

Квантовая механика. Физический факультет, 3 курс, 6 семестр.

Занятие №5. *Математический аппарат квантовой механики: Переход в импульсное представление.*

Одномерное движение: одномерное движение свободной частицы, движение частицы в бесконечно-глубокой прямоугольной потенциальной яме.

1. Проверка д/з.

Переход в импульсное представление

Задачи 1-2. Найти вид волновой функции

a). $\psi(x) = A \exp(ik_0 x)$; b). $\psi(x) = A \exp\left(ik_0 x - \frac{x^2}{2a^2}\right)$ в импульсном представлении.

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

Задача 3. Найти ядро оператора импульса в импульсном представлении.

2. Волновое (временное, нестационарное) уравнение Шредингера

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

где q обозначает набор обобщенных координат q_1, q_2, \dots, q_n , t – время.

3. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера

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

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

3.1. Стационарное уравнение Шредингера для частицы в постоянном внешнем поле в координатном представлении

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

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + U(\hat{r}) = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + U(\vec{r}) - \text{гамильтониан частицы во внешнем поле.}$$

3.2. Одномерное стационарное уравнение Шредингера для частицы в постоянном внешнем поле

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

Задача 4. Найти общее решение одномерного временного уравнения Шредингера для свободной частицы. (Гр. № 37).

Задача 5. Найти энергетические уровни и нормированные волновые функции стационарных состояний частицы в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме ширины $2a$

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

4. **Самостоятельная работа** (~ 20 минут). Работа состоит из двух заданий: 1-е задание «стоит» 10 баллов, 2-е задание - 10 баллов, в сумме можно набрать максимум **20 баллов**.

Домашнее задание ГКК № 2.1-2.4, 2.7.

ГКК - Галицкий 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