

Prof. D. Gross
 Prof. P. Hagedorn
 Prof. W. Hauger
 Prof. R. Markert

**Diplomvorprüfung
 Technische Mechanik III**

am 14. März 2002

(BI)

(Name)

(Vorname)

(Matr.-Nr.)

(Studiengang)

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Der Lösungsweg soll klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden.

Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang eines beidseitig beschriebenen DIN A4-Blattes zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß keinerlei elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen im Besonderen Taschenrechner, Laptops und Handys.

Viel Erfolg !

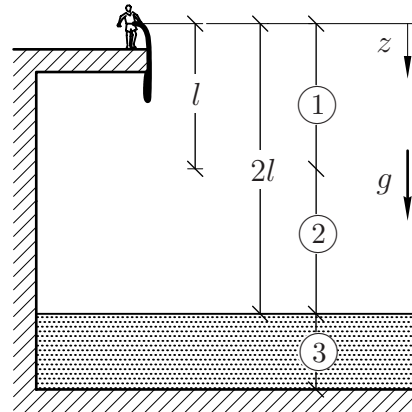
Aufgabe	1	2	3	4	K 1	K 2	K 3	K 4	Σ Klausur	Bonus- punkte	Σ gesamt	Note
Punkte												

Aufgabe 1 [20 Punkte]

Ein Bungee-Jumper an einem elastischen Seil der Länge l springt von einer Plattform, welche sich in der Höhe $2l$ über einem Wasserbehälter befindet. Genau auf der Wasserspiegelhöhe ($z=2l$) reißt das Seil.

Für die Beschleunigung des Springers gilt in den verschiedenen Bereichen:

- 1 freier Fall ($0 \leq z \leq l$) $\ddot{z} = g$,
- 2 gestrafftes Seil ($l \leq z \leq 2l$) $\ddot{z} = 3g - 2g \frac{z}{l}$,
- 3 im Wasser ($z \geq 2l$) $\ddot{z} = -k \dot{z}^2$.



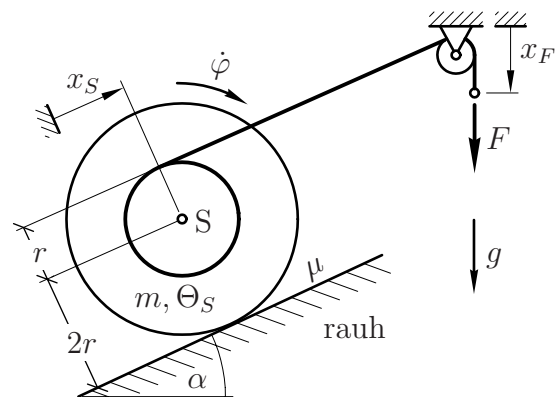
- a) Wie groß ist die Geschwindigkeit $v_1(T_1)$ des Springers am Ende des freien Falles (bei $z=l$)?
- b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $v_2(z)$ im Bereich 2 ($l \leq z \leq 2l$).
- c) Wie ist der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit $v_3(t)$ im Wasser? Beginnen Sie hierzu die Zeitzählung von neuem.

Gegeben: l, g, k

Aufgabe 2 [20 Punkte]

Eine Walze kann sich auf einer rauhen schiefen Ebene bewegen. Auf dem Kern der Walze ist ein undeformbares Seil aufgewickelt, das über eine masselose, reibungsfrei gelagerte Umlenkrolle geführt wird. Am Seilende wird mit vorgegebener Kraft F gezogen.

Berechnen Sie die Schwerpunktsbeschleunigung \ddot{x}_S und die Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}$ der Walze sowie die Beschleunigung \ddot{x}_F des Kraftangriffspunktes

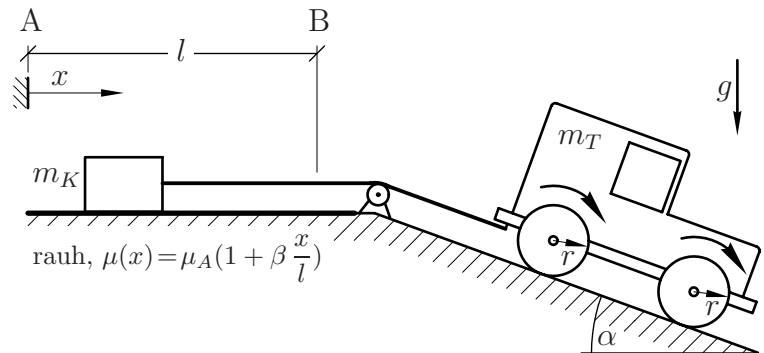


- a) unter der Annahme, daß die Walze rollt (Haften),
- b) unter der Annahme, daß die Walze in ihrem Aufstandspunkt nach unten rutscht.

Gegeben: $m, r, \Theta_S = 2mr^2, \mu, g, \alpha, F$

Aufgabe 3 [19 Punkte]

Ein Traktor (Masse m_T , Drehträgheiten der Räder vernachlässigbar) fährt eine schiefe Ebene hinab. Jedes der vier Räder (Radius r) wird mit einem konstanten Antriebsmoment M_0 angetrieben. Die Räder rutschen nicht durch. An einem masselosen Seil, das über eine masselose, reibungsfrei gelagerte Rolle umgelenkt wird, zieht der Traktor eine Kiste (Masse m_K) auf einer waagrechten Ebene mit linear zunehmendem Reibungskoeffizienten $\mu(x)$ aus der Position A in die Position B. Der Bewegungsvorgang beginnt in der Position A aus der Ruhe heraus, $v_A = v(0) = 0$.

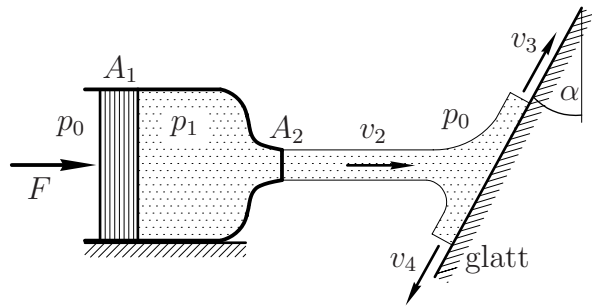


- Wie groß ist die Arbeit der Reibungskraft entlang der Strecke l von A nach B?
- Wie groß ist die Arbeit der vier Antriebsmomente entlang der Strecke l ?
- Welche Geschwindigkeit v_B erreicht die Kiste im Punkt B?

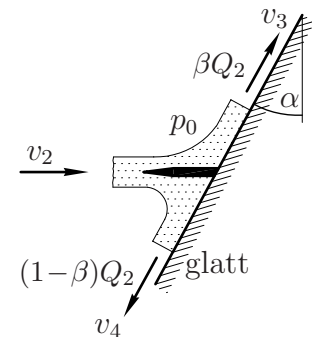
Gegeben: m_T , r , M_0 , m_K , l , α , g , $\mu(x) = \mu_A(1 + \beta \frac{x}{l})$, $\beta > 0$, μ_A

Aufgabe 4 [21 Punkte]

Eine schräge Wand wird von einem horizontalen Wasserstrahl angespritzt, der aus einer Spritze (Kolbenfläche A_1 , Düsenquerschnitt A_2) stammt. Der Kolben wird mit der Kraft F belastet. Die Strömung des Wassers (Dichte ρ) ist stationär und verlustfrei, geodätische Höhenunterschiede sind vernachlässigbar.



- Wie groß ist der Druck p_1 ? Mit welcher Geschwindigkeit v_2 verläßt der Wasserstrahl die Spritze?
- Wie groß sind die Normal- und die Tangentialkräfte, die der Wasserstrahl auf die Oberfläche der glatten Wand ausübt?
- Wie groß sind die Austrittsgeschwindigkeiten v_3 und v_4 der Strömung und die zugehörigen Volumenströme Q_3 und Q_4 ?
- In einer zweiten Version wird am Keil ein horizontaler Strahlteiler in Form eines spitzen, dünnen Bleches angebracht. Dieser Strahlteiler teilt den Wasserstrahl Q_2 im Volumenverhältnis $\beta/(1-\beta)$. Wie groß sind nun die Kraftkomponenten des Wasserstrahls normal und tangential zur schrägen Wand?



Gegeben: A_1 , A_2 , ρ , p_0 , F , α , β

Aufgabe K1 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Welche Aussagen über Massenträgheitsmomente sind falsch bzw. fehlerhaft, welche richtig?

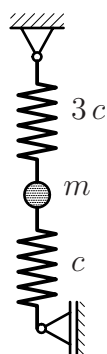
Aussage:	falsch	richtig
Eine mögliche Einheit von Massenträgheitsmomenten ist Nms^2 .		
$m = 1 \text{ kg}$, $\Theta_x^{(S)} = 1 \text{ kgm}^2$, Trägheitsradius $k_x^{(S)} = i_x^{(S)} = 0.7 \text{ m}$		
Bei Parallelverschiebung der Bezugsachsen hin zum Schwerpunkt nehmen die axialen Massenträgheitsmomente ab.		
Deviationsmomente sind stets positiv.		

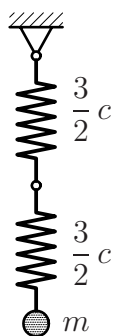
Aufgabe K2 [8 Punkte]

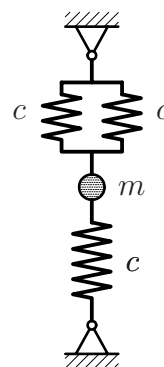
Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

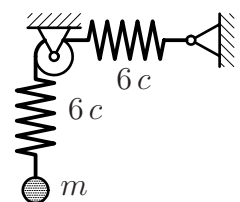
Die fünf Schwingungssysteme bestehen aus Punktmassen und masselosen linearen Schraubenfedern. Haben die folgenden Systeme die Eigenkreisfrequenz (Kennkreisfrequenz) $\omega_0 = \sqrt{3c/m}$? Tragen Sie jeweils „ja“ oder „nein“ in die Kästchen ein.









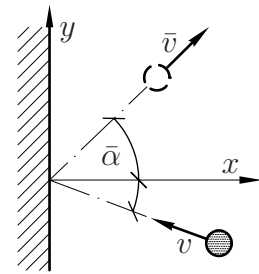


Aufgabe K3 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Ein Massenpunkt stößt gegen eine glatte Wand. Wie unterscheiden sich die Ergebnisse für den elastischen und den plastischen Stoß? Kreuzen Sie die richtigen Vergleichsbeziehungen an.

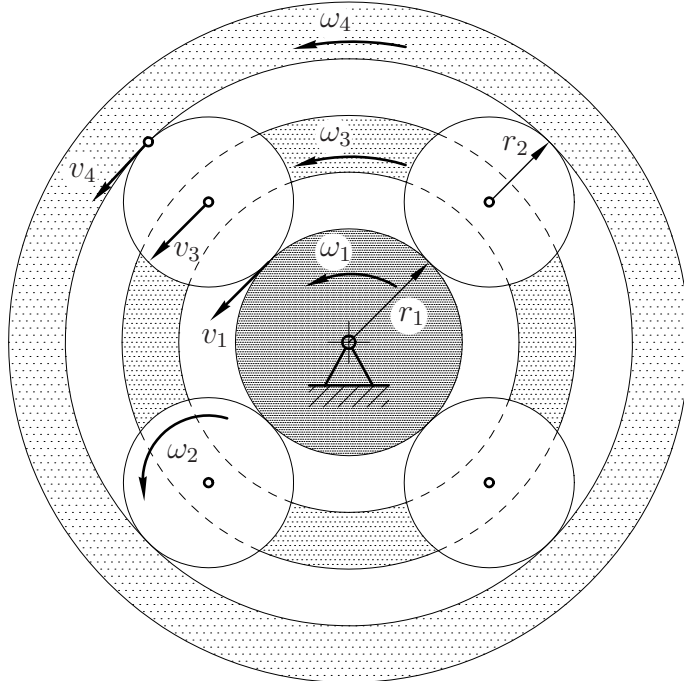
	elastisch		plastisch
Abprallwinkel $\bar{\alpha}$	$\bar{\alpha}_{elast}$	<	$\bar{\alpha}_{plast}$
		=	
		>	
Abprallgeschwindigkeit \bar{v}	\bar{v}_{elast}	<	\bar{v}_{plast}
		=	
		>	
Kinetische Energie $\bar{E}_{kin} = \bar{T}$ nach dem Stoß	$\bar{E}_{kin,elast}$	<	$\bar{E}_{kin,plast}$
		=	
		>	
Tangentialkomponente der Abprallgeschwindigkeit \bar{v}_y	$\bar{v}_{y,elast}$	<	$\bar{v}_{y,plast}$
		=	
		>	



Aufgabe K4 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Ein Planetengetriebe wird durch die Radien r_1 , r_2 , $r_3 = r_1 + r_2$ und $r_4 = r_1 + 2r_2$ beschrieben. Die absoluten Winkelgeschwindigkeiten der Einzelteile sind mit ω_1 , ω_2 , ω_3 und ω_4 bezeichnet. Welche der kinematischen Beziehungen sind richtig und welche falsch?



	richtig	falsch
$v_1 = \omega_1 r_1$		
$v_1 = \omega_3 r_3 - \omega_2 r_2$		
$v_3 = \omega_1 r_1 - \omega_2 r_2$		
$v_4 = v_3 + \omega_3 (r_1 + r_2)$		

Prof. D. Gross
 Prof. P. Hagedorn
 Prof. W. Hauger
 Prof. R. Markert

**Diplomvorprüfung
 Technische Mechanik III**

am 14. März 2002

(MB)

(Name)

(Vorname)

(Matr.-Nr.)

(Studiengang)

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Der Lösungsweg soll klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden.

Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang eines beidseitig beschriebenen DIN A4-Blattes zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß keinerlei elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen im Besonderen Taschenrechner, Laptops und Handys.

Viel Erfolg !

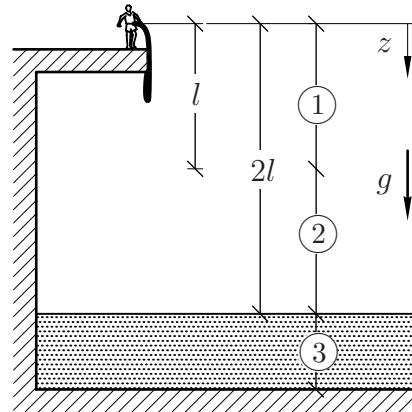
Aufgabe	1	2	3	4	K 1	K 2	K 3	K 4	Σ Klausur	Bonus- punkte	Σ gesamt	Note
Punkte												

Aufgabe 1 [20 Punkte]

Ein Bungee-Jumper an einem elastischen Seil der Länge l springt von einer Plattform, welche sich in der Höhe $2l$ über einem Wasserbehälter befindet. Genau auf der Wasserspiegelhöhe ($z=2l$) reißt das Seil.

Für die Beschleunigung des Springers gilt in den verschiedenen Bereichen:

- 1 freier Fall ($0 \leq z \leq l$) $\ddot{z} = g$,
- 2 gestrafftes Seil ($l \leq z \leq 2l$) $\ddot{z} = 3g - 2g \frac{z}{l}$,
- 3 im Wasser ($z \geq 2l$) $\ddot{z} = -k \dot{z}^2$.



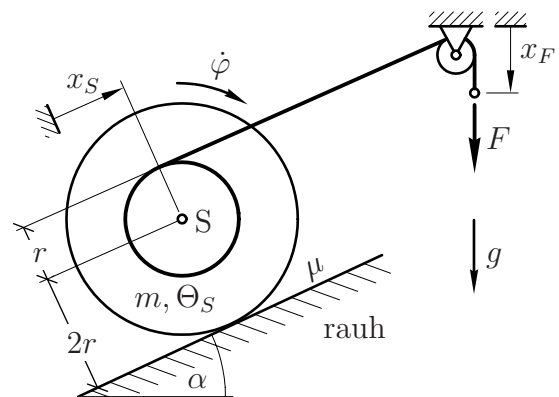
- a) Wie groß ist die Geschwindigkeit $v_1(T_1)$ des Springers am Ende des freien Falles (bei $z=l$)?
- b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $v_2(z)$ im Bereich 2 ($l \leq z \leq 2l$).
- c) Wie ist der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit $v_3(t)$ im Wasser? Beginnen Sie hierzu die Zeitzählung von neuem.

Gegeben: l, g, k

Aufgabe 2 [20 Punkte]

Eine Walze kann sich auf einer rauhen schiefen Ebene bewegen. Auf dem Kern der Walze ist ein undeformbares Seil aufgewickelt, das über eine masselose, reibungsfrei gelagerte Umlenkrolle geführt wird. Am Seilende wird mit vorgegebener Kraft F gezogen.

Berechnen Sie die Schwerpunktsbeschleunigung \ddot{x}_S und die Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}$ der Walze sowie die Beschleunigung \ddot{x}_F des Kraftangriffspunktes

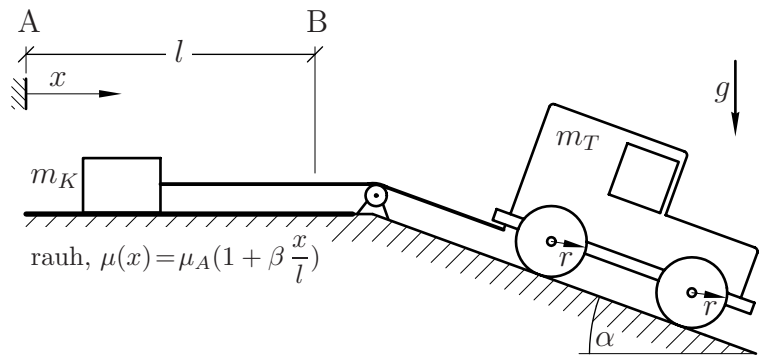


- a) unter der Annahme, daß die Walze rollt (Haften),
- b) unter der Annahme, daß die Walze in ihrem Aufstandspunkt nach unten rutscht.

Gegeben: $m, r, \Theta_S = 2mr^2, \mu, g, \alpha, F$

Aufgabe 3 [19 Punkte]

Ein Traktor (Masse m_T , Drehträgheiten der Räder vernachlässigbar) fährt eine schiefe Ebene hinab. Jedes der vier Räder (Radius r) wird mit einem konstanten Antriebsmoment M_0 angetrieben. Die Räder rutschen nicht durch. An einem masselosen Seil, das über eine masselose, reibungsfrei gelagerte Rolle umgelenkt wird, zieht der Traktor eine Kiste (Masse m_K) auf einer waagrecht



ten Ebene mit linear zunehmendem Reibungskoeffizienten $\mu(x)$ aus der Position A in die Position B. Der Bewegungsvorgang beginnt in der Position A aus der Ruhe heraus, $v_A = v(0) = 0$.

- Wie groß ist die Arbeit der Reibungskraft entlang der Strecke l von A nach B?
- Wie groß ist die Arbeit der vier Antriebsmomente entlang der Strecke l ?
- Welche Geschwindigkeit v_B erreicht die Kiste im Punkt B?

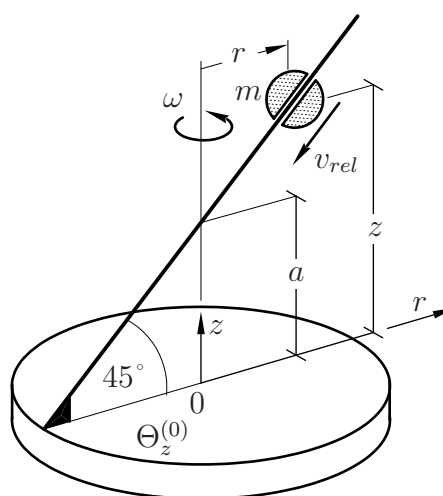
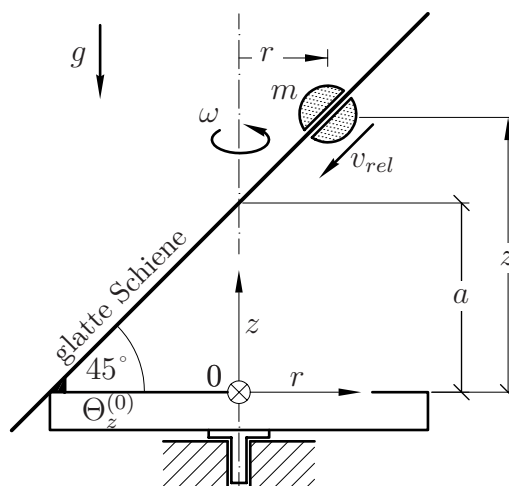
Gegeben: m_T , r , M_0 , m_K , l , α , g , $\mu(x) = \mu_A(1 + \beta \frac{x}{l})$, $\beta > 0$, μ_A

Aufgabe 4 [21 Punkte]

Auf einer reibungsfrei gelagerten, homogenen Drehscheibe ($\Theta_z^{(0)}$) ist unter 45° eine masselose Schiene befestigt, auf der die Punktmasse m reibungsfrei gleiten kann. Im Anfangszustand hat die Scheibe die Winkelgeschwindigkeit ω_0 ; die Punktmasse befindet sich in der Position z_0 und ist relativ zur Schiene in Ruhe, $v_{rel} = 0$. Das System wird nun sich selbst überlassen. Infolge des Eigengewichtes und der Rotation setzt sich die Punktmasse in Bewegung.

- Berechnen Sie für den Anfangszustand die z -Komponente $L_z^{(0)}(z_0)$ des Gesamtdralls (Drehimpuls) von Scheibe und Punktmasse bezüglich des Koordinatenursprungs 0 sowie die kinetische Energie T_0 (E_{k0}).
- Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit $\omega(z)$ der Scheibe für eine beliebige Position z der Punktmasse.
- Berechnen Sie die Relativgeschwindigkeit $v_{rel}(z)$ der Punktmasse.

Gegeben: a , $\Theta_z^{(0)}$, m , z_0 , ω_0 , g



Aufgabe K1 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

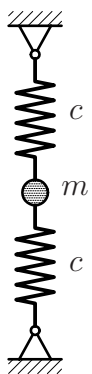
Welche Aussagen über Massenträgheitsmomente sind falsch bzw. fehlerhaft, welche richtig?

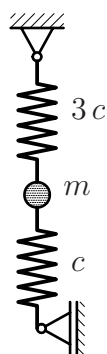
Aussage:	falsch	richtig
Eine mögliche Einheit von Massenträgheitsmomenten ist Nms^2 .		
$m = 1 \text{ kg}$, $\Theta_x^{(S)} = 1 \text{ kgm}^2$, Trägheitsradius $k_x^{(S)} = i_x^{(S)} = 0.7 \text{ m}$		
Bei Parallelverschiebung der Bezugsachsen hin zum Schwerpunkt nehmen die axialen Massenträgheitsmomente ab.		
Deviationsmomente sind stets positiv.		

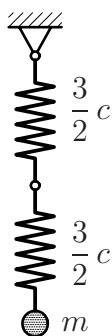
Aufgabe K2 [8 Punkte]

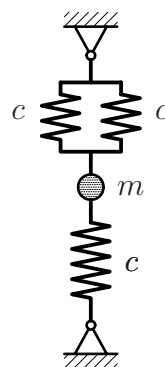
Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

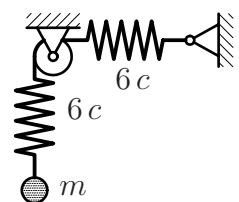
Die fünf Schwingungssysteme bestehen aus Punktmassen und masselosen linearen Schraubenfedern. Haben die folgenden Systeme die Eigenkreisfrequenz (Kennkreisfrequenz) $\omega_0 = \sqrt{3c/m}$? Tragen Sie jeweils „ja“ oder „nein“ in die Kästchen ein.









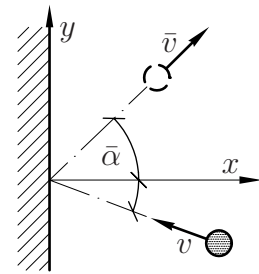


Aufgabe K3 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Ein Massenpunkt stößt gegen eine glatte Wand. Wie unterscheiden sich die Ergebnisse für den elastischen und den plastischen Stoß? Kreuzen Sie die richtigen Vergleichsbeziehungen an.

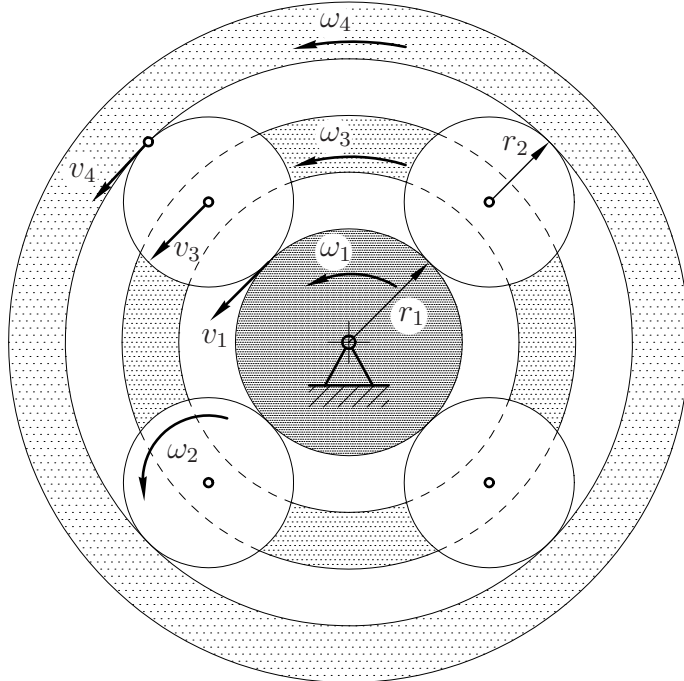
	elastisch		plastisch
Abprallwinkel $\bar{\alpha}$	$\bar{\alpha}_{elast}$	<	$\bar{\alpha}_{plast}$
		=	
		>	
Abprallgeschwindigkeit \bar{v}	\bar{v}_{elast}	<	\bar{v}_{plast}
		=	
		>	
Kinetische Energie $\bar{E}_{kin} = \bar{T}$ nach dem Stoß	$\bar{E}_{kin,elast}$	<	$\bar{E}_{kin,plast}$
		=	
		>	
Tangentialkomponente der Abprallgeschwindigkeit \bar{v}_y	$\bar{v}_{y,elast}$	<	$\bar{v}_{y,plast}$
		=	
		>	



Aufgabe K4 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie diese Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Ein Planetengetriebe wird durch die Radien r_1 , r_2 , $r_3 = r_1 + r_2$ und $r_4 = r_1 + 2r_2$ beschrieben. Die absoluten Winkelgeschwindigkeiten der Einzelteile sind mit ω_1 , ω_2 , ω_3 und ω_4 bezeichnet. Welche der kinematischen Beziehungen sind richtig und welche falsch?



	richtig	falsch
$v_1 = \omega_1 r_1$		
$v_1 = \omega_3 r_3 - \omega_2 r_2$		
$v_3 = \omega_1 r_1 - \omega_2 r_2$		
$v_4 = v_3 + \omega_3 (r_1 + r_2)$		