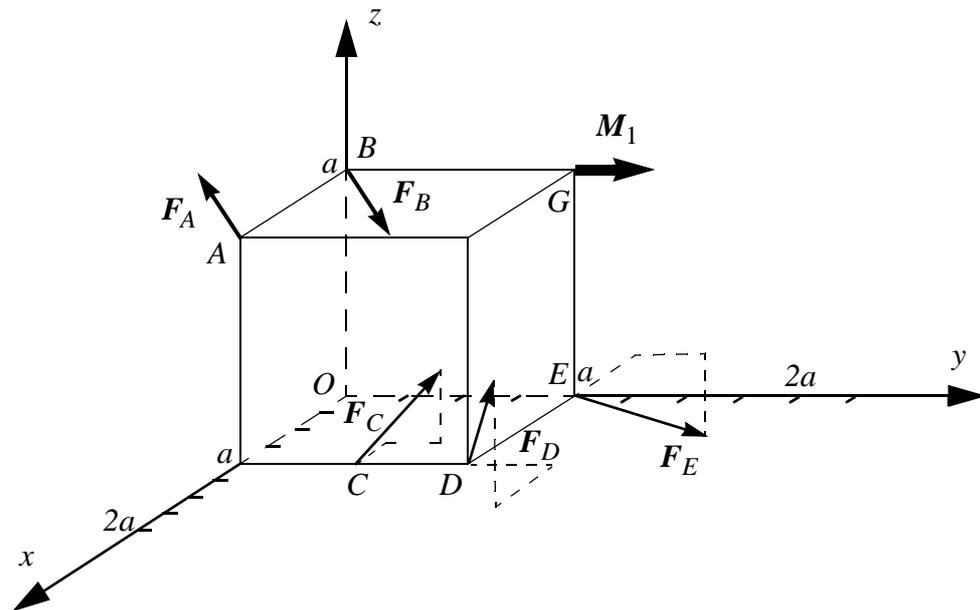
Am skizzierten Würfel der Kantenlänge a greifen wie eingezeichnet folgende Größen an:

- die Kräfte $F_A = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{1}{2}P \\ \frac{\sqrt{3}}{2}P \end{bmatrix}$ in A und $F_B = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{2}P \\ -\frac{\sqrt{3}}{2}P \end{bmatrix}$ in B .

- ein "Moment" (Kräftepaar) $M_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{\sqrt{3}+2}{2}aP \\ 0 \end{bmatrix}$ in G

- $F_C = \begin{bmatrix} -2P \\ P \\ cP \end{bmatrix}$ in $C(a, a/2, 0)$, $F_D = \begin{bmatrix} P \\ P \\ P \end{bmatrix}$ in $D(a, a, 0)$ und $F_E = \begin{bmatrix} -P \\ P \\ -P \end{bmatrix}$ in $E(0, a, 0)$

als Einzelkräfte (c ist eine reelle Zahl).



- Berechne die Dynamik der Kräftegruppe in O . [5 Punkte]
- Berechne die Dynamik der Kräftegruppe in B . [2 Punkte]
- Ermittle den Faktor c der z -Komponente der Kraft F_C so, dass die Kräftegruppe einer Einzelkraft statisch äquivalent ist. [2 Punkte]
- Berechne für diese gefundene z -Komponente den Betrag der statisch äquivalenten Einzelkraft und das resultierende Moment M_O . [2 Punkte]
- Ermittle die Wirkungslinie der statisch äquivalenten Einzelkraft und trage sie in einer Skizze ein. [3 Punkte]



Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur I

25.04.2007 / 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

SS 2007

Name:

Vorname:

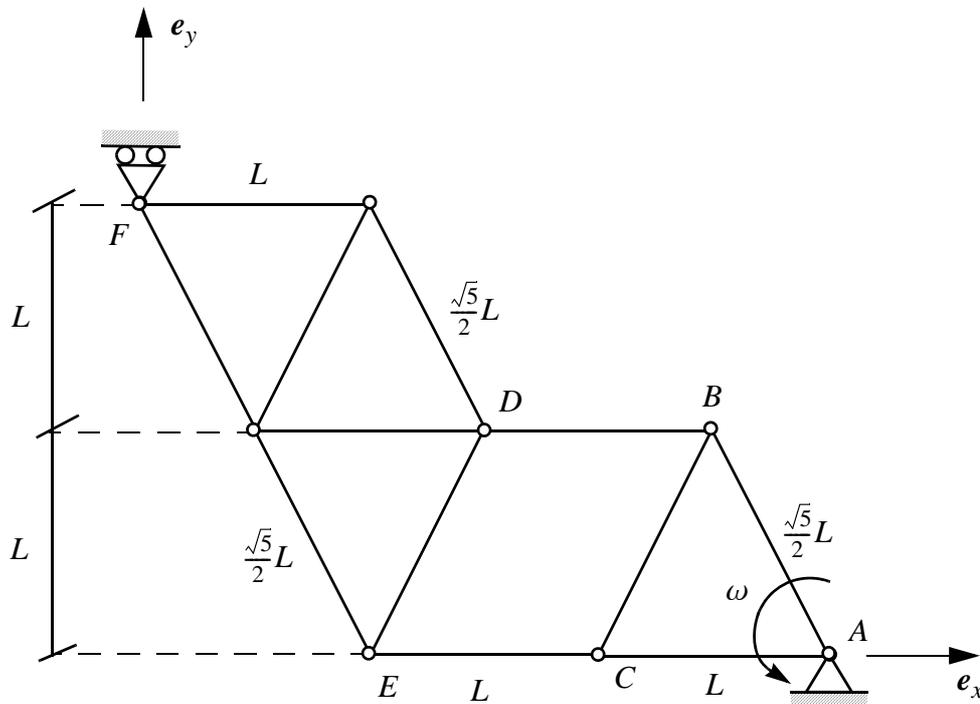
ETH-Nummer:

Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (20 Punkte)

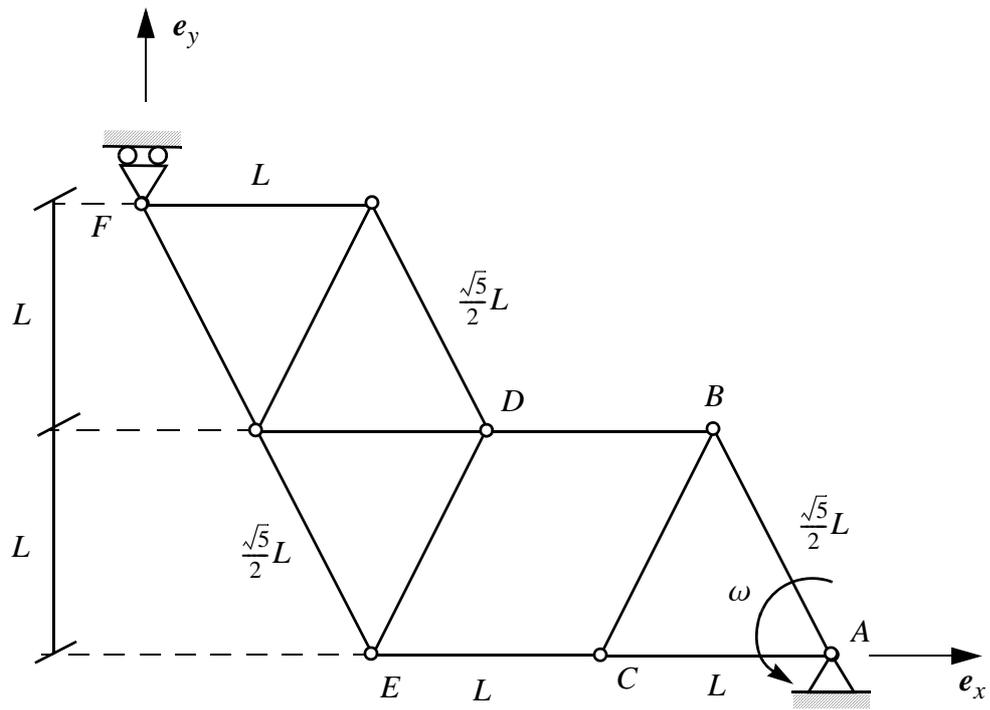
Das abgebildete ebene System besteht aus zwölf starren Stäben der Länge L beziehungsweise $(\sqrt{5}/2)L$, welche reibungsfrei gelenkig miteinander verbunden sind. Das Auflager in F verhindert eine Bewegung in e_y -Richtung beidseitig und lässt eine Bewegung in e_x -Richtung beidseitig zu. Der momentane Bewegungszustand des Systems ist durch die eingezeichnete Rotationsschnelligkeit ω gegeben.



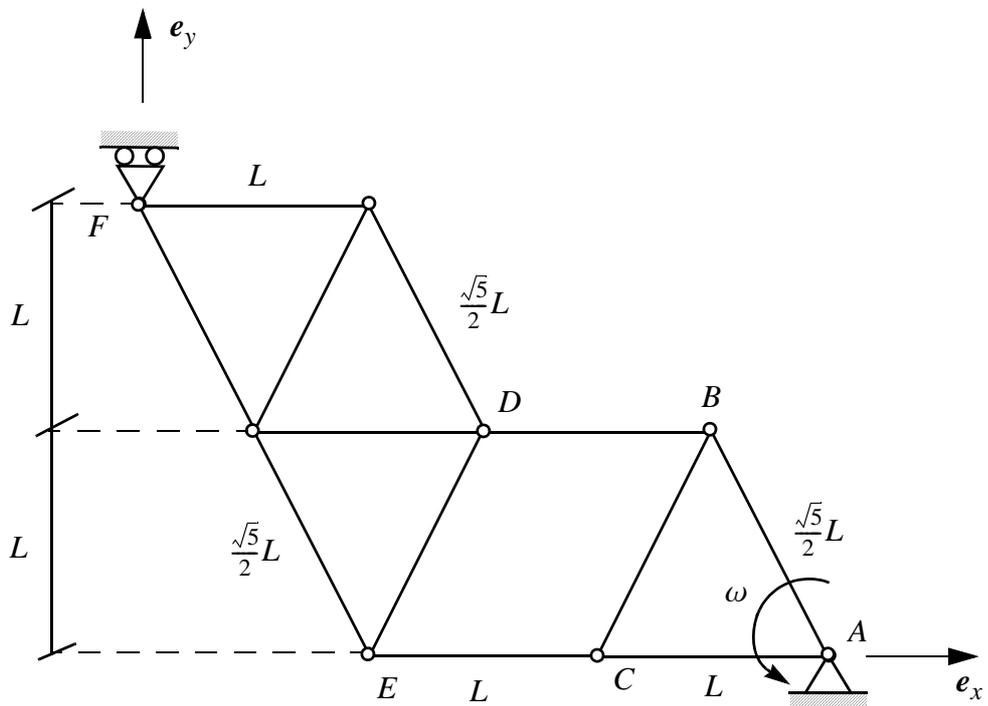
- Markieren und nummerieren Sie die vier Starrkörper.
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten in B , C , D , E und F in Funktion von ω und L . Geben Sie entweder den Betrag und die Richtung in der Zeichnung an (Winkel auch angeben), oder schreiben Sie die Geschwindigkeit in vektorieller Form.
- Bestimmen und bezeichnen Sie die Momentanzentren M_i sowie die entsprechenden Rotations-schnelligkeiten der vier Starrkörpern.

Verwenden Sie die Skizzen auf der nächste Seite!

Arbeitsblatt

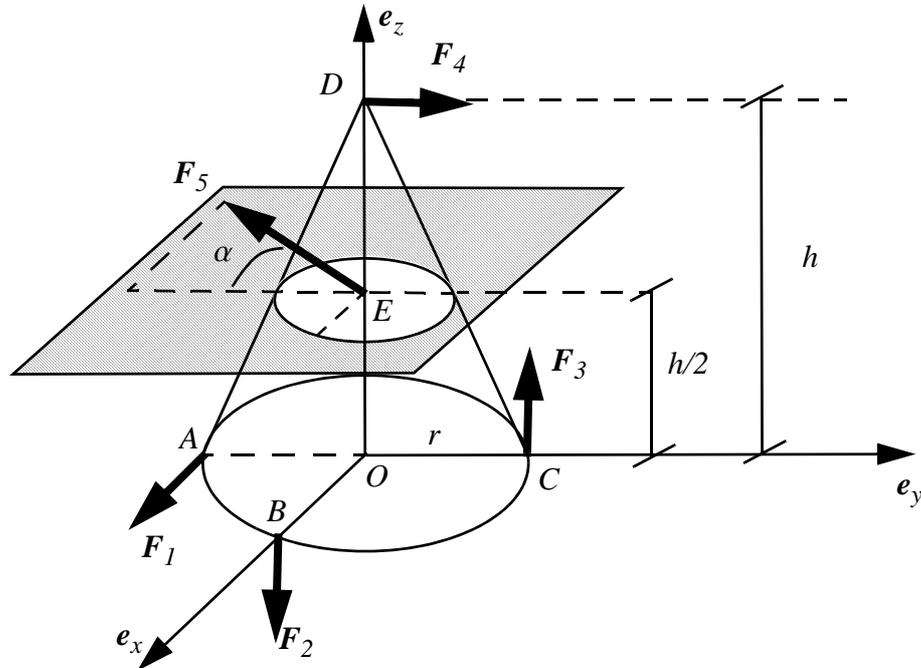


Reserve (wird nur korrigiert, falls die obere Skizze als ungültig markiert):



Aufgabe 2 (20 Punkte)

Ein starrer Körper hat die Form eines geraden Kreiskegels (Grundfläche mit Radius r in der xy -Ebene). An ihm greifen vier Kräfte F_1, F_2, F_3, F_4 mit dem Betrag $|F_i| = F$ und eine Kraft F_5 mit dem Betrag $|F_5| = kF$ an. Die Wirkungslinie der Kraft F_5 liegt in der zur xy -Ebene parallelen schraffierten Ebene und hat den Winkel α zur y -Achse. Die Wirkungslinien der Kräfte F_2 und F_3 sind in e_z -Richtung, diejenige der Kraft F_1 ist in e_x -Richtung, und diejenige der Kraft F_4 ist in e_y -Richtung.



- Bestimmen Sie die Komponenten der Kräfte F_1, F_2, F_3, F_4 und F_5 im Bezugssystem $\{O, e_x, e_y, e_z\}$.
- Berechnen Sie die Dynamik bezüglich des Punktes O .
- Berechnen Sie die Dynamik bezüglich des Punktes C .
- Bestimmen Sie die Parameter α und k der Kraft F_5 so, dass die Kräftegruppe $\{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\}$ statisch äquivalent zu einem Kräftepaar ist.



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur I

29.11.2004 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

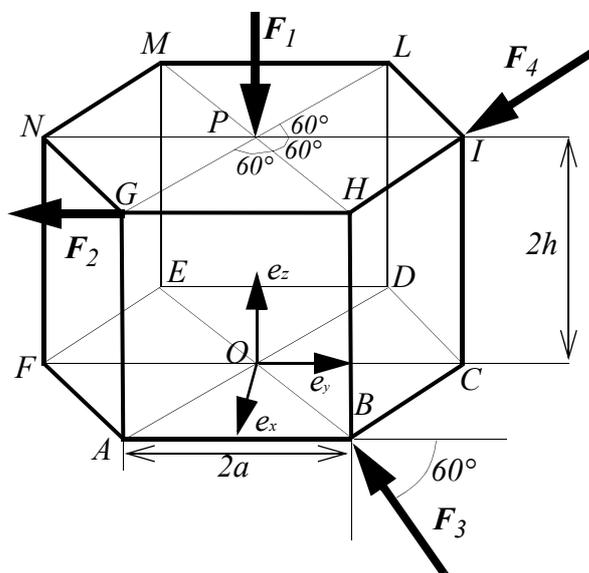
WS 05/06

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (12 Punkte)

An einem Prisma (Höhe $2h$) mit regelmässigem sechseckigem Grundriss (Seitenlängen $2a$) greifen vier Kräfte F_1 , F_2 , F_3 und F_4 an. Ihre Beträge F_1 , F_2 , F_3 und F_4 sind vorerst unbestimmt. Die Kraft F_1 ist senkrecht zum oberen Grundriss. Die Kräfte F_2 und F_4 liegen in Richtung der Kanten GH bzw. HI . Die Kraft F_3 liegt in der y - z -Ebene und weist einen Winkel von 60° bezüglich der horizontalen Ebene auf.



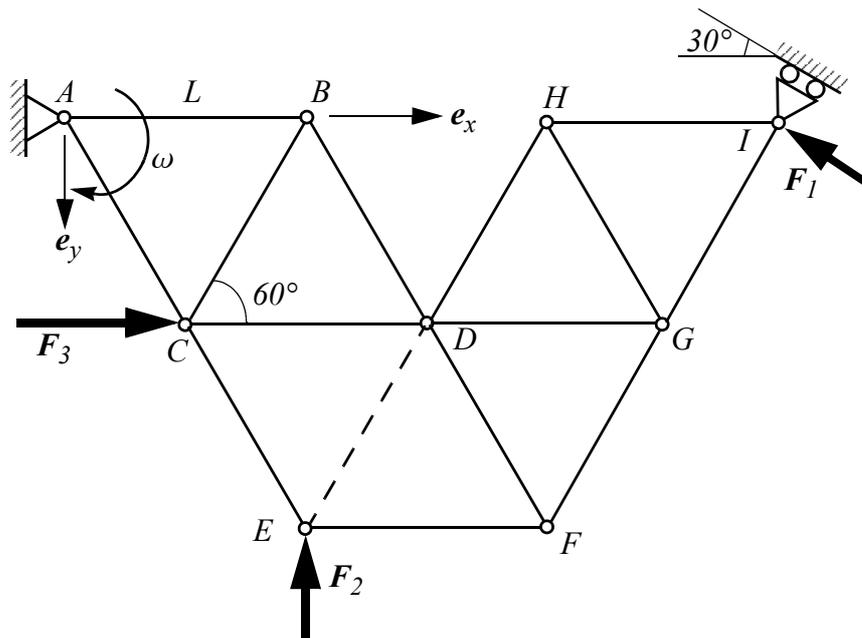
- Bestimmen Sie die Dyname der Kräftegruppe bezüglich des Punktes O im x - y - z -Koordinatensystem.
- Nun sei $F_1 = F_2 = F$, $F_3 = F_4 = 2F$.
Für welches Verhältnis a/h kann die Kräftegruppe auf eine Einzelkraft reduziert werden?

Hinweis: $\sin 30^\circ = 1/2$, $\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$, $\sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$, $\cos 60^\circ = 1/2$

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Das abgebildete System besteht aus fünfzehn gewichtslosen, gleich langen, starren Stäben (Länge L). Die Stäbe sind gelenking miteinander verbunden, und die Winkel zwischen den Stäben betragen alle 60° . Am System greifen die eingezeichneten Kräfte F_1 , F_2 mit Betrag P und F_3 mit Betrag $\sqrt{3}P$ an. F_1 ist parallel zur Unterlage bei I .

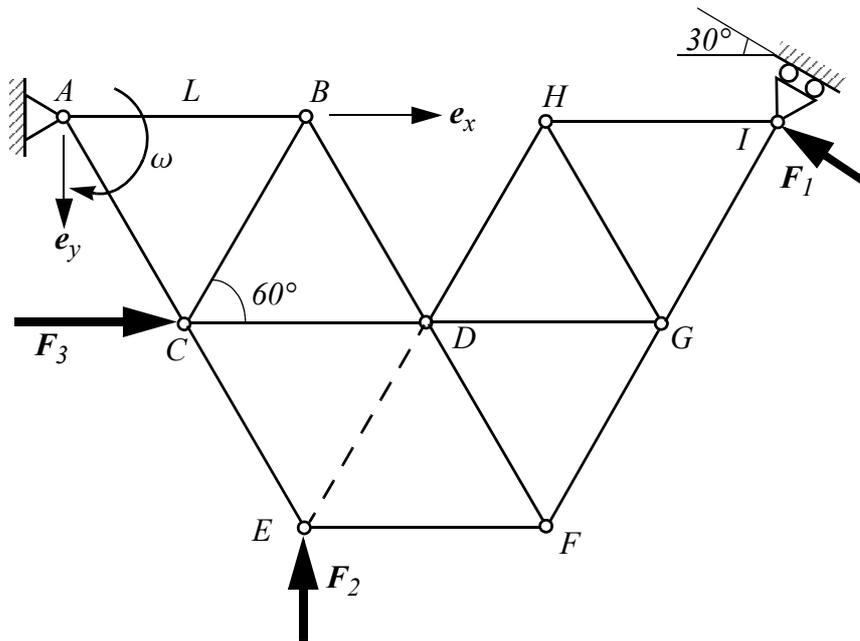
Nun wird der Stab DE entfernt, so dass ein Mechanismus entsteht. Die Bewegung des Systems ist durch die eingezeichnete Rotationsschnelligkeit ω gegeben.



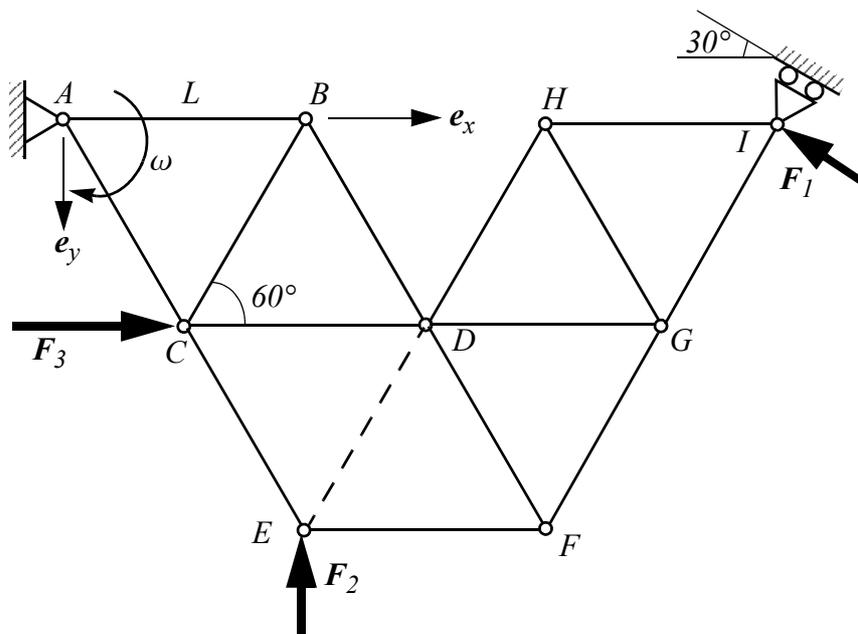
- Markieren Sie die Starrkörper und identifizieren Sie die Momentanzentren (total 4).
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten in C , E und I . Zeichnen Sie entweder den Betrag und die Richtung in der Zeichnung ein (Winkel auch angeben), oder geben Sie die Geschwindigkeit in vektorieller Form an.
- Berechnen Sie die Gesamtleistung der Kräfte F_1 , F_2 und F_3 beim gegebenen Bewegungszustand.

Hinweis: Verwenden Sie das beiliegende Arbeitsblatt!

Viel Erfolg!



Arbeitsblatt (zusätzlich)





Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur I

28.11.2006 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

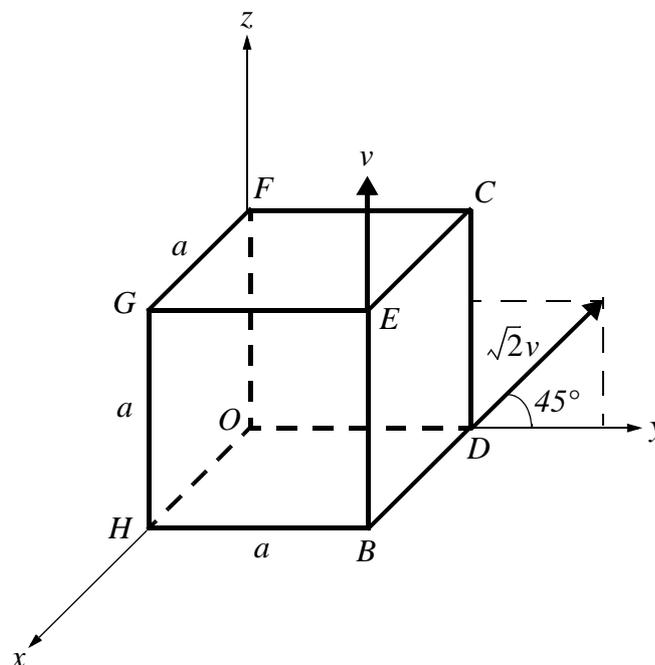
WS 06/07

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang: D-ITET
--------------	-----------------	--------------------	-------------------------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (16 Punkte)

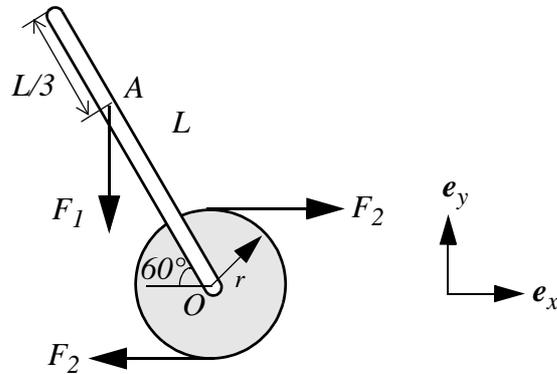
Der Bewegungszustand eines starren Würfels ist durch die skizzierten Geschwindigkeiten der Eckpunkte D und E beschrieben. Die Geschwindigkeit des Punktes E zeigt in positive z -Richtung und hat Betrag v , während die Geschwindigkeit des Punktes D (mit Betrag $\sqrt{2}v$) einen Winkel von 45° zur y -Richtung aufweist und in der yz -Ebene liegt. Zusätzlich weiss man, dass die z -Komponente der Geschwindigkeit in H null ist.



- Bestimme die fehlenden Komponenten der Geschwindigkeit des Punktes H ! [5 Punkte]
- Bestimme die Kinematik im Punkt H ! [9 Punkte]
- Handelt es sich um eine Translation, Rotation oder Schraubung? [2 Punkte]

Aufgabe 2 (16 Punkte)

Das skizzierte ebene System besteht aus einem gewichtslosen Rad, das mit einem gewichtslosen Stab der Länge L verschweisst ist. Im Punkt A greift die vertikale Kraft F_1 an. Zudem wirkt ein Kräftepaar bestehend aus Kräften vom Betrag F_2 . Die drei Kräfte bilden die Kräftegruppe $\{G\}$.



a) Bestimme die Invarianten der Dynamik! Schreibe das Resultat hier auf dieses Blatt! [3 Punkte]

b) Die Kräftegruppe $\{G\}$ ist statisch äquivalent zu einem/einer (kreuze die richtige Antwort an):
[1 Punkt]

Moment
(Kräftepaar)

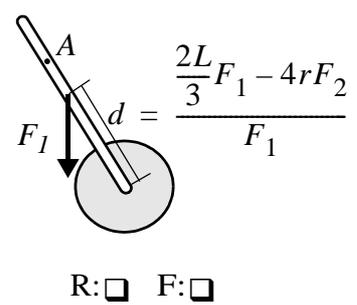
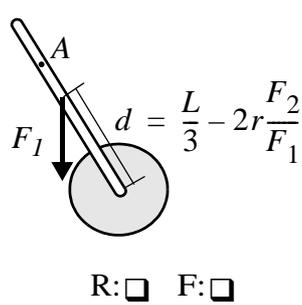
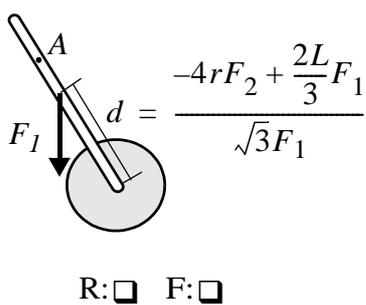
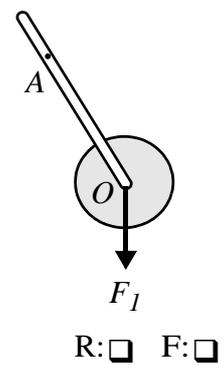
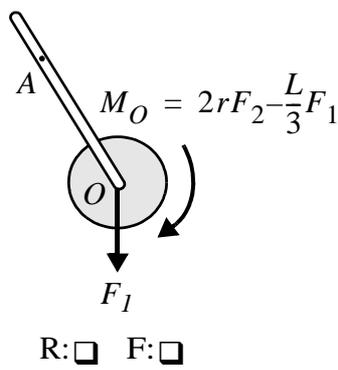
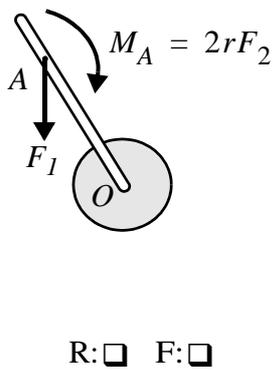
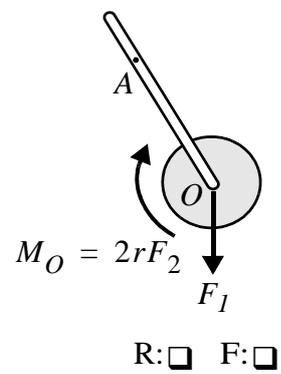
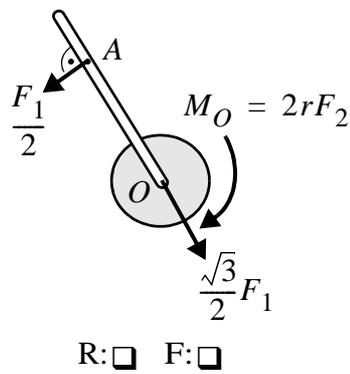
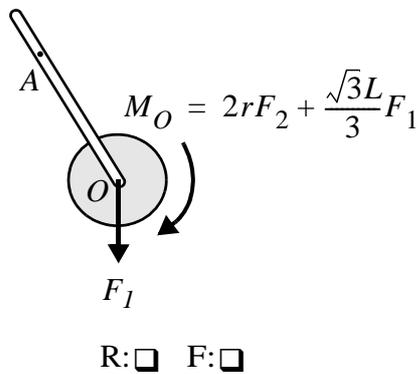
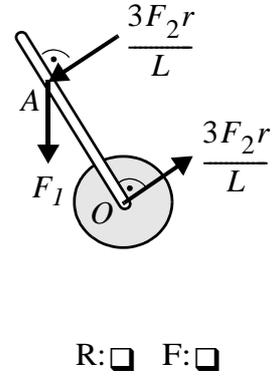
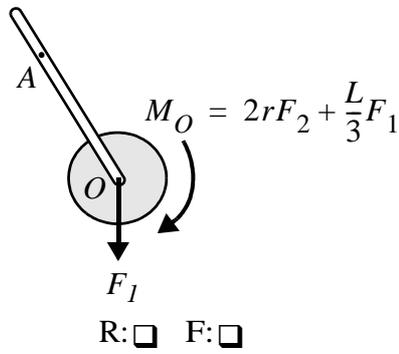
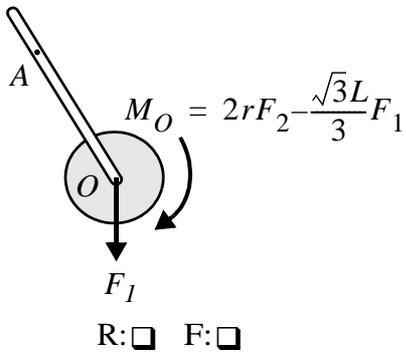
Einzelkraft

Schraube

Nullsystem

c) Welche Kräftegruppen sind zu $\{G\}$ statisch äquivalent? Kreuze bei jeder Antwort R (statisch äquivalent) oder F (nicht statisch äquivalent) an!

Bemerkung: Bei jeder Variante ergibt die korrekte Antwort +1 Punkt, die inkorrekte -1 Punkt, keine Antwort 0 Punkte. Falls nötig wird die Summe zu 0 aufgerundet. [12 Punkte]





Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur II

30. April 2008, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2008

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

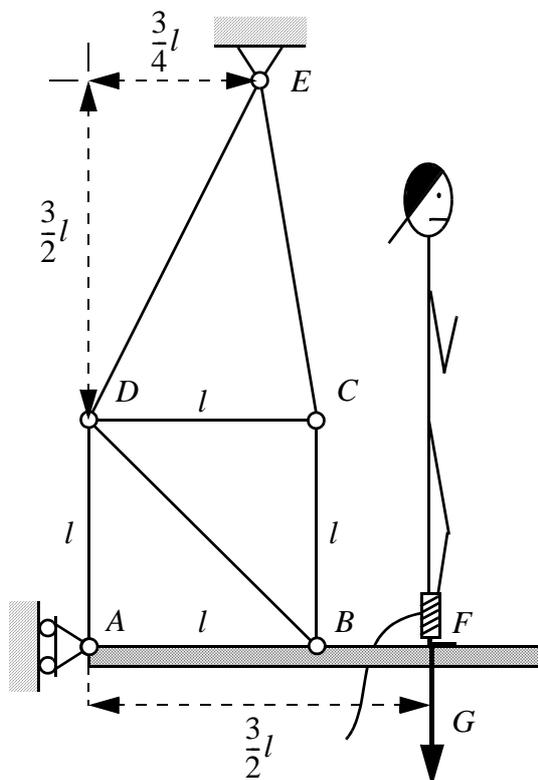
Aufgabe 1 (16 Punkte)

Der kleine Niels steht vor seinem 007-Bungeesprung gemäss Skizze auf einer Plattform, die folgendermassen mit einer Fachwerkkonstruktion an der Verzasca-Staumauer befestigt ist: in A mit einem reibungsfreien Auflager und in E reibungsfrei gelenkig gelagert.

Das Gewicht G des kleinen Niels greift im Punkt F an. Die gewichtslosen Stäbe der Fachwerkkonstruktion sind in A , B , C , D und E jeweils reibungsfrei gelenkig miteinander verbunden. Die schraffierte Plattform wird als gewichtsloser, starrer Körper modelliert. Die Geometrie der Fachwerkkonstruktion ist der Skizze zu entnehmen.

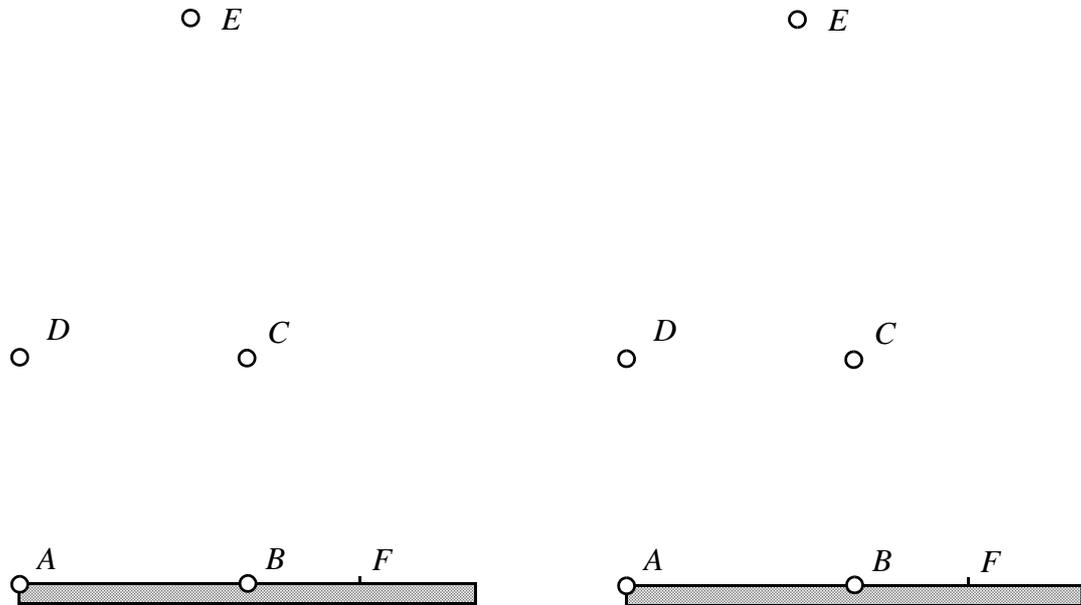
- Schneide die Tragkonstruktion von der Staumauer frei! [2 Punkte]
- Bestimme die Lagerkräfte in A und E ! [2 Punkte]
- Berechne mit dem Prinzip der virtuellen Leistungen die Stabkraft im Stab BC ! [10 Punkte]
- Handelt es sich um eine Zug- oder Druckkraft? [2 Punkte]

Hinweis: Es können die Skizzierhilfen auf der gegenüberliegenden Seite verwendet werden.

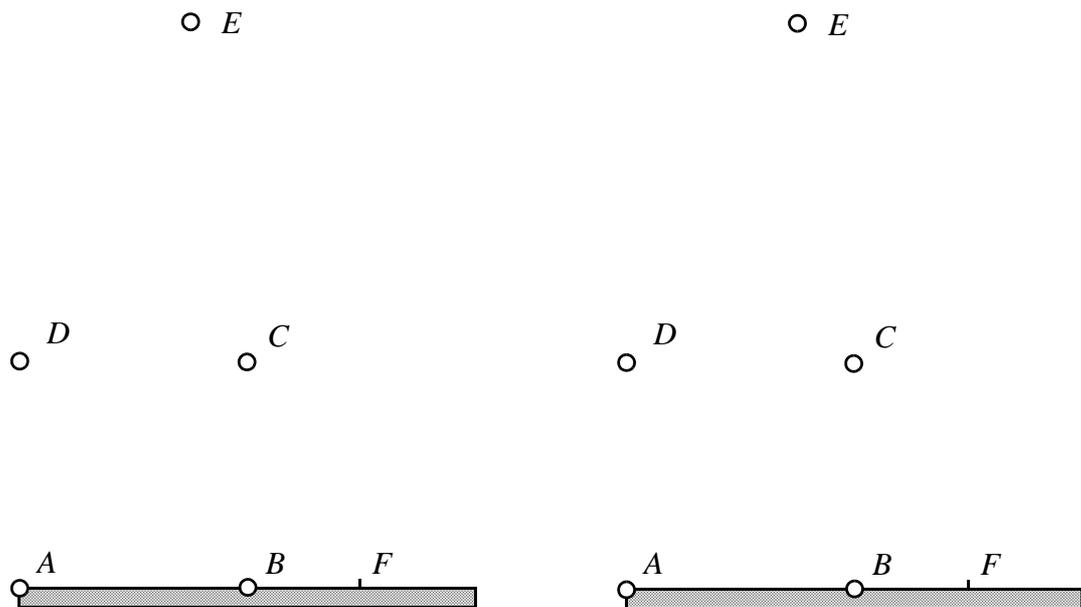


Skizzierhilfen zu Aufgabe 1 - bitte ungültige Skizzen deutlich streichen!

Teilaufgabe a)



Teilaufgabe c)

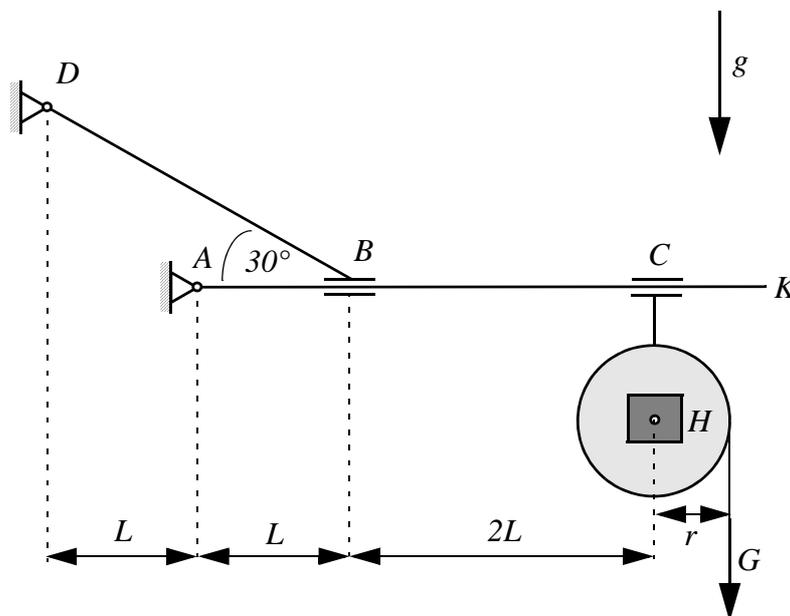


Aufgabe 2 (14 Punkte)

Der kleine Niels muss nach seinem 007-Bungeesprung von der Verzasca-Staumauer mit einer Seilwinde wieder hinaufgezogen werden. Diese wird wie folgt als ebenes System modelliert:

Im Punkt H treibt ein Motor eine Rolle mit Radius $r = \frac{L}{2}$ an, auf welcher das Lastseil auf- oder abgewickelt werden kann. Der Motor ist über ein langes Querlager im Punkt C mit der Kranschiene AK verbunden. Die Kranschiene AK ist im Punkt B über ein langes Querlager mit dem Stab BD verbunden und im Punkt A gelenkig gelagert. Der Stab BD ist im Punkt B am Querlager angeschweisst und im Punkt D gelenkig gelagert. Sämtliche Reibeinflüsse können vernachlässigt werden. Die einzige am ebenen System wirkende äussere Kraft ist das Gewicht G des kleinen Niels, der gehoben wird.

Das System sei in Ruhe; der Motor abgestellt.



- Schneide die drei relevanten Körper frei! [5 Punkte]
- Berechne die Kräfte / Momente, die im Punkt C auf die Kranschiene AK wirken! [2 Punkte]
- Berechne die Lagerkräfte in A und D sowie die Kräfte / Momente, die in B auf die Kranschiene AK wirken! [7 Punkte]

Viel Erfolg!



Mechanik GZ

Klausur II

29. April 2009, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2009

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

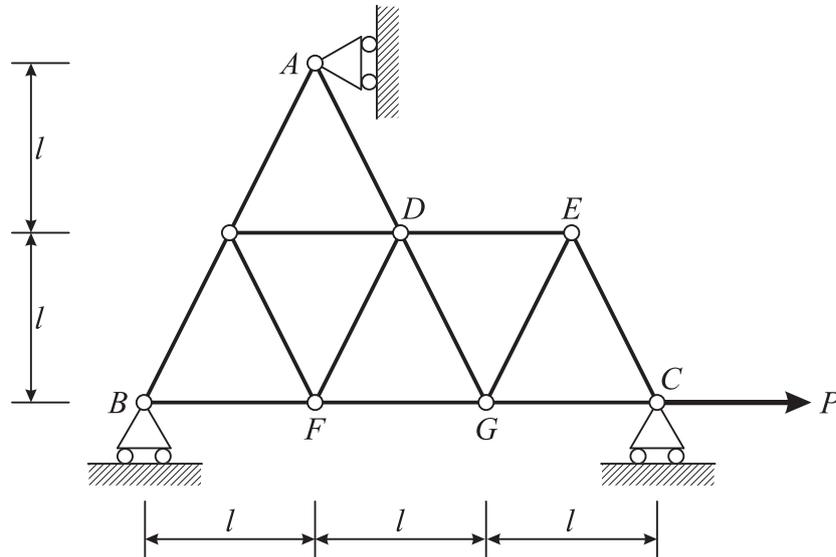
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

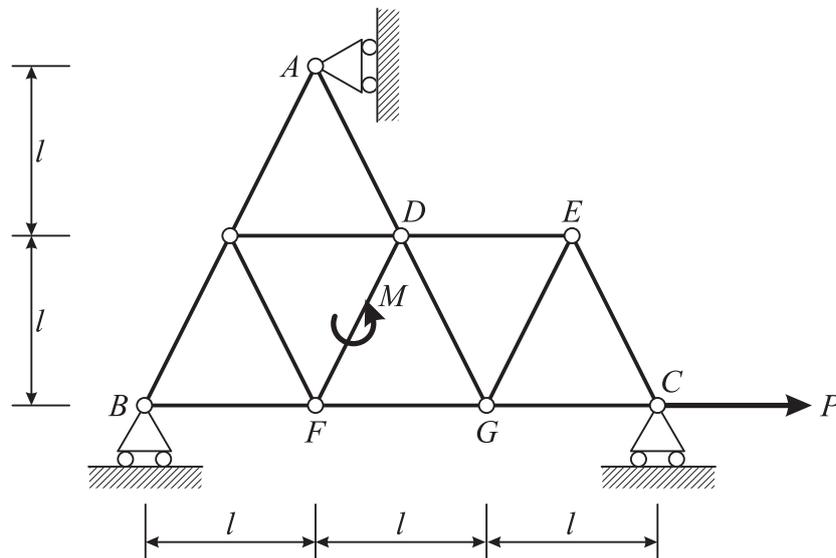
- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 4 selbstverfasste DIN A4 Seiten
 - Schreibzeug
 - evt. Wörterbuch
- Taschenrechner sind nicht zugelassen.
- Bitte keine roten oder grünen Farben verwenden, da diese unsere Korrekturfarben sind.
- Bitte keinen Bleistift verwenden, da dieser nicht dokumentenecht ist.
- Für jede Aufgabe ein separates Blatt des ausgeteilten ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (16 Punkte)

Das abgebildete ideale ebene Fachwerk besteht aus 13 starren Stäben der Länge l beziehungsweise $(\sqrt{5}/2)l$. Die Stäbe sind reibungsfrei gelenkig miteinander verbunden. In den Punkten A , B und C ist das Fachwerk durch beidseitige Auflager gelagert. Im Punkt C greift die eingezeichnete Kraft vom Betrag P horizontal an.



- a) Berechnen Sie mit dem Prinzip der virtuellen Leistung die Stabkraft im Stab DE ! Handelt es sich dabei um einen Zug- oder Druckstab? Verwenden Sie zur Lösung das beiliegende Skizzenblatt und zeichnen dort alle zur Lösung notwendigen Größen ein. [9 Punkte]



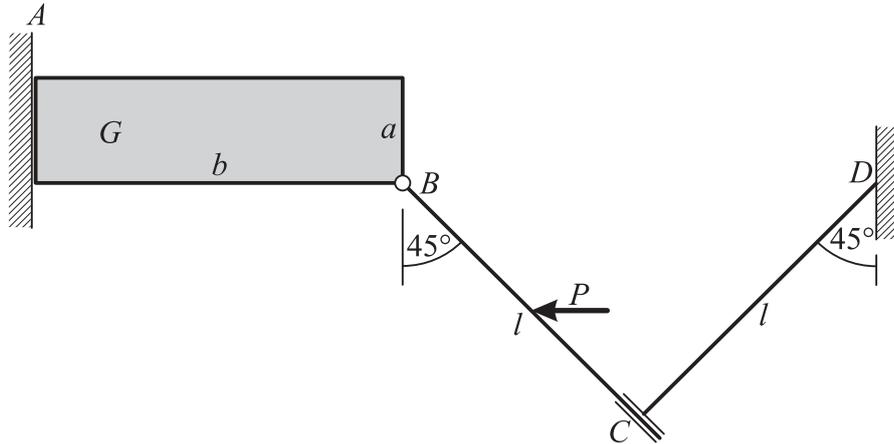
Am Fachwerk greift nun zusätzlich das eingezeichnete Kräftepaar am Stab DF vom Betrag M an.

- b) Berechnen Sie mit dem Prinzip der virtuellen Leistung die Stabkraft im Stab FG ! Handelt es sich dabei um einen Zug- oder Druckstab? Verwenden Sie zur Lösung das beiliegende Skizzenblatt und zeichnen dort alle zur Lösung notwendigen Größen ein. [7 Punkte]

Bemerkung: Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander gelöst werden.

Aufgabe 2 (16 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus einer homogenen rechteckigen Platte mit dem Gewicht G und den Kantenlängen a und b sowie aus zwei gewichtslosen Stäben. Die rechteckige Platte kann in A reibungsfrei an der Wand gleiten. Im Punkt B ist die rechteckige Platte gelenkig mit dem Stab BC verbunden. In der Mitte des Stabes BC greift die horizontale Kraft vom Betrag P an, wobei $P > G$ ist. Im Punkt C sind die Stäbe BC und CD über ein langes Querlager verbunden. Im Punkt D ist der Stab CD fest in der Wand eingespannt.



- Berechnen Sie die Lagerkräfte und -momente in den Punkten A , B , C und D ! Schneiden Sie dazu die drei starren Körper frei und stellen die notwendigen Gleichgewichtsbedingungen auf! [13 Punkte]
- Für welches Verhältnis von a/b kippt die rechteckige Platte nicht? [3 Punkte]



Mechanik GZ

Klausur II

5. Mai 2010, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2010

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

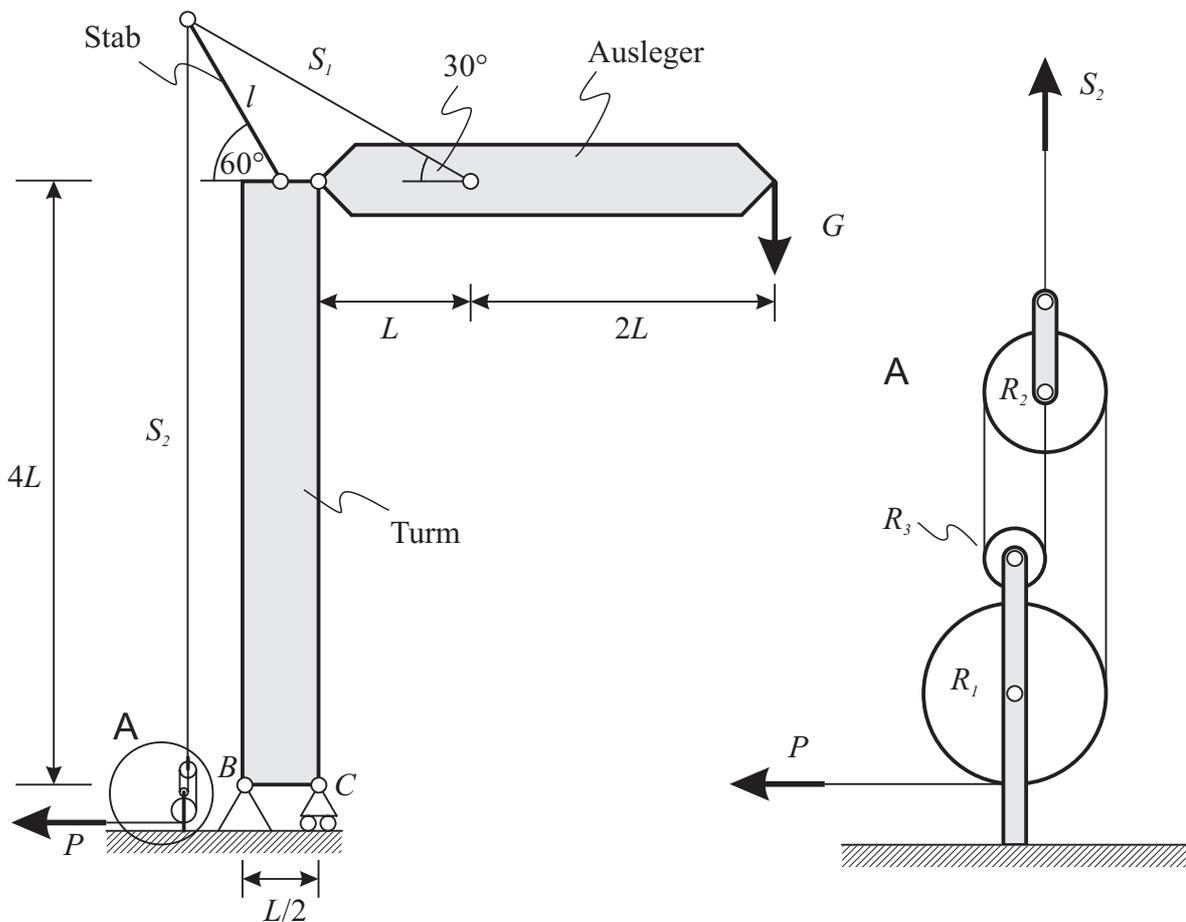
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 4 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (25 Punkte)

Der unten abgebildete Kran besteht aus einem Turm (Höhe $4L$, Breite $L/2$), an welchem ein Ausleger (Länge $3L$) gelenkig verbunden ist. Der Turm ist in B gelenkig und in C mittels eines Auflagers gelagert. Der Ausleger wird über ein Seil S_1 festgehalten, welches an einem Stab (Länge l) fixiert ist. Der Stab wird über ein weiteres Seil S_2 festgehalten und ist in der Mitte der oberen Turmkante gelenkig gelagert. Das Seil S_2 wird über einen Flaschenzug (Detailansicht A) festgehalten. Am äusseren Ende des Auslegers greift eine vertikale Kraft vom Betrag G an. Der Einfachheit halber werden Turm, Stab und Ausleger sowie die Seile als masselos angenommen. Alle Lager sind reibungsfrei modelliert.



Als Erstes betrachten wir den Flaschenzug (Detailansicht A).

- a) Berechnen Sie die Seilkraft S_2 in Abhängigkeit der Kraft P . Die drei Rollen R_1 , R_2 und R_3 haben die Radien $3R$, $2R$ und R . [6 Punkte]

Nun betrachten wir den Kran. Falls Sie Aufgabenteil a) nicht lösen konnten, nehmen Sie an, dass $S_2 = P$ gilt.

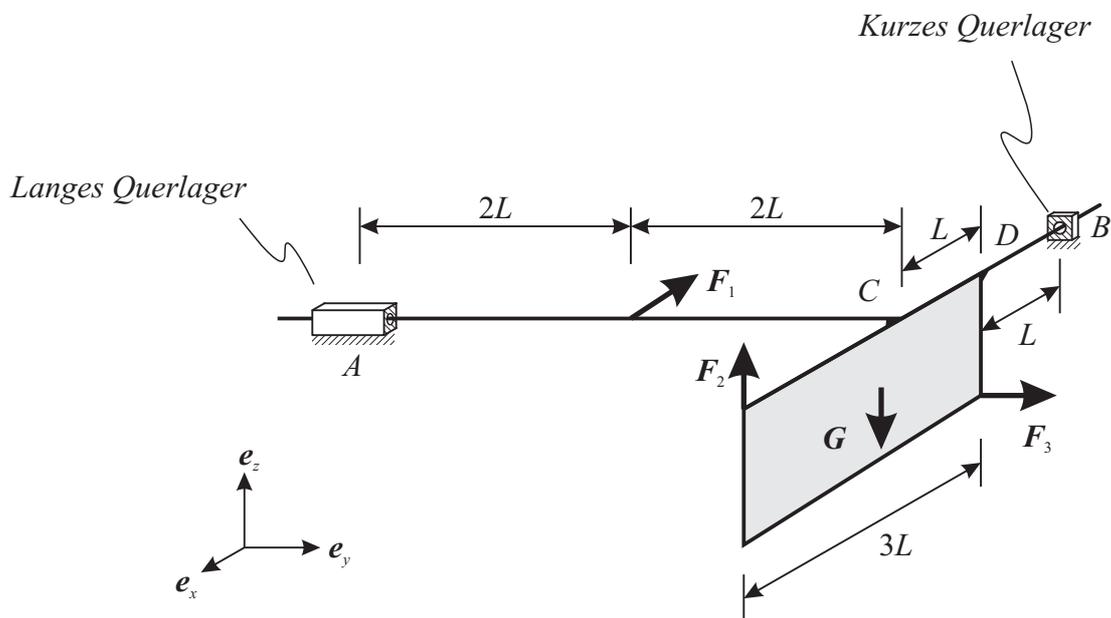
- b) Schneiden Sie die drei Starrkörper (Turm, Ausleger und Stab) frei und stellen Sie alle Gleichgewichtsbedingungen auf. Wie gross muss P sein, damit das System im Gleichgewicht ist? [13 Punkte]
- c) Berechnen Sie die Lagerkräfte in B und C in Abhängigkeit von G ! [6 Punkte]

Aufgabe 2 (14 Punkte)

Das unten abgebildete System besteht aus einer vertikal gestellten Platte der Länge $3L$ und der Höhe L . In D daran angeschweisst ist ein Stab der Länge L welcher in B mittels eines kurzen Querlagers gelagert ist. Weiter ist in C ein Stab der Länge $4L$ angeschweisst, welcher in A mittels eines langen Querlagers gelagert ist. Die Platte und die beiden Stäbe bilden einen Starrkörper.

Es greifen drei Kräfte $\mathbf{F}_1 = -F\mathbf{e}_x$, $\mathbf{F}_2 = F\mathbf{e}_z$ sowie $\mathbf{F}_3 = F\mathbf{e}_y$ wie eingezeichnet an. Die Gewichtskraft $\mathbf{G} = -G\mathbf{e}_z$ greift in der Mitte der Platte an.

- Schneiden Sie den Starrkörper frei und führen Sie alle angreifenden Kräfte ein (eigene Skizze)! [2 Punkte]
- Formulieren Sie alle Gleichgewichtsbedingungen! [6 Punkte]
- Bestimmen Sie alle Lagerkräfte und -momente! [6 Punkte]



Bemerkungen:

- Langes Querlager: Nur Translation in Stabrichtung und Rotation um Stabrichtung zulässig
- Kurzes Querlager: Alle Rotationen zulässig sowie Translation in Stabrichtung zulässig
- Die Stäbe sind gewichtslos modelliert, die Lager reibungsfrei.



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur II

20. November 2007, 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

Herbstsemester 2007

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang: D-ITET
-------	----------	-------------	-------------------------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

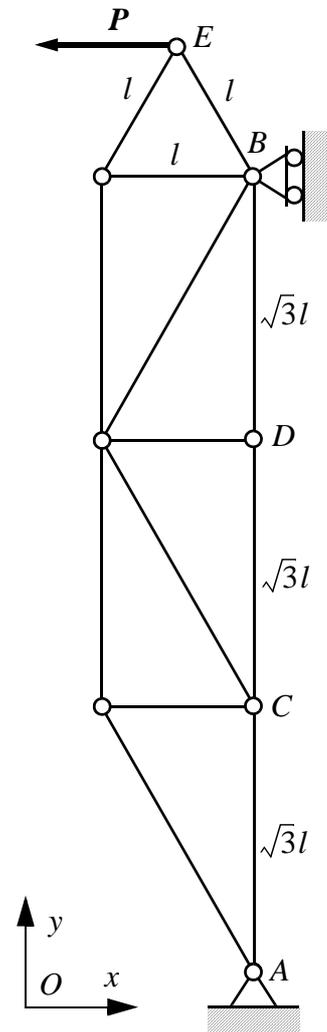
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Aufgabe 1 (15 Punkte)

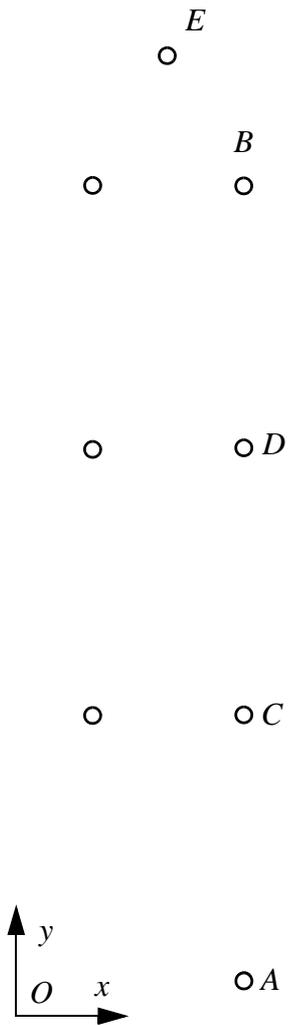
Ein Skiliftmast kann gemäss nebenstehender Zeichnung als ideales ebenes Fachwerk modelliert werden. Die horizontalen Stäbe haben die Länge l , die vertikalen Stäbe die Länge $\sqrt{3}l$. Der Mast ist am Untergrund in A reibungsfrei gelenkig gelagert. Am Fels in B stützt ein beidseitiges, reibungsfreies Auflager den Mast. In E erfährt der Mast (durch die gezogenen Wintersportler) die Belastung P in horizontaler Richtung.

- Schneide den Skiliftmast frei! [2 Punkte]
- Berechne die Lagerkräfte in A und B ! [2 Punkte]
- Berechne mit dem PdvL die Stabkraft im Stab CD ! Ist es eine Zug- oder Druckkraft? [11 Punkte]

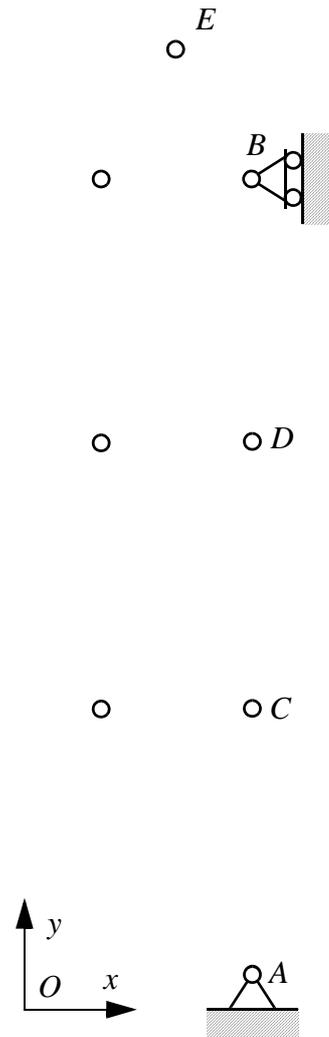
Hinweis: Es können die Skizzierhilfen auf der gegenüberliegenden Seite verwendet werden.



Skizzierhilfe Aufgabe 1a)



Skizzierhilfe Aufgabe 1c)

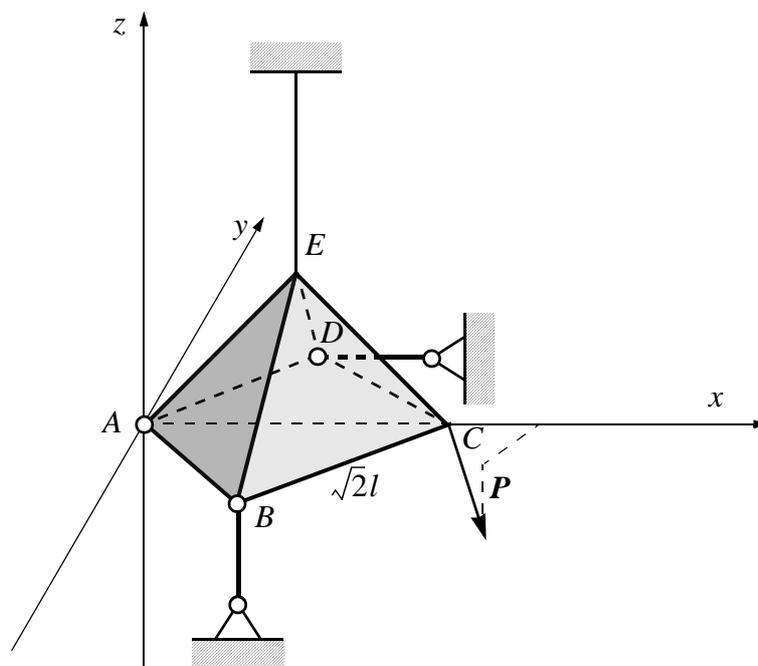


Aufgabe 2 (15 Punkte)

Wir betrachten eine Pyramide (quadratische Grundfläche mit Seitenlänge $\sqrt{2}l$, Höhe l , Gewicht G , Schwerpunkt bei $z = \frac{l}{4}$). In der gegebenen Lage ist die Grundfläche horizontal in der xy -Ebene. Die Pyramide ist wie folgt reibungsfrei gelagert:

- in A : mit einem Kugelgelenk.
- in B : mit einer vertikalen Pendelstütze.
- in D : mit einer horizontalen Pendelstütze.
- in E : an einem vertikalen Seil aufgehängt.

In C greift wie eingezeichnet eine Kraft $\mathbf{P} = \begin{bmatrix} F \\ -F \\ -F \end{bmatrix}$ an.



- Schneide die Pyramide frei und zeichne in einer eigenen Skizze alle angreifenden Kräfte ein! [4 Punkte]
- Ist das System statisch bestimmt? Weshalb? [2 Punkte]
- Berechne alle Lagerkräfte! [7 Punkte]
- Wie gross muss F mindestens sein, damit das Seil in E gespannt bleibt? [2 Punkte]



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur II

18. November 2008, 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

Herbstsemester 2008

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

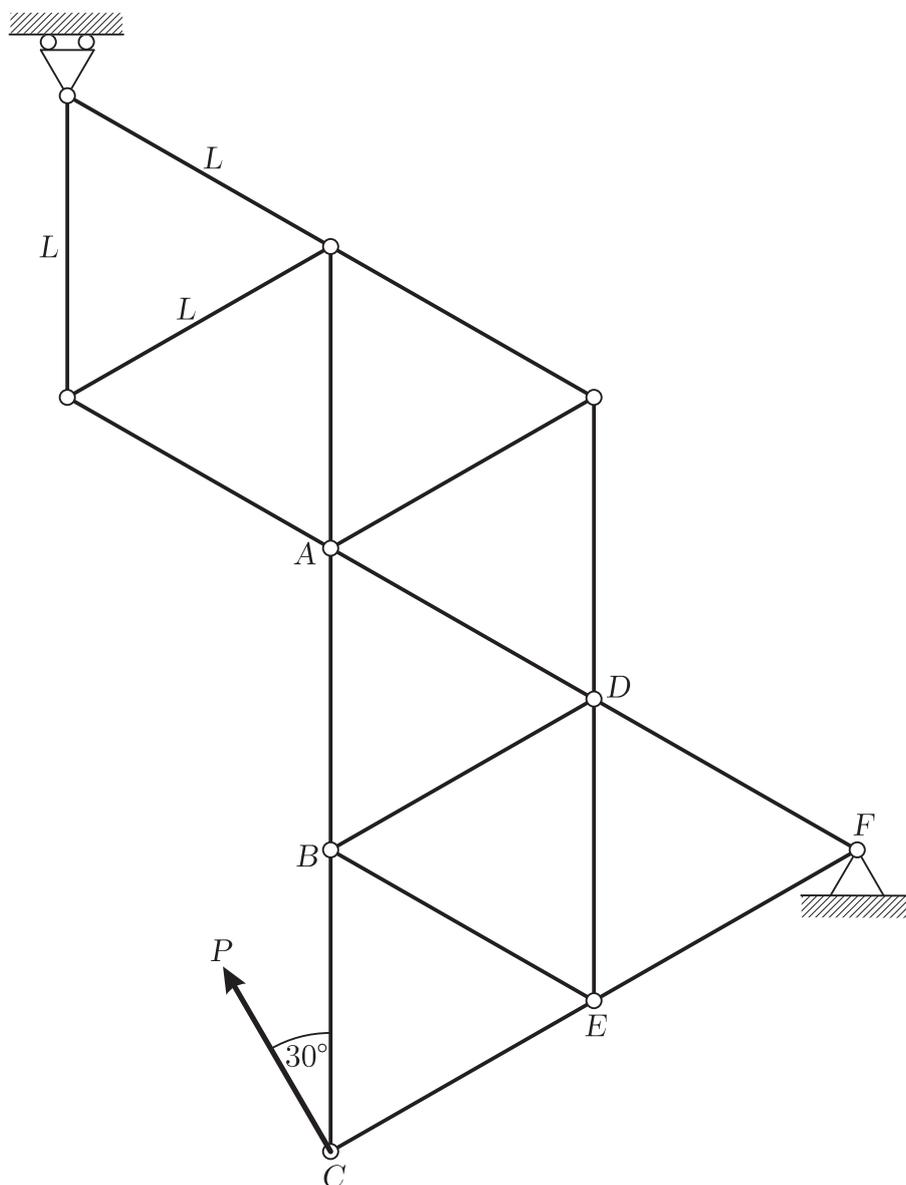
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 4 selbstverfasste DIN A4 Seiten
 - Schreibzeug
 - evt. Wörterbuch
 - keinen Taschenrechner
- 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (17 Punkte)

Das abgebildete ideale ebene Fachwerk besteht aus 17 gleich langen, starren Stäben der Länge L . Die Stäbe sind gelenkig miteinander verbunden und die Winkel zwischen den Stäben betragen alle 60° . Im Punkt C greift die eingezeichnete Kraft vom Betrag P unter einem Winkel von 30° zum Stab CB an.



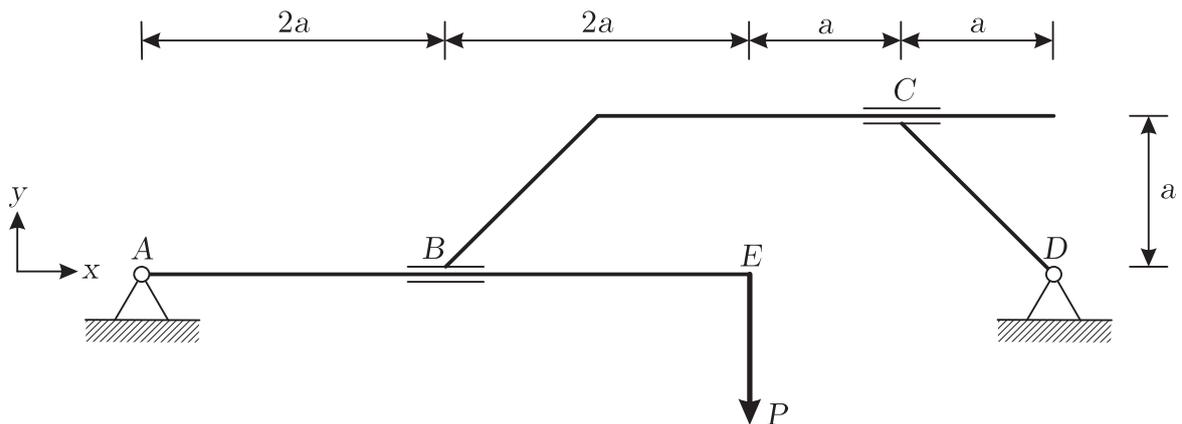
a) Berechnen Sie mit dem Prinzip der virtuellen Leistung die Stabkraft im Stab BC ! Handelt es sich um einen Zug- oder Druckstab? Verwenden Sie zur Lösung das beiliegende Skizzenblatt und zeichnen Sie dort alle zur Lösung notwendigen Grössen ein. [7 Punkte]

b) Berechnen Sie mit dem Prinzip der virtuellen Leistung die Stabkraft im Stab AB ! Handelt es sich um einen Zug- oder Druckstab? Verwenden Sie zur Lösung das beiliegende Skizzenblatt und zeichnen Sie dort alle zur Lösung notwendigen Grössen ein. [10 Punkte]

Bemerkung: Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander gelöst werden!

Aufgabe 2 (21 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus drei starren, gewichtslosen Stäben. In den Punkten A und D sind die jeweiligen Stäbe reibungsfrei gelenkig gelagert. In den Punkten B und C befindet sich je ein langer Querlager. Der Stab BC ist fest mit dem langen Querlager in B verbunden und der Stab CD ist fest mit dem langen Querlager in C verbunden. Im Punkt E greift die eingezeichnete Kraft vom Betrag P an.



- Berechnen Sie die Lagerkräfte und -momente in den Punkten A , B , C und D ! Schneiden Sie dazu die drei starren Körper frei und stellen Sie die notwendigen Gleichgewichtsbedingungen auf! [19 Punkte]
- Ist das System statisch unbestimmt? Begründung! [1 Punkt]
- Ist das System kinematisch unbestimmt? Begründung! [1 Punkt]



Technische Mechanik

Klausur II**17. November 2009, 09¹⁵ - 10⁰⁰****Dr. Stephan Kaufmann****Herbstsemester 2009**

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

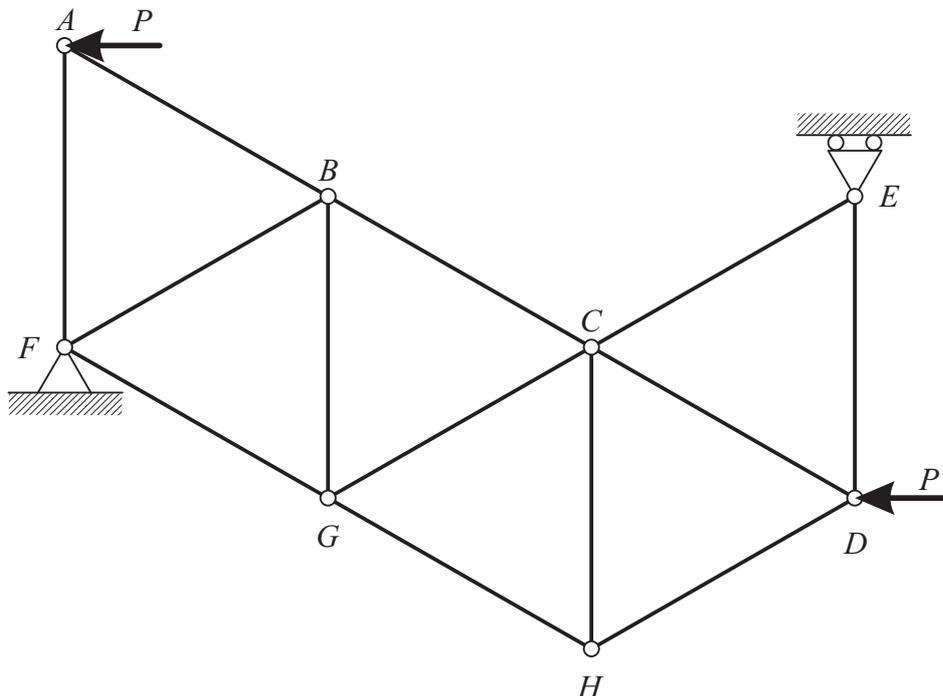
- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 4 selbstverfasste DIN A4 Seiten
 - Schreibzeug
 - evt. Wörterbuch
- Taschenrechner sind nicht zugelassen.
- Bitte keine roten oder grünen Farben verwenden, da diese unsere Korrekturfarben sind.
- Bitte keinen Bleistift verwenden, da dieser nicht dokumentenecht ist.
- Für jede Aufgabe ein separates Blatt des ausgeteilten ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Hinweis: Total 24 Punkte ergeben eine sehr gute Note

Aufgabe 1 (18 Punkte)

Das unten abgebildete ideale ebene Fachwerk besteht aus 13 gewichtslosen Stäben der Länge l , welche gelenkig miteinander verbunden sind. Es ist im Punkt F reibungsfrei gelenkig und im Punkt E mittels eines beidseitigen Auflagers gelagert. Am Fachwerk greifen zwei horizontale Kräfte vom Betrag P im Punkt A und im Punkt D an.

Verwenden Sie zum erstellen der Skizzen das beigelegte Skizzenblatt.



- a) Bestimmen Sie die Stabkraft des Stabes AB mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Leistungen. Zeichnen Sie den gewählten virtuellen Bewegungszustand auf dem Skizzenblatt. Handelt es sich um einen Druck- oder Zugstab?
[6 Punkte]
- b) Bestimmen Sie die Stabkraft des Stabes BG mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Leistungen. Zeichnen Sie den gewählten virtuellen Bewegungszustand auf dem Skizzenblatt. Handelt es sich um einen Druck- oder Zugstab?
[12 Punkte]

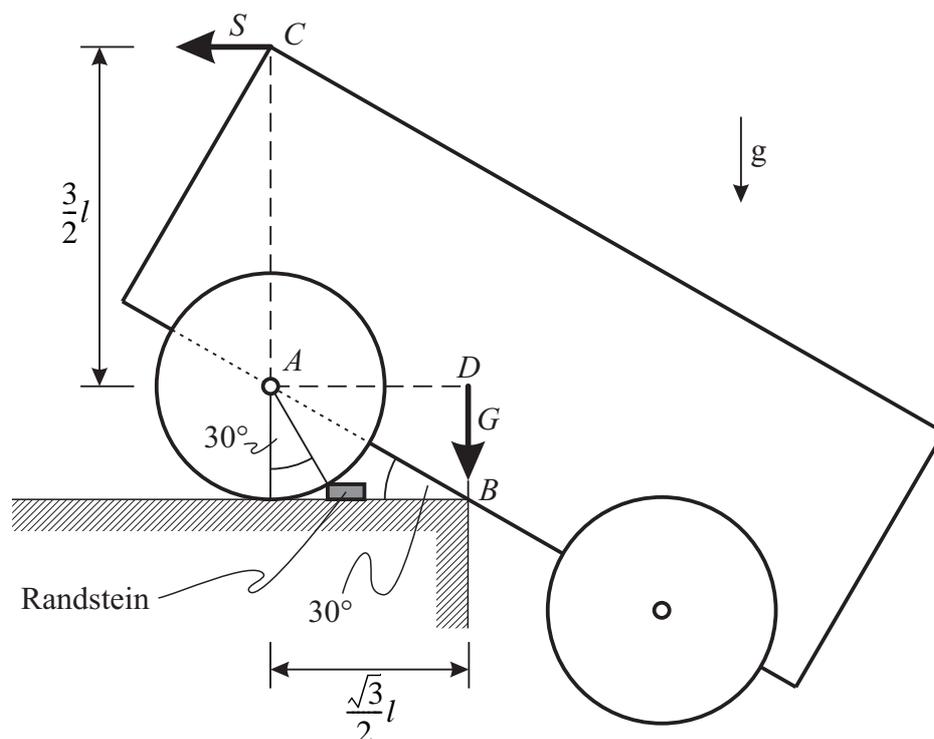
Aufgabe 2 (21 Punkte)

Am 14.01.1929 ereignete sich bei Glatteis ein Verkehrsunfall auf der Gessnerbrücke in Zürich. Ein Auto ist über den Rand der Brücke gefahren. Im Folgenden soll ein ebenes Modell davon untersucht werden.



Das Auto wird als Rechteck mit zwei masselosen Rädern wie unten abgebildet modelliert. Das linke Rad ist reibungsfrei gelenkig mit dem Rechteck verbunden und liegt reibungsfrei auf dem Boden auf. Zusätzlich liegt das Rad reibungsfrei am Randstein an, welcher das Wegrollen nach rechts behindert. Das Rechteck und das rechte Rad werden zusammen als ein starrer Körper modelliert. Das Rechteck liegt am Punkt B reibungsfrei an der Kante auf. Es greifen eine horizontale Seilkraft S am Punkt C sowie die Gewichtskraft G am eingezeichneten Massenmittelpunkt D an. Die Länge der Strecke AB sei l , die Länge der Strecke AC sei $\frac{3}{2}l$.

- Schneiden Sie die beiden starren Körper (linkes Rad bzw. Rechteck und rechtes Rad) einzeln frei und führen Sie die an ihnen wirkenden Kräfte ein! [5 Punkte]
- Ist das System statisch unbestimmt? Ist das System kinematisch unbestimmt? [2 Punkte]
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen auf und berechnen Sie die Unbekannten inklusive der Kräfte in A ! [10 Punkte]
- Wie muss S in Abhängigkeit von G gewählt werden, damit das linke Rad nicht vom Boden abhebt? [2 Punkte]
- Wie muss S in Abhängigkeit von G gewählt werden, damit das Auto vom Seil hochgezogen wird, sich also vom Randstein löst? [2 Punkte]





Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur II

23.05.2007 / 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

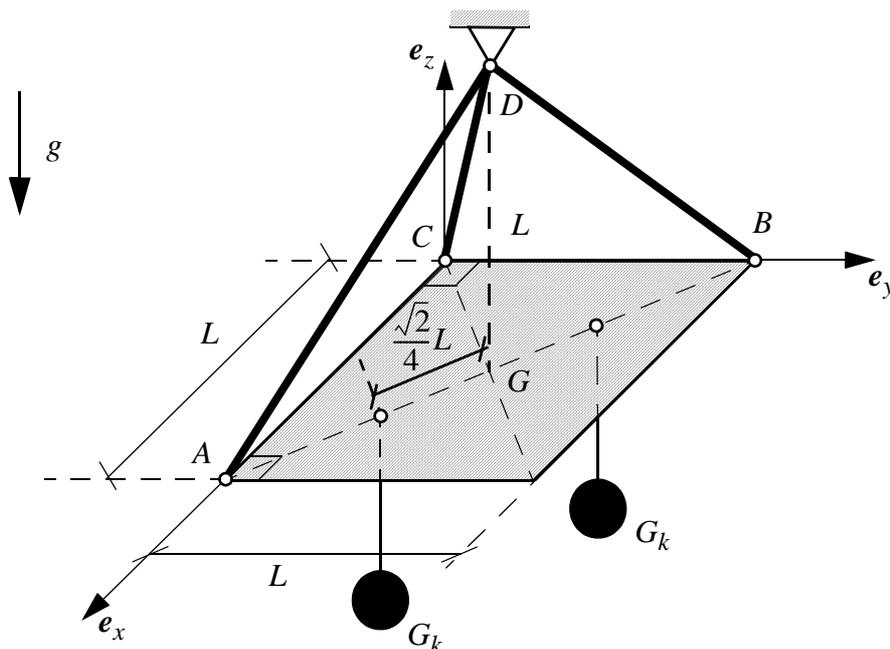
SS 2007

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (16 Punkte)

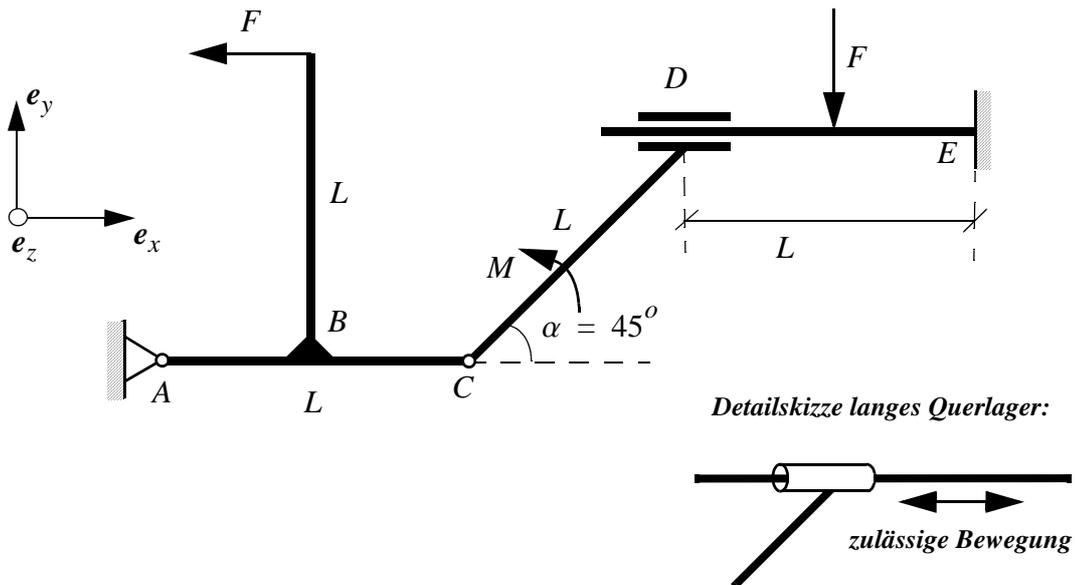
Das abgebildete dreidimensionale System besteht aus drei gewichtslosen, starren Stäben der Länge $\sqrt{3}/2L$ und einer starren, rechtwinkligen Platte ($L \times L$) mit Gewicht G , die parallel zur xy -Ebene (senkrecht zur Gewichtskraft) hängt. Die Körper sind mit reibungsfreien Kugelgelenken verbunden beziehungsweise in D befestigt. Zusätzlich ist die Platte durch zwei Massen (Gewicht je G_k) belastet. Sie hängen an gewichtslosen Fäden, die bei einem beziehungsweise drei Viertel der Diagonale AB befestigt sind.



- Schneiden Sie die Platte frei und führen Sie die angreifenden Kräfte ein. (Skizze!)
- Formulieren Sie alle sechs Gleichgewichtsbedingungen für die Platte.
- Ist das Problem statisch bestimmt oder unbestimmt?
- Ist das Problem kinematisch bestimmt oder unbestimmt?
- Bestimmen Sie die Stabkräfte in A , B , und C .

Aufgabe 2 (16 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus vier gewichtslosen, starren Stäben der Länge L . Der Stab AC ist mit dem Stab CD reibungsfrei gelenkig verbunden. In B ist ein Stab der Länge L angeschweisst. An seinem Ende greift die skizzierte Kraft vom Betrag F an. Am Stab CD greift ein Kräftepaar vom Betrag M an. In D befindet sich ein langes, reibungsfreies Querlager. In der Mitte des Stabs DE greift eine Kraft vom Betrag F an. Der Stab DE ist in E eingespannt.



- Schneiden Sie die starren Körper frei, und führen Sie die angreifenden Kräfte und Momente ein. Für jeden Körper ist eine Skizze erforderlich.
- Bestimmen Sie für jeden Körper die Gleichgewichtsbedingungen.
- Bestimmen Sie die Kräfte und Momente in A , C , D und E .



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur II

10.01.2006 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

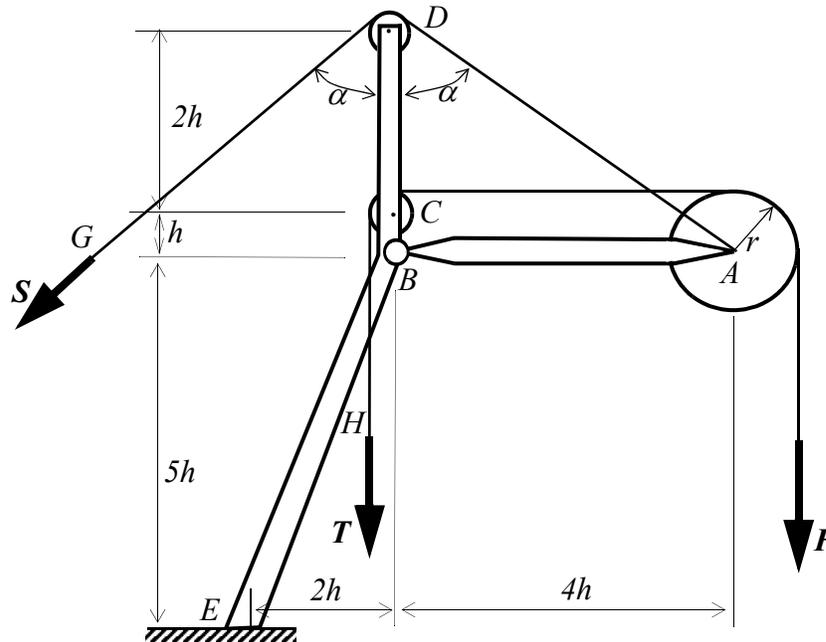
WS 05/06

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (12 Punkte)

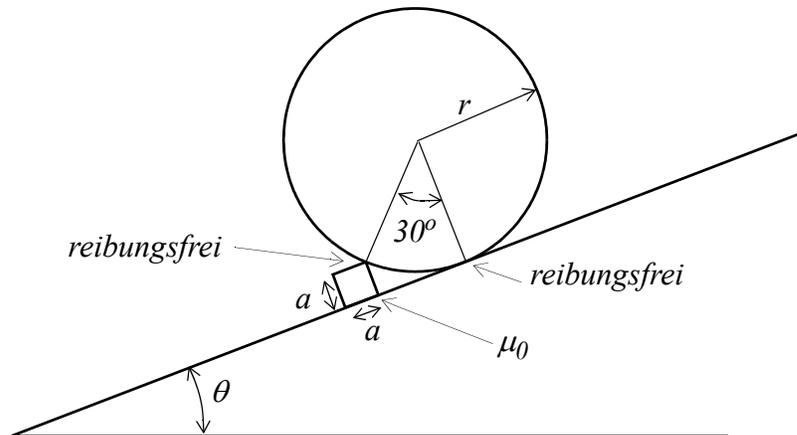
Der obere Teil eines Krans besteht aus dem Ausleger AB , der vom Gelenk in B und dem Seil ADG gehalten wird. Der Mast EBD ist in E eingespannt und in C und D mit zwei Rollen verbunden. Die Dimensionen des Krans sind in der unteren Skizze eingezeichnet. Das Lastseil, das über die Rolle in A läuft, hält die Last F . Das Gewicht des Auslegers, des Mastes, der Rollen und der Seile ist vernachlässigbar, und alle Rollen sind reibungsfrei gelagert. Die Rolle in A hat den Radius r . Die Rollen in C und D haben vernachlässigbare Radien.



- Finden Sie die Werte von $\cos(\alpha)$ und $\sin(\alpha)$ aus der Geometrie des Problems.
- Schneiden Sie den Mast, den Ausleger und die Rolle in A frei. Führen Sie die an diesen Körpern angreifenden Kräfte ein.
- Bestimmen Sie die Zugkräfte S und T in den Seilen und die Lagerkräfte in E in Funktion von F und h .

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Ein homogener Zylinder (Gewicht G_1 , Radius r) und ein homogener Quader (Gewicht G_2 , Seitenlänge a) stehen auf einer Ebene mit Neigungswinkel θ ($0 < \theta < 90^\circ$). Zwischen der Ebene und dem Quader herrscht Haftung mit dem Haftreibungskoeffizienten $\mu_0 > 0$. Zwischen dem Zylinder und der Ebene besteht weder Haftreibung noch Rollreibung. Der Kontakt zwischen Zylinder und Quader kann als reibungsfrei angenommen werden.



- Schneiden Sie den Quader und den Zylinder frei und führen Sie die an ihnen wirkenden Kräfte ein.
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen auf und berechnen Sie die Unbekannten.
- Welche Bedingungen müssen zusätzlich diskutiert werden, damit das System in Ruhe bleibt? (Listen Sie die Ungleichungen auf, ohne sie schon zu lösen.)
- Gegeben seien nun $G_1 = G_2 = G$ und $\mu_0 = \sqrt{3}/2$. Welche Bedingung muss der Winkel θ erfüllen, damit der Quader nicht gleitet?
- Die Annahmen von d) seien erfüllt. Bestimmen Sie den maximalen Winkel θ_{max} für den der Quader nicht kippt.
- Für welchen Winkelbereich bleibt das System in Ruhe?



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur II

19.12.2006 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

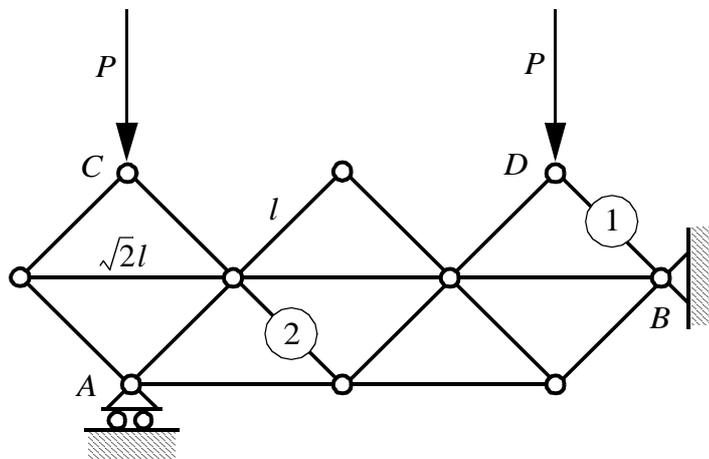
WS 06/07

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang: D-ITET
-------	----------	-------------	------------------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (12 Punkte)

Das skizzierte ideale und ebene Fachwerk (Stablängen l bzw. $\sqrt{2}l$) ist in A aufgelegt und in B drehbar gelagert. In C und D greift je eine vertikale Kraft vom Betrag P ($P > 0$) an.



- Berechne die Lagerkräfte in A und B ! [3 Punkte]
- Berechne mit dem PdvL die Stabkraft im Stab 1! Ist es eine Zug- oder eine Druckkraft? [3 Punkte]
- Berechne mit dem PdvL die Stabkraft im Stab 2! Ist es eine Zug- oder eine Druckkraft? [6 Punkte]

Bemerkung: Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander gelöst werden!

Hinweis: Verwende das beiliegende Arbeitsblatt

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Die folgenden sechs Systeme wurden mit den Methoden der analytischen Statik untersucht: Freischnitten, Gleichgewichtsbedingungen aufstellen. Lege fest, ob es sich um eine korrekte (R) oder falsche Lösung (F) handelt (richtige Lösung = richtiges Freischnitten und richtig aufgestellte Gleichgewichtsbedingungen)!

Mögliche Fehler sind: falsches Freischnitten, falsche Kräfte/Momente, falsche Rechnungen.

Annahmen: zweidimensional (Fälle 1 - 5), dreidimensional (Fall 6); alle starren Körper sowie alle Seile sind gewichtlos; alle Gelenke und Lager sowie alle Kontakte zwischen den Körpern sind reibungsfrei.

Bemerkung: Bei jedem Fall ergibt die korrekte Antwort +2 Punkte, die inkorrekte -2 Punkte, keine Antwort 0 Punkte. Falls nötig wird die Summe zu 0 aufgerundet!

Fall 1

langes Querlager

⓪ I

⓪ II

<p>⓪ I x: $A_x = 0$</p> <p>y: $A_y - C_y - P = 0$</p> <p>$M_A: -2aC_y - M_C - 3aP = 0$</p>	<p>⓪ II x: $B_x = 0$</p> <p>y: $C_y + B_y = 0$</p> <p>$M_B: -aC_y + M_C = 0$</p>
---	---

R: F:

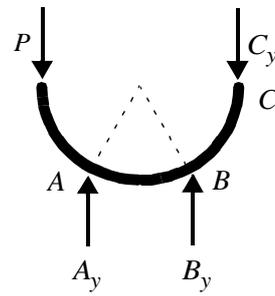
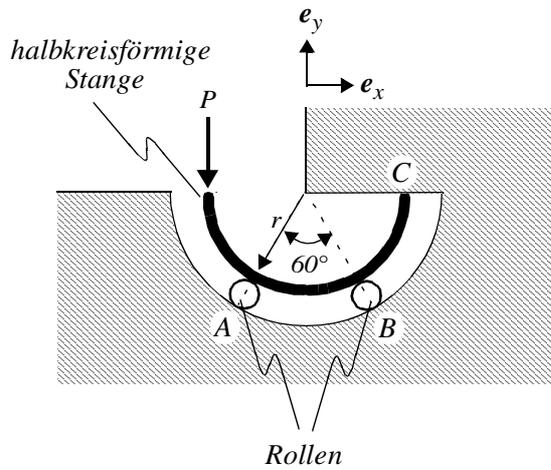
Fall 2

ABCD ist eine gebogene Stange

<p>x: $-\frac{S_1}{\sqrt{2}} - P = 0$</p> <p>y: $-S_2 - \frac{S_1}{\sqrt{2}} + C_y - P = 0$</p> <p>$M_B: aP + 3aC_y - 4aP = 0$</p>	
---	--

R: F:

Fall 3

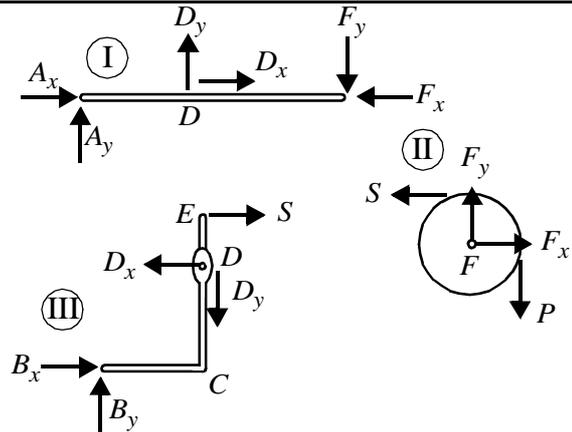
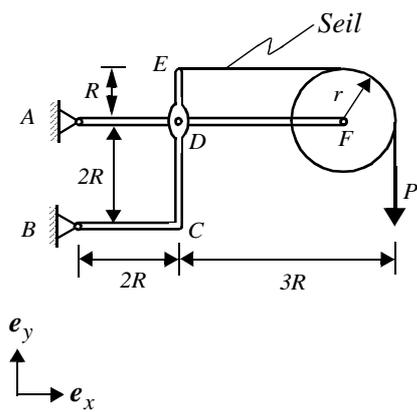


$$y: A_y + B_y - P - C_y = 0$$

$$M_A: rB_y - \frac{3}{2}rC_y + P\frac{r}{2} = 0$$

R: F:

Fall 4



$$\textcircled{\text{I}} \quad x: A_x + D_x - F_x = 0 \quad \textcircled{\text{II}} \quad x: F_x - S = 0$$

$$y: A_y + D_y - F_y = 0 \quad y: F_y - P = 0$$

$$M_D: -2RA_y - 3RF_y = 0 \quad M_F: Sr - Pr = 0$$

$$\textcircled{\text{III}} \quad x: B_x - D_x + S = 0$$

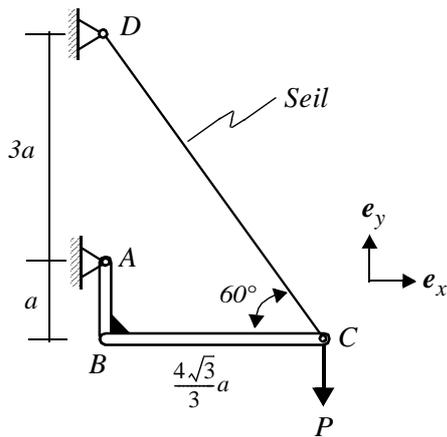
$$y: B_y - D_y = 0$$

$$M_B: -2RD_y + 2RD_x - 3RS = 0$$

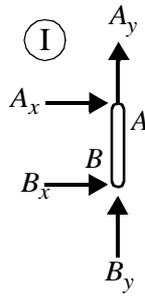
R: F:

Bitte wenden!

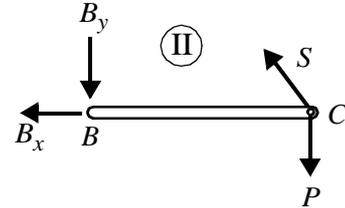
Fall 5



die Stäbe AB und BC sind in B zusammengeschweisst



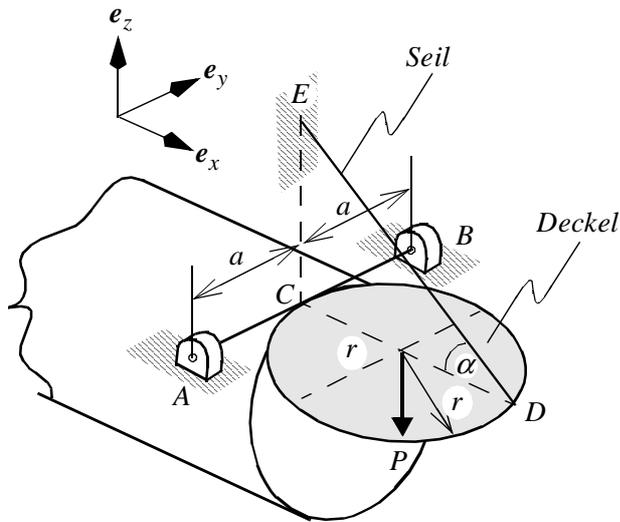
Ⓘ x: $A_x + B_x = 0$
 y: $A_y + B_y = 0$
 $M_A: aB_x = 0$



Ⓜ x: $-B_x - \frac{S}{2} = 0$
 y: $-B_y - P + \frac{\sqrt{3}}{2}S = 0$
 $M_B: -\frac{4\sqrt{3}}{3}aP + 2aS = 0$

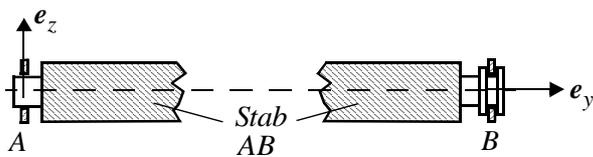
R: F:

Fall 6



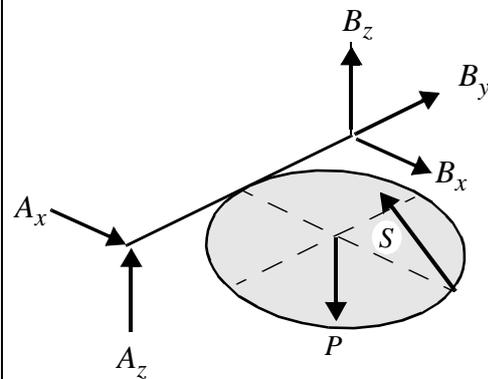
Deckel ist in C mit Stab AB verschweisst
 Die Kraft P zeigt in die negative z-Richtung

Schnitt entlang AB:



(Kurzes Querlager)

(Kurzes Querlager mit zusätzlichem Längslager)



x: $A_x + B_x - S \cos \alpha = 0$
 y: $B_y = 0$
 z: $A_z + B_z - P + S \sin \alpha = 0$

$M_{Bx}: -2aA_x + aP - aS \sin \alpha = 0$

$M_{By}: rP - 2rS \sin \alpha = 0$

$M_{Bz}: 2aA_z - aS \cos \alpha = 0$

R: F:



Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur III

21. Mai 2008, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2008

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

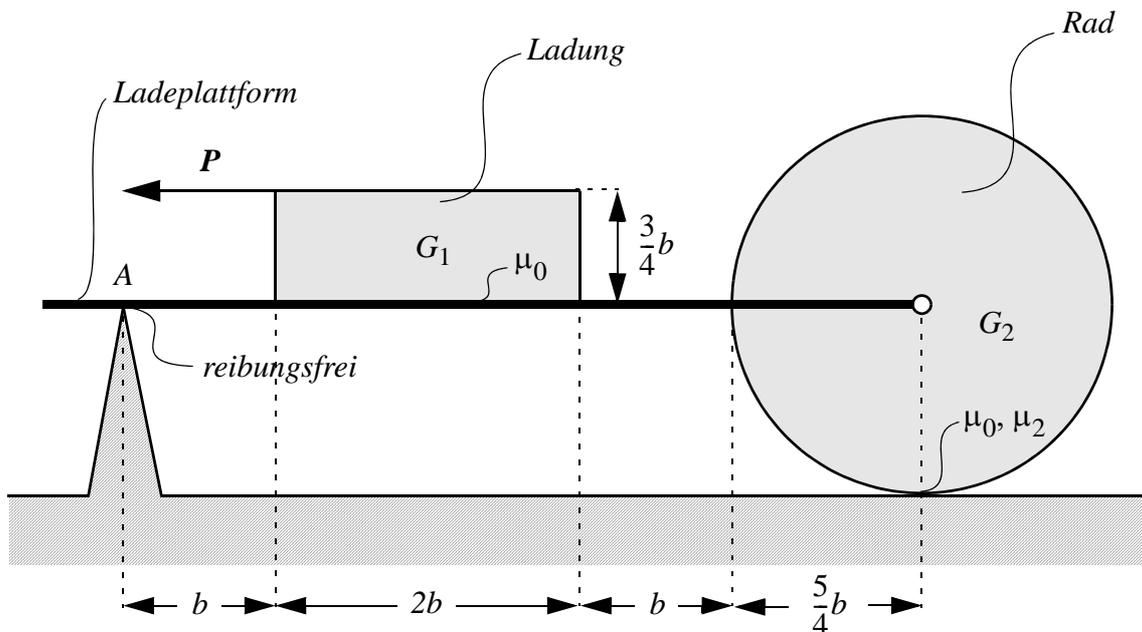
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Aufgabe 1 (16 Punkte)

Eine Schubkarre bestehe aus einem Rad (Gewicht $G_2 = 2P$, Radius $r = \frac{5}{4}b$, reibungsfrei gelagerte Achse) und einer Ladeplattform (Gewicht vernachlässigbar). Die Ladeplattform sei mit einer Ladung belastet, welche als Quader modelliert wird (Gewicht $G_1 = 3P$, Höhe $h = \frac{3}{4}b$, Länge $2b$). Im Punkt A liegt die Plattform auf einem reibungsfreien Auflager. Zwischen dem Quader und der Ladeplattform herrscht trockene Reibung (Haftreibungskoeffizient $\mu_0 = \frac{1}{2}$), während zwischen dem Rad und dem Untergrund dieselbe Haftreibung sowie zusätzlich Rollreibung herrscht (Haftreibungskoeffizient $\mu_0 = \frac{1}{2}$, Rollreibungslänge $\mu_2 = \frac{1}{4}b$). Um die Ladung von der Ladefläche zu ziehen, wird am Quader wie eingezeichnet eine Kraft P angewandt.

Das System ist in der unten stehenden Zeichnung skizziert.

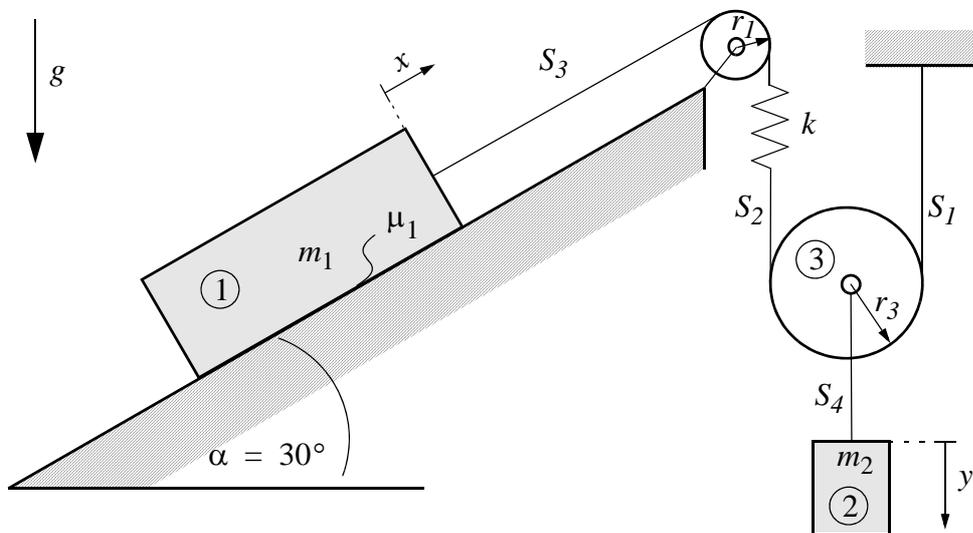
- Schneide die drei relevanten Körper frei! [3 Punkte]
- Wird die Ladung durch die angreifende Kraft P auf der Ladefläche bewegt? Diskutiere das Kippen und Rutschen des Quaders! [6 Punkte]
- Bewegt sich die Schubkarre? Diskutiere das Rutschen und Rollen des Rades! [7 Punkte]



Aufgabe 2 (16 Punkte)

Die beiden Quader 1 und 2 mit Massen m_1 und m_2 seien mit Seilen und einer Feder (Federkonstante k , masselos) über zwei masselose Rollen (Radien r_1 und r_3) wie skizziert verbunden. Der Quader 1 liege auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$, Gleitreibungskoeffizient μ_1). Aus der skizzierten Lage mit ungespannter Feder werden die beiden Quader 1 und 2 gleichzeitig losgelassen.

Annahmen: Quader als Massepunkte modellierbar, Seile masselos, undehnbar und immer gespannt, Rollen masselos und reibungsfrei, Quader 1 bewegt sich.



- Bestimme den Freiheitsgrad des Systems! [1 Punkt]
- Schneide die beiden Quader und die Rolle 3 frei! [3 Punkte]
- Welche Beziehungen gelten zwischen den Seilkräften S_1 , S_2 , S_3 , S_4 und den Auslenkungen x und y ? [6 Punkte]
- Stelle die Bewegungsdifferentialgleichungen für die Quader 1 und 2 auf! [6 Punkte]

Hinweis: Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichungen ist *nicht* gefragt.

Viel Erfolg!



Mechanik GZ

Klausur III

20. Mai 2009, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2009

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

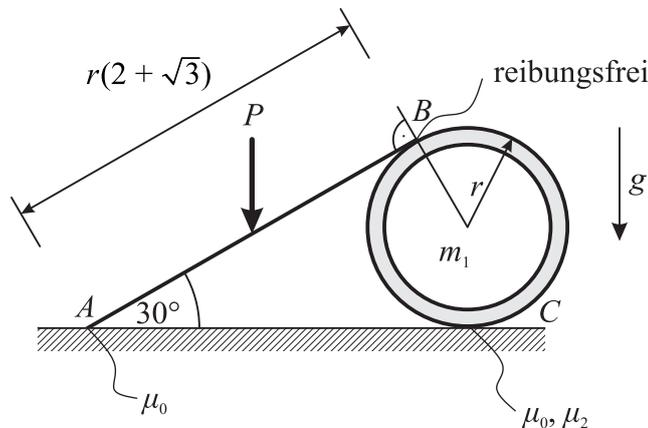
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 6 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (15 Punkte)

Ein homogener Hohlzylinder mit der Masse m_1 und dem Aussenradius r liegt auf einer horizontalen Ebene. Ein masseloser Stab AB liegt tangential auf dem Hohlzylinder auf und schliesst mit der Ebene einen Winkel von 30° ein. Die Länge des Stabes ergibt sich aus diesen Bedingungen als $r(2 + \sqrt{3})$. Der Stab wird in der Mitte mit der Kraft vom Betrag $P = \frac{8}{3}m_1g$ vertikal belastet. Zwischen dem Stab und der Ebene herrscht Reibung mit dem Haftreibungskoeffizienten $\mu_0 = \frac{2}{5}$. Die Reibung zwischen dem Stab und dem Hohlzylinder ist vernachlässigbar, die Bindung in B kann somit als reibungsfrei modelliert werden. Zwischen dem Hohlzylinder und der Ebene herrscht Reibung mit dem Haftreibungskoeffizienten $\mu_0 = \frac{2}{5}$, sowie Rollreibung mit der Rollreibungslänge $\mu_2 = \frac{\sqrt{3}}{60}r$. Das System kann als eben modelliert werden.

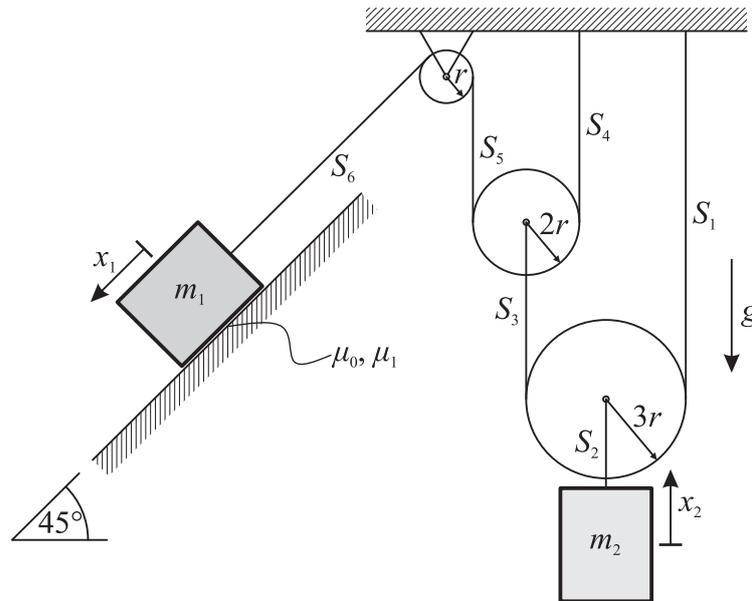


Nehmen Sie zunächst Ruhe an.

- Berechnen Sie in A , B und C die Lagerreaktionen! Schneiden Sie dazu die beiden Körper frei! [10 Punkte]
- Überprüfen Sie in den Punkten A und C die Haftreibungsbedingungen und die Rollreibungsbedingung. Sind sie erfüllt? [4 Punkte]
- Bleibt das System in Ruhe? Welcher Teil des Systems wird sich auf welche Art zuerst bewegen, falls das System nicht in Ruhe bleibt? [1 Punkt]

Aufgabe 2 (13 Punkte + 2 Bonuspunkte)

Zwei homogene Körper 1 und 2 mit den Massen m_1 und m_2 sind über den abgebildeten Flaschenzug miteinander verbunden, wobei $m_1 > m_2$ ist. Der Körper 1 kann sich auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel 45°) bewegen. Es herrscht dort Reibung mit dem Haftreibungskoeffizienten μ_0 und dem Gleitreibungskoeffizienten μ_1 , wobei $\mu_0 = \mu_1 = \frac{1}{2}$ ist. Das System wird in der skizzierten Lage aus der Ruhe losgelassen und beginnt sich zu bewegen.



Annahmen: Körper als Massepunkte modellierbar, Seile undehnbar und masselos, Rollen masselos

- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems! [1 Punkt]
- Berechnen Sie die Seilkräfte S_1 bis S_5 in Abhängigkeit der Seilkraft S_6 ! Schneiden Sie dazu die drei Rollen frei! (Rollen masselos!!!) [3 Punkte]
- Führen Sie in einer allgemeinen Lage an beiden Körpern die wirkenden Kräfte ein und formulieren sie jeweils das Newtonsche Bewegungsgesetz! [5 Punkte]
- Stellen Sie die kinematische Beziehung zwischen \dot{x}_1 und \dot{x}_2 auf! Argumentieren Sie dabei mit Momentanzentren oder Leistungen! [2 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichung für das Gesamtsystem auf! [2 Punkte]

Bonus: Formulieren Sie die Anfangsbedingungen und berechnen Sie die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichung! [2 Punkte]



Mechanik GZ

Klausur III

26. Mai 2010, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2010

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

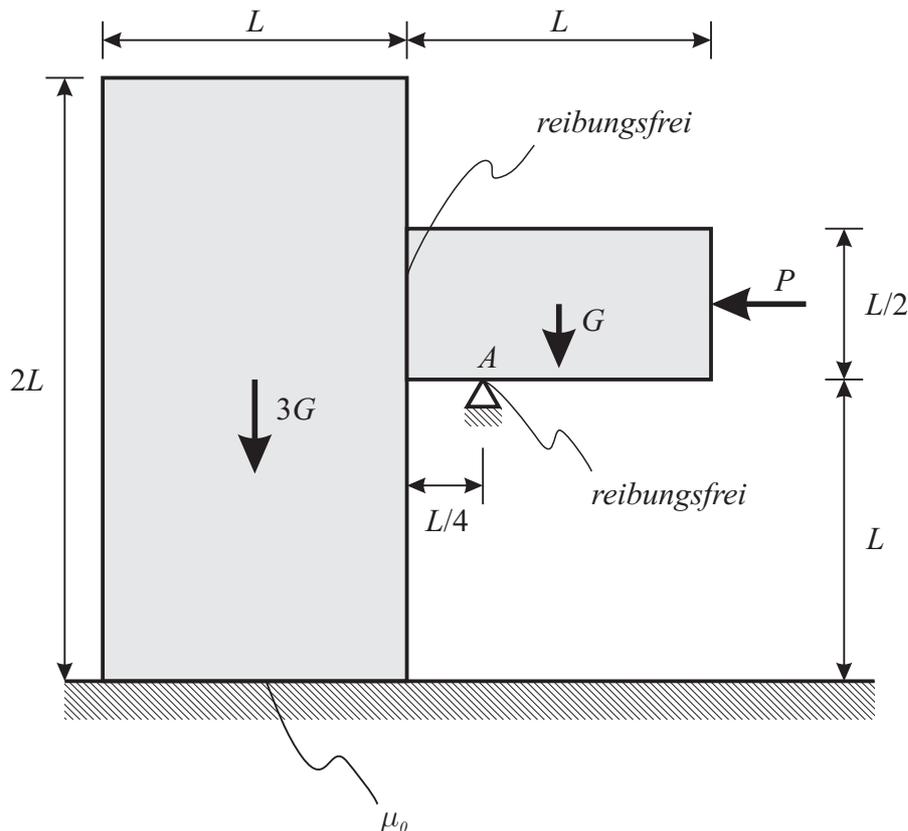
Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 6 selbstverfasste 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 ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (17 Punkte)

Das unten abgebildete ebene System besteht aus zwei homogenen Klötzen. Der erste Klotz (Höhe $2L$, Breite L) liegt auf einer rauhen Unterlage (Haftreibungskoeffizient μ_0). An ihm greift seine Gewichtskraft $3G$ an. Der zweite Klotz (Höhe $L/2$, Breite L) liegt am ersten an und ist in A mittels eines reibungsfreien Auflagers gelagert. An ihm greifen seine Gewichtskraft G und eine positive horizontale Kraft P an der Mitte der Seite an.

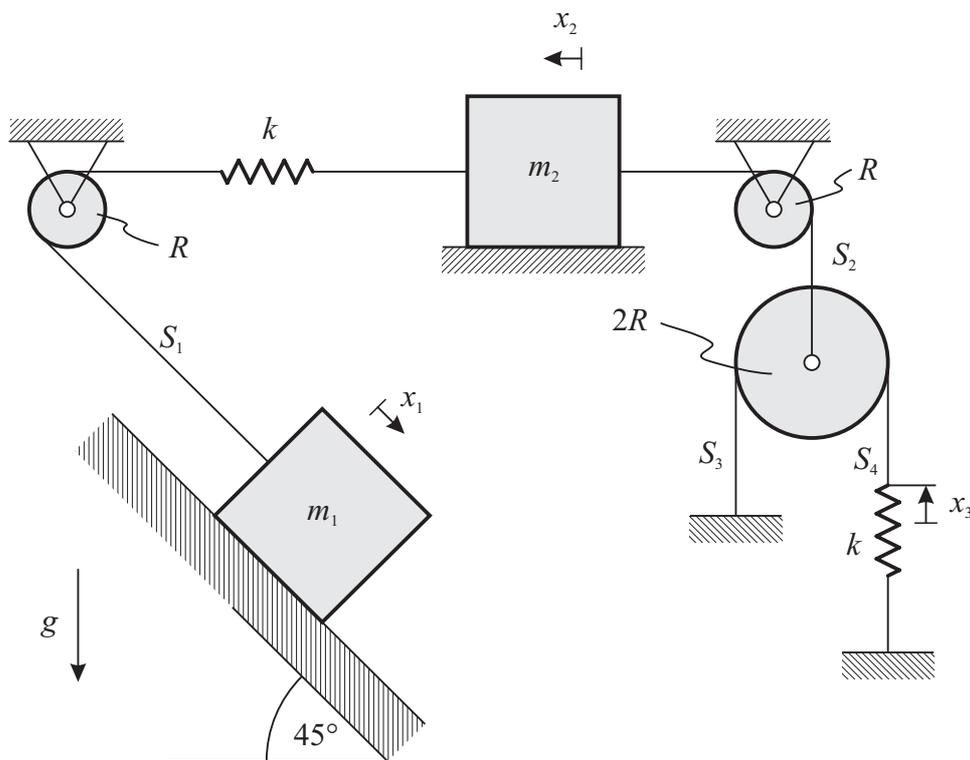


- Schneiden Sie die beiden Klötze einzeln frei und führen Sie alle relevanten Kräfte ein! [3 Punkte]
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für beide Körper auf! Berechnen Sie daraus alle unbekanntes Kräfte und Angriffspunkte! [8 Punkte]
- Wie gross muss μ_0 sein, damit der grosse Klotz nicht rutscht? [2 Punkte]
- Welches sind die erlaubten Grenzen für P in Abhängigkeit von G , damit weder der kleine noch der grosse Klotz kippt? [4 Punkte]

Aufgabe 2 (13 Punkte)

Ein homogener Klotz mit der Masse m_1 gleitet auf einer um 45° geneigten Unterlage. Er ist mit einem Seil S_1 über eine Rolle (Radius R) und eine Feder mit Federkonstante k mit einem Klotz der Masse m_2 verbunden. Dieser Klotz ist über ein weiteres Seil S_2 über eine Rolle (Radius R) mit einer dritten Rolle verbunden. Die Rolle (Radius $2R$) ist mit einem Seil S_3 befestigt und mit einem weiteren Seil S_4 über eine Feder mit Federkonstante k festgehalten.

Annahmen: Klötze als Massepunkte modellierbar, Seile masselos und undeformbar, Rollen masselos und reibungsfrei, Unterlagen reibungsfrei, Federn masselos. Die Koordinaten x_1, x_2, x_3 sind so gewählt, dass bei $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0$ beide Federn ungespannt sind.



- Welchen Freiheitsgrad hat das System? [1 Punkt]
- Schneiden Sie die beiden Klötze und die grosse Rolle einzeln frei und führen Sie alle angreifenden Kräfte ein. [3 Punkte]
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für die Rolle auf. Welche Beziehungen gelten zwischen den Seilkräften der Seile S_2, S_3 und S_4 sowie zwischen x_2 und x_3 ? [3 Punkte]
- Geben Sie eine Gleichung für die Federkraft bei Seil 4 in Funktion von x_3 und eine Gleichung für die Federkraft bei Seil 1 in Funktion von x_1 und x_2 an. [2 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der beiden Körper bezüglich der gegebenen Koordinaten auf ohne sie zu lösen. [2 Punkte]
- Eliminieren Sie alle unbekanntes Kräfte aus den Gleichungen und reduzieren Sie das Gleichungssystem auf möglichst wenig Gleichungen. [2 Punkte]

Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichungen ist nicht gefragt.



Mechanik GZ

Klausur III

25. Mai 2011, 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

Frühjahrssemester 2011

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

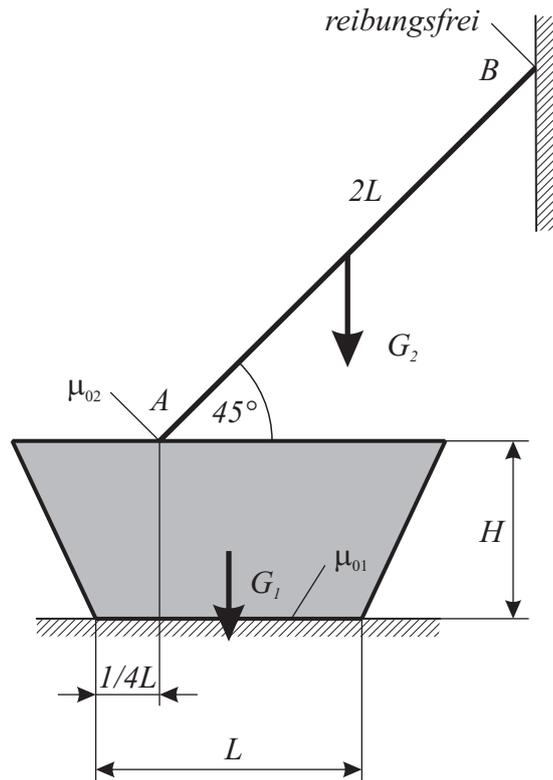
Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 6 selbstverfasste DIN A4 Seiten
 - Schreibzeug
 - Wörterbuch für Fremdsprachige
- 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 ZfM-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.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (18 Punkte)

Ein Bauarbeiter verwendet eine Mulde um damit einen grossen Stahlträger an einer Wand abzustützen. Die Situation wird als ebenes System modelliert und ist gemäss Skizze gegeben. Die homogene Mulde mit Gewicht G_1 steht auf einem rauhen Boden mit Haftreibungskoeffizient μ_{01} . Der starre Stahlträger mit Länge $2L$ und Gewicht G_2 wird im Punkt A auf der Mulde aufgelegt und im Punkt B an einer Wand abgestützt. Der Kontakt zwischen Stahlträger und Mulde wird mit dem Haftreibungskoeffizienten μ_{02} beschrieben und der Kontakt mit der Wand wird als reibungsfrei angenommen.

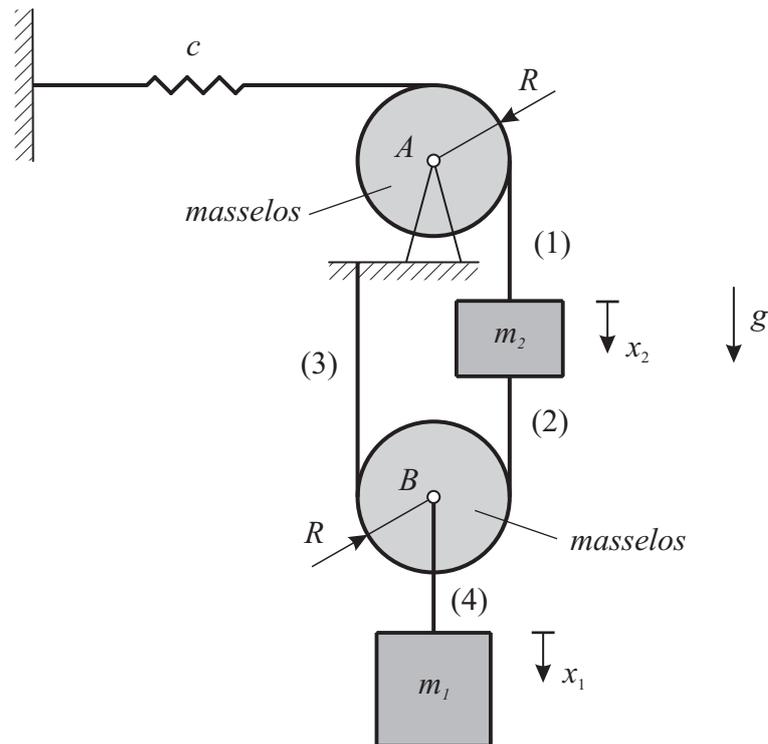


- Schneiden Sie beide Starrkörper frei und bestimmen Sie alle wirkenden Kräfte sowie die Kraftangriffspunkte. [13 Punkte]
- Welche Bedingungen müssen die Haftreibungskoeffizienten μ_{01} und μ_{02} erfüllen, damit das System in Ruhe ist? [3 Punkte]
- Im Folgenden seien μ_{01} und μ_{02} gross genug, damit Ruhe möglich ist und die Höhe der Mulde wird als $H = 3L/4$ gewählt. Wie gross kann G_2 maximal sein, damit die Mulde nicht kippt? [2 Punkte]

Aufgabe 2 (15 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus zwei Quadern mit den Massen m_1 und m_2 , die mit einem undehnbaren Seil über zwei masselose Rollen miteinander verbunden sind. Das Seil ist über eine masselose Feder mit Federsteifigkeit c an einer Wand befestigt. In der Ausgangslage ($x_1 = x_2 = 0$) ist die Feder ungespannt.

Annahmen: Körper als Massepunkte modellierbar, Seile masselos und undehnbar, Rollen masselos und reibungsfrei gelagert, die Körper bewegen sich nur entlang der eingezeichneten Koordinaten



- Welches ist der Freiheitsgrad des Systems? [1 Punkt]
- Schneiden Sie beide Quader und beide Rollen frei und führen Sie alle wirkenden Kräfte ein. [4 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der beiden Massen bezüglich den gegebenen Koordinaten auf. [2 Punkte]
- Bestimmen Sie die Federkraft und die Seilkraft im Abschnitt (1) in Funktion der Koordinate x_2 . Bestimmen Sie zudem den Zusammenhang zwischen den Seilkräften in den Abschnitten (2) und (4). [4 Punkte]
- Bestimmen Sie die kinematische Relation zwischen den Koordinaten x_1 und x_2 . [1 Punkt]

Bonusaufgabe:

- Benutzen Sie die obigen Resultate und reduzieren Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen auf eine Differentialgleichung in der Koordinate x_1 . [3 Punkte]

Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichung ist nicht gefragt.



Technische Mechanik

Klausur III**8. Dezember 2009, 09¹⁵ - 10⁰⁰****Dr. Stephan Kaufmann****Herbstsemester 2009**

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Hinweise:

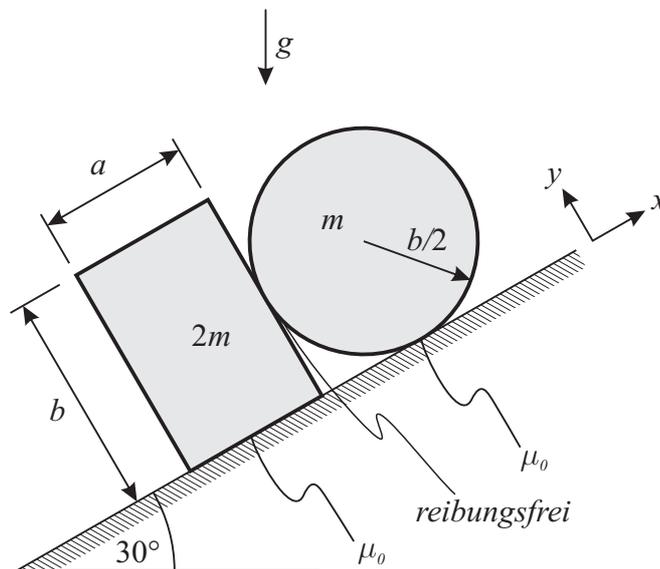
- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 6 selbstverfasste DIN A4 Seiten
 - Schreibzeug
 - evt. Wörterbuch
- Taschenrechner sind nicht zugelassen.
- Bitte keine roten oder grünen Farben verwenden, da diese unsere Korrekturfarben sind.
- Bitte keinen Bleistift verwenden, da dieser nicht dokumentenecht ist.
- Für jede Aufgabe ein separates Blatt des ausgeteilten ZfM-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.
- Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (18 Punkte)

Ein homogener Klotz mit Masse $2m$, Breite a und Höhe b liegt auf einer rauhen Unterlage. An ihm liegt ein homogener Zylinder mit Masse m und Radius $b/2$ an. Die Unterlage ist um 30° geneigt. Der Haftreibungskoeffizient zwischen der Unterlage und den beiden Körpern ist μ_0 . Der Kontakt zwischen dem Klotz und dem Zylinder sei reibungsfrei. Der Rollwiderstand zwischen dem Zylinder und der Unterlage sei vernachlässigbar.

Hinweis: Verwenden Sie das vorgeschlagene Koordinatensystem.

- Schneiden Sie den Klotz und den Zylinder einzeln frei. Ermitteln Sie alle angreifenden Kräfte. [14 Punkte]
- Welche Bedingung muss μ_0 erfüllen, damit der Klotz nicht zu gleiten beginnt? [2 Punkte]
- Der Haftreibungskoeffizient μ_0 sei nun gross genug, dass der Klotz nicht gleitet. Wie gross muss a im Vergleich zu b sein, damit der Klotz nicht kippt? [2 Punkte]



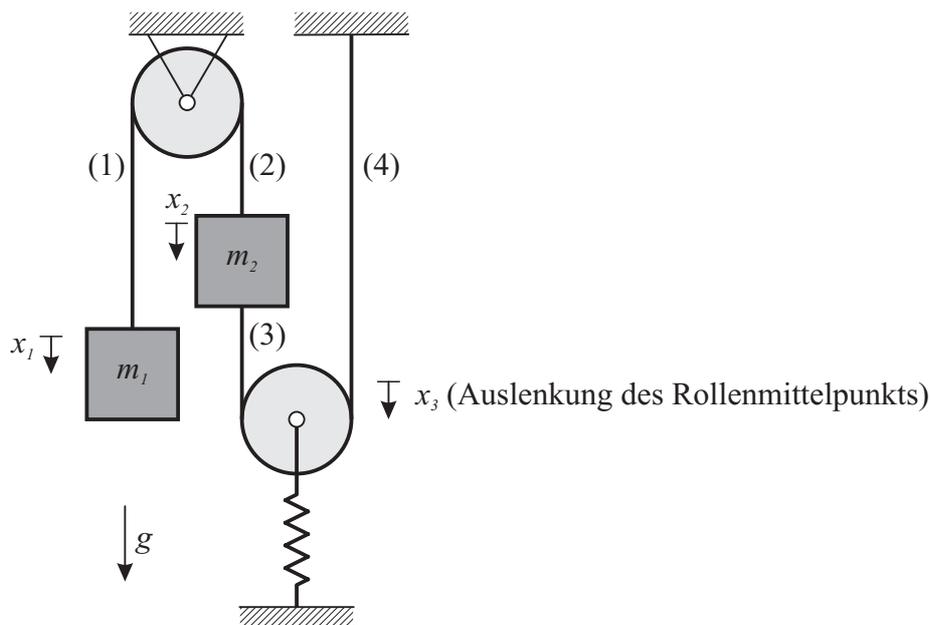
Aufgabe 2 (20 Punkte)

Das abgebildete System besteht aus zwei Körpern der Masse m_1 und m_2 , welche über ein Seil und eine Rolle miteinander verbunden sind. Das Seil ist über eine weitere masselose Rolle, welche durch eine Feder gehalten wird, fixiert. Beide Rollen haben den Radius R . Die Feder hat die Federkonstante c und sei in der Anfangslage ungespannt. Die Koordinaten x_1, x_2, x_3 beschreiben die Auslenkungen aus der Anfangslage.

Annahmen: Körper als Massepunkte modellierbar, Seil masselos und undehnbar, Rollen masselos und reibungsfrei. Die Körper bewegen sich nur vertikal.

- Welchen Freiheitsgrad hat das System? [1 Punkt]
- Schneiden Sie die beiden Körper und die beiden Rollen einzeln frei und führen Sie alle angreifenden Kräfte ein. [4 Punkte]
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für die beiden Rollen auf und geben Sie eine Gleichung für die Federkraft in Funktion von x_3 an. Welche Beziehungen gelten zwischen den Seilkräften S_1, S_2 und S_3, S_4 bei den Seilstücken (1), (2), (3) und (4)? [6 Punkte]
- Stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der beiden Körper bezüglich der gegebenen Koordinaten auf ohne sie zu lösen. [2 Punkte]
- Bestimmen Sie die kinematischen Relationen zwischen den drei Koordinaten x_1, x_2, x_3 . [2 Punkte]
- Eliminieren Sie alle unbekanntes Kräfte aus den Gleichungen und reduzieren Sie das Gleichungssystem auf möglichst wenig Gleichungen. [5 Punkte]

Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichungen ist nicht gefragt.





Technische Mechanik

Klausur III**14. Dezember 2010, 08¹⁵ - 09¹⁵****Dr. Stephan Kaufmann****Herbstsemester 2010**

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

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

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

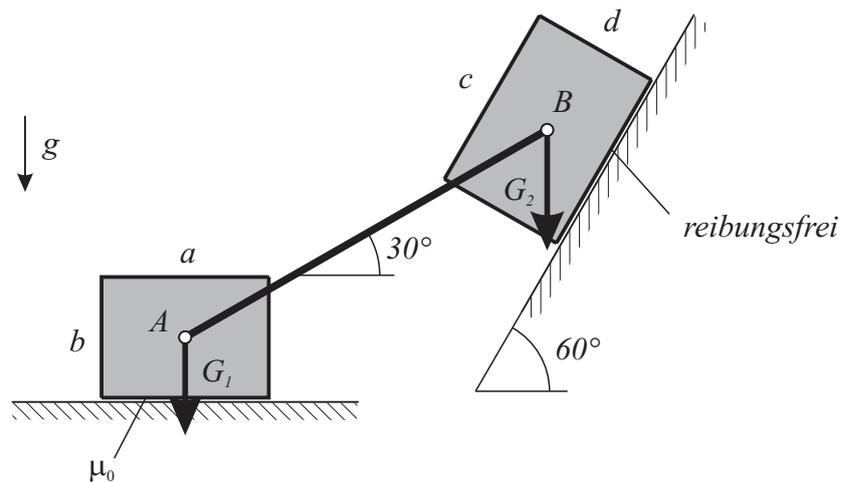
Hinweise:

- Die Klausur besteht aus 2 Aufgaben.
- Die zugelassenen Hilfsmittel sind:
 - 6 selbstverfasste 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 ZfM-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.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1 (18 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus zwei homogenen Quadern mit den Gewichtskräften G_1 bzw. G_2 , die gelenkig mit einem masselosen und starren Stab verbunden sind. Das System ist auf zwei Ebenen aufgelegt. Der Kontakt mit der um 60° geneigten Ebene ist reibungsfrei. Der linke Quader mit den Seitenlängen a und b ist auf einer rauhen Oberfläche mit Haftreibungskoeffizient μ_0 aufgelegt.

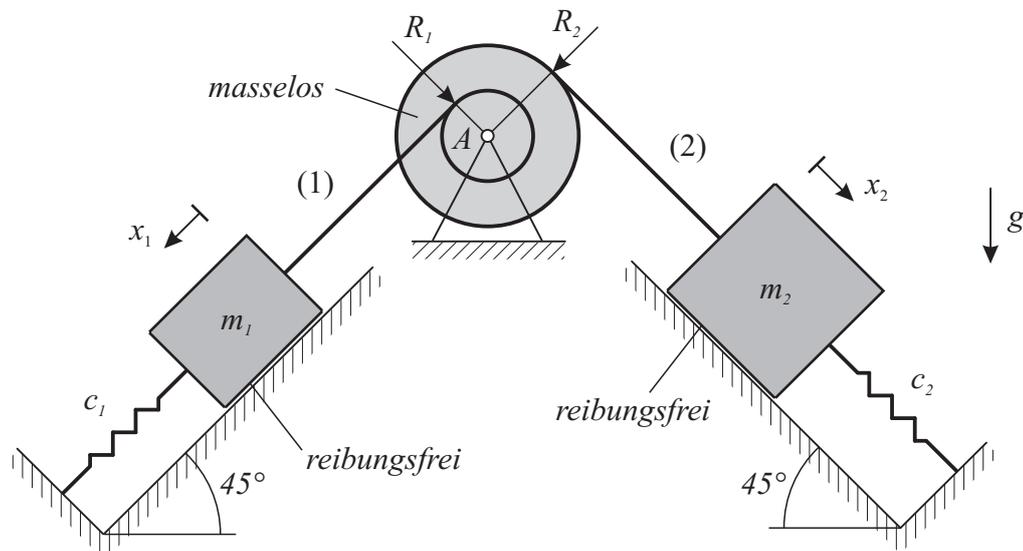


- Schneiden Sie die einzelnen Körper frei und bestimmen Sie alle angreifenden Kräfte sowie die Kraftangriffspunkte. [14 Punkte]
- Welche Bedingung muss μ_0 erfüllen, damit das System in Ruhe ist? [2 Punkte]
- Im Folgenden sei μ_0 gross genug, damit das System in Ruhe ist. Das Gewichtsverhältnis $G_2 = 2G_1$ sei bekannt. Wie gross muss die Seitenlänge a in Funktion von b gewählt werden, damit der linke Klotz nicht kippt? [2 Punkte]

Aufgabe 2 (15 Punkte)

Zwei Körper mit den Massen m_1 bzw. m_2 sind gemäss Skizze mit einem Seil über eine masselose Doppelrolle mit den Radien R_1 und R_2 verbunden. Beide Körper sind mittels zweier Federn mit den Federsteifigkeiten c_1 bzw. c_2 an einer Wand befestigt. Beide Körper gleiten reibungsfrei entlang zweier um 45° geneigter Ebenen. Die Federn seien im Anfangszustand ($x_1 = 0, x_2 = 0$) ungespannt.

Annahmen: Körper als Massepunkte modellierbar, Federn masselos, Seile masselos und undehnbar, Rolle masselos und reibungsfrei gelagert. Die Körper bewegen sich nur entlang der Ebenen.



- Bestimmen Sie den Freiheitsgrad des Systems? [1 Punkt]
- Schneiden Sie die beiden Körper und die Rolle einzeln frei und führen Sie alle wirkenden Kräfte ein. [3 Punkte]
- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für die Rolle auf und bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen den Seilkräften in den Seilabschnitten (1) und (2). [3 Punkte]
- Formulieren Sie die Beziehungen zwischen den Federkräften und den gegebenen Koordinaten und stellen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen der beiden Körper bezüglich der gegebenen Koordinaten auf, ohne sie zu lösen. [4 Punkte]
- Bestimmen Sie die kinematische Relation zwischen den Koordinaten x_1 und x_2 . [1 Punkt]

Bonusaufgabe:

- Es gelten die Verhältnisse: $m_2/m_1 = 1/2$, $R_2/R_1 = 2$ und $c_2/c_1 = 2$.

Eliminieren Sie alle unbekanntes Kräfte aus den Gleichungen und reduzieren Sie das Gleichungssystem auf möglichst wenige Gleichungen. [3 Punkte]

Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichung ist nicht gefragt.



Mechanik GZ

für Geomatik- und Umweltingenieurwissenschaften

Klausur III

13.06.2007 / 10¹⁵ - 11¹⁵

Dr. Stephan Kaufmann

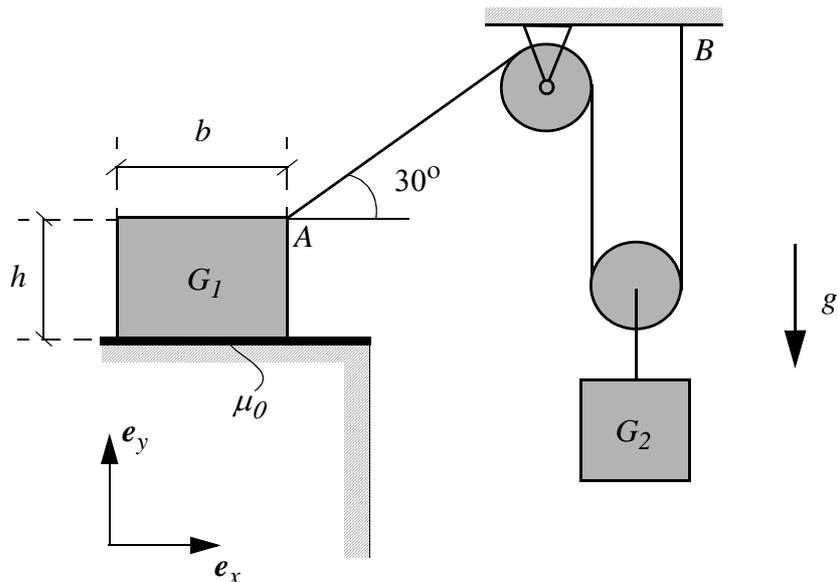
SS 2007

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (13 Punkte)

Das abgebildete ebene System besteht aus zwei Quadern mit Gewicht G_1 und G_2 , einem gewichtslosen Seil sowie zwei masselosen Rollen. Der Quader mit Gewicht G_1 liegt auf einer horizontalen Ebene. Zwischen Quader und Ebene herrscht trockene Reibung (Haftreibungskoeffizient μ_0). Im Eckpunkt A des Quaders ist das Seil befestigt (Winkel 30° zur Horizontalen). Es ist wie skizziert über die beiden Rollen geführt und in B fixiert. Die Lager beider Rollen sind reibungsfrei. An der rechten Rolle hängt der Quader mit Gewicht G_2 . Das System ist in Ruhe.



- Schneiden Sie den Quader mit Gewicht G_1 frei, und führen Sie die angreifenden Kräfte ein. (Skizze!)
- Formulieren Sie die Gleichgewichtsbedingungen für diesen Quader.
- Für den Rest der Aufgabe sei $G_2 = 2G_1$. Welche Bedingung muss μ_0 erfüllen, damit der Quader nicht ins Gleiten kommt?
- Welche Bedingung müssen b und h erfüllen, damit der Quader nicht kippt?

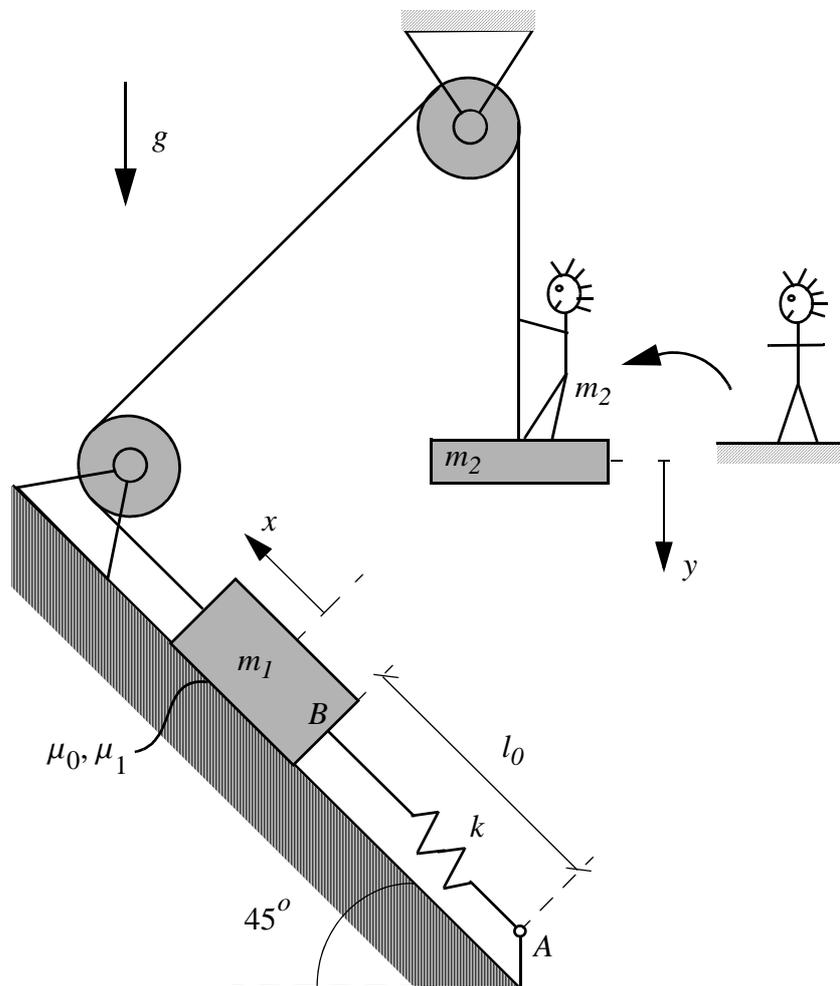
Aufgabe 2 (13 Punkte)

Das skizzierte ebene System kann als zwei Massenpunkte modelliert werden. Ein Klotz (Masse m_1) liegt auf einer rauhen schiefen Ebene (Haftreibungskoeffizient μ_0 , Gleitreibungskoeffizient μ_1 , Neigungswinkel 45°). In B ist eine Feder (ungespannte Länge l_0 , Federkonstante k) befestigt. Ihr anderes Ende ist in A festgehalten. In der skizzierten Anfangslage ist die Feder ungespannt.

Am oberen Ende des Klotzes ist ein Seil befestigt, das wie skizziert über zwei masselose Rollen geführt ist. Am Ende des Seils hängt eine Plattform (Masse m_2). Der Haftreibungskoeffizient μ_0 sei genügend gross, um das System so in Ruhe zu halten.

Nun steigt der kleine Aebi (Masse ebenfalls m_2) auf die Plattform und setzt damit das System in Bewegung. Wir betrachten nur die erste Bewegungsphase, in der sich der Klotz nach oben bewegt.

Annahmen: Trockene Reibung zwischen Klotz und Ebene, Seil masselos und undehnbar, Rollen masselos und reibungsfrei, Feder masselos.



- Schneiden Sie die beiden Massenpunkte (Klotz bzw. Plattform mit Aebi) in einer allgemeinen Lage frei, und führen Sie die angreifenden Kräfte ein. Für jeden Massenpunkt eine Skizze!
- Bestimmen Sie für jeden Massenpunkt die Bewegungsdifferentialgleichungen.
- Bestimmen Sie die kinematische Relation zwischen den Koordinaten x und y .
- Drücken Sie die Seilkraft in Funktion von \ddot{x} , m_2 aus.
- Schreiben Sie die Bewegungsdifferentialgleichung in Funktion von \ddot{x} , x und den gegebenen Parametern.
- Bestimmen Sie die Anfangsbedingungen.



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur III

11. Dezember 2007, 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

Herbstsemester 2007

Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang: D-ITET
-------	----------	-------------	-------------------------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

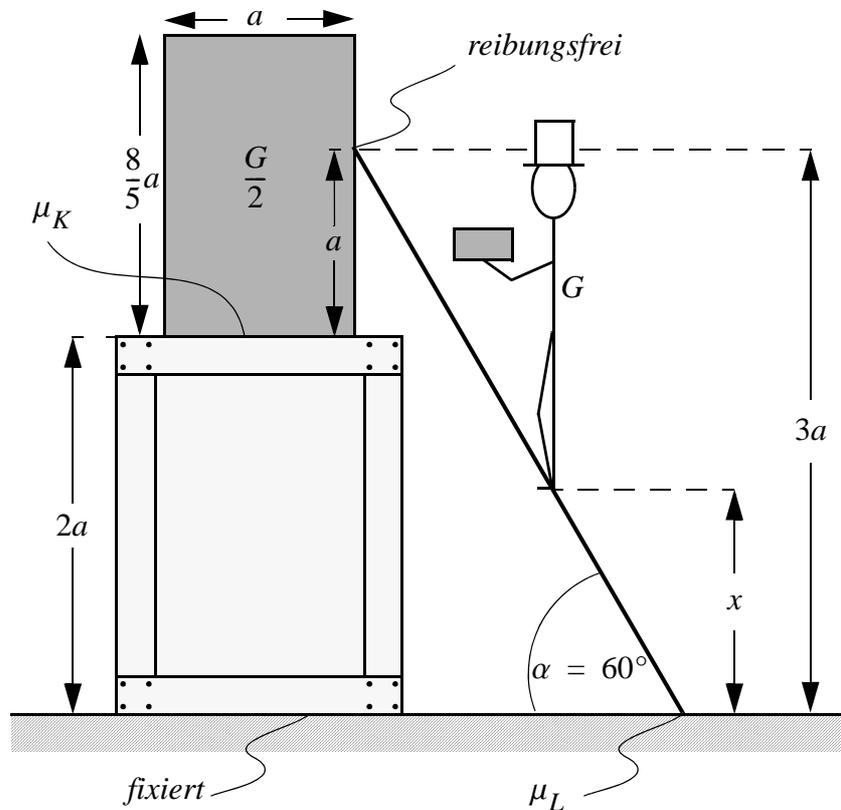
Aufgabe 1 (15 Punkte)

Eine Aluminiumleiter (gewichtslos) sei gemäss Skizze in einem Winkel $\alpha = 60^\circ$ an eine Metallkiste (Höhe $\frac{8}{5}a$, Breite a , Gewicht $\frac{G}{2}$) angelehnt, die auf einer am Boden fixierten Holz-kiste (Höhe $2a$, Breite $\frac{3}{2}a$) steht. Zwischen den beiden Kisten herrscht trockene Reibung (Haftreibungskoeffizient $\mu_K = \frac{1}{4}$). Zwischen der Aluminiumleiter und dem rauhen Betonboden herrscht ebenfalls trockene Reibung (Haftreibungskoeffizient $\mu_L = \frac{1}{3}$). Der Kontakt zwischen der Aluminiumleiter und der Metallkiste liegt auf der Höhe $3a$ vom Boden aus und kann als reibungsfrei angenommen werden.

Der kleine Niels steht in Höhe x auf der Leiter und belastet diese mit seinem Gewicht G .

a) Schneide die Metallkiste und die Leiter frei! [4 Punkte]

b) Welches ist die maximale Höhe x auf welcher der kleine Niels stehen kann? Diskutiere das Kippen der Metallkiste, Rutschen der Metallkiste auf der Holz-kiste und Rutschen der Leiter auf dem Boden! [11 Punkte]



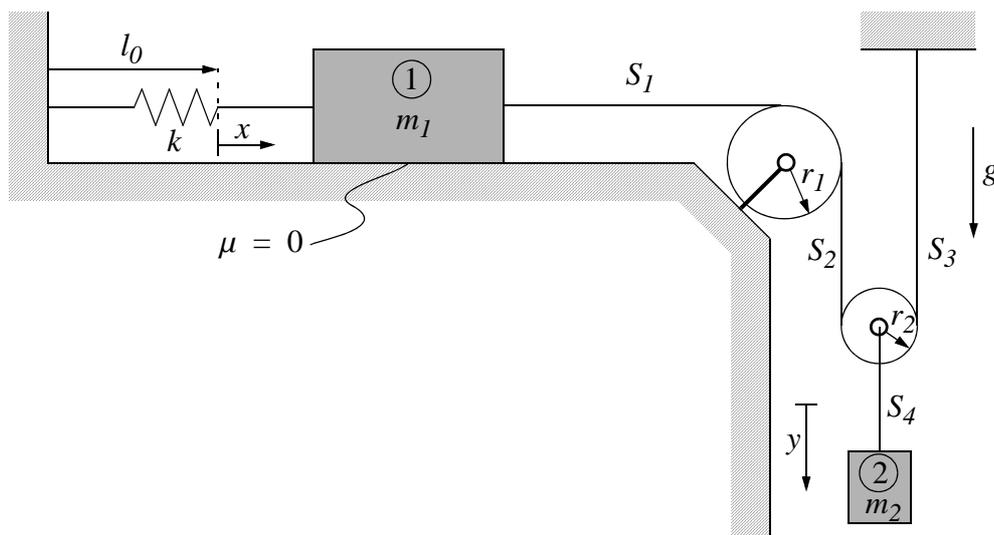
Aufgabe 2 (15 Punkte)

Die beiden Körper 1 und 2 mit Massen m_1 und m_2 seien mit einem Seil und zwei masselosen Rollen (Radien r_1 und r_2) wie skizziert verbunden. Der Körper 1 sei durch eine Feder (Federkonstante k , ungespannte Länge l_0) an der Wand befestigt. Der Körper 2 wird aus der Ruhelage bei ungespannter Feder losgelassen.

Annahmen: Körper als Massepunkte modellierbar, Seil masselos und undehnbar, Rollen masselos und reibungsfrei, keine Reibung zwischen Körper 1 und Untergrund.

- Schneide alle vier Körper frei und führe an ihnen alle einwirkenden Kräfte ein! [5 Punkte]
- Bestimme die Beziehung zwischen den Seilkräften S_1 , S_2 , S_3 und S_4 ! [3 Punkte]
- Stelle die Bewegungsdifferentialgleichungen der beiden Körper 1 und 2 bezüglich der Koordinaten x und y auf! [4 Punkte]
- Bestimme die kinematische Relation zwischen den beiden Koordinaten. Ermittle daraus (und mit den gegebenen Konstanten) die Bewegungsdifferentialgleichung des Körpers 2! [3 Punkte]

Die Lösung der Bewegungsdifferentialgleichungen ist nicht gefragt.





Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur III

31.01.2006 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

WS 05/06

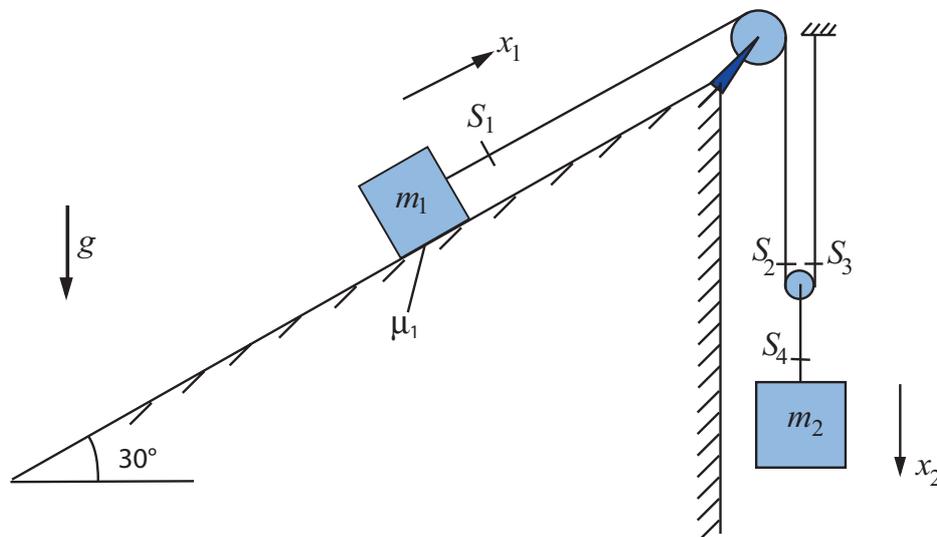
Name:	Vorname:	ETH-Nummer:	Studiengang:
-------	----------	-------------	--------------

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Die Massen m_1 und m_2 sind mit einem Seil und zwei Rollen wie skizziert verbunden. Zwischen der Masse m_1 und der schiefen Ebene (Neigungswinkel 30°) herrscht Gleitreibung (μ_1).

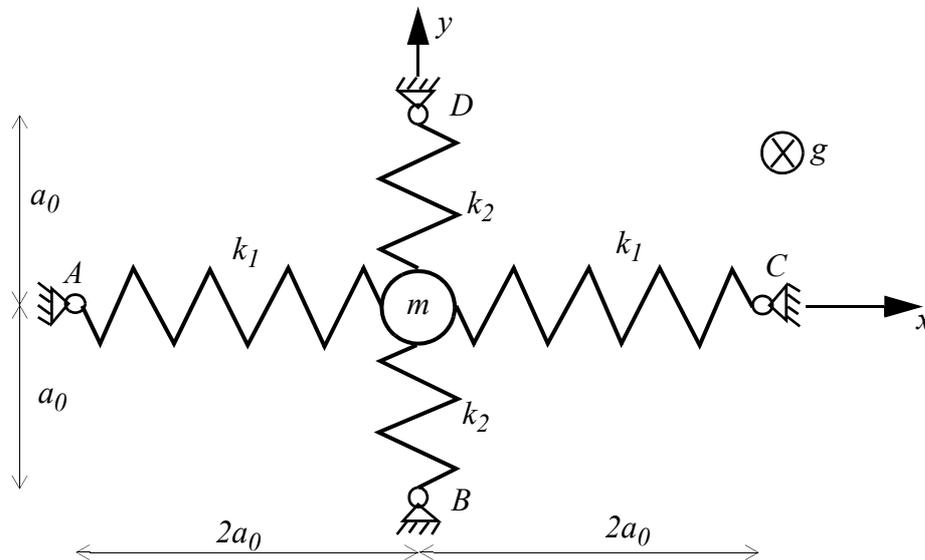
Annahmen: Seil masselos und undehnbar, Rollen masselos und reibungsfrei.



- Schneiden Sie die vier Körper frei und führen Sie die angreifenden Kräfte ein. Bestimmen Sie die Beziehungen zwischen den vier Seilkräften S_1, S_2, S_3, S_4 .
- Sei μ_0 klein genug, so dass sich das System bewegt. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen der Massen m_1 und m_2 bezüglich der Koordinaten x_1 bzw. x_2 auf.
- Stellen Sie die kinematische Relation zwischen den zwei Koordinaten auf.
- Sei $\mu_1 = \sqrt{3}/6$, $m_1 = m$ und $m_2 = 2m$. Bestimmen Sie S_1 und die Beschleunigung der Masse m_2 .

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Eine Kugel mit Masse m befindet sich auf einer glatten Horizontalebene und ist mit vier Federn der ungespannten Länge null verbunden. Die Federn in x -Richtung haben die Steifigkeit k_1 , die Federn in y -Richtung die Steifigkeit k_2 . Die vier Federn sind in A , B , C und D gelagert.



- Schneiden Sie die Masse frei.
- Bestimmen Sie die an der Masse wirkenden Federkräfte in Funktion der Lage.
- Stellen Sie die Bewegungsgleichungen in x - und y -Richtung auf.
- Finden Sie die Kreisfrequenzen für die Oszillationen in x - und y -Richtung.
- Es sei $k_2 = 2k_1$, die Anfangsposition $(a_0/2, a_0/2)$ und die Anfangsgeschwindigkeit der Masse $(-\sqrt{(k_1/m)} \cdot a_0, -\sqrt{(k_1/m)} \cdot a_0)$. Berechnen Sie die Gesamtenergie des Systems in Funktion der Zeit.



Technische Mechanik

für D-ITET

Klausur III

23.01.2007 / 9¹⁵ - 10⁰⁰

Dr. Stephan Kaufmann

WS 06/07

Name:

Vorname:

ETH-Nummer:

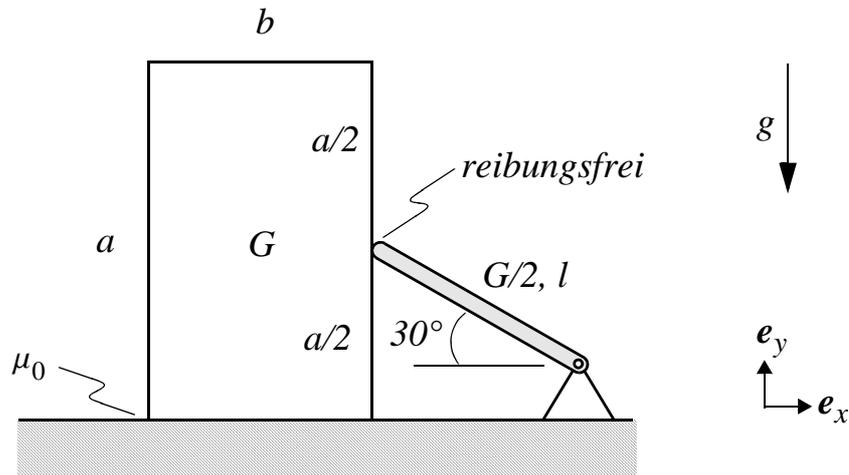
Studiengang:
D-ITET

	Assistent	Aufg. 1	Aufg. 2			Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Diese Seite enthält keine Aufgabe

Aufgabe 1 (13 Punkte)

Ein Klotz (Gewicht G , Seiten a, b) liegt auf einer rauhen Unterlage (Haftreibungskoeffizient μ_0). Auf halber Höhe drückt gemäss Skizze ein Stab (Gewicht $G/2$, Länge l) auf ihn, welcher am anderen Ende reibungsfrei gelenkig gelagert ist. Der Kontakt zwischen Klotz und Stab kann als reibungsfrei modelliert werden.



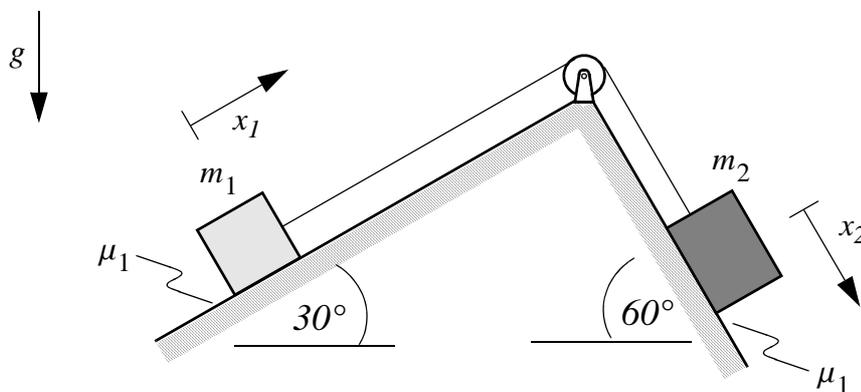
- Bestimme alle am Quader angreifenden Kräfte!
- Wie gross muss μ_0 sein, damit der Klotz nicht zu gleiten beginnt?
- Der Haftreibungskoeffizient μ_0 sei so gross, dass der Klotz nicht gleitet. Ab welchem Seitenverhältnis a/b wird der Klotz kippen?

Aufgabe 2 (13 Punkte)

Zwei Quader (Massen m_1 und m_2) liegen auf zwei schiefen Ebenen (beide Gleitreibungskoeffizienten μ_1) mit Neigungswinkeln 30° bzw. 60° . Sie sind gemäss Skizze mit einem Seil über eine Rolle verbunden. Die Rolle ist masselos und reibungsfrei drehbar gelagert. In diesem zweidimensionalen Problem können die zwei Quader als Massenpunkte modelliert werden. Das System wird in der skizzierten Lage aus der Ruhe losgelassen.

Annahmen:

- $m_2 > m_1$
- μ_1 so klein, dass Haften unmöglich ist
- Seil masselos und undehnbar
- Quader kippen nicht



- Schneide die zwei Quader frei, und führe alle angreifenden Kräfte ein (neue Skizze)!
- Wähle die skizzierten Koordinaten x_1 und x_2 .
Stelle für beide Quader die Bewegungsdifferentialgleichungen bzgl. dieser Koordinaten auf!
Die Lösung der Differentialgleichungen ist nicht gefragt!
- Welche Beziehung gilt zwischen den gewählten Koordinaten (kinematische Relation)?
- Bestimme die Seilkraft in Funktion der Zeit!