

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 1.

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
2. Электрон в периодическом потенциале. Теорема Блоха. Квазиимпульс блоховского электрона. Зоны Бриллюэна. Число состояний в зоне Бриллюэна.
3. Найти энергию и скорость Ферми при $T = 0$ К для электронов натрия. Даны плотность натрия $\rho = 0,971$ г/см³ и молярная масса 22,99 г/моль. Ответ выразить в мэВ.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 2.

1. Первое начало термодинамики. Циклические процессы.
2. Формирование зонного спектра. Приближение почти свободных электронов. Энергия Ферми и поверхность Ферми. Фермиевские электроны.
3. Закон дисперсии электрона в одномерном кристалле имеет вид $\mathcal{E}(k) = \mathcal{E}_0 \cdot (1 - \cos(k_x a))$.
Найти закон движения $x(t)$ электрона в условиях приложенного постоянного однородного внешнего электрического поля $\vec{E} = E \vec{e}_x$. Считать, что в начальный момент времени квазиимпульс электрона $p(t_0)$ равен нулю. Рассеяние отсутствует.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 3.

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
2. Динамика кристаллической решетки. Температура Дебая. Акустические и оптические ветви фононного спектра. Спектральная плотность фононов.
3. Определить температуру Дебая для железа. Скорость звука считать равной 5 км/с, плотность железа $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 4.

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.
2. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость.
3. Парамагнитная соль содержит 10^{22} ионов/см³, магнитный момент каждого иона равен $1 \mu_B$. Вычислить, насколько число ионов с магнитными моментами, параллельными магнитному полю, будет превышать число ионов с антипараллельными моментами, если величина поля составляет 10 кЭ, а температура равна 300 К

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 5.

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.
2. Магнитоупорядоченные вещества. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Ферромагнетики. Антиферромагнетики. Ферримагнетики.
3. Найти индукцию B магнитного поля, при которой имеет место электронный парамагнитный резонанс на частоте $\nu = 10^{10}$ Гц. Фактор спектроскопического расщепления для электрона $g = 2$.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 6.

1. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
2. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Внутреннее поле в диэлектрике. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты. Сегнетоэлектрики.
3. Оценить, в каких магнитных полях можно наблюдать циклотронный резонанс, если время свободного пробега $\tau \sim 10^{-13}$ с, эффективная масса $m^* = 0,1m_0$.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 7.

1. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы.
2. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Критический ток. Основные положения феноменологической теории Гинзбурга-Ландау и теории БКШ.
3. В собственном полупроводнике концентрация носителей при 400 К составляет $1,3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. При температуре 350 К концентрация уменьшается до $6,2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$. Найти ширину запрещенной зоны полупроводника E_g считая, что E_g зависит от температуры линейно.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Магистерская программа «Теория конденсированного состояния»

Билет № 8.

1. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме.
2. Полупроводники. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Функция плотности состояний. Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость положения уровня Ферми собственном полупроводнике. Оптическая и термическая активация.
3. Оценить время релаксации по энергии электронов в металле с удельным сопротивлением $2 \cdot 10^{-8} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м}$ и концентрацией свободных электронов $6 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.