

Тестовое задание для диагностического тестирования по дисциплине:

Квантовая теория: Семестр 7

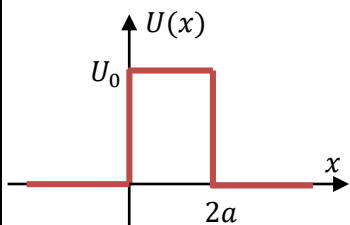
Код, направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики
Составитель	Лебедев С.Л.

№ п/п	Проверяемая компетенция	Задание	Варианты ответов	Уровень сложности вопроса	Кол-во баллов за правильный ответ
1.	ОК6 ОК7	Какое из приводимых в пунктах А) – Г) операторное выражение эквивалентно оператору $x^{-1} \frac{d^2}{dx^2} x$?	А) $\left(\frac{1}{x} + \frac{d}{dx}\right)^2$; Б) $\left(\frac{1}{x} + \frac{d}{dx}\right)\left(\frac{1}{x} - \frac{d}{dx}\right)$; В) $\left(\frac{1}{x} - \frac{d}{dx}\right)^2$; Г) $\frac{2}{x} \frac{d}{dx} + \frac{d^2}{dx^2}$	Низкий	2
2.	ОК6 ОК7	Какая из функций А) – Г) является собственной для дифференциального выражения $\left(x + \frac{d}{dx}\right)\left(-\frac{d}{dx} + x\right)$?	А) $\psi(x) = Ax$; Б) $\psi(x) = Ae^{-x}$; В) $\psi(x) = Ae^{-x^2/2}$; Г) $\psi(x) = Axe^{-x}$.	Низкий	2
3.	ОК7 ОПК3	Какое из четырёх приводимых здесь уравнений описывает эволюцию состояния квантовой системы?	А) $\frac{d}{dt} \hat{A} = \frac{\partial}{\partial t} \hat{A} + \frac{1}{i\hbar} [\hat{A}, \hat{H}]$; Б) $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = \hat{H} \Psi$; В) $\frac{\partial}{\partial t} \Psi ^2 = -\text{div } \vec{j}$; здесь $\vec{j} = \frac{-i\hbar}{2m} (\Psi^* \nabla \Psi - \Psi \nabla \Psi^*)$; Г) $\Delta E \Delta t \geq \hbar$?	Низкий	2
4.	ОК6 ОК7	Какое из приведённых уравнений является	А) $(\hat{D}(\hat{A} + i\hat{B}))^\dagger = \hat{D}(\hat{A} - i\hat{B})$;	Низкий	2

		математической основой (обобщённого) соотношения неопределённостей (\hat{A}, \hat{D} и \hat{B} - операторы трёх наблюдаемых)?	<p>Б) $[(\hat{A}\hat{B})^\dagger, \hat{D}] = \hat{B}[\hat{A}, \hat{D}] + [\hat{B}, \hat{D}]\hat{A}$;</p> <p>В) $\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A} = i\hat{D} (\neq 0)$;</p> <p>Г) $[\hat{A}, [\hat{B}, \hat{D}]] + [\hat{B}, [\hat{D}, \hat{A}]] + [\hat{D}, [\hat{A}, \hat{B}]] = 0$.</p>		
5.	ОК6 ОК7 ОПК3	Какие из перечисленных ниже соотношений являются универсальным выражением корпускулярно-волнового дуализма объектов микромира?	<p>А) $E_n = -\frac{m_e e^4}{2\hbar^2 n^2}$, здесь E_n - боровские уровни энергии электрона в атоме водорода;</p> <p>Б) $E = mc^2$, E и m - энергия и масса частицы;</p> <p>В) $\omega^2 - c^2 \vec{k}^2 = 0$, ω и \vec{k} - частота и волновой вектор фотона;</p> <p>Г) $E = \hbar\omega$, $\vec{p} = \hbar\vec{k}$ - здесь ω и \vec{k} - частота и волновой вектор, а E и \vec{p} - энергия и импульс частицы;</p>	Низкий	2
6.	ОК6 ОК7 ОПК3	Укажите среди перечисленных операторов те, которые являются эрмитовыми (считать, что все операторы являются линейными и ограниченными. «†» и «*» означают эрмитово и комплексное сопряжение соответственно).	<p>А) $\hat{A} + \hat{B}^\dagger$;</p> <p>Б) $\hat{A} + \hat{A}^\dagger$;</p> <p>В) $\hat{A}\hat{B}^\dagger\hat{B}\hat{A}^\dagger$;</p> <p>Г) $i\hat{A} - i\hat{A}^\dagger$;</p> <p>Д) $\hat{A} + \hat{A}^*$.</p>	Средний	5
7.	ОПК3	Укажите соотношения, выражающие свойство эрмитовости линейного оператора \hat{A} (векторы Ψ и Φ произвольны):	<p>А) $(\Psi, \hat{A}\Phi) = (\hat{A}^\dagger\Psi, \Phi)$;</p> <p>Б) $(\Psi, \hat{A}\Phi) = (\hat{A}\Psi, \Phi)$;</p> <p>В) $\int \Psi^*(X)\hat{A}\Phi(X)dX = \int \hat{A}^*\Psi^*(X)\Phi(X)dX$;</p> <p>Г) $(\hat{A}\Psi)^*(X) = \hat{A}\Psi^*(X)$.</p>	Средний	5
8.	ОПК3	Какое из трёх приведённых равенств представляет собой условие квантования орбитального момента количества движения по Н. Бору?	<p>А) $\vec{\ell}^2 = n^2\hbar^2, n \in \mathbb{N}$;</p> <p>Б) $\vec{\ell}^2 = l(l+1)\hbar^2, l \in \mathbb{N} \cup \{0\}$;</p> <p>В) $\ell_z = \hbar m, m \in \mathbb{Z}$.</p>	Средний	5
9.	ОПК3	Какие из перечисленных операторов не являются линейными ($\hat{I}, \hat{T}_a, \hat{K}, \hat{M}_c$ - операторы инверсии, трансляции, комплексного сопряжения и масштабного преобразования соответственно)?	<p>А) $(\hat{I} \hat{M}_c)^2$;</p> <p>Б) $(\hat{T}_a \hat{K})^2$;</p> <p>В) $\hat{M}_c \hat{I} \hat{M}_c$;</p> <p>Г) $\hat{T}_a \hat{K} \hat{T}_a$;</p> <p>Д) $\hat{I} \hat{K} \hat{T}_a$.</p>	Средний	5
10.	ОПК3	Какие из следующих формул определяют количественную меру неопределённости	<p>А) $\overline{(\Delta A)^2}_\Psi$;</p> <p>Б) $\overline{(A - \bar{A}_\Phi)^2}$;</p>	Средний	5

		значений наблюдаемой A , при условии, что квантовая система находится в состоянии, описываемом вектором Ψ ?	В) $\int \Psi^*(X)(\hat{A}-\bar{A}_\Psi)^2\Psi(X)dX;$ Г) $\overline{(A^2)}_\Psi - (\bar{A}_\Psi)^2$.		
11.	ОПКЗ	Размер $2a_B$ атома водорода порядка 0,1 нм. Считая, что электрон в атоме находится в некотором стационарном состоянии, оцените его внутриатомную скорость.	А) $1,502 \times 10^{10}$ см/с; Б) 3.112×10^8 см/с; В) $0,5 \times 10^9$ см/с; Г) $1,095 \times 10^8$ см/с;	Средний	5
12.	ОПКЗ	Пусть состояние гармонического осциллятора описывается волновой функцией $\exp(\alpha\hat{a}^+) \psi_0(x)$, где \hat{a}^+ – оператор рождения, α – комплексное число, а $\psi_0(x)$ – волновая функция основного состояния осциллятора. Собственным вектором каких из перечисленных в пунктах А)–Е) операторов является это состояние? Указание: используйте определяющие коммутационные соотношения для операторов \hat{a} и \hat{a}^+ ; можно использовать также производные коммутационные соотношения, например: $\hat{a}(\hat{a}^+)^n - (\hat{a}^+)^n\hat{a} = n(\hat{a}^+)^{n-1}$ и т.д. Операторную экспоненту следует представить в виде ряда Тэйлора.	А) \hat{a} ; Б) \hat{a}^+ ; В) $\hat{a}^+\hat{a}$; Г) $(\hat{a}^+)^2$; Д) \hat{a}^2 ; Е) \hat{H} .	Средний	5
13.	ОПКЗ	Состояние частицы описывается волновой функцией $\Psi(x) = A \exp\left(-\frac{x^2}{a^2} + ik_0x\right)$. Найти: $\overline{(p_x)}_\Psi$.	а) 0; б) \hbar/a г) $\hbar k_0$; д) $\hbar\pi/a$; е) $(\hbar/a^2 k_0)$.	Средний	5
14.	ОПКЗ	Состояние частицы описывается волновой функцией $\Psi(x) = A \exp\left(-\frac{x^2}{a^2} + ik_0x\right)$. Найти: $\overline{(x)}_\Psi$.	а) 0; б) a г) $1/k_0$; д) π/k_0 ; е) $(a^2 k_0/\pi)$.	Средний	5
15.	ОПКЗ	Средние значения наблюдаемых \hat{x} и \hat{p}_x в состоянии $\Psi(x)$ равны соответственно ξ_0 и π_0 .	А) ξ_0 и $\pi_0 - p_1$; Б) 0 и $\pi_0 - p_1$; В) 0 и $\pi_0 + p_1$; Г) ξ_0 и $\pi_0 + p_1$;	Средний	5

		Чему равны средние этих же наблюдаемых в состоянии $\exp(-ip_1x/\hbar)\Psi(x)$?			
16.	ОПКЗ	Используя данные для квантовых дефектов лития и натрия: $\Delta_s(Li) = 0,412$, $\Delta_p(Li) = 0,041$, $\Delta_s(Na) = 1,373$, $\Delta_p(Na) = 0,883$, - найдите отношение частот излучения, соответствующих головным линиям резких серий для этих атомов.	$\omega_{ГЛ}(Li)/\omega_{ГЛ}(Na) =$ А) 1,23; Б) 0,052; В) 0,879; Г) 2,51 .	Высокий	8
17.	ОПКЗ	Опишите результаты измерения наблюдаемой $\hat{l}_3 = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi}$, если квантовая система находилась в состоянии, описываемом функцией $\Psi(\varphi) = N \left(2e^{i\varphi} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{2i\varphi} - e^{-3i\varphi} \right)$.	А) Результаты измерений покажут значения $\pm\hbar, \pm 2\hbar, \pm 3\hbar$ с вероятностями $4\pi/(5\pi + 1), 1/(5\pi + 1), \pi/(5\pi + 1)$ соответственно; Б) Результаты измерений покажут значения $\pm\hbar, \pm 2\hbar, -3\hbar$ с вероятностями $4\pi/(5\pi + 1), \pi/(5\pi + 1), 1/(5\pi + 1)$ соответственно; В) Результаты измерений покажут значения $+\hbar, +2\hbar, -3\hbar$ с вероятностями $4/(5 + 1/\pi), 1/(5 + 1/\pi), \pi/(5\pi + 1)$ соответственно; Г) Результаты измерений покажут значения $+\hbar, +2\hbar, -3\hbar$ с вероятностями $4/(5 + 1/\pi), \pi/(5\pi + 1), 1/(5 + 1/\pi)$ соответственно;	Высокий	8
18.	ОПКЗ	Гамильтониан квантовой системы имеет вид: $H = \frac{p_1^2}{2m_1} + \frac{p_2^2}{2m_2} + U(x_2 - x_1)$, где p_1 и p_2 - импульсы частиц, m_1 и m_2 - их массы, а потенциальная функция $U(x_1 - x_2)$ описывает взаимодействие между ними (движение одномерное).	Сохраняющейся физической величиной является А) $(m_2x_2 + m_1x_1)/(m_2 + m_1)$; Б) $x_2 - x_1$; В) p_1 ; Г) p_2 ; Д) $p_1 + p_2$.	Высокий	8
19.	ОПКЗ	При рассеянии двух α -частиц волновая функция начального состояния описывает их свободное движение с импульсами $\vec{p} = \hbar\vec{k}$ и $\vec{p}' = \hbar\vec{k}'$ относительно лабораторной системы отсчёта. Укажите те	А) $\exp(i\vec{k}'\vec{r}_1)\exp(i\vec{k}\vec{r}_2)$; Б) $\exp(i\vec{k}\vec{r}_2)\exp(i\vec{k}'\vec{r}_1)$; В) $\exp(i(\vec{k}+\vec{k}')\vec{r}_1/2)\exp(i(\vec{k}+\vec{k}')\vec{r}_2/2)$;	Высокий	8

		<p>состояния из приведённого списка, которые нельзя использовать в качестве начального состояния квантовой системы, составленной из этих α – частиц.</p>	<p>Г) $\exp(i\vec{k}\vec{r}_1)\exp(i\vec{k}'\vec{r}_2) + \exp(i\vec{k}\vec{r}_2)\exp(i\vec{k}'\vec{r}_1)$;</p> <p>Д) $\exp(i(\vec{k}+\vec{k}')\vec{r}_1/2)\exp(i(\vec{k}-\vec{k}')\vec{r}_2/2) + \exp(i(\vec{k}'-\vec{k})\vec{r}_1/2)\exp(i(\vec{k}+\vec{k}')\vec{r}_2/2)$.</p>		
20.	ОПКЗ	<p>Частица движется в поле одномерного потенциального барьера высоты U_0 и ширины $2a$. В условиях, когда имеет место эффект надбарьерного отражения, волновая функция стационарного состояния</p>  <p>имеет вид (указать правильные варианты):</p>	<p>А) $\begin{cases} e^{ikx} + B(E)e^{-ikx}, & x < 0 \\ F(E)e^{ikx}, & x > 2a \end{cases}$, $B(E) \ll 1, F(E) \sim 1$;</p> <p>Б) $\begin{cases} e^{ikx} + B(E)e^{-ikx}, & x < 0 \\ F(E)e^{ikx}, & x > 2a \end{cases}$, $B(E) \sim 1, F(E) \ll 1$;</p> <p>В) $\begin{cases} T(E)e^{-ikx}, & x < 0 \\ e^{-ikx} + R(E)e^{ikx}, & x > 2a \end{cases}$, $R(E) \sim 1, T(E) \ll 1$;</p> <p>Г) $\begin{cases} T(E)e^{-ikx}, & x < 0 \\ e^{-ikx} + R(E)e^{ikx}, & x > 2a \end{cases}$, $R(E) \ll 1, T(E) \sim 1$;</p>	Высокий	8