





















<p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <p>1. Уравнение Шрёдингера. 2. Найти химический потенциал $\mu(T, L^2/N)$ двумерного ($\varepsilon_p = \frac{p_x^2 + p_y^2}{2m}$) идеального квантового газа.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 11</p> <p>1. Движение в центрально-симметричном поле. 2. Найти коэффициент отражения частицы от потенциальной ямы</p> $U(x) = \begin{cases} -U_0 < 0, & x \in [0, a]; \\ 0, & x \notin [0, a]. \end{cases}$ <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 2</p> <p>1. Волновая функция. 2. Вычислить химический потенциал, давление идеального ультрарелятивистского ферми-газа ($\varepsilon_p = cp$) при $T = 0$ и средний импульс частицы (в объеме V находится N частиц).</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 12</p> <p>1. Атом водорода. 2. Найти спектр энергии и волновые функции стационарных состояний системы с гамильтонианом</p> $\hat{H} = \frac{\hat{p}_1^2}{2m_1} + \frac{\hat{p}_2^2}{2m_2} + \frac{k}{2}(x_1^2 + x_2^2) + \gamma x_1 x_2, \quad \gamma < k.$ <p>Рассмотреть также частные случаи: 1) $m_1 = m_2$, 2) $m_1 \ll m_2$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 3</p> <p>1. Наблюдаемые и операторы. 2. Вычислить теплоемкость идеального бозе-газа в области температур $T - T_0 /T_0 \ll 1$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 13</p> <p>1. Тожественные частицы. Принцип Паули. 2. Состояние свободной частицы при $t = 0$ имеет вид: $\psi(0, x) = A \exp(-x^2/2a^2 + ik_0 x)$. Найти при $t > 0$ средние значения: $\langle x \rangle, \langle p_x \rangle, \langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle, \langle (p_x - \langle p_x \rangle)^2 \rangle$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 4</p> <p>1. Принцип суперпозиции. 2. Найти среднее число фотонов, средний импульс фотона, давление и теплоемкость фотонного газа в объеме V при температуре T.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 14</p> <p>1. Каноническое распределение (распределение Гиббса). 2. Найти коэффициент прохождения частицы через потенциальный барьер</p> $U(x) = \begin{cases} U_0 > 0, & x \in [0, a]; \\ 0, & x \notin [0, a]. \end{cases}$ <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 5</p> <p>1. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. 2. Вычислить большую статистическую сумму для идеального классического газа как функцию температуры T, объема V и химического потенциала μ. Найти уравнение состояния и теплоемкость системы.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 15</p> <p>1. Термодинамические параметры и потенциалы. 2. Найти спектр энергии частицы в потенциальной яме</p> $U(x) = \begin{cases} -U_0 < 0, & x < a; \\ 0, & x > a. \end{cases}$ <p>Профессор  А. В. Борисов</p>

<p style="text-align: center;">Билет № 6</p> <p>1. Изменение наблюдаемых со временем. 2. Квантовая струна эквивалентна системе бесконечного числа независимых осцилляторов с частотами $\omega, 2\omega, 3\omega, \dots$. Найти теплоемкость струны как функцию температуры T.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 16</p> <p>1. Идеальный классический газ. Распределение Больцмана. 2. В состоянии ψ с определенными L^2 и L_z, $\hat{L}^2\psi = \hbar^2\ell(\ell+1)\psi$, $\hat{L}_z\psi = \hbar m\psi$, найти средние значения $\langle \hat{L}_x \rangle$, $\langle \hat{L}_y \rangle$, $\langle \hat{L}_x \hat{L}_y \rangle$, $\langle \hat{L}_x^2 \rangle$, $\langle \hat{L}_y^2 \rangle$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 7</p> <p>1. Гармонический осциллятор. 2. Электрон движется в однородном магнитном поле $\mathbf{B}(t) = (B_0 \cos \omega t, B_0 \sin \omega t, B_1)$. При $t = 0$ он находился в состоянии с определенным значением $S_z = \hbar/2$. Найти вероятности возможных значений проекции спина на направление $\mathbf{n} = (\sin \alpha \cos \beta, \sin \alpha \sin \beta, \cos \alpha)$ при $t > 0$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 17</p> <p>1. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. 2. В основном состоянии атома водорода найти плотность вероятности различных значений импульса электрона, средние значения его кинетической и потенциальной энергии.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 8</p> <p>1. Оператор момента импульса. 2. Найти теплоемкость системы N независимых частиц, каждая из которых может находиться только на одном из двух уровней энергии $-\varepsilon_0, \varepsilon_0$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 18</p> <p>1. Распределение Ферми–Дирака. Идеальный ферми-газ. 2. Найти спектр энергии частицы в поле $U(x) = -g\delta(x)$, $g > 0$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 9</p> <p>1. Спин. 2. Гармонический осциллятор при $t = 0$ находился в состоянии $\psi(0, x) = C \exp\left[-(x-a)^2/2x_0^2 + ik_0x\right]$, где $x_0 = \sqrt{\hbar/m\omega}$, $a > 0$, $k_0 > 0$. Найти при $t > 0$ средние значения $\langle x \rangle$, $\langle p_x \rangle$, $\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle$, $\langle (p_x - \langle p_x \rangle)^2 \rangle$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 19</p> <p>1. Распределение Бозе–Эйнштейна. Идеальный бозе-газ. 2. Найти спектр энергии частицы в поле $U(x) = -g[\delta(x+a) + \delta(x-a)]$, $g > 0$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 10</p> <p>1. Уравнение Паули. 2. Найти теплоемкость системы N независимых осцилляторов частоты ω как функцию температуры T.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>	<p style="text-align: center;">Билет № 20</p> <p>1. Распределение Планка. Фотонный газ. 2. Используя уравнение Паули, найти спектр энергии электрона в постоянном однородном магнитном поле $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$, заданном вектор-потенциалом $\mathbf{A} = xB\mathbf{e}_y$.</p> <p>Профессор  А. В. Борисов</p>