|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|__|

Name Vorname

Geburtsdatum Geburtsort Matrikel-Nr.

Aufgabe/Punkte |___|___|___|___|___|___| $\sum_{Punkte}$ Note:

Klausur

zur Vorlesung Theoretische Physik 2 Quantenmechanik I

Prof. Dr. P. Ring, Physik-Department, Technische Universität München 12.06.002

Aufgabe 1 (26 Punkte)

Bestimmen Sie die Wellenfunktionen und Energieniveaus für die Bewegung eines Teilchens in einem unendlich hohen Potentialtopf, der durch das Potential

$$V(x) = \begin{cases} 0 \text{ für } x \in (-a,a) \\ \infty \text{ für } x \notin (-a,a) \end{cases}$$

gegeben ist.

- **(a)** Geben Sie die Bedingung für die möglichen Energien E_n an!
- **(b)** Bestimmen Sie die Normierung der zugehörigen Wellenfunktionen!
- **(c)** Welche Parität besitzen die Lösungen?
- **(d)** Wie groß ist die Grundzustandsenergie?

Aufgabe 2 (42 Punkte)

In der Mitte eines unendlich hohen Potentialtopfs der Breite $2a$ befindet sich eine δ-Barriere $V(x) = \lambda \cdot \delta(x)$ mit $\lambda > 0$.

- **(a)** Betrachten Sie den Ansatz

$$\psi(x) = A e^{ikx} + B e^{-ikx}$$

  jeweils in den Gebieten links und rechts von der Barriere!
- **(b)** Stellen Sie die Randbedingungen bei $x = \pm a$ und die Anschlussbedingungen bei $x = 0$ auf!
- **(c)** Bestimmen Sie die Koeffizienten der Wellenfunktionen!
- **(d)** Leiten Sie die Bedingungen für die möglichen k-Werte ab!
- **(e)** Welche Parität besitzen die Wellenfunktionen?
- **(f)** Geben Sie die Normierung der Wellenfunktionen an!

Aufgabe 3 (12 Punkte) (**Quickies**)

(a) Wie lautet die Grundzustands-Wellenfunktion des harmonischen Oszillators?

(b) Wie lautet die Unschärferelation für zwei hermitesche Operatoren A und B?

(c) Wie lauten die Eigenfunktionen und Energieeigenwerte des eindimensionalen Systems mit dem Potential

$$V(x) = \frac{m}{2}\omega^2 (x^2 + bx)$$

Drücken Sie die Eigenfunktionen dieses Systems durch die des harmonischen Oszillators aus, die mit $\psi_n(x)$ bezeichnet werden!

Aufgabe 4: Multiple Choice (8 Punkte)

A und B seien hermitesche Operatoren. Dann gelten folgende Aussagen (falsches Ankreuzen führt zu Punkteabzug):

Ja	Nein	
☒	☐	Falls A und B kommutieren, ist auch AB hermitesch
☐	☒	Der Kommutator $[A,B] = AB - BA$ ist hermitesch
☒	☐	Der Antikommutator $AB + BA$ ist hermitesch
☒	☐	$\exp(A)$ ist hermitesch

Eventuell benötigte Integrale:

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx\, e^{-ax^2} = \sqrt{\pi / a}$$

$$\int dx \cos^2 ax = \frac{1}{2}x + \frac{1}{4a}\sin 2ax$$

$$\int dx \sin^2 ax = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4a}\sin 2ax$$
