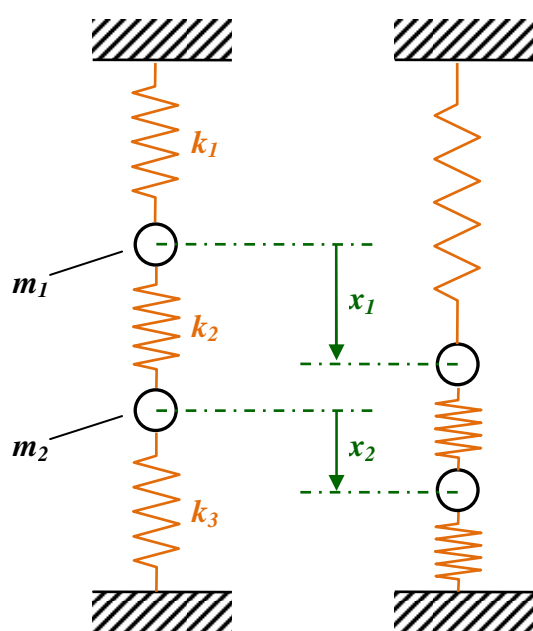


Übung 6: Doppelschwinger



Gegeben ist ein System von drei miteinander verbundenen Federn. Die Federsteifigkeiten sind gegeben durch

$$k_1 = 120 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad k_2 = 60 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \text{und} \quad k_3 = 120 \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

Zwischen den Federn k_1 und k_2 befindet sich die Masse m_1 , zwischen k_2 und k_3 die Masse m_2 . Diese sind gegeben durch

$$m_1 = m_2 = 100 \text{ kg}.$$

Aufgaben

- Berechne die potentielle Energie E_{pot} in Abhängigkeit der Variablen x_1, x_2 .
Berechne die kinetische Energie E_{kin} in Abhängigkeit der Variablen x_1, x_2 .
- Stelle die Differentialgleichung auf, die die Bewegungen des Systems beschreibt. Verwende dazu die Lagrange'schen Gleichungen 2. Art.
- Stelle die Massematrix M und die Steifigkeitsmatrix K auf und schreibe die Differentialgleichung in Matrixschreibweise.
- Zum Lösen der Differentialgleichung benutzen wir wieder Simulink. Auf der Homepage befindet sich ein Modell-Rumpf zum Download. Teste das System für die Startwerte $\begin{Bmatrix} \dot{x}_1 = 0 \\ \dot{x}_2 = 0 \end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = 4 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = -4 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = 0 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 3 \\ x_2 = 1 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 3 \\ x_2 = -1 \end{Bmatrix}$ und/oder andere nach Belieben.
- Bestimme die Analytische Lösung für die gegebenen Startwerte und vergleiche mit den numerischen Ergebnissen, gegebenenfalls durch plotten der analytischen Lösung.

Zusatzüberlegung

- Beim Aufstellen der Differentialgleichung mit Lagrange 2 wird keine Dämpfung der Federn betrachtet. Angenommen wir hätten Dämpfungsparameter b_1, b_2 und b_3 gegeben, wie würde man diese wohl nachträglich in die DGL einbauen?

Falls Zeit und Lust

- Simuliere den Doppelschwinger mit Adams.

Zu Aufgabenteil g.

- i. **Working Grid anpassen**
Settings → *Working Grid*: *Size*: $75\text{m} \times 50\text{m}$, *Spacing*: $5\text{m} \times 5\text{m}$
- ii. **Schwerkraft entfernen**
Settings → *Gravity*: ausschalten
- iii. **Aufhängepunkte erzeugen**
Point bei $(0, 50\text{m})$ und $(0, -50\text{m})$
- iv. **Massen erzeugen**
Sphere: bei $(0, 15\text{m})$ und $(0, -15\text{m})$
über *Modify* Massen festlegen
- v. **Federn erzeugen**
 k_1 : von Punkt1 zu Masse1
 k_2 : von Masse1 zu Masse2
 k_3 : von Masse2 zu Punkt2
über *Modify* Steifigkeiten festlegen und Dämpfung ausschalten
- vi. **Anfangsbedingungen festlegen**
bei k_1 und k_3 über *Modify*:
 k_1 : *Preload* 0.0
Length at Preload: $35 + x_1^{(0)}$
 k_3 : *Preload* 0.0
Length at Preload: $35 - x_2^{(0)}$
- vii. **Simulation und Postprocessing**
...

