

Mechanika kwantowa

I semestr

Problemy klasycznej fizyki nierelatywistycznej, które doprowadziły do powstania mechaniki kwantowej oraz pierwsze próby ich wyjaśnienia.

Eksperyment dyfrakcyjny. Pojęcie dualizmu korpuskularno-falowego.

Wyprowadzenie równania falowego Schrödingera z klasycznego wzoru na całkowitą energię mechaniczną cząstki; interpretacja fizyczna funkcji falowej.

Twierdzenia Ehrenfesta, przykłady.

Separacja równania Schrödingera dla potencjału stacjonarnego; równanie własne operatora Hamiltona i operatora energii. Stan stacjonarny układu fizycznego.

Warunki ciągłości funkcji falowej i jej gradientu; warunki graniczne na powierzchni nieskończonego skoku potencjału.

Cząstka w jednowymiarowej, prostokątnej, nieskończonej i skończonej studni potencjału.

Własności parzystości rozwiązań jednowymiarowego równania Schrödingera dla cząstki w studni potencjału symetrycznej względem początku układu współrzędnych.

Przestrzeń Hilberta stanów kwantowomechanicznych; iloczyn skalarny; nierówność Schwartz; operatory liniowe i funkcjonały liniowe w przestrzeni Hilberta.

Komutator operatorów liniowych i jego własności. Relacje komutacji operatorów położenia i pędu cząstki oraz innych operatorów reprezentujących zmienne dynamiczne.

Definicja operatora hermitowsko sprzężonego do operatora liniowego w przestrzeni Hilberta; własności sprzężenia hermitowskiego.

Wartości własne i wektory własne operatora hermitowskiego w przestrzeni Hilberta.

Operator unitarny w przestrzeni Hilberta.

Zupełne ortogonalne układy wektorów w przestrzeni Hilberta; rozwinięcie w szereg Fouriera.

Postulaty interpretacyjne mechaniki kwantowej.

Hermitowskość i funkcje własne operatora pędu oraz ich normalizacja w sześciennym pudełku o skończonym rozmiarze; periodyczne warunki brzegowe.

Dowód zasady nieoznaczoności Heisenberga dla obserwabli kwantowomechanicznych; przykłady zmiennych komplementarnych.

Jednowymiarowy kwantowy oscylator harmoniczny; wyprowadzenie wzoru na dozwolone poziomy energetyczne; funkcje własne energii.

Atom wodoru. Separacja dwuciałowego równania Schrödingera do równań opisujących ruch względny elektronu i jądra oraz swobodny ruch środka masy układu.

Separacja równania Schrödingera opisującego ruch względny elektronu i jądra we współrzędnych sferycznych na część radialną i kątową; degeneracja poziomów energetycznych.

Jednowymiarowe rozpraszanie cząstki na prostokątnej barierze potencjału; definicja współczynników przejścia i odbicia; zjawisko tunelowania przez barierę potencjału.

Rozpraszanie w trzech wymiarach; postać asymptotyczna fali rozproszonej na dużych odległościach; przekrój czynny na rozpraszanie.

Obrazy Schrödingera, Heisenberga i oddziaływania.

Operator ewolucji i jego rozwinięcie perturbacyjne w obrazie oddziaływania.

Symetrie w mechanice kwantowej, generatory translacji przestrzennej, czasowej i obrotów; związek symetrii układu kwantowomechanicznego z degeneracją wartości własnych energii.

Operator całkowitego momentu pędu, równania własne i dopuszczalne wartości odpowiednich liczb kwantowych i zakresy ich zmienności; reprezentacja macierzowa dla spinu $\frac{1}{2}$ i dla spinu 1.

Składanie stanów własnych momentu pędu.