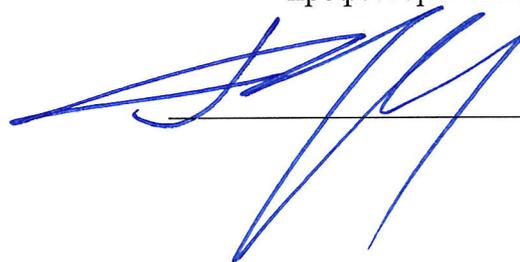


«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«ФИЗИКА НАНОСИСТЕМ»

Билет № 1

1. Мелкие уровни в гомеополярных кристаллах (водородоподобные примесные центры). Условия применимости водородоподобной модели.
2. Модель Друде-Лоренца ее применение для описания оптических свойств полупроводников.
3. Энергия 2 уровня размерного квантования в квантовой яме в арсениде галлия ($m^*=0,07m_0$) составляет 20 мэВ. Какова ширина ямы?

Билет № 2

1. Концентрации электронов и дырок в полупроводниках.
2. Механизмы поглощения света в полупроводниках.
3. Оценить численно фермиевский импульс 2D электронов с концентрацией $N_s=10^{12}\text{см}^{-2}$.

Билет № 3

1. Рекомбинация через примеси и дефекты в полупроводниках. Времена жизни в случае рекомбинации через примесный уровень.
2. Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта. Спектр энергий экситона Ванье-Мотта.
3. Рассчитать значения энергии, нарисовать схему расщепления энергетических уровней, указать разрешенные переходы (с учетом правил отбора) для случая сверхтонкого взаимодействия электрона с двумя эквивалентными протонами. Изобразить спектр ЭПР для данного случая.

Билет № 4

1. Проводимость неупорядоченных полупроводников.
2. Особенности ван Хофа. Понятие о модуляционной спектроскопии. Электро- и фотоотражение.
3. Критический радиус переноса энергии по диполь-дипольному механизму Ферстера $R_0=5$ нм. Определите критическую концентрацию молекул акцептора энергии. Чему равна константа скорости переноса энергии на расстояние $R=2,5$ нм для этого случая.

Билет № 5

1. Модель эффективной среды и эффективная диэлектрическая проницаемость гетеросистемы. Соотношения Максвелла Гарнетта и Бруггемана.
2. Спектральная сенсibilизация различных фотоэффектов в полупроводниках и диэлектриках. Два альтернативных механизма сенсibilизации: перенос энергии и перенос электрона.
3. Оцените время релаксации объемного заряда в кремнии с удельной проводимостью сопротивлением $0,01$ Ом·см.

Билет № 6

1. Фотонные кристаллы и их спектры отражения
2. Безызлучательные процессы переноса энергии электронного возбуждения. Механизм Ферстера.
3. Найдите соотношение интенсивностей стоксовой и антистоксовой линий при комбинационном рассеянии в кремнии при комнатной температуре. Величина сдвига комбинационного рассеяния света для кремния составляет 520 см⁻¹.

Билет № 7

1. Квантовый размерный эффект
2. Солитонный механизм передачи энергии и заряда. Электросолитоны и протосолитоны.
3. Вывести выражения для времени экситонной фотолуминесценции при известных температуре, временах релаксации триплетного и синглетного состояний и величине энергии синглет-триплетного расщепления.

Билет № 8

1. Экситоны в нанонитях и квантовых точках
2. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт (ЛБ), Методика синтеза пленок ЛБ и их нанесения на поверхность твердого тела.
3. Оцените энергию фотона, возникающего при рекомбинации носителей заряда в квантовой точке CdTe диаметром 4 нм. Эффективные массы электрона и дырки в CdTe составляют 0,096 и 0,63 массы электрона, ширина запрещенной зоны CdTe 1,49 эВ.

Билет № 9

1. Кинетические уравнения лазерной генерации.
2. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Процессы на поверхности во время роста.
3. Найдите длину когерентности для процесса генерации второй гармоники в GaP излучением с длиной волны 1,5 мкм. Показатели преломления на длинах волн 1,5 и 0,75 мкм составляют 3,0577 и 3,2136

Билет № 10

1. Режим синхронизации мод и сверхкороткие лазерные импульсы
2. Плотность электронных состояний в двумерном случае.
3. Как изменится концентрация электронов в собственном полупроводнике при уменьшении температуры от 300 К до 100 К? Считать, что ширина запрещенной зоны равна 1,1 эВ. Зависимостью ширины запрещенной зоны от температуры пренебречь.

Билет № 11

1. Волновое уравнение с нелинейным источником
2. Целочисленный квантовый эффект Холла.
3. Изобразите схематично спектр пропускания в средней инфракрасной области спектра (400 – 5000 см⁻¹) пленки собственного (нелегированного) германия толщиной 20 мкм. Поверхность пленки чистая (без поверхностных примесей), имеет оптическую степень полировки. Нормальное падение излучения. Прокомментируйте изображенный спектр.

Билет № 12

1. Фазовое согласование в процессах генерации гармоник
2. Оптические свойства квантовых точек.
3. Вывести выражение для вероятности переноса электронов для случая прохождения барьеров при квантовомеханическом резонансном туннелировании.

Билет № 13

1 g-фактор и его свойства.

2. Особенности решеточного поглощения в полупроводниковых кристаллах группы А3В5 и в кремнии.

3. Определите закон изменения концентрации носителей заряда от времени в полупроводнике р-типа, если после выключения источника межзонной генерации неравновесных носителей заряда темп рекомбинации

$$R = a(np - n_0p_0),$$

где $a = \text{const}$, n , p – неравновесные концентрации электронов и дырок соответственно, n_0 , p_0 – равновесные концентрации электронов и дырок соответственно.