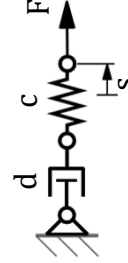
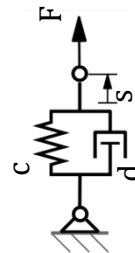
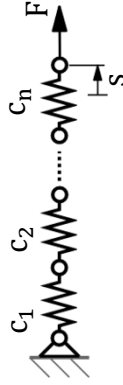
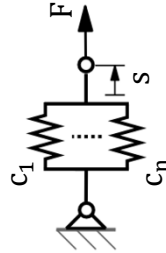
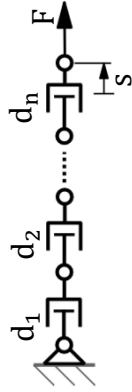
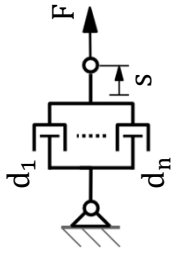


Kinetik gebundener Mehrkörpersysteme

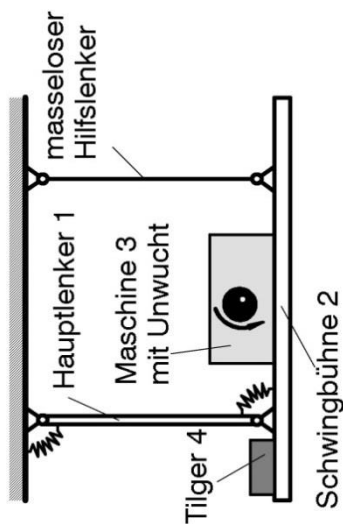
Aufgabe 1

Wie berechnet sich die Gesamtkraft F in kombinierten Feder-Dämpfer-Elementen, wenn alle Federn für $s = 0$ ungespannt sind?



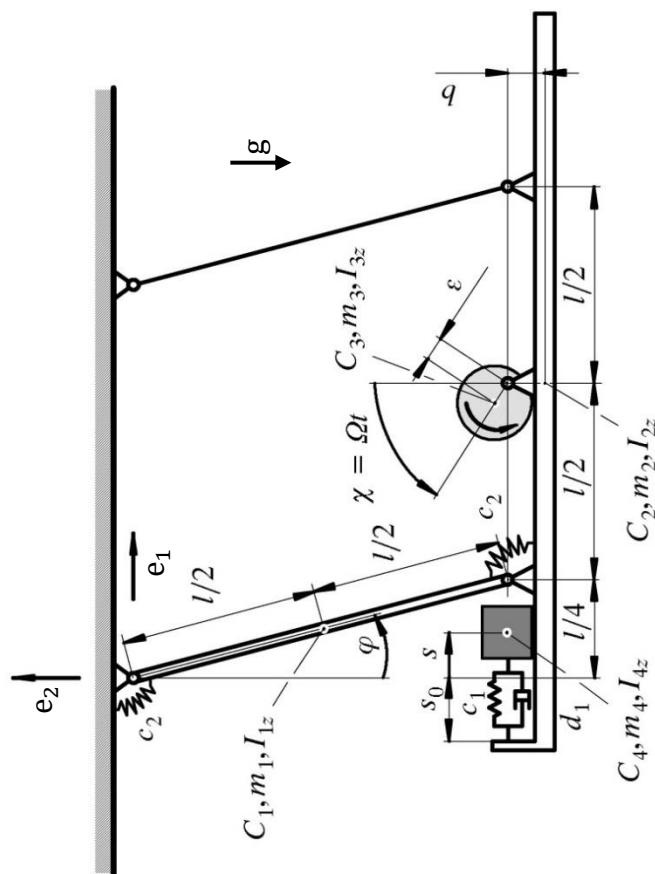
Aufgabe 2

Die Schwingbühne aus Arbeitsblatt A7, Aufgabe 3, soll hinsichtlich ihrer Kinetik untersucht werden.

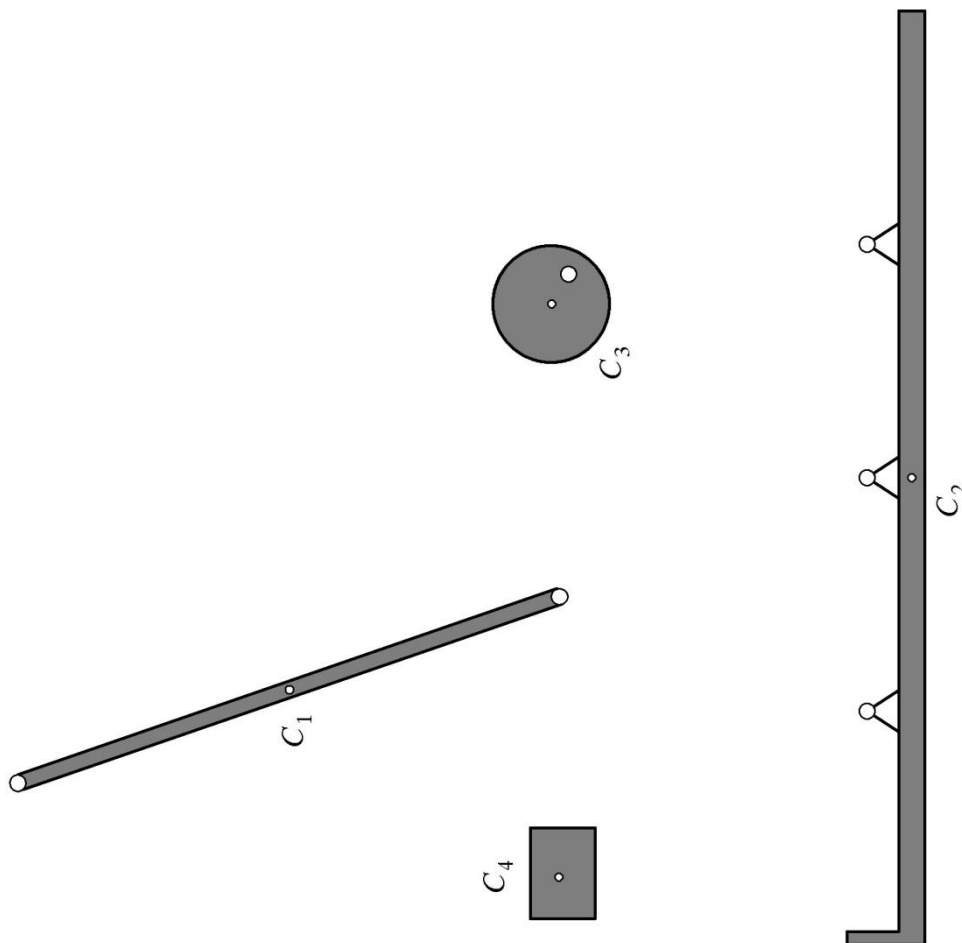


$$y = [\varphi \quad s]$$

Die Abbildung auf ein Mehrkörpersystem ist unten dargestellt (Die Federn sind für $s = 0$ und $\varphi = 0$ entspannt).



a) Tragen Sie in das freigeschnittene System alle Kräfte und Momente ein und benennen Sie diese (Führen Sie eine ebene Betrachtung durch).



b) Formulieren Sie die Gesetze für die eingepprägten Kräfte und Momente:

c) Wie lauten die Impuls- und Drallsätze für die freigeschnittenen Körper?

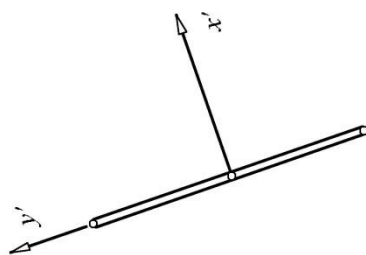
- $m_i \mathbf{J}_{Ti} \cdot \dot{\mathbf{y}} + m_i \bar{\mathbf{a}}_i = \mathbf{f}_i^e$
- $\mathbf{I}_i \cdot \mathbf{J}_{Ri} \cdot \dot{\mathbf{y}} + \mathbf{I}_i \cdot \bar{\boldsymbol{\alpha}}_i + \tilde{\boldsymbol{\omega}}_i \cdot \mathbf{I}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i = \mathbf{l}_i^e$
- $m_i \mathbf{J}_{Ti} \cdot \dot{\mathbf{y}} = \mathbf{f}_i^e + \mathbf{f}_i^r$
- $\mathbf{I}_i \cdot \mathbf{J}_{Ri} \cdot \dot{\mathbf{y}} + \tilde{\boldsymbol{\omega}}_i \cdot \mathbf{I}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i = \mathbf{l}_i^e + \mathbf{l}_i^r$
- $m_i \mathbf{J}_{Ti} \cdot \dot{\mathbf{y}} + m_i \bar{\mathbf{a}}_i = \mathbf{f}_i^e + \mathbf{f}_i^r$
- $\mathbf{I}_i \cdot \mathbf{J}_{Ri} \cdot \dot{\mathbf{y}} + \mathbf{I}_i \cdot \bar{\boldsymbol{\alpha}}_i + \tilde{\boldsymbol{\omega}}_i \cdot \mathbf{I}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i = \mathbf{l}_i^e + \mathbf{l}_i^r$

d) Geben Sie die resultierenden Kraftwinder der eingepprägten Kräfte auf die vier Körper bezüglich ihres Schwerpunkts an:

$\mathbf{f}_1^e =$	$\mathbf{l}_1^e =$
$\mathbf{f}_2^e =$	$\mathbf{l}_2^e =$

$\mathbf{f}_3^e =$	$\mathbf{l}_3^e =$
$\mathbf{f}_4^e =$	

e) Wie lautet der Trägheitstensor des Hauptlenkers im körperfesten Koordinatensystem?



- $\mathbf{I}'_1 = \begin{bmatrix} I_{1x} & 0 & 0 \\ 0 & I_{1y} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
- $\mathbf{I}'_1 = \begin{bmatrix} I_{1x} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_{1z} \end{bmatrix}$
- $\mathbf{I}'_1 = \begin{bmatrix} * & * & * \\ * & * & * \\ * & * & I_{1z} \end{bmatrix}$

im Inertialsystem?

- $\mathbf{I}_1 = \begin{bmatrix} * & * & * \\ * & * & * \\ * & * & * \end{bmatrix}$
- $\mathbf{I}_1 = \begin{bmatrix} * & * & * \\ * & * & * \\ 0 & 0 & I_{1z} \end{bmatrix}$



- f) Formulieren Sie den Impulssatz für den Hauptlenker.
Hinweis: Verwenden Sie die kinematischen Beziehungen aus Arbeitsblatt A7, Aufgabe 3.

Hauptlenker:

$$\left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \dot{\mathbf{y}} + \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] + \mathbf{f}_I^T$$

- g) Formulieren Sie den Drallsatz für den Hauptlenker.
Hinweis: Verwenden Sie die kinematischen Beziehungen aus Arbeitsblatt A7, Aufgabe 3.

Hauptlenker:

$$\left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \dot{\mathbf{y}} + \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] + \mathbf{r}_I^T$$

oder

$$\left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] \cdot \dot{\mathbf{y}} + \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right] + \mathbf{r}_I^T$$



d) Wie lauten die Reaktionskraftvektoren und die zugehörigen Verteilungsmatrizen?

Ausleger:

$$\mathbf{f}_1^r = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \stackrel{\cdot}{=} \underbrace{\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}}_{\mathbf{F}_{T1}} \cdot \mathbf{g}$$

Last:

$$\mathbf{f}_2^r = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \stackrel{\cdot}{=} \underbrace{\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}}_{\mathbf{F}_{T2}} \cdot \mathbf{g}$$

e) Bestimmen Sie den Reaktionsmomentenvektor des Auslegers zuerst aus der Anschauung (1) und anschließend formal, mittels des Kreuzproduktes (2).

(1) aus der Anschauung:

$$\mathbf{I}_1^r = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}$$

(2) formal mittels Kreuzprodukt

$$\mathbf{I}_1^r = \sum_i \mathbf{I}_{1i}^r + \sum_j \mathbf{r}_{Cj} \times \mathbf{f}_{1j}^r$$

$$\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}$$

f) Wie lautet die zugehörige Verteilungsmatrix \mathbf{F}_{R1} ?

$$\mathbf{I}_1^r = \underbrace{\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}}_{\mathbf{F}_{R1}} \cdot \mathbf{g}$$