

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кемеровский государственный университет»

*Химический факультет*

УТВЕРЖДАЮ

Декан  
химического факультета

  
А.А. Мороз /  
« 25 » марта 2013 г.



**Рабочая программа дисциплины  
«Химия высоких энергий»**

для специальности 020101.65-Химия (цикл ОПД.В.3),

факультет	химический		
курс	4		
семестр	7		
лекции	36 часов	зачет	7 семестр
самостоятельные занятия	36 часов		
Всего часов:	72		

Составитель: Невоструев В.А.

Кемерово  
2013

Рабочая программа дисциплины «Химия высоких энергий» регионального компонента цикла ОПД.В.3 составлена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта второго поколения по специальности 020101.65 «Химия»

Рабочая программа дисциплины  
обсуждена на заседании кафедры аналитической химии

Протокол № 10 от « 18 » марта 2013 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  О.Н. Булгакова

Одобрено методической комиссией химического факультета

Протокол № 7 от « 20 » марта 2013 г.

Председатель \_\_\_\_\_  О.Н. Булгакова

## 1. Пояснительная записка

Курс «Химия высоких энергий» введен в учебный план подготовки специалистов по специальности «Химия» в качестве курса по выбору. В отличие от давно сформировавшихся классических отраслей химической науки, таких как неорганическая, аналитическая, органическая и физическая химия, химия высоких энергий (ХВЭ) является сравнительно молодой самостоятельной областью химии. Возникла она в середине XX столетия и рассматривалась как один из разделов физической химии. В настоящее время ХВЭ представляет собой самостоятельную область химических знаний и включает ряд разделов физикохимии, имеющих дело с термодинамически неравновесными явлениями и процессами, протекающими при воздействии на вещество различных физических агентов, кроме тепла. Именно последнее обстоятельство отличает химию высоких энергий от классических разделов химии. Еще одной отличительной особенностью ХВЭ является то, что в ней мы имеем дело с открытой системой.

К сожалению, обязательные федеральные компоненты ГОС ВПО не предусматривают преподавание большинства относящихся к ХВЭ разделов физикохимии, что, безусловно, обедняет знания выпускников-химиков классических университетов.

Задачей настоящего курса, исходя из вышесказанного, является первичное знакомство студентов с основами и общими закономерностями химических процессов, протекающих при взаимодействии различных видов излучений с веществом, а также в неравновесной плазме.

Целью освоения дисциплины «Химия высоких энергий» является первичное знакомство студентов с основами и общими закономерностями влияния воздействия ионизирующих излучений (ИИ) на вещества и различные материалы.

Основными видами занятий являются лекции и практические занятия. Для овладения знаниями по дисциплине студенты должны иметь базовые знания по физике, особенно по таким разделам как радиоактивность, ядерная физика, электромагнитное излучение, а также по строению вещества, термодинамике, механизмам и кинетике химических реакций.

После изучения дисциплины «Химия высоких энергий» студент должен:

- знать энергетические агенты, вызывающие при взаимодействии с веществом термодинамически неравновесные химические процессы;
- знать характерные элементарные физико-химические процессы при взаимодействии различных энергетических агентов с веществом;
- знать методы определения природы активных химических частиц, инициирующих химические процессы при воздействии различных агентов на химическую систему;
- знать единицы измерения качественных и количественных характеристик действующих агентов и химических эффектов, вызванных действием агентов на химическую систему;
- иметь представление о способах измерения энергии, потоков и интенсивностей энергетических агентов (дозиметрии, актинометрии и т. п.);
- уметь предсказывать поведение химической системы при воздействии различных агентов на химическую систему.

Для текущего контроля усвоения и углубления материала лекций предусмотрены коллоквиумы после каждого самостоятельного раздела курса, а также проведение семинарских занятий. Формой итогового контроля знаний является зачет в конце семестра.

## 2. Тематический план

№	Название и содержание разделов	Объем часов					Формы контроля
		Общий	Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			лекций	практические	лабораторные		
1	Введение. Предмет ХВЭ. Основные понятия	8	4			4 Отличительные особенности ХВЭ	
2	Взаимодействие излучений с веществом	16	8			8 Виды и свойства излучений	Коллоквиум 1
3	Методы	12	6			6	

	дозиметрии и актинометрии						
4	Первичные процессы химически активных частиц	16	8			8 Методы идентификации активных частиц	Колоквиум 2
5	Особенности кинетики процессов в ХВЭ	20	8			12 Модели неравновесной кинетики. Виды кинетики накопления конечных продуктов. Цепные и нецепные процессы	
6	Заключение	2	2				Зачет

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Содержание тем курса лекций

##### 3.1.1. Введение. Предмет курса. Основные понятия

Термодинамически равновесные и неравновесные химические системы. Энергетические агенты, используемые в ХВЭ. Способы возбуждения неравновесных химических систем: воздействие ионизирующего, ультрафиолетового и лазерного излучений на вещество. Неравновесная плазма. Внешние признаки и основные характеристики процессов ХВЭ. Разделы дисциплины ХВЭ.

##### 3.1.2. Взаимодействие излучений с веществом

Виды и свойства электромагнитных и корпускулярных излучений. Стадии процессов, индуцируемых излучениями.

Физическая стадия: передача энергии химической частице корпускулярными излучениями. Зависимость плотности передачи энергии от вида и свойств излучений и от характеристик облучаемой среды. Линейная передача энергии (ЛПЭ). Поглощение веществом энергии электромагнитного излучения (ЭМИ) оптической области. Механизмы передачи энергии электромагнитного ионизирующего излучения молекулам и атомам. Влияние характеристик среды и излучений на эффективность передачи энергии. Пространственное распределение поглощенной энергии при воздействии различных видов излучений. Основные первичные продукты, образующиеся на физической стадии.

### 3.1.3. Методы дозиметрии и актинометрии.

Понятие поглощенной и экспозиционной дозы. Мощность дозы. Единицы измерения дозы и мощности дозы. Основы физических методов: калориметры, ионизационные камеры, счетчики, термолюминесцентные дозиметры. Принципы работы каждого из видов дозиметров. Области их использования, преимущества и недостатки.

Химические методы дозиметрии. Радиационнохимический и квантовый выход. Газовые и жидкостные дозиметры. Ферросульфатный и цериевый дозиметры. Реакции промежуточных частиц при облучении указанных дозиметров. Влияние характеристик излучений на степень превращений ионов железа и церия. Области применимости химических дозиметров.

Расчетные методы дозиметрии.

Физические и химические методы актинометрии. Ферриоксалатный актинометр.

### 3.1.4. Первичные процессы химически активных частиц

Виды и свойства первичных активных частиц, получающиеся при действии света и ионизирующего излучения в различных средах. Физико-химическая стадия процессов в ХВЭ. Выравнивание температуры и неравновесной концентрации активных частиц:

рекомбинация и диффузия. Химические реакции с участием возбужденных молекул, свободных электронов и ионов, свободных радикалов. Влияние агрегатного состояния вещества на природу и реакции первичных активных частиц. Появление вторичных и третичных промежуточных продуктов.

### 3.1.5. Особенности кинетики процессов в ХВЭ

Классификация неравновесной химической кинетики. Модели химических реакций. Химическая стадия процессов в ХВЭ. Конкурирующие реакции. Способы определения абсолютных и относительных констант скоростей реакций с участием промежуточных продуктов. Метод стационарных концентраций (МСК). Критерии достижения стационарных концентраций. Преимущества и недостатки использования МСК.

### 3.1.6. Заключение

Перспективы развития химии высоких энергий. Примеры фотохимических и радиационнохимических технологий, их преимущества и недостатки.

## 3.2. Содержание практических занятий

А). Определение относительных пробегов заряженных частиц с одинаковой энергией в каком либо материале:

- протонов и дейтронов;
- дейтронов и альфа частиц.

Расчет эффективного порядкового номера сложных веществ и эффективной энергии рентгеновских лучей.

Б). Расчет поглощенной дозы в веществе по энергии и току заряженных частиц. Пересчет поглощенной дозы в химическом дозиметре к дозе, поглощенном в другом материале, при облучении ЭМИ с различной энергией.

## 4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Список основной литературы

1. Бугаенко, Л. Т. Химия высоких энергий /Л.Т.Бугаенко, М.Г.Кузьмин, Л.С.Полак. – М.: Химия, 1988. – 368 с.

Сведения об учебниках			Кол-во экземпляров
Наименование	Авторы	Год издания	20
Химия высоких энергий	Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак Л.С.	1988	

#### Дополнительная литература

1. Пикаев, А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы / А.К.Пикаев. М.: Наука, 1985. – 375 с.

2. Окабе, Х. Фотохимия малых молекул / Х. Окабе. М.: Мир, 1981. – 500 с.

3. Пикаев, А.К. Дозиметрия в радиационной химии / А.К.Пикаев. М.: Наука, 1975. – 312 с.

4. Полак, Л.С. Теоретическая и прикладная плазмохимия / Л.С. Полак, А.А. Овсянников, Д.И. Словецкий, Ф.Б. Вурзель. М.: Наука, 1979. – 270 с.

### **5. Формы текущего, промежуточного и рубежного контроля**

#### *5.1. Вопросы и задания для индивидуальной и самостоятельной работы*

1). Охарактеризуйте движущие силы химических процессов в ХВЭ и классической химии.

2). Перечислите основные особенности процессов в ХВЭ, отличающие ее от классической химии.

3). Дайте краткую характеристику энергетических агентов, инициирующих химические процессы в ХВЭ.

4). Назовите разделы химии, бесспорно относящиеся к ХВЭ.

5). Какие разделы химии Вы бы отнесли к промежуточным между ХВЭ и классической химией. Обоснуйте ответ.



6). Что общего между фотохимией и радиационной химией? Какое различие между ними?

7). Перечислите виды ионизирующих излучений (ИИ) и их источники.

8). Дайте качественные и количественные характеристики радиоактивных излучений.

9). Назовите достоинства и недостатки изотопных и аппаратурных источников ИИ.

9). Перечислите основные первичные продукты физической стадии взаимодействия ИИ с веществом.

10). Какие физические методы используются для идентификации и количественного определения заряженных первичных продуктов?

11). Какие физические методы используются для идентификации и количественного определения нейтральных первичных продуктов?

### *5.2. Примерный перечень вопросов к коллоквиумам и зачету*

1). Обоснуйте причины выделения ХВЭ в отдельный раздел химической науки.

2). Почему действие большого круга энергетических агентов на вещество нарушает термодинамическое равновесие системы? В чем выражается это нарушение?

3). Пользуясь формулой Бете-Блоха, поясните, какие свойства среды, и какие свойства излучений определяют проникающую способность заряженных частиц.

4). Почему и как влияет ЛПЭ на направление химических реакций?

5). Какие виды взаимодействия ЭМИ с разной энергией квантов с веществом приводят к поглощению энергии излучения?

6). Как зависит коэффициент поглощения ЭМИ от энергии излучения для легких и тяжелых элементов?

7). Как рассчитывают коэффициент поглощения ЭМИ сложного вещества при разных энергиях излучения? Почему для тормозного рентгеновского излучения используют эффективный коэффициент поглощения? Как его можно определить?

8). Чем отличается коэффициент поглощения ЭМИ от коэффициента ослабления? В каких расчетах используется тот или иной коэффициент?

9). Объясните принцип работы термолюминесцентного дозиметра (ТЛД). Какие источники ошибок могут быть при работе с ТЛД?

- 10). Способы определения экспозиционной дозы.
- 11). Напишите реакции, протекающие в ферросульфатном и цериевом дозиметрах.
- 12). Почему в радиобиологии используются другие единицы измерения дозы, а не те, которые приняты в радиационной химии и физике?
- 13). На какие реакции физико-химической стадии и как влияет агрегатное состояние облучаемого вещества?
- 14). Какие доказательства природы первичных активных продуктов можете привести?
- 15). Приведите характерные реакции свободных электронов в водных растворах и неорганических кристаллах.
- 16). Приведите характерные реакции свободных радикалов в полярных и неполярных органических соединениях.
- 17). Критерии установления стационарного режима протекания реакций промежуточных продуктов.
- 18). Достоинства и недостатки метода стационарных концентраций.
- 19). Способы определения абсолютных констант скоростей реакций промежуточных продуктов.
- 20). Примеры фотохимических и радиационнохимических технологических процессов.