

Квантова механіка. Фізичний факультет, 3 курс, 6 семестр.

Заняття №5. Математичний апарат квантової механіки: Перехід у імпульсне зображення. Одномірний рух: одномірний рух вільної частинки, рух частинки в нескінченно-глибокій прямокутній потенціальній ямі.

1. Перевірка д/з.

Перехід в імпульсне зображення.

Задачі 1-2. Знайти вид хвильової функції

a). $\psi(x) = A \exp(ik_0x)$; b). $\psi(x) = A \exp\left(ik_0x - \frac{x^2}{2a^2}\right)$ у імпульсному

представленні.

$$C(p) = (\psi_p, \psi) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_p^*(x) \psi(x) dx, \quad \psi_p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}} e^{\frac{ipx}{\hbar}}. \quad (\text{Ср. с ГКК № 1.42})$$

Задача 3. Знайти ядро оператора імпульсу в імпульсному зображенні.

2. Хвильове (тимчасове, нестационарне) рівняння Шредінгера

$$i\hbar \frac{\partial \Psi(q,t)}{\partial t} = \hat{H} \Psi(q,t),$$

де q означає набір узагальнених координат q_1, q_2, \dots, q_n , t – час.

3. Стационарний стан. Стационарне рівняння Шредінгера

$$\frac{\partial \hat{H}}{\partial t} = 0, \quad \Psi(q,t) = \psi(q) e^{-\frac{iEt}{\hbar}},$$

$$\hat{H} \psi(q) = E \psi(q).$$

3.1. Стационарне рівняння Шредінгера для частинки у постійному зовнішньому полі у координатному представленні

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi(\vec{r}) + U(\vec{r}) \psi(\vec{r}) = E \psi(\vec{r});$$

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + U(\hat{r}) = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + U(\vec{r}) - \text{гамільтоніан частинки у зовнішньому полі.}$$

3.2. Одномірне стационарне рівняння Шредінгера для частинки у постійному зовнішньому полі

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + U(x)\psi(x) = E\psi(x).$$

Задача 4. Знайти загальний розв'язок одномірного тимчасового рівняння Шредінгера для вільної частинки. (Гр. № 37).

Задача 5. Знайти енергетичні рівні і нормовані хвильові функції стаціонарних станів частинки у нескінченно-глибокій прямокутній потенціальній ямі ширини $2a$

$$U(x) = \begin{cases} 0, & |x| < a, \\ \infty, & |x| > a. \end{cases}$$

4. **Самостійна робота** (~ 20 хвилин). Робота складається з двох завдань: 1-е завдання «коштує» 10 балів, 2-е завдання 10 балів, у сумі можна набрати максимум 20 балів.

Домашнє завдання ГКК № 2.1-2.4, 2.7.

ГКК - Галицький Е.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике, 1981; Гр. - Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике, 1984