

## Билеты 2017 (магистры)

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

### **Билет № 1**

1. Зонная структура электронного энергетического спектра идеального полупроводника. Электронные состояния примесей и дефектов.
2. Амбиполярная диффузия. Длина диффузии неравновесных носителей заряда.
3. Рассчитать число атомов на кубическую элементарную ячейку ГЦК структуры.

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

### **Билет № 2**

1. Теория теплоемкости твердых тел по Эйнштейну и Дебаю.
2. Невырожденный и вырожденный газ носителей заряда. Свойства.
3. По образцу германия с поперечным сечением  $b \times d = 1 \text{ мм} \times 2 \text{ мм}$  протекает ток  $0.6 \text{ А}$ . Образец помещен в поперечное магнитное поле с индукцией  $0.6 \text{ Тл}$ .  
Оценить холловское напряжение, если известно, что концентрация носителей заряда равна  $10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Холловский фактор считать равным единице.

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 3**

1. Межзонное поглощение в прямозонных полупроводниках.
2. Инжекция неосновных носителей заряда в p-n переходе.
3. Вычислить плотность тока в прямоугольном образце германия, к которому приложена разность потенциалов 1 В (размер образца вдоль приложенного поля равен  $10^{-2}$  см. Принять, что концентрации электронов и дырок одинаковы и равны  $n_i = 2,4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ , а их подвижности равны  $\mu_n = 3900 \text{ см}^2/(\text{В с})$  и  $\mu_p = 1900 \text{ см}^2/(\text{В с})$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 4**

1. Модуляционно-легированные низкоразмерные структуры.
2. Энергетическая диаграмма p-n перехода в состоянии термодинамического равновесия.
3. К полупроводнику n-типа приложено электрическое поле напряженности 10 В/см и проходит электрический ток. Оценить дрейфовую скорость электронов  $v_d$  и найти отношение дрейфовой скорости к тепловой скорости  $v_T$  при комнатной температуре, если известно, что подвижность электронов равна  $1350 \text{ см}^2/(\text{В с})$  (для оценки  $v_T$  положить эффективную массу электронов в кристалле равной массе свободного электрона в вакууме  $m_0$ ). При какой напряженности поля отношение  $v_d/v_T$  становится порядка единицы?

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 5**

1. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Рассеяние на заряженной примеси. Рассеяние на колебаниях решетки по методу потенциала деформации.
2. Колебания атомов одно- и двухатомной цепочки. Акустические и оптические фононы.
3. Плотность железа (атомный номер 56) равна  $7.9 \text{ г/см}^3$ , структура – ОЦК. Найти постоянную решетки и расстояние между ближайшими соседями (атомная единица массы= $1.66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ ).

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 6**

1. Фермионы и бозоны; примеры из физики твердого тела. Функция распределения частиц по энергии.
2. Неравновесные процессы в полупроводниках: генерация и рекомбинация, времена жизни.
3. Найти индексы Миллера плоскости, проходящей через узлы решетки алмаза  $[[100]]$ ,  $[[010]]$ ,  $[[001]]$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 7**

1. Природа химической связи в кристаллах.
2. Плотность электронных состояний в кристаллических полупроводниках.
3. Оценить минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером  $\Delta x = 10^{-8}$  см.

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 8**

1. Экситоны. Экситонное поглощение в полупроводниках.
2. Вид волновой функции электрона в кристалле. Теорема Блоха.
3. Рассчитать число атомов на кубическую элементарную ячейку ОЦК структуры.

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 9**

1. Сверхрешетки: классификация и свойства.
2. Представление об электронах и дырках в полупроводниках.
3. Построить график температурной зависимости проводимости типичного полупроводника.

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 10**

1. Гетеропереходы и приборы на их основе.
2. Основные представления физики некристаллических полупроводников.
3. Каково координационное число атома в ГЦК структуре?

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Магистерская программа "Физика полупроводников"*

**Билет № 11**

1. Квантовый размерный эффект в полупроводниках.
2. Симметрия элементарной ячейки и кристаллические системы.
3. Рассчитать длину свободного пробега электронов в GaAs, приняв подвижность электронов равной  $9000 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ . Эффективная масса электронов  $m = 0.06m_0$ ,  $T = 300 \text{ К}$ .

Заведующий отделением  
физики твердого тела  
профессор



А.Н.Васильев