

Оптические явления

1. Межзонное поглощение света.

- Гамильтониан взаимодействия света с электроном в полупроводнике.
- Матричный элемент взаимодействия блоховского электрона с электромагнитной волной.
- Вероятность поглощения света и коэффициент поглощения в прямозонном полупроводнике.
- Связь между амплитудой световой волны и плотностью фотонов.
- Расчёт коэффициента поглощения при разрешённых и запрещённых переходах.

2. Форма края фундаментальной полосы поглощения полупроводников с непрямыми оптическими переходами.

- Матричный элемент взаимодействия света с электроном в непрямоzonном полупроводнике.
- Расчёт коэффициента поглощения при разрешённых переходах.
- Расчёт коэффициента поглощения при запрещённых переходах.
- Внутризонное поглощение света

3. Экситонные эффекты в поглощении.

- Экспериментально наблюдаемая форма края фундаментальной полосы поглощения.
- Качественное объяснение.
- Квантово-механическая задача об экситоне большого радиуса.
- Вид спектра поглощения при учёте кулоновского взаимодействия, не приводящего к связанным состояниям. Разрешённые и запрещённые переходы.
- Вид спектра поглощения при связывании электрона и дырки в экситон.
- Влияние кулоновского взаимодействия на коэффициент непрямого поглощения света. Разрешённые и запрещённые переходы.

4. Оптическая ориентация спинов фоторождённых электронов в алмазоподобных полупроводниках.

- Сложная структура валентной зоны.
- Эффективный матричный гамильтониан для p -состояний без учёта спина.
- Эффективный гамильтониан для p -состояний, записанный с помощью оператора момента импульса.
- Эффективный гамильтониан для валентной зоны с учётом спина.
- Правила отбора при поглощении циркулярно-поляризованного света.
- Степень поляризации фоторождённых электронов.

5. Оптические свойства деформированных полупроводников.

- Определение тензора деформации.
- Макроскопика: Изменение тензора диэлектрической непроницаемости под действием деформации. Гидростатическое сжатие. Одноосная деформация.
- Микроскопика: изменение зонной структуры под действием деформации. Зона проводимости. Роль боковых долин.
- Температурная зависимость ширины запрещённой зоны.
- Сдвиг и расщепление валентной зоны алмазоподобных полупроводников.
- Поляризация краевой люминесценции в деформированных полупроводниках типа GaAs.

6. Оптические свойства полупроводников в электрическом поле.

- Поправки к тензору диэлектрической непроницаемости при приложении к кристаллу электрического поля. Эффекты Керра и Погкельса.
- Электропоглощение: качественная картина.
- Уравнение Шрёдингера для блоховского электрона в электрическом поле.
- Перекрытие волновых функций электрона и дырки под барьером.
- Коэффициент электропоглощения с экспоненциальной точностью.
- Электропоглощение в полупроводниках со сложной валентной зоной. Поляризация.
- Эффекты кулоновского взаимодействия в электропоглощении.

7. Хвосты поглощения на краю фундаментальной полосы.

- Причины появления хвостов поглощения.
- Правило Урбаха.
- Модели, описывающие хвосты поглощения.
- Метод оптимальной флуктуации.

8. Магнитооптические явления.

- Диэлектрическая проницаемость кубического кристалла в магнитном поле.
- Двулучепреломление и циркулярный дихроизм в магнитном поле.
- Эффект Фарадея.
- Магнитооптический эффект Керра. Эффект Коттона-Муттона.
- Естественная оптическая активность.
- Край фундаментальной полосы поглощения в магнитном поле.
- Гигантское зеемановское расщепление в магнитных полупроводниках.

9. Поглощение света свободными носителями тока.

- Эффект Мосса-Бурштейна.
- Межподзонные переходы в полупроводниках *p*-типа.
- Связь диэлектрической проницаемости и проводимости среды.
- Теория Друдэ. Плазменное отражение.
- Поглощение: сравнение с внутризонными переходами.
- Циклотронный резонанс. Эффект Фарадея на свободных носителях.

10. Поглощение света колебаниями решётки. Поляритоны.

- Дисперсии фотонов и фононов.
- Собственные частоты двух связанных осцилляторов.
- Дисперсии продольных и поперечных электромагнитных волн. Фононные поляритоны.
- Экситонные поляритоны.
- Поверхностные плазмон-фононные поляритоны.

11. Рассеяние света.

- Определение рассеяния света.
- Осцилляторная модель рассеяния света.
- Макроскопическая модель: рассеяние как следствие флуктуаций поляризуемости.
- Микроскопическая модель: законы сохранения при рассеянии на фононах и электронах.
- Рэлеевское рассеяние.
- Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
- Комбинационное рассеяние.
- Рассеяние на свободных носителях без и с переворотом спина.

12. Оптические переходы, связанные с примесями. Люминесценция.

- Внутримпримесные переходы.
- Переходы примесь-зона и зона-примесь.
- Форма линии фотоионизации мелкой водородоподобной примеси.
- Определение и типы люминесценции.
- Фотолюминесценция (ФЛ) при переходах зона-зона. Горячая ФЛ.
- ФЛ при переходах зона-примесь.
- Экситонная ФЛ: роль поляритонного эффекта.
- Поляризация межзонной ФЛ в алмазоподобных полупроводниках.
- Эффект Ханле.

13. Нелинейные оптические эффекты.

- Определение нелинейных оптических эффектов.
- Параметрическое преобразование и параметрическая генерация света.
- Генерация гармоник и условие фазового синхронизма.
- Самофокусировка.
- Насыщение двухуровневых переходов.
- Двухфотонное поглощение в полупроводниках.
- Нелинейность, связанная со свободными носителями в полупроводниках.

www.ioffe.ru/coherent

Lectures