

Контрольный экземпляр

- бл. № 864

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

 А.И. Жук

28

12 2011 г.

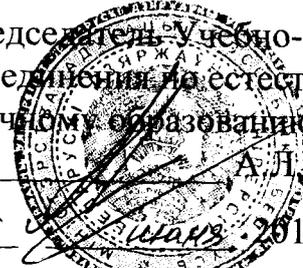
Регистрационный № ТД-Г. 393 /тип.

**Неорганическая химия**

**Типовая учебная программа**  
**для высших учебных заведений по специальностям:**  
1-31 01 02 Биохимия;  
1-31 01 03 Микробиология

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественно-  
научному образованию

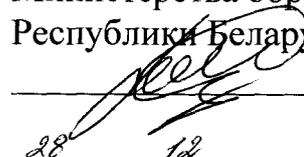
 А.Л. Толстик

06

12 2011 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

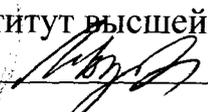
 Ю.И. Миксюк

28

12

2011 г.

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

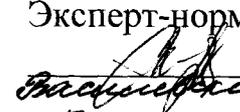
 В.И. Шупляк

05

12

2011 г.

Эксперт-нормоконтролер

 С.М. Артемьева

5

мая

2011 г.

Минск 2011

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

Игорь Евгеньевич Шиманович, профессор 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;

Александр Антонович Рагойша, доцент кафедры общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета.

## **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 № 11 от 19 мая 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 31 мая 2011 г.);

Научно-методическим советом по специальностям 1-31 01 01 «Биология» 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология» Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 11 от 02 июня 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Виктор Николаевич Хвалюк

Ответственный за выпуск: Виктор Николаевич Хвалюк

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Неорганическая химия является одной из фундаментальных научных дисциплин химического цикла. Курс неорганической химии на биологических факультетах университетов является необходимой базой для успешного изучения как химических (аналитическая, органическая, физическая, коллоидная и биологическая химии), так и специальных дисциплин.

Цель курса – изучение основополагающих разделов общей и неорганической химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку биологов. Типовая программа составлена на основе требований образовательного стандарта в соответствии с современным методологическим и научным содержанием курса общей и неорганической химии, с учетом опыта его преподавания в ведущих вузах ближнего и дальнего зарубежья.

Основными задачами изучения неорганической химии 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 фактического материала по химии основных элементов и закономерностей в изменении свойств простых веществ и соединений элементов по группам и периодам периодической системы;

3. 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 дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основные понятия, законы и теории общей и неорганической химии;
- строение атома и природу химической связи и межмолекулярного взаимодействия в веществе;
- основы химической кинетики и термодинамики;
- строение и свойства дисперсных систем и растворов;
- биологическую роль металлов, неметаллов и их соединений;
- основные достижения в области химии и перспективы их использования в практике и решении различных проблем; в живой и неживой природе, медицине;

**уметь:**

- применять изученные законы и понятия при характеристике составов, строения и свойств веществ, химических реакций, способов получения веществ и их практического использования;
- проводить численные расчеты при решении химических задач;
- характеризовать химические элементы по их положению в периодической системе и строению атомов;
- устанавливать связь между строением и свойствами веществ;
- обращаться с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими веществами, проводить химический эксперимент.

Преподавание курса проводится по модульному принципу с выделением четырех основных модулей (блоков): «Основные понятия общей химии»; «Химическая связь и строение вещества»; «Реакционная система. Химические реакции в различных условиях»; «Химия простых веществ и соединений элементов».

При чтении лекционного курса необходимо применять наглядные материалы в виде таблиц, схем, диаграмм и демонстрационных рисунков, моделей, комплектов графопроекций, видеоматериалы, а также использовать компьютерные средства обучения для демонстрации слайдов, презентаций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу 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.).

Лабораторные занятия предусматривают освоение техники выполнения химического эксперимента, методов очистки веществ, методики приготовления растворов, проведения химического анализа, проведения исследовательского эксперимента и должны быть обеспечены химической посудой, реактивами, общелабораторным и специальным оборудованием, средствами наглядности.

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 (модулям). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Не все вопросы, перечисленные в программе, выносятся на лекцию. В целях развития навыков работы с учебной и научной литературой студентам предлагается часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в конце программы или на практических занятиях.

Программа курса рассчитана на 262 часа, в том числе 120 часов аудиторных: 60 – лекционных, 60 – лабораторных занятий.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
1.	Предмет, цели и задачи курса неорганической химии	4	2	2
2.	Основные понятия и законы химии	8	2	6
3.	Строение атома	6	4	2
4.	Периодический закон и периодическая система элементов	6	4	2

1	2	3	4	5
5.	Химическая связь и строение вещества	12	8	4
6.	Химические реакции	12	4	8
7.	Растворы	18	6	12
8.	Окислительно-восстановительные процессы	10	4	6
9.	Комплексные соединения	10	4	6
10.	Водород и элементы группы VIIA	6	4	2
11.	Элементы группы VIA	6	4	2
12.	Элементы группы VA	6	4	2
13.	Элементы группы IVA	4	2	2
14.	Общий обзор металлов	2	2	–
15.	Металлы А-групп	4	2	2
16.	Переходные элементы (металлы В групп)	6	4	2
ИТОГО:		120	60	60

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

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.

### 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 неорганических веществ.

### 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.

#### **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.

#### **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.

## 6. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

**Скорость химических реакций.** Определение понятия. Факторы, влияющие на скорость химических реакций: концентрация реагентов, давление, температура, присутствие катализатора, степень измельченности, воздействие облучения. Закон действующих масс. Константа скорости и ее физический смысл. Факторы, влияющие на константу скорости химической реакции: природа реагирующих веществ, температура и присутствие катализатора. Понятие о порядке и молекулярности химической реакции.

**Влияние температуры на скорость химической реакции.** Температурный коэффициент скорости химической реакции. Основные положения теории активации Аррениуса. Активные молекулы. Энергия активации. Переходное состояние, или активированный комплекс. Энергетическая схема

протекания реакции.

**Влияние катализатора на скорость химической реакции.** Гомогенный и гетерогенный катализ. Активные центры и их роль в гетерогенном катализе. Понятие об адсорбции. Влияние катализатора на энергию активации химической реакции. 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.

**Фотохимические и цепные реакции.** Особенности протекания фотохимических реакций. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Условия зарождения и обрыва цепей. Фотохимические процессы в живой природе.

**Факторы, определяющие направление протекания химических реакций.** Основы химической термодинамики. Понятия: фаза, система, среда, макро- и микросостояния. Основные термодинамические характеристики. Внутренняя энергия системы и ее изменение в ходе химических превращений. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования вещества. Изменение энтальпии в системах в ходе химических превращений. Тепловой эффект (энтальпия) химических реакций. Экзо- и эндотермические процессы. Термохимия. Закон Гесса. Термохимические расчеты.

Понятие об энтропии. Изменение энтропии в системах в ходе фазовых превращений и химических процессов. Понятие о свободной энергии Гиббса. Соотношение между величиной изменения энергии Гиббса и величинами энтальпии и энтропии реакции (основное термодинамическое соотношение). Термодинамический анализ возможности и условий протекания химических реакций. Особенности протекания химических процессов в живых организмах.

## 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. Изменение энтальпии в процессе растворения вещества. Химическая теория растворов Д. И. Менделеева. Роль растворов в жизнедеятельности организмов.

**Растворимость веществ.** Влияние температуры и давления на растворимость. Коэффициент растворимости. Влияние природы растворяемого ве-

щества 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; моляльность раствора.

**Электролиты и неэлектролиты.** Основные положения теории электролитической диссоциации. 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.

## 8. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

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

**Электрохимические процессы.** Понятие о двойном электрическом слое. Скачок потенциала на границе металл–раствор. Направление движения электронов и ионов в гальваническом элементе. Э.д.с гальванического элемента. Водородный электрод. Стандартные (нормальные) электродные потенциалы окислительно-восстановительных систем. Уравнение Нернста (без вывода). Электрохимический ряд напряжений металлов. Определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций. Влияние рН среды на величину окислительно-восстановительного потенциала и состав образующихся продуктов.

**Окислительно-восстановительные процессы с участием электрического тока.** Электролиз водных растворов и расплавов. Электролиз с инертными и активными электродами. Химические процессы, протекающие на электродах. Получение неорганических веществ и их очистка при помощи электрического тока. Химические источники тока.

## 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. Внутрикислечные (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 в зависимости от положения элемента 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.

## 10. 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.

## 11. ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ VIA

**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 кисло-

рода.

**Физические свойства простых веществ.** Аллотропия кислорода: кислород и озон. Трактовка химической связи в молекуле кислорода по методу 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  $H_2E$ .** Строение и сравнительная прочность молекул. Физические и химические свойства. Агрегатное состояние. Характер изменения температур кипения и плавления в ряду  $H_2O-H_2Te$ . Ассоциация молекул воды. Термическая устойчивость и реакционная способность гидридов. Изменение восстановительных и кислотных свойств в ряду  $H_2O-H_2Te$ . 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.

## 12. 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 ЭН<sub>3</sub>.** 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. Гидроксиламин. Пептидная связь в белках.

**Кислородсодержащие соединения азота.** Оксиды азота. Строение молекул и характер химических связей в них. Оксид 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. Применение.

**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.

### 13. 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 ЭН<sub>4</sub>.** Строение молекул. Физические и химические свойства. Изменение устойчивости и реакционной способности гидридов в ряду CH<sub>4</sub>–PbH<sub>4</sub>.

**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. Особенности 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.

### 14. 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 валентных 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 и растительных организмов.

## 15. 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 и растительных 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 ПА. 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.

## 16. 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 орга-

низмов. Токсичность 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). Кислотно-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.

## 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, 2009.
3. Свиридов В.В., Попкович Г.А., Васильева Г.А. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии. – Мн.: Изд. "Университетское". – 1991
4. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 1998–2004.
5. Общая и неорганическая химия. Задачи, вопросы, упражнения / под ред. А. Лесниковича. – Минск, 2010.
6. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химии. – СПб.: "Химия". – 1994, 2002.

#### Дополнительная

1. Денисов В.В., Дровозова Т.И., Лозоновская И.Н. и др. Химия. – М.: Изд. центр "МАрТ". – 2003.
2. Князев Д. А., Смарыгин 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. Введение в химию биогенных элементов Под ред. Барковского Е.В. – Мн.: "Вышэйшая школа". – 1997.
5. Общая химия Под ред. Соколовской Е.М. – М.: МГУ. – 1989.
6. Слесарев В.И. Химия живого. – СПб: "Химия".–2001.
7. Шиманович И.Е., Красицкий В.А., Хвалюк В.Н., Богатиков А.Н., Рагойша А.А. Общая и неорганическая химия: учебное руководство по курсу для студентов нехимических специальностей. – Минск, "РИВШ". – 2010.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами специальностей 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине 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.