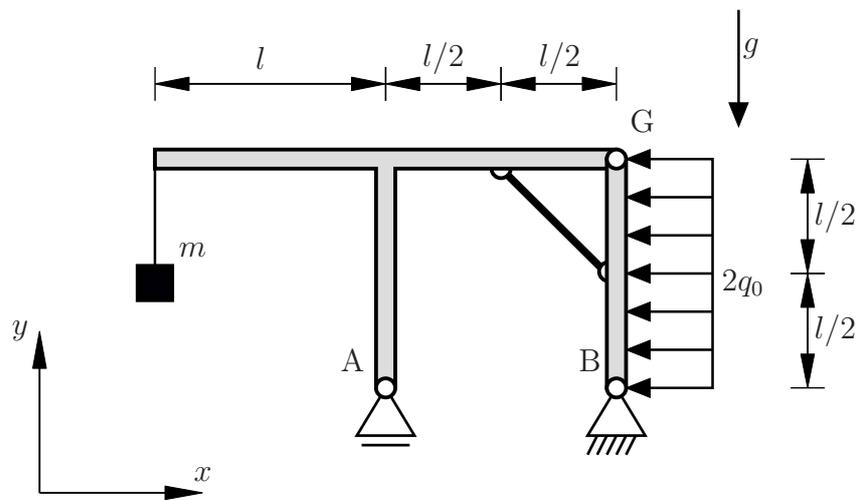


Aufgabe 1 (Seite 1 von 4)

a)

Das folgende System besteht aus einem masselosen Balken, welcher über ein Gelenk sowie einen Stab mit einem masselosen Rahmen verbunden ist. Des Weiteren wirkt eine konstante Streckenlast der Größe q_0 auf den Balken. Außerdem ist über ein Seil eine Masse an dem Rahmen angebracht. Das System befindet sich im Schwerfeld.



Berechnen Sie die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B . Tragen Sie dabei die unbekanntnen Lagergrößen in positiver Koordinatenrichtung an. **(1,5 Punkte)**

$A =$	
$B_x =$	$B_y =$

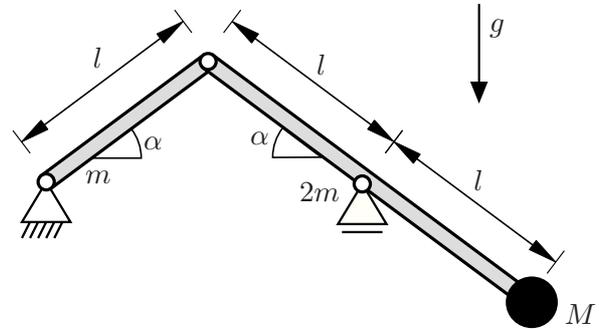
Bestimmen Sie die Beträge der Gelenkkräfte in G in x - und y -Richtung sowie die Stabkraft S . Dabei gilt die Konvention positiver Zugstäbe. **(1,5 Punkte)**

$S =$	
$ G_x =$	$ G_y =$

Aufgabe 1 (Seite 2 von 4)

b)

Das nebenstehende System besteht aus zwei Balken mit den Massen m und $2m$ mit homogener Dichteverteilung. Die Balken sind jeweils um einen Winkel α geneigt. Am rechten Balken ist außerdem eine Masse M angebracht. Das gesamte System befindet sich in einem Schwerfeld.

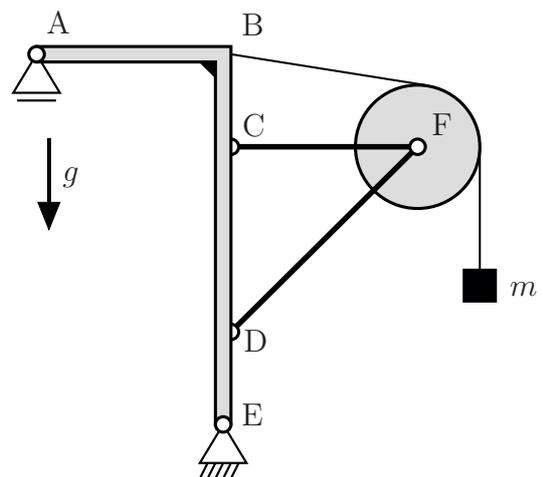


Für welche Masse M , abhängig von m und α , befindet sich das System im Gleichgewicht?
(2,0 Punkte)

$M =$

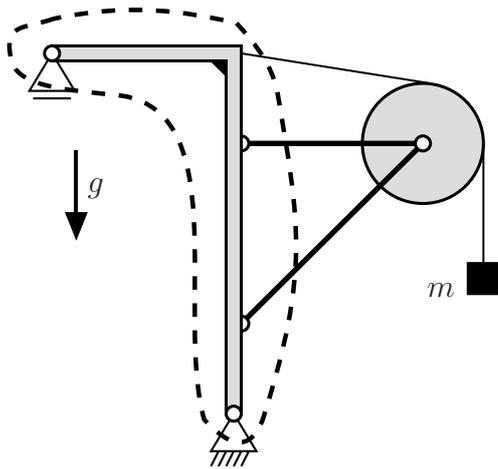
c)

Das folgende System besteht aus einem Rahmen, zwei Stäben, einer Rolle und einem Seil, welches die Masse m trägt. Alle Komponenten des Systems außer der Masse m sind als masselos anzusehen. Das System befindet sich im Schwerfeld.

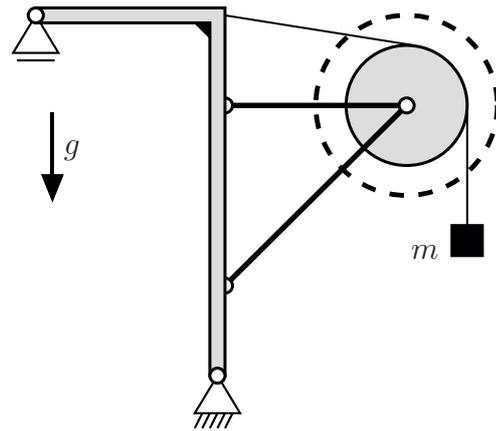


Aufgabe 1 (Seite 3 von 4)

Die inneren und äußeren Reaktionskräfte sollen durch die folgenden zwei Freischnitte sichtbar gemacht werden:



Schnitt 1



Schnitt 2

Zeichnen Sie die vollständigen Freikörperbilder zu den zwei gekennzeichneten Freischnitten. Wählen Sie eindeutige Bezeichnungen für die angetragenen Reaktionskräfte. **(2,0 Punkte)**

Schnitt 1:	Schnitt 2:
------------	------------

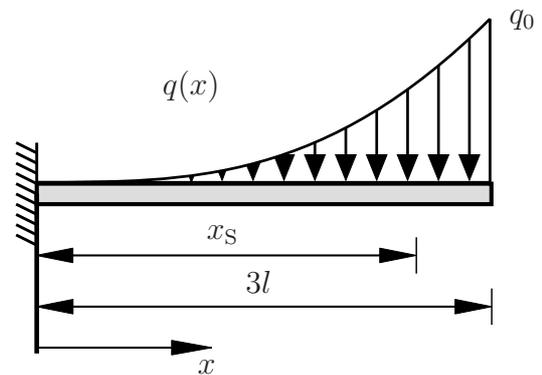
Aufgabe 1 (Seite 4 von 4)

d)

Im Folgenden soll die Streckenlast $q(x)$ der Form

$$q(x) = q_0 \left(\frac{x}{3l} \right)^3$$

auf einem eingespannten Balken der Länge $3l$ betrachtet werden. Dabei kann das Lager maximal ein Biegemoment von M_{\max} aufnehmen.

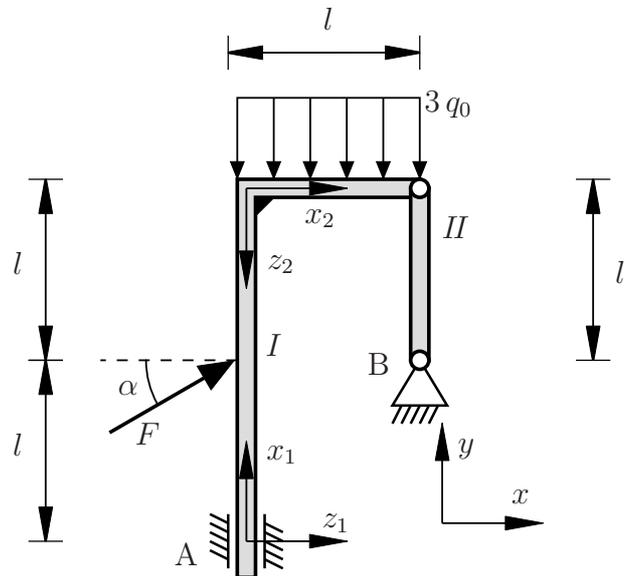


Für welches q_0 wird das maximale Biegemoment des Lagers **nicht** überschritten?
(3,0 Punkte)

Aufgabe 2 (Seite 1 von 4)

a)

Das nebenstehende System besteht aus dem masselosen Rahmen *I* und dem masselosen Balken *II*, welche gelenkig miteinander verbunden sind. Rahmen *I* ist im oberen Bereich mit einer konstanten Streckenlast der Größe $3q_0$ belastet. Mittig am Rahmen *I* greift die Kraft $F = q_0 l$ unter dem Winkel α an. Die Auflagerkräfte bezüglich des globalen x - y -Koordinatensystems können als bekannt angenommen werden.



Geben Sie den Querkraft- sowie den Momentenverlauf für **Rahmen I** an. Verwenden Sie dazu die vorgegebenen lokalen Koordinatensysteme und geben Sie den entsprechenden Bereich an. **(6,0 Punkte)**

Bereich:

$Q() =$

$M() =$

(Kästchen geht auf der nächsten Seite weiter)

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

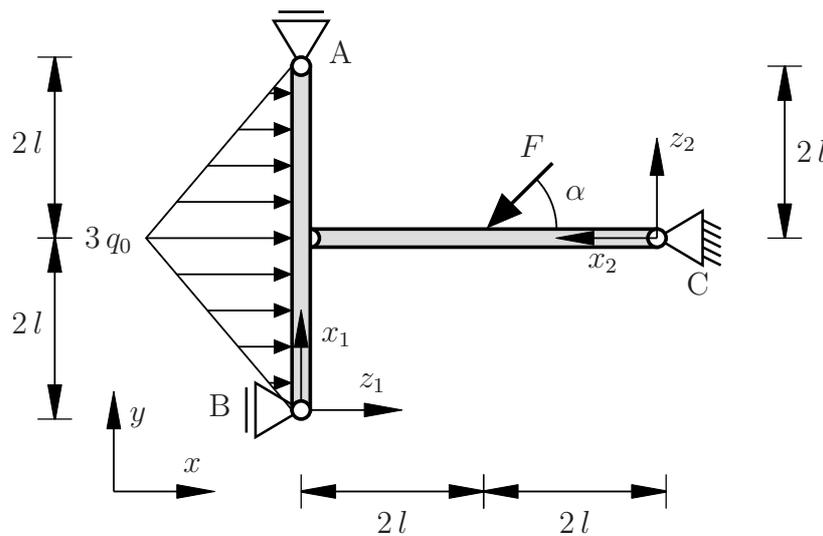
Aufgabe 2 (Seite 2 von 4)

(Platz für weitere Bereiche)

Aufgabe 2 (Seite 3 von 4)

b)

Gegeben sei das nachfolgend abgebildete System. Ein durch eine dreiecksförmige Streckenlast mit Spitzenlast $3q_0$ belasteter Balken ist gelenkig mit einem horizontalen Balken verbunden. Auf den horizontalen Balken wirkt die Einzelkraft $F = \sqrt{2}q_0 l$ im Winkel $\alpha = 45^\circ$.



Die Auflagerreaktionen bezüglich des x - y -Koordinatensystems sind durch

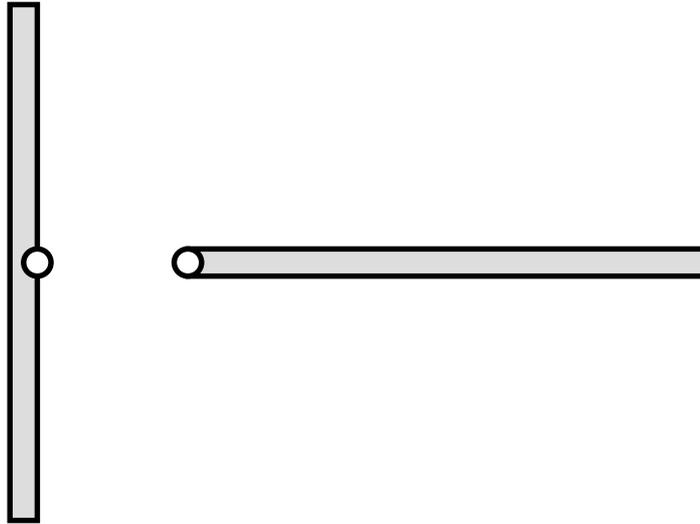
$$A_y = \frac{1}{2} q_0 l, \quad B_x = 0, \quad C_y = \frac{1}{2} q_0 l, \quad C_x = -5 q_0 l$$

gegeben.

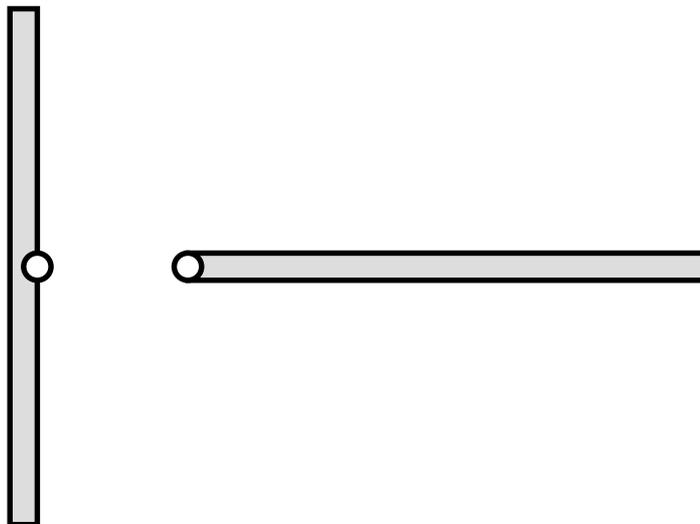
Zeichnen Sie für das oben stehende System den gesamten Querkraft- und Biegemomentenverlauf qualitativ in die nachfolgende Skizze ein. Geben Sie an den Eckpunkten die charakteristischen Werte an. Geben Sie außerdem die Polynomgrade der Teilfunktionen an. **(4,0 Punkte)**

Aufgabe 2 (Seite 4 von 4)

Q:



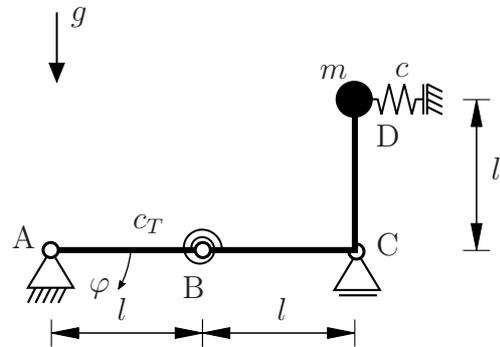
M:



Aufgabe 3 (Seite 1 von 5)

a)

Ein masseloser Stab und ein masseloser Rahmen sind wie dargestellt in den Punkten A und C gelagert und im Punkt B durch ein Gelenk miteinander verbunden. Zusätzlich ist am Punkt B eine Drehfeder (Drehfedersteifigkeit c_T) angebracht. Des Weiteren befindet sich im Punkt D eine Punktmasse (Masse m) sowie eine Zug-Druck-Feder (Federsteifigkeit c). Beide Federn sind in der dargestellten Lage ungespannt.



Bestimmen Sie das Gesamtpotential $\Pi(\varphi)$ in Abhängigkeit des Freiheitsgrades φ . Vereinfachen Sie dabei Ihre Ergebnisse **nicht**. (1,5 Punkte)

$$\Pi(\varphi) =$$

Bestimmen Sie die Drehfedersteifigkeit c_T so, dass für die Federsteifigkeit $c = 0$ die Lage $\varphi = \pi/3$ eine Gleichgewichtslage ist. (1,0 Punkte)

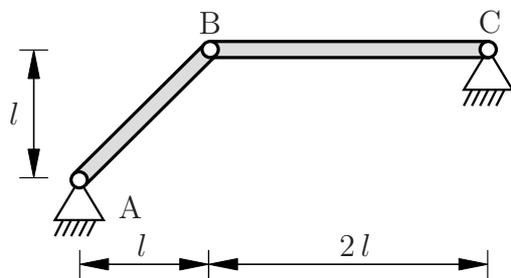
Aufgabe 3 (Seite 2 von 5)

Bestimmen Sie mit Begründung die Art der Gleichgewichtslage $\varphi = \pi/3$. Es gilt weiterhin, dass die Federsteifigkeit $c = 0$ entspricht. **(1,0 Punkte)**

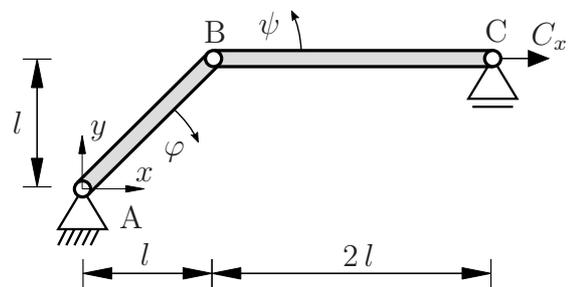
b)

Die dargestellte Konstruktion besteht aus zwei masselosen Balken. Gemäß dem Prinzip der virtuellen Arbeit wurde das Festlager in Punkt C des Originalsystems (links) im Ersatzsystem (rechts) durch ein Loslager sowie eine Kraft C_x ersetzt.

Originalsystem:



Ersatzsystem:



Geben Sie die Ortsvektoren der Punkte B und C gemäß dem eingezeichneten Koordinatensystem in Abhängigkeit der Freiheitsgrade φ und ψ an. **(1,5 Punkte)**

$\mathbf{r}_B =$ $e_x +$ e_y

$\mathbf{r}_C =$ e_x

$+$ e_y

Aufgabe 3 (Seite 3 von 5)

Bestimmen Sie die virtuelle Verrückung $\delta \mathbf{r}_C$ des Punktes C in Abhängigkeit der Freiheitsgrade φ und ψ . **(1,0 Punkte)**

$\delta \mathbf{r}_C =$ $+$	\mathbf{e}_x \mathbf{e}_y
--------------------------------	----------------------------------

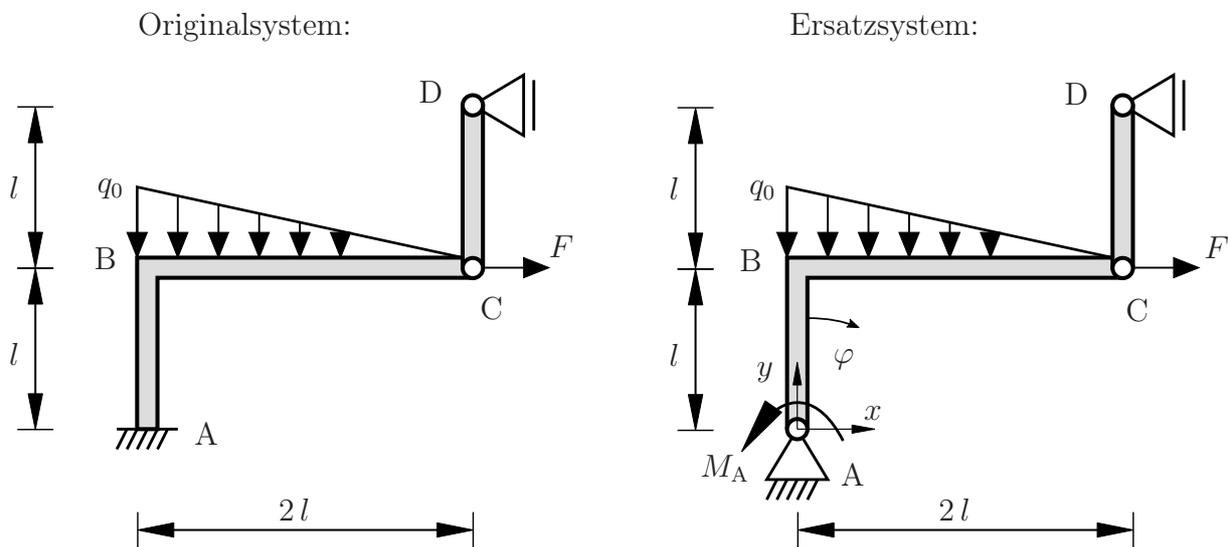
Bestimmen Sie für die dargestellte Lage ($\varphi = 0, \psi = 0$) die virtuelle Verdrehung $\delta\psi$ in Abhängigkeit von $\delta\varphi$. Tragen Sie dazu die wichtigsten Zwischenschritte ebenfalls in das nachfolgende Kästchen ein. **(1,5 Punkte)**

$\delta\psi(\delta\varphi) =$

Aufgabe 3 (Seite 4 von 5)

c)

Das dargestellte Tragwerk besteht aus zwei masselosen Rahmen. Auch hier wurde gemäß dem Prinzip der virtuellen Arbeit bereits die Einspannung in Punkt A des Originalsystems (links) im Ersatzsystem (rechts) durch ein Festlager sowie ein Moment M_A ersetzt. Darüber hinaus wird das Tragwerk durch eine Linienlast q_0 sowie eine Einzelkraft F belastet.



Die virtuellen Verrückungen der Punkte B und C wurden bereits zu

$$\delta \mathbf{r}_B = l \delta \varphi \mathbf{e}_x + 0 \mathbf{e}_y,$$

$$\delta \mathbf{r}_C = l \delta \varphi \mathbf{e}_x - 2l \delta \varphi \mathbf{e}_y$$

bestimmt.

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 3 (Seite 5 von 5)

Bestimmen Sie die virtuelle Arbeit δW des Systems.

(1,5 Punkte)

$\delta W =$

Bestimmen Sie das Moment M_A .

(1,0 Punkte)

$M_A =$