Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 1

1. Формирование зонного спектра. Эффективная масса. Энергия Ферми и поверхность Ферми.
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 твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 2

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

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 3

1. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость.
2. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Зона Бриллюэна.
3. Найти электронную конфигурацию, g-фактор и максимальную проекцию магнитного момента для атома Co и изолированных ионов Co^{3+} и Co^{2+}.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 4

1. Полупроводники. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация.
2. Симметрия кристаллов. Базис. Элементарная ячейка. Решётка Браве.
3. Оценить расстояние между 2 и 3 уровнями размерного квантования в квантовой яме, образованной слоем полупроводника толщиной 10 нм с эффективной массой электронов $m^*=0.1\ m_0$., выращенным между слоями диэлектрика. Разницу между сродством к электрону в диэлектрике и полупроводнике считать бесконечной.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 5

1. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Критический ток.
2. Магнитные свойства веществ. Диамагнетизм и парамагнетизм. Гиромагнитное отношение. Закон Кюри и закон Кюри-Вейсса. 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 ($E_g(T)$[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
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 6

1. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Ферромагнетизм. Магнитные домены. Магноны. Антиферромагнетизм.
2. Размерное квантование. Двумерные, одномерные и нуль-мерные полупроводниковые структуры. Контра- и ковариантные композиционные сверхрешетки, легированные сверхрешетки.
3. В рамках теории БКШ оценить длину когерентности в сверхпроводнике с температурой сверхпроводящего перехода 20 К. Закон дисперсии электронов в нормальном состоянии считать изотропным. Скорость электронов с энергией Ферми принять равной 10^8 см/с..

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 7

1. Оптические свойства твердых тел. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Связь между поглощением и преломлением света. Соотношение Крамерса-Кронига.
2. Основные идеи теории Бардина-Купера-Шриффера. Электронные пары. Теория Гинзбурга-Ландау.
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

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 8

1. Спектры поглощения, отражения, люминесценции. Край собственного поглощения. Плазменная частота.
2. Электрические и гальваномагнитные явления в двумерных структурах. Квантовый эффект Холла.
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 радиус локализации электрона, при плотности состояний на уровне Ферми $g(E_F)=10^{18}$ см$^{-3}$эВ$^{-1}$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 9

1. Электронная конфигурация внешних оболочек атомов. Формирование кристаллической структуры из изолированных атомов. Типы связи в твердых телах.
2. Колебания атомов в кристаллической решётке. Типы фононов. Фононный спектр. Колебательная плотность состояний. Температура Дебая.
3. Определить ширину запрещенной зоны полупроводника при температуре 0 К, если известно, что $E_g(T)=E_g^0-\alpha T$, а собственные концентрации $n_i(350\ K)=6.2\cdot10^{21}$ м$^{-3}$, $n_i(400\ K)=1.3\cdot10^{22}$ м$^{-3}$.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа «Физика низких температур»

Билет № 10

1. Туннельные эффекты в сверхпроводниках. Эффект Джозефсона. Принцип действия СКВИДов.
2. Неупорядоченные среды. Ближний и дальний порядок. Сильно легированные полупроводники. Прыжковая проводимость. Закон Мотта. Щель подвижности.
3. В рамках теории БКШ найти величину энергетической щели Δ в спектре сверхпроводника с дебаевской температурой 105 К и плотностью состояний на уровне Ферми $N(0)=1.07\cdot10^{22}$ $эВ^{-1}$ при матричном элементе электрон-фононного взаимодействия $V=5\cdot10^{-35}$ эрг.

Заведующий отделением
физики твердого тела,
профессор А.Н. Васильев