

## 2. KOLOKVIJ IZ KVANTNE MEHANIKE I

28. januar 2015

1. Delec s spinom  $S_1 = 1/2$  se giblje v potencialu težkega mirujočega delca s spinom  $S_2 = 1/2$ . Potencial, ki ga čuti, je odvisen od medsebojne orientacije spinov obeh delcev:

$$H = \frac{p_1^2}{2m_1} - \frac{\lambda}{\hbar^2} \delta(x_1) \mathbf{S}_1 \cdot \mathbf{S}_2.$$

- (a) Poišči lastne funkcije sipalnih stanj z dobrim skupnim spinom obeh delcev.
  - (b) Sestavi tako linearno kombinacijo stanj iz točke (a), da bo ta lastno stanje, ki opisuje sipanje delca v stanju  $|\uparrow\rangle_z$  na mirujočem delcu v stanju  $|\downarrow\rangle_z$ .
  - (c) S kolikšno verjetnostjo izmerimo, da ima prepuščeni delec komponento  $z$  spina enako  $-\frac{\hbar}{2}$ , če je njegova energija enaka  $\frac{m\lambda^2}{32\hbar^2}$ ?
  - (d) Ponovi račun iz točk (b) in (c) za sipanje delca v stanju  $|\uparrow\rangle_x$  na mirujočem delcu v stanju  $|\downarrow\rangle_z$ .
2. Nabit delec je v harmonskem potencialu in homogenem električnem polju,

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kx^2 - e\mathcal{E}_0x.$$

Potencial zaradi električnega polja obravnavaj kot perturbacijo.

- (a) Izračunaj energijo osnovnega stanja delca v prvem redu perturbacije.
- (b) Izračunaj energijo osnovnega stanja delca v drugem redu perturbacije.
- (c) Zapiši valovno funkcijo osnovnega stanja delca v prvem redu perturbacije.
- (d) Delec naj bo v stanju iz točke (c). Opravimo meritev, pri kateri pogledamo, v katerem od lastnih stanj nemotenega Hamiltonjana je delec. S kolikšno verjetnostjo ga najdemo v prvem vzbujenem stanju nemotenega Hamiltonjana?
- (e) Obravnavaj problem, ko električno polje vklopimo v času  $\tau > 0$ ,

$$\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right).$$

Ob času  $t = 0$  je delec v osnovnem stanju sistema. S kolikšno verjetnostjo ob času  $t \gg \tau$  delec najdemo v prvem vzbujenem stanju nemotenega Hamiltonjana? Kolikšen naj bo  $\tau$ , da se bo ta verjetnost razlikovala za manj kot 1% od tiste iz točke (d)? Računaj v prvem redu časovno odvisne perturbacije.