Universität Regensburg, Institut für Theoretische Physik — Sommer 2026
Prof. Dr. Christoph Lehner (Dozent), Riccardo Costantini, Lucia Gibelli, Lea Kutsch, Florian Schöppl

Übungen zu Theoretische Physik II - Quantenmechanik I
Blatt 0 - Mathematische Aufwärmübungen (abzugeben am 22. April)

Aufgabe 1 Fourier Transformation (5 Punkte)

Berechnen Sie die Fourier Transformation von

$$f(x) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-x_0}{\Delta}\right)^2\right) \tag{1}$$

mit $x_0 \in \mathbb{R}$ und $\Delta \in \mathbb{R}^+$. Sie dürfen verwenden, dass

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx \exp(-x^2) = \sqrt{\pi}\,. \tag{2}$$

Aufgabe 2 Delta Distribution (4 Punkte)

Berechnen Sie

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx \delta(2x^2 - 10x + 12)(3x-1)\,. \tag{3}$$

Hinweis: Finden Sie die Nullstellen des Arguments der Deltadistribution und berechnen Sie die entsprechenden Ableitungen an diesen Nullstellen.

Aufgabe 3 Substitutionsregel (3 Punkte)

Berechnen Sie

$$\int_0^1 dx \frac{x}{1+2x^2} \tag{4}$$

mit Hilfe der Substitutionsregel

$$\int_a^b dx g'(x) f(g(x)) = \int_{g(a)}^{g(b)} dy f(y)\,. \tag{5}$$

Aufgabe 4 Partielle Integration (3 Punkte)

Berechnen Sie

$$\int_1^2 dx \ln(x) x^2 \tag{6}$$

mit Hilfe der Partiellen Integration

$$\int_a^b dx f'(x) g(x) = [f(x)g(x)]_a^b - \int_a^b dx f(x) g'(x)\,. \tag{7}$$

Aufgabe 5 Eigenwerte und Eigenvektoren (10 Punkte)

Bestimme die Eigenwerte und entsprechenden Eigenräume von

$$M \equiv \begin{pmatrix} -3 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ -20 & \frac{10}{3} & \frac{8}{3} \\ -35 & \frac{7}{3} & \frac{20}{3} \end{pmatrix} \in \mathbb{C}^{3\times 3} \tag{8}$$

Geben Sie auch die algebraische und geometrische Vielfachheit der Eigenwerte an.
Hinweis: Berechnen Sie zuerst das charakteristische Polynom $\chi(\lambda)$. Sie dürfen annehmen, dass eine Nullstelle bei $\lambda = 3$ ist und finden die anderen Nullstellen indem sie das charakteristische Polynom durch $(\lambda - 3)$ teilen. Finden Sie dann die Eigenräume mit dem Gauß-Jordan Algorithmus.