`Übungen zu Quantentheorie, WS 2012/2013`

Prof. Dr. F. Jenko

Übungen im WWW: `http://pauli.uni-muenster.de/tp/`

Übungsblatt 1: (12 P.) **Abgabe: _**

Aufgabe 1: (mündlich)

Betrachten Sie die Bewegung eines Teilchens im konstanten Magnetfeld

$$\mathbf{B} = [0, 0, b]\,.$$

a) **[1 P.]** Zeigen Sie, dass ein zugehöriges Vektorpotential die Form

$$\mathbf{A} = [0, bx, 0]$$

besitzt. Verifizieren Sie, dass das Vektorpotential der Coulomb-Eichung genügt.

b) **[3P.]** Wie lautet die Hamiltonfunktion eines Teilchens der Ladung q, das sich in diesem Potential bewegt. Formulieren Sie die Hamilton'schen Bewegungsgleichungen und geben Sie die allgemeine Lösung an.

c) **[2P.]** Bestimmen Sie den Hamiltonoperator durch Anwendung der Jordan'schen Regel.

d) **[2P.]** Zur Lösung der zeitunabhängigen Schrödingergleichung kann ein Separationsansatz verwendet werden:

$$\Psi(x, y, z) = \varphi_{\|}(z)\varphi_{\perp}(x, y),$$

wobei für die Funktion $\varphi_{\perp}(x, y)$ gilt:

$$\varphi_{\perp}(x, y) = e^{ik_y y}\varphi_x(x), \qquad p_y = \hbar k_y.$$

Zeigen Sie: Für die Funktion $\varphi_x(x)$ lautet die Bestimmungsgleichung

$$\left[\frac{\hbar^2 k_y^2}{2m} - \frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\hbar k_y q b}{m}x + \frac{b^2 q^2}{2m}x^2\right]\varphi_x(x) = E_{\perp}\varphi_x(x) \tag{1}$$

Warum gelingt dieser Separationsansatz?

e) **[3P.]** Lösen Sie die Eigenwertgleichung (1).

<u>**Hinweis:**</u> Verwenden Sie die Analogie der Eigenwertgleichung zum harmonischen Oszillator. Bestimmen Sie die Energieeigenwerte.

f) **[1P.]** Formulieren Sie die vollständige Lösung der zeitabhängigen Schrödingergleichung.