Přehled postulátů QM

1. Postulát o vlnové funkci

Stav systému je v časovém okamžiku t úplně popsán vlnovou funkcí/vektorem ψ (stavový vektor, stavová funkce) z Hilbertova prostoru.

Hilbertův prostor – skalární součin, vlnové funkce v x-reprezentaci, maticová reprezentace

Vlnová funkce – komplexní, spojitá, spojité derivace, amplituda $\times$ hustota pravděpodobnosti, statistická interpretace, normovatelná x normovaná x proces normování, rozměr vlnové funkce

2. Postulát o operátorech

Každé měřitelné fyzikální veličině přísluší lineární hermitovský operátor. Speciálně operátory souřadnice $\hat{x}$ a hybnosti $\hat{p}$ splňují tzv. kanonickou komutační relaci $[\hat{x}, \hat{p}] = i\hbar$.

Hermitovské sdružení, hermitovský operátor, komutátor, vztahy s komutátory, základní komutační relace pro operátory souřadnice, hybnosti a momentu hybnosti, vlastní čísla hermitovského operátoru jsou reálná, jak se přiřazují operátory veličinám, přiřazení v x-reprezentaci

Princip superpozice

3. Postulát o kvantování

Vlastní hodnoty q_i operátoru $\hat{Q}$ tvoří soubor hodnot, které je možné naměřit při měření veličiny Q. Pravděpodobnost naměření hodnoty q_i ve stavu ψ je rovna $|(\varphi_i, \psi)|^2$, kde φ_i je vlastní stav operátoru $\hat{Q}$ příslušející vlastnímu číslu q_i. Střední hodnota $\langle Q \rangle_\psi$ veličiny Q (průměrná hodnota mnoha měření Q) ve stavu ψ je rovna skalárnímu součinu $(\psi, \hat{Q}\psi)$.

Jak se počítají vlastní čísla a vlastní vektory, spektrum operátoru, vlastní vektory příslušející různým vlastním číslům jsou vzájemně ortogonální, vlastní stavy tvoří úplnou bázi, stavy s ostrou hodnotou, nedegenerované a degenerované stavy.

Komutující operátory – společný systém vlastních funkcí, význam při měření, souvislost s relacemi neurčitosti

4. Postulát o redukci vlnové funkce

Změřením fyzikální veličiny Q, které je přiřazen operátor $\widehat{Q}$, s výsledkem q_i (kde q_i je vlastní číslo $\widehat{Q}$), převedeme systém do stavu, který je popsán vlastní funkcí (vlastním vektorem) naměřené hodnoty q_i.

současné měření více veličin, ÚSKO (úplný systém komutujících operátorů), ÚMP (úplná množina pozorovatelných), měřící přístroj jako filtr

5. Postulát o časovém vývoji

Vývoj stavu v čase je popsán tzv. Schrödingerovou rovnici

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \widehat{H}\psi,$$

kde $\widehat{H}$ je Hamiltonův operátor. Pro systémy s klasickou analogii je $\widehat{H}$ operátor přiřazený k Hamiltonově funkci klasické mechaniky. Jako počáteční podmínku je třeba zadat stav v čase $t = 0$, tj. $\psi(\vec{r}, t = 0)$.

Stacionární (nečasová) x časová (nestacionární, obecná) Schrödingerova rovnice, hladiny energie, stacionární stavy, rovnice kontinuity, operátor časové změny, Ehrenfestovy teorémy, integrály pohybu

Porovnání s klasickou fyzikou

	Klasická mechanika	**Kvantová mechanika**
popis stavu částice	souřadnice, hybnost	vlnová funkce
prostor	fázový prostor	Hilbertův prostor
stupně volnosti	6	nekonečno
fyzikální veličina	vztah (vzoreček)	operátor
co naměřím	výsledek dosazení souřadnic a hybností do vztahu	hodnotu některého vlastního čísla daného operátoru
jak často to naměřím	vždycky	pravděpodobnost je dána skalárním součinem $(\varphi, \widehat{Q}\varphi)$
co se stane se stavem částice	nic	změní se na vlastní stav naměřené hodnoty, původní stav je zcela zapomenut
vývoj stavu (pohybová rovnice)	2. Newtonův zákon, Lagrangeova rovnice, Hamiltonovy rovnice	Schrödingerova rovnice