TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

# Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung SS2023 - Fragebogen

Die Aufgaben sind an eine Altklausur angelehnt, können aber stellenweise in Inhalt und Form abweichen.
**Hinweis zur Bearbeitung:**

Bei der Beantwortung der Fragen ist zu beachten, dass **ausschließlich** das Ankreuzen der dafür vorgesehenen Kästchen auf dem **Antwortbogen** als Antwort gewertet wird. Es ist immer nur **eine** Antwortmöglichkeit richtig. Markierungen von Formeln, Wörtern, Bildern, usw. auf dem Fragebogen werden nicht berücksichtigt, sondern nur die zugehörigen Kästchen auf dem Antwortbogen. Beachten Sie auch das gezeigte Beispiel zur Markierung und zur Korrektur auf dem Antwortbogen.

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

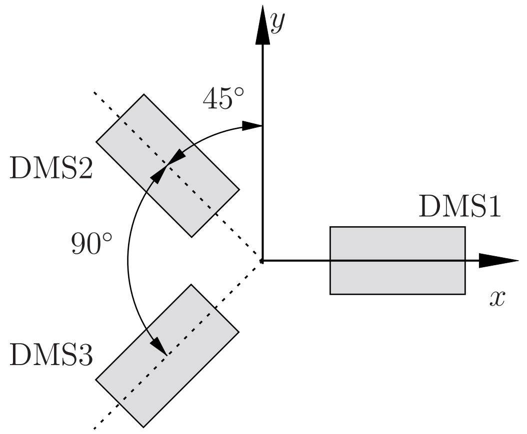
TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 1** - Grundlagen der Elastostatik (Seite 1 von 4) (**10,0 Punkte**)

Auf einem aus Blech konstruierten Bauteil werden zur Berechnung des Verzerrungstensors Dehnungsmessstreifen (DMS) angebracht. Dabei wird ein **ebener Spannungszustand** angenommen. Außerdem soll ein lineares, isotropes, elastisches Materialmodell angenommen werden. Die Materialparameter lauten wie folgt:

$$E = 200\,000\,\mathrm{MPa}$$
$$\nu = 1/3$$




Die Dehnungsmessstreifen sind wie obenstehend abgebildet angeordnet und haben eine Ausgangslänge von 5 mm. Folgende Längenänderungen wurden dabei gemessen:

| DMS 1 | DMS 2 | DMS 3 |
|---|---|---|
| -0,070 mm | -0,033 mm | 0,040 mm |

**1.1** Bestimmen Sie die Verzerrung $\varepsilon_{xx}$. (**0,5 Punkte**)

a) $\varepsilon_{xx} = -0{,}0154$ b) $\varepsilon_{xx} = -0{,}0140$ c) $\varepsilon_{xx} = -0{,}0073$
d) $\varepsilon_{xx} = -0{,}0007$ e) $\varepsilon_{xx} = 0$ f) $\varepsilon_{xx} = 0{,}0007$
g) $\varepsilon_{xx} = 0{,}0073$ h) $\varepsilon_{xx} = 0{,}0140$ i) $\varepsilon_{xx} = 0{,}0154$

**1.2** Bestimmen Sie die Verzerrung $\varepsilon_{yy}$. (**1,0 Punkte**)

a) $\varepsilon_{yy} = -0{,}0154$ b) $\varepsilon_{yy} = -0{,}0140$ c) $\varepsilon_{yy} = -0{,}0073$
d) $\varepsilon_{yy} = -0{,}0007$ e) $\varepsilon_{yy} = 0$ f) $\varepsilon_{yy} = 0{,}0007$
g) $\varepsilon_{yy} = 0{,}0073$ h) $\varepsilon_{yy} = 0{,}0140$ i) $\varepsilon_{yy} = 0{,}0154$

**1.3** Bestimmen Sie die Verzerrung $\varepsilon_{xy}$. (**1,0 Punkte**)

a) $\varepsilon_{xy} = -0{,}0154$ b) $\varepsilon_{xy} = -0{,}0140$ c) $\varepsilon_{xy} = -0{,}0073$
d) $\varepsilon_{xy} = -0{,}0007$ e) $\varepsilon_{xy} = 0$ f) $\varepsilon_{xy} = 0{,}0007$
g) $\varepsilon_{xy} = 0{,}0073$ h) $\varepsilon_{xy} = 0{,}0140$ i) $\varepsilon_{xy} = 0{,}0154$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 1** - Grundlagen der Elastostatik (Seite 2 von 4) **(10,0 Punkte)**

**1.4** Bestimmen Sie die Verzerrung $\varepsilon_{zz}$. **(1,0 Punkte)**

| | | |
|---|---|---|
| a) $\varepsilon_{zz} = -0{,}0154$ | b) $\varepsilon_{zz} = -0{,}0140$ | c) $\varepsilon_{zz} = -0{,}0073$ |
| d) $\varepsilon_{zz} = -0{,}0007$ | e) $\varepsilon_{zz} = 0$ | f) $\varepsilon_{zz} = 0{,}0007$ |
| g) $\varepsilon_{zz} = 0{,}0073$ | h) $\varepsilon_{zz} = 0{,}0140$ | i) $\varepsilon_{zz} = 0{,}0154$ |

---

An einer zweiten Stelle des Bauteils wurde folgender Verzerrungszustand ermittelt:

$$[\boldsymbol{\varepsilon}]_{x,y,z} = \begin{pmatrix} -0.0021 & -0.0010 & 0 \\ -0.0010 & 0.0015 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0003 \end{pmatrix}$$

**1.5** Bestimmen Sie die Spannung $\sigma_{xx}$. **(1,0 Punkte)**

| | | |
|---|---|---|
| a) $\sigma_{xx} = -360\,\mathrm{MPa}$ | b) $\sigma_{xx} = -180\,\mathrm{MPa}$ | c) $\sigma_{xx} = -150\,\mathrm{MPa}$ |
| d) $\sigma_{xx} = -135\,\mathrm{MPa}$ | e) $\sigma_{xx} = 0\,\mathrm{MPa}$ | f) $\sigma_{xx} = 135\,\mathrm{MPa}$ |
| g) $\sigma_{xx} = 150\,\mathrm{MPa}$ | h) $\sigma_{xx} = 180\,\mathrm{MPa}$ | i) $\sigma_{xx} = 360\,\mathrm{MPa}$ |

**1.6** Bestimmen Sie die Spannung $\sigma_{yy}$. **(1,0 Punkte)**

| | | |
|---|---|---|
| a) $\sigma_{yy} = -360\,\mathrm{MPa}$ | b) $\sigma_{yy} = -180\,\mathrm{MPa}$ | c) $\sigma_{yy} = -150\,\mathrm{MPa}$ |
| d) $\sigma_{yy} = -135\,\mathrm{MPa}$ | e) $\sigma_{yy} = 0\,\mathrm{MPa}$ | f) $\sigma_{yy} = 135\,\mathrm{MPa}$ |
| g) $\sigma_{yy} = 150\,\mathrm{MPa}$ | h) $\sigma_{yy} = 180\,\mathrm{MPa}$ | i) $\sigma_{yy} = 360\,\mathrm{MPa}$ |

**1.7** Bestimmen Sie die Spannung $\tau_{xy}$. **(0,5 Punkte)**

| | | |
|---|---|---|
| a) $\tau_{xy} = -360\,\mathrm{MPa}$ | b) $\tau_{xy} = -180\,\mathrm{MPa}$ | c) $\tau_{xy} = -150\,\mathrm{MPa}$ |
| d) $\tau_{xy} = -135\,\mathrm{MPa}$ | e) $\tau_{xy} = 0\,\mathrm{MPa}$ | f) $\tau_{xy} = 135\,\mathrm{MPa}$ |
| g) $\tau_{xy} = 150\,\mathrm{MPa}$ | h) $\tau_{xy} = 180\,\mathrm{MPa}$ | i) $\tau_{xy} = 360\,\mathrm{MPa}$ |

---

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

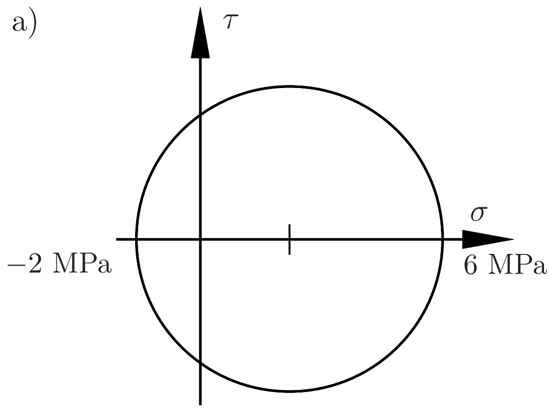
**Aufgabe 1** - Grundlagen der Elastostatik (Seite 3 von 4) (**10,0 Punkte**)

An einer weiteren Stelle des Bauteils wurde der folgende Spannungstensor ermittelt:

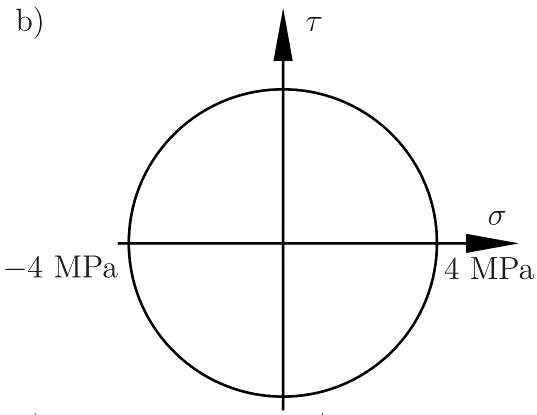
$$[\boldsymbol{\sigma}]_{x,y,z} = \begin{pmatrix} -2 & 2\sqrt{5} & 0 \\ 2\sqrt{5} & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \text{MPa}.$$

**1.8** Wie sieht der zugehörige Mohrsche Spannungskreis aus? (**1,0 Punkte**)

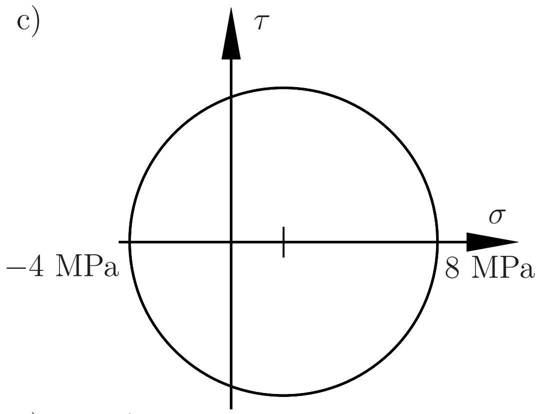
a)



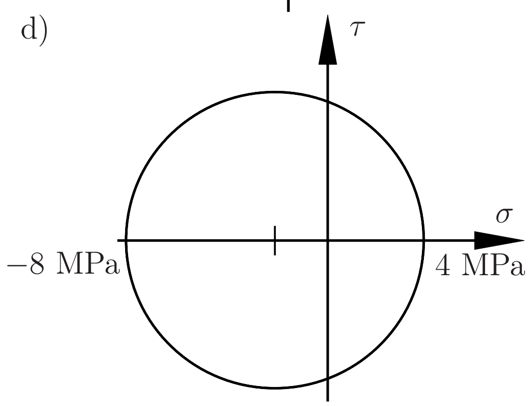

b)



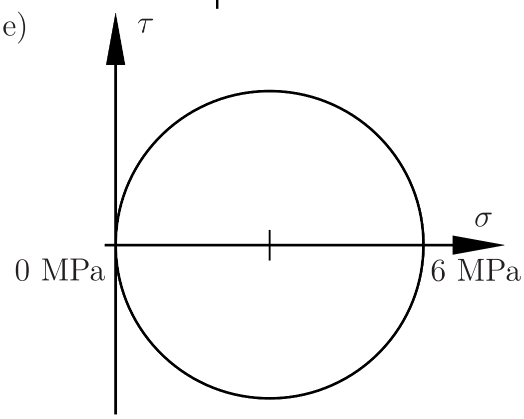

c)



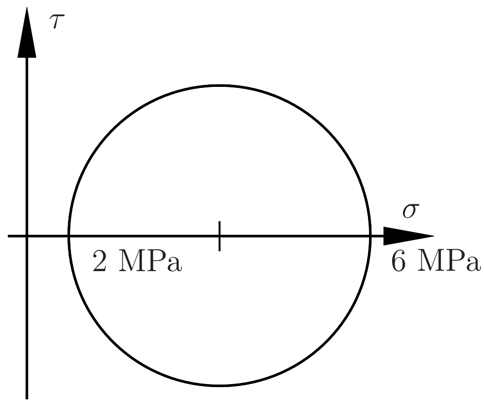

d)




e)




f)



TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

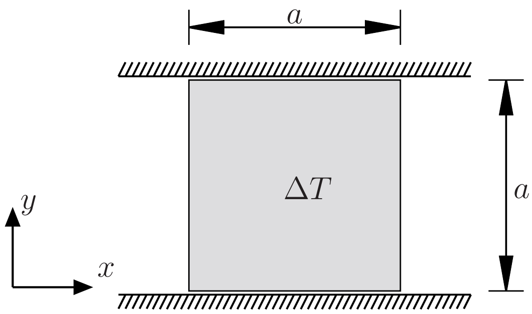
**Aufgabe 1** - Grundlagen der Elastostatik (Seite 4 von 4) **(10,0 Punkte)**

**1.9** Bestimmen Sie die zugehörige maximale Schubspannung $\tau_{\max}$. **(0,5 Punkte)**

a) $\tau_{\max} = 1\,\mathrm{MPa}$ b) $\tau_{\max} = 2\,\mathrm{MPa}$ c) $\tau_{\max} = 3\,\mathrm{MPa}$
d) $\tau_{\max} = 4\,\mathrm{MPa}$ e) $\tau_{\max} = 5\,\mathrm{MPa}$ f) $\tau_{\max} = 6\,\mathrm{MPa}$
g) $\tau_{\max} = 7\,\mathrm{MPa}$ h) $\tau_{\max} = 8\,\mathrm{MPa}$ i) $\tau_{\max} = 9\,\mathrm{MPa}$

---

Eine quadratische Scheibe der Breite $a$ wird oben und unten durch einen festen Rand begrenzt. Anschließend wird die gesamte Scheibe um die Temperaturdifferenz $\Delta T$ erwärmt. Dabei wird ein lineares, isotropes, elastisches Materialmodell mit den Materialparametern $E$, $\nu$ und $\alpha_T$ angenommen. Außerdem wird ein **ebener Spannungszustand** angenommen und die Scheibe kann oben und unten reibungsfrei gleiten. Die maximal zulässige Spannung sei $\sigma_{\text{zul}}$.




**1.10** Wie groß darf die Temperaturänderung $\Delta T$ maximal sein, damit unter der Annahme der Spannungshypothese nach Tresca kein Versagen auftritt? **(1,5 Punkte)**

a) $\Delta T_{\max} = \dfrac{\alpha_T\,E}{\sigma_{\text{zul}}}$ b) $\Delta T_{\max} = -\dfrac{\alpha_T\,E}{\sigma_{\text{zul}}}$ c) $\Delta T_{\max} = \dfrac{\sigma_{\text{zul}}}{\alpha_T\,E}$
d) $\Delta T_{\max} = \dfrac{2\,\sigma_{\text{zul}}}{\alpha_T\,E}$ e) $\Delta T_{\max} = \dfrac{\sigma_{\text{zul}}}{\nu\,\alpha_T\,E}$ f) $\Delta T_{\max} = -\dfrac{\sigma_{\text{zul}}}{\alpha_T\,E}$
g) $\Delta T_{\max} = -\dfrac{2\,\sigma_{\text{zul}}}{\alpha_T\,E}$ h) $\Delta T_{\max} = -\dfrac{\sigma_{\text{zul}}}{\nu\,\alpha_T\,E}$ i) $\Delta T_{\max} = 0$

**1.11** Wie groß ist die resultierende Dehnung $\varepsilon_{xx}$, wenn die Scheibe um $\Delta T$ erwärmt wird? **(1,0 Punkte)**

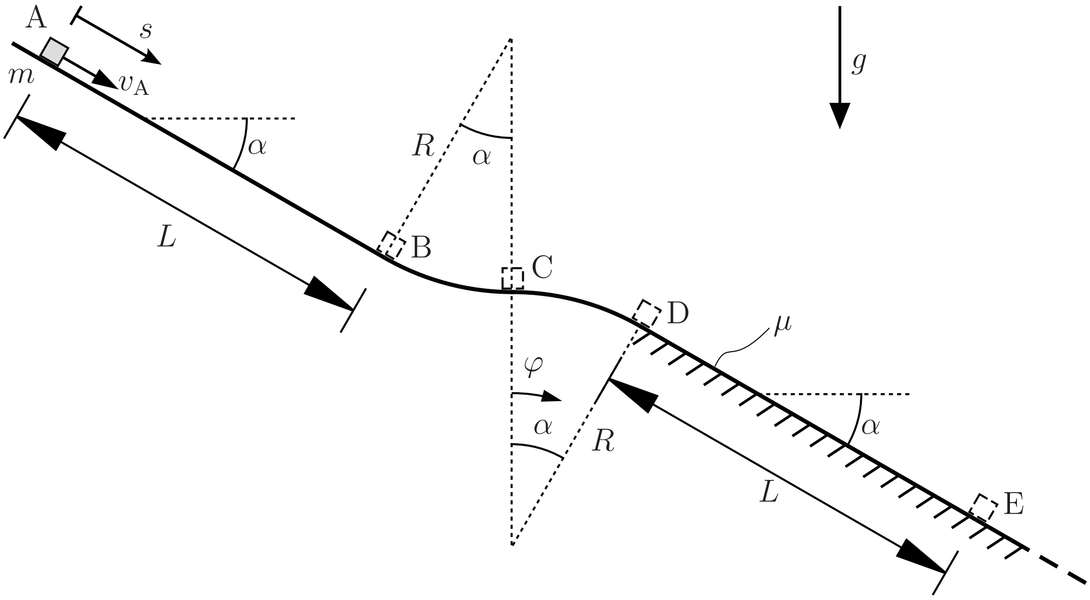
a) $\varepsilon_{xx} = \alpha_T\,\Delta T$ b) $\varepsilon_{xx} = -\alpha_T\,\Delta T$ c) $\varepsilon_{xx} = \alpha_T\,\Delta T\,\nu$
d) $\varepsilon_{xx} = \alpha_T\,\Delta T(1+\nu)$ e) $\varepsilon_{xx} = \alpha_T\,\Delta T(1-\nu)$ f) $\varepsilon_{xx} = -\alpha_T\,\Delta T\,\nu$
g) $\varepsilon_{xx} = -\alpha_T\,\Delta T(1+\nu)$ h) $\varepsilon_{xx} = -\alpha_T\,\Delta T(1-\nu)$ i) $\varepsilon_{xx} = 0$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 2** - Massenpunktkinematik und -kinetik (Seite 1 von 3) (**10,0 Punkte**)

Eine punktförmige Masse $m$ startet mit der Geschwindigkeit $v_\mathrm{A}$ in Punkt A. Anschließend folgt die Masse der vorgeschriebenen Bahn. Dabei durchläuft sie auch zwei Kreisabschnitte mit den Radien $R$ und Winkeln $\alpha$. Für den zweiten Kreisabschnitt ist die Koordinate $\varphi$ gegeben. Im letzten Abschnitt wird die Masse durch eine reibungsbehaftete (Gleitreibungskoeffizient $\mu$), schiefe Ebene gebremst. Die Masse befindet sich im Schwerefeld (Beschleunigung $g$). Zwischen den Punkten A und D kann die Bahn als reibungsfrei angesehen werden.




**2.1** Bestimmen Sie die Beschleunigung $\ddot{s}$ der Masse zwischen den Punkten A und B. (**1,0 Punkte**)

a) $\ddot{s} = 2\,g\,\cos(\alpha)$ b) $\ddot{s} = 2\,g\,\sin(\alpha)$ c) $\ddot{s} = g\,\cos(\alpha)$

d) $\ddot{s} = g\,\sin(\alpha)$ e) $\ddot{s} = 0$ f) $\ddot{s} = -g\,\cos(\alpha)$

g) $\ddot{s} = -g\,\sin(\alpha)$ h) $\ddot{s} = -2\,g\,\cos(\alpha)$ i) $\ddot{s} = -2\,g\,\sin(\alpha)$

**2.2** Bestimmen Sie die Zeit $t_\mathrm{AB}$, welche die Masse benötigt, um von Punkt A zu Punkt B zu rutschen. (**2,0 Punkte**)

a) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} + \sqrt{v_\mathrm{A}^2 + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}}{2\,g\,\cos(\alpha)}$ b) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} + \sqrt{v_\mathrm{A}^2 + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}}{g\,\sin(\alpha)}$

c) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} + \sqrt{v_\mathrm{A}^2 - 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}}{2\,g\,\sin(\alpha)}$ d) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} + \sqrt{v_\mathrm{A}^2 - 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}}{g\,\cos(\alpha)}$

e) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} - \sqrt{v_\mathrm{A}^2 + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}}{2\,g\,\cos(\alpha)}$ f) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} - \sqrt{v_\mathrm{A}^2 + 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}}{g\,\cos(\alpha)}$

g) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} - \sqrt{v_\mathrm{A}^2 - 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}}{2\,g\,\sin(\alpha)}$ h) $t_\mathrm{AB} = \dfrac{-v_\mathrm{A} - \sqrt{v_\mathrm{A}^2 - 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}}{g\,\sin(\alpha)}$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 2** - Massenpunktkinematik und -kinetik (Seite 2 von 3) (**10,0 Punkte**)

---

**2.3** Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $v_{\mathrm{B}}$ der Masse im Punkt B. (**1,0 Punkte**)

a) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 - \ g\,L\,\sin(\alpha)}$ b) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 - \ g\,L\,\cos(\alpha)}$ c) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 - 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}$

d) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 - 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}$ e) $v_{\mathrm{B}} = 0$ f) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 + \ g\,L\,\sin(\alpha)}$

g) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 + \ g\,L\,\cos(\alpha)}$ h) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}$ i) $v_{\mathrm{B}} = \sqrt{v_{\mathrm{A}}^2 + 2\,g\,L\,\cos(\alpha)}$

---

Im Folgenden sei die Geschwindigkeit $v_{\mathrm{C}}$ in Punkt C bekannt.

**2.4** Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ der Masse im zweiten Kreisabschnitt in Abhängigkeit von $v_{\mathrm{C}}$ und $\varphi$. (**1,5 Punkte**)

a) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} + \dfrac{2\,g}{R}\,[1 - \cos(\varphi)]}$ b) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} - \dfrac{2\,g}{R}\,[1 - \cos(\varphi)]}$

c) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} + \dfrac{g}{R}\,[1 + \cos(\varphi)]}$ d) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} - \dfrac{g}{R}\,[1 + \cos(\varphi)]}$

e) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} + \dfrac{2\,g}{R}\,[1 - \sin(\varphi)]}$ f) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} - \dfrac{2\,g}{R}\,[1 - \sin(\varphi)]}$

g) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} + \dfrac{g}{R}\,[1 + \sin(\varphi)]}$ h) $\dot{\varphi} = \sqrt{\dfrac{v_{\mathrm{C}}^2}{R^2} - \dfrac{g}{R}\,[1 + \sin(\varphi)]}$

**2.5** Wie groß darf die Geschwindigkeit $v_{\mathrm{C}}$ der Masse im Punkt C **höchstens** sein, damit diese in dem zweiten Kreisabschnitt ($0 \leq \varphi \leq \alpha$) den Kontakt zur Bahn nicht verliert? (**2,0 Punkte**)

a) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[\sin(\alpha) - 1]}$ b) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[3\,\sin(\alpha) + 1]}$ c) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[\cos(\alpha) - 1]}$

d) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[3\,\cos(\alpha) + 1]}$ e) $v_{\mathrm{C}} = 0$ f) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[2\,\sin(\alpha) - 1]}$

g) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[2\,\sin(\alpha) + 1]}$ h) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[3\,\cos(\alpha) - 2]}$ i) $v_{\mathrm{C}} = \sqrt{g\,R\,[3\,\cos(\alpha) + 2]}$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 2** - Massenpunktkinematik und -kinetik (Seite 3 von 3) (**10,0 Punkte**)

---

Im Folgenden sei die Geschwindigkeit $v_\mathrm{D}$ im Punkt D bekannt

**2.6** Bestimmen Sie den Gleitreibungskoeffizienten $\mu$, so dass die Masse auf der schiefen, reibungsbehafteten Ebene im Punkt E zum Stehen kommt. (**1,5 Punkte**)

a) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D} + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}{g\,L\,\cos(\alpha)}$ b) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D}^2 - 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}{g\,L\,\cos(\alpha)}$ c) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D}^2 + 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}{2\,g\,L\,\cos(\alpha)}$

d) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D} - 2\,g\,L\,\sin(\alpha)}{2\,g\,L\,\cos(\alpha)}$ e) $\mu = 0$ f) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D}^2 + g\,L\,\sin(\alpha)}{g\,L\,\sin(\alpha)}$

g) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D} - g\,\cos(\alpha)}{g\,\cos(\alpha)}$ h) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D} - g\,L\,\sin(\alpha)}{2\,g\,L\,\sin(\alpha)}$ i) $\mu = \dfrac{v_\mathrm{D}^2 + g\,L\,\sin(\alpha)}{2\,g\,L\,\cos(\alpha)}$

---

**2.7** Wie groß ist die maximal erreichte Geschwindigkeit $v_\mathrm{max}$ der Masse im System unter der Voraussetzung, dass die Masse in Punkt E zum Stehen kommt? (**1,0 Punkte**)

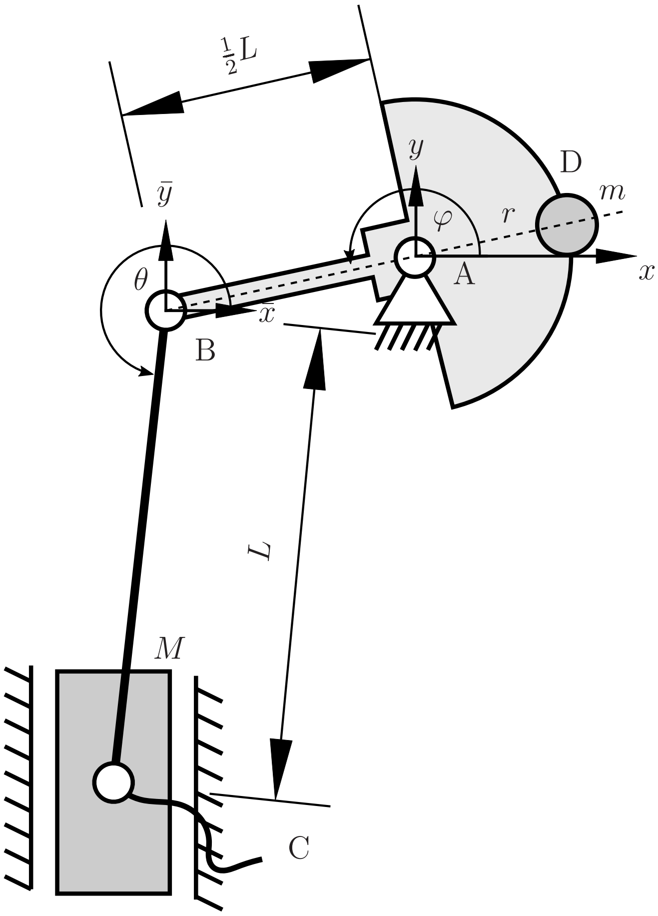
a) $v_\mathrm{max} = v_\mathrm{A}$ b) $v_\mathrm{max} = v_\mathrm{B}$ c) $v_\mathrm{max} = v_\mathrm{C}$ d) $v_\mathrm{max} = v_\mathrm{D}$ e) $v_\mathrm{max} = 0$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 3** - Starrkörperkinematik und -kinetik (Seite 1 von 4) (**10,0 Punkte**)

Dargestellt ist nachfolgend das Modell eines einzelnen Kolbens eines Motors. Dieses besteht aus einer Halbreisscheibe mit Radius $r$, welche starr mit einem Balken der Länge $L/2$ verbunden ist und beide um den Punkt A rotieren. Angebracht an der Halbkreisscheibe ist in Punkt D ein als idealisierte Punktmasse anzunehmendes Gegengewicht mit der Masse $m$. Der Balken ist in Punkt C über eine Stange mit der Länge $L$ mit dem Zylinder verbunden, welcher als Starrkörper mit der Masse $M$ idealisiert wird. Der Kolben wird über die Zylinderlaufbahn geführt und kann sich nur in vertikale Richtung bewegen. Das dargestellte $x$-$y$ Koordinatensystem ist ortsfest in Punkt A. Das $\bar{x}$-$\bar{y}$ Koordinatensystem bewegt sich mit Punkt B mit, während die Ausrichtung der $\bar{x}$-Achse stets horizontal und die der $\bar{y}$-Achse stets vertikal verbleibt.
Für die dargestellte Lage gelten die Winkel $\varphi = \frac{7}{6}\pi$ und $\theta = \frac{4}{3}\pi$.




**3.1** Bestimmen Sie für die dargestellte Lage den vertikalen Anteil $\ddot{y}_B$ der Absolutbeschleunigung des Punktes B in Abhängigkeit der gegebenen Größen sowie in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ und der Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}$. (**1,5 Punkte**)

a) $\ddot{y}_B = \frac{\sqrt{3}}{4}L\dot{\varphi}^2 - \frac{1}{4}L\ddot{\varphi}$ b) $\ddot{y}_B = \frac{1}{4}L\dot{\varphi}^2 - \frac{\sqrt{3}}{4}L\ddot{\varphi}$ c) $\ddot{y}_B = -\frac{\sqrt{3}}{4}L\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{4}L\ddot{\varphi}$

d) $\ddot{y}_B = -\frac{1}{4}L\dot{\varphi}^2 + \frac{\sqrt{3}}{4}L\ddot{\varphi}$ e) $\ddot{y}_B = -\frac{1}{4}L\dot{\varphi}^2 - \frac{\sqrt{3}}{4}L\ddot{\varphi}$ f) $\ddot{y}_B = \frac{1}{4}L\dot{\varphi}^2 + \frac{\sqrt{3}}{4}L\ddot{\varphi}$

g) $\ddot{y}_B = -\frac{\sqrt{3}}{4}L\dot{\varphi}^2 - \frac{1}{4}L\ddot{\varphi}$ h) $\ddot{y}_B = \frac{\sqrt{3}}{4}L\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{4}L\ddot{\varphi}$ i) $\ddot{y}_B = 0$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 3** - Starrkörperkinematik und -kinetik (Seite 2 von 4) (**10,0 Punkte**)

**3.2** Bestimmen Sie für die dargestellte Lage den vertikalen Anteil $\ddot{y}_C$ der Absolutbeschleunigung des Kolbens im Punkt C in Abhängigkeit der gegebenen Größen sowie in Abhängigkeit der Beschleunigung $\ddot{y}_B$ in Punkt B, der Winkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}$ und der Winkelbeschleunigung $\ddot{\theta}$. (**2,0 Punkte**)

a) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B + \frac{1}{2}L\ddot{\theta} + \frac{\sqrt{3}}{2}L\dot{\theta}^2$

b) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B - \frac{1}{2}L\ddot{\theta} + \frac{\sqrt{3}}{2}L\dot{\theta}^2$

c) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B + \frac{\sqrt{3}}{2}L\ddot{\theta} + \frac{1}{2}L\dot{\theta}^2$

d) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B - \frac{1}{2}L\ddot{\theta} - \frac{\sqrt{3}}{2}L\dot{\theta}^2$

e) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B + \frac{1}{2}L\ddot{\theta} - \frac{\sqrt{3}}{2}L\dot{\theta}^2$

f) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B - \frac{\sqrt{3}}{2}L\ddot{\theta} - \frac{1}{2}L\dot{\theta}^2$

g) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B + \frac{\sqrt{3}}{2}L\ddot{\theta} - \frac{1}{2}L\dot{\theta}^2$

h) $\ddot{y}_C = \ddot{y}_B - \frac{\sqrt{3}}{2}L\ddot{\theta} + \frac{1}{2}L\dot{\theta}^2$

---

Die Kraft der auf Zug belasteten Stange wurde nun zu $S = \frac{4}{\sqrt{3}}\, m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$ bestimmt, die Winkelgeschwindigkeit sei mit $\dot{\varphi} = 1\,\frac{1}{\mathrm{s}}$ gegeben und die Winkelbeschleunigung mit $\ddot{\varphi} = \frac{\sqrt{3}}{3}\,\frac{1}{\mathrm{s}^2}$. Die Halbkreisscheibe ist als masselos zu betrachten, die Punktemasse in Punkt D als massebehaftet mit der Masse $m$.
**Hinweis:** Die Auflagerraktionen im Punkt A sind positiv gemäß der vorgegebenen $x-$ und $y-$Koordinatenachsen definiert.

**3.3** Bestimmen Sie den vertikalen Anteil der Auflagerkraft des Lagers A in Abhängigkeit der gegebenen Größen. (**2,0 Punkte**)

a) $A_y = \frac{6+2\sqrt{3}}{3} m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

b) $A_y = \frac{-6+\sqrt{3}}{3} m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

c) $A_y = \frac{6-2\sqrt{3}}{3} m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

d) $A_y = -2\, m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

e) $A_y = 2\, m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

f) $A_y = m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

g) $A_y = -m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

h) $A_y = 3\, m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

i) $A_y = -3\, m\, r \frac{1}{\mathrm{s}^2}$

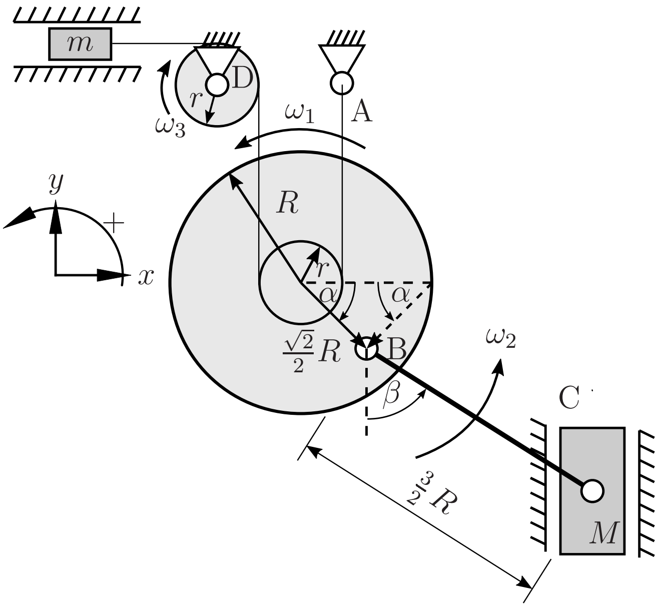
---

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

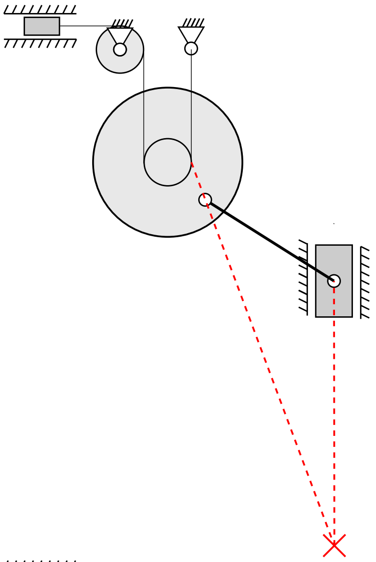
**Aufgabe 3** - Starrkörperkinematik und -kinetik (Seite 3 von 4) (**10,0 Punkte**)

Abgebildet ist die Momentaufnahme eines Systems, bestehend aus zwei starren, masselosen Rollen mit Radius $r = R/3$ und $R$, über die ein masseloses, starres Seil geschlungen ist. An dessen Ende ist die Masse $m$ angebracht. Außerdem ist eine weitere Masse $M$ über einen masselosen Stab der Länge $\frac{3}{2}R$ mit der größeren Rolle in Punkt $B$ verbunden. Die Winkelgeschwindigkeit $\omega_3$ der kleineren Rolle sei als bekannt anzunehmen. Der Winkel $\alpha$ beträgt in der abgebildeten Lage 45° und der Winkel $\beta$ beträgt 60°.
Ein globales Koordinatensystem mit eingetragener positiver Drehrichtung ist vorgegeben.

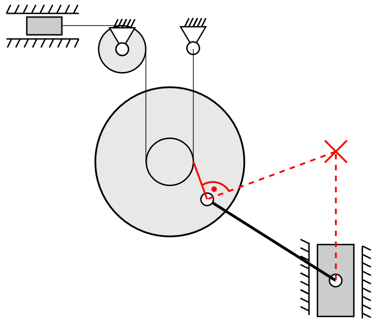



**3.4** Welche der folgenden Abbildungen zeigt die korrekte Konstruktion des Momentanpols des Stabes? (**1,0 Punkte**)

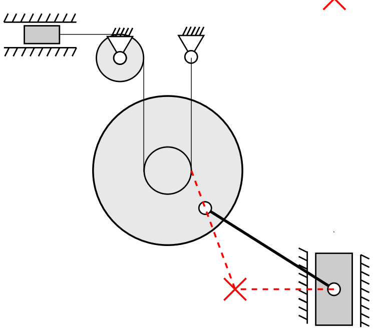
a)



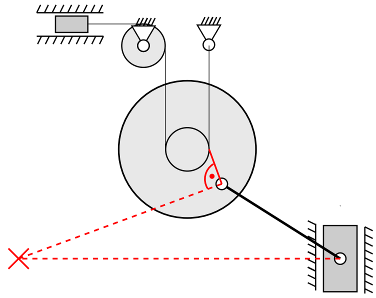
b)



c)



d)



TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau
Institut für Mechanik
Prof. Dr.-Ing. A. Menzel
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

**Aufgabe 3** - Starrkörperkinematik und -kinetik (Seite 4 von 4) (**10,0 Punkte**)

**3.5** Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit $\omega_1$ in Abhängigkeit von $\omega_3$. (**0,5 Punkte**)

a) $\omega_1 = -\frac{1}{2}\,\omega_3$ b) $\omega_1 = \frac{1}{3}\,\omega_3$ c) $\omega_1 = -\frac{1}{3}\,\omega_3$

d) $\omega_1 = \frac{1}{2}\,\omega_3$ e) $\omega_1 = -2\,\omega_3$ f) $\omega_1 = \frac{3}{2}\,\omega_3$

g) $\omega_1 = -\frac{3}{2}\,\omega_3$ h) $\omega_1 = \frac{2}{3}\,\omega_3$ i) $\omega_1 = -\frac{2}{3}\,\omega_3$

**3.6** Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit $\omega_2$ in Abhängigkeit von $\omega_1$. (**1,5 Punkte**)

a) $\omega_2 = -2\,\omega_1$ b) $\omega_2 = 3\,\omega_1$ c) $\omega_2 = -3\,\omega_1$

d) $\omega_2 = 2\,\omega_1$ e) $\omega_2 = -\frac{1}{2}\,\omega_1$ f) $\omega_2 = \frac{2}{3}\,\omega_1$

g) $\omega_2 = -\frac{2}{3}\,\omega_1$ h) $\omega_2 = \frac{3}{2}\,\omega_1$ i) $\omega_2 = -\frac{3}{2}\,\omega_1$

**3.7** Bestimmen Sie den vertikalen Anteil der Geschwindigkeit der Masse $M$ in Abhängigkeit von $\omega_1$. (**1,5 Punkte**)

a) $v_{c,y} = \frac{3+\sqrt{3}}{6}\omega_1 R$ b) $v_{c,y} = \frac{-3+\sqrt{3}}{6}\omega_1 R$ c) $v_{c,y} = \frac{-3-\sqrt{3}}{6}\omega_1 R$

d) $v_{c,y} = \frac{3-\sqrt{3}}{6}\,\omega_1 R$ e) $v_{c,y} = \frac{1+3\sqrt{3}}{6}\,\omega_1 R$ f) $v_{c,y} = \frac{1-3\sqrt{3}}{6}\,\omega_1 R$

g) $v_{c,y} = \frac{-1+3\sqrt{3}}{6}\omega_1 R$ h) $v_{c,y} = \frac{-1-3\sqrt{3}}{6}\omega_1 R$ i) $v_{c,y} = 0$