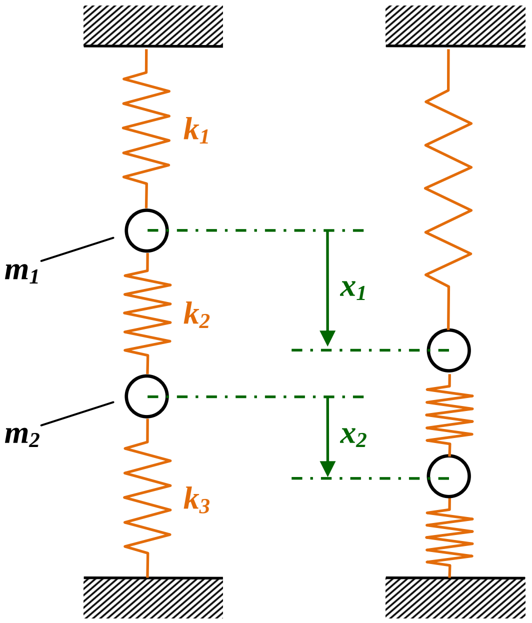
Aufgabe 12: „Zwei-Massen-Schwinger“ mit Simulink und ADAMS

Gegeben:



Wir betrachten Systeme mit mehrerer Freiheitsgraden und in diesem Fall deren freie Schwingungen:

Gegeben ist ein System von zwei Massepunkten (m_1 und m_2)

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

die mit drei linearen Federn (k_1, k_2, k_3) an die Umgebung bzw. aneinander gekoppelt sind. Die Federsteifigkeiten seien gegeben durch

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

Wir interessieren uns ausschließlich für vertikale Auslenkungen und Bewegungen der Massen.

Analytische Lösung:

1) Stelle das Differentialgleichungssystem auf, das die Bewegung des Systems beschreibt. Verwende dazu das Schnittprinzip und die dynamischen Gleichgewichtsbedingungen.
2) Stelle die DGLn nach der höchsten Zeitableitung um.
3) Schreibe die Differentialgleichung in Matrizenform mit Massematrix $\underline{\underline{M}}$ und Steifigkeitsmatrix $\underline{\underline{K}}$ auf. Woran erkennt man, dass man die DGLn gemeinsam, also als System, lösen muss?
4) Hausaufgabe (!): Löse das DGL-System analytisch, setzte erst jeweils ganz zum Schluss die Zahlenwerte ein. Wie lauten Eigenfrequenzen und Eigenvektoren? Wie lautet die allgemeine (nicht an Anfangsbedg. angepasste) Lösung? Wie lauten die angepassten Lösungen mit den Anfangsbedg. von unten (evtl. mit Matlab plotten)?

Numerische Lösung mit Simulink:

5) Zum numerischen Lösen der Differentialgleichung benutzen wir zunächst Simulink. Auf der Homepage befindet sich ein Modell-Rumpf zum Download. Vollende das Modell. Orientiere Dich dabei an den Gleichungen, die Du unter Pkt. 2 aufgestellt hast. Jeder Systemparameter sollte nach Möglichkeit nur einmal im Modell eingegeben werden müssen (Redundanzfreiheit).

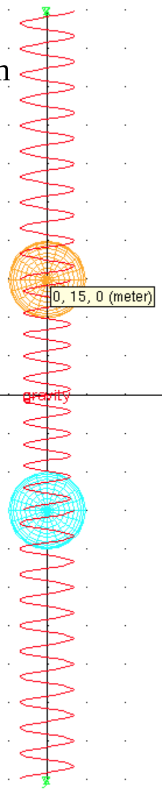
6) Teste das System für die Startwerte $\begin{Bmatrix} \dot{x}_1 = 0 \\ \dot{x}_2 = 0 \end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = 4 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = -4 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 4 \\ x_2 = 0 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 3 \\ x_2 = 1 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} x_1 = 3 \\ x_2 = -1 \end{Bmatrix}$ und/oder andere nach Belieben.

7) Beim Aufstellen der Differentialgleichung wurde keine Dämpfung betrachtet. Welche verschiedenen Dämpfungseffekte wären denkbar. Wie und wo, denkst Du, würden die verschiedenen Dämpfungsarten sowohl im Differentialgleichungssystem (Pkt. 3), aber auch im Simulink-Modell auftauchen? Formuliere und teste Deine Vermutungen und frage ggf. Deinen Übungsleiter.

Numerische Lösung mit ADAMS:

8) Simuliere den Doppelschwinger nun auch mit dem MKS-Programm ADAMS. Benutze dazu die Anleitung unten.

Doppelschwinger mit ADAMS



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

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

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

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