

2. IZPIT IZ KVANTNE MEHANIKE I

13. september 2007

1. Obravnavaj dvodimenzionalni harmonski oscilator

$$H_0 = \frac{\mathbf{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}(4k)y^2.$$

- (a) Kolikokrat je degeneriran energijski nivo z energijo $\frac{11}{2}\hbar\omega$, kjer je $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$? Zapiši bazo podprostor, ki ustreza temu energijskemu nivoju.
- (b) Kaj se zgodi s stanji tega energijskega nivoja, če na delec poleg harmonskega potenciala deluje še anharmonska motnja,

$$H = H_0 + \lambda x^2 y?$$

Računaj v prvem redu perturbacije!

2. Gibanje elektrona v dvodimenzionalnem elektronskem plinu opisuje Hamiltonjan

$$H_0 = \frac{\mathbf{p}^2}{2m},$$

kjer je $\mathbf{p} = (p_x, p_y)$ s $p_x = -i\hbar\partial_x$ in $p_y = -i\hbar\partial_y$ operator gibalne količine delca.

- (a) Določi lastne energije in zapiši lastne funkcije elektrona v dvodimenzionalnem elektronskem plinu.

V nekaterih sistemih igra pomembno vlogo tudi sklopitev med tirno in spinsko vrtilno količino elektrona. Take sisteme opišemo z Rashbinim Hamiltonijanom

$$H = H_0 + \lambda(\sigma_x p_y - \sigma_y p_x),$$

kjer sta σ_x in σ_y Paulijeve matrike.

- (b) Kakšne so lastne energije in lastne funkcije elektrona, katerega gibanje opisuje Rashbin Hamiltonjan? Namig: Kot nastavek uporabi spinor

$$\psi(\mathbf{r}) = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}},$$

kjer je $\mathbf{r} = (x, y)$ položaj delca.

- (c) V katero smer je obrnjen spin elektrona v lastnih stanjih, ki jih opisuje zgornji nastavek?