

Занятие 4. Нахождение средних значений физических величин.

Ауд.: Л-5: задачи №№ 6.97а, 6.98, 6.99, 6.100а или Л-6: задачи №№ 5.149а, 5.150, 5.151, 5.152а.

6.97. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода имеет вид $\psi(r) = A \exp(-r/r_1)$, где A — некоторая постоянная, r_1 — первый боровский радиус. Найти:

а) наиболее вероятное расстояние между электроном и ядром;

6.98. Частица находится в сферически-симметричном потенциальном поле в стационарном состоянии $\psi = (1/\sqrt{2\pi a}) e^{-r/a}/r$, где r — расстояние от центра поля. Найти $\langle r \rangle$.

6.99. Частица массы m находится в одномерном потенциальном поле $U(x) = \kappa x^2$, где κ — положительная постоянная. Найти $\langle U \rangle$ частицы в состоянии, описываемом волновой функцией $\psi = A \exp(-\alpha x^2)$, где A и α — неизвестные постоянные.

6.100. Частица в момент $t=0$ находится в состоянии $\psi = A \exp(-x^2/a^2 + ikx)$, где A и a — некоторые постоянные. Найти:

а) $\langle x \rangle$;

Дома: Л-5: задачи №№ 6.97б, 6.100б; Л-16; Л-18 или Л-6: задачи №№ 5.149б, 5.152б.

6.97. Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода имеет вид $\psi(r) = A \exp(-r/r_1)$, где A — некоторая постоянная, r_1 — первый боровский радиус. Найти:

б) среднее значение модуля кулоновской силы, действующей на электрон;

6.100. Частица в момент $t=0$ находится в состоянии $\psi = A \exp(-x^2/a^2 + ikx)$, где A и a — некоторые постоянные. Найти:

б) $\langle p_x \rangle$ — среднее значение проекции импульса.

Ответы:

6.97. а) Вероятность нахождения электрона на расстоянии r , $r+dr$ от ядра $dP = \psi^2(r) 4\pi r^2 dr$. Из условия максимума функции dP/dr получим $r_{\text{вер}} = r_1$. б) $\langle F \rangle = 2ke^2/r_1^2$;

6.98. $\langle r \rangle = a/2$.

6.99. $\langle U \rangle = (\hbar/4) \sqrt{2\kappa/m}$.

6.100. а) $\langle x \rangle = 0$;

б) $\langle p_x \rangle = \hbar k$. При расчете следует учесть, что интеграл, у которого подынтегральная функция нечетная, равен нулю.