Übungsaufgaben zur Vorlesung

Computerphysik

Priv.-Doz. Dr. R. Bulla

SS 2009

Blatt IX: Abgabetermin: Montag, der 29.06.2009, 12:00

Aufgabe 21: harmonischer Oszillator; zeitabhängige Schrödingergleichung II

Der Erwartungswert des Ortsoperators ist gegeben durch

$$< x > (t) = (\bar{\psi}, x\bar{\psi}) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{d}x\, x|\bar{\psi}(x,t)|^2 \ .$$

Berechnen Sie numerisch die Zeitabhängigkeit des Erwartungswerts für die Wellenfunktionen $\bar{\psi}_a(x,t)$ und $\bar{\psi}_b(x,t)$ aus Aufgabe 19.
[Abgabe: `ho-xt.c` per e-mail an Tutoren und Ausdruck des Diagramms]

(4 Punkte)

Aufgabe 22: Relaxationsmethode

Betrachten Sie die zweidimensionale Poisson-Gleichung

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)\Phi(x,y) = -4\pi\rho(x,y) \tag{1}$$

für die Ladungsverteilung

$$\rho(x,y) = \begin{cases} e^{-(x-2)^2}e^{-y^2} - e^{-(x+2)^2}e^{-y^2} & : \quad -10 < x < 10 \text{ und } -10 < y < 10 \\ 0 & : \quad \text{sonst} \end{cases}$$

und den Randbedingungen

$$\begin{aligned} \Phi(-10,y) = \Phi(10,y) = 0 \quad &, \quad -10 < y < 10 \ , \\ \Phi(x,-10) = \Phi(x,10) = 0 \quad &, \quad -10 < x < 10 \ . \end{aligned}$$

Lösen Sie die Differentialgleichung (1) mit Hilfe der Relaxationsmethode. Als Startwert für das Potential können Sie $\Phi_{ij}^{(k=0)} = 0$ setzen.

a) Um die Konvergenz zu überprüfen, wird folgendes Maß für den Unterschied zwischen alter und neuer Lösung berechnet

$$f(k) = \sum_{ij} |\Phi_{ij}^{(k)} - \Phi_{ij}^{(k-1)}| \ .$$

Stellen Sie die Funktion $f(k)$ graphisch dar. Wie beeinflusst der Parameter p (siehe Vorlesungsskript) die Konvergenz?
[Abgabe: `relax1.c` per e-mail an Tutoren und Ausdruck des Diagramms]

b) Stellen Sie die konvergierte Lösung für das Potential als dreidimensionalen Plot dar.
[Abgabe: Ausdruck des Diagramms]

(8 Punkte)