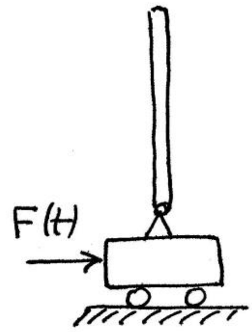
Aufgabe 1. Auf einem Wagen, der sich in horizontaler Richtung bewegen kann, ist gelenkig ein dünner Stab befestigt. Bestimmen Sie Bewegungsgleichungen für dieses System, wenn auf den Wagen eine vorgegebene Kraft $F(t)$ wirkt.



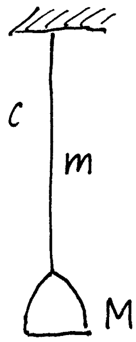
Linearisieren Sie die Bewegungsgleichungen!
- Nach welchem Gesetz (in Abhängigkeit vom Winkel φ) muß die Kraft geregelt werden, damit die vertikale Lage des Stabes stabil ist?
- Mit welcher Frequenz schwingt der Stab um diese Lage?
- Reicht eine Regelung nur aufgrund des gemessenen Winkels φ zur Stabilisierung 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: $$L=\frac{(m+M)\dot{x}^2}{2}+\frac{ml^2}{6}\dot{\varphi}^2+\frac{ml}{2}\dot{x}\dot{\varphi}\cos\varphi-\frac{mgl}{2}\cos\varphi+F(t)x$$

Aufgabe 2. Ein Tieftauchroboter (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 $2\,cm^2$ und Gewicht 2,5 kg/m).



Aufgabe 3. Lösen Sie die Wellengleichung $\ddot{u}(x,t)=c^2u''(x,t)$ 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 4) wurde die erste Eigenschwingungsform angeregt. D.h. zum Beispiel, dass 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?