ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

DHEST
Department of
Health Sciences and Technology

Mechanik in Biologie und Medizin (MBM / 376-0001-00S)

Prof. J. Snedeker

Basisprüfung **03. Februar 2014 / 09:00 – 11:30** **HS 2012**

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

Bitte leer lassen:

	Assistent	Aufg. 1 *Punkte*	Aufg. 2 *Punkte*	Aufg. 3 *Punkte*	Aufg. 4 *Punkte*	Aufg. 5 *Punkte*	Total *Punkte*	Note
1. Korrektur								
2. Korrektur								

Bitte erst nach Aufforderung öffnen!

Ordnungsvorschriften:

1.1 Keine roten oder grünen Farben verwenden

1.2 Für jede Aufgabe ist ein separates Blatt zu verwenden, welches mit Namen, ETH- und Aufgabennummer zu beschriften ist (zugelassen ist nur das zur Verfügung gestellte Papier)

1.3 **Lösungsteile auf dem Aufgabenbogen werden nicht bewertet.** Skizzen müssen auf das Lösungsblatt abgezeichnet oder die abgegebenen Skizzenblätter verwendet werden.

2.1 Lösungsweg und Resultat müssen vollständig nachvollziehbar sein

2.2 Pro Aufgabe oder Teilaufgabe darf nur ein Lösungsweg angegeben werden (bei Mehrfach-lösungen oder –Resultaten wird die Aufgabe oder entsprechende Teile davon in jedem Fall als falsch bewertet).

2.3 Es empfiehlt sich, Resultate zuerst formal herzuleiten, dann zu vereinfachen und am Schluss falls notwendig numerisch auszuwerten.

2.4 **Alle gefragten Resultate müssen doppelt unterstrichen sein.**

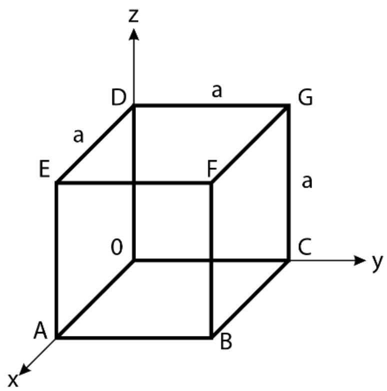
3.1 Durchgestrichene oder unleserliche/nicht eindeutige Lösungsteile werden nicht bewertet.

3.2 Skizzen müssen leserlich und interpretierbar sein, um bewertet zu werden. (Empfehlung: mit spitzem Bleistift, Farbstiften, Radiergummi, Lineal, Geometriedreieck und Zirkel arbeiten).

4 Bei einem Täuschungsversuch kommt die Disziplinarordnung der ETH zur Anwendung; unter anderem kann die Prüfung für nicht bestanden erklärt werden.

Aufgabe 1 (17 Punkte)

Vom dreidimensionalen Bewegungszustand eines Starrkörper-Würfels mit Kantenlänge a sei folgendes bekannt:



$$v_A = \begin{pmatrix} 0 \\ 4v \\ 2v \end{pmatrix}$$
$$v_B = \begin{pmatrix} -v \\ ? \\ 2v \end{pmatrix}$$
$$\omega = \begin{pmatrix} ? \\ v/a \\ ? \end{pmatrix}$$

a) Bestimmen Sie die Rotationsgeschwindigkeit ω.

b) Handelt es sich bei diesem Bewegungszustand um eine momentane Rotation? Begründen Sie Ihre Antwort.

c) Es greifen nun folgende Kräfte an den Quader an:

$$F_A = \begin{pmatrix} \sqrt{2}P \\ \sqrt{2}P \\ 0 \end{pmatrix}, F_B = \begin{pmatrix} -\sqrt{2}P \\ -\sqrt{2}P \\ 0 \end{pmatrix}, F_G = \begin{pmatrix} 0 \\ k_1 P \\ k_2 P \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die Dyname in Punkt 0: (M_0, R_0)

d) Für welche $k_1, k_2 \in \mathbb{R}$ ist das System statisch äquivalent zu:

- Einem Moment/ Kräftepaar
- Einer Einzelkraft
- Schraube

e) Es sei nun $k_1 = k_2 = k$. Berechnen Sie die Gesamtleistung des Systems

f) Am Punkt D greift nun die folgende Kraft und das folgende Moment an:

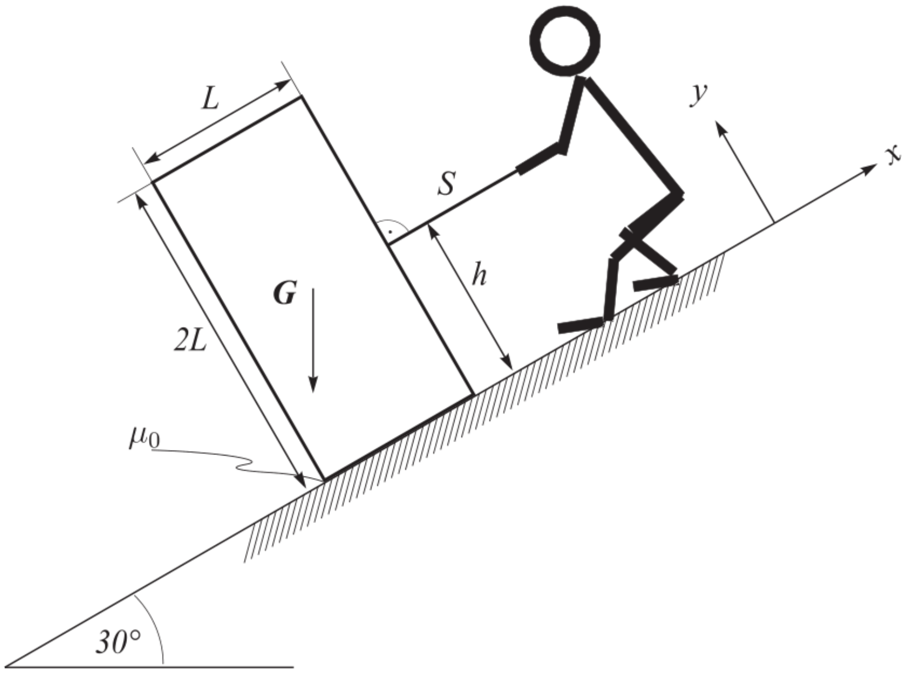
$$M_D = \begin{pmatrix} M_{Dx} \\ M_{Dy} \\ M_{Dz} \end{pmatrix}, F_D = \begin{pmatrix} F_{Dx} \\ F_{Dy} \\ F_{Dz} \end{pmatrix}$$

Wie müssen das Moment M_D und die Kraft F_D gewählt werden, so dass das System im Gleichgewicht ist?

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Eine Person versucht eine ruhende, homogene, rechteckige Kiste mit Gewichtskraft G, Höhe 2L und Breite L eine schiefe Ebene mit Neigung 30° hochzuziehen. Die Person zieht die Kiste an einem Seil S, das zum betrachteten Zeitpunkt parallel zur schiefen Ebene ausgerichtet ist. Der Reibungskoeffizient zwischen Ebene und Kiste beträgt: $\mu_O = \mu_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}$, die Person Rutscht nicht.

Auf welcher Höhe h darf das Seil maximal befestigt sein, damit die Kiste ohne zu Kippen hochgezogen werden kann?

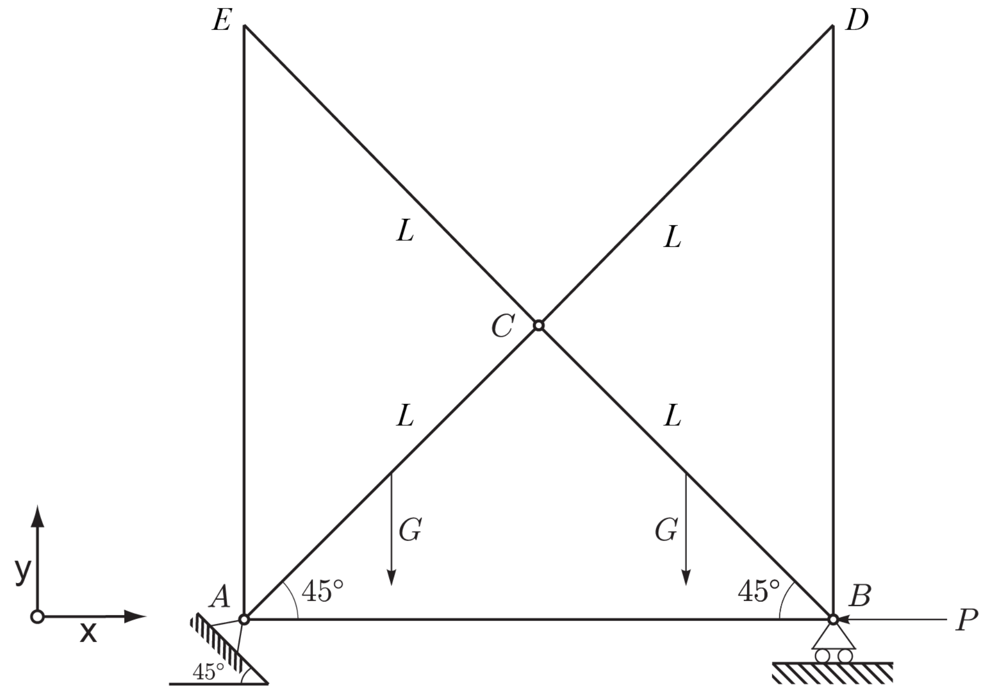


Aufgabe 3 (10 Punkte)

Das skizzierte ideale Fachwerk besteht aus starren Stäben, welche reibungsfrei gelenkig miteinander verbunden sind. Die diagonalen Stäbe haben die Länge L. In den Punkten A ist das Fachwerk gelenkig und im Punkt B durch beidseitige Auflager gelagert (kein abgeben). Im Punkt B greift die eingezeichnete Kraft vom Betrag P an.

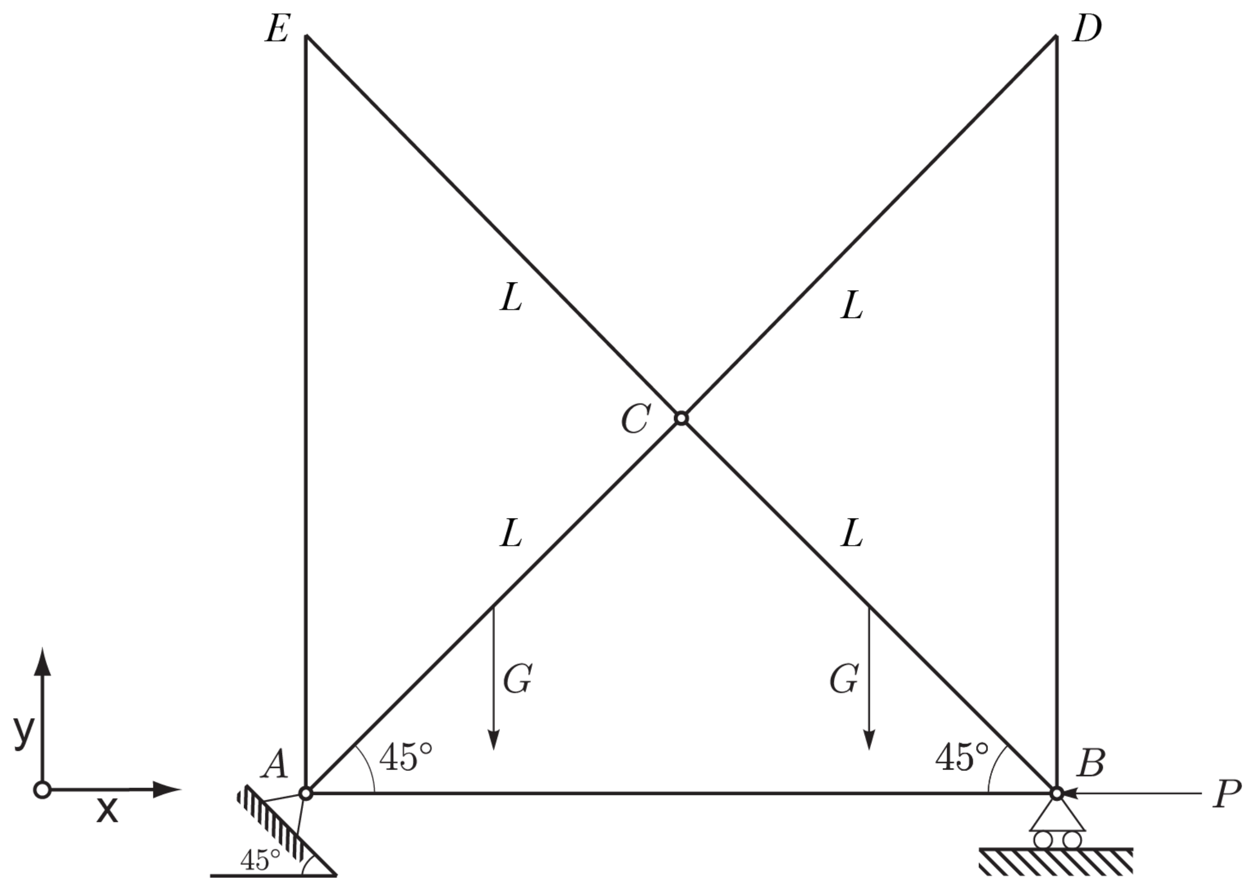
Alle zur Lösung notwendigen Informationen müssen auf dem Skizzen- oder Aufgabenblatt ersichtlich sein (z.B. starre Körper, Momentanzentren, Rotationsschnelligkeiten, Geschwindigkeiten).

a) Berechnen Sie mittels Prinzip der virtuellen Leistung (PdvL) die Stabkraft im Stab AB.



b) Machen Sie eine Fallunterscheidung. Für welche Werte von P ist der Stab AB
- Ein Druckstab
- Ein Zugstab
- Nicht belastet

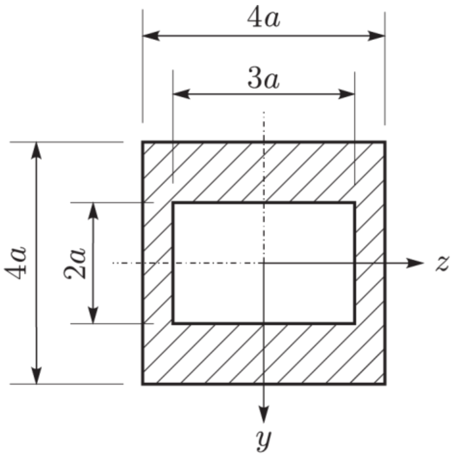
Skizzenblatt zu Aufgabe 3 (ungültige Skizze streichen)



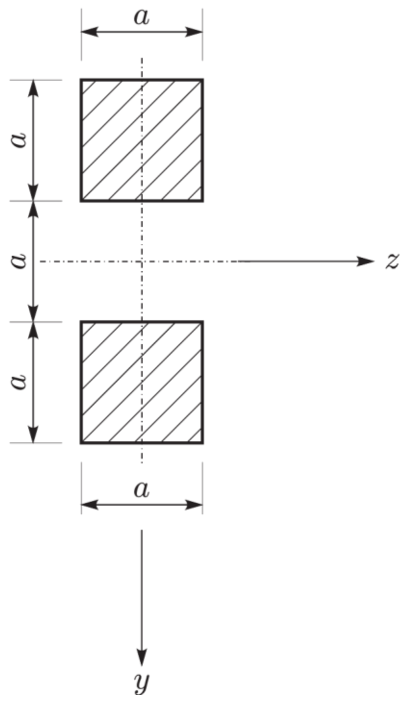
Aufgabe 4 (7 Punkte)

Gegeben sind die folgenden 2 Querschnitte. Berechnen Sie für jeden der Querschnitte die Flächenmomente 2. Grades I_y und I_z sowie das Deviationsmoment C_{yz}.

a)

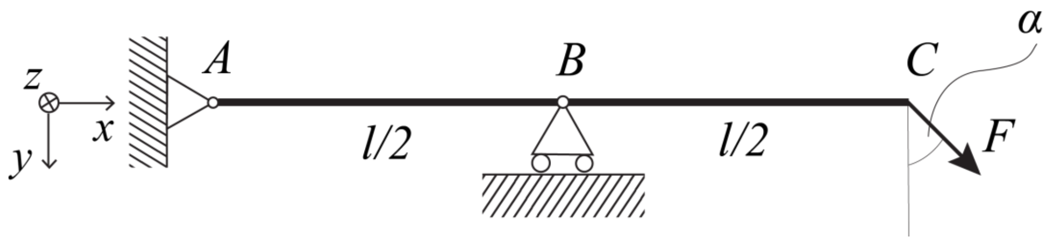


b)



Aufgabe 5 (8 Punkte)

Gegeben sei ein Stab AB der Länge l welcher im Punkt A gelenkig und im Punkt B durch beidseitige Lager gelagert (kein Abheben) Am Punkt C greift eine Kraft mit Betrag F in einem bekannten Winkel α zu der y-Achse an. Die Abstände von A zu B und B zu C sind gleich und betragen jeweils l/2 (siehe Skizze).

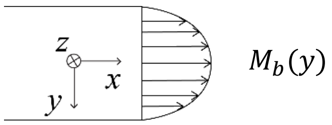


a) Berechnen Sie Lagerkräfte in den Punkten A und B sowie die Seilkraft S in B.

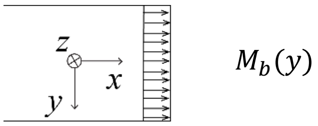
b) Bestimmen Sie die Beanspruchung im Balken in Abhängigkeit einer Laufvariablen x.

c) An welcher Stelle des Balkens erwarten Sie die grössten Biegespannungen? Wieso?

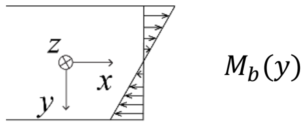
d) Was Für einen Biegespannungsverlauf erwarten Sie? Kreuzen Sie zutreffender an:



☐



☐



☐

e) Gegeben sei nun das Flächenmoment 2. Grades I_z des Balkens. Berechnen Sie nun die maximalen Biegespannungen des Balkens in Abhängigkeit von y.

f) Wie gross sollte der Winkel zwischen dem Balken und des Seils sein, damit das Biegemoment verschwindet? (Begründung angeben)