



**Übungen zur Computerphysik I
Sommersemester 2023**

Übungsblatt 5

Ausgabe 19.6., Übungen KW 25-27, Abgabe bis 10.7.

Projekt III: Randwertprobleme

5. Aufgabe: Numerov-Verfahren

Betrachte das in der Vorlesung besprochene Beispiel einer Ladungsverteilung

$$\rho(r) = \frac{1}{8\pi} e^{-r}.$$

- Löse die radiale Poisson-Gleichung für diese Ladungsverteilung numerisch durch Einwärts-Integration mit dem Numerov-Verfahren. Wie gut ist die Randbedingung für $\phi(0)$ bzw. $\chi(0)$ erfüllt?
- Berechne auch die analytische Lösung der Poisson-Gleichung z.B. mit Mathematica und vergleiche mit der numerischen Lösung.

6. Aufgabe: Shooting-Methode

Bestimme mit Hilfe der Shooting-Methode die Lösungen $\psi_n(x)$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) der eindimensionalen Schrödingergleichung

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \partial_x^2 + V(x) \right) \psi_n(x) = E_n \psi_n(x)$$

für das Potential

$$V(x) = \begin{cases} x & (x \geq 0) \\ \infty & (\text{sonst}) \end{cases}.$$

Stelle die untersten 5 Eigenfunktionen $\psi_n(x)$ graphisch dar (z.B. analog zum harmonischen Oszillator aus der Vorlesung versetzt um die Energie-Eigenwerte).

Hinweise: Sowohl Einwärts- als auch Auswärts-Integration für die Numerov-Methode ist möglich. Vergesse nicht die Normierung der Wellenfunktionen.

Bestimme auch die analytische Lösung (*Airy-Funktionen*) und vergleiche mit der numerischen Lösung.