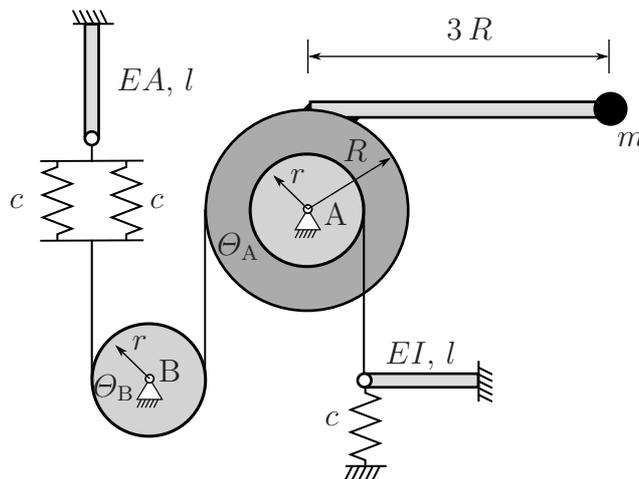


Aufgabe 1 (Seite 1 von 3)

a)

Das nebenstehende System besteht aus einer im Punkt A drehbar gelagerten Stufenrolle (Radien r und R) sowie einer in Punkt B drehbar gelagerten Umlenkrolle (Radius r). Die jeweiligen Massenträgheitsmomente dieser Rollen bzgl. des jeweiligen Mittelpunktes sind durch Θ_A bzw. Θ_B gegeben. Zusätzlich ist eine Punktmasse (Masse m) über einen als masselos anzusehenden Balken starr mit der Stufenrolle verbunden. Die als dehnstarr anzunehmenden Seile werden schlupffrei auf die Rollen ab- bzw. aufgerollt und sind mit zusammengesetzten elastischen Strukturen (Balken, Stäbe und Federn) verbunden.

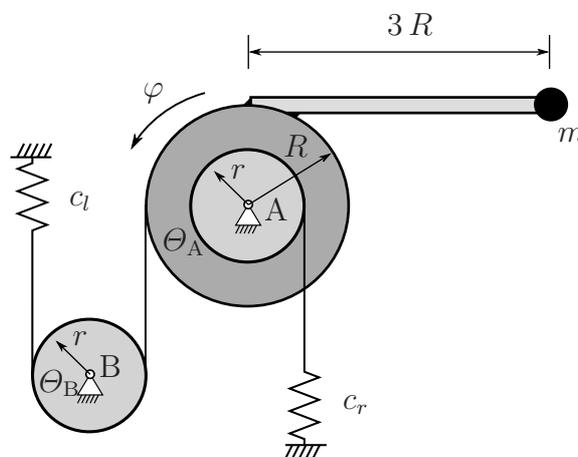


Berechnen Sie die Ersatzfedersteifigkeiten für die zusammengesetzten elastischen Strukturen, die am linken (c_l) und am rechten (c_r) Seil befestigt sind. **(2,0 Punkte)**

$c_l =$	$c_r =$
---------	---------

b)

Das nebenstehende System aus Aufgabenteil a) wurde dahingehend modifiziert, dass die links und rechts an Seilen befestigten Elemente durch einzelne Federn ersetzt wurden (Federsteifigkeiten c_l, c_r). Die Federn sind in der dargestellten Lage um $\Delta l_l > 0$ (links) bzw. $\Delta l_r > 0$ (rechts) vorgespannt.



TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 1 (Seite 2 von 3)

Geben Sie die kinetische Energie E_{kin} und potentielle Energie E_{pot} des Systems als Funktion des Freiheitsgrades φ an. **(3,5 Punkte)**

Hinweis: Fassen Sie die einzelnen Terme nicht zusammen.

$E_{\text{kin}} =$

$E_{\text{pot}} =$

Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems bezüglich des Freiheitsgrades φ auf.

(2,0 Punkte)

Geben Sie die Eigenkreisfrequenz ω_0 des Systems an.

(1,0 Punkte)

$\omega_0 =$

Aufgabe 1 (Seite 3 von 3)

c)

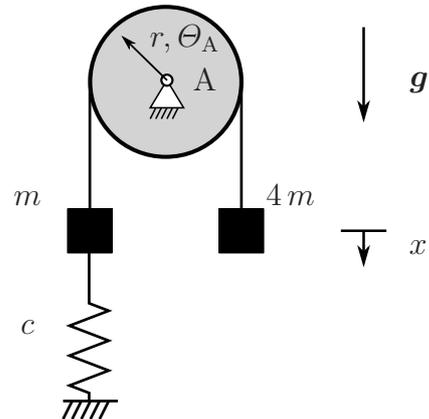
Das nebenstehende System besteht aus einer in Punkt A drehbar gelagerten Rolle (Radius r , Massenträgheitsmoment Θ_A bezüglich des Punktes A) sowie aus zwei Punktmassen (Masse m bzw. $4m$). In der dargestellten Lage ist die Feder ungespannt.

Für eine spezielle Wahl der Anfangsbedingungen ergibt sich die Lösung des Schwingungsproblems zu

$$x(t) = -\mathcal{A} \cos(\omega t) + \mathcal{A}$$

wobei \mathcal{A} und ω im Folgenden als vorgegebene Größen angesehen werden können.

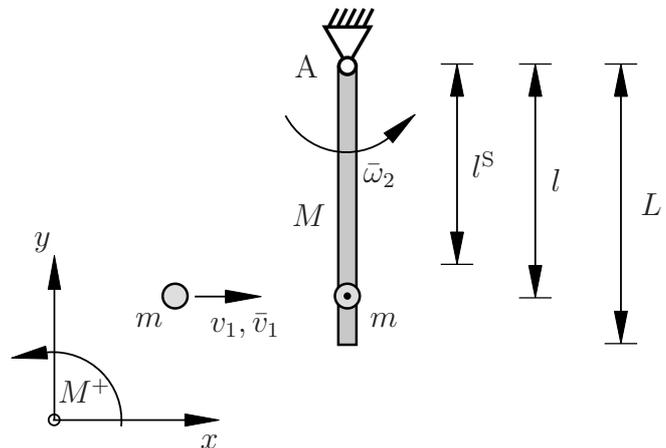
Geben Sie die Lösung $\bar{x}(t)$ dieses Schwingungsproblems an, wobei $\bar{x} = 0$ die statische Ruhelage beschreibt. **(1,5 Punkte)**



$\bar{x}(t) =$

Aufgabe 2 (Seite 1 von 4)

Wie nebenstehend gezeigt bewegt sich eine Punktmasse (Masse m) mit der konstanten Geschwindigkeit v_1 auf den in Punkt A gelagerten und zunächst in Ruhe befindlichen Stab (Masse $M = 5m$, Länge L) zu. Im Kontaktpunkt an der Stelle l ist zusätzlich eine Punktmasse (Masse m) fest mit dem Stab verbunden.



a)

Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment Θ^A des Stabes mit der aufgeschweißten Punktmasse bezüglich des Punktes A. **(1,0 Punkte)**

$$\Theta^A =$$

Geben Sie nun die Lage des Schwerpunktes l^S des Stabes mit der aufgeschweißten Punktmasse in Abhängigkeit von l , L und m an. **(1,0 Punkte)**

$$l^S =$$

b)

Geben Sie auf der nächsten Seite sämtliche zur Lösung des teilelastischen Stoßproblems (Stoßziffer e) notwendigen Gleichungen an. Nehmen Sie ferner das Massenträgheitsmoment Θ^A als bekannte Größe an. Darüber hinaus sollen die oben eingezeichneten Geschwindigkeitsrichtungen angenommen werden. **(3,0 Punkte)**

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

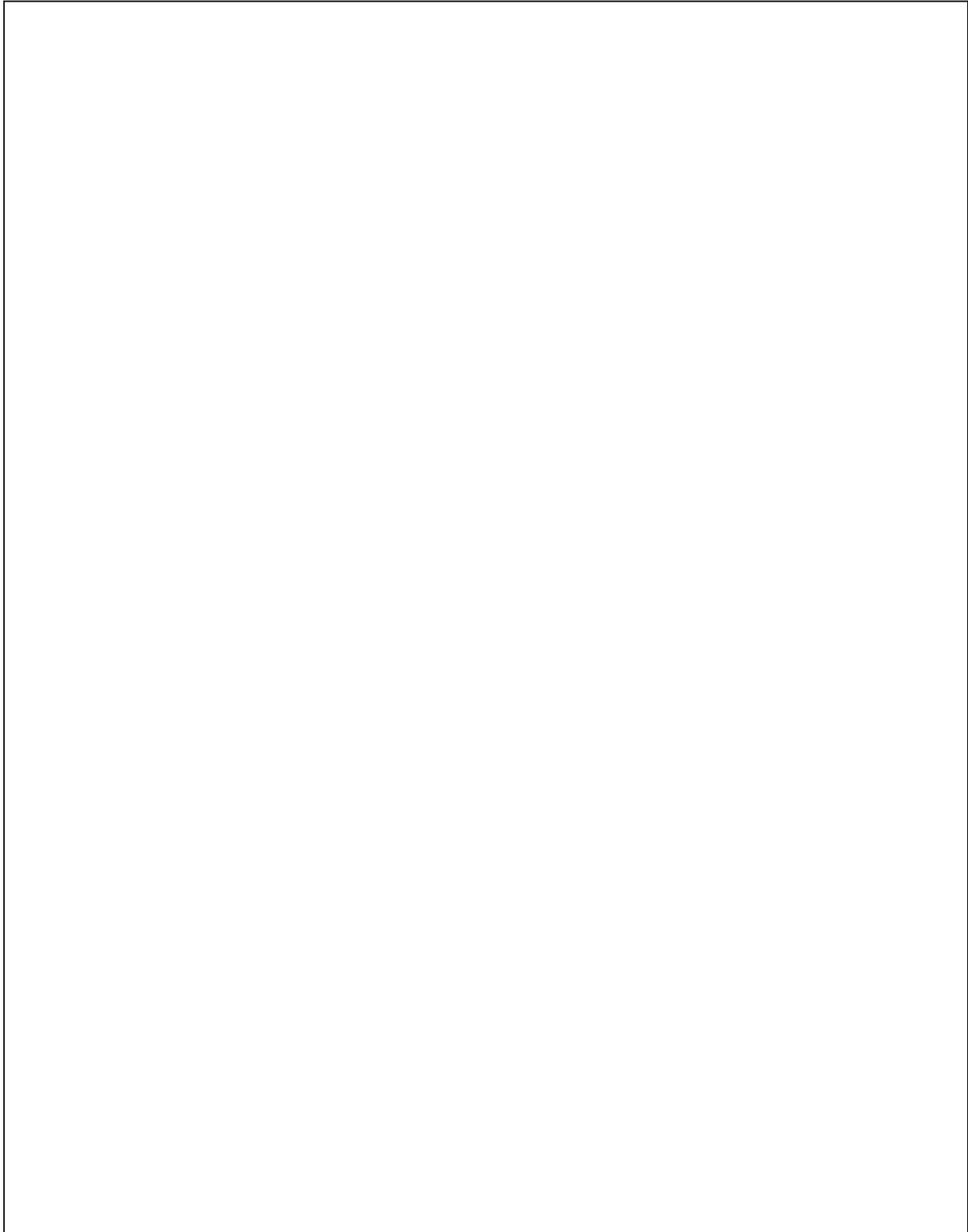
Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

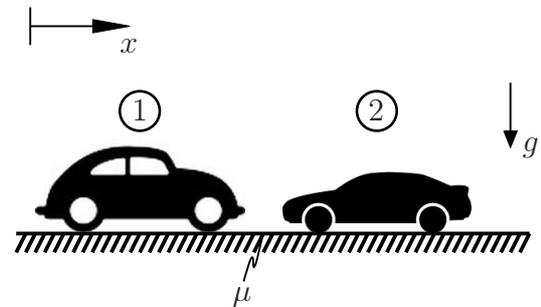
Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 2 (Seite 2 von 4)

A large empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for the student to write their solution to the task.

Aufgabe 2 (Seite 3 von 4)

Fahrzeug 1 (Masse m_1) und Fahrzeug 2 (Masse m_2) fahren aufeinander zu und stoßen frontal zusammen. Laut Zeugenaussagen ist der Fahrer des Fahrzeugs 1 vor dem Zusammenstoß mit einer Geschwindigkeit v_1 gefahren, während dieses Fahrzeug nach dem Stoß zurückgeprallt ist und rutschend die Strecke s_1 zurücklegte. Fahrzeug 2 rutschte nach dem Zusammenprall um die Strecke s_2 weiter. Die Oberflächenbeschaffenheit der Straße in Verbindung mit dem Material sämtlicher Reifen kann durch den Gleitreibungskoeffizienten μ beschrieben werden.



c)

Geben Sie die Geschwindigkeit \bar{v}_1 des Fahrzeugs 1 nach dem Zusammenstoß in Abhängigkeit von s_1 , μ und m_1 an. **(1,5 Punkte)**

$$\bar{v}_1 =$$

d)

Auf ähnliche Weise wurde die Geschwindigkeit \bar{v}_2 ermittelt, sodass Sie nun v_1 , \bar{v}_1 sowie auch \bar{v}_2 als bekannt voraussetzen können. Geben Sie nun die Geschwindigkeit v_2 des Fahrzeugs 2 vor dem Zusammenstoß in Abhängigkeit der bekannten Größen an. **(1,0 Punkte)**

$$v_2 =$$

e)

Wie groß müsste die Stoßzahl e sein, sodass die kinetische Energie nach dem Stoß maximal wird. **(1,0 Punkte)**

$$e =$$

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: _____

Nachname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 2 (Seite 4 von 4)

f)

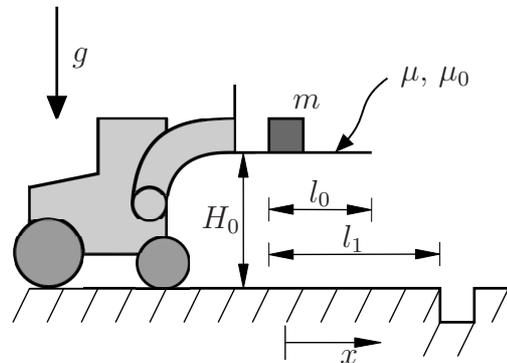
Für eine Unfallanalyse-Datenbank wurde der Frontalzusammenstoß (siehe S. 3) zur Ermittlung der Stoßzahl e nachgestellt. Der Messwert der Geschwindigkeit v_1 des Fahrzeugs 1 vor dem Zusammenstoß ist dabei verloren gegangen. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 sowie die Stoßzahl e in Abhängigkeit der bekannten Größen v_2 , \bar{v}_1 und \bar{v}_2 . **(1,5 Punkte)**

$v_1 =$

$e =$

Aufgabe 3 (Seite 1 von 2)

Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ bremst der bis dahin mit der konstanten Geschwindigkeit v_0 fahrende Radlader mit $a_F = -a_0$, ($a_0 > 0$), sodass die Ladung der Masse m auf der Schaufel gerade zu Rutschen beginnt. Der Abstand der Ladung bis zum Ende der Schaufel beträgt l_0 , die Höhe der Ladung über der Erde H_0 und der Abstand zu einer Grube l_1 . Die Interaktion der Oberflächen von Ladung und Schaufel kann durch die Reibkoeffizienten μ und μ_0 beschrieben werden.



a)

Bestimmen Sie die Absolutbeschleunigung der Ladung a_{abs} zum Zeitpunkt t_0 bezüglich des vorgegebenen Koordinatensystems. **(2,0 Punkte)**

$a_{\text{abs}} =$

Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_{rel} der Ladung relativ zu der des Radladers als Funktion der Zeit im Intervall $t_0 \leq t \leq t^*$, wobei die Ladung bei t^* von der Schaufel fällt. **(1,5 Punkte)**

$v_{\text{rel}} =$

b)

Im Folgenden sei $v_{\text{rel}} = a_{\text{rel}} t$, ($a_{\text{rel}} > 0$) bekannt. Bestimmen Sie den Zeitpunkt t^* , an dem die Ladung von der Schaufel fällt. **(1,0 Punkte)**

$t^* =$

Aufgabe 3 (Seite 2 von 2)

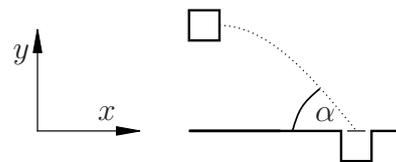
c)

Der absolut von der Ladung bis zu deren Herabfallen zurückgelegte Weg s^* und die entsprechende Absolutgeschwindigkeit der Ladung v^* zu diesem Zeitpunkt seien nun bekannt. Bestimmen Sie l_1 so, dass die Ladung genau über der Grube die Bodenhöhe erreicht. Geben Sie außerdem die Zeit t^w an, die vom Herabfallen bei t^* bis zum Erreichen der Bodenhöhe vergeht. Die Größe H_0 ist als gegeben vorauszusetzen.

(2,0 Punkte)

$l_1 =$	$t^w =$
---------	---------

Bestimmen Sie die Komponenten der Aufschlaggeschwindigkeit \mathbf{v}^A beim Erreichen der Bodenhöhe sowie den Aufschlagwinkel α gemäß nebenstehender Zeichnung.

(2,0 Punkte)

$\mathbf{v}^A =$	$e_x +$	e_y
$\alpha =$		

d)

Bestimmen Sie die notwendige Beschleunigung a_F , sodass die Haftung der Ladung auf der Schaufel (Haftreibungskoeffizient μ_0) gerade überwunden wird.

Hinweis: Diese Beschleunigung wurde zu Beginn der Aufgabe als bekannt angenommen und soll nun näher spezifiziert werden.

(1,5 Punkte)

--