

Technische Mechanik

151-0223-10

- Zwischenprüfung -

14. November 2023

Dr. Paolo Tiso

HINWEISE:

- Schreiben Sie Ihren Namen und Legi-Nummer auf das Antwortblatt und auf die Rechenteil-Seiten, und zwar in das dafür vorgesehene Feld am oberen Rand.
- Die vorliegende Prüfung umfasst 15 Seiten für den Multiple-Choice-Teil und 11 Seiten für den Rechenteil.
- Die Prüfung hat einen Multiple-Choice-Teil mit 15 Aufgaben und einen Rechenteil mit 2 Aufgaben.
- Sowohl der Multiple-Choice-Teil als auch der Rechenteil werden mit 50% gewichtet. Es gibt insgesamt **30 erreichbare Punkte**. Das bedeutet im Durchschnitt 4 Minuten pro Punkt.
- Bei den **Multiple-Choice-Fragen** gibt es **immer nur 1 richtige Antwort**. Jede richtige Antwort wird mit 1 Punkt bewertet. Für falsche oder leere Antworten gibt es keinen Punktabzug.
- Die Prüfungszeit beträgt **2 Stunden**.
- **Erlaubte Hilfsmittel: Zusammenfassung (computer- oder handgeschrieben) auf 4 Blättern bzw. 8 Seiten A4.** Aufgaben mit Lösungen und alte Prüfungen sind nicht zulässig. Eigene Beispiele zur Veranschaulichung sind zugelassen. Die Zusammenfassung darf von einer beliebigen Quelle (z.B. vom AMIV) bezogen werden, so lange die oben stehenden Kriterien erfüllt sind.
- Weder **Taschenrechner** noch andere **elektronische Hilfsmittel** sind zugelassen.
- Nur dokumentenechte Stifte sind erlaubt (kein Tipp-Ex, kein Bleistift, keine roten oder grünen Stifte)
- Beantworten Sie die vorliegenden Aufgaben an den dafür vorgesehenen Stellen.
- Schalten Sie Ihr Mobiltelefon und alle weiteren elektronischen Geräte aus.
- **Das Antwortblatt sowie alle Seiten des Rechenteils sind abzugeben.**
- Bitte den Raum erst verlassen, wenn alle Prüfungen eingesammelt wurden!

Viel Erfolg!

151-0223-10 Technische Mechanik

Zwischenprüfung 14.11.2023

Dr. Paolo Tiso

Nachname:

Vorname:

Legi-Nummer:

Antwortblatt Typ A

Legi-Nummer

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Antworten

1.	A	B	C	D	E
2.	A	B	C	D	E
3.	A	B	C	D	E
4.	A	B	C	D	E
5.	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7.	A	B	C	D	E
8.	A	B	C	D	E
9.	A	B	C	D	E
10.	A	B	C	D	E
11.	A	B	C	D	E
12.	A	B	C	D	E
13.	A	B	C	D	E
14.	A	B	C	D	E
15.	A	B	C	D	E

Wie man das Antwortblatt richtig ausfüllt:

Ja:

A	B	C	D	E
A	●	C	D	E

Korrektur:
[C ● D]

D

Nein:

A	B	C	D	E
A	B	C	D	E
A	B	●	D	E

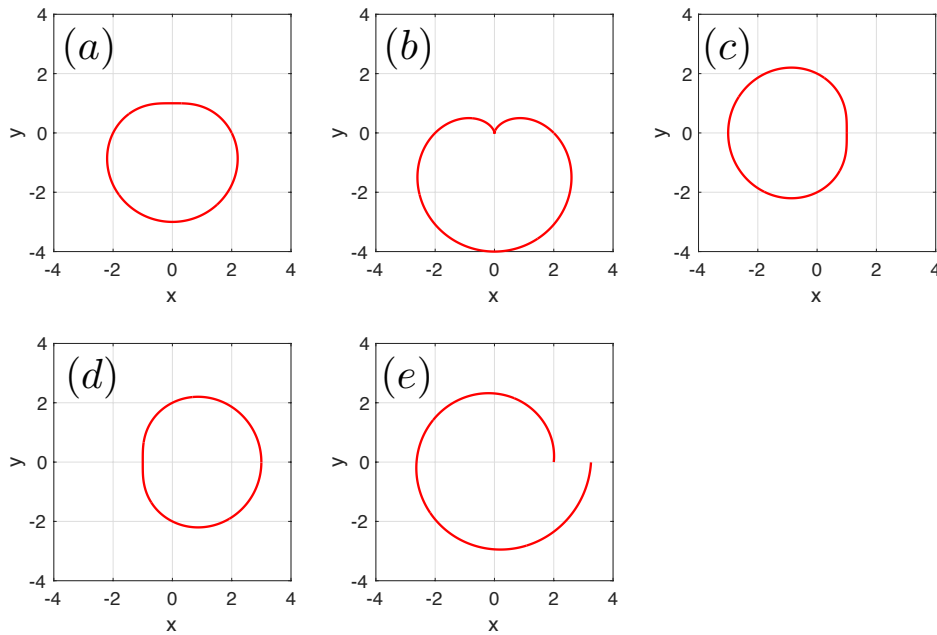
Korrektur:
[Bleibt C!]

D

Diese Seite muss am Ende abgegeben werden!

Teil I - Multiple-Choice**(1 richtige Antwort)**

1. Die Polarkoordinaten eines Punktes sind durch $\rho(t) = 2 - \sin(\Omega t)$, $\varphi(t) = \Omega t$ gegeben, wobei Ω eine positive Konstante ist.



Welche der oben dargestellten Bahnkurven ist die richtige?

- (a)
- (b)
- (c)
- (d)
- (e)

2. Ein Punkt bewegt sich auf einer Linie, die durch die Gleichung $y = 3x$ beschrieben ist. Seine Schnelligkeit v ist linear mit der Zeit, d.h. $v = at$, wobei a eine positive Konstante ist.

Wie lautet der Geschwindigkeitsvektor $\mathbf{v}(t)$?

(a) $\mathbf{v}(t) = \frac{3at}{\sqrt{10}}\mathbf{e}_x + \frac{at}{\sqrt{10}}\mathbf{e}_y$

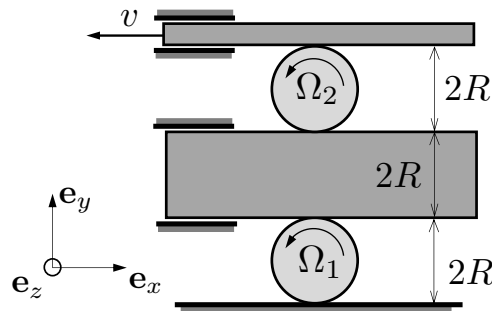
(b) $\mathbf{v}(t) = \frac{at}{\sqrt{10}}\mathbf{e}_x + \frac{3at}{\sqrt{10}}\mathbf{e}_y$

(c) $\mathbf{v}(t) = \frac{at}{9}\mathbf{e}_x + \frac{at}{\sqrt{15}}\mathbf{e}_y$

(d) $\mathbf{v}(t) = \frac{at}{9}\mathbf{e}_x + \frac{3at}{9}\mathbf{e}_y$

(e) $\mathbf{v}(t) = \frac{3at}{9}\mathbf{e}_y$

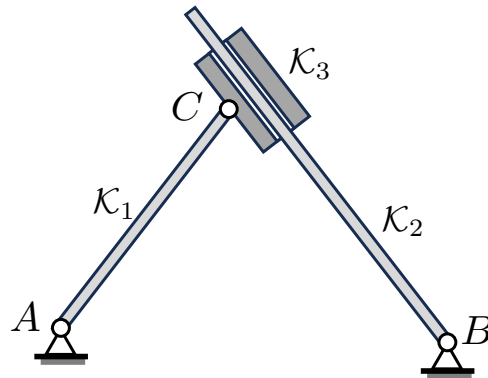
3. Das unten dargestellte System besteht aus zwei Kreisscheiben mit demselben Durchmesser $2R$ und zwei Blöcken. Die Blöcke können sich nur in horizontaler Richtung bewegen, während die beiden Kreisscheiben auf den entsprechenden Kontaktflächen rollen ohne zu gleiten. Die untere Fläche ist fest. Der obere Block bewegt sich mit Geschwindigkeit $\mathbf{v} = -v\mathbf{e}_x$, wie gezeigt. Die Winkelgeschwindigkeit der unteren Kreisscheibe beträgt $\boldsymbol{\Omega}_1 = \Omega_1\mathbf{e}_z$.



Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\Omega}_2$ der oberen Kreisscheibe?

- (a) $\boldsymbol{\Omega}_2 = \frac{v - 2\Omega_1 R}{2R} \mathbf{e}_z$
- (b) $\boldsymbol{\Omega}_2 = \frac{v}{2R} \mathbf{e}_z$
- (c) $\boldsymbol{\Omega}_2 = \frac{3v}{2R} \mathbf{e}_z$
- (d) $\boldsymbol{\Omega}_2 = \frac{v - 2\Omega_1 R}{R} \mathbf{e}_z$
- (e) $\boldsymbol{\Omega}_2 = \frac{3v - 2\Omega_1 R}{6R} \mathbf{e}_z$

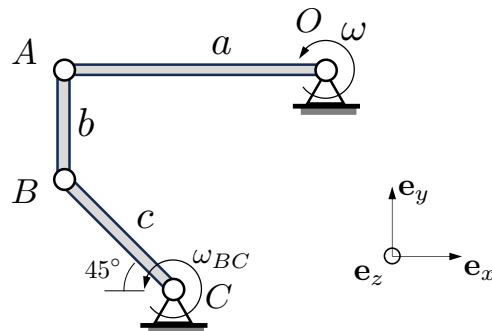
4. Das unten dargestellte System besteht aus zwei Stäben \mathcal{K}_1 und \mathcal{K}_2 sowie einem Schieber \mathcal{K}_3 . Die Stäbe \mathcal{K}_1 und \mathcal{K}_2 sind an den Punkten A und B am Boden angelenkt, während \mathcal{K}_3 auf \mathcal{K}_2 gleitet. Ein Gelenk im Punkt C verbindet \mathcal{K}_1 und \mathcal{K}_3 .



Was ist der Freiheitsgrad f des Systems?

- (a) $f = 0$
- (b) $f = 2$
- (c) $f = 1$
- (d) $f = 4$
- (e) $f = 3$

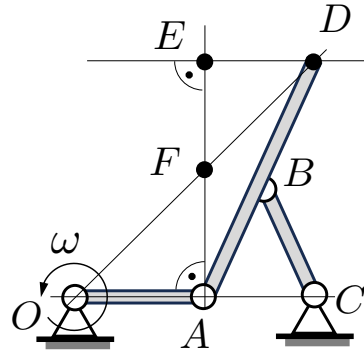
5. Drei Stäbe OA , AB und BC der Längen a , b bzw. c sind durch Gelenke an ihren Endpunkten verbunden, wie gezeigt. Die Punkte O und C sind mit dem Boden gelenkig verbunden. In der dargestellten Konfiguration ist OA horizontal, AB vertikal und BC schliesst mit der Horizontalen einen Winkel von 45° ein. Der Stab OA rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega} = \omega \mathbf{e}_z$.



Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega}_{BC}$ von BC ?

- (a) $\boldsymbol{\omega}_{BC} = \omega \frac{a\sqrt{2}}{c} \mathbf{e}_z$
 (b) $\boldsymbol{\omega}_{BC} = \omega \frac{a}{b\sqrt{2}} \mathbf{e}_z$
 (c) $\boldsymbol{\omega}_{BC} = \omega \frac{b}{c} \mathbf{e}_z$
 (d) $\boldsymbol{\omega}_{BC} = \omega \frac{3a\sqrt{2}}{c} \mathbf{e}_z$
 (e) $\boldsymbol{\omega}_{BC} = \omega \frac{\sqrt{a^2 + c^2}}{b} \mathbf{e}_z$

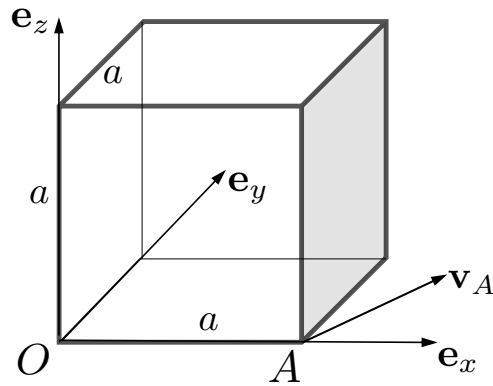
6. Drei Stäbe OA , AD und BC sind gelenkig miteinander verbunden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Punkte O und C sind mit Festlagern verbunden. Der Stab OA dreht sich mit der Rotationsgeschwindigkeit ω gegen den Uhrzeigersinn. In der dargestellten Konfiguration ist der Stab OA horizontal.



Was ist das Momentanzentrum des Stabes AD ?

- (a) C
- (b) F
- (c) B
- (d) A
- (e) E

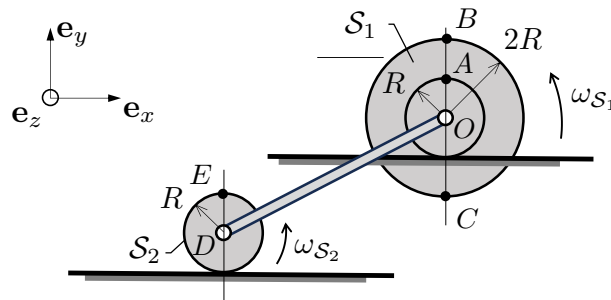
7. Ein Würfel mit den Seiten a rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega} = \omega \mathbf{e}_z$. Der Eckpunkt A hat die Geschwindigkeit $\mathbf{v} = v \mathbf{e}_x + v \mathbf{e}_y$. Sowohl ω als auch v sind positive Konstanten mit geeigneten Einheiten.



Unter welcher Bedingung wird die Rotationsachse durch die Gerade $\mathbf{r}(p) = a \mathbf{e}_y + p \mathbf{e}_z$ dargestellt, wobei $p \in \mathbb{R}$ die Laufvariable ist?

- (a) $\omega = \frac{v}{a}$
- (b) $\omega = \frac{v}{\sqrt{2}a}$
- (c) $\omega = \frac{v}{\sqrt{3}a}$
- (d) $\omega = 0$
- (e) $\omega = \frac{v}{2a}$

8. Das dargestellte System besteht aus zwei Scheiben \mathcal{S}_1 und \mathcal{S}_2 mit den Radien $2R$ bzw. R . Ihre Mittelpunkte O und D sind durch einen Stab verbunden. Die beiden Scheiben rollen ohne zu gleiten auf zwei horizontalen Flächen. Insbesondere rollt \mathcal{S}_1 auf einem Profil mit dem Radius R , das starr mit der Scheibe selbst verbunden ist, wie gezeigt. Die Winkelgeschwindigkeiten von \mathcal{S}_1 und \mathcal{S}_2 sind mit $\omega_{\mathcal{S}_1}$ bzw. $\omega_{\mathcal{S}_2}$ angegeben. Die Geschwindigkeit eines allgemeinen Punktes P wird geschrieben als \mathbf{v}_P .



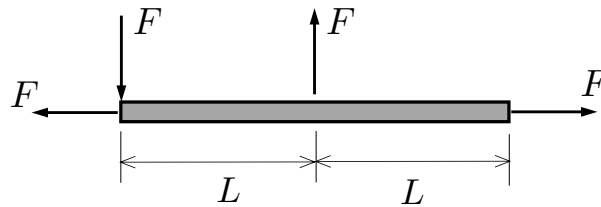
Betrachten Sie die folgenden Aussagen:

1. $\omega_{\mathcal{S}_1} = \omega_{\mathcal{S}_2}$;
2. $\mathbf{v}_E = \mathbf{v}_B$;
3. $\mathbf{v}_C = -\mathbf{v}_A$;
4. $\mathbf{v}_D = \mathbf{v}_O$;
5. $\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_C$;

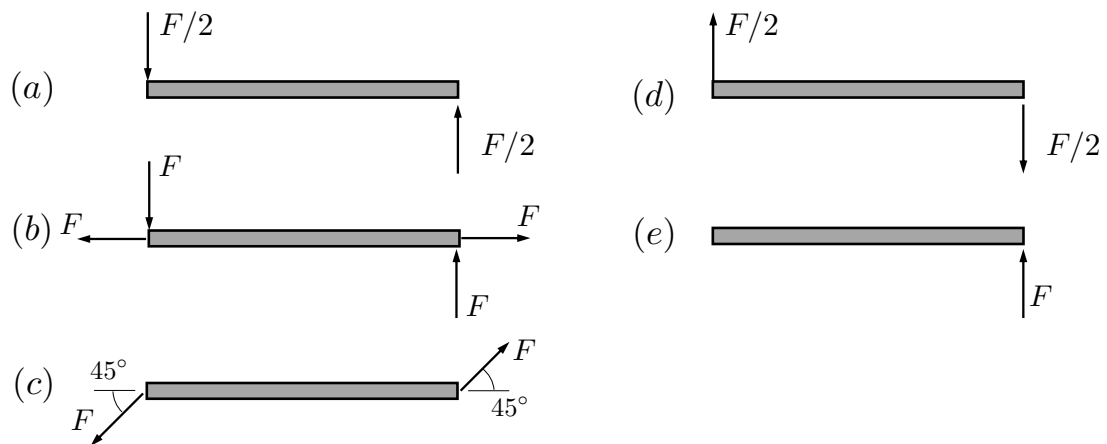
Welche Aussage(n) ist (sind) richtig?

- (a) Nur 1.
- (b) Keine.
- (c) Nur 1. 4. and 5.
- (d) Nur 1. und 4.
- (e) Alle.

9. Ein Stab der Länge $2L$ wird durch Kräfte gleichen Betrages F belastet, die Richtungen und Beträge wie gezeigt haben.

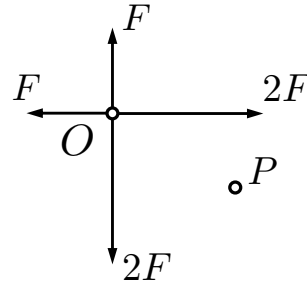


Welche der dargestellten Kräftegruppen ist statisch äquivalent zu der angegebenen?



- (a)
(b)
(c)
(d)
(e)

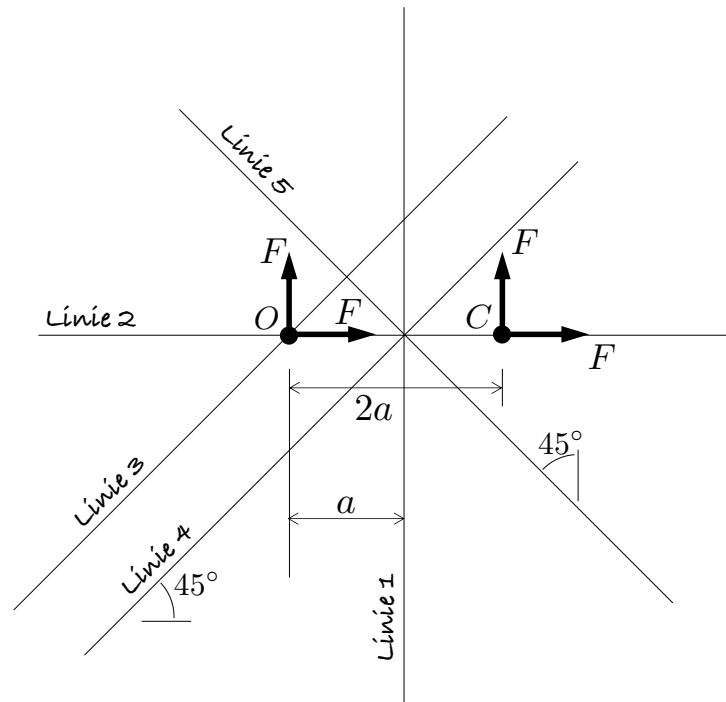
10. Betrachten Sie die dargestellte Kräftegruppe und lassen Sie P einen beliebigen Punkt sein. Sei \mathbf{R} die resultierende Kraft und \mathbf{M}_\star das resultierende Moment bezüglich \star .



Welche der folgenden Aussagen ist (sind) richtig?

1. $\mathbf{R} = \mathbf{0}$;
 2. $\mathbf{M}_O = \mathbf{0}$;
 3. $\mathbf{M}_P = \mathbf{0}$.
- (a) Nur 1. und 2.
(b) Keine.
(c) Alle.
(d) Nur 2.
(e) Nur 3.

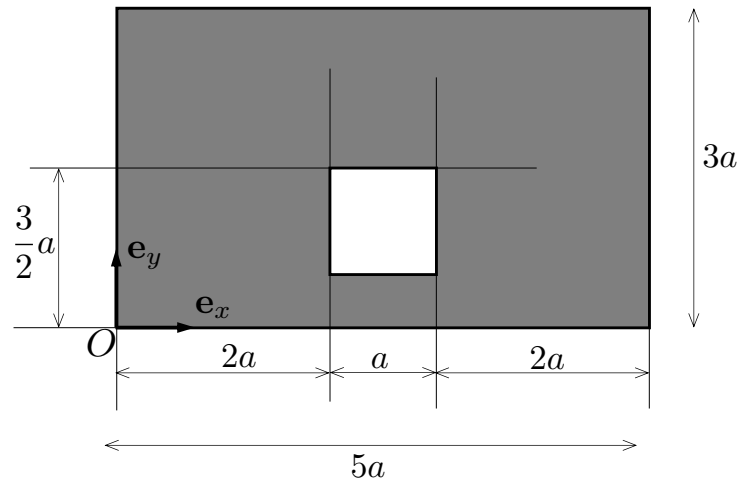
11. Betrachten Sie die dargestellte Kräftegruppe, die aus vier Kräften der Beträge F besteht, die vertikal bzw. horizontal auf die Punkte O und C wirken. Der horizontale Abstand zwischen O und C beträgt $2a$.



Wann ist das resultierende Moment null?

- (a) Bezüglich aller Punkte auf Linie 1.
- (b) Bezüglich aller Punkte auf Linie 5.
- (c) Bezüglich aller Punkte auf Linie 4.
- (d) Bezüglich aller Punkte auf Linie 2.
- (e) Bezüglich aller Punkte auf Linie 3.

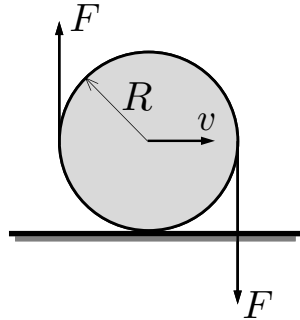
12. Der unten dargestellte homogene, ebene Körper besteht aus einem Rechteck mit den Seiten $5a$ und $3a$. In den Körper ist ein quadratisches Loch mit Seitenlänge a eingeschnitten, das wie gezeigt angeordnet ist.



Was ist die Lage \mathbf{r}_C des Schwerpunkts in Bezug auf das gegebene Koordinatensystem?

- (a) $\mathbf{r}_C = \frac{5}{2}a\mathbf{e}_x + \frac{25}{38}a\mathbf{e}_y$
- (b) $\mathbf{r}_C = \frac{5}{2}a\mathbf{e}_x + \frac{5}{12}a\mathbf{e}_y$
- (c) $\mathbf{r}_C = \frac{5}{2}a\mathbf{e}_x + \frac{43}{28}a\mathbf{e}_y$
- (d) $\mathbf{r}_C = \frac{5}{2}a\mathbf{e}_x + \frac{3}{28}a\mathbf{e}_y$
- (e) $\mathbf{r}_C = \frac{3}{2}a\mathbf{e}_x + \frac{1}{8}a\mathbf{e}_y$

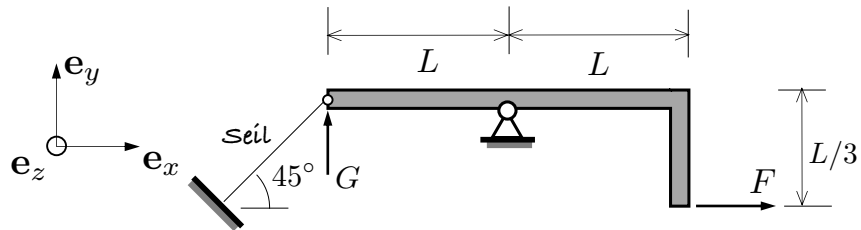
13. Eine Scheibe mit dem Radius R rollt ohne zu gleiten auf einer horizontalen Ebene. Ihr Mittelpunkt bewegt sich mit der horizontalen Geschwindigkeit v , wie gezeigt. Es wirken zwei Kräfte mit gleichem Betrag F und entgegengesetzter vertikaler Richtung, wie dargestellt.



Wie gross ist die Gesamtleistung \mathcal{P} der wirkenden Kräfte?

- (a) $\mathcal{P} = 0$
- (b) $\mathcal{P} = -2Fv$
- (c) $\mathcal{P} = \sqrt{2}Fv$
- (d) $\mathcal{P} = 2Fv$
- (e) $\mathcal{P} = Fv$

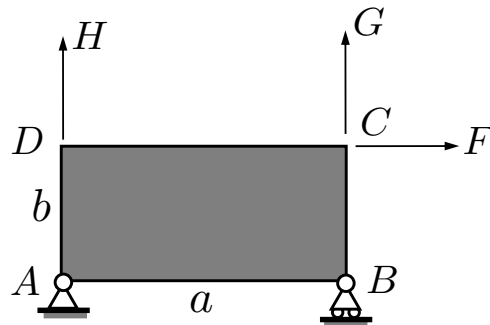
14. Das unten abgebildete System ist am Boden angelenkt und wird an einer Spitze von einem Seil gehalten, welches um 45° Grad geneigt ist. An den Spitzen wirken eine horizontale und eine vertikale Kraft $\mathbf{F} = F\mathbf{e}_x$ bzw. $\mathbf{G} = G\mathbf{e}_y$, wie dargestellt.



Was ist die allgemeinste Bedingung für F , damit das System ruht?

- (a) $F < 0$
- (b) $F < 3G$
- (c) $F < \sqrt{2}G$
- (d) $F < 2\sqrt{2}G$
- (e) $F > G$

15. Ein Rechteck mit den Seiten a und b ist im Punkt A gelenkig gelagert und im Punkt B mit einem Auflager verbunden, wie gezeigt. An den Punkten C und D wirken zwei vertikale Kräfte der Beträge G und H . Auf den Punkt C wirkt zusätzlich eine horizontale Kraft mit Betrag F .



Unter welchen Bedingungen ist die Reaktionskraft in B gleich Null?

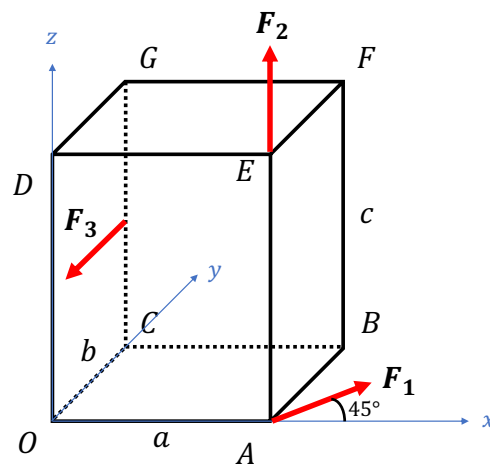
- (a) $F = \frac{a}{b}H$, $G = 0$.
- (b) $F = \frac{a}{b}G$, $H = 0$.
- (c) $F = \frac{b}{a}G$, H beliebig.
- (d) $F = 0$, $G = H$.
- (e) $F = \frac{a}{b}G$, H beliebig.

Teil II - Rechenteil

Aufgabe 1

[7 Punkte]

An einem Quader mit Abmessungen a, b, c greifen drei Kräfte $\mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2$ und \mathbf{F}_3 an. Die Kraft \mathbf{F}_1 liegt parallel zur x-y-Ebene und weist einen Winkel von 45° bezüglich der x-z-Ebene auf. Die Kraft \mathbf{F}_2 greift im Punkt E an und zeigt in positive z-Richtung. Die Kraft \mathbf{F}_3 ist parallel zur y-Achse und hat ihren Angriffspunkt in der Höhe $\frac{c}{2}$.



- Bestimmen Sie die Dynamie der Kräftegruppe bezüglich des Punktes O (im x-y-z-Koordinatensystem).

[2 Punkt]

Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Diese Seite muss am Ende abgegeben werden!

Teil II
2 von 11

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box:

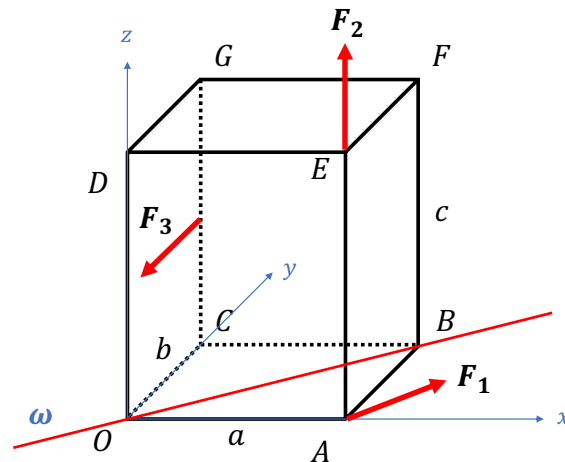
2. Nun sei $F_1 = -F_2 = F_3 = F$ und $a = b$. Für welches c kann die Kräftegruppe auf eine Einzelkraft reduziert werden?

/3 Punkte/

Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box:

Im restlichen Teil der Aufgabe haben die Kräfte das Verhältnis $F_1 = -F_2 = F_3$ und die Seiten haben das Längenverhältnis $a = b = c$. Ferner wird die Rotationsgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega} = (\omega, \omega, 0)^T$ eingeführt, wobei die Rotationsachse durch die Punkte O und B geht, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Zusätzlich hat der Punkt O die Geschwindigkeit $\mathbf{v}_O = (v, v, 0)^T$



3. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_G im Punkt G.

[1 Punkte]

Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box:

4. Welche Bewegungsart führt der Quader aus? Begründen Sie Ihre Antwort.

[1 Punkte]

Aufgabe 2

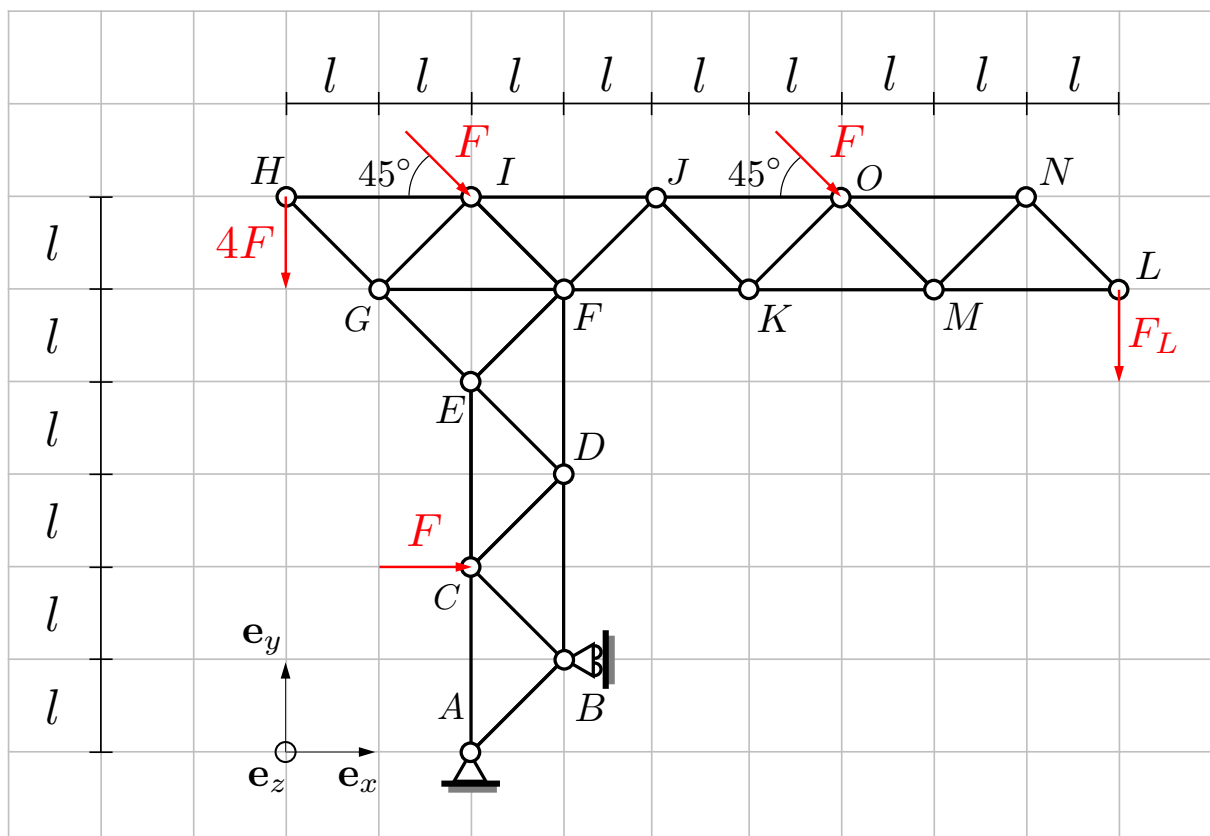
[8 Punkte]

Die drei Freunde Benni, Manuel und Leo sind seit Jahren zutiefst von Kränen begeistert. Eines Tages entschlossen sie sich dazu, ihren eigenen Kran zu entwerfen.

Sie finden den als ebenes Fachwerk modellierten Kran in der unten gegebenen Abbildung. Das dargestellte System besteht aus 27 masselosen Stäben, die gelenkig miteinander verbunden sind. Die entsprechenden Längen können der Skizze entnommen werden. Im Punkt A ist der Kran mit einem Festlager verbunden, während ein in Punkt B angebrachtes Auflager die Bewegung in diesem Punkt auf die vertikale Richtung (\mathbf{e}_y -Richtung) beschränkt.

Um der Realität möglichst nahe zu kommen, modellieren die drei Freunde Komponenten des Krans sowie Umwelteinflüsse durch an verschiedenen Punkten angreifende Kräfte. Beträge und Richtungen dieser Kräfte können der Skizze entnommen werden.

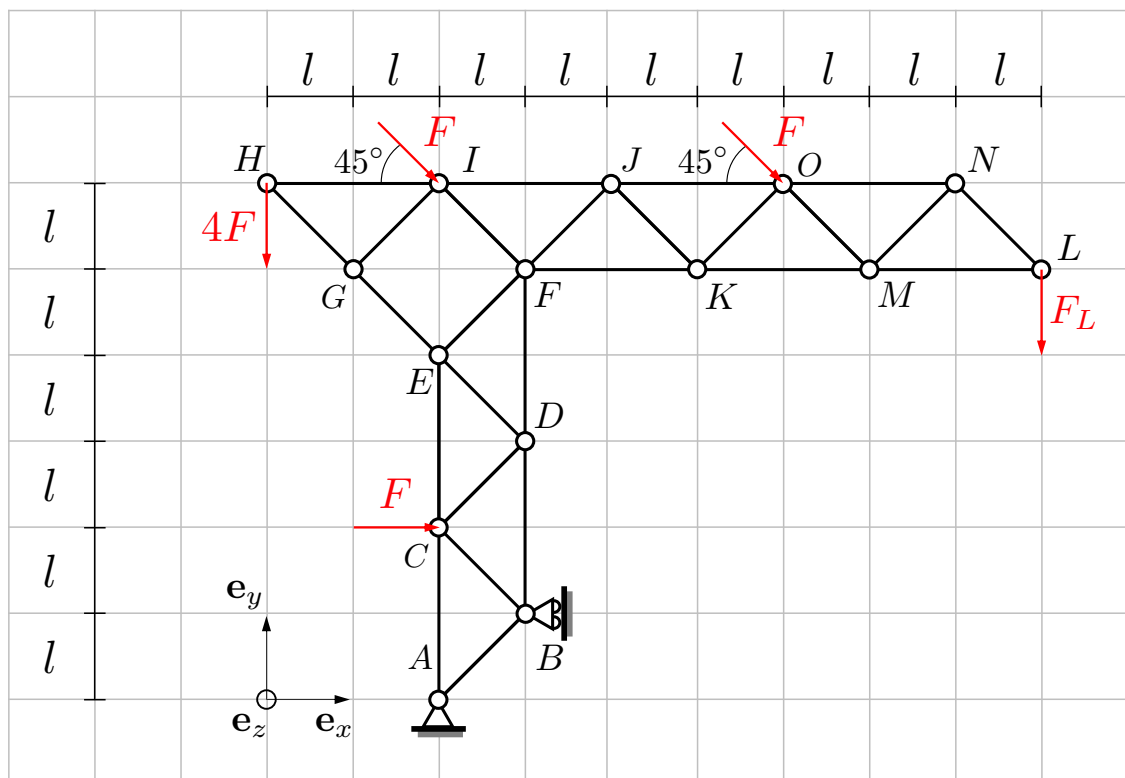
Leider besucht keiner der drei Freunde die Vorlesung Technische Mechanik, weshalb sie Sie gebeten haben ihnen bei einigen wichtigen Fragestellungen zu helfen.



- [1 Punkt]

2. Bestimmen Sie in der unten abgebildeten Skizze des Krans (Stab FG wurde bereits entfernt) alle Starrkörper des Mechanismus, der durch das Entfernen von Stab FG entstanden ist.

[1 Punkt]



3. Führen Sie in der Skizze auf der nächsten Seite die Stabkräfte des Stabes FG ein. Wählen Sie nun einen zulässigen virtuellen Bewegungszustand und bestimmen Sie den Bewegungszustand aller Starrkörper (entweder Translationsgeschwindigkeit oder Momentanzentrum und Rotationsgeschwindigkeit jedes Starrkörpers). Bestimmen Sie ausserdem alle virtuellen Geschwindigkeiten von Punkten, an denen Kräfte angreifen.

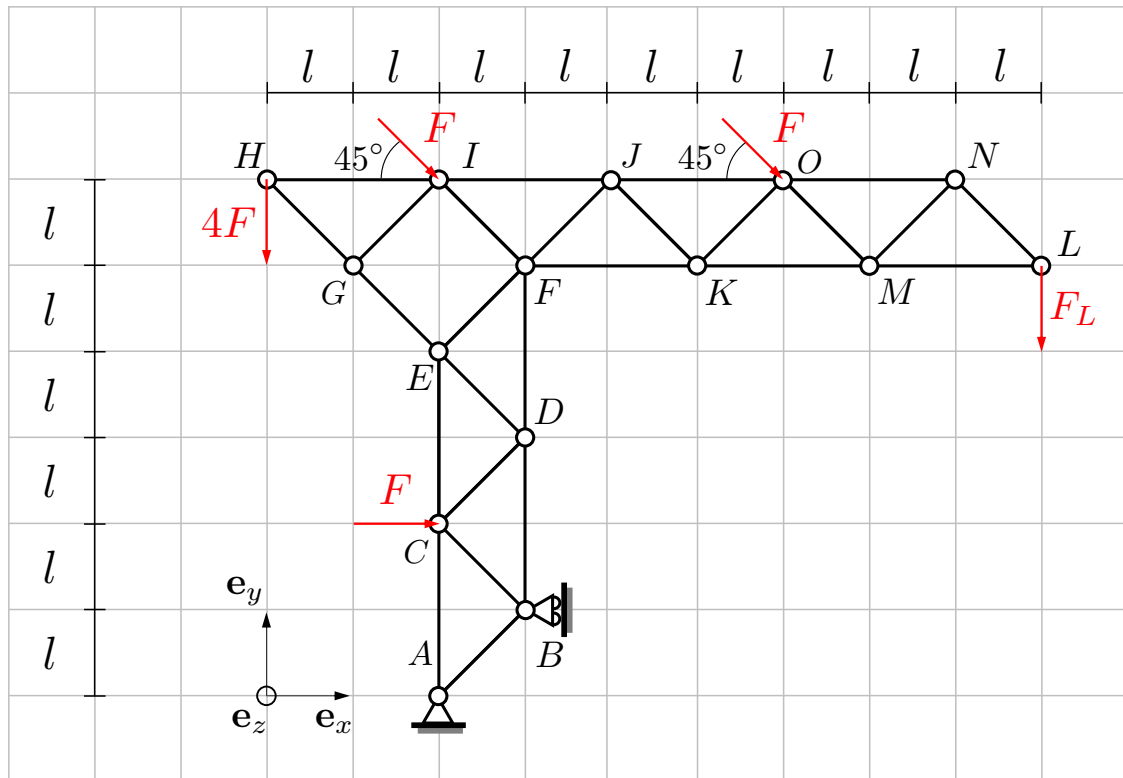
Es steht Ihnen frei, ob Sie diese Aufgabe graphisch oder algebraisch lösen. In beiden Fällen muss jedoch unmissverständlich klar sein, welchen Betrag und welche Richtung Geschwindigkeiten und Rotationsgeschwindigkeiten haben bzw. wo Momentanzentren liegen.

[3 Punkte]

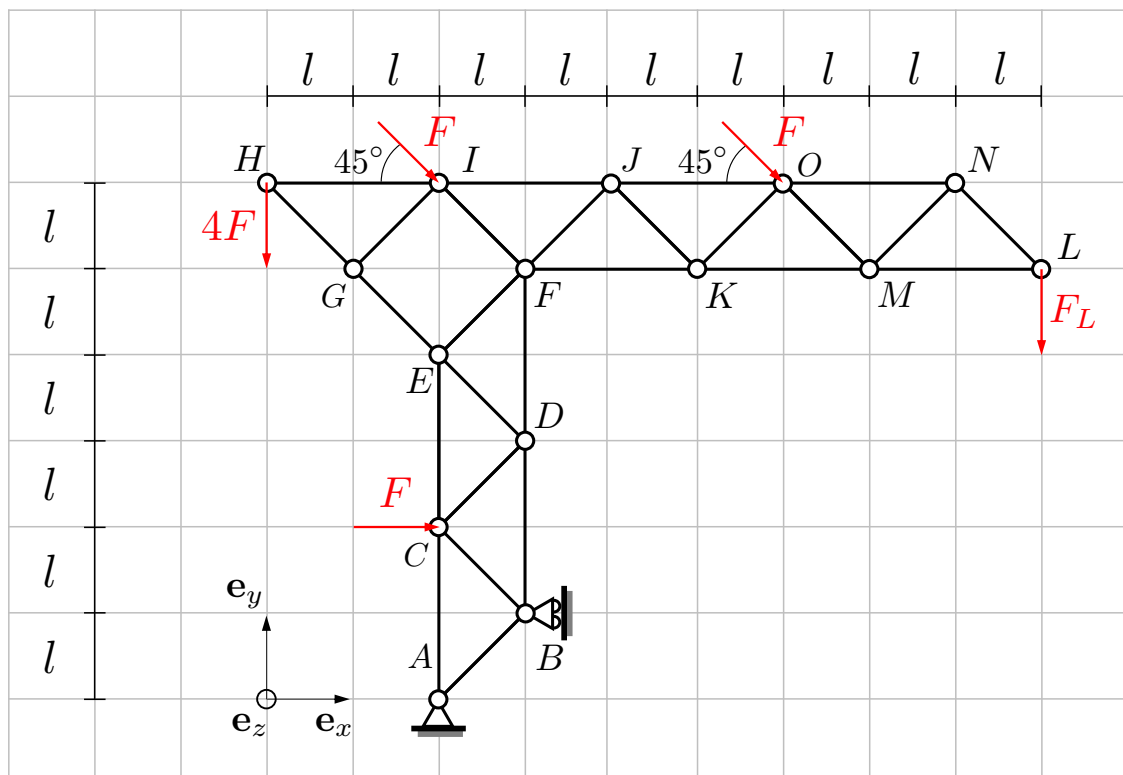
Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box:

Hilfsskizzen für Teilaufgaben 3 - 4



Reserveskizze (Falsche Skizze klar durchstreichen):



4. Berechnen Sie nun mit Hilfe Ihres in Teilaufgabe 3 gewählten virtuellen Bewegungszustandes und den dazugehörigen virtuellen Geschwindigkeiten die Stabkraft im Stab FG . Sollten Sie Teilaufgabe 3 nicht gelöst haben oder mit Ihrem Ergebnis nicht zufrieden sein, wählen Sie als virtuelle Geschwindigkeiten die allgemeine Darstellung von Geschwindigkeiten und wenden mit diesen das PdvL an. Sollten Sie also beispielsweise die Geschwindigkeit eines Punktes Q benötigen, so rechnen Sie mit $\mathbf{v}_Q = v_{Qx}\mathbf{e}_x + v_{Qy}\mathbf{e}_y$. Verwenden der allgemeinen Darstellung der virtuellen Geschwindigkeiten führt dazu, dass in dieser Teilaufgabe nur die Hälfte der maximal erreichbaren Punkte erreicht werden kann.

[2 Punkte]

Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box:

5. Welche Bedingung muss die Last F_L erfüllen, damit der Stab FG ein Zugstab ist? Sollten Sie in Teilaufgabe 4 die allgemeine Darstellung von Geschwindigkeiten zur Berechnung der Stabkraft verwendet haben, so rechnen Sie mit der so erhaltenen Stabkraft in dieser Aufgabe weiter - es entsteht kein Punktabzug dadurch in dieser Aufgabe. Nehmen Sie in diesem Fall folgendes an: $v_{Gx} < v_{Fx}$ und $v_{Ly} > 0$.

[1 Punkt]

Führen Sie Ihre Berechnungen in der folgenden Box durch:

Bitte schreiben Sie nur Ihr Endergebnis in die folgende Box: