

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию
Учебно-методическое объединения по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

В.А. Богуш

07 *07* * 2014 г.

Регистрационный № ТД-Г. 484 /тип.

Химия

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)
(направления специальности)

1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность);

1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность);

1-33 01 01 Биоэкология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию

А.Л. Толстик

2013 г.

Председатель Учебно-методического
объединения по экологическому
образованию

С.П. Кундас

2013 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства образования
Республики Беларусь

С.И. Романюк

07 *07* 2014 г.

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

И.В. Титович

06 *06* 2014 г.

Эксперт-нормоконтролер

С.М. Артемьева

06 *06* 2014 г.

Минск 2014

О.А. Величков
06.06.2014

СОСТАВИТЕЛИ:

Игорь Евгеньевич Шиманович, доцент кафедры общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, профессор;

Виктор Николаевич Хвалюк, доцент кафедры общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Наталья Александровна Апостол, доцент кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент;

Инна Владимировна Мельситова, доцент кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Наталья Андреевна Ильина, доцент кафедры органической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Аркадий Петрович Ельницкий, профессор кафедры органической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Людмила Михайловна Володкович, старший преподаватель кафедры физической химии Белорусского государственного университета;

Александр Александрович Савицкий, доцент кафедры физической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра химии Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

Сергей Викторович Ткачев, доцент кафедры общей химии Учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 25 июня 2013 г.);

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета (протокол № 14 от 07 мая 2013 г.);

Кафедрой физической химии Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 27 мая 2013 г.);

Кафедрой органической химии Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 03 июня 2013 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 27 июня 2013 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 17 от 28 июня 2013 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 1 от 10 сентября 2013 г.)

Ответственный за выпуск: Виктор Николаевич Хвалюк

Ответственный за выпуск: Виктор Николаевич Хвалюк

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Химия» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» и 1-33 01 01 «Биоэкология».

Химия является одной из фундаментальных научных дисциплин. Курс химии на биологических факультетах учреждений высшего образования является необходимой базой для успешного изучения специальных учебных дисциплин «Биохимия», «Молекулярная биология», «Физиология растений», «Цитология и гистология» и др. Типовая учебная программа составлена в соответствии с современным методологическим и научным содержанием курса химии, с учетом опыта его преподавания в ведущих учреждениях высшего образования ближнего и дальнего зарубежья.

Цель учебной дисциплины – изучение основополагающих разделов общей и неорганической, аналитической, органической, физической и коллоидной химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку биологов по химии.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

1. Знакомство с внутренней логикой химической науки, изучение сведений об основных законах и закономерностях химии, строении вещества и природы химической связи, а также о закономерностях протекания различных химических процессов;

2. Изучение взаимодействия различных веществ с окружающей средой, их физиологическое и фармакологическое действие, биологическая роль, применение в практической деятельности человека, экологических проблем, связанных с их использованием.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия, законы и теории общей, неорганической и органической химии;
- химия и свойства простых веществ и соединений неметаллов, металлов, переходных элементов;
- состав, строение и свойства основных классов органических соединений;
- методы качественного и количественного анализа веществ;
- методы экспериментального определения термодинамических, кинетических, электрохимических параметров химических систем;

уметь:

- применять изученные законы и понятия при характеристике состава, строения и свойств веществ, способов их получения и практического использования;
- устанавливать связь между строением и свойствами вещества;
- устанавливать качественный и количественный состав вещества;
- использовать представления физической химии в научной и производственной деятельности;

владеть:

– основными приемами работы с химической посудой, общелабораторным химическим оборудованием, веществами и их растворами;

– методами планирования и проведения химического эксперимента, приемами описания лабораторной работы и составления отчета об ее выполнении.

В соответствии с типовыми учебными планами на изучение учебной дисциплины отведено 588 часов, в том числе 288 часов аудиторных занятий: 144 часа лекционных и 144 часа лабораторных занятий.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
1.	Теоретические основы общей химии	78	40	38
1.1.	Введение	6	2	4
1.2.	Основные понятия и законы химии	6	2	4
1.3.	Строение атома	6	4	2
1.4.	Периодический закон и периодическая система элементов	6	4	2
1.5.	Химическая связь и строение вещества	12	8	4
1.6.	Химические реакции	8	4	4
1.7.	Растворы	18	8	10
1.8.	Окислительно-восстановительные процессы	8	4	4
1.9.	Комплексные соединения	8	4	4
2.	Химия простых веществ и соединений элементов	34	22	12
2.1.	Водород и элементы группы VIIA	6	4	2
2.2.	Элементы группы VIA (халькогены)	6	4	2
2.3.	Элементы группы VA	6	4	2
2.4.	Элементы группы IVA	4	2	2
2.5.	Общий обзор металлов	2	2	–
2.6.	Металлы А-групп	4	2	2
2.7.	Переходные элементы (металлы В-групп)	6	4	2
3.	Органическая химия	104	52	52
3.1.	Предмет органической химии.			
3.2.	Классификация, номенклатура, изомерия органических соединений	6	4	2
3.3.	Электронное строение и реакционная способность органических соединений	2	2	-
3.4.	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений	6	-	6
3.5.	Углеводороды			

1	2	3	4	5
3.5.1	Алканы.			
3.5.2	Циклоалканы	6	4	2
3.5.3	Алкены	10	4	6
3.5.4	Алкадиены.			
3.5.5	Алкины	6	4	2
3.5.6	Ароматические углеводороды	14	6	8
3.6	Гомофункциональные соединения			
3.6.1	Галогенпроизводные углеводородов	10	6	4
3.6.2- 3.6.4	Спирты, фенолы, простые эфиры, тиолы, амины	14	6	8
3.6.5	Карбонильные соединения	10	6	4
3.6.6	Карбоновые кислоты и их производные	8	4	4
3.7	Гетерофункциональные органические соединения			
3.7.1	Углеводы	4	2	2
3.7.2	Аминокислоты	4	2	2
3.8	Гетероциклические соединения	4	2	2
4.	Аналитическая химия	32	10	22
4.1	Введение. Метрологические основы химического анализа.			
4.2	Методы пробоотбора и пробоподготовки основных объектов анализа.	4	2	2
4.3	Методы обнаружения и идентификации			
4.4	Реакции и процессы, используемые в аналитической химии	4	2	2
4.5	Методы разделения и концентрирования	4	2	2
4.6	Методы количественного анализа	10	2	8
4.7	Физико-химические методы анализа	10	2	8
5.	Физическая и коллоидная химия	40	20	20
5.1	Химическая термодинамика	11	7	4
5.2	Химическая кинетика и катализ	8	4	4
5.3	Электрохимия	8	4	4
5.4	Коллоидная химия	13	5	8
ВСЕГО:		288	144	144

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ХИМИИ

1.1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи общей и неорганической химии. Роль химии в системе естественных наук. Связь химии с другими естественными науками. Значение химии для биологии, экологии и охраны окружающей среды.

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Основные понятия химии. Понятия: «атом», «химический элемент», «молекула», «вещество», «формульная единица», «эквивалент», «относительная атомная масса». Химическое количество вещества. Моль. Молярная масса. Молярная масса эквивалента вещества. Постоянная Авогадро.

Основные стехиометрические законы. Понятие о стехиометрии. Закон сохранения массы веществ в химических реакциях. Закон постоянства состава вещества. Закон эквивалентов. Газовые законы: закон объемных отношений, закон Авогадро, объединенный газовый закон, закон парциальных давлений. Современное содержание стехиометрических законов, их применимость к веществам с различной структурой.

Важнейшие классы и номенклатура неорганических веществ. Принципы классификации неорганических веществ. Бинарные соединения. Кислоты, основания, соли. Основы современной номенклатуры не-органических веществ.

1.3. СТРОЕНИЕ АТОМА

Развитие учения о строении атома. Основные положения современной теории строения атома. Состав атомных ядер. Нуклиды и изотопы. Явление радиоактивности. Воздействие радиоактивного излучения на живую материю.

Строение электронных оболочек атомов. Двойственная природа электрона. Принцип неопределенности. Понятие об электронном облаке. Атомная орбиталь. Волновая функция. Квантовые числа. s -, p -, d -, f -электроны. Понятия: энергетический уровень и подуровень, электронная оболочка (слой). Взаимное расположение уровней и подуровней по энергии. Понятие об эффективном заряде ядра. Принцип Паули и максимальная емкость электронных оболочек. Правило Хунда. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами. Электронные конфигурации и электронно-графические формулы атомов.

1.4. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Периодическая система элементов как форма отражения периодического закона. Формулировка периодического закона Д. И. Менделеева. Особенности заполнения атомных орбиталей электронами и формирование периодов. s -, p -, d -, f -элементы, их расположение в периодической системе. Структура периодической системы и ее современные графические формы. Физический смысл атомного номера, номера периода и номера группы. Положение металлов и неметаллов в периодической системе. Особенности положения водорода, лантанидов и актинидов. Физический смысл периодического закона.

Периодичность свойств химических элементов. Основные факторы, определяющие характер изменения свойств химических элементов. Размер атома. Ковалентные, ионные и орбитальные радиусы атомов. Изменение радиусов по периодам и группам. Эффект лантанидного сжатия.

Ионизационный потенциал и сродство к электрону. Электроотрицательность атомов элементов. Закономерности изменения энергии (потенциала) ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности в группах и периодах.

Периодичность химических свойств атомов элементов, простых веществ и химических соединений. Изменение свойств атомов элементов по периодам и

группам в зависимости от строения внешних и предвнешних электронных оболочек и радиусов атомов.

1.5. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Основные типы химической связи. Электростатическая природа и условие образования химической связи. Основные типы химической связи: ковалентная, ионная и металлическая. Количественные характеристики химической связи: длина, энергия.

Ковалентная химическая связь. Квантово-механическая трактовка механизма образования связи между двумя атомами водорода. Основные положения метода валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Валентность атомов химических элементов. Постоянная и переменная валентность. Понятие о валентной и координационной насыщенности атома.

Свойства ковалентной связи. Одинарные и кратные связи. Насыщаемость и направленность ковалентной связи. Полярная и неполярная ковалентная связь. Степень ионности связи. Эффективные заряды атомов в молекуле. Электрический момент диполя. Полярность и поляризуемость молекул. Степень окисления атома. Валентность и степень окисления атома элемента в соединениях. Валентные возможности атомов.

Локализованные и делокализованные связи. Многоцентровые связи.

Геометрия структур с ковалентным типом связей. Понятие о стереохимии. Факторы, определяющие пространственное строение молекул. Концепция гибридизации валентных орбиталей атома. Основные типы гибридизации: sp -, sp^2 -, sp^3 -, sp^3d^2 -. Связывающие и несвязывающие электронные пары. Влияние отталкивания электронных пар на пространственную конфигурацию молекул. Электронные и графические формулы молекул.

Основы метода молекулярных орбиталей (МО). Основные положения метода молекулярных орбиталей. Схема расположения орбиталей по энергии. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали в двухатомных молекулах элементов 1-го и 2-го периодов. Энергетическая диаграмма. Порядок заселения МО электронами. Кратности связи (порядок связи).

Ионная и металлическая связь. Ионная связь. Координационное число иона. Ионные кристаллические решетки.

Природа металлической связи. Строение кристаллов металлов.

Строение вещества в конденсированном состоянии. Межмолекулярное взаимодействие: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Прочность межмолекулярного взаимодействия и агрегатное состояние веществ.

Водородная связь. Природа водородной связи. Роль водородной связи в живой природе. Молекулярные комплексы и их роль в метаболических процессах.

Кристаллическое, жидкое и аморфное состояния веществ. Атомная и молекулярная кристаллические решетки. Факторы, определяющие физические свойства атомных и молекулярных кристаллов.

1.6. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Определение понятия. Факторы, влияющие на скорость химических реак-

ций. Закон действующих масс. Константа скорости и ее физический смысл. Основные положения теории активации Аррениуса. Активные молекулы. Энергия активации. Катализ и катализаторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализ в природе и химическом производстве. Понятие о ферментативном катализе в биологических системах.

Химическое равновесие. Обратимые и необратимые химические реакции. Состояние химического равновесия. Константа химического равновесия. Факторы, влияющие на величину константы равновесия: природа реагентов и температура. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Влияние изменения концентрации, давления и температуры на положение химического равновесия. Значение химического равновесия для окружающей среды и биологических систем.

1.7. РАСТВОРЫ

Дисперсные системы. Определение понятия «раствор». Твердые, жидкие и газообразные растворы. Грубодисперсные системы. Суспензии и эмульсии. Коллоидные и истинные растворы. Растворы природного происхождения.

Растворение как физико-химический процесс. Особые свойства воды как растворителя. Растворы газообразных, жидких и твердых веществ. Сольваты, гидраты и кристаллогидраты. Тепловые эффекты процессов растворения. Химическая теория растворов Д. И. Менделеева. Роль растворов в жизнедеятельности организмов.

Растворимость веществ. Влияние температуры и давления на растворимость. Коэффициент растворимости. Влияние природы растворяемого вещества и растворителя на растворимость. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы.

Состав растворов. Определение понятия «концентрация» раствора. Способы выражения состава раствора: массовая и молярная доли растворенного вещества, молярная, эквивалентная и массовая концентрации вещества; молярность раствора.

Электролиты и неэлектролиты. Основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Факторы, определяющие склонность веществ к диссоциации: полярность и энергия связи, поляризуемость молекул растворенного вещества, полярность молекул растворителя, характер взаимодействия растворенного вещества и растворителя. Сольватация (гидратация) образующихся ионов.

Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролитов. Факторы, определяющие степень диссоциации: природа растворенного вещества и растворителя, концентрация раствора, температура. Механизм диссоциации соединений с различным типом химической связи. Состояние ионов в растворах. Качественные и количественные различия характера диссоциации сильных и слабых электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разбавления Оствальда. Представление о теории сильных электролитов. Истинная и кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов в растворе. Эффективная концентрация ионов в растворе. Понятие об активности и коэффициенте активности.

Диссоциация электролитов. Основания, кислоты и соли с точки зрения

теории электролитической диссоциации. Ступенчатая диссоциация многоосновных кислот и многокислотных оснований. Диссоциация средних, кислых и основных солей. Ион гидроксония. Амфотерные электролиты. Современная трактовка амфотерности гидроксидов металлов. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов в периодах и группах периодической системы. Современные представления о природе кислот и оснований.

Обменные реакции в растворах электролитов. Общие условия протекания реакций обмена в растворах электролитов. Обратимость реакций ионного обмена. Смещение ионного равновесия в растворах.

Условия образования и растворения осадков. Равновесие между осадком и раствором. Произведение растворимости (константа растворимости). Условия осаждения малорастворимых электролитов. Их растворение в воде, кислотах и в растворах, содержащих одноименные ионы.

Диссоциация воды. Константа диссоциации. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Понятие об индикаторах. Значение кислотности среды для протекания биологических процессов. Кислотность почв.

Гидролиз солей. Механизм гидролиза. Типичные случаи гидролиза в зависимости от силы кислоты и основания, образующих соль. Влияние природы, заряда и радиуса ионов на их гидролизуемость. Ступенчатый гидролиз многозарядных ионов. Константа гидролиза. Степень гидролиза. Влияние концентрации раствора, температуры и рН среды на степень гидролиза солей. Условия подавления гидролиза. Совместный гидролиз по катиону и аниону. Процессы гидролиза в природе.

1.8. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Окислительно-восстановительные реакции. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций. Принцип электронного баланса. Метод полуреакций. Основные типы окислительно-восстановительных реакций: межмолекулярные, диспропорционирования, компрпропорционирования и внутримолекулярного окисления-восстановления. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительные процессы в живой природе.

Понятие об электрохимических процессах. Электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений металлов. Определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций. Влияние рН среды на величину окислительно-восстановительного потенциала и состав образующихся продуктов.

1.9. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Основные положения координационной теории. Валентная и координационная насыщенность и возможность образования комплексных соединений. Строение комплексного соединения: внутренняя и внешняя сферы, комплексный ион, комплексообразователь, лиганды. Координационное число и степень окисления комплексообразователя. Заряд комплексного иона. Катионные, анионные и нейтральные комплексы. Внутрикислещные (хелатные) соединения. Их структура. Номенклатуры комплексных соединений.

Характер химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории химической связи в координационных соединениях. Электростатическое и донорно-акцепторное взаимодействия. Комплексообразующая

способность элемента в зависимости от его положения в периодической системе.

Устойчивость комплексных соединений. Первичная и вторичная диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости комплексов. Понятие о двойных солях. Использование комплексообразования для растворения труднорастворимых электролитов.

Роль комплексообразования в биологических процессах. Биологическая роль комплексных соединений. Понятие о бионеорганической химии.

2. ХИМИЯ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ И СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ

Основные принципы классификации химических элементов. *s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементы. Распространенность элементов в природе. Рассеянные и редкие элементы. Круговорот элементов в природе. Биогенные элементы.

2.1. ВОДОРОД И ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ VIIA

Общая характеристика водорода. Строение атома водорода. Проявляемые степени окисления. Характер связей в соединениях водорода: ионные, полярные и неполярные. Водородные связи.

Физические и химические свойства водорода. Прочность молекулы водорода. Ее термическая диссоциация. Водород как восстановитель. Атомарный водород. Взаимодействие водорода с металлами и неметаллами. Гидриды. Их классификация. Ион водорода и ион гидроксония. Нахождение водорода в природе. Изотопы водорода. Способы получения водорода в лаборатории и в технике, его применение. Биологическое значение водорода.

Галогены. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Изменение радиуса атома, энергии ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности галогенов. Характер химических связей с металлами и неметаллами. Устойчивость высших валентных состояний галогенов. Особенности фтора.

Свойства простых веществ галогенов. Характер химической связи в молекулах галогенов. Их физические свойства: агрегатное состояние, температура кипения и плавления в ряду фтор–астат, растворимость в воде и органических растворителях. Химические свойства: изменение окислительной активности галогенов в группе, их отношение к воде, щелочам, металлам и неметаллам; продукты взаимодействия галогенов с водой и щелочью на холоде и при нагревании, реакции диспропорционирования; особенности химии фтора. Природные соединения галогенов. Применение галогенов. Их физиологическое и фармакологическое действие. Токсичность галогенов и меры предосторожности при работе с ними.

Галогеноводороды. Характер химической связи в молекулах. Физические и химические свойства. Агрегатное состояние. Характер изменения температур кипения и плавления в ряду фтороводород–иодоводород. Термическая устойчивость галогеноводородов. Реакционная способность, кислотные свойства, восстановительная активность, растворимость в воде. Галогениды. Особенности плавиковой кислоты. Общие принципы получения галогеноводородов. Соляная кислота. Физические, химические свойства и способы получения.

Применение. Роль соляной кислоты и хлоридов в живых организмах.

Кислородсодержащие соединения галогенов. Кислородные кислоты хлора. Изменение устойчивости, окислительных и кислотных свойств в ряду $\text{HClO}-\text{HClO}_4$. Получение этих кислот и их солей. Применение. Хлорная известь. Бертолетова соль. Перхлораты. Кислородсодержащие кислоты брома и иода. Их соли.

2.2. ЭЛЕМЕНТЫ VIA ГРУППЫ (ХАЛЬКОГЕНЫ)

Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности в ряду кислород–полоний. Характер химических связей с металлами и неметаллами. Особенности кислорода.

Физические свойства простых веществ. Аллотропия кислорода: кислород и озон. Трактовка химической связи в молекуле кислорода по методам ВС и МО. Аллотропия и изоморфизм серы. Закономерности изменения температур кипения и плавления простых веществ в ряду кислород–полоний.

Химические свойства простых веществ. Прочность связи в молекулах. Их реакционная способность: взаимодействие с металлами и неметаллами, водой, кислотами и щелочами. Сравнительная активность молекулярного и атомарного кислорода. Значение фотохимической реакции образования озона в верхних слоях атмосферы для сохранения жизни на земле. Природные соединения халькогенов. Общие принципы их получения. Применение и биологическое значение.

Гидриды типа $\text{H}_2\text{Э}$. Строение и сравнительная прочность молекул. Физические и химические свойства. Агрегатное состояние. Характер изменения температур кипения и плавления в ряду $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{Te}$. Ассоциация молекул воды. Термическая устойчивость и реакционная способность гидридов. Изменение восстановительных и кислотных свойств в ряду $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{Te}$. Общие принципы получения, применение. Токсичность сероводорода и других халькогеноводородов, их физиологическое действие.

Соединения кислорода с водородом. Вода. Строение молекулы. Структура воды и льда. Физические и химические свойства воды. Химически связанная вода. Клатраты. Вода как растворитель. Вода в природе и ее роль в жизнедеятельности организмов.

Пероксид водорода. Строение молекулы. Физические и химические свойства. Окислительно-восстановительные свойства. Ферментативное разложение пероксида водорода. Способы получения.

Халькогениды. Кислые и средние халькогениды. Растворимость и гидролиз сульфидов металлов. Общие принципы их получения, применение. Природные сульфиды металлов и их переработка. Полисульфиды.

Оксиды халькогенов. Диоксиды и триоксиды элементов. Молекулярное и полимерное состояние оксидов. Физические и химические свойства. Отношение к воде, щелочам, кислотам. Окислительно-восстановительные свойства. Принципы получения, применение.

Кислородсодержащие кислоты и их соли. Сернистая, селенистая и теллуристая кислоты. Строение молекул и анионов кислот. Физические и химические свойства. Их соли. Применение.

Серная, селеновая и теллуровая кислоты. Строение молекул и анионов кислот. Физические и химические свойства. Свойства разбавленной и концентрированной серной кислоты. Состав продуктов ее взаимодействия с металлами и неметаллами. Промышленные способы получения серной кислоты. Олеум. Применение серной кислоты. Сульфаты и гидросульфаты. Купоросы и квасцы. Их применение.

Полисерные, пероксосерные, политионовые кислоты. Строение молекул. Химические свойства, получение. Соли и их практическое использование.

Биологическая роль и химические основы применения серы, селена и их соединений. Загрязнение биосферы соединениями серы.

2.3. ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ VA

Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности в ряду азот–висмут. Характер химических связей с металлами и неметаллами. Особенности азота.

Свойства простых веществ. Характер химической связи в молекулах простых веществ. Строение молекулы азота. Аллотропия фосфора: белый, красный и черный фосфор. Физические свойства простых веществ. Прочность связи в молекулах простых веществ и их реакционная способность. Химические свойства. Общие принципы получения простых веществ и их применение. Роль азота и фосфора в биохимических процессах. Круговорот азота и фосфора в природе.

Гидриды типа ЭН₃. Строение молекул. Физические свойства гидридов. Общие принципы получения гидридов. Их практическое использование и физиологическое действие на живые организмы.

Аммиак. Физические и химические свойства. Получение аммиака. Условия протекания реакции синтеза аммиака. Процессы окисления аммиака. Соли аммония, их термическая устойчивость. Аммиакаты. Продукты замещения водорода в аммиаке. Гидроксилламин. Пептидная связь в белках.

Кислородсодержащие соединения азота. Оксиды азота. Строение молекул и характер химических связей в них. Оксида азота(II): химические свойства и получение. Получения остальных оксидов азота. Физические и химические свойства. Взаимодействие с водой, щелочами. Окислительно-восстановительные свойства. Применение. Физиологическое действие.

Азотистая кислота, ее соли. Строение молекулы азотистой кислоты и нитрит-иона. Химические свойства. Окислительно-восстановительные свойства. Физиологическое действие.

Азотная кислота и ее соли. Строение молекулы азотной кислоты и нитрат-иона. Особенности химических связей в них. Физические и химические свойства концентрированной и разбавленной азотной кислоты. Состав продуктов ее взаимодействия с металлами и неметаллами. Царская водка. Механизм ее действия. Промышленные способы получения азотной кислоты и ее применение. Нитраты. Их термическая устойчивость. Применение. Азотные удобрения.

Кислородсодержащие соединения фосфора. Оксиды фосфора(III) и (V). Полимерное строение молекул, характер связей в них. Физические и химические свойства. Взаимодействие с водой, щелочами. Принципы получения. При-

менение.

Кислородсодержащие кислоты фосфора и их соли. Фосфорная, фосфористая и фосфорноватистая кислоты. Строение молекул. Окислительно-восстановительные свойства. Поликонденсация ортофосфорной кислоты. Роль в биологических процессах. Природные фосфаты. Фосфорные удобрения. Сложные минеральные удобрения. Понятие о микроудобрениях.

Кислородсодержащие соединения мышьяка, сурьмы и висмута. Оксиды элементов(III,V). Полимерное строение оксидов. Взаимодействие с водой, кислотами и щелочами. Гидроксиды элементов(III,V). Изменение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств гидроксидов элементов(III,V) в ряду мышьяк–висмут. Соли и тиосоли. Особенности их гидролиза. Токсичность соединений мышьяка, сурьмы и висмута.

2.4. ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ IVA

Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности в ряду углерод–свинец. Характер химических связей с металлами и неметаллами. Способность углерода к образованию гомоатомных цепей Э–Э и кратных связей. Гетероцепи Si–O–Si.

Простые вещества. Строение и свойства аллотропных модификаций углерода. Строение и физические свойства кремния, германия, олова и свинца. Реакционная способность простых веществ. Роль в биологических процессах.

Гидриды типа ЭН₄. Строение молекул. Физические и химические свойства. Изменение устойчивости и реакционной способности гидридов в ряду CH₄–PbH₄.

Кислородсодержащие соединения углерода. Оксиды углерода. Особенности строения молекул. Физические и химические свойства. Токсичность оксида углерода(II). Роль оксида углерода(IV) в процессах жизнедеятельности. Парниковый эффект.

Угольная кислота и ее соли. Строение молекулы угольной кислоты и карбонат-иона. Равновесия в водных растворах диоксида углерода. Особенности диссоциации угольной кислоты. Карбонаты и гидрокарбонаты. Термическая устойчивость карбонатов. Временная жесткость воды и способы ее устранения. Получение и применение карбонатов. Карбонатное равновесие в природе.

Кислородсодержащие соединения кремния. Диоксид кремния. Его полимерное строение. Сравнение энергии связей C–O и Si–O. Особенность силоксановой связи Si–O–Si. Физические и химические свойства диоксида кремния. Применение кремнийсодержащих полимеров.

Кремниевые кислоты и их соли. Особенности строения молекул. Природные силикаты. Алюмосиликаты. Искусственные силикаты. Стекло. Керамика. Цемент.

2.5. ОБЩИЙ ОБЗОР МЕТАЛЛОВ

Общая характеристика металлов. Положение в периодической системе. Особенности строения атомов. Кристаллическая структура металлов. Особенности металлической связи. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Физические и химические признаки металличности. Общая характеристика ва-

лентных состояний металлов А и В групп. Закономерности изменения свойств гидроксидов металлов в периодах и группах периодической системы. Природные соединения металлов. Руды. Принципы их обогащения. Общие методы получения металлов и их очистки. Значение и роль металлов в жизнедеятельности живых организмов.

2.6. МЕТАЛЛЫ А-ГРУПП

Щелочные металлы. Общая характеристика. Строение атомов. Характер связи в соединениях. Проявляемые степени окисления. Физические и химические свойства простых веществ. Положение в электрохимическом ряду напряжений металлов. Взаимодействие с водой и неметаллами. Общая характеристика оксидов, пероксидов, гидроксидов и солей. Их получение, применение. Калийные удобрения. Роль натрия и калия в жизнедеятельности живых организмов.

Бериллий. Магний. Щелочно-земельные металлы. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Физические и химические свойства простых веществ. Положение в электрохимическом ряду напряжений металлов. Взаимодействие с водой и неметаллами. Общая характеристика оксидов, гидроксидов, солей элементов группы IIА. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов в ряду бериллий – барий. Жесткость воды и ее устранение. Применение соединений магния и кальция. Их роль в живой природе.

Алюминий. Подгруппа галлия. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Характер химических связей в соединениях. Физические и химические свойства простых веществ. Положение в электрохимическом ряду напряжений металлов. Изменение химической активности в ряду алюминий – таллий. Общая характеристика оксидов, гидроксидов и солей элементов группы. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов в ряду алюминий – таллий. Борная кислота и бораты. Амфотерность алюминия. Аллюминаты. Гидролиз солей алюминия. Получение алюминия и его соединений. Их применение.

Металлы IVA группы. Общая характеристика элементов. Сопоставление их физических и химических свойств со свойствами углерода и кремния. Токсичность свинца.

2.7. ПЕРЕХОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (МЕТАЛЛЫ В-ГРУПП)

Общая характеристика *p*-элементов. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону в периодах и группах. Характерные типы связи в соединениях. Физические и химические свойства простых веществ. Закономерности в изменении свойств простых веществ и соединений переходных элементов в периодах и группах. Способность к комплексообразованию. Особенности химии *d*-элементов в сравнении с химией *s*- и *p*-элементов. Роль в биологических системах.

Общая характеристика элементов групп меди и цинка. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Свойства простых веществ. Соединения меди(I) и (II) и цинка. Оксиды, гидроксиды, соли. Комплексные соединения меди и цинка. Роль меди и цинка в функционировании живых организмов. Ток-

сичность кадмия и ртути.

Общая характеристика элементов группы хрома. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Свойства простых веществ. Соединения хрома(III) и их особенности. Соединения хрома(VI): хромовые кислоты и их соли. Окислительные свойства соединений хрома(VI). Роль в живой природе.

Общая характеристика элементов группы марганца. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Свойства простых веществ. Соединения марганца(II), (IV), (VI) и (VII). Кисотно-основные свойства гидроксидов марганца в различных степенях окисления. Окислительные свойства перманганат-иона в зависимости от кислотности среды. Значение марганца для жизнедеятельности живых организмов.

Общая характеристика элементов семейства железа. Строение атомов. Проявляемые степени окисления. Свойства простых веществ. Оксиды, гидроксиды и соли железа, кобальта и никеля. Гидролиз солей железа. Комплексные соединения железа и кобальта и их роль в процессах жизнедеятельности живых организмов.

3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

3.1. ПРЕДМЕТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Состав органических веществ, элементы-органогены. Многообразие органических веществ. Место органической химии в системе естественных наук. Источники органических соединений.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров, А.Кекуле, А.Купер). Основные типы структурных фрагментов органических молекул: простые и кратные связи, углеродные цепи и циклы, функциональные группы. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений.

3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ, НОМЕНКЛАТУРА, ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Основные признаки классификации: скелет молекулы, степень насыщенности, наличие функциональных групп. Основные классы органических веществ.

Основы номенклатуры органических соединений. Тривиальные и систематические названия органических соединений. Заместительная номенклатура IUPAC, основные принципы построения названий органических соединений. Родоначальная структура, характеристические группы. Названия функциональных групп, нефункциональных заместителей, насыщенных и ненасыщенных углеводородных групп. Старшинство функциональных групп. Принципы радикало-функциональной номенклатуры.

Изомерия органических соединений. Типы изомерии: структурная и пространственная. Способы изображения пространственного строения молекул: перспективные (клиновидные) проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена, Фишера: принципы построения и правила пользования ими.

Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Асимметрический атом углерода. Энантиомеры (оптические антиподы). Понятие об оптической активности и хиральности. Рацематы. Принципы

R-, *S*-номенклатуры; *D*- и *L*-ряды. Стереизомерия соединений с двумя асимметрическими атомами. Диастереомеры. Эритро- и трео-изомеры. Мезо-формы. Пространственная изомерия алкенов: *цис*-, *транс*- и *Z*-, *E*-номенклатуры.

3.3. ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Типы связей в молекулах органических соединений. σ - и π -связи. Гибридизация.

Представление о механизмах реакций. Гомо- и гетеролитический разрыв связей. Представление о промежуточных частицах: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Энергетический профиль реакции; энергетический барьер реакции, энергия активации, тепловой эффект реакции. Кинетический и термодинамический контроль.

Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия. Константа кислотной ионизации и ее показатель (pK_a).

Взаимное влияние атомов в молекулах, ионах, радикалах. Электронные и пространственные эффекты в органических реакциях (индуктивный и мезомерный эффекты, гиперконъюгация).

3.4. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Перегонка, перекристаллизация как методы выделения и очистки органических соединений. Химические и физические методы установления структуры. Качественный функциональный анализ органических соединений. Представление о хроматографических и спектральных методах, применяемых в органической химии.

3.5. УГЛЕВОДОРОДЫ

3.5.1. Алканы. Гомологический ряд, номенклатура. Электронное строение, sp^3 -гибридизация. Физические свойства алканов.

Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных радикальных реакций замещения в алканах (на примере реакции галогенирования). Алкильные радикалы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Сравнение региоселективности реакций хлорирования и бромирования. Пути использования алканов.

3.5.2. Циклоалканы. Классификация и номенклатура, структурная изомерия. Связь размера цикла с устойчивостью. Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные связи, пространственная изомерия производных циклогексана.

3.5.3. Алкены. Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия. Электронное строение, sp^2 -гибридизация. Физические свойства алкенов.

Общие представления о реакционной способности алкенов. Каталитическое гидрирование, проявление относительной стабильности структурных и пространственных изомеров алкенов.

Реакции электрофильного присоединения к двойной связи алкенов, их механизмы. Реакции присоединения галогенов, галогеноводородов (гидрогалогенирование), воды (гидратация). Направление присоединения. Правило Марков-

никова и его объяснение. Алкильные катионы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Представление о стереохимии присоединения галогенов.

Реакции радикального присоединения (присоединение бромоводорода по Харацу). Реакции окисления алкенов по С=С связи: *цис*-дигидроксилирование (перманганатом калия по Вагнеру), эпоксицирование (по Прилежаеву). Окислительное расщепление алкенов (восстановительный и окислительный озонлиз), использование для определения структуры.

Полимеризация алкенов как важнейший метод получения высокомолекулярных соединений. Полиэтилен, полипропилен.

Аллильное хлорирование алкенов, механизм. Аллильный радикал. Окисление алкенов кислородом воздуха (пероксидное окисление).

3.5.4. Алкадиены. Номенклатура, классификация, изомерия.

Сопряженные диены (1,3-бутадиен и изопрен). Сопряжение двойных связей (π, π -сопряжение) и реакции электрофильного присоединения. 1,2- и 1,4-присоединение. Аллильный катион. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера), представление о механизме реакции.

Изопреновое звено в природных соединениях. Понятие об изопреноидах. *Каучук*.

3.5.5. Алкины. Номенклатура. Электронное строение, *sp*-гибридизация. Физические свойства алкинов.

Восстановление тройной связи до двойной: каталитическое гидрирование и восстановление натрием в жидком аммиаке, использование в синтезе (*Z*)- и (*E*)-алкенов.

Реакции электрофильного присоединения к тройной связи алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова).

Кислотность ацетилена и терминальных алкинов. Получение ацетиленидов металлов и их взаимодействие с галогеналканами и с карбонильными соединениями.

Димеризация, тримеризация ацетилена. Полиацетилен.

3.5.6. Ароматические углеводороды. Классификация и номенклатура аренов. Природа связей в молекуле бензола. Ароматичность, критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы: циклопропенилий- и тропилий-катионы, циклопентадиенильный анион, азулен.

Реакции электрофильного замещения в бензоле (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование), Представление о механизме реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. π - и σ -комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Активирующие и дезактивирующие заместители. *Орто*-, *пара*- и *мета*-ориентанты.

Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Причины устойчивости бензильных радикалов.

Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, антрацен, фенантрен, бензпирен, их структурные фрагменты в природных и биологически активных веществах (стероидов, алкалоидов, антибиотиков).

3.6. ГОМОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.6.1. Галогенпроизводные углеводородов. Классификация, номенклатура, изомерия галогенуглеводородов. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена, их использование в синтезе органических соединений различных классов (спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов и сульфидов, нитроалканов, нитрилов). Представление об идеализированных механизмах S_N1 и S_N2 . Кинетика, стереохимия реакций. Влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакции S_N1 и S_N2 -типов.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, стабилизированные карбокатионы (аллильный и бензильный).

Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Винилхлорид и хлорбензол. Активированные галогенарены и механизм присоединения-отщепления, анионные комплексы (Мейзенгеймера).

Реакции элиминирования галогеноводорода. Механизм E2. Правило Зайцева.

Литий- и магнийорганические соединения и их использование в органическом синтезе.

Биологическое действие галогенпроизводных, их применение в народном хозяйстве. Хлороформ, иодоформ, перфторуглеводороды, перфторполиэтилен (тефлон). Инсектициды.

3.6.2. Спирты, фенолы, простые эфиры. Номенклатура, изомерия одноатомных спиртов. Строение функциональной группы. Физические свойства спиртов, роль водородной связи.

Кислотно-основные свойства. Алкоголяты металлов, их основные и нуклеофильные свойства.

Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Активация гидроксигруппы протонными кислотами и кислотами Льюиса, превращение в эфиры серной, фосфорной, кислот (сульфаты, фосфаты), сульфокислот (тозилаты и мезилаты). Диметилсульфат как метилирующий агент.

Примеры биологически важных реакций нуклеофильного замещения с участием эфиров фосфорных кислот.

Внутри- и межмолекулярная дегидратация спиртов (образование алкенов и простых эфиров).

Окисление первичных и вторичных спиртов.

Многоатомные спирты (диолы и полиолы). Этиленгликоль, глицерин, пентаэритрит, инозит. Химические свойства 1,2-диолов. Кислотность, образование хелатных комплексов, окислительное расщепление 1,2-диолов (йодной кислотой). Образование циклических простых эфиров. Эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.

Номенклатура и изомерия. Простейшие представители: фенол, крезолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол. Электронное строение фенола. Кислотность фенолов.

Образование простых и сложных эфиров фенолов.

Реакции электрофильного замещения в ряду фенолов (галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование). Пикриновая кислота. Карбокси-

лирование фенолятов щелочных металлов (реакция Кольбе). Салициловая кислота.

Окисление фенолов. Хиноны и их биологическая роль. Представление о фенольных антиоксидантах. Фенольные соединения в природе. Витамин Е. Флавоноиды.

Простые эфиры. Номенклатура, классификация. Расщепление кислотами. Образование гидропероксидов, их обнаружение и разложение. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-Диоксан. Оксираны: получение, взаимодействие с водой, аммиаком и аминами, магнийорганическими соединениями. Краун-эфиры: комплексообразование с ионами металлов, применение.

3.6.3. Тиолы. Кислотность тиолов. Нуклеофильные свойства тиолов, тиолов и органических сульфидов. Окисление тиолов. Образование дисульфидов и их роль в биохимических процессах.

3.6.4. Амины. Классификация, номенклатура и изомерия. Алифатические и ароматические амины, первичные, вторичные и третичные амины.

Электронное строение. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств алкил- и ариламинов. Реакции ацилирования и алкилирования аминов. Аммониевые соли.

Особенности свойств ариламинов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ариламинов и их производных. Реакции diazotирования, соли арилдиазония. Реакции солей арилдиазония с выделением азота (замещение diaзогруппы) и без выделения азота (азосочетание). Азокрасители.

3.6.5. Карбонильные соединения. Классификация, номенклатура и изомерия карбонильных соединений.

Строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах и реакции нуклеофильного присоединения. Общие представления о механизме этих реакций, кислотный и основной катализ. Реакции с C-нуклеофилами (реактивами Гриньяра, циановодородом). Реакции с гетеронуклеофилами: присоединение воды и спиртов, образование ацеталей. Реакции карбонильных соединений с аммиаком, аминами и родственными соединениями и строение образующихся продуктов. Имины, оксимы, гидразоны, семикарбазоны, 2,4-динитрофенилгидразоны. Роль иминов в биохимических процессах.

Стереохимия присоединения к карбонильной группе. Энантиотопные и диастереотопные стороны.

СН-Кислотность карбонильных соединений и кето-енольная таутомерия. Реакции енольных форм: α -галогенирование, галоформное расщепление, изотопный обмен водорода. Альдольно-кетоновая конденсация, кислотный и основной катализ. Альдоли и α,β -непредельные карбонильные соединения.

Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канниццаро). Бензоиновая конденсация.

Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений.

3.6.6. Карбоновые кислоты и их производные. Номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры и тиоэфиры (S-эфиры карбоновых кислот), галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, их получение и взаимопревращения. Реакции ацилирования. Общие представления о механиз-

ме присоединения-отщепления. Механизм реакций этерификации, аминирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров и амидов.

Реакции восстановления карбоновых кислот и их производных.

Сложноэфирная конденсация и ее механизм. Ацетоуксусный эфир: кетонольная таутомерия, реакции по карбонильной группе и по активированному метиленовому звену.

Жирные кислоты, важнейшие представители (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Жиры, сложные липиды (фосфатидовая кислота и ее производные), мыла.

α , β -Ненасыщенные карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, полимеры на их основе.

Дикарбоновые кислоты. Основные представители: щавелевая, малоновая, адипиновая, фталевые кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты.

Синтезы на основе малонового эфира. Полиэфирные волокна на основе терефталевой и адипиновой кислот.

3.7. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

3.7.1. Углеводы. Классификация углеводов.

Моносахариды (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза). Стереохимия моносахаридов, D- и L-ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы. α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация.

Гликозиды. Особые свойства гликозидного гидроксила. Реакции окисления и восстановления глюкозы. Глюконовая, глюкарная и глюкуроновая кислоты. Глюцит (сорбит), ксилит. Реакции алкилирования и ацилирования моносахаридов.

Аскорбиновая кислота (витамин С).

Дисахариды и их типы (восстанавливающие и невосстанавливающие). Сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза.

Полисахариды (крахмал, целлюлоза, хитин, гликоген).

Биологическая роль и распространенность углеводов.

3.7.2. Аминокислоты. Классификация аминокислот. Основные представители природных α -аминокислот, их стереохимия. Свойства аминокислот: амфотерность, изоэлектрическая точка. Реакции по карбоксильной и аминогруппе. Отношение к нагреванию. Лактамы. Дикетопиперазины. Пептидная связь. Представление о первичной структуре белков.

Синтетические полиамиды. Капрон, нейлон.

3.8. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Классификация и номенклатура гетероциклов.

Пятичленные гетероциклы с одним или несколькими гетероатомами. Фуран, тиофен, пиррол, индол, их строение (участие неподеленной электронной пары в создании ароматической системы). Особенности протекания реакций электрофильного замещения в этих гетероциклах. Тиазол, имидазол. Кислотные свойства имидазола.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин, изохинолин. Ароматичность пиридина и особенности проведения реакций электрофильного замещения. Пиридин как основание.

Представление о природных азотсодержащих гетероциклических соедине-

ниях (алкалоидах, компонентах нуклеиновых кислот) и лекарственных средствах.

4. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

4.1. ВВЕДЕНИЕ.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Предмет аналитической химии, её место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии. Основные аналитические проблемы: снижение пределов обнаружения, повышение точности и избирательности, обеспечение экспрессности, следовый анализ и анализ микрообъектов, анализ без разрушения, локально-распределительный анализ (анализ процессов), дистанционный анализ.

Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития.

Научная химико-аналитическая литература.

Основные стадии химического анализа. Выбор метода и составление схемы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Метрологические требования к результатам измерений. Систематические и случайные погрешности анализа. Правильность и воспроизводимость результатов анализа, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Статистическая обработка результатов измерений. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков. Аттестация средств измерений и аккредитация лабораторий.

4.2. МЕТОДЫ ПРОБООТБОРА И ПРОБОПОДГОТОВКИ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ АНАЛИЗА

Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод анализа. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные способы перевода пробы в форму, удобную для анализа.

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

4.3. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

Задачи и методы обнаружения и идентификации химических соединений. Аналитические реакции, их чувствительность, специфичность. Дробный и систематический анализ. Микрoкристаллоскопический анализ, пирохимический анализ. Обнаружение на основе образования окрашенных соединений. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.

4.4. РЕАКЦИИ И ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

4.4.1. Кислотно-основное равновесие. Полнота и скорость протекания

реакции как основные предпосылки её аналитического использования. Константы равновесия реакций различных типов. Активность. Расчет активности электролитов. Закон ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расширенное уравнение Дебая-Хюккеля. Условные константы. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесия в системах кислота–сопряжённое основание. Константы кислотности и основности. Нивелирующие и дифференцирующие растворители. Расчет рН кислот и оснований: сильных, слабых, средней силы. Расчет рН электролитов с учетом диссоциации воды.

Буферные растворы и их свойства. Буферная ёмкость. Расчет рН буферных растворов. Роль буферных растворов в процессах жизнедеятельности.

4.4.2. Равновесие в растворах с участием реакций комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющих аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Роль комплексных соединений при анализе биологических объектов. Константы образования (ступенчатые, общие) комплексных соединений. Влияние комплексообразования на растворимость соединений. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения и маскирования, обнаружения и определения ионов металлов.

4.4.3. Равновесие в растворах с участием реакций окисления-восстановления. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Расчет потенциала в точке эквивалентности. Расчет констант равновесия окислительно-восстановительных реакций. Роль окислительно-восстановительных процессов в живой и неживой природе.

4.4.4. Равновесие осадок–раствор. Растворимость осадков. Взаимосвязь между растворимостью, константой растворимости. Условия образования и растворения осадков. Количественное осаждение осадков. Факторы, определяющие растворимость неорганических и органических веществ. Зависимость растворимости ионных соединений от концентраций общих и посторонних ионов, рН, присутствия комплексообразующих реагентов, окислителей, восстановителей. Практическое значение процессов осаждения-растворения, их роль в анализе.

4.5. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка, общие принципы. Групповое и индивидуальное концентрирование (разделение). Реагенты-осадители общего назначения: гидроксиды, карбонаты, сульфиды, фосфаты, галогениды, сульфаты, хроматы, оксалаты и др. Реагенты: групповые, избирательные, специфичные.

Разделение катионов на группы сульфидным, кислотно-щелочным и аммиачно-фосфатным методами. Групповые реагенты анионов. Осаждение как метод концентрирования. Концентрирование методом соосаждения (неорганические и органические осадители).

Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Константа распре-

деления. Константа экстракции. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Примеры разделения биологических объектов методом экстракции.

4.6. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

4.6.1. Гравиметрические методы анализа. Сущность гравиметрического анализа и границы его применения. Разновидности гравиметрического анализа: метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрия. Погрешности в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Аналитические весы. Условия получения кристаллических осадков. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др. Старение осадка. Причины загрязнения осадка.

4.6.2. Титриметрические методы анализа. Сущность титриметрического анализа, классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное. титрование по замещению. Фиксаналы. Виды кривых титрования (S-образные, линейные). Скачок титрования. Точка стехиометричности (эквивалентности) и конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентраций кислот или оснований, температуры, величины констант кислотности или основности на характер кривых титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние растворимости соединений, концентраций определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования. Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения комплексометрического титрования. Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) и её динатриевая соль как реагенты в комплексометрии. Определение кальция, магния, железа, алюминия в растворах чистых солей и при совместном присутствии.

4.7. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Общая характеристика физико-химических и физических методов анализа. Современное состояние. Применение для анализа биологических и медицинских объектов.

Роль физико-химических методов анализа в аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Задачи, решаемые с помощью физико-химических методов анализа, определяемые вещества, объекты анализа. Перспективы развития физико-химических методов анализа.

4.7.1. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Уравнение Нерста и его аналитическое значение. Индикаторные электроды и электроды

сравнения в потенциометрии и их классификация. Жидкостные и пленочные ионоселективные электроды. Методы и приборы для измерения потенциала в потенциометрии.

Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Виды реакций, титранты, индикаторные электроды, определяемые вещества.

Область применения потенциометрии, примеры: определение рН, щелочных, щелочно-земельных и тяжелых металлов, органических ионов.

Вольтамперометрия. Полярография как одна из разновидностей вольтамперометрии. Вольтамперная кривая и характеристика ее составляющих (остаточный, миграционный, диффузионный и предельно диффузионный токи). Уравнение Ильюковича. Уравнение полярографической волны. Типы электродов, применяемых в вольтамперометрии.

Амперометрическое титрование, его сущность и практическое применение для определения веществ в различных объектах. Виды кривых титрования и их связь с химической и электрохимической реакциями.

4.7.2. Оптические методы анализа. Оптические методы анализа. Эмиссия и абсорбция электромагнитного излучения веществом и классификация оптических методов анализа. Спектры атомов.

Спектры молекул. Применение атомарных и молекулярных спектров в аналитической химии.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Аналитическое применение закона Бугера-Ламберта-Бера. Величины, характеризующие излучение.

Атомно-эмиссионный анализ. Источники атомизации и возбуждения. Примеры применения атомно-эмиссионного анализа для определения металлов первой и второй групп в различных объектах (биологических, медицинских и др.).

Атомно-абсорбционный анализ. Основы метода.

Молекулярно-абсорбционный анализ. Визуальная фотометрия и ее значение. Фотоэлектроколориметрия. Спектрофотометрия в видимой и УФ-области спектра.

Области и примеры применения фотометрического анализа. Определение металлов и органических веществ в экологии, медицине, сельском хозяйстве, промышленности.

4.7.3. Хроматография. Хроматография. Принципы метода. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Устройство газо-хроматографической установки и принцип ее действия. Детекторы в газовой хроматографии. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии. Тарелочная теория газожидкостной хроматографии. Хроматограмма и методы ее обработки. Качественная и количественная газовая хроматография. Определяемые вещества. Области и примеры применения метода.

5. ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

5.1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Введение. Предмет, задачи и разделы физической и коллоидной химии. Этапы развития физической химии как теоретической основы современной химии. Коллоидная химия как наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях.

Основные понятия и постулаты термодинамики. Первый закон термодинамики. Термохимия. Классификация термодинамических систем. Равновесное состояние системы, его описание. Параметры состояния системы и их классификация. Независимые параметры и функции. Функции состояния и функции процесса. Термодинамические процессы: равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые, циклические. Характеристики равновесных и обратимых процессов.

Постулат о существовании температуры (нулевой закон термодинамики.) Внутренняя энергия системы, теплота, работа, их определение, единицы измерения. Правила выбора знаков теплоты и работы.

Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Работа расширения идеальных газов в различных обратимых процессах. Энтальпия. Теплоемкость, средняя и истинная теплоемкость. Соотношения между C_p и C_v .

Термохимия. Теплота и тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса как следствие первого закона термодинамики. Формулировки закона Гесса и следствий из него. Стандартное состояние и стандартные условия, базисные температуры. Выбор стандартного состояния газов и конденсированных фаз. Стандартные энтальпии образования химических соединений. Стандартная энтальпия образования элементов. Стандартные теплоты сгорания и их определение. Стандартные энтальпии химических реакций.

Второй закон термодинамики и его приложения. Фундаментальные уравнения термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы, их характеристика. Направление самопроизвольных процессов. Энтропия – мера необратимого рассеяния энергии. Формулировка второго закона в химической термодинамике. Обоснование существования энтропии как функции состояния системы. Математическая запись второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Энтропия идеального газа. Изменение энтропии при изобарно-изотермическом смешении идеальных газов, парадокс Гиббса. Третий закон термодинамики, постулат Планка. Абсолютные энтропии. Вычисление изменения энтропии в химических реакциях.

Фундаментальные уравнения термодинамики. Объединенное выражение первого и второго законов термодинамики. Понятие о термодинамических потенциалах. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса. Изменения энергии Гельмгольца и энергии Гиббса как термодинамические критерии равновесия и направленности процессов. Связь энергии Гиббса с максимальной полезной работой. Уравнение Гиббса – Гельмгольца и его роль в химии.

Расчет изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при протекании

химической реакции по таблицам стандартных термодинамических характеристик веществ.

Фундаментальные уравнения термодинамики для открытых систем. Внутренняя энергия и другие термодинамические потенциалы открытых систем. Химический потенциал, его определение через характеристические функции. Парциальные молярные величины. Химический потенциал компонента в смеси идеальных газов. Закон Дальтона для смеси идеальных газов. Функции смешения идеальных газов.

Растворы. Классификация растворов и термодинамические условия их образования. Идеальные растворы, закон Рауля. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Общее давление насыщенного пара идеального раствора как функция состава раствора и состава насыщенного пара. Диаграммы равновесия жидкость – пар, правило рычага. Температура кипения идеальных растворов, физико-химические основы перегонки растворов. Законы Гиббса – Коновалова, азеотропные растворы. Растворимость в идеальных и предельно разбавленных растворах. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия, эбулиоскопия и их практическое использование. Осмотические явления и их роль в биологии. Уравнение Вант-Гоффа, область его применимости.

Гетерогенные фазовые равновесия. Условия равновесия в многокомпонентных гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния воды и ее анализ.

Химические равновесия. Закон действия масс. Термодинамическая константа равновесия, другие виды констант равновесия и связь между ними. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Стандартная энергия Гиббса химической реакции и ее связь с термодинамической константой равновесия. Расчеты констант равновесия химических реакций и выхода продуктов химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Химические равновесия в гетерогенных системах и растворах. Принцип смещения равновесия Ле-Шателье – Брауна, его термодинамическая трактовка. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Влияние давления на химические равновесия.

5.2. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

Предмет химической кинетики. Особенности кинетического подхода к описанию химических реакций. Механизм химической реакции и несоответствие механизмов реакций стехиометрическим уравнениям.

Основные понятия химической кинетики. Истинная и средняя скорость химической реакции, экспериментальное определение скорости химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Кинетические кривые и кинетические уравнения. Общий и частный порядок химической реакции. Реакции переменного порядка. Кинетическая классификация реакций по их порядку. Молекулярность элементарной химической реакции. Основные принципы химической кинетики: принцип независимости химических реакций, принцип лимитирующей стадии химического процесса, принцип детального равновесия.

Закон действия масс – основной постулат химической кинетики. Об-

ласть применения закона действия масс. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Константа скорости химической реакции, ее физический смысл и размерность для реакций различных порядков.

Кинетические особенности протекания простых необратимых реакций – кинетические уравнения, константа скорости, зависимость концентрации участников реакции от времени, время полупревращения. Реакции нулевого, первого, второго порядка.

Методы определения порядка реакции и константы скорости по экспериментальным данным. Понятие об интегральных и дифференциальных методах определения порядка реакции и константы скорости. Метод подбора уравнений в графическом и аналитическом вариантах. Метод определения порядка реакции по времени полупревращения (метод Оствальда – Нойеса). Дифференциальный метод Вант–Гоффа.

Кинетические особенности протекания сложных необратимых реакций. Кинетические кривые и кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов. Приближенные методы химической кинетики: метод стационарных концентраций Боденштейна и условия его применимости, квазиравновесное приближение.

Зависимость скорости реакции от температуры. Эмпирическое правило Вант–Гоффа и область его применимости. Уравнение Аррениуса. Истинная и кажущаяся энергия активации. Нахождение энергии активации химической реакции по экспериментальным данным.

Кинетика цепных реакций. Цепные реакции и особенности протекания. Элементарные процессы возникновения, продолжения, развития и обрыва цепи. Особенности кинетики разветвленные и неразветвленные цепных реакций.

Кинетика фотохимических реакций. Основные законы фотохимии: законы Гротгуса, Вант–Гоффа и Эйнштейна. Квантовый выход. Процессы, происходящие при поглощении света веществом. Роль свободных радикалов в кинетике фотохимических процессов. Фотосинтез.

Основы кинетики гетерогенных процессов. Скорость гетерогенной химической реакции. Роль диффузии и адсорбции при протекании гетерогенного процесса. Диффузионная и кинетическая области протекания гетерогенной реакции.

Катализ. Основные понятия и теории катализа. Особенности механизма и энергетический профиль гомогенных и гетерогенных каталитических процессов. Роль катализаторов в химии и биологии. Ферментативный катализ. Механизм реакций ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Методы определения кинетических параметров уравнения Михаэлиса – Ментен по экспериментальным данным. Влияние температуры и pH среды на скорость ферментативной реакции. Ингибирование ферментативных реакций.

5.3. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Предмет и основные разделы электрохимии. Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций, их особенности. Законы Фарадея.

Развитие представлений о строении растворов электролитов. Теория

электролитической диссоциации С.Аррениуса. Достоинства и недостатки.

Ионные равновесия в растворах электролитов. Ион – дипольные и ион – ионные взаимодействия в растворах электролитов. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации. Механизм образования растворов. Особенности гидратации протонов.

Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности, их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Основы теории сильных электролитов Дебая – Гюккеля. Применение результатов теории Дебая – Гюккеля к слабым электролитам. Ионная ассоциация и современные представления о растворах электролитов.

Электропроводность растворов электролитов. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность растворов электролитов. Зависимость электропроводности сильных и слабых электролитов от концентрации и температуры. Физический смысл электрофоретического и релаксационного эффектов. Методы измерения электропроводности.

Подвижность ионов. Природа аномальной подвижности ионов водорода и гидроксила в водных растворах. Закон Кольрауша. Понятие о числах переноса ионных и из зависимости от концентрации и температуры.

Применение метода измерения электропроводности для экспериментального определения предельной подвижности ионов, степени и константы диссоциации слабых электролитов, произведения растворимости труднорастворимых соединений.

Электрохимическое равновесие на границе раздела фаз. Природа скачка потенциала на границе раздела фаз. Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста. Равновесие в электрохимической цепи. ЭДС равновесной электрохимической цепи, ее связь с изменением энергии Гиббса электрохимической реакции. Понятие электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Международная конвенция об ЭДС и электродных потенциалах.

Классификация электродов и электрохимических цепей. Электроды первого рода, обратимые по катиону и аниону, амальгамные электроды. Электроды второго рода, насыщенный каломельный электрод. Окислительно–восстановительные и газовые электроды. Стандартный водородный электрод и его применение для экспериментального измерения потенциалов отдельных электродов. Мембранные электроды. Стекланный электрод.

Физические, химические и концентрационные цепи. Простые и сложные цепи. Электрохимические цепи с переносом и без переноса. Элемент Вестона. Термодинамика гальванического элемента.

Практическое применение метода измерения ЭДС гальванических элементов для определения термодинамических характеристик потенциалобразующих реакций, рН, произведения растворимости труднорастворимых солей, средней ионной активности и среднего ионного коэффициента активности, констант равновесия ионных реакций.

5.4. КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Общая характеристика и классификация дисперсных систем. Коллоидное (дисперсное) состояние вещества, дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности и агрегатному

состоянию фаз. Лиофобные и лиофильные дисперсные системы. Поверхностные явления и их классификация. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах. Природные дисперсные системы.

Адсорбция на границе раздела фаз как самопроизвольный процесс концентрирования компонентов. Физическая адсорбция и хемосорбция. Поверхностное натяжение. Поверхностно–активные и поверхностно–инактивные вещества и их классификация. Правило Дюкло – Траубе. Уравнение Шишковского. Зависимость величины адсорбции от температуры и давления. Адсорбция электролитов на твердых поверхностях. Правило Пескова – Фаянса. Адсорбция из газовой фазы и из растворов. Уравнение адсорбции Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение адсорбции Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Понятие адгезии и когезии. Смачивание.

Электрические свойства дисперсных систем. Причины образования двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Модели строения ДЭС. Электрокинетический потенциал и влияние на величину электрокинетического потенциала индифферентных и неиндифферентных электролитов. Экспериментальное определение величины электрокинетического потенциала. Электрокинетические явления. Электрофорез и электроосмос в биологии и медицине.

Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидной частицы. Изoeлектрическое состояние коллоидной частицы.

Методы получения дисперсных систем и их устойчивость. Основные условия получения дисперсных систем. Понятие о стабилизаторе. Дисперсионные и конденсационные методы получения дисперсных систем. Пептизация. Методы очистки коллоидных систем – диализ, электродиализ и ультрафильтрация. Агрегативная и кинетическая устойчивость коллоидных систем. Коагуляция и седиментация. Коагуляция гидрофобных зольей электролитами. Порог коагуляции. Лиотропные ряды. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция зольей.

Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Броуновское движение и его тепловая природа. Уравнение Эйнштейна – Смолуховского. Диффузия в коллоидных системах. Осмотические явления в дисперсных системах и их значение в биологии. Седиментационное равновесие, уравнение Лапласа – Перрена. Представление о дисперсионном анализе. Рассеяние света в коллоидных системах. Уравнение Рэлея и его анализ. Опалесценция. Нефелометрия. Ультрамикроскопия.

Строение и свойства высокомолекулярных соединений (ВМС). Природные и синтетические ВМС. Белки и их строение. Изoeлектрическое состояние белковой молекулы. Денатурация белков. Взаимодействие ВМС с растворителем. Набухание полимеров. Студни и их свойства. Синерезис. Самопроизвольное образование растворов ВМС, их свойства и устойчивость. Высаливание и коацервация. Вязкость и осмотическое давление растворов полимеров. Определение молекулярной массы полимеров.

Применение ВМС для защиты зольей от коагуляции и для флокуляции.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Шиманович И. Е., Павлович М. Л., Тикавый В. Ф., Малашко П. М.* Общая химия в формулах, определениях, схемах. – Мн.: Университетское, 1996.
2. *Глинка Н. Л.* Общая химия. – Л.: Химия, 1983-1985, 2002, 2010.
3. *Свиридов В.В., Попкович Г.А., Васильева Г.А.* Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии. – Мн.: Изд. "Университетское". – 1991
4. *Общая и неорганическая химия. Задачи, вопросы, упражнения;* под ред. А.И.Лесниковича. – Минск. БГУ, 2010.
5. *Суворов А.В., Никольский А.Б.* Общая химии. – СПб.: "Химия". – 1994, 2002.
6. *Мечковский С.А.* Аналитическая химия. Мн. «Университетское», 1991.
7. *Основы аналитической химии.* /Под ред. Ю.А. Золотова М.: Высшая школа, 2004.
8. *Иванова М.А.* Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебное пособие. М.: РИОР, 2006..
9. *Органическая химия: Учебник для вузов в 2 кн.* (Под ред. Н.А. Тюкавкиной) - М.: Дрофа, 2002, 2008.
10. *Грандберг И. И.* Органическая химия. - М.: Дрофа, 2001 (или Грандберг И. Л. Органическая химия.- М.: Высшая. Школа, 1987.)
11. *Терней А.* Современная органическая химия в 2 т. Пер. с англ. - М., Мир, 1981
12. *Райлс А., Смит К., Уорд Р.* Основы органической химии. Пер. с англ. - М.: Мир, 1982.
13. *Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Паглиси Дж.* Физическая химия (Принципы и применения в биологических науках). – М.: Техносфера, 2005.
14. *Мушкамбаров Н.Н.* Физическая и коллоидная химия. – М.: ГЭОТАР–МЕД, 2002.
15. *Уильямс В., Уильямс Х.* Физическая химия для биологов. – М.; Мир, 1976.
16. *Горшков В.И., Кузнецов И.А.* Физическая химия. – М.: МГУ, 1986.

Дополнительная

1. *Денисов В.В., Дровозова Т.И., Лозоновская И.Н. и др.* Химия. – М.: Изд. центр "МАРТ". – 2003.
2. *Князев Д. А., Смартыгин С. Н.* Неорганическая химия. – М.: Высш. шк., - 1990.
3. *Вадковская И. К., Лукашев К. И.* Химические элементы и жизнь в биосфере. – Мн.: Выш. шк., 1981.
4. *Общая химия.* Под ред. Соколовской Е.М. – М.: МГУ. – 1989.
5. *Слесарев В.И.* Химия живого. – СПб: "Химия". – 2001
6. *Васильев В.П.* Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высшая школа, 1989. Ч.1 320 с., Ч. 2. 384 с.
7. *Скуг Д., Уэст Д.* Основы аналитической химии: В 2 т. М.: Мир, 1979. Т.1,2.

8. *Ельницкий А. П., Ильина Н. А., Козырьков Ю. Ю., Матюшенков Е. А., Бубель О. Н., Шевчук Т. А., Асташко Д. А., Райман М. В.* Задачи и упражнения по органической химии, ч.1. - Минск: БГУ, 2007.
9. *Тейлор Г.* Основы органической химии. Пер. с англ. - М.: Мир, 1989.
10. *Вайзман Ф.* Основы органической химии, СПб, 1995.
11. *Сайкс П.* Механизмы реакций в органической химии, Пер. с англ. - М.: Химия, 1991.
12. *Болдырев А.И.* Физическая и коллоидная химия. – М.:Высшая школа, 1974.
13. *Шершавина А.А.* Физическая и коллоидная химия. – М.: Новое знание, 2005.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.). Не все вопросы, перечисленные в программе, выносятся на лекции. В целях развития навыков работы с учебной и научной литературой студентам предлагается часть разделов описательного характера изучать самостоятельно по литературе, указанной в конце программы или на практических занятиях.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами по специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)» для направлений специальности 1-31 01 01-01 «Биология (научно-производственная деятельность)», 1-31 01 01-02 «Биология (научно-педагогическая деятельность)» и специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине «Химия» рекомендованы два экзамена и зачет. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки профессиональных компетенций можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.