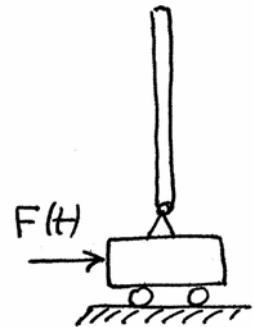


**Aufgabe 1.** Auf einem Wagen, der sich in horizontaler Richtung bewegen kann, ist gelenkig ein dünner Stab befestigt. Bestimmen Sie Bewegungsgleichungen für dieses System, wenn auf den Wagen eine vorgegebene Kraft  $F(t)$  wirkt.

Linearisieren Sie die Bewegungsgleichungen!

- Nach welchem Gesetz (in Abhängigkeit vom Winkel  $\varphi$ ) muß die Kraft geregelt werden, damit die vertikale Lage des Stabes stabil ist?
- Mit welcher Frequenz schwingt der Stab um diese Lage?
- Reicht eine Regelung nur aufgrund des gemessenen Winkels  $\varphi$  zur Stabilisierung auch der Lage des Wagens (x-Koordinate)?
- Wie muß man die Regelung wählen, damit die Lage  $x = 0$ ,  $\varphi = 0$  stabil ist?

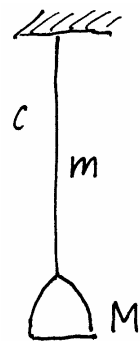


Gegeben: Alles, was nötig ist.

Hinweis: 
$$x(t)F + \phi \cos \frac{\tau}{l} g \sin \phi - \phi \cos \phi x \frac{\tau}{ml} \dot{\phi}^2 + \frac{9}{ml^2} \phi^2 + \frac{\tau}{x(M+m)} = T$$

**Aufgabe 2.** Ein Tauchroboter (Masse  $M$ ) hängt auf einem Seil mit der Masse  $m$  und Steifigkeit  $c$ . Welchen Einfluß hat die Masse des Seils auf die Eigenfrequenz der Schwingungen des Moduls?

(Nehmen Sie folgende Daten: Masse des Moduls 5000 kg, stählernes Seil mit dem Querschnitt  $2 \text{ cm}^2$  und Gewicht  $2,5 \text{ kg/m}$ ).



**Aufgabe 3.** Lösen Sie die Wellengleichung  $\ddot{u}(x,t) = c^2 u''(x,t)$  mit einem komplexen Ansatz  $u(x,t) = e^{-i\omega t + ikx}$ !

**Aufgabe 4.** Leiten Sie die Bewegungsgleichung für einen Stab mit innerer Dissipation (Viskosität) her! Lösen Sie diese Gleichung mit einem komplexen Ansatz  $u(x,t) = e^{-i\omega t + ikx}$  für eine Welle, die am linken Rand eines Stabes angeregt wird und sich in die positive Richtung ausbreitet. Wie groß ist die "Eindringtiefe" (oder "Abklingtiefe" der Welle)?

**Aufgabe 5.** In einem beidseitig fest gelagerten Stab mit innerer Dissipation (s. Aufgabe 3) wurde die erste Eigenschwingungsform angeregt. D.h. zum Zeitpunkt  $t = 0$  die Verschiebung  $u(x,0) = a \sin \frac{\pi x}{l}$  ist. Zu bestimmen ist das Abklingverhalten des Stabes. Wie groß ist die Abklingzeit?