INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. T. Bagdonat

QUANTENMECHANIK — WS 2000/2001

11. Übungsblatt — Abgabe: Freitag, 19.1.2001, bis 9^{45} Uhr

Sprechstunde: T. Bagdonat, A317, Dienstag ab 14^{00} Uhr, Tel.: 391-5187
Ein Link zu dieser Vorlesung: `http://www.tu-bs.de/institute/theophys/edu.html`

24. **Fouriertransformation**

    Zeigen Sie, daß die Fouriertransformation durch eine unitäre Matrix beschrieben werden kann.

25. **Der quantenmechanische Virialsatz**

    Zeigen Sie, daß für den harmonischen Oszillator der quantenmechanische Virialsatz

    $$\langle n|\hat{T}|n\rangle = \langle n|\hat{V}|n\rangle$$

    erfüllt ist. $\hat{T}$ und $\hat{V}$ sind die Operatoren für die kinetische, bzw. potentielle Energie, $|n\rangle$ sind die Eigenzustände des harmonischen Oszillators.

26. **Nochmal unendlich hoher Potentialtopf**

    Ein Teilchen mit Masse m im unendlichen hohen Potentialtopf ($V(x) = 0$ für $0 \leq x \leq a$, $V(x) = \infty$ sonst) befinde sich in einem Zustand mit der Energie

    $$U_n = \frac{\hbar^2\pi^2 n^2}{2ma^2} \quad .$$

    Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, den Impuls

    $$p_x = \frac{\hbar\pi n}{a}$$

    zu messen?

27. **Vertauschbarkeit mit den Bahndrehimpulsoperatoren**

    Welche Form muß ein beliebiger Operator $\hat{A}$, der eine Funktion nur der Ortsoperatoren $\hat{x}_1, \hat{x}_1, \hat{x}_2$ ist (also nicht von den Impulsoperatoren abhängt), haben, damit er mit allen drei Bahndrehimpulsoperatoren $\hat{L}_1, \hat{L}_2, \hat{L}_3$ vertauscht?

28. **Deltapotential in Impulsdarstellung**

    Man betrachte nochmals das Potential $V(x) = -v_0\delta(x)$ aus Aufgabe 15. Die stationäre SGL soll diesmal in Impulsdarstellung gelöst werden.

    (a) Bestimmen Sie die Matrixelemente $V(p, p')$. Warum kann man hier nicht die vereinfachte Formel

    $$\langle p'|\hat{V}(\hat{x})|p\rangle = \hat{V}(i\hbar\partial_{p'})\delta(p' - p)$$

    anwenden (man überprüfe nochmals alle Schritte aus der VL, die zu diesem Ergebnis führen)?

(b) Stellen Sie die zugehörige SGL in Impulsdarstellung auf, und bestimmen Sie den Eigenwert U, der zum gebundenen Zustand gehört ($U < 0$) sowie die normierte Funktion $\Psi(p)$, die Lösung der SGL ist.

(c) Führen Sie die Rücktransformation von $\Psi(p)$ in den Ortsraum aus und vergleichen Sie die Ergebnisse mit denen aus Aufgabe 15.