

ПРОГРАММА
спецкурса кафедры квантовой электроники
"Лазерная спектроскопия элементарных возбуждений в твердом теле"

Кузнецов К.А (5 курс, 10 семестр, 36 часов)

I. Основы физики лазеров

- 1.1 Оптический квантовый генератор, условия самовозбуждения.
- 1.2 Спонтанные и вынужденные переходы. Механизмы уширения линии генерации.
- 1.3 Добротность и модовый состав резонаторов. Устойчивость резонатора (диаграмма Фокса-Ли).
- 1.4 Фильтрация продольных и поперечных мод лазера.
- 1.5 Непрерывный режим. Свободная генерация. Модуляция добротности. Синхронизация мод.

II. Лазеры (основные типы, примеры)

- 2.1 Непрерывные лазеры. Аргоновый лазер. CO₂-лазер. Полупроводниковые лазеры. Квантовый каскадный лазер
- 2.2 Импульсные лазеры. Лазер на алюмо-иттриевом гранате с модуляцией добротности. Лазеры на центрах окраски.
- 2.3 Лазеры ультракоротких импульсов (УКИ). Насыщающиеся поглотители. Фазовая самомодуляция. Фемтосекундный режим генерации титан-сапфирового лазера. Фемтосекундные волоконные лазеры.
- 2.4 Методы усиления УКИ: многопроходный усилитель, регенеративный параметрический усилитель, метод усиления «чирпированных» импульсов.
- 2.5 Генерация импульсного терагерцового излучения (фотопроводящая полупроводниковая антенна, оптическое выпрямление, оптический «пробой», квантовый каскадный лазер).
- 2.6 Принципы измерения временных характеристик УКИ (корреляционные методы).

III. Спектроскопия бозонных возбуждений.

- 3.1 Фононы. Комбинационное (Рамановское) рассеяние. Бриллюэновское рассеяние.
- 3.2 Рассеяние света на когерентных фононах (ISRS и DECP).
- 3.3 Фононные поляритоны. Рассеяние света на флуктуационных поляритонах.
- 3.4 Экситоны, экситонные поляритоны. Рамановское и бриллюэновское рассеяние в резонансе с экситонами.
- 3.5 Активная спектроскопия поляритонов. Метод когерентного антистоксового рассеяния (КАРС). Спектроскопия временного разрешения терагерцовых поляритонов.
- 3.6 Магноны. Сверхбыстрый оптомагнетизм.

IV. Спектроскопия фермионных возбуждений.

- 4.1 Диэлектрическая функция полупроводника, сингулярности Ван Хофа.
- 4.2 Модуляционная спектроскопия. Электроотражение, эффект Франца-Келдыша.
- 4.3 Электрон-фононное взаимодействие. Поляроны большого и малого радиуса. Спектры поглощения. Кинетика внутризонного поглощения света поляронами малого радиуса.

V. Поверхностные возбуждения в твердом теле.

- 5.1 Поверхностные возбуждения: фононные поляритоны, экситонные поляритоны, плазмоны, плазмон-поляритоны. Линейнооптическое возбуждение: схемы Отто и Кречмана, дифракция на решетке. Микроскоп на поверхностных плазмонах.
- 5.2 Нелинейнооптическая активная спектроскопия поверхностных возбуждений.
- 5.3 Топологические изоляторы. Фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением (ARPES).

Литература

- [1] Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский «Квазичастицы в физике конденсированного состояния», Москва, Физматлит (2005).
- [2] А.Н. Рубцов «Элементарные возбуждения в твёрдом теле», МГУ (1998).
- [3] Питер Ю, Мануэль Кардона «Основы физики полупроводников», Москва, Физматлит (2002).
- [4] Сборник «Поверхностные поляритоны». Ред. В.М. Агранович, Д.Л. Миллс, Москва, Наука (1985).
- [5] А.М. Калашникова, А.В. Кимель, Р.В. Писарев «Сверхбыстрый оптомагнетизм», УФН, 185, 1064 (2015).
- [6] В.Н. Богомолов и др. «О поляронном механизме поглощения света в кристаллах рутила», ФТТ, 9, 2077 (1967).
- [7] Н.В. Карлов «Лекции по квантовой электронике», Москва, Наука (1988).
- [8] П. Г. Крюков «Лазеры ультракоротких импульсов и их применения», Долгопрудный, Интеллект (2012).
- [9] Си-Чен Чжан, Джингджю Шю «Терагерцовая фотоника», М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований (2016).