

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет»
Кафедра физической химии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРИИ
К.Е. Афанасьев
_____ 2012 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОД.А.06 «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С
ВЕЩЕСТВОМ»**

*для аспирантов специальности
02.00.04 – Физическая химия*

*Квалификация (степень)
Кандидат наук*

Кемерово 2012 г.

Рабочая программа составлена на основании паспорта научной специальности 02.00.04 - физическая химия, в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 02.00.04 – «Физическая химия» по химическим наукам, и учебным планом КемГУ по основной образовательной программе аспирантской подготовки.

Составитель рабочей программы: Алукер Н.Л., доцент кафедры «Физическая химия», кандидат физико-математических наук.

Рабочая программа дисциплины
обсуждена на заседании кафедры физическая химия

Протокол № 7 от «28» 04 2012 г.

Зав. кафедрой ФХ _____ Кречетов А.Г.
(подпись) Ф. И. О

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета химического факультета
протокол № 11 от 28.05.2012

Декан химического факультета

 А.А. Мороз

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры

 М.И. Рябова

«25» 06 2012 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Взаимодействие высокоинтенсивного излучения с веществом» является детальное рассмотрение процессов возбуждения атомов, молекул и твердых тел интенсивными потоками фотонами и быстрых электронов, а также релаксационным процессам после этого возбуждения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Взаимодействие высокоинтенсивного излучения с веществом» относится к дисциплинам по выбору аспиранта.

Задачи дисциплины:

1. Детальное рассмотрение вопросов взаимодействия интенсивных потоков высокоэнергетических излучений с веществом.
2. Изучение физических принципов ядерно-физических методов, используемых в химии твердого тела.

3. Требования к знаниям и умениям

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

знать основные закономерности взаимодействия высокоэнергетического излучения с веществом;

– уметь: использовать ядерно-физические методы исследования в научной работе.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

4.1 Лекционные (теоретические) занятия

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Трудоемкость, часов
1	2	3	4
1.	Основные положения квантовой механики	Волновая функция, операторы физических величин, собственные состояния, средние значения, уравнение Шредингера, операции с вероятностями, принцип суперпозиции, симметричные и антисимметричные волновые функции, принцип Паули, волновые характеристики частиц и корпускулярные характеристики света, соотношения неопределенностей, плотность состояний.	2
2.	Возбуждение и ионизация атомов фотонами и быстрыми электронами	Возбуждение и ионизация атомов фотонами. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Характеристики вероятности оптических переходов: сечение и коэффициент поглощения, время жизни, сила осциллятора. Фотовозбуждения атомов. Схема расчета вероятности фотовозбуждения атома. Приближения: одноэлектронное, дипольное. Матричный элемент перехода. Запрещенные переходы. Правила отбора. Оценка сечения поглощения для дипольного перехода. Многофотонные переходы. Пример: лазерное разделение изотопов. Фотоионизация атомов. Схема расчета вероятности фотоионизации Приближения: одноэлектронное, дипольное, Борновское. Зависимость сечения фотоионизации от энергии фотона и порядкового номера элемента. Понятие о многоэлек-	5

		<p>тронных эффектах. Возбуждение и ионизация атомов электронами. Качественные отличия процессов возбуждения электронами и фотонами. Вероятности возбуждения и ионизации. Формула Лотца. Многоэлектронная ионизация. Потери на ионизацию и возбуждение. Релаксация возбужденных состояний изолированного атома. Электроны внешних оболочек. Электроны внутренних оболочек. характеристическое рентгеновское излучение, эффект Оже. Возбужденные состояния молекул и их релаксация Колебательные возбуждения основного состояния. Ступенчатое возбуждение. Вибронные возбуждения. Излучательный и безизлучательный переход в основное состояние: флуоресценция, фосфоресценция, безизлучательный переход. Фрагментация: переход на разрыхляющую орбиталь, переход в состояние с энергией большей энергии диссоциации.</p>	
3.	Взаимодействие фотонов и частиц с твердым телом	<p>Уравнение Шредингера для кристалла. Зонное приближение: адиабатическое, одноэлектронное. Приближения сильной и слабой связи. Энергетические зоны. Рентгеновские спектры твердых тел. Энергетические зоны в пространстве волновых векторов Зоны Бриллюэна. Приведенная зонная схема. Эффективная масса. Заполнение энергетических зон электронами. Металл диэлектрик, полупроводник Формирование зоны проводимости в металлах: частично заполненный уровень, гибридная зона. Заполнение энергетических зон электронами, распределение Ферми-Дирака, уровень Ферми. Понятие дырки. За пределами зонного приближения: сопротивление, безизлучательные переходы, поляроны, дырки, экситоны. Твердое тело - газ квазичастиц. Поляроны, экситоны, плазмоны. Электронная проводимость твердых тел. Классическая электронная теория проводимости металлов. Понятие о квантовой теории проводимости. Проводимость собственных и примесных полупроводников. Температурная зависимость проводимости. взаимодействие фотонов и частиц с твердыми телами. Спектры оптического поглощения твердых тел. Общий характер спектров поглощения: фундаментальное поглощение. Прямые и не прямые переходы. Поглощение, связанное с дефектами. Внутризонное поглощение. Ударное образование радиационных дефектов. Каскадная функция Коррелированные столкновения в атомных рядах. Фокусоны и краудионы. Каналирование.</p>	5
Итого			12

4.2. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание дисциплины	Трудоемкость, часов
1	2	3	4
1.	Основные положения квантовой механики	Функции распределения, вероятность квантовых переходов, золотое правило Ферми..	2
2.	Возбуждение и ионизация атомов фотонами и быстрыми электронами.	Преддиссоциация. Фрагментация в результате ионизации: диссоциативная ионизация, диссоциативная рекомбинация, кулоновский взрыв. Эксимерный лазер..	3
3.	Взаимодействие фотонов и частиц с твердым телом	Релаксация электронной подсистемы твердых тел. Электрон-электронная релаксация. Средняя энергия создания электронно-дырочной пары. Электрон-фононная релаксация, локализация и рекомбинация. Люминесценция. Подпороговое дефектообразование..	3
Итого			8

4.3. Лабораторные занятия - нет

4.4. Самостоятельная работа аспиранта

Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, часов
1. Основные положения квантовой механики	ψ - функция. Операторы физических величин. Собственные состояния. Средние значения. Операции с вероятностями. Принцип суперпозиции. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Вероятность квантовых переходов.	6
2. Возбуждение и ионизация атомов фотонами и быстрыми электронами.	Атом водорода. Уравнение Шредингера для атома водорода и результаты его решения: орбитали, энергетические уровни, квантовые числа. Спиновое и магнитное спиновое квантовое число. Многоэлектронные атомы. Атом гелия. Уравнение Шредингера для атома гелия, приближения, используемые для его решения: одноэлектронное приближение, метод самосогласованного поля. Одноэлектронные орбитали, их заполнение. Таблица Менделеева. Оболочки, подоболочки, электронная структура. Квантовые числа многоэлектронного атома. Атомные термы. Спин и валентность.	22
3. Взаимодействие фотонов и частиц с твердым телом	Структура твердых тел. Ближний и дальний порядок. Типы связи: ионная, ковалентная, металлическая, молекулярная, водородная. Точечные дефекты. Равновесная концентрация дефектов по Френкелю и Шоттки. Тепловые колебания в твердых телах. Приближения, используемые при описании тепловых колебаний в твердых телах: гармоническое, нормальных колебаний. Колебания струны, линейной цепочки одинаковых атомов, линейной цепочки двух видов атомов. Понятие о зоне Бриллюэна, оптических и акустических модах. Колебания трехмерной решетки. Понятие о фононах, как квазичастицах в твердом теле. Энергетический спектр электронов в кристалле. Обобщение электронов	24
Итого		52

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика. Под ред. В. И. Конова.- М.: Физматлит, 2008. - 309 с.

2. Ржевская С.В. материаловедение: учебник для вузов / С.В. Ржевская . – 4-е изд. Перер. – М.: Логос, 2004. – 421 с

Дополнительная литература:

1. Э. Хенли, Э. Джонсон.; Радиационная химия.; Атомиздат. М., 1974.
2. Л.Т. Бугаенко, М.Г. Кузьмин, Л.С. Попак.; Химия высоких энергий.; Химия. М., 1988.
3. С.Я. Пшежецкий.; Излучения в химии.; Энергоатомиздат. Москва. 1983.
4. М.А. Эланго.; Элементарные неупругие радиационные процессы.; Наука. М., 1988.
5. К. Лейман. Взаимодействие излучения с твердым телом и образование элементарных дефектов. Атомиздат. Москва, 1971.
6. Л.В. Тарасов. Физические основы квантовой электроники. Советское радио. М., 1976.
7. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир 1999
8. Н.Б. Делоне. Взаимодействие лазерного излучения с веществом .Наука. М., 1989.
9. А.И. Матвеев. Атомная физика. Высшая школа. М., 1989.
10. 6. В.С. Летохов. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах. Наука. М., 1983.

5.2. Информационное обеспечение дисциплины

1. Сайт профессора И.Н. Бекмана Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом <http://profbeckman.narod.ru/YadFiz.files/L14.pdf>
2. 2. Научная сеть <http://nature.web.ru/>
3. 3. П.Б.Фабричный, К.В.Похолок. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/radio/fabrichn2012.pdf>
4. 4. Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система (ЭБС) <http://e.lanbook.com>
5. 5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>