

Учреждение образования
«Международный государственный экологический университет
имени А. Д. Сахарова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и повышению
Квалификации МГЭУ им. А.Д. Сахарова



О.И. Родькин

2014

Регистрационный № УД-371-14/баз.

Химия

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:

1-31 04 05 Медицинская физика;

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2014 г.

2014

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.И. Квасюк, профессор кафедры биохимии и биофизики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», доктор химических наук, профессор;
С.Б. Бокуть, заведующий кафедрой биохимии и биофизики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат биологических наук, доцент;
А.Н. Пырко, доцент кафедры биохимии и биофизики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат химических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра радиационной гигиены и эпидемиологии Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»;

В.П. Миронов, доцент кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат химических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биохимии и биофизики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»
(протокол № 14 от 20.05 2014 г.);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»
(протокол № 10 от 17.06 2014 г.);

Ответственный за редакцию: Е.И. Квасюк

Ответственный за выпуск: Е.И. Квасюк

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Химия является одной из важнейших дисциплин, необходимых для подготовки специалистов химического, биологического, медицинского и экологического профиля. Изучение химических дисциплин позволяет формировать у студентов целостность системы представлений о роли химии среди естественных наук, в научно-техническом прогрессе и в развитии современного индустриального общества.

Изучение дисциплины «Химия» необходимо для дальнейшего освоения студентами специальных дисциплин, связанных с медициной, биологией и актуальными проблемами экологии.

Целью дисциплины «Химия» является изучение свойств природных и синтетических химических соединений неорганической и органической природы, способов их получения и путей практического применения.

При преподавании курса химии ставятся следующие задачи:

- систематически изложить основные понятия о строении и химических свойствах неорганических и органических соединений;
- показать типовые химические реакции, присущие соединениям, которые относятся к разным классам;
- показать механизмы химических реакций и физико-химические закономерности, наблюдаемые при их протекании;
- способствовать развитию научного мировоззрения молодых специалистов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и положения химии, основы теории химической связи и валентности, периодический закон и периодическую систему элементов, важнейшие классы неорганических соединений и их свойства;
- классификацию и номенклатуру органических соединений, химические свойства для различных классов органических соединений;
- классификацию химических реакций, энергетику и кинетику химических процессов;
- основные схемы анализа сложных смесей, используя качественные реакции разделения и обнаружения, способы описания химического равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, способы определения рН сред, буферных систем, растворов солей, подвергающихся гидролизу;
- реакционную способность неорганических и органических соединений;

уметь:

- производить расчеты химических реакций;
- применять методы термодинамики к задачам химии;
- рассчитывать концентрационные зависимости и приготавливать растворы определённой концентрации;

– работать в химической лаборатории с химической посудой, весовым оборудованием, реактивами, проводить простые химические эксперименты и оформлять их результаты.

владеть:

- приемами работы в химической лаборатории с химическими реактивами и посудой;
- основными положениями химической термодинамики и кинетики;
- знаниями природы и типов химической связи и межмолекулярных взаимодействий;
- знаниями типичных свойств важнейших классов неорганических соединений;
- номенклатурой органических соединений;
- знаниями о реакционной способности органических соединений и о механизмах протекания реакций;
- знаниями об относительной устойчивости промежуточных частиц, возникающих при протекании химических реакций;

Учебная программа по дисциплине «Химия» разработана в соответствии с образовательными стандартами высшего образования первой степени и типовыми учебными планами по специальности 1-31 04 05 Медицинская физика и 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

Учебный материал включает разделы «Общая и неорганическая химия» и «Органическая химия». Указанные разделы изучаются на первом и втором курсах. Программа рассчитана на 192 часа из них 128 аудиторных часа, в том числе на лекции отводится до 68 часов, на лабораторные работы – 32 часа, на практические/семинарские занятия – 28 часов.

Примерное количество часов, отводимое на изучение дисциплины «Химия» по отдельным разделам:

1. Общая и неорганическая химия: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 16 часов, практические/семинарские занятия – 12 часов (всего 64 часа).
2. Органическая химия: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические/семинарские занятия – 16 часов (всего 64 часа).

II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов и тем	Всего аудиторных часов	В том числе		
			лекции	лабораторные занятия	практические/семинарские занятия
Раздел 1. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ					
1	Законы химии, разработанные до молекулярно-кинетических,	6	2	4	

	структурных и электронных представлений				
2	Строение атома	4	2		2
3	Периодический закон и периодическая система элементов	2	2		
4	Химическая связь. Метод валентных связей	6	4		2
5	Химическая связь. Метод молекулярных орбиталей	2	2		
6	Химическая термодинамика-1	4	2		2
7	Химическая термодинамика-2	2	2		
8	Химическая кинетика и равновесие	10	4	4	2
9	Растворы. Теория строения растворов. Растворы электролитов и неэлектролитов	12	4	4	4
10	Электролитическая диссоциация	2	2		
11	Реакции в растворах электролитов	2	2		
12	Гидролиз солей	2	2		
13	Окислительно-восстановительные реакции	6	2	4	
14	Комплексные соединения	2			
15	Периодическая система элементов и свойства неорганических соединений	2	2		
	Всего:	64	36	16	12
Раздел 2. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ					
16	Классификация и номенклатура органических соединений	4	2		2
17	Электронные представления в органической химии	4	2		2
18	Классификация органических реакций. Строение и реакционная способность органических соединений	2	2		
19	Алканы, циклоалканы	8	2	4	2
20	Алкены и алкины	4	2		2
21	Ароматические углеводороды. Бензол	7	2	4	1
22	Галогенпроизводные углеводородов	5	2	2	1
23	Спирты и простые эфиры	4	2	1	1
24	Гликоли, фенолы и амины	4	2	1	1

25	Карбонильные соединения. Реакции по карбонильной группе	6	2	2	2
26	Карбонильные соединения. Реакции енольных форм	2	2		
27	Карбоновые кислоты и их производные	6	2	2	2
28	Углеводы	2	2		
29	Аминокислоты	2	2		
30	Гетероциклические соединения	2	2		
31	Методы установления строения органических соединений	2	2		
Всего:		64	32	16	16
Итого:		128	68	32	28

III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Тема 1. Законы химии, разработанные до молекулярно-кинетических, структурных и электронных представлений

Основные положения атомно-молекулярной теории. Основные типы структур неорганических соединений. Вещества с молекулярной и немолекулярной структурой. Химический эквивалент, закон эквивалентов. Закон постоянства состава. Нестехиометрические соединения.

Тема 2. Строение атома

Квантово-механическая модель строения атома. Квантовые числа. Атомные орбитали. Энергетические уровни и подуровни. Строение электронных оболочек атомов элементов. Многоэлектронный атом.

Тема 3. Периодический закон и периодическая система элементов

Современная формулировка периодического закона. Последовательность заполнения атомных орбиталей электронами и формирование периодов и групп элементов. Электронные семейства. Электронные аналоги. Периодичность свойств атомов элементов, простых веществ и химических соединений. Электроотрицательность.

Тема 4. Химическая связь. Метод валентных связей

Типы химической связи. Количественные характеристики химической связи. Метод валентных связей. Гибридизация атомных орбиталей и строение молекул. Кратные связи (δ - и π -связи).

Тема 5. Химическая связь. Метод молекулярных орбиталей

Основные положения метода молекулярных орбиталей. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Энергетические диаграммы двухатомных молекул элементов второго периода. Порядок связи и магнитные свойства. Ионная связь. Ионные кристаллические решетки. Металлическая связь. Механизм образования водородной связи. Типы межмолекулярного взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсное).

Тема 6. Химическая термодинамика-1

Химическая система и внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартная энтальпия химической реакции.

Тема 7. Химическая термодинамика-2

Энтропия. Второе и третье начало термодинамики. Энергия Гиббса и направление самопроизвольного протекания химического процесса. Стандартные термодинамические величины и термодинамические расчеты.

Тема 8. Химическая кинетика и равновесие

Скорость химической реакции. Закон действия масс. Энергия активации и активированный комплекс. Уравнение Аррениуса. Катализ и катализаторы. Механизм действия катализатора. Понятие о механизме химических реакций. Молекулярность и кинетический порядок реакции. Цепные реакции. Состояние химического равновесия. Константа равновесия. Сдвиг химического равновесия, принцип Ле Шателье. Кинетический и термодинамический подход к равновесию.

Тема 9. Растворы. Теория строения растворов. Растворы электролитов и неэлектролитов

Классификация дисперсных систем. Растворение как физико-химический процесс. Сольваты. Изменение термодинамических функций системы при растворении. Влияние условий на растворимость веществ.

Способы выражения составов растворов. Растворы неэлектролитов. Диффузия и осмос. Закон Вант-Гоффа. Давление пара раствора. Законы Рауля. Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации.

Тема 10. Электролитическая диссоциация

Диссоциация электролитов в растворах. Кислоты, основания, соли. Теория кислот и оснований. Амфотерные электролиты. Особенности состояния сильных электролитов в растворе, активность ионов.

Тема 11. Реакции в растворах электролитов

Ионообменные реакции в растворах. Условия образования осадков. Произведение растворимости. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

Тема 12. Гидролиз солей

Гидролиз солей. Механизм гидролиза. Типичные случаи гидролиза. Степень гидролиза. Константа гидролиза. Факторы, влияющие на глубину гидролиза. Определение рН в растворах гидролизующих солей.

Тема 13. Окислительно-восстановительные реакции

Реакции окисления-восстановления, классификация, способы составления уравнений реакций. Окислители и восстановители. Электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Двойной электрический слой и скачок потенциала на границе металл-раствор. Стандартные электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительные потенциалы и направление протекания реакций окисления-восстановления.

Тема 14. Комплексные соединения

Основные положения координационной теории. Типичные комплексообразователи и лиганды. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константа нестойкости. Характер химической связи в комплексных соединениях. Теория кристаллического поля. Теория валентных связей и строение комплексного иона.

Тема 15. Периодическая система элементов и свойства неорганических соединений

Простые вещества. Граница между металлами и неметаллами в периодической системе. Типичные свойства металлов и неметаллов.

Характеристические соединения. Свойства оксидов, гидратированных оксидов, водородных соединений химических элементов периодической системы.

Раздел 2. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Тема 16. Классификация и номенклатура органических соединений

Органическая химия, и ее место среди естественнонаучных дисциплин. Классификация органических соединений. Основы номенклатуры органических соединений. Структурная и пространственная изомерия органических соединений. Понятие о конформациях и конфигурациях. Изомеризация при двойной связи. Энантимеры и диастереомеры. Оптическая активность и хиральность. Рацематы. R- и S-изомерия.

Тема 17. Электронные представления в органической химии

Типы связей в органических соединениях. Гибридизация, понятие о молекулярных орбиталях. Электронные и пространственные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный).

Тема 18. Классификация органических реакций. Строение и реакционная способность органических соединений

Классификация органических реакций по конечному продукту и по числу частиц, участвующих в элементарной стадии. Представление о механизмах реакций. Гомо- и гетеролитический разрыв связей. Классификация реакций по типу разрыва связей и по характеру участвующих частиц. Промежуточные частицы: свободные радикалы, карбокатионы, карбанионы. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы; кислоты и основания. Классификация растворителей.

Тема 19. Алканы, циклоалканы

Природа связей, пространственное строение алканов. Номенклатура, физические свойства алканов. Конформации. Реакции радикального замещения атома водорода, их механизм. Факторы, влияющие на направление реакций. Относительная устойчивость алкильных радикалов. +I-Эффект алкильной группы. Природа связей, пространственное строение циклоалканов. Номенклатура, физические свойства циклоалканов. Конформации циклогексана и их производных; экваториальные и аксиальные связи. Особые свойства циклопропана.

Тема 20. Алкены и алкины

Природа связей, пространственное строение, номенклатура и физические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения к двойной связи, их механизм. Правило Марковникова и его объяснение с позиций электронных представлений о влиянии заместителей. Реакция гидроксирования. Реакции полимеризации алкенов. Природа связей, пространственное строение, номенклатура и физические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения к тройной связи. С-Н кислотность ацетилена. Ацетилениды металлов и их реакции с органическими галогенидами и с карбонильными соединениями.

Тема 21. Ароматические углеводороды. Бензол

Природа связей в бензоле. Ароматичность и правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Гетероароматические соединения: фуран, тиофен, пиррол, пиридин. Конденсированные ароматические соединения. Физические и химические свойства бензола. Механизм реакции электрофильного замещения в бензоле. Влияние заместителей в ядре аренов на скорость и ориентацию реакций электрофильного замещения. Ориентанты первого и второго рода. Реакции боковой цепи алкилбензолов.

Тема 22. Галогенпроизводные углеводородов

Классификация и номенклатура. Физические свойства. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена. Нуклеофильные реагенты: спирты, фенолы, амины, углеродсодержащие нуклеофилы. Влияние растворителя на реакции нуклеофильного замещения. Механизмы S_N1 - и S_N2 -замещения у насыщенного атома углерода, их кинетика и стереохимия. Реакция элиминирования галогеноводорода. Правило Зайцева. Реакции замещения атома галогена на металл. Реактивы Гриньяра и их использование в органическом синтезе. Диоксины.

Тема 23. Спирты и простые эфиры

Классификация и номенклатура спиртов. Кислотно-основные свойства спиртов. Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Поведение первичных, вторичных и третичных спиртов в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции дегидратации. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Реакции образование простых эфиров и их свойства.

Тема 24. Гликоли, фенолы и амины

Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Природные источники многоатомных спиртов. Кислотность гликолей, образование хелатных комплексов, расщепление йодной кислотой. Кислотность фенолов. Получение простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения фенолов и их производных. Салициловая кислота и ее производные. Классификация аминов. Амины как органические основания и нуклеофилы.

Тема 25. Карбонильные соединения. Реакции по карбонильной группе

Классификация, номенклатура карбонильных соединений, их физические свойства. Строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах. Химические свойства альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Реакции со спиртами, аминами. Полуацетали, ацетали. Присоединение реагентов Гриньяра и Виттига, цианидов, сульфита и бисульфита. Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений. Восстановление комплексными гидридами.

Тема 26. Карбонильные соединения. Реакции енольных форм

C-H кислотность карбонильных соединений и кето-енольная таутомерия. Реакции енольных форм альдегидов и кетонов. Альдольно-кетоновая конденсация. Особенности реакций неенолизируемых альдегидов: реакция Канниццаро.

Тема 27. Карбоновые кислоты и их производные

Номенклатура и физические свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной, ацильной групп и карбоксилат иона. Кислотность карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры и тио-эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, их получение и взаимопревращения. Реакция этерификации и ее механизм. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Жирные кислоты, липиды, жиры.

Тема 28. Углеводы

Классификация, биологическая роль и распространенность углеводов. Моносахариды (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза). D- и L-ряды углеводов. Пиранозные и фуранозные формы моносахаридов, их λ - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. O- и N- ликозиды. Дисахариды и их типы (сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза). Полисахариды (крахмал, целлюлоза).

Тема 29. Аминокислоты

Физические и химические свойства аминокислот. Амфотерность аминокислот. Природные аминокислоты. Строение пептидной связи в молекулах пептидов и белков.

Тема 30. Гетероциклические соединения

Классификация гетероциклов. Фуран, тиофен, пиррол, пиридин, их ароматичность. Пиридин как основание. Производные пиррола и пиридина в природе. Гетероциклы, присутствующие в молекулах нуклеиновых кислот.

Тема 31. Методы установления строения органических соединений

Представления о возможностях спектральных методов исследования структуры органических соединений (УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопия). Масс-спектрометрия и рентгеноструктурный анализ органических соединений.

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень тем лабораторных работ

Раздел 1. Общая и неорганическая химия

1. Основные классы неорганических соединений
2. Скорость химических реакций и химическое равновесие.
3. Гидролиз солей.
4. Окислительно-восстановительные реакции.

Раздел 2. Органическая химия

1. Алифатические углеводороды.
2. Ароматические соединения.
3. Галогенпроизводные, спирты, гликоли, фенолы и простые эфиры.
4. Карбонильные соединения и карбоновые кислоты.

Примерный перечень тем практических/семинарских занятий

Раздел 1. Общая и неорганическая химия

1. Атомно-молекулярная теория. Строение электронных оболочек атомов.
2. Химическая связь и валентность.

3. Химическая термодинамика.
4. Химическая кинетика.
5. Свойства растворов.
6. Растворы и реакции в водных растворах.

Раздел 2. Органическая химия

1. Структурная и пространственная изомерия органических соединений.
2. Электронные представления в органической химии.
3. Алканы, циклоалканы.
4. Алкены и алкины.
5. Ароматические углеводороды. Бензол. Галогенпроизводные углеводородов.
6. Спирты, гликоли, простые эфиры, фенолы и амины.
7. Карбонильные соединения.
8. Карбоновые кислоты и их производные.

В качестве основных методов (технологий) обучения, отвечающих целям изучения дисциплины, могут использоваться:

- элементы проблемно-модульного и личностно-ориентированного обучения, реализуемые на лекциях, лабораторных и практических/семинарских занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных и практических/семинарских занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях; моделирование проблемных ситуаций и выработка схем их решения, реализуемые на лабораторных и практических/семинарских занятиях.

На практических/семинарских занятиях следует обратить внимание на рассмотрение вопросов из области химии, экологии, ядерной и радиационной безопасности, медицинской физики и биологии.

В ходе проведения лабораторных занятий следует обратить внимание на рассмотрение вопросов, в которых отражается взаимосвязь выполняемых заданий с такими дисциплинами, как «Биохимия», «Радиационная медицина» и «Биофизика». Такой подход в изучении курса демонстрирует общность и единство не только всех биологических дисциплин, но и многих практических методов, применяемых для решения конкретных задач в каждой дисциплине.

Текущий контроль качества усвоения знаний предполагает проведение устных опросов, выполнение письменных заданий и контрольных работ во время проведения лабораторных и практических/семинарских занятий, а также фронтальный опрос во время лекций.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и

разделам курса. Результаты освоения учебного материала оцениваются по десятибалльной системе. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использовать рейтинговые системы. Итоговая оценка полученных знаний по разделам формируется по результатам экзаменов и зачётов, проводимых после выполнения учебных планов.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература к разделу 1

1. Н.В. Глинка. Общая химия. М.: Интеграл-Процесс, 2008.
2. А.В. Суворов, А.Б. Никольский. Общая химия. Спб: Химия, 1994.Н.С.
3. Н.С.Ахметов. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1988.
4. Н.С.Ахметов. Актуальные вопросы курса неорганической химии. М.: Просвещение, 1991.
5. Н.Л. Глинка. Задачи и упражнения по общей химии - Л.: Химия, 1985.

Дополнительная литература к разделу 1

6. Я.А. Угай. Общая химия - М: Высшая школа, 1984.
7. Я.А. Угай. Неорганическая химия - М.: Высшая школа, 1989.
8. И.А. Зубович. Неорганическая химия - М.: Высшая школа, 1989.

Основная литература к разделу 2

9. И.И. Грандберг. Органическая химия. М. Высшая школа, 2002.
10. Г. Тейлор. Основы органической химии. М.: Мир, 1989.
11. Ф. Вайзман. Основы органической химии. СПб., 1995.
12. А. Терней. Современная органическая химия в 2 т., М.: Мир, 1981
13. Ю.С. Шабаров. Органическая химия. М: «Химия», 2000 г.
14. Р. Моррисон, Р. Бойд. Органическая химия. М: Мир, 1974.
15. Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, 1999.
16. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия. 1991.
17. Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. Биоорганическая химия. М.: Химия, 1991.
18. А.Н. Несмеянов, Н.А. Несмеянов. Начала органической химии в 2 т., М.: Химия, 1969.

Дополнительная литература к разделу 2

19. В.Г. Иванов, О.Н. Гева, Ю.Г. Гаверова. Практикум по органической химии. М: Academia, 2000.
20. И.И. Грандберг. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. М.: Высшая школа, 2002.