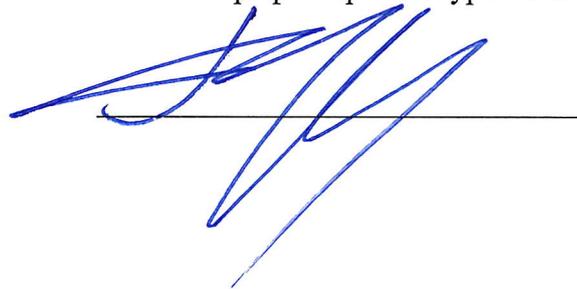


«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«ФИЗИКА КВАНТОВЫХ КООПЕРАТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ»

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 эВ.

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 $\epsilon(k) = \epsilon_0 \cdot (1 - \cos(k_x a))$. 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.

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 $\rho = 7,8$ г/см³.

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

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 $\omega = 10^{10}$ Гц. Фактор спектроскопического расщепления для электрона $g = 2$.

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 $m^* = 0,1m_0$.

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.

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 $2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и концентрацией свободных электронов $6 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.