

Klausurbeispiel „Computational Physics 1“ im WS 2012/13

1 Gekoppelte Oszillatoren und Diffusionsgleichung

Gegeben ist eine lineare Kette von 3 gekoppelten harmonischen Oszillatoren. Diese wird durch drei äquivalente, mit Federn verbundene, gleiche Massen verkörpert. Auf jede der Massen wirkt zusätzlich eine zeitabhängige Kraft $F_1(t)$ bis $F_3(t)$.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für alle 3 Massen auf.
- Notieren Sie den ersten Integrationsschritt der numerischen Lösung dieses Anfangswertproblems in Matrixform bei Anwendung des Euler-Vorwärts-Verfahrens.
- Wie ändert sich die Matrix wenn die drei Oszillatoren statt in einer Reihe als gleichseitiges Dreieck angeordnet sind.
- Wie ändert sich die Matrix aus b) bei Anwendung des Rückwärts-Euler und des Crank-Nicholson-Verfahrens.
- Welche Fehlerursachen begrenzen die Genauigkeit der numerischen Lösung von Differentialgleichungen gegenüber einer exakten analytischen Lösung. Wie können die verschiedenen Fehler individuell und in ihrer Gesamtheit minimiert werden. Diskutieren Sie in diesem Zusammenhang auch kurz die Begriffe „Schrittweitensteuerung“ und „Steifigkeit“.

2 Matlab

Die Programmiersprache Matlab wird häufig für das wissenschaftliche Rechnen eingesetzt.

- Beschreiben Sie zwei Möglichkeiten, in Matlab eine Schleife für die Mehrfache Ausführung eines Programmteiles zu programmieren. Erklären Sie die Unterschiede zwischen den verschiedenen Implementierungen.
- Beschreiben Sie die Wirkungsweise des Doppelpunkt-Operators „:“ in Matlab.
- Gegeben sei eine Matrix $T=[1\ 2\ 3;1\ 2\ 3;1\ 2\ 3;1\ 2\ 3]$. Was ist der Wert einer zweiten Variable N, wenn: 1) $N = T(:)$; 2) $N = T(2,3)$;

3 Downhill-Simplex

Skizzieren Sie das Downhill-Simplex-Verfahren zur Suche von Minima mehrdimensionaler Funktionen entweder in Form eines Blockdiagramms oder als strukturierten Text.

4 Matlab Programmbeispiel

Notieren Sie möglichst exakten Matlab-Quellcode unter Verwendung der sin-Funktion, der den Wert von $\sin(a)$ für a von 0° bis 90° in Schritten von 10° berechnet und grafisch ausgibt.

5 Zahlenformate

Für einige Maschinen besteht ein Computer-Wort aus 36 Binärinformationen (Bits).

- Geben Sie den Zahlenbereich von Integer-Werten an, der in einem solchen Wort gespeichert werden kann.
- Entwerfen Sie eine Vorschrift zum Speichern von Gleitkommazahlen und geben Sie an, welcher Zahlenbereich dargestellt werden kann.

6 Randwertaufgaben und Anfangswertaufgaben

Sie wollen von einem vorgegebenen Standort auf der Straße einen kleinen Stein an das Fenster in der 2. Etage der gegenüberliegenden Hauswand werfen.

- Stellen Sie die Gleichungen auf, die diese Randwertaufgabe definieren.
- Beschreiben Sie eine Methode wie Sie diese Randwertaufgabe mittels eines vorhandenen Algorithmus für Anfangswertaufgaben lösen können.

Bitte auf der abgegebenen Klausur gut lesbar den Namen, das Geburtsdatum und die Matrikelnummer angeben!