

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Computerphysik SS 2012	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	---------------------------	---

Aufgabenblatt 13

13.1 Fourier-Transformation

Für Freunde der Experimentalphysik: Ein Experimentalphysiker hat in seinem Experiment die in der Datei `experiment.dat` gespeicherten experimentellen Messdaten $b(t)$ experimentell bestimmt. Sein experimenteller Messapparat hat dabei das experimentelle Ergebnis etwas verrauscht. Der auch theoretisch nicht ganz unversierte Experimentator weiß aber, dass sein wahres experimentelles Messergebnis $f(t)$ aus einer Überlagerung dreier harmonischer Schwingungen besteht, d.h.

$$f(t) = \sum_{i=1}^3 \sin(2\pi f_i t) . \quad (1)$$

f_1 , f_2 und f_3 sind die unbekanntenen Frequenzen.

Rekonstruieren Sie die wahren experimentellen Werte $a(t)$, indem Sie die experimentellen Messdaten $b(t)$ fouriertransformieren und die vorkommenden Frequenzen filtern (Mathematica oder C-/F-Programm). Erläutern Sie Ihr Vorgehen und stellen Sie die experimentellen Messdaten $b(t)$ sowie die rekonstruierten wahren experimentellen Werte $a(t)$ graphisch dar. Diskutieren Sie insbesondere die Filterprozedur und vergleichen Sie auch mit dem Ausgangssignal $f(t)$.

In dieser Teilaufgabe kam der Term „Experiment“ 14-mal vor. Das gleicht das sonstige Übergewicht der theoretischen Physik in dieser Veranstaltung mehr als aus!

13.2 Runge-Kutta-Integration

In dieser Aufgabe sollen die Bewegungsgleichungen zweier harmonisch gekoppelter harmonischer Oszillatoren numerisch aufintegriert werden.

- a. **Vorüberlegungen: Wie lautet die Hamilton-Funktion zweier harmonisch gekoppelter harmonischer Oszillatoren? Stellen Sie die Hamiltonschen Bewegungsgleichungen auf und schreiben Sie diese als eine Vektorgleichung.**
- b. Die Parameter dieser Aufgabe entnehmen Sie bitte dem Mathematica-Notebook `Vorlesung-21-DGL-H0.nb`.
- c. Schreiben Sie ein Programm in einer Programmiersprache Ihrer Wahl, das eine Runge-Kutta-Integration vierter Ordnung durchführt. Dazu können Sie von dem in der Vorlesung behandelten Programm `RKInt.f` ausgehen.

Im Vergleich zu `RKInt.f` haben wir das Problem für Sie noch einmal vereinfacht. Für Ihr Programm benötigen Sie nur noch die Unterroutinen `rk4.h` und `derivs.h`. `rk4.h` liegt vor und braucht nicht verändert zu werden. Informieren Sie sich über die Syntax. In der Routine `derivs` spezifizieren Sie Ihre Bewegungsgleichungen.

- d. Berechnen Sie die Zeitentwicklung für den gleichen Zeitraum wie im Mathematica-Notebook. Probieren Sie verschiedene Schrittweiten aus. Stellen Sie die Zeitentwicklung graphisch dar und vergleichen Sie Ihre Lösungen für verschiedene Schrittweiten mit der des Mathematica-Notebooks.
- e. Es gibt unterschiedliche Methoden der Qualitätskontrolle. Eine besteht darin, eine Erhaltungsgröße zu protokollieren. In diesem Beispiel bietet sich dafür die Gesamtenergie an. Berechnen Sie nach jedem Zeitschritt die Gesamtenergie und untersuchen Sie deren Erhaltung für verschiedene Schrittweiten.