UNIVERSITÄT KONSTANZ
Fachbereich Physik (Theoretische Physik)
Dr. Stefan Gerlach
Raum P 817, Tel. (07531)88-3825
E-mail: stefan.gerlach@uni-konstanz.de

Universität Konstanz

Übungen zu Scientific Computing mit Python
Sommersemester 2026

Übungsblatt 4
Ausgabe 22.5., Übungen KW 22,24,25, Abgabe bis 21.6.

Datenkodierung und Lösen von Bewegungsgleichungen

1. **Aufgabe: Zahlendarstellung und -kodierung**

   (a) Rechne um ins Binärsystem bzw. Dezimalsystem:
   10, 42, 123, 11_2, 1010_2, 11101100_2

   (b) Rechne um ins Hexadezimalsystem:
   11, 16, 256, 1024, 1010_2, 110011_2, 10101011_2
   Überprüfe die Ergebnisse mit der `hex()`-Funktion von Python.

   (c) Rechne um ins Binärsystem:
   $1F_{16}$,AF_{16}, $1AF_{16}$

   (d) Schreibe ein Python-Programm, dass eine Dezimalzahl ins Binärsystem umrechnet. Füge Tests (mit `pytest`) für die Zahlen 10, 42, -42 hinzu.

   (e) Rechne um in IEEE-754 Fliesskommazahl (binary32): 2, 20, 2.5, -12.5

   (f) Rechne binary32 um in Dezimalzahl:
   $0100001010..0_2$, $11000001110010..0_2$, $01000010001010010..0_2$

   (g) Berechne 0.1+0.2 in Python. Erkläre das überraschende Ergebnis.

   (h) Wie lautet die Hexadezimaldarstellung der folgenden Texte in ASCII?
   „Hi“, „Hallo, Welt!“, „R2D2+C3PO“
   Überprüfe die Ergebnisse mit einem Pythonprogramm.

   (i) Welchen UTF-8 Code haben die folgenden Zeichen?
   A, α , ∇, ∞, $\int$

2. **Aufgabe: Schwingungsgleichung**
   Wir wollen die allgemeine Schwingungsgleichung

$$m\ddot{x}(t) + \gamma\dot{x}(t) + kx(t) = F(t)$$

   numerisch lösen (siehe Vorlesung) und damit das typische Verhalten von Oszillatoren für verschiedene Parameter untersuchen.

   Bitte alle Antworten/Rechnungen/Plots in ein Protokoll zusammenfassen, um die Ergebnisse zu dokumentieren.

(a) Schreibe ein Python-Programm zur Lösung der Schwingungsgleichung für $\gamma = F(t) = 0$ mit Hilfe des expliziten Euler-Verfahrens. Verwende sinnvolle Einheiten, Startbedingungen und Schrittweite. Plotte ein typisches Ergebnis für $x(t)$.

(b) Berechne zusätzlich die Gesamtenergie bei jedem Schritt und gebe diese aus.

(c) Plotte die Abweichungen von $x(t)$ und der Gesamtenergie zur analytischen Lösung für drei verschiedene Schrittweiten.

(d) Implementiere zusätzlich das Runge-Kutta-Verfahrens 2. Ordnung und das Verlet-Verfahrens und Plotte jeweils $x(t)$ für die gleichen Parameter wie in (a).

(e) Bestimme auch für das Runge-Kutta-Verfahren 2. Ordnung und das Verlet-Verfahren die Abweichungen von $x(t)$ und der Gesamtenergie zur analytischen Lösung für verschiedene Schrittweiten.

(f) Benutze das Verlet-Verfahren um die Schwingungsgleichung jetzt mit $\gamma > 0$ numerisch zu lösen (s. Vorlesung). Versuche den Schwingfall, den Kriechfall und den aperiodischen Grenzfall analytisch und numerisch zu finden und plotte typische Kurven für $x(t)$ und $v(x)$ (Phasendiagramm).

    Hinweis: Siehe `http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingung`

(g) Für eine periodische treibende Kraft $F(t) = \sin(\omega_t t)$ soll die sogenannte Resonanzkurve des Systems bestimmt werden, indem man für eine feste Dämpfung γ die Amplitude x_{max} nach dem Einschwingvorgang in Abhängigkeit der Frequenz ω_t berechnet und darstellt.

    Hinweis: Vergleiche dein Ergebnis mit `http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Resonanzueberhoehung.png`

(h) (Optional) Mit Hilfe eines 3-D Plots lässt sich die Resonanzkurve in Abhängigkeit der Dämpfungskonstanten γ darstellen. Schreibe ein Programm um solch einen 3-D Plot zu erzeugen.