Technische Mechanik für TPH 22. November 2023

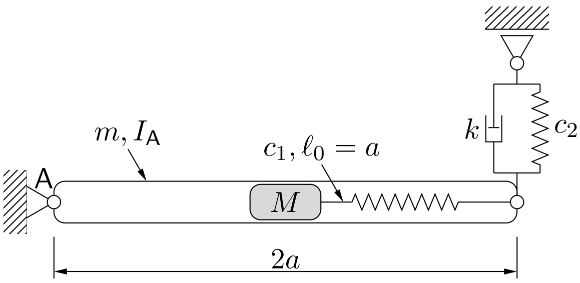
Name: ....

Matrikelnummer: ....

Abgegebene Blätter: Angabe + ...

1	2	3	Σ

1 Bewegungsgleichungen



Eine Punktmasse M wird in einem Rohr (Masse m, Länge $2a$, Trägheitsmoment I_A um den Lagerpunkt A) reibungsfrei geführt. Zwischen Masse und Rohrende wirkt eine Feder (Federsteifigkeit c_1, ungedehnte Länge $\ell_0 = a$). Das Rohr ist im Punkt A frei drehbar gelagert und am anderen Ende mit einem Feder-Dämpfer-System (Parameter: c_2, k) verbunden. Das Feder-Dämpfer-System bewegt sich mit dem Rohrende mit und wirkt daher stets vertikal; die Feder c_2 ist entspannt in der skizzierten Anordnung.

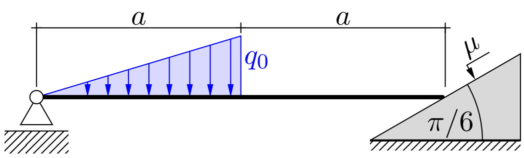
Gegeben: Länge a; Trägheiten m, M, I_A; Federsteifigkeiten c_1, c_2; Dämpferkonstante k

Gesucht:

1. Freiheitsgrade und Lagekoordinaten
2. Federkräfte und Dämpferkraft in den gewählten Lagekoordinaten
3. Schwerpunktssatz für die geführte Punktmasse M
4. Drallsatz für das Rohr um A

Anmerkung: zeichnen Sie die Lagekoordinaten in einer aussagekräftigen Skizze ein!

2 Statisches Gleichgewicht und Schnittgrößen



Der skizzierte Balken mit Länge $2a$ ist an einem Ende horizontal verschieblich gelagert und liegt am anderen Ende auf einem Dreieck mit Steigung $\pi/6$ auf. Der Kontakt mit dem Dreieck ist rau mit dem Haftreibungskoeffizienten μ. Über eine Hälfte des Balkens wirkt eine Dreieckslast mit maximalem Betrag q_0 vertikal nach unten.

Gegeben: Längemaß a, maximaler Betrag q_0 der Dreieckslast

Gesucht:

1. Alle Auflagerreaktionen und Reaktionskräfte
2. Der mindestens erforderliche Haftgrenzkoeffizient μ für statisches Gleichgewicht
3. Die Verläufe der verallgemeinerten Schnittgrößen $Q(x)$ und $M(x)$

Anmerkungen: das System ist statisch bestimmt; führen Sie ein geeignetes Koordinatensystem zur Berechnung der Schnittgrößen ein.

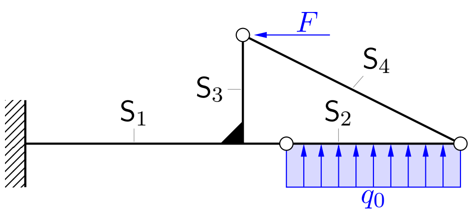
3 Theoriefragen

Die 10 Theoriefragen sind als Multiple-Choice-Single-Answer gestellt (nur EINE richtige Antwort pro Frage). Für jede richtig beantwortete Frage gibt es einen Punkt. Für jede falsch beantwortete Frage gibt es 0 Punkte. Ihre Antwort muss EINDEUTIG ersichtlich sein, andernfalls gibt es 0 Punkte auf die Frage. Beachten Sie, dass die Theoriefragen keineswegs weiterverbreitet werden dürfen. Dies ist gesetzlich untersagt (siehe https://htu.at/rechteundpflichten).

1. Ein mechanisches System besteht aus zwei Massenpunkten, die durch eine lineare Feder mit Steifigkeit c und ungedehnter Länge ℓ_0 verbunden sind. Welche der genannten Kategorisierungen trifft auf die in der Feder übertragene Kraft zu?

- ☐ Die Federkraft ist eine nicht konservative Kraft.
- ☐ Die Federkraft ist eine Reaktionskraft.
- ☐ Die Federkraft ist eine innere, eingeprägte Kraft.
- ☐ Die Federkraft ist eine äußere, eingeprägte Kraft.

2. Betrachten Sie das skizzierte mechanische System. Welcher der durchnummerierten geraden Abschnitte ist definitiv eine Pendelstütze?



☐ Abschnitt S_1 ☐ Abschnitt S_2 ☐ Abschnitt S_3 ☐ Abschnitt S_4

3. Welche Eigenschaften treffen auf den Tensor der Massenträgheitsmomente **I** zu?

- ☐ Der Tensor **I** ist reell und indefinit.
- ☐ Der Tensor **I** ist symmetrisch. Seine Eigenwerte sind rein imaginär.
- ☐ Der Tensor **I** ist positiv-semidefinit, reell und symmetrisch.
- ☐ Der Tensor **I** ist reell und schiefsymmetrisch.

4. Ein Punkt führt eine einachsige Bewegung mit der Beschleunigung $a(x) = a_0 x/\ell$ aus. Im Ursprung ist die Geschwindigkeit null: $v(x=0) = 0$. Berechnen Sie die Geschwindigkeit $v = v(x)$.

☐ $v(x) = \sqrt{\dfrac{2a_0x^2}{\ell}}$ ☐ $v(x) = \dfrac{a_0x^2}{2\ell}$ ☐ $v(x) = \sqrt{\dfrac{a_0x^2}{\ell}}$ ☐ $v(x) = \sqrt{\dfrac{a_0x^2}{2\ell}}$

5. Ein Punkt bewegt sich entlang einer Kurve gemäß $\boldsymbol{r}(t)$. Welche Schnelligkeit $\dot{s}$ besitzt dieser Punkt?

☐ $\dot{s} = \left|\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}s}\right|$ ☐ $\dot{s} = \dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}s}$ ☐ $\dot{s} = |\dot{\boldsymbol{r}}|$ ☐ $\dot{s} = \dot{\boldsymbol{r}}$

Name: ....

Matrikelnummer: ....

6. Im Rahmen der Relativkinematik kann die Beschleunigung eines Punktes P des starren Körpers bezogen auf die Bewegung eines Bezugspunktes A geschrieben werden als:

$$\boldsymbol{a}_{\mathsf{P}} = \boldsymbol{a}_{\mathsf{A},f} + \dot{\boldsymbol{\omega}}_f \times \boldsymbol{r}_{\mathsf{PA}} + \boldsymbol{\omega}_f \times (\boldsymbol{\omega}_f \times \boldsymbol{r}_{\mathsf{PA}}) + 2\boldsymbol{\omega}_f \times \boldsymbol{v}_r + \boldsymbol{a}_r$$

Durch welche Terme ist die sogenannte Coriolisbeschleunigung $\boldsymbol{a}_{\mathsf{c}}$ gegeben?

☐ $\boldsymbol{a}_{\mathsf{c}} = 2\boldsymbol{\omega}_f \times \boldsymbol{v}_r + \boldsymbol{a}_r$

☐ $\boldsymbol{a}_{\mathsf{c}} = \boldsymbol{\omega}_f \times (\boldsymbol{\omega}_f \times \boldsymbol{r}_{\mathsf{PA}})$

☐ $\boldsymbol{a}_{\mathsf{c}} = 2\boldsymbol{\omega}_f \times \boldsymbol{v}_r$

☐ $\boldsymbol{a}_{\mathsf{c}} = \boldsymbol{a}_{\mathsf{A},f} + \dot{\boldsymbol{\omega}}_f \times \boldsymbol{r}_{\mathsf{PA}}$

7. Gegeben ist eine Starrkörperbewegung $\boldsymbol{x}(\boldsymbol{\xi}) = \boldsymbol{x}_0 + \mathbf{B}\boldsymbol{\xi}$ mit einem konstanten Vektor $\boldsymbol{x}_0$ und einem Rotationstensor $\mathbf{B}$. Wie lauten der Deformationsgradiententensor $\mathbf{F}$ und der Strecktensor $\mathbf{U}$ für diese Deformation? Es bezeichne $\mathbf{E}$ den Einheitstensor.

☐ $\mathbf{F} = \mathbf{B}^T\mathbf{B}$, $\mathbf{U} = \boldsymbol{x}_0$ ☐ $\mathbf{F} = \boldsymbol{x}_0\mathbf{E}$, $\mathbf{U} = 0$ ☐ $\mathbf{F} = \mathbf{B}$, $\mathbf{U} = \mathbf{E}$ ☐ $\mathbf{F} = \mathbf{E}$, $\mathbf{U} = \mathbf{B}$

8. Wie ist der Green Verzerrungstensor $\mathbf{G}$ mit dem linearisierten Verzerrungstensor $\boldsymbol{\varepsilon}$ verknüpft, wenn die Annahmen der linearisierten Elastizitätstheorie zutreffen? Es bezeichne $\mathbf{E}$ den Einheitstensor.

☐ $\mathbf{G} = \mathbf{E} - \boldsymbol{\varepsilon}$ ☐ $\mathbf{G} = \boldsymbol{\varepsilon} - \frac{1}{2}\boldsymbol{\varepsilon}^T\boldsymbol{\varepsilon}$ ☐ $\mathbf{G} = \boldsymbol{\varepsilon}$ ☐ $\mathbf{G} = \boldsymbol{\varepsilon} + \frac{1}{2}\boldsymbol{\varepsilon}^T\boldsymbol{\varepsilon}$

9. Die Linearisierung eines mechanischen Systems um eine Gleichgewichtslage hat folgende Eigenwerte ergeben:

$$\lambda_1 = -2 + 3i, \quad \lambda_2 = -i$$

Welche Aussage zur Stabilität dieser Lage trifft zu?

☐ Die Gleichgewichtslage ist asymptotisch stabil.

☐ Die Gleichgewichtslage ist instabil.

☐ Es liegt ein kritischer Fall vor. Die Stabilität kann nicht beurteilt werden.

☐ Die Gleichgewichtslage ist stabil.

10. Ermitteln Sie für den ebenen Spannungstensor in kartesischen Koordinaten gegeben durch:

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}$$

die Schubspannungskomponente σ_{mn} für die orthogonalen Richtungen $\boldsymbol{m} = [1/2, \sqrt{3}/2]^T$ und $\boldsymbol{n} = [-\sqrt{3}/2, 1/2]^T$.

☐ $\sigma_{mn} = -2$ ☐ $\sigma_{mn} = 3/4 + \sqrt{3}$ ☐ $\sigma_{mn} = 1 - \sqrt{3}/4$ ☐ $\sigma_{mn} = 1/4 - \sqrt{3}$