

**Вступительный экзамен по физике на направлению подготовки
03.04.02 «Физика»**

- Найдите среднее значение проекции спина электрона на ось x в состоянии с нормированной волновой функцией $\psi(\mathbf{r}) = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \frac{\chi(\mathbf{r})}{\sqrt{5}}$.
- Однородный проводящий шар находится в среде с заданной проводимостью σ_0 . Плотность тока вдали от шара однородна. При каком значении проводимости шара σ в нем выделяется наибольшее количество тепла в единицу времени?
- Комплексный диэлектрический отклик (диэлектрическая проницаемость) в среде задан выражением $\epsilon(\omega) = 1 - \omega_p^2/(\omega^2 + i\omega\nu - \omega_0^2)$, где ν , ω_0 , ω_p – действительные частоты, характеризующие среду. Среда является устойчивой при $\nu > 0$. В некоторой точке среды задано электрическое поле $\vec{E} = \vec{x}_0 E_0 \sin \omega_0 t$. Чему равна плотность тока, возбуждаемого этим полем в среде? Указание: все величины заданы в системе СГС, ответ требуется дать в этой же системе.
- Записать распределение Гиббса в классической статистической физике. Определить с его помощью уравнения состояния нерелятивистского идеального газа, состоящего из N частиц без внутренней структуры. Газ находится в термостате с температурой T и занимает объем V .
- Вычислить флуктуации энтропии невырожденного нерелятивистского идеального газа материальных точек при фиксированном числе частиц и флуктуирующем объеме системы.
- Исследовать на устойчивость стационарное решение системы уравнений

$$\partial_t a = -bf, \quad \partial_t b = af^* - vb, \quad \partial_t f = ab^* - \gamma f.$$

- Найти солитон уравнения

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v^3 \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial^3 v}{\partial x^3} = 0$$

- Операторы \hat{a} и \hat{a}^\dagger удовлетворяют коммутационному соотношению $[\hat{a}, \hat{a}^\dagger] = 1$. Для гамильтониана $\hat{H} = \hbar\omega\hat{a}^\dagger\hat{a}$ найти $\hat{a}_H(t)$ и $\hat{a}_H^\dagger(t)$ – операторы \hat{a} и \hat{a}^\dagger в представлении Гейзенберга.
- Решить уравнения, порождаемые функцией Гамильтона $H = p_1p_2 + q_1q_2$. Найти соответствующую этой системе функцию Лагранжа.
- Для одномерной системы с функцией Лагранжа $L = t\sqrt{1 + \dot{q}^2}$ составить функцию Гамильтона, получить уравнения движения и решить их в явном виде.
- Используя построение Эвальда, доказать справедливость соотношения $2(\vec{k}\vec{G}) + \vec{G}^2 = 0$, где \vec{k} – волновой вектор, $\vec{G} = 2\pi\vec{H}$, а \vec{H} – вектор обратной решетки кристалла.
- Исходя из принципа плотнейших упаковок, определить коэффициенты компактности для ГЦК и ОЦК решеток.
- Кубический кристалл упруго деформируется в направлении $<100>$. Выразить коэффициент Пуассона ν через компоненты матрицы упругих коэффициентов C_{ij} .
- Существуют две общепризнанные модели возникновения собственных равновесных точечных дефектов: модель Френкеля и модель Шоттки. В чем различия этих моделей? Для каких кристаллов наиболее применима каждая из них?
- Перечислите основные механизмы движения дислокаций. При каких условиях реализуется каждый из них?
- Химически чистое железо может иметь ОЦК- и ГЦК-решетки в зависимости от режимов термообработки. Какой тип решетки будет у образца железа, если установлено, что его плотность $\rho = 7800 \text{ кг/см}^3$, а ребро элементарной ячейки $a = 0,285 \text{ нм}$?
Для справки: массовое атомное число железа $A_{Fe} = 55,84$, $N_A = 6,02 * 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
- В приближении Дебая оценить скорость звука в серебре, если известно, что температура Дебая для серебра $\theta_{Ag} = 215 \text{ K}$. Серебро имеет ГЦК-решетку, минимальное межатомное расстояние $r = 0,289 \text{ нм}$.
Для справки: $k_B = 1,38 * 10^{-23} \text{ Дж/К}$, $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

18. Диэлектрик имеет статическую диэлектрическую проницаемость $\epsilon = 3$ и $\operatorname{tg} \delta = 10^{-3}$ на частоте $\omega = 10^8$ рад/с. Какая мощность будет выделяться на этой частоте в плоском конденсаторе с таким диэлектриком при амплитуде переменного электрического поля $E_0 = 100$ В/см, если он имеет размеры $1 \times 1 \times 0,1$ см³?
19. В приближении Зоммерфельда показать, что плотность состояний для одномерного электронного газа имеет вид $G(E) = \frac{\operatorname{const}}{\sqrt{E}}$, где E – энергия.
20. Изобразите статическую вольтамперную характеристику туннельного контакта двух сверхпроводников разной природы с параметрами энергетических щелей Δ_1 и Δ_2 , причем $\Delta_1 > \Delta_2$. При каких напряжениях будет наблюдаться резкий рост тока?

Структура билета и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из 20 заданий (вопросов и задач), ответ на каждый из которых оценивается максимум в 10 баллов. Итоговая оценка формируется путем суммирования баллов за 10 задач, за которые абитуриент получил наибольшие баллы.

Максимальное количество баллов – 100.

Критерии оценивания	Оценка (баллы)
Максимально полный и точный ответ на вопрос. Верное и полное решение задачи.	10
В целом правильный ответ на вопрос, содержащий более 1-2 неточности непринципиального характера или 1 ошибку. Решение задачи содержит арифметические ошибки, не меняющие размерностей физических величин.	8-9
Ответ на вопрос частично правильный, имеются верные рассуждения, но допущены существенные ошибки. Решение задачи содержит существенные физические ошибки, при этом рассматриваемое явление на качественном уровне описано верно и с использованием адекватных приближений, основные физические законы, необходимые для решения задачи, воспроизведены верно.	6-7
Показано знание некоторых основных понятий и важнейших соотношений, относящихся к поставленному вопросу, но ответ на вопрос не сформулирован или же дан неверный ответ. Решение задачи содержит грубые физические ошибки, при этом исходные формулы, определяющие искомые величины, приведены верно.	4-5
Показано знание некоторых основных понятий и важнейших соотношений, не относящихся напрямую к поставленному вопросу, при этом ответ на вопрос не сформулирован или дан неверный ответ. Решение задачи содержит грубые физические ошибки, исходные формулы, определяющие искомые величины, приведены с ошибками.	2-3
Экзаменуемый приступил к выполнению задания. Ответ не сформулирован.	1
Экзаменуемый к выполнению задания не приступал.	0