

## 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?