

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 1

1. Идеальные бозе- и ферми-газы. Принцип Паули.
2. Теплопроводность твёрдых тел. Электронная и решёточная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.
3. В парамагнетике с одним типом магнитных ионов магнитная восприимчивость подчиняется закону Кюри. Определить, как изменится восприимчивость, если при понижении температуры в 4 раза магнитный момент половины ионов уменьшится в 1.63 раза.

Заведующий отделением
физики твёрдого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 2

1. Теплоёмкость твёрдых тел. Решёточная теплоёмкость, модели Дебая и Эйнштейна.
2. Движение электрона в магнитном поле. Уровни Ландау. Плотность состояний.
3. В рамках водородоподобной модели примеси рассчитать радиус первой боровской орбиты и энергию ионизации мелких доноров для InSb ($\epsilon=17$, $m^*=0.013 m_0$). Оценить концентрацию примеси N^* , при которой нарушается условие слабого легирования.

Заведующий отделением
физики твёрдого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 3

1. Теплоёмкость твёрдых тел. Электронная теплоёмкость, модель идеального ферми-газа.
2. Обратная решётка. Зона Бриллюэна.
3. Найти электронную конфигурацию, g-фактор и максимальную проекцию намагниченности для атома Со и изолированных ионов Co^{3+} и Co^{2+} .

Заведующий отделением
физики твёрдого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 4

1. Уравнение Шрёдингера. Стационарные состояния.
2. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау.
3. Во сколько раз увеличится концентрация носителей заряда в собственном германии при изменении температуры от 200 К до 300 К ($E_g(T)[\text{эВ}] = 0.785 - \alpha T$)?

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 5

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения.
2. Закон дисперсии носителей заряда. Эффективная масса. Плотность состояний. Особенности ван-Хова.
3. В рамках теории БКШ оценить размер куперовской пары в сверхпроводнике с температурой сверхпроводящего перехода 20 К.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 6

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта.
2. Теорема Блоха. Квазиимпульс.
3. В области выполнения закона Мотта сопротивление сильнолегированного и сильнокомпенсированного полупроводника возрастает в 20 раз при понижении температуры с $T_1 = 4.2$ К до $T_2 = 1$ К. Оценить размер области локализации электрона, при плотности состояний на уровне Ферми $g(E_F) = 10^{18} \text{ см}^{-3} \text{ эВ}^{-1}$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 7

1. Атом водорода по Бору.
2. Колебания атомов в кристаллической решётке. Типы фононов. Фононный спектр. Колебательная плотность состояний. Температура Дебая.
3. Определить ширину запрещенной зоны полупроводника, если известно, что $E_g(T) = E_g^0 - \alpha T$, а собственные концентрации $n_i(350 \text{ K}) = 6.2 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$, $n_i(400 \text{ K}) = 1.3 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 8

1. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
2. Типы магнитного упорядочения в твёрдых телах. Законы Кюри и Кюри-Вейсса. Температура Нееля. Обменный интеграл.
3. Рассчитать энергию Ферми 2D электронного газа с концентрацией 10^{12} см^{-2} , считая, что закон дисперсии квадратичный изотропный, а $m^* = 0.05 m_0$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 9

1. Многоэлектронный атом. Электронная конфигурация. Приближения L-S и J-J-связи. Правило Хунда.
2. Статистика носителей заряда в полупроводнике с одним типом примеси.
3. Оценить максимальную частоту акустических фононов f_{max} и температуру Дебая Θ_D для одномерной одноатомной решетки (закон дисперсии $\omega(k) = 2(\beta/m)^{1/2} \cdot \sin(ka/2)$), если скорость звука $v_{\text{зв}} = 5 \cdot 10^5 \text{ см/с}$, а постоянная решетки $a = 5 \text{ \AA}$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор

А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 10

1. Кинетическое уравнение Больцмана. Приближение времени релаксации.
2. Основное состояние сверхпроводника. Куперовские пары. Волновая функция Бардина-Купера-Шриффера. Сверхпроводящая щель.
3. Построить первые четыре зоны Бриллюэна для плоской квадратной решетки.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 11

1. Ферромагнетизм. Температура Кюри. Доменная структура. Процессы намагничивания и магнитный гистерезис.
2. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике.
3. Методом Харрисона построить поверхности Ферми для двух- и трехвалентного металлов с плоской квадратной решеткой.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность «Физика конденсированного состояния вещества»

Билет № 12

1. Стационарная теория возмущений для невырожденных состояний.
2. Зонный спектр твёрдых тел. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Электроны и дырки. Поверхность Ферми.
3. Рассчитать ширину запрещенной зоны полупроводника в магнитном поле $B=10$ Тл, если известно, что $E_g(B=0)=0.1$ эВ, $m_n^*=m_p^*=0.01 m_0$, а спиновое расщепление уровней Ландау составляет половину орбитального.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор



А.Н. Васильев