

Bitte deutlich schreiben!

Name, Vorname:

Matr.-Nr.:

Studiengang:

1	
2	
3	
4	
Σ	
T	

Bitte links und rechts ankreuzen!

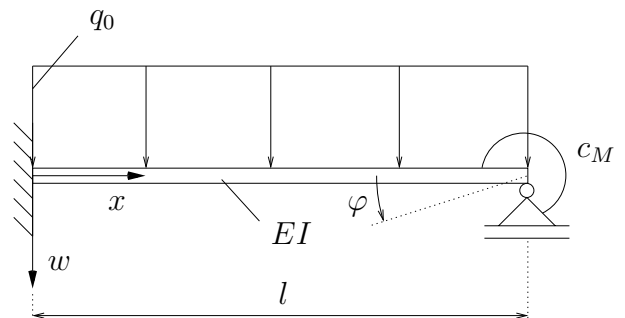
- Studienbegleitende Prüfung
 Übungsscheinklausur

- Ergebnis ins WWW
 Ergebnis NICHT ins WWW

1 (Bekannte Aufgabe)

(10 Punkte)

Dargestellt ist ein Balken unter der Last q_0 . Am rechten Ende ist eine Drehfeder (Federsteifigkeit c_M) angebracht. Bestimmen Sie eine Näherungslösung für die Durchsenkung $w(x)$. Verwenden Sie den Ansatz $w(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$. Gehen Sie wie folgt vor:



- (a) Passen Sie den Ansatz an die 3 geometrischen Randbedingungen an. Eliminieren Sie a_0, a_1 und a_2 , und geben Sie die angepasste Ansatzfunktion an.
- (b) Berechnen Sie die Formänderungsenergie W und die äußere Arbeit A . Die Formänderungsenergie einer Drehfeder berechnet sich aus $W_F = \frac{1}{2}c_M\varphi^2$. Hinweis: Es gilt $\varphi(x=l) = w'(x=l)$.
- (c) Berechnen Sie den Freiwert a_3 aus der Bedingung $\delta(W - A) = 0$, und geben Sie damit die Näherungslösung an.

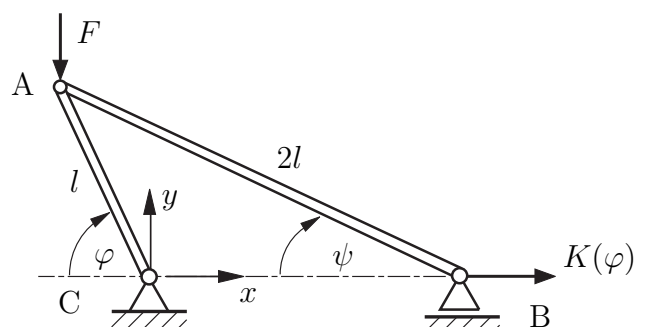
Geg: l, EI, q_0, c_M

2

(5 Punkte)

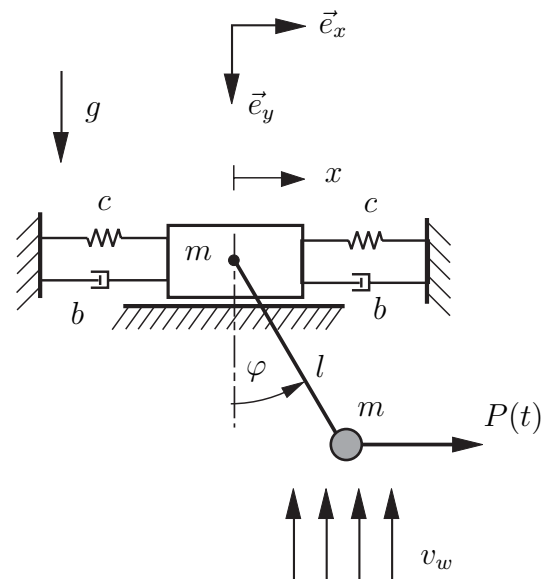
Die abgebildete Konstruktion aus starren Stäben wird mit der Kraft F belastet und befindet sich im statischen Gleichgewicht. Berechnen Sie mit dem **Prinzip der virtuellen Verrückungen** die Haltekraft K als Funktion des Winkels φ !

Geg.: F, l



3**(4+2+2+2+7 Punkte)**

Das skizzierte System besteht aus einem starren Körper der Masse m , der auf einer Ebene reibungsfrei gleitet und mit zwei Federn und zwei Dämpfern an die Umgebung gebunden ist. Im Körperschwerpunkt ist ein mathematisches Pendel (Länge l , Masse m) angebracht, das von einem Wind der Geschwindigkeit \vec{v}_w von unten angeblasen wird (Luftwiderstandsbeiwert k). Die Pendelmasse wird durch die Kraft $\vec{P}(t) = P_0 \cos \Omega t \vec{e}_x$ erregt. Die Bewegung verläuft im Erdschwerefeld.



- Stellen Sie die Lagrangefunktion L des Systems bzgl. der generalisierten Koordinaten x und φ auf.
- Berechnen Sie den Betrag der Relativgeschwindigkeit $|\vec{v}_{rel}|$ zwischen Pendelmasse und Wind.
- Stellen Sie die Dissipationsfunktion D des Systems auf.
- Geben Sie die generalisierten Nicht-Potentialkräfte Q_x und Q_φ an, die nicht durch D modellierbar sind.
- Bestimmen Sie die Bewegungsdifferentialgleichungen für das System.

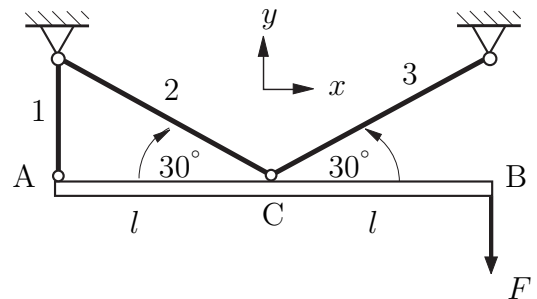
Hinweis: $\vec{v}_{rel} = \vec{v}_m - \vec{v}_w$; \vec{v}_m : Geschw. der Pendelmasse, \vec{v}_w Windgeschwindigkeit

Geg.: $m, b, c, k, l, g, v_w, P_0, \Omega$

4**(8 Punkte)**

Ein Balken (Länge $2l$, Biegesteifigkeit EI) ist mit drei Stäben (Dehnsteifigkeit EA) statisch bestimmt gestützt. Berechnen Sie mit Hilfe des **Satzes von CASTIGLIANO** die Verschiebung des Punktes B in Richtung der Kraft F .

Geg.: l, EI, EA



1. Wie lauten die Lagrangeschen Gleichungen 1. Art für ein System mit n Freiheitsgraden und r Zwangsbedingungen sowie beliebigen eingprägten Kräften?

2. Das Prinzip der virtuellen Arbeit sagt aus: Ein mechanisches System befindet sich genau dann im Gleichgewicht, wenn

die Arbeit bei bestimmten virtuellen Verschiebungen gleich Null ist.

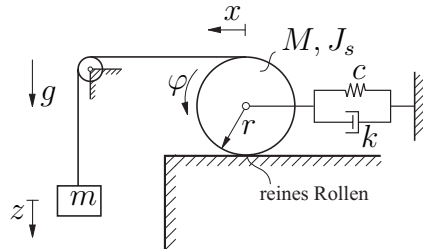
die Arbeit bei beliebigen virtuellen Verschiebungen gleich Null ist.

die Arbeit aller nicht konservativen Kräfte gleich Null ist.

Bitte die richtige Aussage ankreuzen!

3. Geben Sie die kinetische Energie des skizzierten Systems in Abhängigkeit der gegebenen Koordinaten (x, z, φ) an!

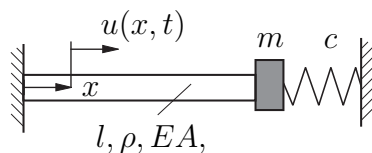
Gegeben: M, m, g, J_s, c, k



$K =$

4. Wie lautet die Lagrangefunktion für das skizzierte System, bestehend aus einem Dehnstab, einer Masse und einer Feder? Kreuzen Sie die richtige Antwort an!

Gegeben: ρ, m, l, c, A, E



$L = \frac{1}{2}m\dot{u}^2(l, t) + \frac{1}{2}cu^2(l, t) + \frac{1}{2} \int_0^l \rho A \dot{u}^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^l A E u'^2 dx$

$L = \frac{1}{2}m\dot{u}^2(l, t) - \frac{1}{2}cu^2(l, t) + \frac{1}{2} \int_0^l E I \dot{u}^2 dx - \frac{1}{2} \int_0^l E I u'^2 dx$

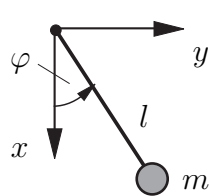
$L = \frac{1}{2}m\dot{u}^2(l, t) - \frac{1}{2}cu^2(l, t) + \frac{1}{2} \int_0^l \rho A \dot{u}^2 dx - \frac{1}{2} \int_0^l A E u'^2 dx$

5. Kreuzen Sie die richtige Aussage bezüglich der Beziehung zwischen der komplementären Energie \tilde{U} und der potentiellen Energie U für linear elastische Systeme (ohne Vorspannung) an!

$\tilde{U} = U$ $\tilde{U} > U$ $\tilde{U} < U$

6. Gegeben sei das ebene mathematische Pendel mit der Punktmasse m und der Pendellänge l im Erdschwerefeld. Kreuzen Sie die richtigen Antworten bezüglich der Frage der Gleichgewichtslage an!

Gegeben: m, l, g

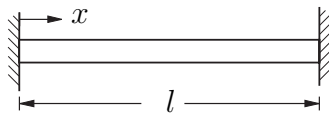


- $\varphi = 0$ stabiles Gleichgewicht
- $\varphi = 0$ instabiles Gleichgewicht
- $\varphi = \pi$ stabiles Gleichgewicht
- $\varphi = \pi$ instabiles Gleichgewicht

7. Welchen Randbedingungen muss ein Ritz-Ansatz mindestens genügen, um physikalisch sinnvoll zu sein?

keinen geometrischen dynamischen allen

8. Stellt die vorgegebene Ansatzfunktion $\psi(x)$ für den skizzierten beidseitig fest eingespannten Balken einen sinnvollen Ritz-Ansatz zum Bestimmen einer Näherungslösung für die Biegelinie dar?



$$\psi(x) = \sin \frac{\pi}{l}x$$

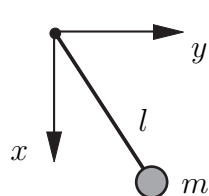
ja

nein

Begründen Sie Ihre Antwort:

9. Gegeben sei das ebene mathematische Pendel mit der Punktmasse m und der Pendellänge l im Erdschwerefeld. Geben Sie die Bindungsgleichung zur Beschreibung der Stange in den gegebenen Koordinaten an!

Gegeben: m, l, g



$$g(x, y) =$$

10. Schreiben Sie die komplementäre Energie für einen kreiszylindrischen Stab mit der Länge l der gleichzeitig auf Dehnung und Torsion beansprucht wird.

Gegeben: l, EA, GI_p

$$\tilde{U} =$$

Benennen Sie von Ihnen eingeführte Größen!