

1. KOLOKVIJ IZ KVANTNE MEHANIKE I

9. december 2016

1. Delec, ki se giblje v gravitacijskem potencialu,

$$H = \frac{p^2}{2m} + mgx,$$

je ob času $t = 0$ v stanju z valovno funkcijo

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt[4]{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{4\sigma^2}},$$

kjer je $\sigma \in \mathbb{R}$.

- (a) Izračunaj pričakovane vrednosti operatorjev x , x^2 , p , p^2 in $xp + px$ ob času $t = 0$.
 - (b) Izračunaj komutatorja $[H, x]$ in $[H, p]$.
 - (c) Izrazi operatorja $x(t)$ in $p(t)$ v Heisenbergovi reprezentaciji z operatorjema x in p .
 - (d) Kako se s časom spreminjata pričakovani vrednosti in nedoločenosti položaja in gibalne količine delca?
2. Delec se giblje v tridimenzionalnem izotropnem harmonskem potencialu,

$$H = \frac{\mathbf{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}k\mathbf{r}^2,$$

kjer sta $\mathbf{r} = (x, y, z)$ in $\mathbf{p} = (p_x, p_y, p_z)$.

- (a) Poišči lastne energije in določi degeneracije osnovnega, prvega vzbujenega in drugega vzbujenega stanja delca.
- (b) Poišči stanja z lastno energijo $\frac{5}{2}\hbar\omega$, ki so lastna stanja komponente z vrtilne količine delca.
- (c) Delcu v stanju $|100\rangle \equiv |1\rangle_x |0\rangle_y |0\rangle_z$ izmerimo komponento z vrtilne količine. Kakšni so možni rezultati meritve in s kolikšno verjetnostjo nastopijo?
- (d) Delec je ob $t = 0$ v neznani linearni kombinaciji lastnih stanj hamiltonjana z lastnimi energijami manjšimi od $5\hbar\omega$. Ob času $t = \frac{\pi}{\omega}$ delcu izmerimo kvadrat velikosti vrtilne količine. Rezultat meritve je 0. Nato ob času $t = \frac{3\pi}{\omega}$ izmerimo še energijo delca. S kolikšno verjetnostjo dobimo rezultat $\frac{5}{2}\hbar\omega$?