

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
Министра образования  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ И.А.Старовойтова

\_\_\_\_\_ /тип.  
Регистрационный № ТД- \_\_\_\_\_

## ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности 1-79 01 08 «Фармация»

### СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель  
Министра здравоохранения  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Е.Н.Кроткова  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

### СОГЛАСОВАНО

Сопредседатель Учебно-  
методического объединения по  
высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

\_\_\_\_\_ С.П.Рубникович  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.А.Касперович  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

### СОГЛАСОВАНО

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

\_\_\_\_\_ И.В.Титович  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_ /тип.  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_

Минск 20 \_\_\_\_

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

З.С.Кунцевич, заведующий кафедрой общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор педагогических наук, доцент;

В.П.Хейдоров, профессор кафедры общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор фармацевтических наук, профессор;

М.Н.Комоско, старший преподаватель кафедры общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра общей химии учреждения образования «Белорусской государственный медицинский университет»;

В.П.Баран, заведующий кафедрой химии учреждения образования «Витебская государственная ордена «Знак почета» академия ветеринарной медицины», кандидат биологических наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (протокол № 7 от 01.02.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (протокол № 2 от 24.02.2022);

Научно-методическим советом по фармации Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию (протокол № 3 от 14.04.2022)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Общая и неорганическая химия» – учебная дисциплина химического модуля, содержащая систематизированные научные знания о строении и химических превращениях неорганических веществ, сопровождающихся изменением их состава и свойств, новейших научных знаниях в области теории строения атома, молекул, химической термодинамики и кинетики, теории растворов и химии элементов.

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Общая и неорганическая химия» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальности 1-79 01 08 «Фармация», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.01.2022 №14; типовым учебным планом по специальности 1-79 01 08 «Фармация» (регистрационный № L 79-1-007/пр-тип.), утвержденным первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 19.05.2021.

Цель учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для решения проблем по изготовлению, качественному и количественному анализу неорганических лекарственных форм, используемых в лечебной практике и фармацевтическом анализе.

Задачи учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия» состоят в формировании у студентов научных знаний об основных законах и теориях общей и неорганической химии, умений и навыков, необходимых для проведения химического эксперимента и решения практических задач в профессиональной деятельности.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Фармацевтическая химия».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

БПК. Применять знания основных физических, химических и биологических закономерностей для контроля качества лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

В результате изучения учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия» студент должен

знать:

правила безопасной работы в химической лаборатории с неорганическими веществами;

наименование химической посуды и цели ее применения;

характеристику химического равновесия, способы расчета его констант;

основные положения теории растворов сильных и слабых электролитов;

основы современного учения о строении атомов;

виды и характеристику химической связи;  
строение комплексных соединений и их свойства;  
химические свойства элементов и их соединений;  
уметь:  
составлять уравнения химических реакций;  
проводить расчеты по определению направления протекания химических процессов;  
готовить растворы заданной концентрации;  
прогнозировать реакционную способность химических соединений и их физические свойства в зависимости от положения в периодической системе;  
прогнозировать физико-химические свойства и возможность применения в фармации неорганических веществ;  
владеть:  
навыками работы с химической посудой и проведения простейших химических реакций;  
техникой экспериментального определения рН растворов при помощи индикаторов;  
правилами номенклатуры неорганических веществ.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия» отводится 232 академических часа, из них 138 аудиторных и 94 часа самостоятельной работы.

Рекомендуемые формы текущей аттестации: зачет (1 семестр), экзамен (2 семестр).

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	лабораторные
<b>1. Введение в учебную дисциплину «Общая и неорганическая химия»</b>	<b>6</b>	–	<b>6</b>
<b>2. Основные закономерности протекания химических процессов</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>33</b>
2.1. Энергетика, направление и глубина протекания химических реакций. Химическое равновесие. Скорость химических реакций	16	4	12
2.2. Учение о растворах	17	2	15
2.3. Реакции с переносом электронов – окислительно-восстановительные реакции	6	–	6
<b>3. Строение вещества</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>18</b>
3.1. Электронные оболочки атомов и периодический закон Д.И.Менделеева. Природа химической связи и строение химических соединений	19	4	15
3.2. Комплексные соединения	5	2	3
<b>4. Химия элементов</b>	<b>69</b>	<b>18</b>	<b>51</b>
4.1. Общая характеристика s-элементов. Элементы IA-IIA групп	8	2	6
4.2. Общая характеристика d-элементов. Элементы IIIB-VIB групп	5	2	3
4.3. Элементы группы VIIIB	4	1	3
4.4. Элементы группы VIIIВ	4	1	3
4.5. Элементы группы IB	4	1	3
4.6. Элементы группы IIB	7	1	6
4.7. Общая характеристика p-элементов. Элементы группы IIIA	5	2	3
4.8. Элементы группы IVA	8	2	6
4.9. Элементы группы VA	8	2	6
4.10. Элементы группы VIA	8	2	6
4.11. Элементы групп VIIA-VIIIA	8	2	6
<b>Всего часов</b>	<b>138</b>	<b>30</b>	<b>108</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1. Введение в учебную дисциплину «Общая и неорганическая химия»**

Предмет, задачи и методы учебной дисциплины «Общая и неорганическая химия», место в системе естественных наук и фармацевтического образования, значение для развития медицины и фармации.

Основные законы, положения и понятия общей и неорганической химии для решения профессиональных задач провизора.

Номенклатура основных классов неорганических веществ.

Расчеты по химическим формулам и уравнениям.

Техника безопасности и правила работы в химических лабораториях.

Обработка результатов наблюдений и измерений.

Основные способы выражения концентраций растворов.

### **2. Основные закономерности протекания химических процессов**

#### **2.1. Энергетика, направление и глубина протекания химических реакций. Химическое равновесие. Скорость химических реакций**

Понятие о химической термодинамике. Поглощение и выделение различных видов энергии при химических превращениях. Теплота и работа. Система, типы систем.

Внутренняя энергия системы. Понятие об энтальпии. Стандартные значения энтальпии. Теплоты химических реакций при постоянной температуре и давлении или постоянном объеме. Термохимические уравнения. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ.

Закон Гесса. Расчеты стандартных энтальпий химических реакций и физико-химических превращений на основе закона Гесса.

Понятие об энтропии как мере неупорядоченности системы (уравнение Больцмана).

Энергия Гиббса как критерий самопроизвольного протекания процесса и термодинамическая устойчивость химических соединений. Таблицы стандартных энергий Гиббса образования веществ.

Обратимые и необратимые по направлению химические реакции и состояние химического равновесия. Качественная характеристика состояния химического равновесия и его отличие от кинетически заторможенного состояния системы.

Закон действующих масс для состояния химического равновесия. Константа химического равновесия и ее связь со стандартным изменением энергии Гиббса процесса. Определение направления протекания реакции в системе при стандартных условиях.

Принцип Ле-Шателье-Брауна.

Средняя и мгновенная скорости реакции. Понятие о механизме реакции. Простые и сложные реакции. Факторы, влияющие на скорость химических реакций в гомогенных и гетерогенных системах.

Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса.

Энергия активации реакции. Зависимость энергии активации от механизма протекания реакции.

Энергия активации каталитических реакций и сущность действия катализатора. Понятие о ферментативном катализе в биологических системах.

## **2.2. Учение о растворах**

Основные определения: раствор, растворитель, растворенное вещество. Растворимость. Растворы газообразных, жидких и твердых веществ. Вода как один из наиболее распространенных растворителей. Роль водных растворов в жизнедеятельности организмов. Неводные растворители и растворы.

Процесс растворения как физико-химическое явление. Термодинамика процесса растворения.

Растворы газов в жидкостях. Законы Генри, Генри-Дальтона, И.М. Сеченова.

Растворы твердых веществ в жидкостях. Понятие о коллигативных (общих) свойствах растворов. Понижение давления насыщенного пара раствора (закон Рауля), повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания (кристаллизации) растворов. Осмос и осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Теория электролитической диссоциации (Аррениус С., Каблуков И.А.). Изотонический коэффициент. Гипо-, изо- и гипертонические растворы. Роль осмоса и осмотического давления в биосистемах. Плазмолиз, гемолиз, тургор.

Растворы слабых электролитов. Применение закона действия масс к ионизации слабых электролитов. Константа ионизации (диссоциации). Ступенчатый характер ионизации. Закон разбавления Оствальда. Смещение равновесия в растворах слабых электролитов.

Теория растворов сильных электролитов. Ионная сила растворов, коэффициент активности и активность ионов.

Равновесие между раствором и осадком малорастворимого электролита. Константа растворимости  $K_s$  (произведение растворимости). Условия растворения и образования осадков.

Ионизация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель – рН; рН растворов слабых и сильных кислот и оснований.

Теории кислот и оснований (Аррениуса, Льюиса, Бренстеда и Лоури). Константы кислотности ( $K_a$ ) и основности ( $K_b$ ). Процессы ионизации, гидролиза, нейтрализации с точки зрения различных теорий кислот и оснований. рН растворов слабых кислот, оснований, гидролизующихся солей. Гидролиз солей по катиону и аниону.

Амфотерные электролиты (амфолиты).

Роль ионных, в том числе кислотно-основных, взаимодействий при метаболизме лекарственных средств, в анализе лекарственных средств, Химическая совместимость и несовместимость лекарственных препаратов.

## **2.3. Реакции с переносом электронов – окислительно-восстановительные реакции**

Электронная теория окислительно-восстановительных (ОВ) реакций.

Окислительно-восстановительные свойства элементов и их соединений в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов (ПСЭ) и степени окисления элементов в соединениях.

Сопряженные пары окислитель-восстановитель. Окислительно-восстановительная двойственность.

Стандартное изменение энергии Гиббса окислительно-восстановительной реакции и стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций (электродные потенциалы). Определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций.

Влияние среды (рН) и внешних условий на направление окислительно-восстановительных реакций и характер образующихся продуктов. Окислительно-восстановительная двойственность.

Роль окислительно-восстановительных реакций в метаболизме, применение в медицине и фармации.

### **3. Строение вещества**

#### **3.1. Электронные оболочки атомов и периодический закон Д.И. Менделеева. Природа химической связи и строение химических соединений**

Основные этапы развития представлений о существовании и строении атомов. Электронные оболочки атомов и периодический закон Д.И. Менделеева. Спектры атомов как источник информации об их строении.

Квантовый характер поглощения и излучения энергии атомами (Планк). Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Уравнение де-Бройля. Волновые свойства частиц и принцип неопределенности.

Характер движения электронов в атоме. Электронное облако. Волновая функция. Квантово-механическая модель строения атомов. Электронные энергетические уровни атома. Главное квантовое число. Форма s-, p-, d-орбиталей атома. Орбитальное квантовое число. Магнитное квантовое число и пространственная ориентация p- и d-орбиталей. Спиновое квантовое число.

Принцип Паули. Принцип наименьшей энергии. Правило Гунда. Основное, возбужденное и ионизированное состояния атомов. Электронные формулы и электронно-структурные схемы атомов.

Структура ПСЭ: периоды, группы, семейства, s-, p-, d-, f-классификация химических элементов (блоки). Длиннопериодный и короткопериодный варианты ПСЭ. Периодический характер изменения свойств атомов элементов: радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность. Определяющая роль внешних электронных оболочек для химических свойств элементов. Периодический характер изменения свойств простых веществ, оксидов, гидроксидов и водородных соединений элементов.

Природа химической связи и строение химических соединений.

Типы химических связей и физико-химические свойства соединений с ковалентной, ионной и металлической связями. Экспериментальные характеристики химических связей: энергия связи, длина, полярность, эффективные заряды атомов. Кривая потенциальной энергии молекулы водорода



(двухэлектронная химическая связь по Гейтлеру-Лондону на примере молекулы водорода).

Основы метода валентных связей. Механизм образования ковалентной связи. Максимальная ковалентность элемента (насыщаемость ковалентной связи). Направленность ковалентной связи. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей при перекрывании s-, p-, d-орбиталей. Кратность связи в методе валентных связей. Поляризуемость и полярность ковалентной связи. Применение относительных электроотрицательностей атомов для приближенной оценки полярности химической связи. Эффективные заряды атомов в молекулах. Полярность молекул.

Гибридизация атомных орбиталей. Устойчивость гибридизованных состояний различных атомов. Пространственное расположение атомов в молекулах. Характерные структуры трех-, четырех-, пяти-, и шестиатомных молекул.

Описание молекул методом молекулярных орбиталей (МО). Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие МО, их энергия и форма. Энергетические диаграммы МО. Заполнение МО электронами в молекулах, образованных атомами и ионами элементов 1-го и 2-го периодов ПСЭ. Кратность связи в методе МО.

Межмолекулярные взаимодействия и их природа. Энергия межмолекулярного взаимодействия. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия. Водородная связь и ее разновидности. Биологическая роль водородной связи. Молекулярные комплексы и их роль в метаболических процессах.

### **3.2. Комплексные соединения**

Современное содержание понятия «комплексные соединения» (КС). Структура КС: центральный атом (комплексообразователь), лиганды, комплексный ион, внутренняя и внешняя сферы, координационное число центрального атома, дентатность лигандов.

Способность атомов различных элементов к комплексообразованию. Природа химических связей в КС. Образование и диссоциация КС в растворах, константы образования и константы нестойкости комплексов.

Классификация и номенклатура КС. Комплексные кислоты, основания и соли. Пи-комплексы. Карбонилы металлов. Хелатные и макроциклические КС.

Биологическая роль КС. Металлоферменты, понятие о строении их активных центров. Химические основы применения КС в фармации и медицине.

## **4. Химия элементов**

### **4.1. Общая характеристика s-элементов. Элементы IA-IIA групп**

Водород, общая характеристика, особенности положения в ПСЭ, реакции с кислородом, галогенами, металлами, оксидами.

Характеристика и реакционная способность водорода с другими распространенными элементами: кислородом, азотом, углеродом, серой. Особенности поведения водорода в соединениях с сильно- и слабополярными связями. Ион водорода, ион оксония, ион аммония.

Вода как важнейшее соединение водорода, ее физические и химические свойства. Аквакомплексы и кристаллогидраты. Дистиллированная и апирогенная вода, их получение и применение в фармации. Природные воды, минеральные воды.

Общая характеристика, изменение свойств элементов ПА группы в сравнении с элементами IA группы. Характеристики катионов  $M^+$  и  $M^{2+}$ . Ионы  $M^+$  и  $M^{2+}$  в водных растворах, энергия гидратации ионов.

Взаимодействие металлов с кислородом, образование оксидов, пероксидов, гипероксидов (супероксидов, надпероксидов). Взаимодействие с водой этих соединений. Гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов, амфотерность гидроксида бериллия. Гидриды щелочных и щелочно-земельных металлов и их восстановительные свойства.

Взаимодействие щелочных и щелочно-земельных металлов с водой и кислотами. Соли щелочных и щелочно-земельных металлов: сульфаты, галогениды, карбонаты, фосфаты.

Ионы щелочных и щелочно-земельных металлов как комплексообразователи. Ионофоры и их роль в мембранном переносе калия и натрия. Ионы магния и кальция как комплексообразователи. Реакция с комплексонами (на примере натрия этилендиаминтетраацетата).

Биологическая роль s-элементов-металлов в минеральном балансе организма. Макро- и микро-s-элементы. Поступление s-элементов-металлов в организм с водой; жесткость воды, единицы ее измерения, пределы, влияние на живые организмы и протекание реакций в водных растворах, методы устранения жесткости. Соединения кальция в костной ткани, сходство ионов кальция и стронция, изоморфное замещение (проблема стронция-90).

Ядовитость бериллия. Химические основы применения соединений лития, натрия, калия, магния, кальция, бария в медицине и в фармации.

#### **4.2. Общая характеристика d-элементов. Элементы IIIB-VIB групп**

Общая характеристика d-элементов (переходных элементов). Характерные особенности d-элементов: переменные степени окисления, образование комплексов, окраска соединений (причины ее возникновения). Вторичная периодичность в семействах d-элементов. Лантаноидное сжатие и сходство d-элементов V и VI периодов ПСЭ.

Элементы IIIB группы, общая характеристика, сходство и отличие от элементов группы IIIA; f-элементы как аналоги d-элементов IIIB группы, сходство и отличие на примере церия, химические основы применения церия (IV) сульфатов в количественном анализе.

Элементы IVB и VB групп, общая характеристика. Химические основы применения титана, ниобия и тантала в хирургии, титана диоксида и аммония метаванадата в фармации.

Элементы VIB группы, общая характеристика.

Хром, общая характеристика, простое вещество и его химическая активность, способность к комплексообразованию.

Хром (II), кислотно-основная (КО) и ОВ характеристики соединений.

Хром (III), КО и ОВ характеристики соединений, способность к комплексообразованию.

Соединения хрома (VI): оксид и хромовые кислоты, хроматы и дихроматы, КО и ОВ характеристики; окислительные свойства хроматов и дихроматов в зависимости от рН среды; окисление органических соединений (например, спиртов). Пероксосоединения хрома (VI).

Общие закономерности КО и ОВ свойств соединений d-элементов при переходе от низших степеней окисления к высшим степеням окисления на примере соединений хрома.

Молибден и вольфрам, общая характеристика, способность к образованию изополи- и гетерополикислот; сравнительная ОВ характеристика соединений молибдена и вольфрама по отношению к соединениям хрома.

Биологическое значение d-элементов VI группы. Химические основы применения соединений хрома, молибдена и вольфрама в фармации (фармацевтическом анализе).

### **4.3. Элементы группы VIIВ**

Общая характеристика группы VIIВ.

Марганец, общая характеристика, химическая активность простого вещества, способность к комплексообразованию (карбонилы марганца).

Марганец (II) и марганец (III): КО и ОВ характеристики соединений, способность к комплексообразованию.

Марганец (IV) оксид, КО и ОВ свойства, влияние рН на ОВ свойства.

Соединения марганца (VI): манганаты, их образование, термическая устойчивость, диспропорционирование в растворе и условия стабилизации.

Соединения марганца (VII): оксид, марганцовая кислота, перманганаты, КО и ОВ свойства, продукты восстановления перманганатов при различных значениях рН, окисление органических соединений, термическое разложение. Химические основы применения калия перманганата и его раствора как антисептического средства и в фармацевтическом анализе.

### **4.4. Элементы группы VIIIВ**

Общая характеристика группы VIIIВ. Деление элементов VIIIВ группы на элементы семейства железа и платиновые металлы.

Общая характеристика элементов семейства железа.

Железо, химическая активность простого вещества, способность к комплексообразованию.

Соединения железа (II) и железа (III): КО и ОВ характеристики, способность к комплексообразованию. Комплексные соединения железа (II) и железа (III) с цианид- и тиоционат-ионами. Гемоглобин и железосодержащие ферменты, химическая сущность их действия.

Железо (VI), ферраты, получение и окислительные свойства.

Химические основы применения железа и железосодержащих лекарственных средств в фармацевтическом анализе.

Кобальт и никель, химическая активность простых веществ в сравнении с железом. Соединения кобальта (II) и (III), никеля (II), КО и ОВ характеристики, способность к комплексообразованию (реакция Чугаева). Никель и кобальт как

микроэлементы, кофермент-В12. Химические основы применения соединений кобальта и никеля в медицине и фармации.

Общая характеристика элементов семейства платины.

#### **4.5. Элементы группы IV**

Общая характеристика группы IV, физические и химические свойства простых веществ.

Соединения меди (I) и (II), их КО и ОВ характеристики, способность к комплексообразованию. Комплексные соединения меди (II) с аммиаком, аминокислотами, многоатомными спиртами. Комплексный характер медьсодержащих ферментов и химизм их действия в метаболических реакциях. Природа окраски соединений меди. Химические основы применения соединений меди в медицине и фармации.

Соединения серебра, их КО и ОВ характеристики (бактерицидные свойства иона серебра). Способность к комплексообразованию, комплексные соединения серебра с галогенидами, аммиаком, тиосульфатами. Химические основы применения соединений серебра в качестве лекарственных средств и в фармацевтическом анализе.

Золото. Соединения золота (I) и золота (III), их КО и ОВ характеристики, способность к комплексообразованию. Химические основы применения в медицине и фармации золота и его соединений.

#### **4.6. Элементы группы IVB**

Общая характеристика группы IVB.

Цинк, общая характеристика, химическая активность простого вещества, КО и ОВ характеристики соединений цинка. Комплексные соединения цинка. Комплексная природа цинксодержащих ферментов и химизм их действия. Химические основы применения в медицине и фармации соединений цинка. Кадмий и его соединения в сравнении с аналогичными соединениями цинка.

Ртуть, общая характеристика, отличительные от цинка и кадмия свойства: пониженная химическая активность простого вещества, ковалентность образуемых связей с мягкими лигандами, образование связи между атомами ртути. Окисление ртути серой и азотной кислотой. Соединения ртути (I) и ртути (II), их КО и ОВ характеристики, способность ртути (I) и ртути (II) к комплексообразованию. Химизм токсического действия соединений кадмия и ртути. Химические основы применения соединений ртути в медицине и фармации.

#### **4.7. Общая характеристика р-элементов. Элементы группы IIIA**

Общая характеристика группы IIIA. Электронная дефицитность и ее влияние на свойства элементов IIIA группы и их соединений. Изменение устойчивости соединений со степенями окисления +1 и +3 в р-элементах IIIA группы.

Бор, общая характеристика, простые вещества и их химическая активность. Бориды. Соединения с водородом (бораны), особенности стереохимии и природы связи (трехцентровые связи). Гидридобораты. Галиды бора, гидролиз и комплексообразование. Борный ангидрид и борные кислоты, равновесие в водном растворе. Бораты – производные различных мономерных и

полимерных борных кислот. Натрий тетраборат. Эфиры борной кислоты. Качественная реакция на бор и ее использование в фармацевтическом анализе. Биологическая роль бора. Антисептические свойства борной кислоты и ее солей.

Алюминий, общая характеристика, простое вещество и его химическая активность. Разновидности оксида алюминия, применение в медицине. Амфотерность гидроксида. Алуминаты. Ион алюминия как комплексообразователь. Безводные соли алюминия и кристаллогидраты, особенности строения. Галиды. Гидрид алюминия и аланаты. Квасцы. Физико-химические основы применения соединений алюминия в медицине и фармации.

#### 4.8. Элементы группы IVA

Общая характеристика группы IVA.

Общая характеристика углерода. Аллотропические модификации углерода. Типы гибридизации атома углерода и строение углеродсодержащих молекул. Углерод как основа всех органических молекул. Физические и химические свойства простых веществ. Активированный уголь как адсорбент.

Углерод в отрицательных степенях окисления. Карбиды активных металлов и получение из них углеводородов.

Углерод (II). Оксид углерода (II), его КО и ОВ характеристики, свойства как лиганда, химические основы его токсичности. Цианистоводородная кислота, простые и комплексные цианиды. Химические основы токсичности цианидов.

Соединения углерода (IV). Оксид углерода (IV), стереохимия и природа связи, равновесие в водном растворе. Угольная кислота, карбонаты и водородкарбонаты (гидрокарбонаты), гидролиз и термическое разложение.

Соединения углерода с галогенами и серой. Углерод (IV) хлорид (четырёххлористый углерод), углерод (IV) оксодихлорид (фосген), фреоны, сероуглерод, тиокарбонаты. Цианаты и тиоцианаты. Физические и химические свойства соединений углерода с галогенами и серой, их роль в медицине и фармации.

Биологическая роль углерода. Химические основы использования неорганических соединений углерода в медицине и фармации.

Кремний, общая характеристика, основное отличие от углерода: отсутствие  $\pi$ -связи в соединениях. Силициды. Соединения с водородом (силаны), окисление и гидролиз. Тетрафторид и тетрахлорид кремния, гидролиз. Гексафторосиликаты. Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV). Силикагель. Кремневая кислота. Силикаты. Растворимость и гидролиз. Природные силикаты и алюмосиликаты, цеолиты. Кремнийорганические соединения. Силиконы и силоксаны. Использование в медицине соединений кремния.

Элементы подгруппы германия, общая характеристика, устойчивость водородных соединений. Соединения с галогенами типа  $\text{ЭГ}_2$  и  $\text{ЭГ}_4$ , поведение в водных растворах. Оловохлористоводородная кислота. Оксиды. Оксид свинца (IV) как сильный окислитель. Амфотерность гидроксидов. Растворимые и нерастворимые соли олова и свинца. ОВ реакции в растворах. Химизм токсического действия соединений свинца.

#### 4.9. Элементы группы VA

Общая характеристика группы VA. Азот, общая характеристика. Многообразие соединений с различными степенями окисления азота. Причина малой химической активности диазота. Молекула диазота как лиганд.

Соединения азота с отрицательными степенями окисления. Нитриды (ковалентные и ионные). Аммиак, КО и ОВ характеристики, реакции замещения. Амиды. Аммиакаты. Свойства аминокислот как производных аммиака. Ион аммония и его соли, кислотные свойства, термическое разложение. Гидразин и гидроксилламин, КО и ОВ характеристики. Азотистоводородная кислота и азиды.

Соединения азота с положительными степенями окисления. Оксиды, стереохимия и природа связей, способы получения, КО и ОВ свойства. Азотистая кислота и нитриты, КО и ОВ свойства. Азотная кислота и нитраты, КО и ОВ характеристики. «Царская водка».

Фосфор, общая характеристика. Аллотропические модификации фосфора, их химическая активность.

Фосфиды, фосфин, сравнение с соответствующими соединениями азота.

Соединения фосфора с положительными степенями окисления. Галиды, их гидролиз. Оксиды: стереохимия и природа связи, взаимодействие с водой и спиртами. Фосфорноватистая (гипофосфористая) и фосфористая кислоты, строение молекул, КО и ОВ свойства. Ортофосфорная и дифосфорная (пирофосфорная) кислоты. Изополи- и гетерополифосфорные кислоты. Метафосфорные кислоты, сравнение с азотной кислотой. Производные фосфорной кислоты в живых организмах.

Элементы подгруппы мышьяка, общая характеристика.

Водородные соединения мышьяка, сурьмы, висмута в сравнении с аммиаком и фосфином. Определение мышьяка по методу Марша.

Соединения мышьяка, сурьмы и висмута с положительными степенями окисления. Сульфиды, тиосоли. Галиды и изменение их свойств в группе (азот – висмут). Оксиды и гидроксиды Э(III) и Э(V), их КО и ОВ характеристики. Арсениты и арсенаты, их КО и ОВ свойства. Соли катионов сурьмы (III) и висмута (III), их ОВ свойства и гидролиз. Сурьмяная кислота и ее соли. Висмутаты. Неустойчивость соединений висмута (V).

Понятие о химических основах применения в медицине и в фармации аммиака, оксида азота (I) (закуси азота), нитрита и нитрата натрия, оксидов и солей мышьяка, сурьмы и висмута. Химические основы использования соединений р-элементов VA группы в фармацевтическом анализе.

#### 4.10. Элементы группы VIA

Общая характеристика группы VIA.

Кислород, общая характеристика. Роль кислорода как одного из наиболее распространенных элементов и составной части большинства неорганических соединений. Особенности электронной структуры молекулы диоксида. Химическая активность диоксида. Молекула O<sub>2</sub> в качестве лиганда в оксигемоглобине. Трикислород (озон), стереохимия и природа связей. Химическая активность в сравнении с диоксидом. Реакция с растворами

иодидов. Классификация кислородных соединений и их общие свойства (в том числе бинарные соединения: надпероксиды, пероксиды, оксиды, озониды).

Водорода пероксид ( $H_2O_2$ ), его КО и ОВ характеристики, применение в медицине. Соединения кислорода с фтором. Биологическая роль кислорода. Химические основы применения диоксида и озона, а также соединений кислорода в медицине и фармации.

Сера, общая характеристика, способность к образованию гомоцепей.

Соединения серы в отрицательных степенях окисления. Водород сульфид (сероводород), КО и ОВ свойства. Сульфиды металлов и неметаллов, их растворимость в воде и гидролиз. Полисульфиды, КО и ОВ характеристики, устойчивость.

Соединения серы (IV) (оксид, хлорид, оксодихлорид (хлористый тионил), сернистая кислота, сульфиты и водородсульфиты (гидросульфиты)), их КО и ОВ свойства. Восстановление сульфитов до дитионистой кислоты и дитионитов. Взаимодействие сульфитов с серой с образованием тиосульфатов. Свойства тиосульфатов: реакции с кислотами, окислителями (в том числе с диодом), катионами-комплексообразователями. Политионаты, особенности их строения и свойства.

Соединения серы (VI) (оксид, гексафторид, диоксодихлорид (сульфурилхлорид), серная кислота и сульфаты), КО и ОВ свойства. Олеум. Дисерная (пироксерная) кислота. Пероксомоно- и пероксодисерная кислоты и их соли. Окислительные свойства пероксосульфатов.

Биологическая роль серы (сульфгидрильные группы и дисульфидные мостики в белках). Химические основы применения серы и ее соединений в медицине, фармации, фармацевтическом анализе.

Селен и теллур, общая характеристика. КО и ОВ свойства водородных соединений и их солей. Оксиды и кислоты, их КО и ОВ свойства (в сравнении с подобными соединениями серы). Биологическая роль селена.

#### **4.11. Элементы групп VIIA-VIIIA**

Общая характеристика группы VIIA. Особые свойства фтора как наиболее электроотрицательного элемента. Простые вещества, их химическая активность.

Соединения галогенов с водородом, растворимость в воде; КО и ОВ свойства. Ионные и ковалентные галиды, их отношение к действию воды, окислителей и восстановителей. Способность фторид-иона замещать кислород (например, в соединениях кремния). Галогенид-ионы как лиганды в комплексных соединениях.

Галогены в положительных степенях окисления. Соединения галогенов с кислородом и друг с другом. Взаимодействие галогенов с водой и водными растворами щелочей. Кислородные кислоты хлора и их соли, стереохимия и природа связей. Устойчивость в свободном состоянии и в растворах, изменение кислотных и окислительно-восстановительных свойств в зависимости от степени окисления галогена. Хлорная известь. Хлораты, броматы и иодаты и их свойства. Биологическая роль соединений фтора, хлора, брома и йода.

Понятие о химизме бактерицидного действия хлора и йода. Применение в медицине и фармации хлорной извести, антисептических средств на основе

активного хлора, йода, а также соляной кислоты, фторидов, хлоридов, бромидов и иодидов.

P-элементы группы VIIA, общая характеристика. Физические и химические свойства инертных (благородных) газов. Соединения инертных газов. Применение инертных газов в медицине.

Учение В.И.Вернадского о биосфере и биогеохимии. Понятие о биогенных элементах. Макро- и микроэлементы окружающей среды и в организме человека. Человек и биосфера. Связь эндемических заболеваний с особенностями биогеохимических провинций. Технический прогресс и экология. Вопросы охраны окружающей среды.



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная:

1. Ткачев, С. В. Общая химия : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология», «Медико-профилактическое дело» / С. В. Ткачев, В. В. Хрусталева. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 495 с. : ил.

2. Химия элементов для провизоров : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальности 1-79 01 08 «Фармация» / Е. В. Барковский [и др.] ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. общ. химии. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2020. – 210, [1] с.

#### Дополнительная:

3. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов / Н. С. Ахметов. – 4-е изд., испр. – Москва : Высшая школа, 2002. – 743 с.

4. Биологическая неорганическая химия. Структура и реакционная способность : в 2 т. Т. 1 / И. Бертини [и др.] ; пер. с англ. В. В. Авдеевой и Д. В. Севастьянова ; под ред. Н. Т. Кузнецова, Е. Р. Милаевой и К. Ю. Жижина. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2020]. – 456 с.

5. Биологическая неорганическая химия. Структура и реакционная способность : в 2 т. Т. 2 / И. Бертини [и др.] ; пер. с англ. В. В. Авдеевой и Д. В. Севастьянова ; под ред. Н. Т. Кузнецова, Е. Р. Милаевой и К. Ю. Жижина. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2020]. – 623 с.

6. Болтromeюк, В. В. Общая химия : пособие : для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В. В. Болтromeюк ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, УО «Гродненский гос. мед. ун-т», Каф. общ. и биоорган. химии. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 574 с. : ил.

7. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. – Изд. стер. – Москва : Интеграл-Пресс, 2009. – 240 с.

8. Глинка, Н. Л. Общая химия : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. – Изд. стер. – Москва : Кнорус, 2016. – 746 с.

9. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для студентов мед., биол., агрон., ветеринар., экол. вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд ; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2014. – 559, [1] с.

10. Неорганическая химия : учебник : для использования в образоват. учреждениях, реализующих основ. проф. образоват. программы высш. образования уровня специалитета по направлению подгот. 33.05.01 «Фармация» / О. В. Нестерова [и др.] ; ФГАОУ ВО Первый Московский гос. мед. ун-т им. И.

М. Сеченова М-ва здравоохранения Российской Федерации ; под ред. В. А. Попкова и Т. М. Литвиновой. – Москва : Лаборатория знаний, [2020]. – 366 с.

11. Общая и неорганическая химия для медиков и фармацевтов : учеб. и практикум для вузов / В. В. Негребецкий [и др.] ; Рос. нац. исслед. мед. ун-т им. Н. И. Пирогова ; под общ. ред. В. В. Негребецкого, И. Ю. Белавина, В. П. Сергеевой. – Москва : Юрайт, 2014. – 356, [1] с.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям и лабораторным занятиям;
- подготовку к итоговым и контрольным работам;
- подготовку к зачету и экзамену;
- изучение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- выполнение творческих заданий;
- подготовку тематических докладов и рефератов;
- конспектирование учебной литературы;
- оформление информационных материалов (стендов, плакатов);
- составление тематической подборки интернет-источников.

Основные методы организации самостоятельной работы:

- написание и презентация рефератов;
- выступление с докладом;
- изучение вопросов и тем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия;
- компьютеризированное тестирование;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- итогового занятия, письменной работы, тестирования;
- обсуждения рефератов;
- оценки устного ответа на вопрос, доклада или решения задач;
- проверки рефератов, письменных докладов, отчетов.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

#### **Устная форма:**

- собеседования;
- коллоквиумы;
- фронтальные, индивидуальные и комбинированные опросы;
- доклады на конференциях.

**Письменная форма:**

тесты;  
 контрольные работы;  
 рефераты;  
 публикации статей, докладов;  
 зачет;  
 решение задач.

**Устно-письменная форма:**

отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой;  
 отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;  
 экзамен;  
 оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

**Техническая форма:**

электронные тесты;  
 визуальные лабораторные работы.

**Визуальная форма:**

оценка результатов химических реакций.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ**

1. Приготовление раствора определенного объема с заданной концентрацией.
2. Умение определять рН среды при помощи индикаторов в растворе солей, составлять уравнения протолитических реакций гидролиза солей (в молекулярной и ионной форме).
3. Умение подбирать реактивы и химическую посуду для проведения реакций получения комплексных соединений. Умение составлять уравнение реакции получения комплексного соединения, назвать его, и записать выражение константы нестойкости.
4. Умение подбирать реактивы и химическую посуду для проведения окислительно-восстановительных реакций. Умение составлять уравнение ОВР и расставлять коэффициенты ионно-электронным методом.

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

1. Введение в лабораторный практикум. Очистка химических соединений.
2. Основные понятия и законы химии. Закон эквивалентов. Определение молярной массы эквивалента металла.
3. Энергетика и направление химических реакций.
4. Скорость химических реакций.
5. Химическое равновесие. Катализ.
6. Контрольная работа: «Энергетика, направление, химическое равновесие и скорость химических реакций».
7. Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Приготовление раствора заданной концентрации и ее определение.

8. Коллигативные свойства растворов. Электролитическая диссоциация.
  9. Ионные равновесия и реакции в растворах электролитов, гидролиз.
  10. Реакции с переносом электронов.
  11. Окислительно-восстановительные потенциалы и направление окислительно-восстановительных реакций.
  12. Контрольная работа: «Учение о растворах и закономерностях процессов и реакций, протекающих в растворах электролитов и неэлектролитов».
  13. Строение электронных оболочек атомов.
  14. Периодический закон и периодическая система элементов.
  15. Природа химической связи и строение веществ.
  16. Метод молекулярных орбиталей. Межмолекулярные взаимодействия.
- Водородная связь.
17. Комплексные соединения.
  18. Заключительное практическое занятие (зачетное).
  19. Итоговое занятие: «Химическая связь и строение химических соединений», «Комплексные соединения».
  20. Водород и свойства его соединений.
  21. s-элементы IA-IIA групп и свойства их соединений.
  22. d-элементы IIIB-VIB групп.
  23. Элементы группы VIIB и свойства их соединений.
  24. Элементы группы VIIIB и свойства их соединений.
  25. Элементы группы IB и свойства их соединений.
  26. Элементы группы IIB и свойства их соединений.
  27. Контрольная работа: «Свойства s- и d-элементов и их соединений».
  28. Общая характеристика p-элементов. Элементы IIIA группы и свойства их соединений.
  29. Элементы группы IVA, свойства углерода, кремния и их соединений.
  30. Свойства германия, олова, свинца и их соединений.
  31. Элементы группы VA, свойства азота и его соединений.
  32. Свойства фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений.
  33. Элементы группы VIA и свойства их соединений.
  34. Элементы групп VIIA-VIIIA. Свойства соединений галогенов.
  35. Контрольная работа: «Свойства соединений p-элементов».
  36. Итоговое занятие.

## СОСТАВИТЕЛИ:

Заведующий кафедрой общей,  
физической и коллоидной химии  
учреждения образования «Витебский  
государственный ордена Дружбы  
народов медицинский университет»,  
доктор педагогических наук, доцент

\_\_\_\_\_ 3.С.Кунцевич

Профессор кафедры общей, физической  
и коллоидной химии учреждения  
образования «Витебский  
государственный ордена Дружбы  
народов медицинский университет»,  
доктор фармацевтических наук,  
профессор

\_\_\_\_\_ В.П.Хейдоров

Старший преподаватель кафедры  
общей, физической и коллоидной  
химии учреждения образования  
«Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский  
университет»

\_\_\_\_\_ М.Н.Комоско

Оформление типовой учебной программы и сопровождающих документов  
соответствует установленным требованиям

Начальник учебно-методического  
отдела учреждения образования  
«Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский  
университет»

\_\_\_\_\_ А.В.Гайдукова

Начальник Республиканского центра  
научно-методического обеспечения  
медицинского и фармацевтического  
образования государственного  
учреждения образования «Белорусская  
медицинская академия  
последипломного образования»

\_\_\_\_\_ Л.М.Калацей

Сведения об авторах (составителях) типовой учебной программы

Фамилия, имя, отчество	Кунцевич Зинаида Степановна
Должность, ученая степень, ученое звание	Заведующий кафедрой общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор педагогических наук, доцент
☎ служебный	+375 (212) 64-81-61
<i>E-mail:</i>	<a href="mailto:wkuntzewitch@tut.by">wkuntzewitch@tut.by</a>
Фамилия, имя, отчество	Хейдоров Василий Петрович
Должность, ученая степень, ученое звание	Профессор кафедры общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», доктор фармацевтических наук, профессор
☎ служебный	+375 (212) 64-81-61
<i>E-mail:</i>	—
Фамилия, имя, отчество	Комоско Марина Николаевна
Должность, ученая степень, ученое звание	Старший преподаватель кафедры общей, физической и коллоидной химии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»
☎ служебный	+375 (212) 64-81-61
<i>E-mail:</i>	<a href="mailto:maryna.kamoska@gmail.com">maryna.kamoska@gmail.com</a>