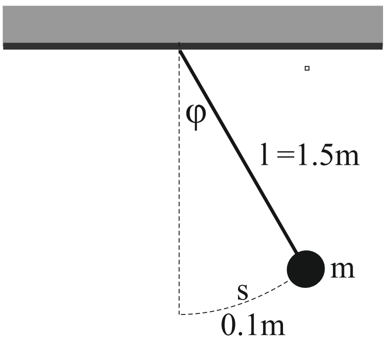
**Übung zu Physik II für Geodäsie und Geoinformation**
**Prof. Dr. L. Oberauer**
**Sommersemester 2013**

**Blatt Nr. 1** 17.04.2013

## Aufgabe 1 Mathematisches Pendel

Ein Massepunkt $m$ sei an einer starren masselosen Stange aufgehängt. Das Pendel wird horizontal aus der Ruheposition $s = 0$ um die Bogenlänge $s$ ausgelenkt und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen, sodass das System zu schwingen beginnt.




a. Stellen Sie mit Hilfe der Kleinwinkelnäherung ($\varphi \approx \sin(\varphi)$) die Differentialgleichung für das gegebene Problem auf.

b. Lösen Sie die Differentialgleichung mit dem Ansatz $s(t) = A \cdot e^{\lambda \cdot t}$.

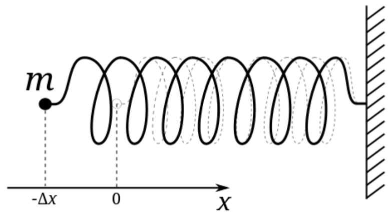
c. Bestimmen Sie die spezielle Lösung der DGL für die Anfangswerte $s(0) = 0.1\,\mathrm{m}$ und $\dot{s}(0) = 0\,\mathrm{m/s}$

d. Bestimmen Sie den funktionalen Zusammenhang zwischen Pendellänge $l$ und Schwingungsdauer $T$ und bestimmen Sie $T$ für den gegebenen Fall.

e. Berechnen Sie, wie genau man die Länge l eines entsprechenden Uhrenpendels einstellen muss, damit die Uhr nach einem Tag (24 h) maximal um $\Delta t = \pm 5\, s$ abweicht. Verwenden Sie die Gauß'sche Fehlerfortpflanzung ($\Delta l = \sqrt{\left|\frac{\delta l}{\delta t}\Delta t\right|^2}$) um die maximal erlaubte Toleranz $\Delta l$ zu berechnen.

## Aufgabe 2 Federpendel

Ein Massepunkt $m$ sei mit einer masselosen Feder mit Federkonstante $D$ verbunden. Der Massepunkt werde horizontal aus der Ruheposition $x = 0$ um $\Delta x$ ausgelenkt und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen, sodass das System zu schwingen beginnt.

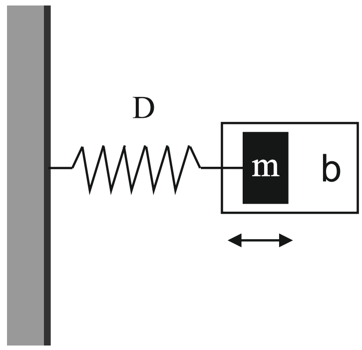



a. Stellen Sie die Differentialgleichung für das gegebene Problem auf und lösen Sie sie mit dem Ansatz $x(t) = A \cdot e^{\lambda \cdot t}$.

b. Zeigen Sie, dass die Gesamtenergie $E(t)$ proportional zu $A^2$ (A=Amplitude) ist.

## Aufgabe 3 Federpendel mit Dämpfung

Eine Masse $m$, verbunden über eine Feder mit der Federkonstante $D$ schwinge horizontal in einem Ölbad (siehe Abbildung). Die Stoke'sche Reibung im Ölbad erzeugt eine von der Geschwindigkeit abhängige Bremskraft $F(v) = -b \cdot v$.




a. Der Massepunkt werde horizontal aus der Ruheposition $x = 0$ um $\Delta x$ ausgelenkt und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen, sodass das System zu schwingen beginnt. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für das gegebene Problem auf.

b. Verwenden Sie den Ansatz $s(t) = A \cdot e^{\omega \cdot t}$ um das charakterischen Polynoms der homogenen linearen Differentialgleichung 2. Ordnung zu bestimmen. Bestimmen Sie die Nullstellen des Polynoms und geben Sie für die drei Fälle die allgemeine Lösung an:

   - schwache Dämpfung ($\frac{b}{4m^2} < \frac{D}{m}$)
   - aperiodischer Grenzfall ($\frac{b}{4m^2} = \frac{D}{m}$)
   - starke Dämpfung ($\frac{b}{4m^2} > \frac{D}{m}$)

c. Skizzieren Sie das erwartetet Swingungsverhalten für die obigen Möglichkeiten in Abhängigkeit von der Zeit