

## Kvantová teória - OTÁZKY

Zostavil: Dr. T. Blažek

1. **Časová závislosť stredných hodnôt fyzikálnych veličín. Ehrenfestove vety.**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na tvar strednej hodnoty fyzikálnej veličiny  $A$ , súvis jej časovej derivácie so strednou hodnotou komutátora  $\hat{A}$  s hamiltoniánom, aplikáciu na operátory súradnice a hybnosti, príklady pre jednoduché systémy, atď.*

2. **Vlastnosti vlastných funkcií a vlastných hodnôt hermitovských operátorov.**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na definíciu hermitovského operátora, ortogonálnosť a úplnosť jeho vlastných funkcií, reálnosť vlastných hodnôt, príklady pre jednoduché systémy, atď.*

3. **Častica viazaná na úsečke (v nekonečne hlbkej potenciálovej jame).**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na tvar potenciálu systému, vlastnosti stacionárnych stavov, vlastné hodnoty hamiltoniánu, overenie platnosti Schrödingerovej rovnice, atď.*

4. **Viazané stavy častice v konštantnej potenciálovej jame konečnej hĺbky.**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na potenciál systému, vlnové funkcie stacionárnych stavov v jame a mimo jamy, podmienky spojitosti na okrajoch jamy, súvis medzi diskretným spektrom energií a fyzikálnymi okrajovými podmienkami, súvis medzi počtom stacionárnych stavov a hĺbkou jamy, atď.*

5. **Schrödingerova rovnica (časová i bezčasová).**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na fyzikálny význam použitých symbolov, význam stacionárnych stavov pre konštrukciu časového vývoja všeobecných stavov, na otázku linearít týchto rovníc, atď. Možno doplniť príkladom stavu častice na úsečke  $(0, L)$  popísanom vlnovou funkciou  $\Psi(x) = C x(L - x)$ .*

6. **Jednoduchý kvantový harmonický oscilátor.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na potenciál systému, energetické spektrum, vlnové funkcie stacionárnych stavov a ich paritu, možno načrtnúť tvar vlnových funkcií stacionárnych stavov v oblasti odpovedajúcej kmitom klasického oscilátora a v oblasti zakázanej klasickému oscilátoru, ďalej možno vysvetliť, čomu je rovná stredná hodnota polohy oscilátora v stacionárnom stave; a v akom zmysle dostávame harmonické kmity, atď.*
7. **Operátory momentu hybnosti na priestore vlnových funkcií.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na definíciu, komutačné vzťahy, vlastné hodnoty a vlastné funkcie vo sférických súradniciach pre tieto operátory.*
8. **Atóm vodíka: vlastnosti základného a 1. excitovaného stavu.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na príslušné energetické hladiny a vysvetlenie ich degenerácie, radiálnu a uhlovú závislosť príslušných vlnových funkcií, najpravdepodobnejšiu polohu elektrónu, najpravdepodobnejšiu vzdialenosť elektrónu od jadra a porovnanie tejto vzdialenosti pre uvedené dva stavy, stredné hodnoty polohy a hybnosti elektrónu, atď.*
9. **Atóm vodíka.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na kvantové čísla tohto systému, energetické spektrum, degeneráciu hladín, tvar vlnových funkcií stacionárnych stavov odvodený metódou separácie premenných vo sférických súradniciach; závislosť týchto vlnových funkcií na kvantových číslach, atď.*
10. **Pauliho vylučovací princíp a stavy systémov viacerých vzájomne neinteragujúcich častíc s celočíselným / poločíselným spinom.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na jednoduché príklady malého počtu častíc s výpočtom najnižších energetických hladín a degenerácie systému, vysvetlenie pojmu Fermiho energie pre systém mnohých častíc s poločíselným spinom, atď.*
11. **Spin.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na súvis s magnetickým dipólovým momentom, popis spinu v spinorovej reprezentácii, operátory odpovedajúce fyzikálnym veličinám v spinorovej reprezentácii, atď.*
12. **Poruchová teória.**  
*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na koncepciu metódy a podmienky, kedy dáva táto približná metóda vierohodné výsledky. Možno venovať pozornosť tvaru korekcie k  $n$ -tej energetickej hladine v prvom ráde poruchovej teórie a súvisiacemu fyzikálnemu významu integrovanej veličiny  $H'(x) |\Psi_n(x)|^2$  predpokladajúc, že porucha  $H'(x)$  predstavuje dodatočný potenciál.*

13. **Meranie v kvantovej mechanike.**

*Odpoveď sa môže sústrediť napr. na meranie fyzikálnej veličiny  $A$  v stave, ktorý je, resp. nie je vlastným stavom  $\hat{A}$ . Čo vieme v druhom prípade povedať o výsledku merania  $A$ , ak je stav systému zadaný ako (i) superpozícia vlastných stavov  $\hat{A}$  s rôznymi vlastnými hodnotami alebo (ii) jednou explicitnou vlnovou funkciou. Ako príklad pre (ii) možno dať pravdepodobnostnú predpoveď pre meranie energie častice na úsečke  $\langle 0, L \rangle$  v stave popísanom vlnovou funkciou  $\Psi(x)$ , kde  $\Psi(x)$  je nejaká všeobecná kvadraticky integrovateľná spojitá funkcia rovná nule pre  $x = 0$  a  $x = L$ , pritom však iná ako  $\sin \frac{n\pi x}{L}$ . Na prednáške sme sa venovali napríklad funkcii  $\Psi(x) = \sqrt{\frac{30}{L^5}} x(L-x)$ . Ako ovplyvní meranie stav systému?*

*Čo je výsledkom opakovaných meraní  $A$  na jednom kvantovom systéme?*