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

Übungen zur Einführung in die Computerphysik
Sommersemester 2010

Übungsblatt 5
Ausgabe 04.06.2010, Übungen 7.-11.06.2010 und 14.-18.06.2010, Abgabe bis 18.06.2010

C++ und wissenschaftliche Programmierung

13. **Aufgabe : Dispersion und Absorption**
Zur mikroskopischen Beschreibung der (klassischen) Wechselwirkung von Licht mit Materie entwickelte Lorentz das nach ihm benannte Modell, beschrieben durch:

$$m\ddot{x}(t) + m\beta\dot{x}(t) + m\omega_{\mathrm{res}}^2 x(t) = eEe^{i\omega t}.$$

Aus dem Lorentz-Oszillator-Modell bekamen wir damit (für mehrere Resonanzfrequenzen) die sog. *Dieelektrische Funktion*

$$\epsilon(\omega) = 1 + \sum_{k=1}^{N} \frac{\omega_p^2}{\omega_{\mathrm{res},k}^2 - \omega^2 - i\beta\omega}.$$

Hier ist $\omega_p = \sqrt{ne^2/\epsilon_0 m}$ die Plasmafrequenz, β die Dämpfungskonstante und $\omega_{\mathrm{res},k}$ die N Resonanzfrequenzen.

(a) Schreibe ein C-Programm, um $\epsilon(\omega)$ zu berechnen. Verwende dazu den Datentyp `complex` (wenn nötig) und nur eine Resonanzfrequenz.
Gute Werte der Konstanten sind : $\omega_p = 1$, $\beta = 0.1$ und $\omega_{\mathrm{res},1} = 5$.

(b) Gebe den Real- und Imäginarteil von $\epsilon(\omega)$ für einen geeigneten Bereich von ω, z.B. $0 - 10$ aus und stelle ihn grapisch dar.

(c) Variiere die Dämpfungskonstante β, führe mehrere Resonanzfrequenzen ein und schaue dir das Ergebnis an.

(d) Berechne zusätzlich mittels $n = \sqrt{\epsilon}$ den komplexen Brechungsindex und stelle auch hier den Real- und Imaginärteil dar. Wie aus der Physik bekannt, beschreibt der Realteil des Brechungsindex die Dispersion und der Imaginärteil die Absorption. Erinnern die Ergebnisse an die aus der Optik bekannten Eigenschaften von Materie (Stichwort : normale/annormale Dispersion)?

Bitte wenden!

14. **Aufgabe: Pauli-Matrizen**
In der Quantenmechanik tauchten bei der Darstellung der Spin-Operatoren von Spin-1/2-Teilchen die *Pauli-Matrizen* σ_i auf:

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Wir wollen ein Programm schreiben, um mit diesen Matrizen rechnen zu können.

(a) Schreibe ein C++ Programm, welches eine Klasse für eine allgemeine 2x2-Matrix mit komplexen Einträgen definiert. Nenne die Dateien z.B. `Matrix.h`, `Matrix.cc` und Pauli.cc.

(b) Implementiere eine Methode, um die Determinante zu berechnen und benutze diese um die Determinante der drei Paulimatrizen zu berechnen.

(c) Implementiere Methoden zur Matrixmultiplikation bzw. -addition und -subtraktion und berechne damit die Kommutatoren ($[A, B] = A.B - B.A$) und Antikommutatoren ($\{A, B\} = A.B + B.A$) der Paulimatrizen.

Hinweis: Überlade die Operatoren `+`, `-`, `*` und implementiere eine Ausgabemethode `Print()`.

15.(*) **Aufgabe: Graphische Oberfläche**
Wir wollen eine Simulation mit einer graphischen Oberfläche programmieren. Aus verschiedenen Gründen haben wir uns für ein C++ Programm und eine Qt Oberfläche entschieden ☺.

(a) Kopiere dir das Beispiel eines Qt-Programmes aus dem Skript und versuche es zu kompilieren und zum Laufen zu bringen.

(b) Zeiche statt der einen Linie ein kartesischen Koordinatensystem.

(c) Zeiche ein Vektorfeld eines $1/r$-Potentials im Ursprung, indem du an vielen Punkten Linien mit Länge und Richtung zeichnest (z.B. in der Farbe blau, siehe Bild).

(d) Schreibe eine Schleife, in der du den Ursprung des $1/r$-Potentials von $x = -\infty$ bis $x = \infty$ bewegst und berechne jeweils das Vektorfeld neu. Du solltest damit eine dynamische Simulation erhalten.

Hinweis: `widget.repaint()` könnte hilfreich sein.