

**Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова**

Химический факультет

**Программа «Современные проблемы химии
(для научно-педагогических работников образовательных организаций
системы высшего образования)»**

Цель программы:

Программа «Современные проблемы химии (для научно-педагогических работников образовательных организаций системы высшего образования)» предусматривает предоставление информации и освоение слушателями современных достижений и новых методик в области химической науки и преподавания отдельных разделов современной химии в образовательных организациях системы высшего образования.

Программа направлена на повышение квалификации научно-педагогических работников образовательных организаций системы высшего образования. Слушателями программы могут быть также сотрудники с высшим химическим образованием научных и научно-производственных организаций.

Занятия проводятся в интерактивной форме; контроль усвоения материала реализуется через систему дистанционного обучения (см. сайт <http://vle3.chem.msu.ru/>), которая разработана на химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Программа разработана в соответствии с Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» профессорами и ведущими специалистами кафедр химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендована для системы дополнительного профессионального образования.

Профессиональные компетенции специалистов

По итогам обучения слушатель программы ДПО «Современные проблемы химии (для научно-педагогических работников образовательных организаций системы высшего профессионального образования)» должен обладать следующими компетенциями:

готовностью использовать современные достижения химической науки в общих и специализированных учебных курсах;

способностью корректировать программы учебных курсов с учетом актуальных направлений развития химии и представлять соответствующую информацию в виде учебных материалов, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

способностью выбирать и использовать современные образовательные технологии,

разрабатывать комплексное методическое обеспечение преподаваемых учебных дисциплин в области химии и смежных дисциплин;

владением навыками изложения традиционных разделов химии с учетом инновационных разработок в области химии и методики ее преподавания.

Планируемые результаты освоения образовательной программы:

Слушатели должны **знать:**

- 1 современное состояние исследований и последние достижения в избранных областях химической науки.

Слушатели должны **уметь:**

- 1 критически анализировать и оценивать современные научные достижения в избранной области химии и междисциплинарных областях;
- 2 представлять полученную информацию в виде учебных материалов, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- 3 выбирать и эффективно использовать современные образовательные технологии, разрабатывать комплексное методическое обеспечение преподаваемых учебных дисциплин в области химии и смежных дисциплин.

Слушатели должны **владеть:**

- 1 навыками представления современных достижений химической науки в общих и специализированных учебных курсах;
- 2 навыками изложения традиционных разделов химии с учетом инновационных разработок в области химии и методики ее преподавания.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме опроса (Оп). Предусмотрены следующие формы **промежуточного контроля** успеваемости:

- 1 контрольная работа (КР);
- 2 реферат (Р);
3. расчетно-графическое задание в форме презентации к лекции или контрольно-измерительных материалов по заданной теме (РГЗ);
4. тестирование (Т).

В зависимости от курса, преподаватель выбирает одну из перечисленных выше форм промежуточного контроля.

Итоговая аттестация проводится по рейтинговой системе оценивания (РС).

Модуль «Актуальные направления развития химии»

Курс I. «Зеленая» химия

I.1. «Зеленая» химия как новая философия химии и раздел науки. Понятие устойчивого развития и роль химии в его осуществлении. «Зеленая» химия как основа мировоззрения химиков. «Зеленая» химия и ее разделы как часть химической науки. Основные понятия «зеленой» химии. Количественные показатели в «зеленой» химии. Анализ жизненного цикла продукта и процесса как необходимая часть оценки химических продуктов и процессов

I.2. Методы реализации процессов «Зеленой» химии. Способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии: катализ, «зеленые» растворители,

реакции без растворителей, возобновляемые источники химических продуктов и энергии вместо ископаемых. Примеры повышения селективности и атомной эффективности промышленных процессов. Дизайн процессов на принципах «Зеленой» химии.

I.3. Катализ как одна из основ «зеленой» химии. Развитие каталитических процессов в нефтехимии и в тонком органическом синтезе. Принципы повышения селективности и атомной эффективности. Реакции метатезиса в синтезе и полимеризации, именные реакции с применением палладиевых комплексов для получения новых и востребованных химических продуктов. Катализ в получении оптических изомеров. Принципы создания новых каталитических процессов и примеры реализованных процессов

Структура и содержание курса «Зеленая» химия

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
I.1	«Зеленая» химия как новая философия химии и раздел науки	3	2	1	Оп.
I.2	Методы реализации процессов «Зеленой» химии	3	2	1	Оп
I.3	Катализ как одна из основ «зеленой» химии	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					Р, Т
ИТОГО		12	6	6	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Green Chemistry, Theory and Practice, P. Anastas, J.C. Warner, Eds.; Oxford University Press: Oxford, 1998.
2. 1-st International IUPAC conference on green-sustainable chemistry. Proceedings. 2006, 450 с.
3. Зеленая химия в России. Сб. статей. Под ред. В.В.Лунина, П.Тундо, Е.С.Локтевой. М.: Изд.Моск.ун-та, 2004, 230 с.
4. Кустов Л.М., Белецкая И.П. Green Chemistry – новое мышление. Российский Химический Журнал.- 2004, т. 48, №6, с. 3-12

Дополнительная:

1. Петросян В.С., Современные проблемы экотоксикологии, в «Связь времён», т.2, МГВП КОКС, М., 2002, стр. 408-423.
2. Белецкая И.П., Кустов Л.М. Катализ — важнейший инструмент "зеленой химии", Успехи химии, 2010, Т. 79, № 6, С. 493-515

Курс II. Актуальные направления развития нефтехимии

II.1. Современные тенденции развития российской нефтехимии

II.2. Роль нефтепереработки в топливно-энергетическом комплексе Российской Федерации. Производство основных видов энергоносителей. Требования, предъявляемые к современным топливам. Крупнейшие вертикально-интегрированные нефтяные компании.

II.3. Новые технологии, лежащие в основе производства продукции, соответствующей мировым стандартам. Роль вторичных процессов в увеличении глубины переработки нефти. Особенности строительства и модернизации российских НПЗ на современном этапе.

Структура и содержание курса «Актуальные направления развития нефтехимии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
II.1	Современные тенденции развития российской нефтехимии	3	2	1	Оп
II.2	Роль нефтепереработки в топливно-энергетическом комплексе Российской Федерации	3	2	1	Оп
II.3	Новые технологии, лежащие в основе производства продукции, соответствующей мировым стандартам	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					Р, Т
ИТОГО		12	6	6	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Капустин В.М., Рудин М.Г. Химия и технология переработки нефти, М: Химия. 2013
2. Тимофеев, В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высш. шк. 2003
3. Ахметов С. А. Ишмияров, М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых. – СПб: Недра, 2009

Дополнительная:

1. Handbook of Petrochemical Processes. R.A.Meyers (editor). McGraw-Hill. 2006

Курс III. Актуальные направления развития физической химии

III.1. Расчеты фазовых и химических равновесий. Преподавание в курсе физической

химии и использование при решении научных и практических задач.

III.2. Нанокатализ. XXI век. Молекулярный и гетерогенный катализ. Нанесенные металлические и оксидные катализаторы. Зависимость активности, селективности и стабильности катализаторов от размеров активной фазы. Современные нанокаталитические технологии.

III.3. Синхротронное излучение (СИ) в химии. Выработка СИ на электронных ускорителях, взаимодействие излучения с веществом. Использование СИ в УФ- и рентгеновской спектроскопии, в рентгеновской дифракции. Возможности физических методов на синхротронном излучении в решении химических задач.

Структура и содержание курса «Актуальные направления развития физической химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
III.1	Расчеты фазовых и химических равновесий	3	2	1	Оп
III.2	Нанокатализ. XXI век	3	2	1	Оп
III.3	Синхротронное излучение (СИ) в химии	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					Р, Т
ИТОГО		12	6	6	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013
2. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014
3. Еремин В.В., Дроздов А.А. Нанохимия и нанотехнология. М.: Дрофа, 2009
4. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ (под редакцией Л.А.Асланова). Издательство М.: Физматлит. 2007

Дополнительная:

1. Воронин Г.Ф. Расчеты фазовых и химических равновесий в сложных системах. В сб. "Физическая химия. Современные проблемы". Под ред. Я. М. Колотыркина. М: Химия, 1984, С. 112-143.
2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006

Курс IV. Актуальные направления развития радиохимии

IV.1. Радионуклидная диагностика в медицине. Понятие радиофармацевтического препарата (РФП). Выбор радионуклидов для РФП. Фармакодинамика и фармакокинетика. Диагностические методы и их возможности. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Планарная сцинтиграфия. Ультракороткоживущие радионуклиды для ПЭТ. Синтез РФП для ПЭТ.

IV.2. Радиоактивные индикаторы в биохимии и физической химии. Одним из важных современных направлений развития химии является анализ поведения вещества в сложной многокомпонентной системе, включая поверхностный слой и объекты живой природы. В лекции будут рассмотрены основные достижения в области применения изотопномеченных веществ для контроля их поведения в таких системах. Будут обсуждены основные принципы выбора радиоактивного индикатора для ряда случаев их использования, способы введения радиоактивной метки в вещество и основные наиболее важные результаты, достигнутые в разных областях химии.

IV.3. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов. Теоретические основы эффекта Мессбауэра (ядерного гамма-резонанса) и основные параметры мессбауэровских спектров. Сверхтонкие параметры мессбауэровских спектров. Изомерный химический сдвиг (δ). Квадрупольное расщепление (Δ). Магнитное (зеemanовское) расщепление ядерных уровней. Исследование «быстрых процессов» методом мессбауэровской спектроскопии. Мессбауэровская спектроскопия на ядрах примесных атомов ^{119}Sn .

Структура и содержание курса «Актуальные направления развития радиохимии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
IV.1	Радионуклидная диагностика в медицине	3	2	1	Оп
IV.2	Радиоактивные индикаторы в биохимии и физической химии	3	2	1	Оп
IV.3	Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					Р, Т
ИТОГО		12	6	6	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиохимия. М.: Лань. 2013, 304 с.

2. Абрамов А.А., Афанасов М.И., Попков В.А.. Получение радионуклидов. Короткоживущие изотопы и их использование в медицине и технике. М.: Изд. МГУ, 2010, 46 с
3. Кодина Г.Е., Красикова Р.Н. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины. М.: Издательский дом МЭИ. 2014. 282 с
4. Химические применения мессбауэровской спектроскопии. Под ред. Гольданского В.И., Крижановского Л.И., Храпова В.В. - М.: Мир, 1970
5. <http://radiochemistry-msu.ru/images/documents/fabrichn2012.pdf>

Дополнительная:

1. Л.А.Баратова, Е.Н.Богачева, В.И.Гольданский, В.А.Колб, А.С.Спирин, А.В.Шишков. Третье издание планиграфия биологических макромолекул. М., Наука, 1999. 175 с
2. R.E. Vandenberghe, E. De Grave. In: Mössbauer Spectroscopy Applied to Inorganic Chemistry. N.Y.: Plenum Press. 1989. V. 3. P. 59.
3. <http://radiochemistry-msu.ru/images/documents/booklet.pdf>

Курс V. Актуальные направления развития коллоидной химии. Физико-химическая механика

V.1. Основные проблемы физико-химической механики. Прочность идеальных и реальных твердых тел. Связь прочности и поверхностной энергии реальных твердых тел. Взаимодействие границ зерен с поверхностно-активными жидкостями. Смачивание внутренних границ раздела в поликристаллах.

V.2. Эффект Ребиндера. Формы проявления эффекта Ребиндера: адсорбционное понижение прочности, пластифицирование, самопроизвольное диспергирование. Жидкометаллическая хрупкость. Эффект Ребиндера на телах с различным типом связи: ионные и ковалентные кристаллы, металлы, органические кристаллы. Особенности проявления эффекта на полимерах. Приложения эффекта Ребиндера: облегчение диспергирования и обработки, понизители твердости в бурении.

V.3. Физико-химическая геомеханика. Эффект Ребиндера в природе. Литосфера как дисперсная система. Роль жидких межзеренных прослоек в деформации и разрушении горных пород и в процессах метаморфизма. Экология земной коры.

Структура и содержание курса «Актуальные направления развития коллоидной химии. Физико-химическая механика»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
V.1	Основные проблемы физико-химической механики	3	2	1	Оп
V.2	Эффект Ребиндера	3	2	1	Оп

V.3	Физико-химическая геомеханика. Эффект Ребиндера в природе	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					Р, Т
ИТОГО		12	6	6	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Наука. 1979
2. Бокштейн Б.С., Копецкий Ч.В., Швиндлерман Л.С. Термодинамика и кинетика границ зерен в металлах. М., Металлургия, 1986
3. Траскин В. Ю., Скворцова З. Н. Эффект Ребиндера в геодинамических процессах в сб. «Флюиды и геодинамика», «Наука», М., 2006

Дополнительная:

1. Бутягин П.Ю. Химическая физика твердого тела. М., Изд-во МГУ, 2006
2. Волынский А.Л. Эффект Ребиндера в полимерах. Природа. № 11. 2006

Модуль «Современные проблемы химии»

Курс I. Современные проблемы неорганической химии

I.1 Модели химической связи и строение неорганических молекул. Основные методы и подходы, используемые для описания химической связи: концепция Льюиса, метод валентных связей (МВС), метод молекулярных орбиталей (ММО), модель Гиллеспи (МОЭПВО). Типы химической связи. Понятие о гибридизации. Геометрия ионов и молекул, направленность и локализация связи.

I.2 Окислительно-восстановительные процессы. Взаимосвязь химической и электрической работ, электрохимическая ячейка – гальванический элемент и электролитическая ячейка. Понятие стандартного электродного потенциала, ЭДС реакции. Стандартное изменение энергии Гиббса для окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера, Фроста.

I.3 Галогены. Основные закономерности в изменении свойств простых веществ, водородных соединений галогенов (галогеноводородов), кислородных соединений галогенов, оксокислот галогенов, межгалогенных соединений и причины данных изменений. Основные способы получения перечисленных классов соединений галогенов в промышленности и лаборатории.

I.4 Синтезы и практические работы по теме «Галогены». При проведении практических занятий необходимо использовать опыты, показывающие наиболее важные и характерные свойства изучаемых соединений. В качестве примера предложены несколько синтезов по теме «Галогены», при выполнении которых будут выполнены как синтезы конкретных соединений, так и будут изучены характерные реакции для данного класса соединений.

I.5 Природные ископаемые. Вскрытие руд. Основные способы промышленной переработки природного сырья и разделения катионов металлов. Фторидный, сульфатный,

щелочной метод вскрытия руд, восстановительное хлорирование оксидных руд. Рассмотрение всех основных типов вскрытия на одном занятии позволяет в дальнейшем обращать внимание на тонкости переработки уже конкретных металлов.

I.6 Комплексные соединения. Основные понятия и номенклатура комплексных соединений. Типы изомерии. Основные методы, описывающие хим.связь в комплексных соединениях – МВС, ТКП, ММО. Недостатки и достоинства каждого метода. Магнитные свойства частиц.Окраска комплексных соединений.

I.7 Химия элементов 6 группы. Изменение свойств по группе при переходе от Cr к W. Сходство и отличие в изменении свойств по 6 группе от элементов 16 группы, причины данного отличия. Отличие соединений хрома от соединений молибдена и вольфрама. Соединения молибдена и вольфрама: изо- и гетерополисоединения, сини, бронзы.

I.8 Синтезы и практические работы по теме «d-элементы». При проведении практических занятий необходимо использовать опыты, показывающие наиболее важные и характерные свойства изучаемых соединений. В качестве примера предложены несколько синтезов соединений переходных металлов, при выполнении которых будут выполнены как синтезы конкретных соединений, так и будут изучены характерные реакции для данного класса соединений.

I.9 Методы исследования соединений. Методы исследования, наиболее часто используемые в неорганической химии, многие из которых могут быть использованы студентами 1 курса при выполнении курсовых работ по неорганической химии. Дифракционные методы, магнитохимия, спектральные методы исследования – ЯМР, ЯКР, ЭПР, ИК, КР, УФ-видимая спектроскопия, термический анализ. Область применения данных методов анализа и получаемая информация.

Структура и содержание курса «Современные проблемы неорганической химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
I.1	Модели химической связи и строение неорганических молекул.	4	2	2	Оп
I.2	Окислительно-восстановительные процессы.	4	2	2	Оп
I.3	Галогены.	3	2	1	Оп
I.4	Синтезы и практические работы по теме «Галогены».	3	2	1	Оп
I.5	Природные ископаемые. Вскрытие руд.	3	2	1	Оп
I.6	Комплексные соединения.	3	2	1	Оп
I.7	Химия элементов 6 группы.	3	2	1	Оп
I.8	Синтезы и практические работы по теме «d-элементы».	3	2	1	Оп
I.9	Методы исследования соединений.	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Тамм М.Е., Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии. М. Академия. 2007.
2. Дроздов А.А., Зломанов В.П., Мазо Г.Н., Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.2: Химия непереходных элементов. М. Академия. 2007.
3. Дроздов А.А., Зломанов В.П., Мазо Г.Н., Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.3 (в 2-х кн.): Химия переходных элементов. М. Академия. 2007.
4. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов. В 2-х т. М. Химия. 2001. 1055 с.
5. Ардашникова Е.И., Мазо Г.Н., Тамм М.Е. Вопросы и задачи к курсу неорганической химии. М. МГУ. 2000. 96 с.
6. Ардашникова Е.И., Мазо Г.Н., Тамм М.Е. Сборник задач по неорганической химии./ Под ред. Ю.Д. Третьякова. М. Академия. 2008. 208 с.
7. Корнев Ю.М., Григорьев А.Н., Желиговская Н.Н., Дунаева К.М. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии с ответами и решениями. / Под ред. Ю.Д.Третьякова. М. Мир. 2004. 368 с.
8. Алешин В.А., Дунаева К.М., Жиров А.И., Киселев Ю.М., Корнев Ю.М., Субботина Н.А., Тамм М.Е. Практикум по неорганической химии. / Под ред. Ю.Д.Третьякова. М. Академия. 2004. 384 с.

Дополнительная:

1. Турова Н.Я.. Неорганическая химия в таблицах. М. ЧеРо. 2002. 140 с.
2. Гринвуд Н., А. Эрншо. Химия элементов. Перевод с английского. М. Бином. Лаборатория знаний. 2011.
3. Хьюи Дж.. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. Перевод с английского. М. Химия. 1987. 696 с.
4. Housecroft C.E.and A.G. Sharpe. Inorganic Chemistry. Edinburgh. Pearson Education Limited. 2005. 949 p.
5. Коттон Ф., Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия. В 3-х т. М.Мир. 1969.
6. Руководство по неорганическому синтезу. В 6 т. Под. Ред. Г.М.Брауэра. М.Мир. 1985-1986.
7. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В 2-х т. Перевод с английского. М.Мир. 2004.

Курс II. Современные проблемы аналитической химии

II.1 Современные варианты жидкостной хроматографии. Жидкостная хроматография. Принцип метода. Определяемые вещества. Аналитические характеристики современной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Аппаратура. Колонки. Детекторы и их выбор. Пробоподготовка. Адсорбционная жидкостная хроматография (ЖАХ). Основные представления о механизме

ЖАХ. Подвижные и неподвижные фазы. Нормально-фазовая ЖАХ. Области применения. Обратенно-фазовая хроматография на модифицированных сорбентах. Получение сорбентов для ВЭЖХ, их характеристики. Механизм удерживания. Области применения. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Варианты ионной хроматографии. Неподвижные фазы и элюенты. Использование ионной хроматографии для анализа различных объектов.

II.2. Электросепарационные методы анализа. Теоретические основы методов. Электроосмотический поток (ЭОП). Факторы, влияющие на направление и скорость ЭОП. Электрофоретическая подвижность ионов, факторы. Влияющие на нее. Аппаратура. Детекторы. Модифицирование капилляра. Варианты электросепарационных методов: капиллярный зонный электрофорез, мицеллярная электрокинетическая хроматография, капиллярная электрохроматография, изоэлектрофокусирование. Сравнение электросепарационных методов и ВЭЖХ.

II.3. Методы рентгеновской спектроскопии. Классификация методов рентгеновской спектроскопии (рентгеновская эмиссия, абсорбция, флуоресценция). Понятия рентгено-спектрального анализа (РСА). Классификация методов РСА по способу генерации рентгеновского излучения. Правила отбора. Выход рентгеновской флуоресценции (РФА). Метрологические характеристики методов рентгено-спектрального анализа. Качественный и количественный рентгено-спектральный анализ. Отбор и подготовка образцов для анализа. Количественный анализ.

II.4. Методы электронной спектроскопии. Понятие электронного спектра. Классификация методов электронной спектроскопии. Особенности анализа поверхности твердого тела. Схема электронного спектрометра. Техника получения высокого вакуума. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка, синхротронное излучение). Характеристики энергоанализаторов. Детекторы излучения. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Энергии связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона. Качественный анализ. Спектры основных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных уровней. Химические сдвиги в РФЭС. Количественный анализ. Послойный анализ. Оже-электронная спектроскопия. Принципы и область применения.

II.5. Люминесцентный анализ. Основы люминесцентной спектроскопии. Флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция. Квантовый выход. Интенсивность люминесценции и концентрация люминофора. Сенсibilизированная люминесценция. Люминесцентный анализ неорганических и органических веществ. Применение сенсibilизированной люминесценции для анализа многокомпонентных систем. Производная флуоресцентная спектроскопия. Спектроскопия диффузного отражения. Оптико-акустическая спектроскопия. Термолинзовая спектроскопия. Спектроскопия внутреннего отражения. Принципы методов, границы их применимости, аппаратурное оформление, важнейшие метрологические характеристики.

II.6. Масс-спектрометрические методы анализа. Теоретические основы масс-спектрометрии. Классификация методов по типам источников получения ионов (электронный удар, химическая ионизация, электрораспылительная ионизация, искровая масс-спектрометрия, масс-спектрометрия тлеющего разряда, лазерная масс-спектрометрия, масс-спектрометрия вторичных ионов). Типы масс-анализаторов (статические, динамические, времяпролетные). Масс-спектрометрия низкого и высокого разрешения. Библиотеки масс-спектров. Гибридные методы анализа: газовая хроматография – масс-спектрометрия (ГХ-МС), высокоэффективная жидкостная хроматография – масс-спектрометрия

(ВЭЖХ-МС). Особенности методов анализа, их возможности и ограничения. Применение ГХ-МС и ВЭЖХ-МС в аналитической практике.

II.7. Кинетические методы анализа. Сущность и классификация кинетических методов. Определение содержания вещества по данным кинетических измерений. Типы реакций, используемых в кинетических методах. Понятие об активаторах и ингибиторах. Преимущества и недостатки кинетических методов анализа в их каталитическом и некаталитическом вариантах. Чувствительность и селективность кинетических методов, пути их повышения. Сорбционно-каталитический метод. Примеры использования кинетических методов для определения неорганических и органических соединений в различных объектах.

II.8. Биохимические методы анализа. Сущность биохимических методов анализа. *Ферментативные методы.* Ферменты как биологические катализаторы, их классификация. Важнейшие сведения о структуре ферментов, их источниках и свойствах. Механизмы ферментативного катализа. Эффекторы ферментов (активаторы, ингибиторы). Физические и химические методы иммобилизации ферментов. Биосенсоры. Ферментные электроды. Ферментативные тест-методы. Примеры определения органических и неорганических соединений – субстратов и эффекторов ферментов – в различных объектах. *Иммунный анализ.* Сущность иммунного анализа. Понятия об антигене и антителе. Специфичность взаимодействия антител с антигенами. Метки в иммунном анализе. Иммуноферментный анализ. Метрологические характеристики иммунных методов анализа. Области применения.

Структура и содержание курса «Современные проблемы аналитической химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
II.1	Современные варианты жидкостной хроматографии	6	4	2	Оп
II.2	Электросепарационные методы анализа	4	2	2	Оп
II.3	Методы рентгеновской спектроскопии	3	2	1	Оп
II.4	Методы электронной спектроскопии	3	2	1	Оп
II.5	Флуориметрический анализ	3	2	1	Оп
II.6	Масс-спектрометрические методы анализа	3	2	1	Оп
II.7	Кинетические методы анализа	4	2	2	Оп
II.8	Биохимические методы анализа	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. /под ред. Р. Кельнера, Ж-М. Мерме, М. Отто, Н. Видмера. М.: Мир: ООО "Издательство АСТ". 2004.

2. Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа. / Под ред. Ю.А. Золотова. 5-е изд. М.: Изд. дом «Академия», 2010.
3. Стыскин Е.Л. и др. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия, 1986.
4. Коллектив авторов. Прикладной химический анализ. Практическое руководство / Под рук. Т.Н.Шеховцовой, О.А.Шпигуна. М.: МГУ. 2010.
5. Сакодынский К.И., Бражников В.В., Воков С.А., Зевленский В.Ю., Ганкин Э.С., Шатц В.Д. Аналитическая хроматография. М.: Химия. 1993.
6. Шпигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография и ее применение в анализе вод. М.: Изд-во МГУ. 1980.
7. Рудаков О.Б., Востров И.А., Федоров С.В., Филиппов А.А., Селеменев В.Ф., Приданцев А.А. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. Воронеж. Водолей. 2004.
8. Спектроскопические методы определения следов элементов. / Под ред. Дж. Вайнфорднера. М.: Мир, 1979.
9. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. М.: Химия, 1982.
10. Гоулдстейн Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский анализ. М.: Мир, 1984.
11. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. М.: Мир, 1987.
12. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989.
13. Лазерная аналитическая спектроскопия / Под ред. В.С.Летохова. М.: Наука. 1986.
14. А.Т. Лебедев. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: Изд-во Бином, 2003, 493 с.
15. Заикин В.Г., Варламов А.В., Микая А.И., Простаков Н.С. Основы масс-спектрометрии органических соединений М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2001. - 286 с.
16. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. М: Техносфера, 2013. – 624 с.
17. Перес-Бендито Д., Сильва М. Кинетические методы в аналитической химии. М.: Мир. 1991.
18. Келети Т. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир. 1990.
19. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. М.: ФАИР-ПРЕСС. 1999.
20. Егоров А.М. и др. Теория и практика иммуноферментного анализа. М.: Высшая школа. 1991.

Дополнительная:

1. Руководство по капиллярному электрофорезу. / Под ред. А.М. Волощука, Научный совет по хроматографии. М.: Наука, 1996.
2. Столяров Б.В. и др. Практическая жидкостная и газовая хроматография. С.-Пб.: С.-Петербургский университет, 1998.

3. Сверхкритическая флюидная хроматография. / Под ред. Р. Смита. М.: Мир, 1991.
4. Заикин В.Г. Масс-спектрометрия синтетических полимеров М: Всероссийское масс-спектрометрическое общество, 2009. – 332 с.
5. Лебедев А., Артеменко К., Самгина Т. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов. М: Техносфера, 2012. – 180 с.

Курс III. Современные проблемы органической химии

III.1. История органической химии, ее определение, задачи, объекты. Основные вехи, этапы, периоды. История появления парадигм, концепций, направлений исследований. Как найти интересующую литературу – от лекции, учебника и монографии через обзор к исследовательской статье.

III.2. Физическое и электронное строение органических соединений. Электронное строение органических соединений. Теория молекулярных орбиталей.

III.3. Ароматичность и другие следствия сопряжения.

III.4. Молекулярная фотофизика и фотохимия. Диаграмма Яблонского. Поглощение и испускание света. Основные пути дезактивации фотовозбужденных частиц. Возбужденные состояния. Основные фотохимические превращения. Сравнение с «темновыми» реакциями.

III.5. Стереохимия соединений и реакций.

III.6. Классификации органических реакций. Механизмы элементарных стадий.

III.7. Термодинамика и кинетика. Теория переходного состояния.

III.8. Реакционноспособные интермедиаты. Карбокатионы. Карбанионы. Карбены. Радикалы. Ион-радикалы.

III.9. Основные принципы создания связей углерод-углерод. Гетеролитический и гомолитический подход.

Структура и содержание курса «Современные проблемы органической химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
III.1.	История органической химии, ее определение, задачи, объекты.	3	2	1	Оп
III.2.	Физическое и электронное строение органических соединений.	4	2	2	Оп
III.3.	Ароматичность и другие следствия сопряжения	4	3	1	Оп
III.4.	Молекулярная фотофизика и фотохимия.	3	2	1	Оп
III.5.	Стереохимия соединений и реакций.	4	2	2	Оп
III.6.	Классификация органических реакций. Механизмы элементарных стадий.	2	1	1	Оп

Ш.7.	Термодинамика и кинетика.	4	2	2	Оп
Ш.8.	Реакционноспособные интермедиаты.	3	2	1	Оп
Ш.9.	Основные принципы создания связей углерод-углерод.	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. Органическая химия. В 4-х томах. Бином.
2. Кэри, Сандберг. Углубленный курс органической химии. В 2-х томах. М: Мир, 1981.
3. Clayden, Greeves, Warren, Wothers. Organic Chemistry. Oxford University Press, 2001.
4. Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл. Основы органической стереохимии. М: Бином, 2007.
5. Дж. Дж. Ли. Именные реакции. Механизмы органических реакций. М: Бином, 2006.
6. В. А. Смит, А. Д. Дильман. Основы современного органического синтеза. М: Бином, 2009.
7. R. Gleiter, G. Haberhauer. Aromaticity and Other Conjugation Effects. Wiley-VCH, 2012

Курс IV. Современные проблемы физической химии

IV.1. Курс физической химии в МГУ и Университетах мира. Построение курса на степень бакалавра и специалиста. Разделы и темы. Уровень сложности. Сквозные темы, связывающие феноменологическую, статистическую термодинамику и кинетику. Новые темы в традиционном курсе: наносистемы, диссипативные структуры.

IV.2. Термодинамика для химиков. Формулировка законов термодинамики и математический аппарат. Термохимия. Химический потенциал. Химические, фазовые и мембранные равновесия. Фазовые превращения. Термодинамика химической реакции (стандартные состояния, константы равновесия, кинетическое и термодинамическое определения равновесия в химической реакции, связь скорости и сродства, статистическое выражение для констант равновесия, константы равновесия в формулах теорий химической кинетики).

IV.3. Трудные вопросы статистической термодинамики в курсе физической химии. Общие свойства систем с большим числом степеней свободы. Энергетический спектр макроскопических тел. Нечувствительность энтропии к интервалу энергии.

IV.4. Статистические распределения: общий подход. Фундаментальная роль распределения Гиббса и большого канонического распределения. Больцмановский режим в идеальном газе. Квантовые газы. Суммы по состояниям, их связь с термодинамическими свойствами.

IV.5. Общие и частные условия равновесия термодинамических систем. Теория устойчивости в общем курсе физической химии. Обобщенные 1-й и 2-й законы термодинамики. Частные условия фазового равновесия. Частные условия химического равновесия; химическая переменная, химическое сродство. Условия устойчивости (на

примере одно- и двухкомпонентных систем).

IV.6. Термодинамика растворов в общем курсе физической химии. Термодинамические модели растворов. Уровни отсчета свойств растворов, конфигурационная энтропия, избыточная энергия Гиббса раствора.

IV.7. «Проблемные» разделы курса кинетики и катализа.

Структура и содержание курса «Современные проблемы физической химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
IV.1	Курс физической химии в МГУ и Университетах мира.	3	2	1	Оп
IV.2	Термодинамика для химиков	8	4	4	Оп
IV.3	Трудные вопросы статистической термодинамики в курсе физической химии	4	2	2	Оп
IV.4	Статистические распределения: общий подход	3	2	1	Оп
IV.5	Общие и частные условия равновесия термодинамических систем. Теория устойчивости в общем курсе физической химии.	2	2	0	Оп
IV.6	Термодинамика растворов в общем курсе физической химии.	4	2	2	Оп
IV.7	«Проблемные» разделы курса кинетики и катализа	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Мюнстер А. Химическая термодинамика, Мир, 1971г.
2. Эткинс П. Физическая химия, тт. 1,2 Мир, 1980г.
3. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В.. Основы физической химии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.
4. Морачевский А.Г., Смирнова Н.А., Пиотровская Е.М. и др. Термодинамика равновесия жидкость – пар. Л.: Химия, 1989. 344 с
5. Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. . Статистическая физика. М.: Наука, 1995.
6. Киттель Ч. . Статистическая термодинамика. М.: Наука, 1977.
7. Романовский Б.В.. Основы химической кинетики. М.: Издательство "Экзамен" Москва, 2006. 416 с.
8. Романовский Б.В.. Основы катализа. М.: Издательство "Экзамен" Москва, 2014.

Дополнительная:

1. Ансельм А. И. . Основы статистической физики и термодинамики. М.: Наука, 1973.

Курс V. Современные проблемы химии высокомолекулярных соединений

V.1. Сверхразветвлённые полимеры. Различные методики синтеза, доказательства состава и строения, современные и перспективные области применения.

V.2. Жидкие кристаллы и ЖК-состояние вещества. Структура и оптические свойства. Поведение жидких кристаллов во внешних полях.

V.3. Термотропные ЖК-полимеры с мезогенными группами. Синтез, структура, свойства и области применения.

V.4. Современные представления о структуре аморфных и кристаллических полимеров. Принципы создания композиционных полимерных материалов. Исследование свойств и перспективы применения.

V.5. Основные классы современных полимерных материалов. Корреляция структуры и механических характеристик полимерных материалов и технологические стадии процесса их создания.

V.6. Полиэлектролиты (ПЭ). Классификация полиэлектролитов. Реакции синтеза, химические реакции и конформационные превращения в цепях ПЭ. Полиамфолиты.

V.7. Полиэлектролитные комплексы и гидрогели. Кооперативность взаимодействия между макромолекулами. Биополимеры. Актуальные проблемы синтеза, изучения свойств и области применения.

V.8. Современные подходы к контролируемому синтезу полимеров с заданными характеристиками. Псевдоживая радикальная полимеризация.

V.9. Макромолекулярный дизайн: синтез, доказательства состава и строения, а также свойства градиентных и блок-сополимеров.

Структура и содержание курса «Современные проблемы химии высокомолекулярных соединений»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции и	сам. работа	
V.1.	Сверхразветвлённые полимеры..	3	2	1	Оп
V.2.	Жидкие кристаллы и ЖК-состояние вещества.	4	2	2	Оп
V.3.	Термотропные ЖК-полимеры с мезогенными группами.	3	2	1	Оп
V.4.	Современные представления о структуре аморфных и кристаллических полимеров.	4	2	2	Оп

V.5.	Основные классы современных полимерных материалов.	3	2	1	Оп
V.6.	Полиэлектролиты (ПЭ).	3	2	1	Оп
V.7.	Полиэлектролитные комплексы и гидрогели.	3	2	1	Оп
V.8.	Современные подходы к контролируемому синтезу полимеров с заданными характеристиками.	4	2	2	Оп
V.9.	Макромолекулярный дизайн	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Шибаев В.П. Журнал «Природа», № 1 и № 6 за 2012 г.
2. Шибаев В.П. Журнал «Химия и жизнь», № 7, 4-9, 2008 г.
3. Шибаев В.П. Высокомолекулярные соединения, 51, № 11, 1863-1929, 2009
4. Шибаев В.П. Соросовский журнал, № 6, 40-48, 1997
5. Шибаев В.П. Соросовский журнал, № 11, 34-36, 1996
6. Н.Г. Василенко, Г.М.Игнатъева, В.Д. Мякушев, Е.А. Ребров., М. Мёллер, Музафаров А.М., «Функциональные многолучевые звездообразные полидиметилсилоксаны», Докл. РАН, 2001, т. 377, № 3, с. 348-352.
7. А.В. Рогачев, А.Н. Озерин, А.Ю. Черный, А.М. Музафаров, Е.А. Татарина, В.И. Горделий, А.И. Куклин. «Структура кремнийорганических дендримеров высоких поколений». Физика твердого тела, 2010, том 52, вып. 5, с.979-983.
8. M.E. Mackay, A. Tuteja et al. Science. 311,1740 (2006).
9. R. Krishnamoorti, R.A. Vaia. J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Phys.45, No. 24, 3252 (2007).
10. R.A. Vaia, J.F. Maguire. Chem.Mater.19, No. 11, 2736 (2007).
11. Т.В. Панова, В.Б. Рогачева, and А.Б. Зезин. Интерполиэлектролитные комплексы звездообразной полиакриловой кислоты с катионным гелем. Доклады Академии Наук. Физическая химия, 448(2):178–180, 2013
12. V.A. Kabanov, V.B. Skobeleva, V.B. Rogacheva, and A.B. Zezin. Sorption of proteins by slightly cross-linked polyelectrolyte hydrogels: Kinetics and mechanism. Journal of Physical Chemistry B, 108(4):1485–1490, 2004.
13. Vladimir A. Izumrudov, Tatiana K. Bronich, Aleksandr B. Zezin, and Viktor A. Kabanov. Kinetics and mechanism of intermacromolecular reactions in polyelectrolyte solutions. Journal of polymer science. Part B: Polymer letters, 23(8):439–444, 1985.
14. Универсальный характер физико-механического поведения полимерных стекол в условиях компрессионного деформирования / М. Аржаков, А. Жирнов, Г. Луковкин, С. Аржаков // Деформация и разрушение материалов. — 2009. — № 12. — С. 12–17.

15. Универсальные соотношения, описывающие деформацию полимерных стекол / М. Аржаков, С. Аржаков, А. Жирнов, Г. Луковкин // Материаловедение. — 2010. — № 7. — С. 53–58.
16. Borisova, M.Yu Zaremski, V.B. Golubev, O.V. Borisov, and L. Billon. New efficient method for activation of dormant chains in pseudoliving radical polymerization. Polymer Science - Series B, 53(7-8):409–411, 2011
17. V.B. Golubev, M.Yu Zaremski, A.P. Orlova, and A.V. Olenin. Quantitative characteristics of pseudoliving polymerization of styrene in the presence of nitrene. Polymer Science - Series A, 46(3):295–300, 2004
18. M.Y. Zaremski, D.I. Kalugin, and V.B. Golubev. Gradient copolymers: Synthesis, structure, and properties. Polymer Science - Series A, 51(1):103–122, 2009.

Курс VI. Современные проблемы нефтехимии

VI.1. Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций. Общая характеристика. Спектральные методы

VI.2. Основные принципы и границы применения специальных спектральных методов: ЯГР, УФЭС, ЭОС; пия (РФЭС; ЭПР, ПМР, ЯМР; ЭПР, EXAFS и др.

VI.3. Электронная микроскопия. Методы, не связанные с воздействием электромагнитного излучения. Электронная микроскопия: ПЭМ, СЭМ, СТМ, АСМ. Методы, не связанные с воздействием электромагнитного излучения. МСВИ; ДМЭ, ЭСД и др.

VI.4. Определение величины удельной поверхности и характеристик пористой структуры катализаторов и сорбентов. Определение кислотных свойств поверхности твердых тел. Исследование взаимодействия адсорбат-адсорбент термодесорбционным методом.

VI.5. Основные виды биосырья. Основные проблемы при переработке биосырья в химические продукты. Жиры. Основные проблемы при переработке биосырья в химические продукты. Лигнин, целлюлозная биомасса, гемицеллюлоза, белки. Содержание в растительных и животных продуктах.

VI.6. Олеохимия. Процессы выделения липидов и жиров из растительного и животного сырья. Получение свободных высших кислот, спиртов, глицерина и продуктов на его основе.

VI.7. Процессы переработки жиров. Потенциал жиров как источников нефтехимического сырья. Процессы переработки жиров с использованием реакций окисления, аминирования, гидроформилирования, метатезиса. Потенциал жиров как источников нефтехимического сырья.

VI.8. Термические методы переработки целлюлозы. Бионефть. Термические методы переработки целлюлозы. Бионефть и возможность ее использования для получения химической продукции. Термохимическая переработка биомассы с использованием газификации.

VI.9. Использование биологических процессов для синтеза химической продукции. Возможность превращения лигнина в химические продукты. Использование биологических процессов для синтеза химической продукции: этанол, бутанол, изопрен,

ацетон, молочная кислота и др. продукты. Основные подходы к дальнейшей переработке; достоинства и недостатки. Возможность превращения лигнина в химические продукты. Сложность задачи переработки лигнина.

Структура и содержание курса «Современные проблемы нефтехимии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
VI.1	Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций.	3	2	1	Оп
VI.2	Основные принципы и границы применения специальных спектральных методов	3	2	1	Оп
VI.3	Электронная микроскопия. Методы, не связанные с воздействием электромагнитного излучения	4	2	2	Оп
VI.4	Определение величины удельной поверхности и ее кислотных свойств, характеристик пористой структуры катализаторов и сорбентов.	4	2	2	Оп
VI.5	Основные виды биосырья. Основные проблемы при переработке биосырья в химические продукты.	4	2	2	Оп
VI.6	Олеохимия.	4	2	2	Оп
VI.7	Процессы переработки жиров. Потенциал жиров как источников нефтехимического сырья	3	2	1	Оп
VI.8	Термические методы переработки целлюлозы. Бионефть.	3	2	1	Оп
VI.9	Использование биологических процессов для синтеза химической продукции. Возможность превращения лигнина в химические продукты.	2	2	0	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Мак-Ннейр Г., Бонелли Э. Введение в газовую хроматографию. М.: Мир, 1970. 280 с.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность и пористость. М.: Мир. 1984.
3. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир. 1973 (гл. 1, 2, 4, 5)
4. Моррисон С.Р. Химическая физика поверхности твердого тела. М.: Мир. 1980

5. Скокан Е.В., Абаев М.А., Шишков И.Ф. Физические методы исследования в химии (Учебное пособие). М. Химфак МГУ, 2011. Части 1 и 2
6. Biorefineries – Industrial Processes and Products. Ed. Birgit Kamm, Patrick R. Gruber, and Michael Kamm. Wiley. 2006

Дополнительная литература:

1. Методы исследования катализаторов (Под ред. В.М.Грязнова). М.: Мир. 1983
2. Biorefinery: From Biomass to Chemicals and Fuels. Ed. Michele Aresta, Angela Dibenedetto, Franck Dumeigni. Walter de Gruyter GmBh 2012

Курс VII. Современные проблемы биоорганической химии

VII.1. Углеводы. Альдозы и кетозы. Конфигурация простейших природных моносахаридов. Химические свойства альдоз и кетоз, как многофункциональных соединений. Свойства альдоз и кетоз как циклических полуацеталей. Направленная модификация моносахаридов для получения различных классов соединений. Конформации моносахаридов и их влияние на реакционную способность.

Дисахариды. Типы встречающихся в природе дисахаридов, написание их формул и номенклатура. Химические свойства. Установление строения восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Представления о синтезе дисахаридов.

VII.2. Антибиотики. Антибиотики. Основные группы антибиотиков и способы их классификации. Механизмы возникновения резистентности к антибиотикам. Пути создания новых антибактериальных препаратов.

VII.3. Аминокислоты и пептиды. Аминокислоты как полифункциональные химические соединения. Строение и стереохимия. Основные методы определения и разделения аминокислот. Химические свойства аминокислот.

Аминокислоты как компоненты полипептидов. Первичная структура белков. Последовательность аминокислот как первичный продукт биосинтеза. Методы определения первичной структуры. Специфические реакции аминокислот в составе белков.

Пептидная связь. Строение и свойства пептидов. Современное состояние пептидного синтеза. Пептидная группа в белках. Основные представления о строении и свойствах белков.

VII.4. Моно- и полинуклеотиды. Структура и номенклатура мононуклеозидов, их нахождение в природе и роль нуклеозид-содержащих соединений в биологических процессах. Конформационные возможности природных нуклеозидов и нуклеотидов.

Олиго- и полинуклеотиды, их структура, синтез и свойства. Основные представления о структуре нуклеиновых кислот. Модель Уотсона и Крика. Семейства форм ДНК. Явление сверхспирализации. Элементы пространственной структуры РНК.

Использование модифицированных олигонуклеотидов в медицине и биологии.

Структура и содержание курса «Современные проблемы биоорганической химии»

№	Наименование темы	Всего	В том числе:	Форма
---	-------------------	-------	--------------	-------

		часов	лекции	Сам. работа	промежуточног о контроля
VII.1	Углеводы	6	4	2	Оп
VII.2	Антибиотики	4	2	2	Оп
VII.3	Аминокислоты и пептиды	10	6	4	Оп
VII.4	Моно- и полинуклеотиды	10	6	4	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Кочетков Н.К. и др. Химия углеводов. Изд-во "Химия", Москва, 1976.
2. Шабаров Ю.С., Орецкая Т.С., Сергиев П.В.. Моно- и дисахариды. Методическая разработка, часть I и II, МГУ, Москва, 2010.
3. Lehninger A.L., Nelson D.L., Cox M.M.. Principles of Biochemistry. Worth Publishers, NY, 1993.
4. Степанов В. М. Структура и функция белков. Москва, изд-во МГУ, 1996.
5. Овчинников Ю.А.. Биоорганическая химия. Изд-во «Просвещение», Москва, 1987
6. Шабарова З.А., Богданов А.А. Химия нуклеиновых кислот и их компонентов, М., изд-во МГУ, 1978.
7. Зенгер В. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. М., 1987.
8. Уотсон Дж. Д. Двойная спираль: воспоминания об открытии структуры ДНК.. М.: Мир, 1969.

Дополнительная литература:

9. Robert V. Stick, Spenser Williams. Carbohydrates: The Essential Molecules of Life (2 edition), Elsevier Science, 2010
10. Кнорре Д.Г., Годовикова Т.С., Мызина С.Д., Федорова О.С.. Биоорганическая химия. Изд-во Новосибирского государственного университета, Новосибирск, 2011.
11. Robert V. Stick, Spenser Williams. Carbohydrates: The Essential Molecules of Life (2 edition), Elsevier Science, 2010
12. Спирин А.С. «Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка». Издательский центр «Академия», Москва, 2011.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

13. Сайт-компаньон к 3 изданию книги Leningher A.L., Nelson D.L., Cox M.M. Principles of Biochemistry (Worth Publishers, 2000), с интерактивным 3D структурным модулем: <http://rnp-group.belozersky.msu.ru/links.html>
14. Biochemistry online: An Approach Based on Chemical Logic, by Dr. Henry Jakubowsky: <http://employees.csbsju.edu/hjakubowski/classes/ch331/bcintro/default.html>

15. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochemistry, 5th Edition, Online hypertextbook: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bv.View..ShowTOC&rid=stryer.TOC&depth=2>

Курс VIII. Современные проблемы химии функциональных наноматериалов

VIII.1 Предмет курса, основные определения, фундаментальные аспекты. Дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и структуре. Наноразмерные системы. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект. Области применения наноструктурных материалов.

VIII.2 Основы термодинамики поверхностных явлений. Избыточные термодинамические функции. Поверхностное натяжение и свободная энергия поверхностей раздела фаз. Термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах. Влияние морфологии, рельефа и адсорбции молекул. Состав поверхности, сегрегация компонентов в приповерхностных слоях. Адсорбция кислорода и паров воды. Кислотные и основные центры на поверхности. Неустойчивость дисперсных систем. Образование кластеров. Гомогенные и гетерогенные процессы. Основные физико-химические параметры, определяющие условия синтеза наночастиц. Термодинамический прогноз возможности реализации синтеза в гомогенной среде. P-T-х фазовые диаграммы, выбор условий.

VIII.3 Классическая теория зародышеобразования. Гомогенное зародышеобразование. Критическое пересыщение. Критический размер зародыша. Вклад поверхности и объема в свободную энергию Гиббса образования зародыша. Кинетические уравнения скорости зародышеобразования. Нуклеация и рост. Диаграмма Ла-Мера. Кинетические модели роста. Кооперативные явления в коллоидных системах; остальдово созревание. Агрегация. Типы взаимодействия частиц. Электростатические силы для заряженных частиц. Потенциал Ленарда-Джонса. Силы Ван-дер-Ваальса. Расклинивающее давление. Водородные связи. Двойной электрический слой. Сольватация. Влияние pH. Гидрофобное/гидрофильное взаимодействие (неполярные/полярные среды). Сольватация. Теория Лифшица – Слезова - Вагнера. Золи. Гели.

VIII.4 Гетерогенное зародышеобразование. Свободная энергия образования зародыша. Роль поверхности подложки. Энергия когезии. Эпитаксиальные соотношения. Образование новой фазы при участии модификаторов. Массовая кристаллизация и рост монокристаллов. Стабильные и метастабильные кристаллические фазы. Кинетические особенности образования кристаллических фаз, связанные с зародышеобразованием.

VIII.5 Золь-гель технология. Синтез квантовых точек. Золь-гель технология. Гидролиз. Поликонденсация. Переход истинный раствор – золь. Влияние растворителя, температуры, pH. Строение гелей, ксерогели. Пример получения нанодисперсного кремнезема. Химическое осаждение из растворов. Гидролиз органических солей. Алкоксотехнология. Мицеллы. Темплатный синтез. Поверхностно активные вещества. Микроэмульсии. Рост кластеров в микроэмульсиях. Организация коллоидных систем в присутствии ПАВ. Пленки Лэнгмюра-Блоджет. Примеры роста нанокристаллов оксидов металлов. Коллоидный синтез нанокристаллов полупроводников-коллоидных квантовых точек. Синтез квантовых точек CdSe в неполярных средах. Выбор стабилизатора. Строение коллоидных квантовых точек.

Морфология кристаллов. Синтез и строение структур «ядро-оболочка». Основные характеристики квантовых точек и методы их определения (средний размер, дисперсия размеров, концентрация). Применение квантовых точек, оптоэлектронные преобразователи, солнечные батареи, биологические маркеры.

VIII.6 Гидротермальный синтез. Термодинамические основы метода. Криотехнология получения наноматериалов. Гидротермальный синтез. Термодинамические основы метода. Влияние параметров гидротермального синтеза на свойства получаемых продуктов. Осаждение из сверхкритических растворов. Ультразвуковое воздействие на водные растворы, кавитация. RESS технология. Сублимационная сушка. Криохимический синтез наночастиц. Методы низкотемпературной сушки золь и гелей. Способы достижения низких температур. Эффект Джоуля – Томсона. Скорость сублимации. Влияние вакуума. Потеря растворителя. Принципиальная схема установки криохимической сушки.

VIII.7 Методы получения наночастиц и тонких пленок из пара. Методы вакуумной конденсации. Роль подложки. Эпитаксиальный и реотаксиальный рост материалов. Методы термического испарения, «горячей стенки», молекулярных пучков. Лазерное и магнетронное испарение. Химическое осаждение из пара. (CVD-технология). Термодинамическое описание процесса. Основные стадии процесса CVD. Типы реакций в газовой фазе. Прекурсоры. Тонкие пленки, гетероструктуры.

VIII.8 Синтез одномерных наноматериалов. Прямой и обратный темплатный синтез. Нано-реакторы. Синтез из пара. Механизм роста пар – жидкость – кристалл. Роль затравки. Синтез в проточных системах, реактор проточного типа. Рост квази-одномерных (1D) кристаллов. Примеры получения нитевидных нанокристаллов оксидов металлов, влияние парциального давления кислорода на морфологию кристаллов. Свойства нитевидных нанокристаллов. Углеродные нанотрубки. Одностенные и многостенные нанотрубки.

VIII.9 Методы анализа наноразмерных материалов. Локальность и глубина анализа. Определение среднего размера частиц. Возможности и ограничения метода рентгеновской дифракции. Определение вклада поверхности и объема. Определение состава и структуры отдельной наночастицы; электронная микроскопия высокого разрешения, дифракция электронов. Спектральные методы исследования. Методы с использованием синхротронного излучения.

Структура и содержание курса «Современные проблемы химии функциональных наноматериалов»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции и	сам. работа	
VIII.1	Предмет курса, основные определения, фундаментальные аспекты.	3	2	1	Оп
VIII.2	Основы термодинамики поверхностных явлений.	3	2	1	Оп
VIII.3	Классическая теория зародышеобразования.	3	2	1	Оп

VIII.4	Гетерогенное зародышеобразование.	4	2	2	Оп
VIII.5	Золь-гель технология. Синтез квантовых точек.	4	2	2	Оп
VIII.6	Гидротермальный синтез. Термодинамические основы метода. Криотехнология получения наноматериалов.	4	2	2	Оп
VIII.7	Методы получения наночастиц и тонких пленок из пара.	3	2	1	Оп
VIII.8	Синтез одномерных наноматериалов.	3	2	1	Оп
VIII.9	Методы анализа наноразмерных материалов.	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Основная литература

1. В.И.Ролдугин// Физикохимия поверхности. //Долгопрудный, Интеллект, 2005, С-564.
2. А.А.Елисеев, А.В.Лукашин. //Функциональные наноматериалы. //Москва, Физматлит, 2010 С 459.
3. Наноструктурные материалы. Учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений. //Р.А.Андриевский, А.В.Рагуля. – М.Издательский центр "Академия", 2005, - 192 с.
4. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. Мир материалов и технологий. Техносфера, Москва, 2005.
5. А.И.Гусев Нано материалы, структуры, технологии. Москва Физматлит. 2009. 414.

Дополнительная литература.

1. Нанотехнология молекулярного наслаивания. // Российские нанотехнологии 2007, №2,С. 87.
2. Оксиды железа в нанокластерном состоянии// Российские нанотехнологии 2007, №5,С. 73.
3. Фотосинтез наночастиц// Российские нанотехнологии 2009, №4,С. 73.
4. Многофункциональные наноматериалы //Успехи химии 2009, вып.3.С 266
5. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов// Успехи химии 2009, вып.9, С. 867.

Курс IX. Медицинская химия

IX.1 Основные концепции медицинской химии. Медицинская химия, ее цели и задачи. Лекарство, мишень, лиганд. Фармакодинамика и фармакокинетика. Цикл разработки лекарственного средства. Соединение-лидер, его поиск и оптимизация.

IX.2 Структура и взаимодействия лигандов и биомишеней. Основные типы внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Молекулярная механика и молекулярная динамика. Фармакофорные модели. Моделирование структуры белков и их взаимодействия с

лигандами.

IX.3 Основные мишени действия лекарств. Ферменты как биомишени, их субстраты, ингибиторы и модуляторы. Рецепторы как биомишени, их агонисты, антагонисты и модуляторы. Транспортные и структурные белки, нуклеиновые кислоты, липиды и мембраны как биомишени.

IX.4 Принципы анализа связи структуры и активности. Принципы анализа связи структуры и биологической активности. Дескрипторы молекулярной структуры. Топологические, физико-химические, подструктурные и надструктурные дескрипторы. Анализ связи трехмерной структуры и биоактивности.

IX.5 Статистическое моделирование связи структура-активность. Задачи статистического анализа связи структуры и активности. Множественная линейная регрессия. Характеристики качества моделей. Современные методы машинного обучения: анализ главных компонент, регрессия частичных наименьших квадратов, искусственные нейронные сети.

IX.6 Фармакокинетические свойства лекарств. Значение фармакокинетических свойств лекарственных веществ. Всасывание и распределение. Липофильность и ее роль в проявлении биологической активности. Метаболическое изменение, выведение, токсичность. Пути модификации структур химических веществ для улучшения их фармакокинетических параметров.

IX.7 Конструирование и виртуальный скрининг активных структур. Основные подходы к поиску и оптимизации соединений-лидеров. Скрининг, комбинаторная химия, оптимизация профиля активности. Направленное конструирование и виртуальный скрининг активных структур на основе информации о мишени или известных лигандах.

IX.8 Дизайн лекарств, действующих на ферменты. Анти-ВИЧ препараты, ингибиторы сериновых эстераз для терапии болезни Альцгеймера, ингибиторы киназ.

IX.9 Дизайн лекарств, действующих на нейрорецепторы. Передача сигналов в нервной системе. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Рецепторы ГАМК, глутаматные, серотониновые, мелатониновые рецепторы и взаимодействующие с ними лекарства.

Структура и содержание курса «Медицинская химия»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	сам. работа	
IX.1	Основные концепции медицинской химии	3	2	1	Оп
IX.2	Структура и взаимодействия лигандов и биомишеней	3	2	1	Оп
IX.3	Основные мишени действия лекарств	3	2	1	Оп
IX.4	Принципы анализа связи структуры и активности	3	2	1	Оп
IX.5	Статистическое моделирование связи структура-активность	3	2	1	Оп

IX.6	Фармакокинетические свойства лекарств	3	2	1	Оп
IX.7	Конструирование и виртуальный скрининг активных структур	4	2	2	Оп
IX.8	Дизайн лекарств, действующих на ферменты	4	2	2	Оп
IX.9	Дизайн лекарств, действующих на нейрорецепторы	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Зефирова О.Н.. Основные понятия и термины медицинской химии (под ред. акад. Зефирова Н.С.). Методическое пособие. М.: Цифровичок, 2013.
2. Patrick G. An introduction to medicinal chemistry. Oxford, Oxford University Press, 1 st ed. 1995, 336 с.; 3 rd ed. 2004

Дополнительная:

1. Зефирова О. Н., Зефиров Н. С.. Физиологически активные соединения, взаимодействующие с серотониновыми (5-гидрокситриптаминавыми) рецепторами. *Успехи химии*. 2001, т. 70, № 4, С. 382–407.
2. Нил М.Дж.. Наглядная фармакология: пер. с англ. под ред. Р.Н. Аляутдина. М., ГЭОТАР–Медиа. 2008. 104 с.

Курс X. Современные проблемы квантовой химии

Х.1. Квантовомеханическое описание молекулярных систем. Адиабатическое приближение. Представление о методе молекулярной динамики. Временное и стационарное уравнение Шредингера. Квантовомеханическое описание молекулы. Разделение электронного и ядерного движений. Адиабатическое приближение и приближение Борна–Оппенгеймера. Электронные и ядерные функции. Выход за рамки адиабатического приближения. Теорема Гельмана–Фейнмана. Представление о методе молекулярной динамики.

Х.2. Решение электронного волнового уравнения. Одноэлектронное приближение. Определитель Слейтера и правила Слейтера. Электронная энергия системы. Построение приближенных решений электронного волнового уравнения. Одноэлектронное приближение. Определитель Слейтера. Операторы спина многоэлектронной системы. Построение чистых по спину состояний с помощью проекторов. Правила Слейтера для матричных элементов одно- и двухчастичных операторов. Электронная энергия системы.

Х.3. Метод Хартри–Фока. Оператор Фока, кулоновские и обменные операторы. Канонические уравнения Хартри–Фока. Принцип заполнения. Оценки потенциала ионизации. Теорема Купманса. Метод Хартри–Фока. Оператор Фока, кулоновские и обменные операторы. Уравнения, определяющие орбитали (с выводом). Канонические уравнения Хартри–Фока и канонические орбитали. Орбитальные энергии и их связь с полной энергией. Принцип заполнения. Вертикальные оценки сродства молекулы к электрону и

потенциала ионизации. Теорема Купманса.

Х.4. Ограниченный и неограниченный варианты метода Хартри–Фока. Уравнения Хартри–Фока для пространственных орбиталей. Приближение МО ЛКАО. Метод самосогласованного поля. Ограниченный и неограниченный варианты метода Хартри–Фока. Уравнения Хартри–Фока для пространственных орбиталей. Аппроксимация молекулярных орбиталей линейными комбинациями базисных функций (приближение МО ЛКАО). Метод Хартри–Фока–Рутана (самосогласованного поля). Основные уравнения. Представление о схеме ССП.

Х.5. Базисы атомных орбиталей. Функции слейтерова и гауссова типа. Сжатие наборов функций. Анализ распределения электронной плотности. Базисы атомных орбиталей. Функции слейтерова и гауссова типа. Сжатие наборов функций. Решение задачи о молекуле водорода в приближении Хартри–Фока–Рутана с базисом 1s функций; предел $R_{ab} \rightarrow \infty$. Анализ распределения электронной плотности в терминах атомных заселенностей и зарядов: схема Малликена.

Х.6. Статическая и динамическая корреляция электронов. Учет энергии электронной корреляции. Теория возмущений Меллера–Плессета. Статическая и динамическая корреляция электронов. Условие заострения функции. Учет энергии электронной корреляции в рамках теории возмущений и вариационным методом. Теория возмущений Меллера–Плессета. Невозмущенный модельный гамильтониан и возмущение. Поправки второго порядка к энергии состояния (МП2). Решение задачи о молекуле водорода с минимальным базисом.

Х.7. Метод конфигурационного взаимодействия. Конфигурационные функции состояния. Представление о многоконфигурационном методе самосогласованного поля. Метод конфигурационного взаимодействия (КВ). Конфигурационные функции состояния. Варианты метода КВ: КВ1+2 и полное КВ. Решение задачи о молекуле водорода с минимальным базисом: построение КФС, анализ задачи вблизи диссоциационного предела. Представление о многоконфигурационном методе самосогласованного поля (МКССП).

Х.8. Приближение связанных кластеров. Кластерное разложение электронной волновой функции. Приближение связанных кластеров (СС). Кластерное разложение электронной волновой функции. Представление о методах связанных кластеров в вариантах учета одно- и двухэлектронных или только двухэлектронных кластеров (CCSD и CCD).

Х.9. Основы метода функционала плотности. Теорема Хоэнберга–Кона и функционал энергии. Обменно-корреляционная энергия. Основы метода функционала плотности. Теорема Хоэнберга–Кона и функционал энергии. Приближение Кона–Шэма и обменно-корреляционная энергия. Примеры различных обменно-корреляционных функционалов.

Структура и содержание курса «Современные проблемы квантовой химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
Х.1	Квантовомеханическое описание	3	2	1	Оп

	молекулярных систем. Адиабатическое приближение. Представление о методе молекулярной динамики.				
X.2	Решение электронного волнового уравнения. Одноэлектронное приближение. Определитель Слейтера и правила Слейтера. Электронная энергия системы.	3	2	1	Оп
X.3	Метод Хартри–Фока. Оператор Фока, кулоновские и обменные операторы. Канонические уравнения Хартри–Фока. Принцип заполнения. Оценки потенциала ионизации. Теорема Купманса.	3	2	1	Оп
X.4	Ограниченный и неограниченный варианты метода Хартри–Фока. Уравнения Хартри–Фока для пространственных орбиталей. Приближение МО ЛКАО. Метод самосогласованного поля.	4	2	2	Оп
X.5	Базисы атомных орбиталей. Функции слейтерова и гауссова типа. Сжатие наборов функций. Анализ распределения электронной плотности.	3	2	1	Оп
X.6	Статическая и динамическая корреляция электронов. Учет энергии электронной корреляции. Теория возмущений Меллера–Плессета.	4	2	2	Оп
X.7	Метод конфигурационного взаимодействия. Конфигурационные функции состояния. Представление о многоконфигурационном методе самосогласованного поля.	4	2	2	Оп
X.8	Приближение связанных кластеров. Кластерное разложение электронной волновой функции.	3	2	1	Оп
X.9	Основы метода функционала плотности. Теорема Хоэнберга--Кона и функционал энергии. Обменно-корреляционная энергия.	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная

1. С. Фудзинага. «Метод молекулярных орбиталей». Москва: Мир, 1983.
2. Р. Фларри. «Квантовая химия». Москва: Мир, 1985
3. Ю.В. Новаковская. «Молекулярные системы. Теория строения и взаимодействия с излучением». Части I и II. Москва: УРСС, 2004
4. Н. Ф. Степанов «Квантовая механика и квантовая химия». Москва: Мир, 2001
5. И.В. Абаренков, В.Ф. Братцев, А.В. Тулуб. «Начала квантовой химии». Москва:

Высшая школа, 1989

6. Н.Ф. Степанов, В.И. Пупышев. «Квантовая механика молекул и квантовая химия». Москва: Изд. МГУ, 1991

Дополнительная

1. И. Майер. «Избранные главы квантовой химии». Москва: Бином, 2006.
2. В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев. «Теория строения молекул». Ростов-на-Дону: Феникс, 1997
3. Р. Заградник, Р. Полак. «Основы квантовой химии». Москва: Мир, 1979
4. Л. Цюликке. «Квантовая химия». Москва: Мир, 1976
5. A. Szabo, N.S. Ostlund. «Modern quantum chemistry (Introduction to advanced electronic structure theory)». New York: Dover, 1996
6. F. Jensen. «Introduction to computational chemistry». Chichester: Wiley, 2001
7. L. Piela. «Ideas of quantum chemistry». New York: Elsevier, 2007

Курс XI. Современные материалы и технологии для обеспечения энергоэффективности, безопасности и надежности

XI.1 Дизайн и технология современных материалов. Классификация материалов. Основные свойства материалов. Сырьевая база для производства материалов и принципы экономии материалов. Основные свойства материалов. Объемы производства основных веществ материалов. Принципы создания материалов. Технологические принципы «снизу-вверх» и «сверху-вниз». Этапы создания материала. Жизненный цикл материалов. Безопасность и надежность материалов. Моделирование состава и свойств материалов. Керамические материалы. Материалы на основе металлов. Современные методы синтеза интеллектуальных материалов.

XI.2 Материалы для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем. Эксплуатационная надежность материалов, энергоэффективность, экологичность, экономичность, эргономичность. Анализ особенностей применения наиболее распространенных современных материалов, используемых для производства уплотнений промышленного назначения. Научные основы создания тепло- и огнезащитных материалов. Огнезащитные материалы терморасширяющегося типа. Огнезащитные материалы на основе интеркалированных графитов и высокомолекулярного полифосфата аммония. Теплоизоляционные материалы на органической и на неорганической основе. Теплоизоляционные материалы для черной и цветной металлургии на основе окисленного графита.

XI.3 Методы исследования и сертификация материалов. Методы исследования материалов. Основные группы методов исследования материалов. Рентгеновская спектроскопия в исследовании материалов. Оптическая и электронная микроскопия. Совместное использование электронной и рентгеновской дифракций. Методы исследования пористой структуры твердых материалов. Адсорбционные методы анализа пористости. Методы исследования дисперсионного состава твердых материалов. Термоаналитические методы исследования. Теплофизические основы термического анализа. Основные механические параметры современных материалов. Деформационное поведение материалов при растяжении, сжатии, изгибе, кручении, сдвиге. Основы патентования и защита интеллектуальной собственности. Основы законодательства

об интеллектуальной собственности. Виды объектов интеллектуальных прав. Патентование в России и за рубежом. Изобретения и полезные модели как специфические объекты патентования. Проведение предварительного поиска. Составление заявки на изобретение и на полезную модель. Принципы проведения экспертизы заявки в патентном ведомстве. Международная классификация изобретений.

Система менеджмента качества и сертификация. Понятие, идея, основные принципы и преимущества всеобщего управления качеством. Три составляющих всеобщего управления качеством: качество продукции, качество организации процессов, уровень квалификации персонала. Контроль качества и повышение качества. Универсальные принципы Деминга. 5 «смертельных болезней» системы качества.

XI.4 Современные углеродные материалы: технологии и применение. Традиционные углеродные материалы. Природные и искусственные углеродные материалы. Состояние, перспективы производства и применения углеродных материалов. Каменноугольный и нефтяной пеки – как связующие в производстве углеродных материалов. Нефтяные и пековые коксы. Пористые углеродные материалы. Технический углерод (сажа). Природные и синтетические алмазы. Уплотнительные, огнезащитные и сорбционные материалы на основе интеркалированного графита. Инновационные углеродные материалы на основе фуллеренов, нанотрубок, графена.

XI.5 Основы материаловедения полимерных композиционных материалов. Полимерные композиционные материалы: определения, типы, классификация, структура и свойства. Обоснование и экономическая целесообразность замены традиционных конструкционных материалов на полимерные композиционные материалы. Свойства полимерных матриц. Термопластичные и термореактивные полимеры и полимерные матрицы на их основе. Армирующие материалы. Стеклые, углеродные и другие типы волокон. Технологии получения ПКМ непрерывным и периодическим методами. Экструзия, вальцевание. Пултрузия. Намотка. Получение препрегов. Литье термопластов и термореактопластов. Прессование. Процесс вакуумной инфузии. Вакуумное и автоклавное формование изделий на основе ПКМ.

XI.6 Современные материалы для новых энергоэффективных технологий. Энергоэффективные технологии - основные направления. Химия и материаловедение в повышении эффективности преобразования, транспортировки, хранения и использования энергии. Преобразование солнечной энергии. Химические источники тока. Водородные энергетические технологии. Технологии на основе термоэлектрических и диэлектрических материалов. Металлогидридные материалы. Диэлектрические, термоэлектрические и сверхпроводящие материалы. Материалы для электрохимических генераторов и топливных элементов.

Структура и содержание курса «Современные материалы и технологии для обеспечения энергоэффективности, безопасности и надежности»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
XI.1	Дизайн и технология современных материалов	5	4	1	Оп

XI.2	Материалы для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем	3	2	1	Оп
XI.3	Методы исследования и сертификация материалов	9	6	3	Оп
XI.4	Современные углеродные материалы: технологии и применение	5	2	3	Оп
XI.5	Основы материаловедения полимерных композиционных материалов	5	2	3	Оп
XI.6	Современные материалы для новых энергоэффективных технологий	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература:

Основная:

1. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина; под ред. В.П. Зломанова. Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 400с.
2. Новые материалы. Под научной редакцией Ю.С.Карабасова, Москва, МИСИС, 2002, 736с.
3. Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии. Долгопрудный: Издательский дом Интеллект", 2011, 464с.
4. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. Москва: Техносфера, 2004, 408с.
5. Ковба Л.М. Рентгенография в неорганической химии. Москва. МГУ. 1991.
6. Уэндландт У. Термические методы анализа. Москва. Мир. 1978.
7. Носырева Е.Л. Интеллектуальная собственность. Часть первая. Справочное пособие для магистрантов химического факультета МГУ по специальности «Композиционные наноматериалы». Москва. МГУ. 2010.
8. Колокольцев С.Н.. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применение. Долгопрудный. Издательский дом Интеллект. 2012. 295с.
9. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: уч. пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. Санкт-Петербург: Профессия, 2008, 560с.
10. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2009, 539с.
11. Форгов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный. Издательский дом Интеллект. 2011.
12. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. Физика активных диэлектриков Изд.: Ростов-на-Дону. 2009. 428с.

Дополнительная:

1. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный. Интеллект. 2010. 352с.
2. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. Москва. Физматлит. 2008. 456 с.
3. Версан В.Г., Чайка И.И. Системы управления качеством продукции. М.: Издательство стандартов. 1988.
4. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А.А. Берлин и др. Москва: Химия, 1990. 240с.
5. А.С.Фиалков. Процессы и аппараты производства порошковых углеграфитовых материалов. Москва. АСПЕНТ ПРЕСС. 2008. 686с.
6. Бесков В.С. Общая химическая технология. М. Академкнига. 2005. 452 с.
7. Игнатович Э. Химическая техника. Процессы и аппараты. Перевод с немецкого. 2007. 651с.
8. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный. Интеллект. 2010. 352 с.
9. Эшби М., Джонс Д. Конструкционные материалы. Полный курс. Учебное пособие. Перевод с англ. Долгопрудный. Издательский дом Интеллект. 2010. 672 с.

Курс XII. Современные проблемы радиохимии

XII.1 Современные представления о радиоактивном распаде. Понятие радиоактивности. Модели строения ядра. Типы радиоактивных превращений. Стабильные и радиоактивные ядра. Альфа–распад. Бета-превращения. Изомерный переход и другие типы радиоактивных превращений. Схемы распада. Выход излучения (частиц или квантов) на ядерное превращение. Энергетические спектры альфа-, бета-, гамма-излучения. Стохастический характер ядерных превращений. Экзотические виды радиоактивного распада.

XII.2 Ядерные реакции и синтез новых элементов. Ядерные реакции, их типы. Сечение реакции. Энергетика ядерной реакции. Механизмы ядерных реакции. Составное ядро. Ядерно-физический аспект производства радионуклидов. Производство трансурановых элементов. Циклотронные и реакторные нуклиды. Ускорители. Реакции под действием заряженных частиц. Кулоновский барьер. Функции возбуждения для реакций с заряженными частицами. Реакции под действием нейтронов. Термоядерные реакции.

XII.3 Действие ионизирующих излучений на вещество. Источники ионизирующих излучений. Механизмы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Формула Бете-Блоха. Взаимодействие альфа-излучения с веществом. Поглощение и рассеяние альфа-частиц. Взаимодействие бета-излучения с веществом. Тормозное излучение. Черенковское излучение. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Ослабление гамма-излучения. Линейная передача энергии.

XII.4 Методы регистрации радионуклидов. Основные принципы, лежащие в основе регистрации ионизирующих излучений. Типы детекторов. Газовые ионизационные детекторы.

Сцинтилляционные детекторы. Твердые и жидкие сцинтилляторы. Регистрация гамма-излучения. Полупроводниковые детекторы. Трековые детекторы. Регистрация с помощью камеры Вильсона и пузырьковой камеры. Авторадиография.

Масс-спектрометрические и прочие методы определения радионуклидов. Принципы масс-спектрометрии. Виды масс-спектрометров: МС-ИСП, ТИМС, ВИМС, УМС. Применение в радиоаналитической химии. Примеры определения радионуклидов в почвах, донных осадках, аэрозолях, воздухе, биологических объектах, водах, различных радиоактивных отходах, других объектах.

ХИ.5 Радиационная безопасность и радиационный контроль при обращении с источниками ионизирующего излучения. Введение в радиоактивность, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, источники ионизирующих излучений, физические основы радиационной безопасности и дозиметрии, получение радиоактивных изотопов, радиоактивные отходы, биологическое действие излучений, основы радиоэкологии, основы законодательства РФ и нормативные документы в радиационной безопасности, организация службы радиационной безопасности, индивидуальный дозиметрический контроль, основы термомюлюминесцентной дозиметрии.

ХИ.6 Применение радионуклидов в медицине. Понятие радиофармацевтического препарата (РФП). Выбор радионуклидов для РФП. Фармакодинамика и фармакокинетика. Диагностические методы и их возможности. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Планарная сцинтиграфия. Ультракоткороткоживущие радионуклиды для ПЭТ. Получение РФП для диагностики – введение меток ^{123}I , ^{67}Ga , ^{111}In , ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Синтез РФП для ПЭТ.

Терапевтические радионуклиды. Альфа- и Оже- излучатели. Биологический аспект: средства доставки радионуклида. Химические аспекты: синтез РФП. Роль координационной химии. Введение радионуклидов-металлов в биомолекулы. Введение галогенов. Брахитерапия.

Определение радиохимической чистоты РФП. Методы радиохроматографии (ГХ, ВЭЖХ, ТСХ). Современные радиохроматографические приборы; обработка и сохранение данных. Биологические тесты. Контроль стерильности. Контроль содержания эндотоксинов (LAL тест).

ХИ.7 Основы радиоаналитической химии. Общие проблемы, постановка задачи. Объект анализа, анализируемый компонент. Выбор метода определения радионуклида. Применение носителей. Определение химического выхода. Пробоотбор. Классификация методов разделения и концентрирования. Общие определения, постановка задачи. Объект анализа, анализируемый компонент. Выбор метода определения радионуклида. Применение носителей. Определение химического выхода. Коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения. Механизмы соосаждения. Коллекторы и матрицы. Примеры использования, преимущества и недостатки. Принципы и закономерности жидкостной экстракции. Константа экстракции. Кинетика экстракции. Классификация экстракционных процессов. Прогнозирование экстракционных процессов. Экстракция несольватированных нейтральных соединений. Экстракция внутрикомплексных соединений. Экстракция донорными экстрагентами. Экстракция аминами. Ионообменное концентрирование. Синтетические иониты. Классификация. Применение для разделения сложных смесей. Неорганические ионообменники, свойства, синтез и применение. Экстракционная хроматография. Получение экстракционно-хроматографических материалов. Закономерности разделения в экстракционной хроматографии, свободный объем колонки, подбор элюентов. Методы

противоточного фракционирования. Фильтрация, микро- и ультрафильтрация. Ультрацентрифугирование. Проточное фракционирование. Тангенциальная микрофильтрация и ультрафильтрация. Разделение с использованием планетарных центрифуг. Сверхкритическая флюидная экстракция. Субкритическая флюидная экстракция. Флотация. Другие методы.

ХП.8 Метод радиоактивных индикаторов в исследовании сложных молекулярных систем. Понятие радиоактивного индикатора. Цели использования радиоактивных индикаторов. Классификация меченых соединений. Номенклатура меченых соединений. Физико-химические особенности поведения индикаторах количеств веществ. Адсорбция. Радиоколлоиды. Равновесные реакции радионуклидов в разбавленных растворах. Радионуклиды высокой удельной радиоактивности. Радиометрический анализ. Активационный анализ. Метод изотопного разбавления. Прямое изотопное разбавление. Обратное изотопное разбавление Субстехиометрическое изотопное разбавление. Метод концентрационно-зависимого распределения. Методы, основанные на высвобождении радиоактивного компонента("Radio-Release"). Определение механизмов и скоростей органических реакций с использованием радионуклидов. Изучение поверхностей и реакций в твердых телах. Радиоиммунный анализ. Применение радиоактивных индикаторов в биохимии и физической химии.

ХП.9 Применение радиохимических методов в ядерной энергетике. Введение в ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Экономические показатели и статистика разных стран. Этапы ЯТЦ. Открытый и замкнутый ЯТЦ. Уран-плутониевый цикл. Ториевый цикл. Минералы, содержащие уран, имеющие промышленное значение. Способы добычи урана- открытый, шахтный, подземное выщелачивание, кучное выщелачивание. Выбор реагентов для подземного и кучного выщелачивания. Переработка урановой руды. Технология конверсии в UF_6 . Изотопное обогащение. Изотопные эффекты. Методы изотопного обогащения - газовые центрифуги, газодиффузионный метод, лазерный метод.

Виды ядерных топлив. Оксидное, карбидное, нитридное, смешанное топливо, металлическое и жидкое топливо. Производство ТВС. Проблема обедненного урана (ОУ). Обращение с ОУ. Использование ОУ в промышленности и пр. Использование боеприпасов с ОУ и его поведение ОУ в окружающей среде. Устройство и принцип действия атомного реактора. Типы атомных реакторов. Атомная электростанция. Ядерная и радиационная безопасность в атомной энергетике.

Обращение с отработанным ядерным топливом (ОЯТ): захоронение vs. переработка. Изменение радиоактивности и радиотоксичности ОЯТ со временем. Радионуклиды, определяющие радиоактивность ОЯТ со временем. Экономические предпосылки к переработке ОЯТ. Проблема накопления радиоактивных отходов. Водные методы переработки ОЯТ. Висмут-фосфатный и лантан фторидный методы, РЕДОКС процесс, другие процессы, использовавшиеся ранее. ПУРЭКС процесс и его модификации. Поведение отдельных элементов в ПУРЭКС процессе – уран, плутоний, нептуний, америций, кюрий и европий, технеций. Альтернативы ПУРЭКС процессу.

Неводные методы переработки ОЯТ. Пирохимическая переработка ОЯТ. Фторидная переработка. Сверхкритическая флюидная экстракция.

Образование радиоактивных отходов на различных стадиях ЯТЦ. Обращение с газообразными, жидкими, твердыми и гетерогенными радиоактивными отходами. Геологические породы, пригодные для захоронения – глины, граниты, солевые толщи, туфы. Многобарьерная система защиты. Закономерности миграции радионуклидов в ближней и дальней зонах хранилища. Оценка безопасности.

Структура и содержание курса «Современные проблемы радиохимии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
ХП.1.	Современные представления о радиоактивном распаде	2	2	0	Оп
ХП.2.	Ядерные реакции и синтез новых элементов	4	2	2	Оп
ХП.3.	Действие ионизирующих излучений на вещество	4	2	2	Оп
ХП.4.	Методы регистрации радионуклидов	2	2	0	Оп
ХП.5.	Радиационная безопасность и радиационный контроль при обращении с источниками ионизирующего излучения	2	2	0	Оп
ХП.6.	Применение радионуклидов в медицине	4	2	2	Оп
ХП.7.	Основы радиоаналитической химии	4	2	2	Оп
ХП.8.	Метод радиоактивных индикаторов в исследовании сложных молекулярных систем	4	2	2	Оп
ХП.9.	Применение радиохимических методов в ядерной энергетике	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература:

Основная:

1. Алиев Р.А., Калмыков С.Н.. Радиоактивность. С.-Петербург-М.-Краснодар: Лань. 2013, 304 с.
2. Хала И., Навратил Дж.. Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика. Пер. с англ./под ред. Б.Ф. Мясоедова, С.Н. Калмыкова. М.: ЛКИ, 2013. 432 с.
3. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Бином, 2006, 268 с.
4. Кодина Г.Е., Красикова Р.Н. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины. М.: Издательский дом МЭИ. 2014. 282 с.
5. Болоздыня А.И., Ободовский И.М. //Детекторы ионизирующих частиц и излучений. М.: изд-во Интеллект, 2012, 208 с.

6. Несмеянов Ан. Н. Радиохимия. 2-е изд. М.: Химия, 1978
7. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. М.: Высш. шк., 1987
8. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: Физматлит, 2004, 442 с.

Дополнительная литература

1. Choppin G., J. Rydberg, J.-O. Liljenzin. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. Third Edition, Butterworth-Heinemann, 2002, 709 с.
2. Мясоедов Б. Ф., Гусева Л. И., Лебедев И. А., Милюкова М. С., Чмутова М. К. Аналитическая химия трансплутониевых элементов. — М.: Наука, 1972. — 376 с
3. Gregory R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg. Radiochemistry and Nuclear Chemistry. 3-е изд. Butterworth-Heinemann, 2002. — 709 с.
4. The Chemistry of the Actinide and Transactinide Elements (Vol.1-6). Morss, L.R.; Edelstein, N.; Fuger, J.; Katz, J.J. (Eds.), Springer, 4th ed. 2011, 4514 p
5. Радиоактивные индикаторы в химии: Основы метода / В.Б. Лукьянов, С.С. Бердоносков и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1985

Курс XIII. Современные проблемы лазерной химии

XIII.1 Основные представления в лазерной химии. Характеристики лазерного излучения (интенсивность, монохроматичность, когерентность, поляризация, направленность). Сравнение лазерных и традиционных источников света. Особенности взаимодействия молекул с лазерным излучением ультракороткой длительности (волновые пакеты, динамика молекулярных колебаний и элементарные акты химической реакции). Лазерный синтез и когерентное управление химическими реакциями: а) инициирование реакций и изменение их параметров, б) детектирование промежуточных и конечных продуктов, с) исследование механизма и элементарных актов химических реакций в реальном масштабе времени. Оптические (фотоассоциативные) методы синтеза и манипулирования молекулярными ансамблями при сверхнизких температурах. Принципы работы лазеров. Методы создания инверсной населенности. Режимы работы лазеров (непрерывный, импульсный). Способы перестройка частоты лазерного излучения. Типы лазеров. Активные лазерные среды. Твердотельные (неодимовый, рубиновый, титан-сапфировый, полупроводниковый); жидкостные (на растворах органических красителей); газовые (гелий-неоновый, ионные, азотный, CO₂ лазер, эксимерные); на парах щелочных металлов. Химические лазеры. Кольцевые лазеры. Фемтосекундные и аутосекундные лазеры.

XIII.2 Особенности взаимодействия лазерного излучения с веществом. Лазеры как высокоэнергетические источники излучения. Селективность возбуждения атомов и молекул в многокомпонентной среде. Процессы потери селективности возбуждения. Релаксационные процессы. Нелинейные явления при лазерном возбуждении. Режим насыщения оптического перехода и населенность возбужденного состояния. Создание термодинамически неравновесных систем. Импульсный фотолиз. Многофотонные переходы и многофотонная ионизация (колебательный квази-континуум, стохастизация колебательной энергии, фотоионизация и фотодиссоциация молекулы в мощном электромагнитном поле). Взаимодействие молекул с лазерным излучением фемтосекундной длительности (волновые

пакеты, динамика молекулярных колебаний и элементарные акты химической реакции). Взаимодействие мощного излучения с поверхностью твердого тела (лазерный факел, лазерная абляция и синтез функциональных материалов).

ХШ.3 Лазерная фотохимия. Резонансная фотохимия молекул (разделение изотопов, глубокая очистка веществ, утилизация отравляющих и взрывоопасных веществ). Фемтохимия. Кинетика сверхбыстрых реакций. Лазеры в молекулярной спектроскопии, аэро и космохимии. Лидары и принципы их устройства. Лазерная обработка материалов. Синтез мелкодисперсных порошков и наночастиц. Фотохимия и диагностика плазмы индуцированной мощным лазерным излучением. Результаты применения лазеров в аналитической химии (реализация высокоселективных и сверхчувствительных методов определения элементов в различных фазовых состояниях). Применение лазеров в геохимии, биологии и медицине.

ХШ.4 Радиационные характеристики молекул, интенсивности переходов и специальные эффекты. Энергетические уровни молекулы и их ионов. Изотопический эффект. Методы факторизации структурных параметров молекул. Межмолекулярные взаимодействия и внешнее электромагнитное поле. Приближенное разделение видов движения и внутримолекулярные взаимодействия. Релятивистские эффекты. «Хорошие» и «плохие» квантовые числа. Адиабатическое и диабатическое приближение. Методы учета неадиабатических эффектов. Потенциалы взаимодействия на далеких расстояниях. Интенсивности линейчатых и континуальных молекулярных спектров. Строгие и приближенные правила отбора. Вероятности электронно-колебательно-вращательных переходов. Принцип и факторы Франка-Кондона. Радиационные времена жизни. Коэффициенты ветвления и кинетика самопроизвольного распада. Особенности спектров свободных радикалов.

ХШ. 5 Фотодиссоциация и фотоионизация возбужденных состояний. Механизмы фотодиссоциации и фотоионизации. Вращательная, колебательная и спин-орбитальная автоионизация. Оценка скоростей нерадиационного распада. Золотое правило Ферми. Безизлучательные времена жизни.

ХШ.6 Молекулярная ридберговская динамика. Ридберговские состояния атомов и молекул. Аналитическая теория квантового дефекта. Аналог теоремы Гельмана-Фейнмана для ридберговских состояний. Модель поляризационного потенциала остова. Взаимное проникновение орбит.

ХШ. 7 Лазерный синтез и контроль химических реакций. Методы импульсного лазерного синтеза. Осаждение из лазерной плазмы. Лазерно-плазменная и лазерно-ионная модификация поверхности. Лазерный отжиг и селективное лазерное окисление. Когерентное управление скоростью и направлением химической реакции. Методы оптимизации частоты и формы лазерного импульса фемтосекундной длительности. Оптические методы синтеза и манипулирования ультрахолодных молекулярных ансамблей.

ХШ.8 Лазерная аналитическая спектроскопия. Введение в лазерную аналитическую спектроскопию. Методы, основанные на взаимодействии лазерного излучения с твердыми веществами. Лазерная искровая эмиссионная спектроскопия. Лазерный пробоотбор и его сочетание со спектроскопическими методами анализа. Локальный анализ, анализ поверхностей и микропроб, послыйный анализ, анализ удаленных, в том числе, токсичных, радиоактивных и высокотемпературных объектов. Лазерная десорбция и абляция в масс-спектрометрии.

ХШ.9 Аналитические методы, основанные на селективном воздействии лазерного

излучения. Лазерная атомно-флуоресцентная спектроскопия, лазерная атомно-ионизационная спектрометрия. Детектирование единичных атомов. Лазерная молекулярная флуориметрия, оптико-акустическая и оптико-рефрактометрическая спектроскопия. Сочетание методов лазерной молекулярной аналитической спектроскопии с методами разделения (хроматографическим и электрофоретическим). Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Применение спектроскопии когерентного антистоксова рассеяния света для анализа поверхности. Методы лазерного дистанционного зондирования, их физические основы и области применения. Лидары и принципы их устройства. Лазерная спектроскопия высокого и сверхвысокого разрешения. Лазерно-индуцированная и столкновительно-индуцированная флуоресценция, методы двойного (оптического, радиочастотного) резонанса, многофотонная спектроскопия, спектроскопия насыщения, лазерный магнитный резонанс, внутривибрационная и поляризационная спектроскопия. Фотоионизационная лазерная спектроскопия. Лазерная масс-спектрометрия. Перестраиваемая диодная абсорбционная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Фемтосекундная спектроскопия. Использование молекулярных пучков для исследования промежуточных продуктов реакций. Спектроскопия ридберговских состояний.

Структура и содержание курса «Современные проблемы химии высоких энергий»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
ХШ.1.	Основные представления в лазерной химии	3	2	1	Оп
ХШ.2.	Особенности взаимодействия лазерного излучения с веществом	4	2	2	Оп
ХШ.3.	Лазерная фотохимия	3	2	1	Оп
ХШ.4.	Радиационные характеристики молекул, интенсивности переходов и специальные эффекты	4	2	2	Оп
ХШ.5.	Фотодиссоциация и фотоионизация возбужденных состояний	3	2	1	Оп
ХШ.6.	Молекулярная ридберговская динамика	3	2	1	Оп
ХШ.7.	Лазерный синтез и контроль химических реакций	3	2	1	Оп
ХШ.8.	Лазерная аналитическая спектроскопия	3	2	1	Оп
ХШ.9.	Аналитические методы, основанные на селективном воздействии лазерного излучения	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Звелто О.. Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008.
2. Индуцированные лазером химические процессы / под ред. Дж. Стейнфелда. М.: Мир, 1984
3. Demtroder W.. Laser spectroscopy. Berlin: Springer Verlag, 2008 (В.Демтредер, Лазерная спектроскопия. М.: Наука, 1985).
4. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: УРСС, 2001.
5. Эткинс П., Дж. де Паула. Физическая химия. М.: Мир, 2007
6. Еремин В.В., Каргов С.И, Успенская И.А. и др. Основы физической химии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 томах. Т.3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Физматлит, 2008.
8. Герцберг Г. Электронные спектры и строение многоатомных молекул. М.: Мир, 1969.
9. Townes C.H., Schawlow A.L.. Microwave Spectroscopy. Mineola, New York: Dover Publication Inc., 2012
10. Герцберг Г. Спектры и строение простых свободных радикалов. М.: Мир, 1974.
11. Lefebvre-Brion H., Field R.W. The Spectra and Dynamics of Diatomic Molecules. New York: Elsevier Press, 2004.
12. Laser Processing of Materials. Fundamentals, Applications and Developments/ Ed. by P. Schaaf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
13. Рабек Я. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. М.: Мир, 1985.
14. Жигалов В. С. Лазерные технологии. Красноярск: Изд-во САА, 1998.
15. Аналитическая лазерная спектроскопия / под.ред. Н. Оменетто. М.:Мир, 1982.
16. Лазерная аналитическая спектроскопия / под.ред. В.С.Летохова.М.: Наука, 1986.
17. Сверхчувствительная лазерная спектроскопия / под.ред.Д. Клайджера. М.: Мир, 1986.
18. Кузяков Ю.Я., Семененко К.А., Зоров Н.Б. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990.
19. Кремерс Д., Радзиемски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. М.: Техносфера, 2009.
20. Агишев Р.Р. Лидарный мониторинг атмосферы. М.: Физматлит. 2009. Аналитическая лазерная спектроскопия / под.ред. Н.Оменетто. М.: Мир, 1982.

Курс XIV. Современные проблемы коллоидной химии

XIV.1 Термодинамически устойчивые наносистемы на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ). Мицеллообразование в водных растворах ПАВ, экспериментальное определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ). Влияние строения ПАВ, добавок электролитов и органических веществ на ККМ. Влияние температуры на ККМ. Точка Крафта и температура помутнения. Термодинамика мицеллообразования (модели

фазового разделения и химической реакции). Кинетика мицеллообразования.

Микроэмульсии как термодинамически устойчивые дисперсные системы. Классификация Винзора. Фазовые диаграммы вода-масло-ПАВ. Влияние температуры на фазовое поведение микроэмульсионных систем, стабилизированных неионогенными ПАВ. Строение микроэмульсий типа Винзор I, II, III, IV. Основные области применения микроэмульсий.

XIV.2 Мицеллообразование в растворах смесей ПАВ. Модель идеального смешения, модель Розена (регулярных растворов), другие модели. Влияние строения ПАВ – компонентов смесей на ККМ, состав смешанных мицелл и параметры взаимодействия.

XIV.3 Поверхностные явления в системах, содержащих полимер и ПАВ. Влияние полимеров на изотерму поверхностного натяжения ПАВ для слабо- и сильно взаимодействующих компонентов. Образование гидрофобных и гидрофильных комплексов полимер-ПАВ и их влияние на поверхностное натяжение. Ассоциация полимеров с ПАВ, изотермы связывания. Влияние гидрофобизованных полимеров на реологическое поведение растворов ПАВ.

XIV.4 Адсорбция ПАВ на различных границах раздела фаз. сорбция ПАВ на границах жидкость/газ и жидкость₁/жидкость₂. Уравнение Гиббса для ионогенных и неионогенных ПАВ. Количественные характеристики поверхностной активности. Влияние строения ПАВ, добавок электролитов и температуры на адсорбцию. Адсорбция ПАВ на высоко- и низкоэнергетических твердых поверхностях. Механизмы адсорбции, изотермы адсорбции. Самоорганизация ПАВ на твердых поверхностях.

XIV.5 Поверхностно-активные вещества, образующие гелеобразные системы. Рассматриваются ПАВ различных классов и в основном катионные ПАВ. Структуры катионных ПАВ типа “Gemini”. Фазовые диаграммы. Влияние соотношения длин гидрофобных радикалов и числа атомов углерода между атомами азота в молекуле на фазовое поведение систем. Поведение систем ПАВ в полярной и неполярной средах. Лиотропные жидкие кристаллы.

XIV.6 Реологические свойства вязко-упругих систем. Уделяется внимание влиянию соотношения длин гидрофобных радикалов и числа атомов углерода между атомами азота в молекуле на реологические характеристики систем. Сопоставление реологических свойств с фазовыми диаграммами. В лекции рассматриваются вопросы устойчивости и стабилизации систем. Влияние концентрации электролитов, температуры на гелеобразование. Устойчивость гелеобразных систем в средах различной полярности. Дается классификация лиотропных жидких кристаллов.

XIV.7 Принципы создания «умных систем» и их применение. «Умные самоорганизующиеся системы» в биологии и медицине. Поведение коллагенов различных типов. Поведение ДНК при различных концентрациях. Применение в различных технических устройствах и технологических процессах.

Структура и содержание курса «Современные проблемы коллоидной химии»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции и	сам. работа	
XIV.1	Термодинамически устойчивые наносистемы на основе	6	4	2	Оп

	поверхностно-активных веществ (ПАВ)				
XIV.2	Мицеллообразование в растворах смесей ПАВ	3	2	1	Оп
XIV.3	Поверхностные явления в системах, содержащих полимер и ПАВ	3	2	1	Оп
XIV.4	Адсорбция ПАВ на различных границах раздела фаз	4	2	2	Оп
XIV.5	Поверхностно-активные вещества, образующие гелеобразные системы	5	3	2	Оп
XIV.6	Реологические свойства вязко-упругих систем.	4	3	1	Оп
XIV.7	Принципы создания «умных систем» и их применение	5	2	3	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18		

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: Бином. 2007.
2. Rosen M.J. Surfactants and Interfacial Phenomena. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 2004.
3. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Санкт-Петербург. Химия. 1992.
4. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г.Куличихина. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2012.
5. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. М.: Химия. 1982.
6. Rogovina L.Z., Vasil'ev V.G., Matveenko V.N., Churochkina N.A., Pryakhina T.A., Khokhlov A.R. Rheological properties of solutions and gels of combined systems hydrophobically modified polyacrylamides-new viscoelastic cationic surfactants в журнале Polymer Science - Series A, издательство Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), 2007, том 49, № 12, с. 1358-1365 DOI
7. Matveenko, V N., Kirsanov, E A. The viscosity and structure of dispersed systems в журнале Moscow University Chemistry Bulletin, издательство Allerton Press Inc. (United States), 2011, том 66, № 4, с. 199-228
8. Novoselova N.V., Bobyleva A.A., Lukovskaya E.V., Sumtsova E.V., Matveenko V.N., Anisimov A.V., Terenin V.I. Synthesis and colloid-chemical properties of new quaternary ammonium compounds в журнале Theoretical Foundations of Chemical Engineering, издательство Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation), 2007, том 41, № 5, с. 649-659.
9. Wormlike Micelles of a C22-Tailed Zwitterionic Betaine Surfactant: From Viscoelastic Solutions

to Elastic Gels Text. / R. Kumar, G.C. Kalur, L. Ziserman, D. Danino, S.R. Raghavan // Langmuir. 2007. - V.23. - P.12849.

10. Tuning of Micellar Structure and Dynamics in Aqueous Salt-Free Solutions of Cetyltrimethylammonium Mono- and Dichlorobenzoates Text. / M. Carver, T.L. Smith, J.C. Gee, A. Delichere, E. Caponetti, L.J. Magid // Langmuir. -1996.-V.12.-P.691.

11. Raghavan, S.R. Cloud-Point Phenomena in Wormlike Micellar Systems Containing Cationic Surfactant and Salt Text. / S.R. Raghavan, H. Edlund, E.W. Kaler // Langmuir. 2002. - V.18. - P. 1056.

12. Филиппова, О.Е. «Восприимчивые» полимерные гели Текст. / О.Е. Филиппова // Высокомолек. соединения. Сер. С. 2000. - Т.42(12). - С. 2328-2352.

13. Viscoelastic micellar solutions: microscopy and rheology Text. / T.M. Clausen, P.K. Vinson, J.R. Minter, H.T. Davis, Y. Talmon, V.G. Miller // J. Phys. Chem. 1992. - V.96. - P.414.

14. Вязкоупругие свойства катионного ПАВ и его смеси с гидрофобно модифицированным полиакриламидом Текст. / Ю.А. Шашкина, О.Е. Филиппова, В.А. Смирнов, А.Р. Хохлов // Высокомолек. Соед., сер. А. -2005. -Т.47(11).-С. 2013.

15. Молчанов, В.С. Влияние концентрации и температуры на вязкоупругие свойства водных растворов олеата калия Текст. / В.С. Молчанов, О.Е. Филиппова // Коллоидный журнал. 2009. - Т.71(2). - С. 249255

16. Wormlike Micelles in Mixed Surfactant Systems: Effect of Cosolvents Text. / D. Varade, C. Rodriguez-Abreu, L.K. Shrestha, K. Aramaki // J. Phys. Chem. B. 2007. - V.11(35). - P.10438.

17. Shikata, T. Viscoelastic behavior of aqueous threadlike micellar solutions of oleyldimethylamineoxide Text. / T. Shikata, S. Itatani // Colloid Polym Sci. 2003. - V.281. - P.447.

18. Angelescu, D. Viscoelastic Properties of Sodium Dodecyl Sulfate with Aluminum Salt in Aqueous Solution Text. / D. Angelescu, A. Khan, H. Caldararu //Langmuir. -2003. V.19 (22). - P.9155-9161.

19. Viscosity Increase with Temperature in Cationic Surfactant Solutions Due to the Growth of Wormlike Micelles Text. / G.C. Kalur, B.D. Frounfelker, B.H. Cipriano, A.I. Norman, S.R. Raghavan // Langmuir. 2005. - V.21. - P. 10998 - 11004.

20. Desbrieres, J. Viscosity of Semiflexible Chitosan Solutions: Influence of Concentration, Temperature, and Role of Intermolecular Interactions Text. / J. Desbrieres // Biomacromolecules. 2002. - V.3. - P.342 - 349.

21. Wasserman A.M., Motyakin M.V., Yasina L.L., Zakharova Yu A., Matveenko V.N., Shulevich Yu V., Rogovina. EPR Spin Probe Study of New Micellar Systems в журнале Applied Magnetic Resonance, издательство Springer Verlag (Germany),2010, том 38, № 1, с. 117-135 DOI

22. Motyakin, M V., Yasina, L L., Wasserman, A M., Rogovina, L Z., Matveenko, V N. Local dynamics of micelles of new long-chain surfactants in aqueous media в журнале Colloid Journal, 2010, том 72, № 1, с. 31-39

Дополнительная:

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ.-М.: Мир, 1979.

2. Encyclopedia of Surface and Colloid Science. Ed. P.Somasundaran. New York – London. Taylor

& Francis. 2006.

3. Поверхностно-активные вещества. Под ред. А.А.Абрамзона и Г.М.Гаевого. Ленинград. Химия. 1979.

4. Holmberg K., Shah D.O., Schwuger M.J. Handbook of applied surface and colloid chemistry V.1. West Sussex, England, John Willey & Sons, 2002.

Периодическая литература

Научные статьи в российских и зарубежных журналах.

Курс XV. Современная химия и окружающая среда

XV.1 Предмет изучения и задачи химии окружающей среды. Окружающая среда как сложная система. Самоорганизация и процессы наноборки в живых и биокосных системах. Гидросфера, атмосфера и литосфера. Понятия о биосфере и ноосфере. Биогеохимические циклы. Антропогенное воздействие на окружающую среду. Загрязняющее вещество. Биогеохимические циклы загрязняющих веществ.

XV.2 Химия гидросферы. Гидрологический цикл. Уникальные свойства воды. Химический состав природных вод. Кислотно-основные равновесия в природных водах. Карбонатная система. Окислительно-восстановительные процессы в водоемах

Химическое загрязнение природных вод. Основные классы загрязняющих веществ. Основные источники поступления и процессы трансформации загрязняющих веществ в водной среде. Сточные воды и методы их очистки. Типы сточных вод и характеристика их состава. Основные показатели загрязненности водоемов. Методы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и сточных вод промышленности.

XV.3 Химия почв. Основные типы почв. Понятие о географической зональности. Механический и химический состав почв. Ионообменные и кислотно-основные свойства почв. Редокс-процессы в почвенной среде. Органическое вещество почвы. Понятие о гумусе. Состав и свойства гуминовых веществ. Гуминовые вещества как природные супрамолекулярные системы. Биосферные функции гуминовых веществ. Методы изучения гуминовых веществ

Плодородие почв. Питательные элементы (N,P,K) почв. Применение удобрений и известкование почв. Основные типы минеральных и органических удобрений. Отрицательные экологические последствия применения удобрений. Химические средства защиты растений и их применение в борьбе за повышение урожайности. Классификация пестицидов. Отрицательные экологические последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве

XV.4 Химия атмосферы. Химия верхних слоев атмосферы. Основные реакционноспособные частицы ионосферы и стратосферы. Химия стратосферного озона. Истощение озонового слоя в результате антропогенного воздействия. Химия нижних слоев атмосферы. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар. Основные реакционноспособные частицы в тропосфере. “Фотохимический смог”. “Классический смог”. “Кислые дожди. Распространение загрязняющих веществ в атмосфере. Классификация загрязнителей, роль атмосферных явлений для распространения загрязняющих веществ в атмосфере. Проблемы трансграничного переноса.

XIV.5 Оценка состояния окружающей среды. Оценка состояния окружающей среды. Концепция предельно допустимой концентрации (ПДК). Экотоксикологическое

нормирование. Комбинированное воздействие токсикантов. Методы интегральной оценки воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду. Мониторинг состояния окружающей среды. Концепция экологического мониторинга. Основные принципы организации службы экологического мониторинга. Концепция оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).

XIV.6 Глобальное изменение климата и устойчивое развитие. Глобальное изменение климата: математические модели, реалии и прогноз. Конечность ресурсов. Стратегии выживания. Альтернативные источники энергии. Концепция устойчивого развития. Пределы роста. Глобальная ответственность.

Структура и содержание курса «Современная химия и окружающая среда»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции и	сам. работа	
XV.1	Предмет изучения и задачи химии окружающей среды	3	2	1	Оп
XV.2	Химия гидросферы	7	4	3	Оп
XV.3	Химия почв	7	4	3	Оп
XV.4	Химия атмосферы	3	2	1	Оп
XV.5	Оценка состояния окружающей среды	7	4	3	Оп
XV.6	Глобальное изменение климата и устойчивое развитие	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999. – 271 с.
2. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
3. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: учеб.пособие. Изд-во ВлГУ. Ч. I – 2006 г. – 67 с., ч.II – 2009 г. – 60 с.
4. Исидоров В.А. Экологическая химия. СПб.: Химия, 2001. –287 с.
5. Орлов Д.С. Химия почв.М.: Изд-во МГУ, 2005, 558 с.
6. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г. Мизити А. В ведение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.

Дополнительная:

1. Будыко М.И. Эволюция биосферы Л.: Гидрометеиздат, 1984.
2. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. М.Мир, 1985.
3. Израэль Ю.А. Кислотные дожди. Л.: Гидрометеиздат, 1983.

4. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М. Мир, 1982.
5. Химия окружающей среды / под ред. Д.О.М. Бокриса. М.: Химия, 1982.

Курс XVI. Техногенные системы и экологический риск

XVI.1 Предпосылки и теоретические основы промышленной экологии. Генезис техносферы и проблемы обеспечения экологической безопасности. Техногенные системы и экологическая опасность. Экологический и техногенный риск. Прямой и косвенный экологический и техногенный ущербы. Основные понятия промышленной экологии. Взаимодействия промышленной деятельности с окружающей средой. Понятие о жизненном цикле продукта. Основные требования к технологическому процессу, сырью, аппаратуре, энергоресурсам, готовой продукции. Модели производственных химических процессов с точки зрения экологической безопасности. Сырьевые, материальные и энергетические потоки. Отходы химических производств. Экологическое соответствие, экологическая приемлемость химических систем.

XVI.2 Химическая опасность - особая категория техногенной опасности. Основные характеристики техногенных аварий. Причины возникновения и последовательность развития аварий. Методология оценки риска аварий на опасных производственных объектах. Загрязнители окружающей среды, первичные и вторичные загрязнители. Химические аварии и катастрофы. Уровни реализации химической опасности и формирование ущербов. Особенности постоянного (систематического) и разового (аварийного) воздействия. Техногенные аварии и катастрофы, связанные с химическими веществами (химические аварии). Основные типы и характеристики чрезвычайных ситуаций, возникающих при химических авариях. Химические, физические и физико-химические процессы, лежащие в основе возникновения химических аварий.

XVI.3 Экологические проблемы основных производств. Экологические проблемы основных производств химической промышленности. Защита биосферы от промышленных загрязнителей. Основные принципы выбора метода защиты биосферы от газообразных выбросов. Основные принципы рационального использования воды. Обезвреживание промышленных отходов.

XVI.4 Современные научно-методологические подходы к анализу и оценке риска. Современные научно-методологические подходы к анализу и оценке риска. Методические основы оценки показателей техногенного и экологического риска. Идентификация потенциальных опасностей при анализе техногенного риска. Оценка частоты возникновения аварий на опасных производственных объектах. Технический риск и экологическая безопасность. Эксплуатационная надежность и безопасность технических систем.

XVI.5 Управление экологическим риском на опасных производственных объектах. Обеспечение безопасной эксплуатации опасных промышленных объектов. Основные направления экологического управления. Экологический менеджмент и менеджмент техногенного риска. Экологический аудит и независимая оценка риска на опасном промышленном объекте. Стратегия управления экологической и техногенной безопасностью опасного химического объекта — создание безопасных, экологически приемлемых малоотходных технологий и процессов. Общие подходы к созданию малоотходных химических технологий. Основные принципы создания малоотходных химических технологий. Менеджмент техногенного и экологического риска как часть общего менеджмента предприятия. Планирование экологически безопасной деятельности. Основные принципы планирования и осуществления мероприятий по повышению устойчивости и

безопасности производственных химических систем и объектов. Методологические основы обеспечения экологической безопасности. Государственные механизмы обеспечения экологической безопасности. Административно-правовое и нормативное регулирование. Методы экономического стимулирования. Эколога-промышленные парки.

Структура и содержание курса «Техногенные системы и экологический риск»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции и	сам. работа	
XVI. 1	Предпосылки и теоретические основы промышленной экологии	7	4	3	Оп
XVI. 2	Химическая опасность - особая категория техногенной опасности	7	4	3	Оп
XVI. 3	Экологические проблемы основных производств	3	2	1	Оп
XVI. 4	Современные научно-методологические подходы к анализу и оценке риска	3	2	1	Оп
XVI. 5	Управление экологическим риском на опасных производственных объектах	10	6	4	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Легасов В.А. Химия. Энергетика. Безопасность. М.: Наука, 2007. –412 с.
2. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 382 с.
3. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов.-М.: Химия, КолосС, 2005.-392 с.
4. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М.: ИЦ «Академия», 2007, 388 с.
5. Кузьмин И.И., Махутов Н.А., Хетагуров С.В. Безопасность и риск: Эколога-экономические аспекты. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1997, 164 с.
6. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М. :Деловой экспресс, 2004, 352 с.
7. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 118 с.

Дополнительная:

1. Промышленная экология: Уч. пособие /под ред. В.А.Грачева –М: ИКЦ «МарТ», 2007. –555 с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М.: Мир, 1989, 672 с.
3. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления экологическими рисками. М.:ЮНИТИ-ДАНА,2003, 350с.
4. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы.

СПб.: Наука, 1997, 247 с.

5. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск. Уч. пособие. –М.:Изд-во МГУ, 2003. –254 с.
6. Мамонтов В.А., Николина Е.С. Безопасность и риски техносферы: анализ, оценка, управление. Учебное пособие для вузов / В.А. Мамонтов, Е.С. Николина.—М.: Изд. «Черо», 2010. Том1,2,3. -426 с.,- 395 с., -395 с.

Курс XVII. Фундаментальные основы химии высоких энергий

XVII.1 Предмет химии высоких энергий. Основные понятия и определения. Энергетическая шкала в химии. Предмет и методы химии высоких энергий. Основные понятия химии высоких энергий, физические величины и единицы их измерения. Поглощенная доза как основная характеристика энергии, переданной веществу. Мощность поглощенной дозы. Связь между поглощенной и экспозиционной дозой. Эффективность использования поглощенной энергии для химических превращений. Квантовый выход и радиационно-химический выход, связь между ними. Обобщенный энергетический выход. Методы нетермической активации химических реакций их классификация. Общая характеристика основных направлений химии высоких энергий (фотохимия, радиационная химия, плазмохимия, лазерная химия, механохимия, сонохимия, химия горячих атомов).

XVII.2 Термодинамические аспекты и временная шкала процессов в химии высоких энергий. Сопоставление термической химии и химии высоких энергий. Неравновесность как фундаментальная особенность химии высоких энергий. «Температура подсистемы» и «локальная температура». Роль локальных возбуждений («горячих пятен»). Передача энергии между подсистемами. Релаксационные процессы. Химическая реакция как один из конкурирующих каналов релаксации. Характерные времена элементарных процессов в химии высоких энергий. Критерии выделения физической, физико-химической и химической стадии. Гомогенизация распределения (расплывание «горячих пятен»), роль релаксационных и диффузионных процессов. Влияние агрегатного состояния вещества на временную шкалу процессов в химии высоких энергий.

XVII.3 Поглощение света. Основы фотофизики. Волновые и корпускулярные свойства света и их проявление. Длина волны излучения, частота и волновое число. Энергия кванта света. Поглощение и пропускание. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Оптическая плотность, коэффициент молярного поглощения. Интенсивность поглощенного света. Поглощение в светорассеивающей среде. Энергия молекулы. Электронные, колебательные и вращательные состояния. Интенсивность электронных переходов, сила осциллятора. Правила отбора. Спиновая мультиплетность; синглетные и триплетные состояния. Классификация электронных переходов и электронно-возбужденных состояний. Энергетическая диаграмма состояний (Диаграмма Яблонского). Классификация излучательных процессов дезактивации электронно-возбужденных состояний. Флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция и ее виды. Характеристики излучательных процессов дезактивации. Классификация безызлучательных процессов дезактивации электронно-возбужденных состояний. Внутренняя конверсия. Интеркомбинационная конверсия. Колебательная релаксация. Спин-орбитальное взаимодействие. Эффект тяжелого атома. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения. Индуктивно-резонансный и обменно-резонансный перенос энергии.

XVII.4 Взаимодействие заряженных частиц, ионизирующего электромагнитного излучения с веществом. Пространственное распределение событий ионизации, формирование и эволюция радиационно-индуцированных наноструктур.

Основные механизмы взаимодействия заряженных частиц с веществом. Ионизация и возбуждение молекул среды (ионизационные потери энергии). Зависимость ионизационных потерь от энергии и массы заряженной частицы. Учет релятивистских эффектов. Формула Бете. Линейная и массовая тормозная способность вещества. Пробег заряженных частиц. Линейная передача энергии излучения среде (ЛПЭ). Основные механизмы взаимодействия высокоэнергетических фотонов с веществом (фотоэффект, эффект Комптона, эффект образования пар). Вклад различных механизмов в зависимости от энергии фотона. Линейный и массовый коэффициенты ослабления излучения. Массовый коэффициент поглощения и его зависимость от природы поглотителя. Роль вторичных электронов. Обобщение понятия ЛПЭ для электромагнитного излучения. Распределение вторичных электронов по энергиям и пространственное распределение событий ионизации при действии ионизирующих излучений на плотные среды. Формирование радиационно-индуцированных трековых наноструктур. Классификация трековых образований (шпоры, бобы, короткие и разветвленные треки). Влияние величины ЛПЭ на пространственное распределение событий ионизации. Пространственно-временная эволюция трековых наноструктур. Время жизни треков, их физические и химические проявления в жидкостях и твердых телах.

XVII. 5 Интермедиаты процессов химии высоких энергий. Кинетика и механизм химических процессов. Механизмы образования электронно-возбужденных состояний в различных процессах химии высоких энергий. Особенности электронно-возбужденных состояний, возникающих в радиационно-химических процессах.

Катион-радикалы (молекулярные положительные ионы) как ключевые первичные интермедиаты радиационно-химических процессов. Общие представления об электронном строении и методах исследования катион-радикалов. Основные типы реакций катион-радикалов в газовой фазе. Образование вторичных ионов. Использование масс-спектрометрических данных в радиационной химии. Катион-радикалы в конденсированных средах. Оптические спектры и спектры ЭПР катион-радикалов. Передача заряда. Ион-электронная рекомбинация, влияние среды. Время жизни первичных катион-радикалов в жидкой и твердой фазах. Основные типы химических реакций органических катион-радикалов в конденсированных средах. Корреляция между структурой и реакционной способностью, селективность реакций катион-радикалов.

Судьба неионизирующих вторичных электронов в конденсированных средах. Термализация электронов. Локализация и захват молекулами среды. Образование сольватированных электронов и молекулярных анион-радикалов.

Гидратированный электрон. Экспериментальное обнаружение и спектральные проявления (оптический спектр и спектр ЭПР). Доказательство наличия отрицательного заряда. Термодинамические свойства гидратированного электрона (стандартный потенциал, энергия гидратации). Подвижность и коэффициент диффузии. Гидратированный электрон как уникальный химический реагент. Особенности кинетики реакций гидратированного электрона. Сольватированные электроны в молекулярных жидкостях. Захваченные электроны в стеклах. Влияние среды на характеристики сольватированных электронов. Модели сольватированных электронов (континуальные и конфигурационные). Времена сольватации электронов в жидкостях и стеклах. Общие представления о динамике сольватации электронов. Критерии молекулярного захвата электронов. Свойства и методы исследования молекулярных анион-радикалов, основные типы их химических реакций.

Образование нейтральных радикалов в процессах химии высоких энергий. Методы исследования и основные типы реакций нейтральных радикалов. Акцепторы радикалов.

XVII.6 Макрокинетика. Рекомбинационно-диффузионная модель. Кинетика фото процессов. Установление механизма фотохимических реакций. Влияние неоднородности начального пространственного распределения на кинетику процессов химии высоких энергий. Особенности макрокинетике фотохимических и радиационно-химических процессов. Методы описания кинетики ранних стадий радиационно-химических процессов в жидкостях. Рекомбинационно-диффузионная модель. Определение параметров шпор и треков из экспериментальных данных. Скорость дезактивации электронно-возбужденных состояний. Способы нахождения констант скорости основных фотофизических процессов. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции. Кинетика тушения электронно-возбужденных состояний. Уравнение Штерна-Фольмера. Статическое и динамическое тушение. Квантовый выход фотохимических реакций. Дифференциальный и интегральный квантовый выход. Квантовый выход последовательных и параллельных фотореакций. Скорость фотохимических реакций. Нахождение квантового выхода фотореакций из кинетических данных. Порядок фотохимических реакций. Способы нахождения констант скорости фотохимических реакций. Конкурентное тушение электронно-возбужденных состояний. Сенсibilизированное заселение триплетных уровней. Квантовый выход фотореакций. Зависимость скорости фотореакций от интенсивности света. Эксиплексы, эксимеры, ион-радикальные пары. Энергетический профиль реакции. Способы управления маршрутом фотореакции.

XVII. 7 Экспериментальные методы химии высоких энергий. Методы иницирования химических процессов. Источники излучений. Методы исследования процессов химии высоких энергий. Источники света для фотохимических исследований и технологий. Способы монохроматизации света. Изотопные и аппаратные источники ионизирующих излучений. Краткая характеристика изотопных источников. Источники рентгеновского излучения. Ускорители электронов, принципы действия, классификация и области применения. Ускорители тяжелых заряженных частиц. Генераторы плазмы (плазмотроны): основные типы, возможности и области применения. Эргометрия в химии высоких энергий. Актинометрия света и дозиметрия ионизирующих излучений. Физические и химические методы актинометрии и дозиметрии. Ионизационная и калориметрическая дозиметрия. Важнейшие типы химических дозиметров и актинометров (дозиметр Фрикке, ферриоксалатный актинометр).

Общая характеристика методов и подходов; временное разрешение, чувствительность и информативность. Импульсный фотолиз и импульсный радиолиз. Методы регистрации. Особенности эксперимента в пикосекундном и фемтосекундном диапазонах. Времяразрешенная ИК-спектроскопия. Низкотемпературная стабилизация и матричная изоляция. Инертные и специфические матрицы. Использование электронного парамагнитного резонанс в химии высоких энергий. Понятие о методах спиновой химии. Люминесцентные методы (спектры люминесценции, кинетика люминесценции, поляризация люминесценции). Фотоселекция и фотоориентация. Химические (косвенные) методы исследований. Метод акцептора. Метод спиновых ловушек.

XVII.8 Основы фотохимии. Законы фотохимии. Закон Гроткуса-Дрепера. Закон Штарка-Эйнштейна. Глубина протекания реакций. Кривые потенциальной энергии молекулы в основном и электронно-возбужденном состояниях. Свойства молекул, изменяющиеся при возбуждении. Потенциал ионизации и сродство к электрону. Кислотно-основные свойства

молекул. Цикл Ферстера-Веллера. Дипольный момент и геометрия молекул. Реакционная способность молекул в возбужденном состоянии. Синглетно-возбужденные и триплетные состояния. Фотореакции в газовой и конденсированной фазе. Клеточный эффект. Специфика фотореакций в твердых матрицах. Влияние среды на направление протекания реакции. Сольватация. Реакция с растворителем. Адиабатические и диабатические реакции. Одно- и двухквантовые фотореакции. Фотосенсибилизированные реакции. Механизмы фотосенсибилизации. Перенос энергии. Цепные фотореакции.

XVII.9 Окислительно-восстановительные фотохимические реакции (реакции фотопереноса электрона). Реакции фотодиссоциации. Кислотно-основные фотохимические реакции. Реакции фотоизомеризации. Фотореакции присоединения и замещения. Фотохимия различных классов соединений. Прямая фотоионизация в газовой и конденсированной фазе. Преионизация. Двухфотонная ионизация. Взаимодействие возбужденных молекул с донорами и акцепторами электрона в газовой, жидкой и твердой фазе. Туннелирование электрона. Образование эксиплексов и ион-радикалов. Скорость реакции фотопереноса электрона. Зависимость константы скорости реакции от изменения термодинамического потенциала Гиббса. Соотношения свободных энергий Маркуса и Рэма-Веллера. Диффузионная и кинетическая области. Комплексы с переносом заряда. Спектральная сенсбилизация. Диссоциация из связывающего состояния. Диссоциация в континуум. Предиссоциация. Гомолитический и гетеролитический механизмы фотодиссоциации. Роль сольватации. Двухквантовый механизм фотодиссоциации. Адиабатические и диабатические реакции фотопереноса протона. Влияние среды и свойств реагентов на механизм и константы скорости фотопереноса протона. Цис-транс фотоизомеризация. Фотокаталитическая изомеризация. Фотосенсибилизированная цис-транс изомеризация. Кинетика цис-транс фотоизомеризации. Сигматропные перегруппировки. Отрыв атома водорода возбужденными молекулами. Синхронное циклоприсоединение. Реакции фотозамещения алифатических соединений. Реакция фотозамещения в ароматическом ядре. Карбонильные соединения. Ароматические углеводороды. Координационные соединения переходных металлов.

Структура и содержание курса «Фундаментальные основы химии высоких энергий»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
			лекции	Сам. работа	
XVII.1.	Предмет химии высоких энергий. Основные понятия и определения	3	2	1	Оп
XVII.2.	Термодинамические аспекты и временная шкала процессов в химии высоких энергий.	3	2	1	Оп
XVII.3.	Поглощение света. Основы фотофизики.	3	2	1	Оп
XVII.4.	Взаимодействие заряженных частиц, ионизирующего электромагнитного излучения с веществом. Пространственное распределение событий ионизации, формирование и эволюция радиационно-индуцированных	4	2	2	Оп

	наноструктур.				
XVII.5.	Интермедиаты процессов химии высоких энергий. Кинетика и механизм химических процессов.	4	2	2	Оп
XVII.6.	Макрокинетика. Рекомбинационно-диффузионная модель. Кинетика фото процессов. Установление механизма фотохимических реакций.	3	2	1	Оп
XVII.7.	Экспериментальные методы химии высоких энергий. Методы инициирования химических процессов. Источники излучений. Методы исследования процессов химии высоких энергий.	3	2	1	Оп
XVII.8.	Основы фотохимии.	3	2	1	Оп
XVII.9.	Окислительно-восстановительные фотохимические реакции (реакции фотопереноса электрона). Реакции фотодиссоциации. Кислотно-основные фотохимические реакции. Реакции фотоизомеризации. Фотореакции присоединения и замещения. Фотохимия различных классов соединений.	4	2	2	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак Л.С. Химия высоких энергий. М.: Химия, 1988.
2. Барлтруп Дж., Койл Дж. Возбужденные состояния в органической химии. - М.: Мир, 1978.
3. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. – М.: Мир, 1986
4. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974
5. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы. М.: Наука, 1985.

Дополнительная:

1. Введение в фотохимию органических соединений. / Под ред. Г.О.Беккера. Л.: Химия, 1976.
2. Mauser H., Gauglitz G. Chemical Kinetics. V.36. Photokinetics. Elsevier, 1998.

Курс XVIII. Современные проблемы химии высоких энергий

XVIII. 1 Экспериментальные методы химии высоких энергий. Общая характеристика методов и подходов; временное разрешение, чувствительность и информативность. Импульсный фотолиз и импульсный радиолиз. Методы регистрации. Особенности эксперимента в пикосекундном и фемтосекундном диапазонах. Времы разрешенная ИК-спектроскопия. Низкотемпературная стабилизация и матричная изоляция. Инертные и специфические матрицы. Использование электронного парамагнитного резонанс в химии высоких энергий. Понятие о методах спиновой химии.

Люминесцентные методы (спектры люминесценции, кинетика люминесценции, поляризация люминесценции). Фотоселекция и фотоориентация. Химические (косвенные) методы исследований. Метод акцептора. Метод спиновых ловушек.

XVIII.2 Общие принципы радиационной химии молекулярных систем. Радиационная химия газов. Радиационная химия ионных и ионно-ковалентных кристаллов. Радиационно-химические процессы в гетерогенных системах. Возбуждение и ионизация молекул. Первичные радиационно-химические процессы в молекулярных системах. Селективность радиационно-химических процессов. Особенности радиолиза двухкомпонентных и многокомпонентных систем. Прямое и косвенное действие излучения. Электронная доля компонента. Неаддитивные эффекты. Первичные радиационно-химические процессы в газовой фазе. Влияние давления на радиолиз газов. Радиолиз двухатомных и трехатомных газов. Радиационно-химические процессы в воздушной среде. Действие излучения на ионные и ионно-ковалентные кристаллы. Типы радиационно-индуцированных дефектов и методы их исследования. Радиационная химия щелочно-галогидных кристаллов. Промежуточные и конечные продукты. Физико-химические процессы при растворении облученных солей. Общие представления о радиационно-химических превращениях других ионных кристаллов (оксиды, нитраты, азиды, сульфаты). Общая характеристика радиационно-химических процессов в гетерогенных системах. Особенности передачи энергии. Роль электронных характеристик фаз, размерные эффекты. Радиационная химия адсорбированных молекул, общие представления о радиационно-индуцированной адсорбции и радиационном гетерогенном катализе. Радиационно-химические превращения в коллоидных системах различных типов. Влияние облучения на устойчивость коллоидных систем.

XVIII.3 Радиационная химия воды и водных растворов. Ранние стадии радиолиза воды. Временная шкала первичных процессов. Реакции в шпорах (негомогенная стадия). Радиационно-химические выходы продуктов радиолиза воды после завершения реакций в шпорах. Стабильные продукты. Влияние pH среды и ЛПЭ излучения на радиолиз воды. Реакционная способность основных промежуточных продуктов радиолиза воды (гидратированный электрон, гидроксильный радикал, атом водорода). Радиолиз воды в присутствии кислорода. Радиолиз разбавленных водных растворов. Физико-химические основы радиационно-химической очистки воды от примесей. Особенности радиолиза концентрированных водных растворов. Роль реакций первичных продуктов радиолиза воды. Прямое действие излучения на растворенное вещество. Влияние фазового состояния на радиолиз воды. Общие представления о радиолизе паров воды и кристаллического льда.

XVIII.4 Радиационная химия органических соединений. Общая характеристика радиационно-химических превращений органических соединений. Связь между электронной структурой и механизмом радиационно-химических превращений. Радиационная химия

насыщенных углеводородов. Радиолит линейных алканов (представления о ранних стадиях, состав радикалов и стабильных продуктов). Особенности радиолит разветвленных и циклических алканов. Влияние структуры молекулы на соотношение разрывов C—H и C—C связей. Радиационно-термический крекинг. Радиационно-химические превращения ненасыщенных углеводородов. Радиационно-иницированная полимеризация. Особенности радиолит ароматических углеводородов, причины их радиационной стойкости. Использование ароматических углеводородов в качестве антирадов. Радиационная химия функциональных органических соединений. Радиолит спиртов (основные конечные и промежуточные продукты, сопоставление с радиолитом воды и углеводородов). Особенности радиолит алкилгалогенидов. Общие представления о радиационной химии функциональных органических соединений различной структуры.

XVIII.5 Радиационная химия макромолекул и биологических систем. Особенности действия ионизирующего излучения на макромолекулы. Миграция и локализация заряда и возбуждения. Роль структурной и химической неоднородности. Радиационная чувствительность макромолекул. Радиационная химия линейного полиэтилена. Представления о механизмах радиационно-химических процессов. Образование и устойчивость макрорадикалов, миграция радикального центра. Рекомбинация макрорадикалов. Радиационно-индуцированное сшивание и деструкция макромолекул. Методы определения радиационно-химических выходов сшивания и деструкции. Изменение макроскопических свойств полимерных материалов при облучении. Общие представления о радиационно-химических превращениях макромолекул различного строения. «Сшивающиеся» и «деструктирующие» полимеры. Радиационно-стойкие полимеры. Радиационная чувствительность биологических систем и роль радиационно-химических эффектов. Общие представления о радиолите биологически важных молекул и модельных соединений. Радиационно-химические повреждения биополимеров.

XVIII.6 Прикладные аспекты химии высоких энергий. Общие принципы практического использования химии высоких энергий. Оценка энергетической эффективности. Преимущества и ограничения. Регистрация и обработка изображений. Фотохромизм. Голография. Лазеры. Фотобиологические процессы. Фотокатализ. Промышленный фотохимический синтез. Фотохимическое преобразование солнечной энергии.

XVIII.7 Радиационно-иницированная полимеризация и радиационное модифицирование полимерных материалов. Применение радиационно-иницированной полимеризации и сополимеризации. Получение полимеров, отверждение покрытий. Модифицирование поверхностных свойств полимеров с помощью радиационной прививочной полимеризации. Получение биосовместимых материалов. Радиационно-химическое модифицирование сшивающихся и деструктирующих полимеров. Примеры промышленных технологий радиационного модифицирования (модифицирование кабельной изоляции, получение термоусаживаемых материалов и изделий, пенополимеров, радиационная вулканизация, получение радиационно-сшитых гидрогелей). Перспективы технологий радиационного модифицирования полимерных и композиционных материалов. Общая характеристика плазмохимических технологий. Плазмохимический синтез. Плазмохимическое модифицирование поверхности материалов.

XVIII.8 Получение наноструктур и наноматериалов. Общие принципы использования процессов химии высоких энергий для формирования наноструктур и получения наноматериалов. Использование первичных радиационно-индуцированных наноструктур,

образующихся при действии излучений с высокими значениями ЛПЭ на полимерные материалы. Особенности физико-химических эффектов в полимерах, облученных ускоренными тяжелыми ионами. Формирование и проявление (травление) латентных треков, влияние величины ЛПЭ на их параметры. Применение трековых наноматериалов. Образование металлических наночастиц при фотохимическом и радиационно-химическом восстановлении ионов металлов. Механизм восстановления, формирование и рост кластеров. Стабилизация наночастиц, получение нанокомпозитов. Получение полимерных микро- и наногелей радиационно-химическим методом. Фотохимические и радиационно-химические аспекты микро- и нанолитографии. Формирование наноструктур с использованием плазмохимических методов.

XVIII.9 Технологии защиты окружающей среды на основе химии высоких энергий. Роль химии высоких энергий в природе. Роль химии высоких энергий в природе. Основы радиационной стойкости и светостойкости материалов. Общая характеристика экологических приложений методов химии высоких энергий. Сопоставление различных методов. Физико-химические основы очистки природных и сточных вод с использованием фотохимических, радиационно-химических и плазмохимических методов. Сравнительная характеристика. Комбинированная очистка сточных вод. Радиационно-химическая очистка выбросных газов (физико-химические принципы и методы реализации). Фотохимические процессы в атмосфере. Радиационно-химические процессы в верхних слоях атмосферы и космическом пространстве. Роль радиационно-химических процессов в геологической и биологической эволюции. Фотохимическое и радиационно-химическое старение материалов. Окислительное старение. Физико-химические принципы стабилизации материалов. Фотостабилизаторы и антирады. Проблемы радиационной стойкости материалов, используемых в атомной энергетике и космической технике.

Структура и содержание курса «Современные проблемы химии высоких энергий»

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе:		Форма промежуточного контроля
XVIII.1	Экспериментальные методы химии высоких энергий.	4	2	2	
XVIII.2	Общие принципы радиационной химии молекулярных систем. Радиационная химия газов. Радиационная химия ионных и ионно-ковалентных кристаллов. Радиационно-химические процессы в гетерогенных системах.	4	2	2	Оп
XVIII.3	Радиационная химия воды и водных растворов.	3	2	1	Оп
XVIII.4	Радиационная химия органических соединений.	3	2	1	Оп
XVIII.5	Радиационная химия макромолекул и биологических систем.	3	2	1	Оп

XVIII.6	Прикладные аспекты химии высоких энергий.	3	2	1	Оп
XVIII.7	Радиационно-иницированная полимеризация и радиационное модифицирование полимерных материалов.	3	2	1	Оп
XVIII.8	Получение наноструктур и наноматериалов.	4	2	2	Оп
XVIII.9	Технологии защиты окружающей среды на основе химии высоких энергий. Роль химии высоких энергий в природе. Роль химии высоких энергий в природе. Основы радиационной стойкости и светостойкости материалов.	3	2	1	Оп
Промежуточная аттестация					КР, Р, РГЗ, Т
ИТОГО		30	18	12	

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Бугаенко Л.Т., Кузьмин М.Г., Полак Л.С. Химия высоких энергий. М.: Химия, 1988.
2. Барлтроп Дж., Койл Дж. Возбужденные состояния в органической химии. - М.: Мир, 1978.
3. Экспериментальные методы химии высоких энергий (под ред. М.Я.Мельникова). – М.: МГУ, 2009.
4. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. – М.: Мир, 1986
5. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974
6. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы. М.: Наука, 1985.
7. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Радиоллиз газов и жидкостей. М.: Наука, 1986.
8. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты. М.: Наука, 1987.
9. Радиационная химия углеводородов./ Под ред. Г. Фёльдиака. М.: Энергоатомиздат, 1985.

Дополнительная:

1. Рабек Я. Экспериментальные методы фотохимии и фотофизики. М.: Мир, 1995.
2. Введение в фотохимию органических соединений. / Под ред. Г.О.Беккера. Л.: Химия, 1976.
3. Mauser H., Gauglitz G. Chemical Kinetics. V.36. Photokinetics. Elsevier, 1998.
4. Харт Э., Анбар М. Гидратированный электрон. М.: Атомиздат, 1973.
5. Радиационная химия макромолекул/ Под ред. М. Доула. М.: Атомиздат, 1978

6. Сараева В.В. Радиолиз углеводов в жидкой фазе. М.: МГУ, 1986.
7. Фельдман В.И. Молекулярные механизмы селективных эффектов в радиационной химии органических и полимерных систем. // Вестник Моск. ун-та, 2001, Т. 42, №3. С. 194 – 201.
8. Apel P. Swift ion effects in polymers: Industrial applications.// Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B. 2003. V. 208. p.11.
9. Rosiak J., Ulanski P. Synthesis of hydrogels by irradiation of polymers in aqueous solution.// Radiat. Phys. Chem. 1999. V. 55. P. 139.
10. Ершов Б. Г. Наночастицы металлов в водных растворах: электронные, оптические и каталитические свойства. // Российский хим. журнал. 2002, т.45, № 3, с.20-30.
11. Кабанов В.Я., Фельдман В.И., Ершов Б.Г., Поликарпов А.И., Кирюхин Д.П., Апель П.Ю. Радиационная химия полимеров. //Химия высоких энергий 2009, Т. 43, №1, с. 5 – 21.
12. Милинчук В.К., Клишпонт Э.Р., Тупиков В.И. Основы радиационной стойкости органических материалов. М.: Энергоатомиздат, 1994.

Методические указания обучающимся

Самостоятельная работа. В самостоятельную работу входит ознакомление с избранными главами основной и дополнительной учебной литературы, выполнение домашних заданий (тестов) и подготовка к ответам на контрольные вопросы. Литература для ознакомления с темой указывается в конце каждого занятия.

Текущий контроль (опрос) за освоением рабочей программы курса осуществляется через систему вопросов и ответов в ходе интерактивных занятий (занятия проводятся в режиме видеоконференции).

Промежуточный контроль. Для получения зачета по каждому из трех курсов, выбранных слушателями (один – из первого модуля и два – из второго), возможны разные варианты контроля усвоения материала:

- (а) подготовка реферата,
- (б) подготовка презентации к лекции,
- (в) составление контрольно-измерительных материалов по заданной теме,
- (г) контрольные работы.

Контрольные работы проводятся в он-лайн режиме и представляют собой:

- (а) набор вопросов (задач) по курсу,
- (б) тестовые задания с предложенными вариантами ответов.

Вопросы (задачи, задания) выводятся на мониторах слушателей последовательно. На выполнение каждого задания отводится фиксированное время, при превышении лимита которого ответ не засчитывается.

Максимальная сумма баллов, которую может набрать слушатель за каждый курс, составляет 50 баллов (т.е. всего не более 150 баллов). Курс засчитывается, если по нему набрано не менее 20 баллов (т.е. всего не менее 60 баллов).

Итоговая аттестация по курсу «Современные проблемы химии (для научно-педагогических работников образовательных организаций системы высшего профессионального образования)» проводится по рейтинговой системе. Оценка «отлично»

выставляется, если слушатель в сумме набрал 121 балл и более, «хорошо» - $91 \div 120$ баллов, «удовлетворительно» - при сумме баллов $60 \div 90$.

Фонд оценочных средств

Примерные вопросы для опроса учащихся

курс IV модуля II (тема IV.5. Общие и частные условия равновесия термодинамических систем. Теория устойчивости в общем курсе физической химии):

- сформулируйте общие и частные условия равновесия термодинамической системы;
- приведите примеры, иллюстрирующие преимущества использования общих или частных условий равновесия при решении практических задач;
- объясните, зачем в фундаментальном уравнении Гиббса необходимо переходить от количеств компонентов к количествам составляющих при выводе условий химического равновесия;
- приведите примеры из общего курса физической химии, на которых проще всего условия устойчивости термодинамической системы;

курс IV модуля II (тема IV.6. Термодинамика растворов в общем курсе физической химии):

- дайте определение термодинамической модели фазы;
- объясните, в чем разница понятий «стандартное состояние компонента раствора» и «уровень отсчета свойств раствора»;
- приведите примеры разных способов записи энтропии раствора;
- сформулируйте требования к виду аналитической зависимости избыточной энергии Гиббса от термодинамических переменных.

Примерные темы рефератов к модулю «Актуальные направления развития химии» (курсы I, III, IV):

- «Зеленая» химия как основа мировоззрения химиков.
- Различие принципов конструирования химического синтеза в 20-м и 21-м веке.
- Биокатализ. Промышленные биокаталитические процессы.
- Дизайн новых промышленных процессов на основе идеологии «зеленой химии» (анализ публикаций последних 10 лет)
- Метод «выпуклых оболочек» как способ расчета фазовых диаграмм систем разной компонентности.
- Современные нанокаталитические технологии.
- Возможности физических методов на синхротронном излучении в решении химических задач.
- Радиоактивные индикаторы в медицине и биохимии.

Примерные темы рефератов к модулю «Избранные главы химии»

(курсы I, II, III, IV, VII, IX, X, XIV):

- Методика преподавания концепций химической связи в курсе неорганической химии
- Эффект Ребиндера в системах разной природы.
- Сродство: определение и использование в курсе общей физической химии.
- Специфика выбора стандартного состояния в термодинамике растворов и методология преподавания этого раздела в курсе физической химии.
- Сверхкритическая флюидная экстракция.
- Жидкие кристаллы и ЖК-состояние вещества.
- Строгие и приближенные правила отбора: преподавание в общих разделах химии и специальных курсах.
- «Умные самоорганизующиеся системы» в биологии и медицине.
- Применение каталитического и некаталитического вариантов кинетических методов в практике химического анализа.
- Способы иммобилизации ферментов различных классов.
- Применение иммобилизованных ферментов во внелабораторном анализе.
- Биосенсоры. История развития. Применение для решения задач экологического контроля, анализа биологических жидкостей.
- Использование иммунохимического анализа в медицинской практике.
- Сравнительный анализ базовых уравнений и оценок энергии, получаемых при использовании методов конфигурационного взаимодействия в варианте КВ2 и второго порядка теории возмущений Меллера-Плессета
- Сопоставление преимуществ и недостатков методов конфигурационного взаимодействия в варианте КВ2 и связанных кластеров при учете только двухэлектронных связанных кластеров

Примерные тематики презентаций:

(курсы I, II, III, IV, VII, XIV):

- Построение диаграмм состояний однокомпонентных систем с помощью минимизации энергии Гиббса.
- Расчет фазовых диаграмм двухкомпонентных систем разных типов (с простой эвтектикой, с расслаиванием в одной из фаз, с верхним и нижним азеотропами)
- Современные базы данных и программные комплексы для термодинамических расчетов
- Современные базы данных и программные комплексы для расчета кинетики процессов
- Интернет-ресурсы по биохимии
- Демонстрационные опыты в курсе неорганической химии
- Мицеллообразование: термодинамические и кинетические аспекты

- ЯМР: основные принципы метода, обработка результатов измерений
- Фемтосекундная спектроскопия.
- Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция. Характеристики метода и области применения.
- Аналитический сигнал в масс-спектрометрии, его использование для качественного и количественного анализа. Библиотеки масс-спектров. Изотопные эффекты. Тандемная масс-спектрометрия.
- Гибридные методы анализа: газовая хроматография – масс-спектрометрия (ГХ-МС), высокоэффективная жидкостная хроматография – масс-спектрометрия (ВЭЖХ-МС).
- Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, характеристики метода. Изотопный анализ. Применение.
- Применение ГХ-МС и ВЭЖХ-МС в аналитической практике.
- Анализ органических соединений методом жидкостной хроматографии.
- Применение различных видов хроматографии в анализе лекарственных соединений.
- Использование хроматографии в анализе вод.

Примеры контрольных работ для промежуточного контроля

К курсу II модуля II

Вопросы по спектроскопическим методам

1. Приведите классификацию методов люминесценции.
2. Изобразите схематически взаимное расположение спектров поглощения и люминесценции вещества.
3. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции.
4. Спектральные и физико-химические помехи в люминесценции.
5. В чем сущность метода рентгеновской спектроскопии.
6. Дайте определение масс-спектрометрии.
7. Что такое масс-спектр?
8. Классификация масс-спектрометрических методов.
9. Способы интерпретации масс-спектров. Библиотеки масс-спектров.
10. Какие вы знаете методы ионизации определяемых веществ в вакууме?
11. Каковы методы ионизации определяемых веществ при атмосферном давлении?
12. Классификация масс-анализаторов. Примеры.
13. Сущность тандемной масс-спектрометрии.

Вопросы по хроматографическим методам и капиллярному электрофорезу

1. Дайте классификацию методов хроматографии.
2. Чем определяется селективность хроматографического разделения?
4. От чего зависит эффективность колонки согласно кинетической теории хроматографии?
5. В чем суть обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии?
6. Сущность нормально-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии.
7. На чем основана ионная высокоэффективная жидкостная хроматография?
8. Требования к детектору в ВЭЖХ. Варианты детектирования в ВЭЖХ.
9. В чем особенности ионной хроматографии?

10. Основные принципы электросепарационных разделений. Варианты электросепарационных методов.

11. Практическое применение капиллярного электрофореза.

12. Сравнение методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и капиллярного электрофореза.

Вопросы к кинетическим методам анализа

1. Какие принципы положены в основу кинетических методов в их каталитическом и некаталитическом вариантах?

2. Перечислите требования, предъявляемые к индикаторным реакциям.

3. Какие способы используют чаще всего в кинетических методах для наблюдения за скоростью индикаторной реакции?

4. Какой из трех способов — тангенсов, фиксированного времени и фиксированной концентрации — является самым: а) точным; б) простым; в) удобным для автоматизации?

5. Каковы преимущества и недостатки кинетических методов в их каталитическом и некаталитическом вариантах?

6. Каковы области применения кинетических методов? Приведите примеры их использования.

Вопросы к биохимическим и иммунным методам

1. Что является аналитическим сигналом в биохимических методах?

2. Каковы особенности действия фермента как катализатора?

3. Какие компоненты ферментативного процесса могут быть определены ферментативным методом?

4. Чем ограничены нижняя и верхняя границы определяемых содержаний субстрата, фермента и ингибитора?

5. Какой принцип положен в основу иммунохимических методов?

6. Что такое антиген, антитело, иммунный комплекс?

7. Какие метки используют в иммунохимических методах, какова их роль?

8. Каковы преимущества иммунохимических методов и области их применения?

К курсу X модуля II

1. При каких условиях система связанных уравнений, определяющих ядерные состояния молекулярной системы в неадиабатическом приближении, может быть сведена к системе расцепленных уравнений, определяющих ядерные функции в различных электронных состояниях системы?

2. Записать определитель Слейтера для предложенной молекулы в заданном (не синглетном) спиновом состоянии. Построить соответствующее чистое по спину состояние с использованием ортогонального проектора.

3. Проблема учета энергии электронной корреляции. Объяснить, в каких ситуациях более важен учет статической корреляции электронов, а в каких – динамической. Какие методы могут быть использованы для этого?

К курсу XII модуля II

Задача 1. В настоящий момент в природном уране содержится 0.720% ^{235}U и 99.274% ^{238}U . Периоды полураспада составляют $7,04 \cdot 10^8$ лет для ^{235}U и $4,468 \cdot 10^9$ лет для ^{238}U . Образование тяжелых элементов, входящих в состав Земли, произошло при взрыве сверхновой звезды. Как давно было это событие, если предположить, что при этом образовалось равное количество нуклидов ^{235}U и ^{238}U .

Задача 2. В ядерном реакторе типа РНWR в качестве замедлителя нейтронов и теплоносителя использует тяжелую воду $^2\text{H}_2\text{O}$ (плотность $1,1 \text{ г/см}^3$). Под действием нейтронов из дейтерия может образовываться тритий по ядерной реакции $^2\text{H}(n,\gamma)^3\text{H}$, сечение реакции 0,51 мбарн. Определите, какая удельная радиоактивность воды (Бк/мл и Ки/л) будет достигнута через 1 год эксплуатации реактора, если средняя плотность потока нейтронов в зоне теплоносителя составляет $2 \cdot 10^{13}$ нейтрон/(с см^2), период полураспада трития 12,33 года.

Задача 3. Радионуклид ^{103}Pd ($T_{1/2} = 17$ суток) при распаде путем электронного захвата испускает γ -кванты с энергией 0,02 МэВ ($p = 0,77$). Препараты ^{103}Pd применяют в процедуре брахитерапии (вида радиотерапии, когда закрытый источник излучения вводится внутрь поражённого органа). Определите воздушную керма-постоянную ^{103}Pd . Определите мощность поглощенной дозы в начальный момент времени и интегральную дозу за 34 суток на расстоянии 1 см в биологической ткани, создаваемой точечным источником ^{103}Pd радиоактивностью 1 ГБк. Ослаблением γ -излучения в стенках источника пренебречь, плотность биологической ткани $1,04 \text{ г/см}^3$, коэффициенты истинного поглощения μ_e γ -излучения с энергией 0,02 МэВ составляют $0,501 \text{ см}^2/\text{г}$ для воздуха и $0,555 \text{ см}^2/\text{г}$ и биологической ткани.

Задача 4. Использовали метод жидкостного сцинтилляционного счета для определения растворимости $^{230}\text{Th}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$. Рассчитайте ПР оксалата тория, если при определении этой величины сначала измерили фон флакона с 10 мл сцинтилляционной жидкости, затем в него добавили 1 мл насыщенного раствора оксалата тория. Измерение проводили по 100 минут и получили следующие значения: 2500 имп (фон) и 5500 имп (1 мл раствора). Эффективность регистрации альфа-излучения ^{230}Th $\epsilon = 94 \%$, период полураспада ^{230}Th $T_{1/2} = 7,5 \cdot 10^4$ лет. Можно ли определить растворимость оксалата тория в таком же эксперименте, если использовать ^{232}Th , который претерпевает альфа-распад с $T_{1/2} = 1,4 \cdot 10^{10}$ лет?

Тесты с вариантами ответов

К курсу IV модуля II

Вопрос	Ответ	Ответ	Ответ
1. Функции образования от функции смешения – это одно и то же или разные понятия	да	совпадают для растворов	совпадают для точечных фаз
2. При выборе уровня отсчета свойств раствора фазовые состояния компонентов	одинаковы	не имеют значения	должны совпадать со стандартным состоянием простых веществ
3. Активности компонентов раствора принимают значения ...	Меньше единицы всегда	Могут быть как больше, так и меньше 1	зависят от системы отсчета свойств раствора

К курсу XIV модуля II

1. Выражение для изменения стандартной свободной энергии Гиббса при мицеллообразовании $\Delta G^{\circ} = RT \ln C_{\text{ККМ}}$ ($C_{\text{ККМ}}$ – критическая концентрация мицеллообразования) справедливо для
 - 1) анионных ПАВ
 - 2) катионных ПАВ
 - 3) неионогенных ПАВ
2. Мицеллообразующими являются ПАВ, для которых величина критического параметра упаковки (КПУ) близка к
 - 1) 1/3
 - 2) 1
 - 3) 1,3
3. Уменьшение температуры Крафта достигается за счет
 - 1) удлинения углеводородной цепи молекулы ПАВ
 - 2) добавления электролитов
 - 3) введения короткой боковой цепи в углеводородный фрагмент ПАВ
4. При увеличении температуры ККМ неионогенного ПАВ
 - 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) не меняется
5. Прямая микроэмульсия, находящаяся в равновесии с масляной фазой, относится к
 - 1) типу I по Винзору
 - 2) типу II по Винзору
 - 3) типу III по Винзору
6. Условие проявления синергетического эффекта при мицеллообразовании в водных растворах смесей ПАВ:
 - 1) $\beta < 0, \ln|K_{\text{КМ}1}/K_{\text{КМ}2}| < |\beta|$
 - 2) $\beta > 0, \ln|K_{\text{КМ}1}/K_{\text{КМ}2}| < |\beta|$
 - 3) $\beta < 0, \ln|K_{\text{КМ}1}/K_{\text{КМ}2}| > |\beta|$
 где β – параметр взаимодействия молекул ПАВ в смешанных мицеллах, $K_{\text{КМ}1}$ и $K_{\text{КМ}2}$ – критические концентрации мицеллообразования индивидуальных ПАВ.
7. Приведенная изотерма поверхностного натяжения характерна для смесей анионного ПАВ с
 - 1) неионогенным гомополимером
 - 2) гидрофобизованным неионогенным гомополимером
 - 3) катионным полиэлектролитом
8. При «идеальном» смешении $K_{\text{КМ}12}$ смешанного раствора связана с $K_{\text{КМ}1}$ и $K_{\text{КМ}2}$ индивидуальных компонентов соотношением:
 - 1) $K_{\text{КМ}12} = \alpha K_{\text{КМ}1} + (1-\alpha)K_{\text{КМ}2}$
 - 2) $1/K_{\text{КМ}12} = 1/(\alpha K_{\text{КМ}1} + (1-\alpha)K_{\text{КМ}2})$
 - 3) $1/K_{\text{КМ}12} = \alpha/K_{\text{КМ}1} + (1-\alpha)/K_{\text{КМ}2}$
 где α – мольная доля 1-го компонента в смешанном растворе
9. При добавлении неорганических электролитов к водным растворам ионогенных ПАВ поверхностная активность
 - 1) увеличивается
 - 2) уменьшается
 - 3) не меняется
10. При увеличении температуры поверхностная активность неионогенных ПАВ в водных растворах
 - 1) увеличивается

- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Программу составили:

Модуль «Актуальные направления развития химии»

Курс I. «Зеленая» химия - д.х.н. Локтева Е.С.

Курс II. «Актуальные направления развития нефтехимии» - проф. Анисимов А.В., проф. Максимов А.Л.

Курс III. «Актуальные направления развития физической химии» - проф. Коробов М.В., проф. Романовский Б.В., доц. Успенская И.А., д.х.н. Горюнков А.В., проф. Словохотов Ю.Л.

Курс IV. «Актуальные направления развития радиохимии» - проф. Калмыков С.Н., доц. Бадун Г.Н., проф. Фабричный П.Б.

Курс V. «Актуальные направления развития коллоидной химии. Физико-химическая механика» - проф. Скворцова З.Н.

Модуль «Современные проблемы химии»

Курс I. «Современные проблемы неорганической химии» - проф. Шевельков А.В., проф. Румянцева М.Н., доц. Карпова Е.В., проф. Казин П.Е.

Курс II. «Современные проблемы аналитической химии» - проф. Шеховцова Т.Н.

Курс III. «Современные проблемы органической химии» - проф. Вацадзе С.З.

Курс IV. «Современные проблемы физической химии» - проф. Борщевский А.Я., проф. Еремин В.В., проф. Коробов М.В., проф. Романовский Б.В., доц. Успенская И.А.

Курс V. «Современные проблемы химии высокомолекулярных соединений» - академик Музафаров А.М., член-корр.РАН Шибаев В.П., член-корр.РАН Озерин А.Н., член-корр.РАН Зезин А.Б., проф. Аржаков М.С., д.х.н. Заремский М.Ю.

Курс VI. «Современные проблемы нефтехимии» - проф. Анисимов А.В., проф. Максимов А.Л.

Курс VII. «Современные проблемы биоорганической химии» - проф. Орецкая Т.С., проф. Готтих М.Б., доц. Баландина Г.Н.

Курс VIII. «Современные проблемы химии функциональных наноматериалов» - проф. Румянцева М.Н.

Курс IX. «Медицинская химия» - доц. Зефирова О.Н.

Курс X. «Современные проблемы квантовой химии» - проф. Новаковская Ю.В.

Курс XI. «Материалы и технологии для обеспечения энергоэффективности, безопасности и надежности» - проф. Лазорьяк Б.И., проф. Авдеев В.В., доц. Максимова Н.В., доц. Шорникова О.Н., доц. Ионов С.Г., доц. Клямкин С.Н.

Курс XII. «Современные проблемы радиохимии» - проф. Калмыков С.Н., доц. Бадун Г.Н., проф. Фабричный П.Б.

Курс XIII. «Современные проблемы химии высоких энергий» - проф. Столяров А.В., доц. Путилин Ф.Н., доц. Горбатенко А.А.

Курс XIV. «Современные проблемы коллоидной химии» - проф. Матвеев В.Н., доц. Соболева О.А.

Курс XV. «Современная химия и окружающая среда» - проф. Перминова И.В.

Курс XVI. «Техногенные системы и экологический риск» - доц. Мамонтов В.А.

Курс XVII. «Фундаментальные основы химии высоких энергий» - проф.ФельдманВ.И., проф. Мельников М.Я., проф. Иванов В.Л.

Курс XVIII. «Современные проблемы химии высоких энергий» - проф.ФельдманВ.И., проф. Мельников М.Я., проф. Иванов В.Л., проф. Надточенко В.А.