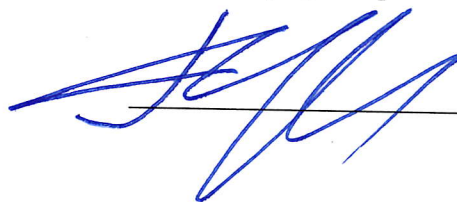


**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



---

**БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Направление подготовки 03.04.02 «Физика»**

**Магистерская программа**

**«ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»**

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 1**

1. Уравнения Блоха для явления магнитного резонанса. Время продольной и поперечной релаксации.
2. Классические методы Монте-Карло. Теоретические основы методов Монте-Карло. Алгоритм Метрополиса. Кинетический метод Монте-Карло.
3. На сколько изменится температурный сдвиг мессбауэровской линии  $\delta_T$  ядер  $^{57}\text{Fe}$  в единицах доплеровской шкалы скоростей при увеличении температуры на 100 К в области классического приближения?

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 2**

1. Основные виды формы синглетных спектральных линий в спектрах ЭПР.
2. Эффект Мессбауэра. Вероятность эффекта Мессбауэра и среднее значение квадрата смещения ядра. Общая схема ядерных превращений в эффекте Мессбауэра. Схема ядерных превращений для мессбауэровского изотопа  $^{57}\text{Fe}$  с источником  $^{57}_{26}\text{Fe}$ .
3. Рассчитать размерность Хаусдорфа-Безиковича множества  $N$  изолированных точек.

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 3**

1. Явление «насыщения по мощности» для однородно и неоднородно уширенных спектральных линий ЭПР.
2. Магнитные материалы и элементы. Магнитные свойства элементов железного ряда и их сплавов. Магнитные свойства редкоземельных элементов. Магнитные свойства наносплавов. Оксиды с ферромагнитным и антиферромагнитным взаимодействием.
3. Определить характер и мультипольность излучения  $\gamma$ -квантов для мессбауэровского перехода ядер  $^{151}\text{Eu}$ :  $7/2^+ \rightarrow 5/2^+$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 4**

1. Понятие эффективного спин-гамильтониана в спектроскопии ЭПР. Тонкая структура спектров ЭПР.
2. Функция Грина уравнения Шрёдингера. Связь электронной плотности с функцией Грина. Функция Грина свободной частицы. Координатное и импульсное представления функции Грина.
3. Определить характер и мультипольность излучения  $\gamma$ -квантов для мессбауэровского перехода ядер  $^{57}\text{Fe}$ :  $3/2^- \rightarrow 1/2^-$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 5**

1. Запишите закон Снеллиуса для падения света на среду с отрицательным показателем преломления. В каких средах возможно наблюдение отрицательной рефракции? Линза Веселаго.
2. Дебаевское и Эйнштейновское приближения колебательного спектра. Дебаевская частота и температура. Эйнштейновская частота и температура. Температурная зависимость вероятности эффекта Мессбауэра в дебаевском приближении. Вероятность эффекта и площадь мессбауэровской линии.
3. Спектр комбинационного рассеяния света монокристаллического кремния Si содержит линию со сдвигом  $\nu=520 \text{ см}^{-1}$ . Найти отношение интенсивностей стоксовой  $I_s$  и антистоксовой  $I_a$  компонент этой линии. Нарисовать спектр.

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет №6**

1. Магнитооптические эффекты Керра и Фарадея.
2. Кристаллическая решетка, базис, основные типы трехмерных решеток Браве. Базоцентрированная, объемоцентрированная, гранецентрированная. Индексы Миллера. Теплоемкость твердых тел. Фононы.
3. Оцените энергию активации примеси As в кристаллах германия, если эффективная масса электрона равна  $m^*=0.2 m$ , а относительная диэлектрическая проницаемость германия  $\epsilon=16$ . Нарисуйте расположение примесных уровней на зонной диаграмме. Считать, что вследствие кулоновского притяжения донорные уровни образуют водородоподобную серию.

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**

**Билет № 7**

1. Основные элементы установок для измерения люминесцентных характеристик. Выбор условий проведения люминесцентных измерений. Калибровка и коррекция люминесцентных измерений. Методы измерения выхода люминесценции.
2. Гиперболические метаматериалы. Точки Epsilon-Near-Zero и Epsilon-Near-Pole.
3. Используя модель бесконечной ямы определить сдвиг края полосы поглощения в полупроводниковой пленке InSb толщиной  $L=10 \text{ нм}$  по сравнению с массивным образцом, в котором  $E_g=0.18 \text{ эВ}$ . Эффективные массы электронов и дырок равны соответственно  $m_e^*=0.013m$  и  $m_h^*=0.4m$  ( $m$ -масса электрона).

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 8**

1. Мессбауэровский зеемановский секстет и его параметры. Угловые зависимости интенсивностей компонент зеемановского секстета. Основные микроскопические механизмы формирования эффективного магнитного поля в области расположения ядра.
2. Метод селективной модуляции. Метод синхронного сканирования. Сканирующая люминесцентная спектроскопия. Фазочувствительный метод регистрации люминесценции
3. Найти функцию Грина стационарного уравнения Шредингера свободной частицы в трехмерном случае. Считать, что выбрана система единиц, в которой  $\hbar^2/2m = 1$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 9**

1. Рэлеевское рассеяние. Определения дифференциального и полного сечения рассеяния. Вид индикатрисы рассеяния света малой сферической частицей, если падающая волна  
- линейно поляризована,  
- циркулярно поляризована,  
- не поляризована (естественный свет)?
2. Запрещенная зона и ее ширина в металлах, полупроводниках и диэлектриках? Методы измерения ширины запрещенной зоны.
3. Вывести формулу баллистической проводимости квантовой проволоки при низких и при конечных температурах.

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 10**

1. Определения «мягких» сред. Примеры «мягких» сред. Классификация и структура жидких кристаллов. Нематические жидкие кристаллы. Смектические жидкие кристаллы. Смектики А, В, С.
2. Физические основы магнетизма. Магнитное поле. Уравнения Максвелла. Энергия магнитного поля. Квантовая теория магнетизма. Орбитальный и спиновый моменты электрона. Теория магнетизма электрона. Электрон в твердом теле. Многоэлектронный атом.
3. На какой угол повернется плоскость поляризации линейно поляризованного света на длине волны 590 нм после прохождения через кристалл кварца толщиной 0,5 мм, если разность показателей преломления для левой и правой циркулярно поляризованных волн составляет  $7 \cdot 10^{-5}$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 11**

1. Канонические уравнения Гамильтона. Инвариантность объема в фазовом пространстве. Теорема Лиувилля.
2. Что такое метаматериалы? Как проявляется отрицательный показатель преломления? Запишите выражение для энергии световой волны, распространяющейся в метаматериале с отрицательным показателем преломления.
3. Рассчитать размерность Хаусдорфа-Безиковича отрезка длиной  $L$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 12**

1. Нелинейные колебания в однокомпонентной холодной плазме в лагранжевом и эйлеровом формализмах.
2. Характерные масштабы физических величин в «мире макромолекул». Понятие стандартного состояния в биологии. Кривая титрования, кислотность (рН) раствора. Буферные свойства раствора слабо диссоциирующих кислот.
3. По формуле Бруггемана оценить эффективную диэлектрическую проницаемость пористокремниевой пленки в оптическом диапазоне, если пористость пленки 30%, диэлектрическая проницаемость кремния 15,8.

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 13**

1. Виды люминесценции и их классификация. Поляризация люминесценции и ее свойства. Длительность люминесценции. Мгновенные спектры люминесценции.
2. Метод молекулярной динамики. Численное интегрирование уравнений движения. Способы задания начальных и граничных условий. Термостаты.
3. Найдите частоту коллективных одномерных продольных колебаний невырожденных электронов проводимости в веществе, пренебрегая их температурным разбросом. Покажите, что частота этих колебаний не зависит от амплитуды смещения электронной компоненты сплошной среды, при регулярном (однопотоковом) коллективном движении электронов. Массу электронов в веществе примите равной  $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$  кг, равновесная концентрация электронов  $n_0 = 10^{23} \text{ м}^{-3}$ , величина электрического заряда электрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 14**

1. Спиновые волны. Формирование спиновых волн в нанопроводах и наноконтактах. Управление спином атомов и молекул нанокластеров и нанопроводов. Вращение спиновой поляризации наноструктур.
2. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры.
3. Явление «насыщения по мощности» для однородно и неоднородно уширенных спектральных линий ЭПР. Нарисовать график кривой насыщения для амплитуды  $A_{pp}$  синглетной линии ЭПР для различных значений параметра неоднородности  $b \in [1; 3]$ .

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа «Физика конденсированных сред и сложных систем»**  
**Билет № 15**

1. Однородный электронный газ. Средняя энергия и давление. Электронный газ во внешнем поле. Вариационный формализм. Уравнение Томаса-Ферми.
2. Определения «мягких» сред. Примеры «мягких» сред. Классификация и структура жидких кристаллов. Нематические жидкие кристаллы. Смектические жидкие кристаллы. Смектики А, В, С.
3. Используя формулу для лорентцевой линии поглощения  $Y(H) = \Gamma^2 / (\Gamma^2 + (H - H_R)^2)$  найти ширину  $\Delta H_{pp}$  линии ЭПР (производной поглощения).