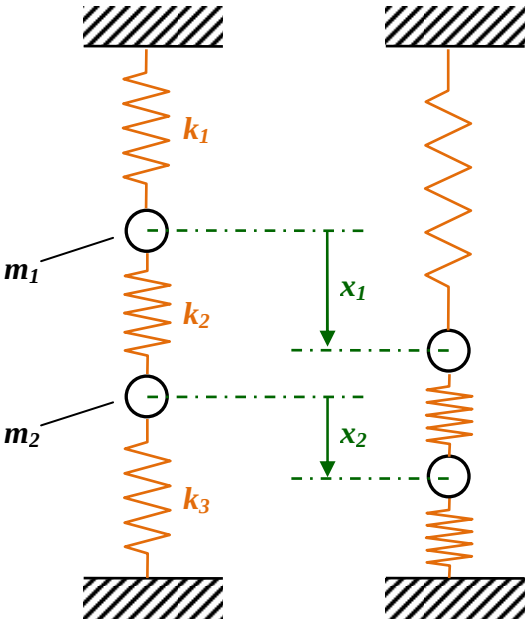
Übung 6: Doppelschwinger (Simulink, Adams)



Wir betrachten nun Schwingungen mehrerer Freiheitsgrade:

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

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

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 seien gegeben durch

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

Aufgaben

a. 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.

b. Stelle die Differentialgleichung auf, die die Bewegungen des Systems beschreibt. Verwende dazu die Lagrange'schen Gleichungen 2. Art.

c. Stelle die Massematrix M und die Steifigkeitsmatrix K auf und schreibe die Differentialgleichung in Matrixschreibweise.

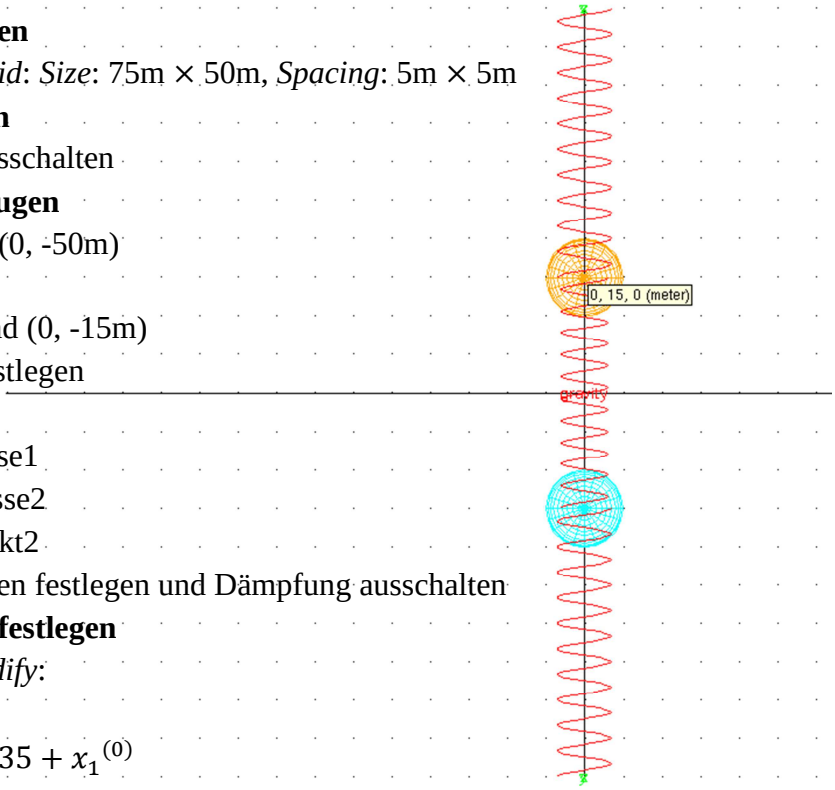
d. Zum Lösen der Differentialgleichung benutzen wir wieder Simulink. Auf der Homepage befindet sich ein Modell-Rumpf zum Download. Teste das System für die Startwerte $\begin{Bmatrix}\dot{x}_1 = 0\\ \dot{x}_2 = 0\end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix}x_1 = 4\\ x_2 = 4\end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix}x_1 = 4\\ x_2 = -4\end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix}x_1 = 4\\ x_2 = 0\end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix}x_1 = 3\\ x_2 = 1\end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix}x_1 = 3\\ x_2 = -1\end{Bmatrix}$ und/oder andere nach Belieben.

e. Bestimme die Analytische Lösung für die gegebenen Startwerte und vergleiche mit den numerischen Ergebnissen, gegebenenfalls durch plotten der analytischen Lösung.

f. Simuliere den Doppelschwinger mit Adams. Benutze dazu die Anleitung unten.

g. Beim Aufstellen der Differentialgleichung mit Lagrange 2 wird keine Dämpfung der Federn betrachtet. Angenommen wir hätten jedoch Dämpfungsparameter b_1, b_2 und b_3 gegeben. Wie denkst du würden diese am Ende in die DGL, die du oben aufgestellt hast, einfließen? Formuliere deine Vermutung (und frage deinen Übungsleiter, ob dies richtig ist).

Zu Aufgabenteil f.



i. **Working Grid anpassen**
Settings → *Working Grid*: *Size*: 75m × 50m, *Spacing*: 5m × 5m

ii. **Schwerkraft entfernen**
Settings → *Gravity*: ausschalten

iii. **Aufhängepunkte erzeugen**
Point bei (0, 50m) und (0, -50m)

iv. **Massen erzeugen**
Sphere: bei (0, 15m) und (0, -15m)
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**
…