

1 Einteilchenphysik in 1 – 3 dim

1. [3 Punkte] Betrachte ein Teilchen in 2D, welches auf einen Streifen (d.h. $x \in \mathbb{R}$ und $|y| < w/2$) eingeschränkt ist. Welcher Hamilton-Operator beschreibt dieses System und welche Symmetrien besitzt er? Finde die stationären Lösungen für das Teilchen und bestimme das Energiespektrum $E_n(k)$. Zeichne das Spektrum.

2 Streuphysik in 1D

1. [1 Punkt] Leite für eine allgemeine Streumatrix S die zugehörige Transfermatrix M her.
2. [1 Punkt] Gib die asymptotische Form der Wellenfunktion einer von links einfallenden, ebenen Welle e^{ikx} an, welche an einem kurzreichweitigen Potential $V(x)$ streut.

3 Physik in 3D

1. [1 Punkt] Betrachte ein rotationssymmetrisches Potential und reduziere die 3D-Schrödingergleichung eines Teilchens auf eine effektive 1D Schrödingergleichung.
2. [4 Punkte] Gebundene Zustände eines attraktiven Potentials entsprechen Polen der Streuamplitude s_l . Zeige, dass dieses Kriterium auf die Bedingung $\cot \delta_l = i$ führt.
Hinweis: Betrachte $s_l - 1$.
Betrachte nun niedrig-energetische Streuung an einem attraktiven Potential beschrieben durch seine Streulänge $a > 0$ und bestimme die Energie eines (schwach) gebundenen Zustandes.

4 Formalismus und Approximative Methoden

1. [3 Punkte] Betrachte ein Teilchen in einer Box mit Volumen L^3 mit normierten Wellenfunktionen $\psi_{\mathbf{k}}(\mathbf{r}) = e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}/\sqrt{L^3}$. Berechne die Zerfallsrate eines Zustandes $|\psi_{\mathbf{k}}\rangle$ in Anwesenheit eines Deltapotentials $V(\mathbf{r}) = V_0 \delta(\mathbf{r})$.

5 Spins und Dichtematrizen

1. [1 Punkt] Betrachte ein Elektron im magnetischen Feld. Wie lautet der Spin-Anteil des Hamilton-Operators (in elementaren physikalischen Grössen e, m_e, \dots)?
2. [3 Punkte] Schreibe die Singlett- und Triplet-Zustände für zwei Spin-1/2-Teilchen in der Produktbasis der beiden Spins und in der Gesamtdrehimpuls-Basis. Welche Clebsch-Gordan-Koeffizienten kommen in diesem Problem vor?