

Drugi kolokvij  
**Kvantna fizika**

8. veljače 2010.

**Zadatak 1**

Kako izgleda relacija neodređenosti za opservable  $L_x$  i  $L_y$  za neko svojstveno stanje čestice u sferno-simetričnom potencijalu?

**Zadatak 2**

Zadan je 1D sustav dva identična neinteragirajuća fermiona mase  $m$  u potencijalu harmoničkog oscilatora frekvencije  $\omega$ .

- a) Kako izgleda (normirana) valna funkcija osnovnog stanja takvog sustava? Koja je energija tog stanja?
- b) Pretpostavimo da fermioni međudjeluju interakcijom opisanom potencijalom

$$V(x_1, x_2) = \frac{a}{(x_1 - x_2)^2}$$

Odredite popravku energije osnovnog stanja u prvom redu računa smetnje.

**Napomena:** Svojstvena valna funkcija harmoničkog oscilatora glasi

$$\Psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{2^n n!}} \left( \frac{m\omega}{\pi\hbar} \right)^{1/4} H_n \left( \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}} x \right) e^{-\frac{m\omega}{2\hbar} x^2}$$

**Zadatak 3**

Pomoću WKB metode odredite koeficijent refleksije za česticu energije  $E \ll V_0$  koja se raspršuje na 1D potencijalu:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & |x| > a \\ V_0 \frac{x+a}{a-b} & -a < x < -b \\ V_0 & |x| < b \\ V_0 \frac{x-a}{b-a} & b < x < a \end{cases}$$

#### Zadatak 4

Neka se čestica naboja  $q$  nalazi u sferno-simetričnom potencijalu. Ako na sustav nametnemo homogeno električno polje  $\mathbf{E} = E\hat{e}$ , gdje jedinični vektor  $\hat{e}$  određuje smjer električnog polja, odredite postoji li smjer polja za koji je opservabla  $\mathbf{L}^2$  konstanta gibanja. Može li se polje usmjeriti na način da je  $L_z$  konstanta gibanja? Objasnite rezultate.

#### Zadatak 5

Čestica se nalazi u 3D sustavu opisanom Hamiltonijanom  $H_0$ . Dva svojstvena stanja sustava imaju jednaku svojstvenu energiju  $E_0$ . Valna funkcija jednog od stanja je simetrična u prostoru, a druga je antisimetrična. Ako u sustav dodamo malu smetnju  $V(\mathbf{r})$  koja je antisimetrična u prostoru, odredite popravku energije tih stanja u prvom redu računa smetnje te valne funkcije koje odgovaraju tim stanjima. Rezultate izrazite preko neisčezavajućih matričnih elemenata.

T. Marketin