

Краткая неофициальная версия программы учебной дисциплины

Название дисциплины	Основы лазерной спектроскопии атомов и молекул
Автор программы	Козлов Дмитрий Николаевич, канд. физ.-мат. наук, ст.н.с. ИОФ РАН
Курс	3-й курс
Модули	1 и 2 модули
Объём курса	1 лекция и 1 семинар в неделю
Элементы контроля	2 контрольные работы, устный экзамен

1. Аннотация курса

В семестровом курсе "Основы лазерной спектроскопии атомов и молекул" рассматриваются фундаментальные свойства излучения и вещества, на которых базируются его экспериментальные исследования методами лазерной спектроскопии, физические основы и техника этих методов. Курс включает в себя описание параметров энергетических состояний атомов и молекул, физических принципов работы лазеров и характеристик лазерного излучения, особенностей взаимодействия излучения с веществом, лежащих в основе различных методов лазерной спектроскопии, диагностических возможностей этих методов. Курс "Основы лазерной спектроскопии атомов и молекул" является одной из дисциплин, представляющих современные методы экспериментального исследования свойств атомных и молекулярных объектов.

Целями освоения дисциплины "Основы лазерной спектроскопии атомов и молекул" являются:

- формирование у студентов базовых профессиональных компетенций в области структуры спектров энергетических состояний атомов и молекул, строения и характеристик различных типов оптических спектров, физики лазеров, свойств лазерного излучения и методов управления его параметрами, физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, методов лазерной спектроскопии;
- приобретение студентами навыков самостоятельной работы;
- формирование у студентов подходов, основанных на полученных знаниях, позволяющих планировать и проводить научные исследования, анализировать полученные результаты;
- развитие у студентов умений, позволяющих формулировать требования к предполагаемым экспериментам по лазерной спектроскопии и проводить качественные и количественные оценки их результатов.

2. Программа курса

Курс "Основы лазерной спектроскопии атомов и молекул" охватывает следующие темы:

- общие представления о лазерной спектроскопии как направлении исследований;
- взаимодействие излучения с веществом и спектры;
- лазеры и лазерное излучение для спектроскопии;
- свойства лазерного излучения;

- энергии и термы атомов и молекул;
- спектроскопия поглощения с разрешением, ограниченным доплеровским уширением, высокочувствительные методы спектроскопии поглощения;
- спектроскопия поглощения с детектированием поглощенных фотонов: лазерного возбуждения флуоресценции, фотоакустическая, фототермическая, ионизационная, фотогальваническая;
- спектроскопия лазерно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ);
- линейная и нелинейная спектроскопия комбинационного рассеяния (когерентного антистоксова рассеяния света).

3. Элементы контроля и правила оценивания

Оценки по всем формам контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Текущий контроль предусматривает две контрольные работы в формате решения задач, выполняемые в конце, соответственно, 1-го и 2-го модулей. Контрольная работа включает письменное решение не менее пяти задач по темам пройденного материала в процессе домашней работы в течение недели.

Итоговый контроль - экзамен в конце 2-го модуля. Проводится в виде устного коллоквиума в формате представления вопроса по выбору и беседы по задачам контрольных работ.

Текущая оценка $O_{\text{текущая}}$ рассчитывается как взвешенная сумма оценок за две контрольные работы:

$$O_{\text{текущая}} = 0,5 * O_{\text{кр1}} + 0,5 * O_{\text{кр2}},$$

где каждая оценка ($O_{\text{кр1}}$ и $O_{\text{кр2}}$) выставляется по 10-ти балльной шкале. Способ округления – арифметический.

Итоговая оценка определяется соотношением

$$O_{\text{итоговая}} = 0,5 * O_{\text{текущая}} + 0,5 * O_{\text{экс}},$$

где $O_{\text{экс}}$ – оценка за экзамен.

Студенты, у которых $O_{\text{текущая}} = 9, 10$, освобождаются от устного экзамена и получают итоговую оценку 9 или 10.

4. Примеры заданий элементов контроля

Пример задачи контрольной работы 1:

Оценить диаметр пятна и длину перетяжки в фокусе линзы при фокусировке коллимированного пучка лазерного излучения ТЕМ₀₀-моды; привести численный пример.

Пример задачи контрольной работы 2:

Лазерное излучение мощностью 1 Вт периодически, в течение 10^{-2} с, направляется в кювету (длина 10 см, объем 50 см^3) с газом поглощающих молекул (сечение поглощения $\sigma = 10^{-16} \text{ см}^2$). Плотность числа молекул $2,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Молекулы имеют 3 поступательных и 3 вращательных степени свободы. Пренебрегая излучательными переходами, оценить амплитуды прироста

давления в кювете и сигнала микрофона при чувствительности микрофона 10 мВ/Па.

Примеры темы вопроса по выбору:

Спектроскопия поглощения лазерного излучения в среде.

Спектроскопия лазерно-индуцированной флуоресценции.

Спектроскопия комбинационного рассеяния света.

5. Рекомендованная литература и ссылки по теме

5.1. Основной список

1. В. Демтрёдер. Современная лазерная спектроскопия. Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2014. – 1072 с.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика. Т. 3. Квантовая механика. М.: Наука, 1974. – 752 с.
3. О. Звелто. Принципы лазеров. СПб: Издательство "Лань", 2008. – 720 с.

5.2. Дополнительный список

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т. IV. Оптика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 792 с.
2. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. М.: Наука, 1973. – 720 с.
3. Н.В. Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983. – 319 с.