

3. PISNI IZPIT IZ KVANTNE MEHANIKE
31. avgust 2022

1. Delec se giblje v enodimenzionalnem harmonskem potencialu

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kx^2.$$

Njegova valovna funkcija ob času $t = 0$ je

$$|\psi\rangle = \sqrt{\frac{3}{8}}|0\rangle + \frac{i}{2}|1\rangle - \sqrt{\frac{3}{8}}|3\rangle.$$

- (a) Izračunaj pričakovano vrednost in nedoločenost energije delca ob $t = 0$. Kako se ti dve količini spreminjata s časom?
- (b) Izračunaj pričakovano vrednost in nedoločenost položaja delca ob $t = 0$.
- (c) Delec je ob $t = 0$ v neznani kombinaciji osnovnega in prvega vzbujenega stanja, $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$. Kaj lahko poveš o pričakovani vrednosti energije delca, če poznaš pričakovani vrednosti njegovega položaja $\langle x \rangle$ in gibalne količine $\langle p \rangle$?
2. Delec s spinom 1 je v stanju

$$|\psi\rangle = \sqrt{\frac{1}{6}}|1, 1\rangle + \sqrt{\frac{2}{6}}|1, 0\rangle + \sqrt{\frac{3}{6}}|1, -1\rangle,$$

kjer smo valovno funkcijo delca razvili po lastnih stanjih operatorjev kvadrata velikosti (\mathbf{S}^2) in komponente z (S_z) spina delca.

- (a) Pokaži, da so valovne funkcije $|1, 1\rangle$, $|1, 0\rangle$ in $|1, -1\rangle$ tudi lastne funkcije operatorja S_z^2 !
- (b) Izračunaj pričakovano vrednost operatorja S_z^2 !
- (c) Kakšni so možni izidi meritve operatorja S_z^2 ? S kolikšno verjetnostjo izmerimo vsakega od teh rezultatov?
- (d) V kakšnem stanju je delec takoj po meritvi operatorja S_z^2 , če je bil rezultat te meritve \hbar^2 ?
- (e) Zapiši lastna stanja operatorja S_x^2 v bazi z dobrima \mathbf{S}^2 in S_z ! Namig: izrazi operator S_x z operatorjema S_{\pm} !
- (f) Po meritvi (d) opravimo še meritev operatorja S_x^2 . S kolikšno verjetnostjo izmerimo rezultat 0?
- (g) Na poljubnem stanju delca s spinom 1 zaporedoma opravimo meritve operatorjev S_x^2 , S_y^2 in S_z^2 . Naštej vse možne rezultate teh meritev!