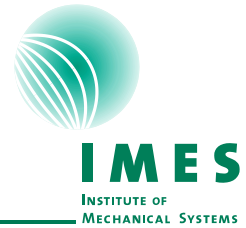




Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Center of Mechanics

Prof. Dr. Ch. Glocker
ETH Zentrum
CH- 8092 Zürich



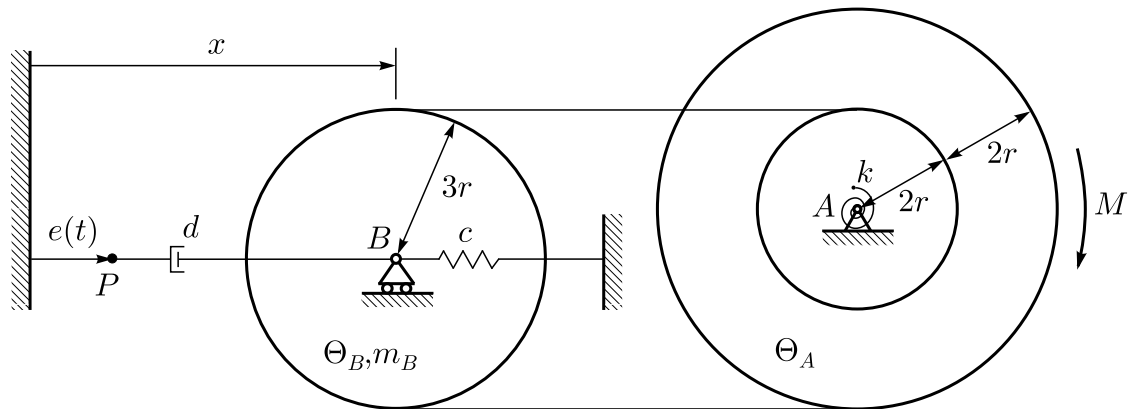
Klausur I

30. November 2006, 8:30-10:00

Name	Vorname	ETH-Nummer	Studiengang
------	---------	------------	-------------

	Assistent	Aufg.1	Aufg.2				Punkte	Punkte	Note
1. Korrektur									
2. Korrektur									

Aufgabe 1 (14 Punkte)



Eine Stufenrolle ist frei drehbar im Punkt A gelagert (Bemerkung: Eine Stufenrolle besteht aus zwei fest miteinander verbundenen Rollen unterschiedlichen Durchmessers). Zwischen der Stufenrolle und der Umgebung wirkt eine Drehfeder k . Die innere Rolle hat den Radius $2r$, die äussere Rolle den Radius $4r$. Das Trägheitsmoment der Stufenrolle bezüglich Punkt A ist Θ_A . An der Stufenrolle greift ein äusseres Moment M an. Im Punkt B ist eine einfache Rolle mit Trägheitsmoment Θ_B bezüglich Punkt B, Masse m_B und Radius $3r$ frei horizontal verschiebbar gelagert. Zwischen der Rolle und einer rechten Wand ist eine Feder c befestigt. Zwischen der Rolle und einer linken Wand wirkt ein Dämpfer d , dessen Fusspunkt P eine Wegerregung $e(t)$ gegenüber der Wand erhält. Die horizontale Auslenkung der Rolle wird durch die Koordinate x beschrieben. Ein Ende eines masselosen undehnbaren Seiles ist auf der inneren Rolle der Stufenrolle aufgewickelt. Das Seil führt einmal um die einfache Rolle herum. Das andere Ende des Seiles ist auf der äusseren Rolle der Stufenrolle aufgewickelt. Zwischen dem Seil und allen Rollen tritt kein Gleiten auf. Das Seil kann stets als gespannt betrachtet werden. Für $x = 0$ sind sämtliche Federn entspannt.

Hinweis: Diese Aufgabe gliedert sich in 2 Teile, die eigenständig behandelt werden können.

Teil 1 (10 Punkte)

- Schneiden Sie das System sinnvoll frei.
- Formulieren Sie die nötigen Impuls- und/oder Drallsätze.
- Formulieren Sie die nötigen Kraftgesetze und Bindungsgleichungen.
- Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems in der Koordinate x auf.

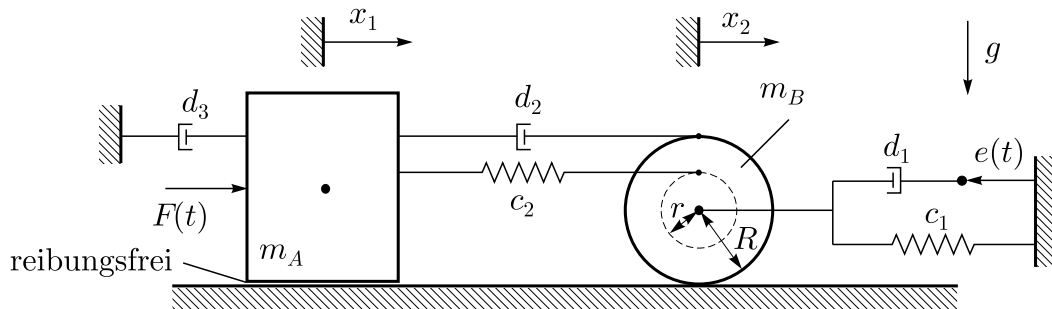
Teil 2 (4 Punkte)

- Für eine bestimmte Parameterwahl sei die Bewegungsgleichung des Systems

$$m^* \ddot{x} + 3\sqrt{m^* c^*} \dot{x} + 4c^* x = A \cos\left(2\sqrt{\frac{c^*}{m^*}} t\right)$$

Bestimmen Sie die Lösung $x(t)$ des eingeschwungenen Systemes ($t \rightarrow \infty$).

Aufgabe 2 (20 Punkte)



Der abgebildete Zweimassenschwinger besteht aus einem Klotz (Masse m_A) der auf einer horizontalen Ebene reibungsfrei gleiten kann, und einer Scheibe (Masse m_B , Radius R) die auf der Ebene schlupffrei abrollt. Zwischen dem Mittelpunkt der Scheibe und der Umgebung wirkt eine Feder c_1 und ein Dämpfer d_1 , dessen rechtes Ende eine Wegerregung $e(t)$ erfährt. Klotz und Scheibe sind durch eine Feder c_2 und einen Dämpfer d_2 miteinander verbunden. Der Angriffspunkt der Feder c_2 liegt am Teilkreis mit dem Radius r , der Angriffspunkt des Dämpfers d_2 am Umfang der Scheibe. Auf den Klotz wirkt eine Kraft $F(t)$. Zwischen Klotz und der Umgebung wirkt ein Dämpfer mit der Dämpferkonstante d_3 . Das System wird über die Schwerpunktskoordinaten x_1 und x_2 beschrieben. Es werden nur kleine Auslenkungen aus der gezeichneten Lage ($x_1 = x_2 = 0$) betrachtet, in der die Federn entspannt sind. Der Klotz kann nicht kippen.

Hinweis: Diese Aufgabe gliedert sich in 2 Teile, die eigenständig behandelt werden können.

Teil 1 (11 Punkte)

- Schneiden Sie das System sinnvoll frei.
- Formulieren Sie die nötigen Impuls- und/oder Drallsätze.
- Formulieren Sie die nötigen Kraftgesetze und Bindungsgleichungen.
- Stellen Sie die Bewegungsgleichungen in Matrixform auf. Bringen Sie sie, falls noch nicht geschehen, in eine symmetrische Form.

Teil 2 (9 Punkte)

Für eine bestimmte Parameterwahl ergeben sich die Bewegungsgleichungen zu

$$m \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{pmatrix} + d \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ -2 & 13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} + c \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -2 & 9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F^*(t) \\ -e^*(t) \end{pmatrix}.$$

- Zeigen Sie, dass Bequemlichkeit gilt.
- Bestimmen Sie die Eigenformen (Moden) des Systemes. Bei welcher Eigenform schwingen die Massen gegeneinander? Im folgenden soll diesem Mode die zweite Modalkoordinate ξ_2 zugeordnet werden.
- Normieren Sie die "Eigenvektoren" so, dass die erste Komponente gleich Eins ist. Bestimmen Sie die Differentialgleichungen für die modalen Koordinaten ξ_1 und ξ_2 .