

Aufgaben zur Vorlesung Modellbildung und Simulation (Klassische Mechanik 1)

Lösen Sie die Aufgaben, indem Sie in eigenen Worten das Problem, das Modell, die gelösten Gleichungen und den verwendeten Algorithmus beschreiben. Visualisieren und diskutieren Sie die Ergebnisse und führen Sie eine kritische Analyse durch. Geben Sie den verwendeten Code zusammen mit der Lösung ab und führen Sie diesen in den Übungen vor. Sie können in Gruppen von bis zu drei Studierenden zusammenarbeiten. **(Abgabe: 20.04.18)**

1. Experimentelle Daten

- Führen Sie das Phyphox-Fahrstuhl-Experiment durch und stellen Sie die Daten für Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung als Funktion der Zeit mit matplotlib graphisch dar. Mit welchen Funktionen können die Daten beschrieben werden? Simulieren Sie die Bewegung mit vpython oder pyplay.
- Welches Polynom beschreibt am besten die Daten Unbekannt.txt. Verwenden Sie pylab.polyfit.
- Es werden verschiedene Massen an eine vertikale Feder gehängt und die Federlängen bestimmt. Die Daten befinden sich im File DatenFeder.txt. Führen Sie eine lineare Regression mit pylab.polyfit durch und bestimmen Sie die Federkonstanten für eine lineare ($F = Dx$) und eine kubische Funktion ($F = D_1x + D_2x^2 + D_3x^3$).
- Ein kleiner Ball wird mit einer bestimmten Anfangsgeschwindigkeit unter einem bestimmten Abwurfwinkel geworfen und die x - und y -Position zu verschiedenen Zeitpunkten mit einer Videoanalyse gemessen (DatenSchWurf.txt). Führen Sie eine lineare Regression mit pylab.polyfit durch. Schätzen Sie die Flugzeit und Geschwindigkeit des Balles ab.

2. Wurfbewegungen

- Ein Objekt wird von $x = x_0$ mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 und einem Anfangswinkel θ_0 abgeworfen. Die Reibung kann vernachlässigt werden. Die einzige Kraft ist die Gravitationskraft in y -Richtung.
 - Lösen Sie die Differentialgleichungen: $\ddot{x} = 0, \ddot{y} = -g$ numerisch und vergleichen Sie das Ergebnis mit der analytischen Lösung. Berechnen Sie die Wurfweite als Funktion des Abwurfwinkels.
 - Formulieren Sie die Aufgabe als Randwertproblem für einen senkrechten Wurf ($\theta_0 = \pi$). Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit bei vorgegebener Wurfhöhe mit Hilfe einer binären Suche.
- Ein kugelförmiges Objekt wird von einem Punkt x_0 unter einem Winkel θ_0 abgeworfen. Es wirkt eine Reibungskraft entgegen der Bewegungsrichtung mit dem Betrag:

$$F = 0.5\pi R^2 \rho C v^2 \quad (1)$$

(R : Radius der Kugel, ρ : Dichte der Luft, v : Geschwindigkeit der Kugel, $C = 0.5$).

- Zeigen Sie, dass das Problem mit den folgenden Bewegungsgleichungen beschrieben werden kann.

$$\ddot{x} = -\frac{0.5 \cdot \pi R^2 C \rho}{m} \dot{x} \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (2)$$

$$\ddot{y} = -g - \frac{0.5 \cdot \pi R^2 C \rho}{m} \dot{y} \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad (3)$$

- Führen Sie die beiden Differentialgleichungen 2. Ordnung in ein System von 4 Differentialgleichungen 1. Ordnung über und visualisieren Sie die Wurftrajektorie.
- Untersuchen Sie die Wurfweite als Funktion der Masse und des Abwurfwinkels.