Вступительный экзамен по физике на направление подготовки 03.04.02 «Физика»

- 1. Найдите среднее значение проекции спина электрона на ось x в состоянии с нормированной волновой функцией $\psi(\mathbf{r}) = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \frac{\chi(\mathbf{r})}{\sqrt{5}}$.
- 2. 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?
- 3. Комплексный диэлектрический отклик (диэлектрическая проницаемость) в среде задан выражением $\varepsilon(\omega) = 1 \omega_p^2/(\omega^2 + i\omega v \omega_0^2)$, где v, ω_0 , ω_p действительные частоты, характеризующие среду. Среда является устойчивой при v > 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.
- 4. 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.
- 5. Вычислить флуктуации энтропии невырожденного нерелятивистского идеального газа материальных точек при фиксированном числе частиц и флуктуирующем объеме системы.
- 6. Исследовать на устойчивость стационарное решение системы уравнений

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

7. Найти солитон уравнения

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

- 8. Операторы \hat{a} и \hat{a}^{\dagger} удовлетворяют коммутационному соотношению $\left[\hat{a},\hat{a}^{\dagger}\right]=1$. 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.
- 9. Решить уравнения, порождаемые функцией Гамильтона $H = p_1 p_2 + q_1 q_2$. Найти соответствующую этой системе функцию Лагранжа.
- 10. 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.
- 11. 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.
- 12. Исходя из принципа плотнейших упаковок, определить коэффициенты компактности для ГЦК и ОЦК решеток.
- 13. Кубический кристалл упруго деформируется в направлении <100>. Выразить коэффициент Пуассона v через компоненты матрицы упругих коэффициентов C_{ij} .
- 14. 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?
- 15. Перечислите основные механизмы движения дислокаций. При каких условиях реализуется каждый из них?
- 16. Записать формулу для электрической проводимости. Какие параметры определяют ее температурную зависимость?
- 17. Перечислите основные механизмы поляризации диэлектриков в электрических полях. В каких частотных интервалах реализуется каждый из них?
- 18. Дайте определение 1-ой зоны Бриллюэна в кристалле. Какими условиями определяются ее границы?
- 19. Дайте определение люминесценции. Перечислите основные механизмы люминесценции в кристаллах.
- 20. Температура Кюри в никеле составляет 627 К. Какова величина энергии обменного взаимодействия в пересчете на один атом? Постоянная Больцмана $k = 8,62 \times 10^{-5}$ эВ/К.