

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Неорганическая химия»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование фундаментальных знаний по общей и неорганической химии, умений и навыков экспериментальной работы. Данный курс вырабатывает у студентов современные представления о взаимосвязи строения и свойств химических веществ, закономерностях протекания химических процессов, научных теориях, химических превращениях веществ в окружающей среде.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Неорганическая химия» относится к обязательной части Блока 1 (Б1.О.30).

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть математическим аппаратом, уметь решать основные типы уравнений, применять приемы сравнения, анализа и синтеза, объяснения причинно-следственных связей, обобщения, иметь представление об основных химических понятиях и законах.

Полученные в курсе «Неорганическая химия» знания необходимы для изучения последующих дисциплин («Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биохимия», «Биофизика», «Почвоведение» и др.), выполнения выпускных квалификационных работ, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Биология».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-6</b> Способен использовать базовые знания в области математики, физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной и социальной деятельности, нести ответственность за свои решения.	<b>ОПК-6.1</b> Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований.	<b>Знать:</b> - тенденции развития и проблематику современной химии; - связь химии с другими естественнонаучными дисциплинами; - направления современной химии (в т.ч. междисциплинарные) и круг решаемых ими задач.

	<p><b>ОПК-6.2</b> Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химические свойства, строение, источники и способы получения основных классов неорганических веществ, генетическую связь между ними;</li> <li>- правила техники безопасности при работе с химическими веществами в лаборатории и в полевых условиях.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обращаться с лабораторной посудой и оборудованием;</li> <li>- выполнять химический эксперимент с соблюдением правил техники безопасности.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-6.3</b> Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и законы, применяемые в химии;</li> <li>- основы фундаментальных теорий современной химии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать и анализировать свойства химических соединений в сопоставлении с их строением;</li> <li>- проводить статистическую обработку экспериментальных данных.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками оценки возможности протекания химической реакции;</li> <li>- базовыми принципами управления химическим процессом.</li> </ul>
<p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты</p>	<p><b>ОПК-8.1</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы оборудования, применяемого в химической лаборатории;</li> <li>- классификацию и номенклатуру химических веществ;</li> <li>- роль химических элементов и их соединений в окружающей среде;</li> <li>- возможные последствия действия химических веществ на человека и окружающую среду.</li> </ul>

<p><b>ОПК-8.2</b>  Умеет:  - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</p>	<p><b>Знать:</b>  - физические величины (и единицы их измерения), используемые для решения химических задач;  - основные методики и приемы решения химических задач;  - основные понятия и законы, применяемые в химии.  <b>Уметь:</b>  - выделять этапы решения поставленной задачи;  - применять естественнонаучные законы и модели для решения теоретических и прикладных химических задач;  - логически обосновывать взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты.</p>
<p><b>ОПК-8.3</b>  Владеет:  - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию</p>	<p><b>Знать:</b>  - основные приемы решения расчетных и экспериментальных химических задач.  <b>Уметь:</b>  - работать со справочной литературой, выполнять поиск информации о физико-химических свойствах веществ;  - составлять уравнения химических процессов, решать задачи по химическим формулам и уравнениям.  <b>Владеть навыками:</b>  - обращения с химическими реактивами и современным лабораторным оборудованием;  - проведения химических реакций и интерпретации их результатов;  - обработки экспериментальных данных;  - оформления и представления научных результатов, их публичной защиты.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	Лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Основные понятия и законы химии	1	2		4	1,5		1,5	Опрос, отчет по лабораторной работе
2	Строение атома и химическая связь	1	2		–	1,5		1,5	Опрос
3	Термодинамика и кинетика химических процессов	1	4		8	1,5		2	Опрос, отчеты по лабораторным работам
4	Химические реакции в растворах	1	4		16	1,5		2,5	Опрос, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа
5	Соединения элементов, их свойства, получение	1	6		8	2		2,5	Отчеты по лабораторным работам
		1				2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего</b>		<b>18</b>		<b>36</b>	<b>10</b>	<b>0,5</b>	<b>43,5</b>	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Основные понятия и законы химии	1			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Термодинамика и кинетика химических процессов	1			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Химические реакции в растворах	1			16				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Соединения элементов, их свойства, получение	1			8				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>36</b>				

## Содержание разделов дисциплины:

### 1. Введение. Основные понятия и законы химии

1.1. Введение. Место химии в системе естественных наук. Взаимосвязь химии и биологии.

1.2. Основные понятия и законы химии.

Лабораторная работа № 1. Определение молярной массы углекислого газа.

### 2. Строение атома и химическая связь

2.1. Строение атома, развитие представлений о строении атома. Основы квантовой механики. Волновая функция. Квантовые числа. Строение электронных уровней атома.

2.2. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева. Структура атома и периодичность свойств химических элементов. Понятие о биогенных элементах.

2.3. Химическая связь и строение молекул. Общие представления о химической связи. Электроотрицательность. Основные характеристики химической связи. Ковалентная связь. Метод ВС и МО. Водородная связь. Механизм образования. Ионная связь. Металлическая связь. Зависимость биологической функции вещества от состава, строения и видов химической связи.

### 3. Термодинамика и кинетика химических процессов

3.1. Предмет и задачи термодинамики. Основные характеристики термодинамической системы. Тепловой эффект и теплота образования. Энтропия и свободная энергия Гиббса. Направленность химических процессов. Термохимия и ее закономерности.

3.2. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Химическое равновесие – важное условие нормального существования живого организма. Исследование смещения химического равновесия от изменения концентрации растворов исходных веществ и продуктов реакции.

3.3. Химическая кинетика. Закон действующих масс – основной закон кинетики. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ. Зависимость скорости химической реакции от концентрации и температуры. Живые организмы – арена протекания многообразных и многочисленных химических реакций.

Лабораторная работа № 2. Влияние концентрации реагирующих веществ и температуры на скорость химической реакции в гомогенной системе.

Лабораторная работа № 3. Смещение химического равновесия обратимых химических реакций при изменении концентрации реагирующих веществ.

### 4. Химические реакции в растворах

4.1. Растворы и их свойства. Растворение – физико-химический процесс. Концентрация растворов. Типы растворов. Растворы электролитов.

4.2. Гидролиз солей. Определение pH растворов солей. Зависимость степени гидролиза от различных факторов.

4.3. Производство растворимости. Условия образования и растворения осадков.

4.4. Комплексные соединения. Состав и структура. Типы, диссоциация. Образование и разрушение комплексов.

4.5. Окислительно-восстановительные процессы. Общие понятия. Электродный потенциал. ЭДС и направленность О-В реакций. Методы составления. Типы О-В процессов. Определение продуктов реакций и возможности их протекания. Значение О-В реакций в биологических системах.

Лабораторная работа № 4. Гидролиз солей.

Лабораторная работа № 5. Производство растворимости.

Лабораторная работа № 6. Комплексные соединения.

Лабораторная работа № 7. Окислительно-восстановительные реакции.

### 5. Соединения элементов, их свойства, получение

5.1. Галогены. Общая характеристика. Физические и химические свойства простых веществ, водородных и кислородных соединений. Биологическая роль.

5.2. Халькогены, общая характеристика подгруппы. Кислород. Изотопы. Озон. Отличие строения и свойств. Озон – важнейший окислитель и токсикант. Пероксиды. Получение кислорода и озона в лаборатории. Сера. Физические и химические свойства. Естественные и техногенные источники. Кислородные соединения. Серные кислоты.

5.3. Подгруппа азота. Общая характеристика пниктогенов. Азот. Получение азота и аммиака в промышленности и в лабораторных условиях. Кислородные и водородные соединения с различной степенью окисления. Проблемы накопления оксидов в атмосфере, участие в фотохимическом смоге, образование кислотных дождей. Фосфор. Модификации фосфора. Фосфорные кислоты. Фосфор – биогенный элемент. Влияние соединений фосфора на биологические системы.

5.4. Металлы. Общие свойства металлов. Ряд напряжений. Физические и химические свойства. Коррозия как фактор загрязнения окружающей среды. Элементы побочных подгрупп. Подгруппа цинка. Кадмий и ртуть. Важнейшие соединения, токсичность. Важнейшие соединения железа. Биохимия железа.

Лабораторная работа № 8. Галогены.

Лабораторная работа № 9. Азот.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Лабораторное занятие** – выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные в результате эксперимента данные, развивает логическое мышление.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Неорганическая химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;

- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебник для бакалавров / Н.Л. Глинка; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. – М.: Юрайт, 2014. – 900 с.
2. Орлова, Т.Н. Общая и неорганическая химия: учебно-методическое пособие / Т.Н. Орлова, С.Н. Леднев. – Ярославль: ЯрГУ, 2019. – 67 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20190301.pdf> (электронный ресурс)
3. Волкова, И.В. Общая и неорганическая химия: метод. указания / И.В. Волкова, Т.Н. Орлова. – Ярославль: ЯрГУ, 2011. – 76 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110311.pdf> (электронный ресурс)

##### **б) дополнительная литература**

1. Коровин, Н.В. Общая химия. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2009. – 557 с.
2. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.
3. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия (учебник для вузов). – М.: Высшая школа, 2003. – 743 с.



## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных работ используются: центрифуга лабораторная СМ-6, весы лабораторные, расходные и раздаточные материалы и др.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент  
института фундаментальной и  
прикладной химии, к.х.н.



С.Н. Леднев

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Неорганическая химия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы  
(подготовка к опросу и лабораторным работам)**

**Задания по теме № 1 «Введение. Основные понятия и законы химии»**

Раздел 1.2. Ответить на вопросы № 1-7 (с. 3), решить задачи № 8, 10, 11, 13, 15, 16 (с. 3-4) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

**Задания по теме № 2 «Строение атома и химическая связь»**

1. Раздел 2.1. Выполнить задания № 3, 6, 9, 13, 16, 18 (с. 4-5) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

2. Раздел 2.3. Выполнить задания № 2, 3, 4, 10, 11 (с. 5-6) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

**Задания по теме № 3 «Термодинамика и кинетика химических процессов»**

1. Раздел 3.1. Разобрать примеры № 3, 4 (с. 14-15), ответить на вопросы № 1-4 (с. 12), решить задачу № 5 (с. 13) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

2. Раздел 3.2. Разобрать примеры № 1, 3, 4 (с. 10-12), ответить на вопросы № 1-2 (с. 9), решить задачи № 5, 7, 8 (с. 10) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

3. Раздел 3.3. Разобрать примеры № 1-4 (с. 8-9), ответить на вопросы № 1-3 (с. 7), решить задачи № 5, 7, 8, 9 (с. 7) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

**Задания по теме № 4 «Химические реакции в растворах»**

1. Раздел 4.1. Разобрать примеры № 1-8 (с. 16-20), ответить на вопросы № 1, 2 (с. 15), решить задачи № 4, 6, 8, 9, 11, 15, 16 (с. 15-16) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

2. Раздел 4.2. Разобрать примеры № 1, 3, 5 (с. 23-26), решить задачи № 2, 4, 5 (с. 23) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

3. Раздел 4.3. Разобрать примеры № 2, 3, 5, 7 (с. 28-32), решить задачи № 2, 5, 8 (с. 27-28) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

4. Раздел 4.4. Разобрать примеры № 1, 2 (с. 34-36), решить задачи № 1, 4, 5 (с. 33-34) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

5. Раздел 4.5. Разобрать пример № 1 (с. 37-39), ответить на вопросы № 1-3 (с. 36), выполнить задание № 7 (с. 37) в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011).

#### Правила выставления оценки по результатам опроса:

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### Правила оценивания отчета по лабораторной работе:

- *Зачтено* выставляется за полный и правильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Орлова, Т. Н. Общая и неорганическая химия: учебно-методическое пособие. / Т. Н. Орлова, С. Н. Леднев. – Ярославль: ЯрГУ, 2019. – 67 с.).

- *Не зачтено* выставляется за неполный или неправильно оформленный отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями методического указания (Орлова, Т. Н. Общая и неорганическая химия: учебно-методическое пособие. / Т. Н. Орлова, С. Н. Леднев. – Ярославль: ЯрГУ, 2019. – 67 с.).

#### **Контрольная работа**

(проверка сформированности ОПК-6, индикатор ОПК-6.3,  
проверка сформированности ОПК-8, индикаторы ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3)

1. Выведите молекулярную формулу вещества, имеющего состав:  $\omega(\text{Na}) = 32,29\%$ ,  $\omega(\text{S}) = 22,54\%$ ,  $\omega(\text{O}) = 45,07\%$ . Назовите соединение.

2. Определите массу соли, образующейся при взаимодействии 2 г гидроксида калия с 3,2 г разбавленной серной кислоты. Назовите соль.

3. Какой объем занимают 20 г азота при температуре 0 °С и давлении 202 кПа?

4. Запишите полную электронную конфигурацию частиц: а) Са, б) Тi, в) Cl<sup>-</sup>. Запишите набор квантовых чисел, которыми характеризуется последний электрон внешнего слоя каждой из этих частиц.

5. Какую максимальную валентность может проявлять атом натрия в основном и возбужденном состоянии? Ответ обоснуйте исходя из электронного строения частицы.

6. Укажите тип связи в веществах KCl, H<sub>2</sub>O, Al. Установите степени окисления в этих соединениях.

7. Запишите математическое выражение закона действующих масс и константы химического равновесия реакции:



Перечислите факторы, которые влияют на смещение равновесие в данной системе. В какую сторону смещается равновесие при изменении каждого из этих факторов для данной реакции?

8. Вычислите тепловой эффект реакции (задание 7), исходя из табличных значений стандартных энтальпий образования веществ. Сравните полученный результат со значением, приведенным в задании 7.

9. Вычислите скорость химической реакции (см. задание 7) в начальный момент времени, если константа скорости этой реакции  $k = 5 \cdot 10^{-2}$  л/(моль·с), а начальные концентрации исходных веществ  $C_0(\text{H}_2) = 1$  моль/л,  $C_0(\text{Cl}_2) = 1,2$  моль/л.

10. Определите молярную концентрацию раствора сульфата натрия с массовой долей 30 % ( $\rho = 1,112$  г/см<sup>3</sup>).

#### Правила выставления оценки за контрольную работу:

В контрольной работе каждое задание оценивается в 1 балл, таким образом, максимальное количество составляет 10 баллов.

– «отлично» выставляется при набранной сумме баллов, соответствующей интервалу от 80-85 % до 100 % от максимально возможного количества баллов;

– «хорошо» выставляется при набранной сумме баллов, соответствующей интервалу от 65-70 % до 80-85 % от максимально возможного количества баллов;

– «удовлетворительно» выставляется при набранной сумме баллов, соответствующей интервалу от 45-50 % до 65-70 % от максимально возможного количества баллов;

– «неудовлетворительно» выставляется при набранной сумме баллов, составляющей менее 45-50 % от максимально возможного количества баллов.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к экзамену**

1. Основные понятия химии. Относительная атомная и молекулярные массы. Абсолютная масса атома и молекулы. Количество вещества. Формулы для расчета количества вещества. Число Авогадро и постоянная Авогадро. Молярная масса. Молярный объем. Приведения объема к нормальным условиям.

2. Атомно-молекулярное учение. Основные положения учения. Стехиометрические законы. Нестехиометрические соединения. Законы сохранения. Взаимосвязь массы и энергии.

3. Состав атомов. Элементарные частицы. Атомное ядро. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение Планка. Гипотеза де Бройля.

4. Квантовомеханическая теория строения атома. Принцип неопределенности. Волновое уравнение.

5. Квантовые числа. Форма граничной поверхности электронной плотности для s-, p-, d-, и f-атомных орбиталей (форма электронных облаков).

6. Принцип Паули. Правило Хунда и Клечковского.

7. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Строение атома и периодичность свойств химических элементов.

8. Структура (период, ряд, группа, подгруппа) и формы периодической системы и их связь с электронным строением атомов. s-, p-, d- и f-элементы.

9. Закономерности изменения свойств элементов в главных подгруппах и в периодах. Особенности строения атомов главных и побочных подгрупп на примере атомов хлора и марганца.

10. Характеристика элемента по положению в периодической таблице (на примере углерода, хлора).

11. Химическая связь. Типы кристаллической решетки и свойства веществ. Типы и виды химической связи.

12. Ковалентная (полярная и неполярная) связь. Квантово-механические методы описания химической связи. Метод валентных связей (МВС).

13. Механизм образования связи. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи на примере образования иона аммония.

14. Основные характеристики ковалентной связи. Длина и энергия связи. Насыщаемость и направленность. Кратность связи. Сигма- и пи-связи.
15. Полярность связи (на примере молекул водорода и хлороводорода) и полярность молекулы. Дипольный момент связи.
16. Характеристики взаимодействующих атомов: потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Степень ионности связи.
17. Ионная связь как предельный случай ковалентной полярной связи. Механизм образования. Свойства ионной связи. Свойства веществ с ионным типом связи.
18. Металлическая связь. Сходство и различие с ионной и ковалентной связями.
19. Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная. Механизм образования. Особенности физических свойств веществ с водородной связью. Примеры.
20. Агрегатные состояния вещества: твердое, жидкое, газообразное. Кристаллическое и аморфное состояния. Кристаллические решетки.
21. Комплексные соединения. Определение. Состав. Классификация. Номенклатура.
22. Донорно-акцепторный механизм образования связи на примере иона аммония.
23. Классификация и номенклатура комплексных соединений.
24. Диссоциация комплексных соединений с образованием аквакомплексов. Константа нестойкости комплексного иона.
25. Получение и разрушение комплексных соединений. Примеры. Применение комплексных соединений. Двойные соли.
26. Внутренняя энергия и энтальпия вещества. Первый закон термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции. Термохимические уравнения.
27. Закон Гесса. Движущие силы химического процесса. Понятие об энтропии. Направление самопроизвольного протекания химических реакций. Энергия Гиббса образования веществ. Стандартное состояние вещества.
28. Гомо- и гетерогенные реакции. Скорость химической реакции: основные понятия. Выражение для скорости гомо- и гетерогенной реакции. Кинетическое уравнение.
29. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Зависимость скорости химической реакции от концентрации. Закон действия масс. Константа скорости.
30. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Представление о теории активных столкновений. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
31. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о механизме каталитических реакций.
32. Автокатализ. Ферментативный катализ. Кислотно-основной катализ. Ферментативный катализ. Ингибиторы. Каталитические яды.
33. Обратимые и необратимые реакции. Признаки протекания необратимых реакций. Примеры.
34. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Химическое равновесие – условие существования живого организма.
35. Истинные растворы. Общие свойства растворов. Типы растворов. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость веществ в различных агрегатных состояниях.
36. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, молярность, моляльность, молярная концентрация эквивалента. Концентрация раствора – важнейший фактор функционирования организма. Энергетика процесса растворения.
37. Химическая теория растворов Д.И. Менделеева. Растворение как физико-химический процесс. Образование гидратов и сольватов.
38. Электролитическая диссоциация в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации слабого электролита. Закон разбавления Оствальда. Теория сильных электролитов. Кажущаяся степень диссоциации сильного

электролита. Роль ионов в живом организме. Ионы – частицы, в виде которых питательные вещества усваиваются организмом.

39. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Методы определения рН.

40. Гидролиз солей. Ионные уравнения реакции гидролиза. Константа и степень гидролиза.

41. Необратимый гидролиз (2 случая). Процессы гидролиза в природе.

42. Труднорастворимые электролиты. Равновесие осадок – раствор. Произведение растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость труднорастворимого электролита. Условия выпадения и растворения осадков.

43. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Важнейшие окислители и восстановители. Ионно-молекулярные уравнения окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.

44. Окислительно-восстановительный потенциал. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Взаимосвязь энергии Гиббса и ЭДС О-В процесса. Окислительно-восстановительный эквивалент.

45. Равновесие на границе металл – раствор. Электродный потенциал. Водородный электрод сравнения. Ряд напряжений. Химические источники электрического тока. Гальванические элементы. Электродвижущая сила.

46. Электрохимическая коррозия металлов. Способы защиты от коррозии.

47. Металлы. Положение в периодической системе. Особенности строения. Свойства простых веществ.

48. Водород. Место водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Способы получения, физические и химические свойства водорода. Соединения водорода с металлами и неметаллами. Гидриды.

49. Вода, строение молекулы, аномалии физических свойств. Диаграмма состояния воды. Структура льда. Различные формы связанной воды. Химически связанная вода. Аквасоединения. Химические свойства воды. Вода в природе.

50. Галогены. Общая характеристика галогенов. Галогены как простые вещества: строение молекул, методы получения, физические (агрегатное состояние, растворение в полярных и неполярных растворителях, температура кипения, химические свойства).

51. Водородные соединения галогенов. Получение. Строение. Растворимость в воде. Основные свойства. Закономерности в ряду.

52. Халькогены. Общая характеристика, аллотропия. Кислород. Строение атома и молекулы, получение и свойства кислорода. Оксиды, пероксиды. Озон, его получение, свойства и биологическая роль. Закономерности в изменении кислотно-основных свойств в рядах и группах периодической системы элементов оксидов и гидроксидов халькогенов.

53. Сера. Положение в периодической системе. Аллотропия. Химические свойства.

54. Сернистая и серная кислоты. Строение. Общие и специфические свойства. Получение. Кислородные кислоты серы, их строение и основные свойства. Сульфаты. Практическое применение халькогенов и их соединений. Соединения серы как важнейшие загрязнители окружающей среды.

55. Азот. Положение в периодической системе. Строение и свойства простого вещества. Получение в промышленности и лаборатории. Биологическая роль азота. Проблема фиксации атмосферного азота. Промышленный синтез, свойства и применение аммиака. Равновесие в водном растворе аммиака. Соли аммония.

56. Оксиды азота, строение, получение и химические свойства. Азотистая кислота, ее окислительно-восстановительная активность. Нитриты. Азотная кислота, получение и общие свойства. Специфические свойства: взаимодействие с металлами и неметаллами, органическими веществами. Нитраты. Азотные удобрения. Проблема нитратов.

57. Фосфор. Получение фосфора. Кристаллические модификации фосфора. Соединения фосфора с металлами и неметаллами. Строение, свойства, получение и

применение. Фосфор – биогенный элемент. Влияние соединений фосфора на биологические системы.

58. Оксиды фосфора. Фосфорные кислоты, их соли. Растворимость фосфатов и гидрофосфатов в воде и минеральных кислотах. Гидролиз солей ортофосфорной кислоты, рН среды. Получение фосфатов. Применение фосфора и его соединений.

59. Углерод. Характеристика элемента по положению в периодической системе. Формы существования простого вещества. Биологическая роль углерода и его соединений. Круговорот углерода в природе. Неорганические соединения углерода.

60. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Карбонаты и гидрокарбонаты, их растворимость и гидролиз. Карбонатное равновесие в природе. Соединения углерода с галогенами, серой, азотом. Фреоны.

### Правила выставления оценки на экзамене

В начале экзамена студенту предлагается выбрать билет. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и одну расчетную задачу. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа. По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

- *Отлично* выставляется за правильно решенную задачу и полный ответ по двум теоретическим вопросам без наводящих вопросов преподавателя.

- *Хорошо* выставляется за правильно решенную задачу и полный ответ по одному теоретическому вопросу (либо ответ по двум теоретическим вопросам, в котором озвучено более половины требуемого материала, с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя).

- *Удовлетворительно* выставляется за правильно решенную задачу и ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала.

- *Неудовлетворительно* выставляется в случае, если не решена расчетная задача. Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Неорганическая химия»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Неорганическая химия» являются лекции. Это связано с наличием обширного теоретического материала, на котором базируется выполнение лабораторных работ и решение расчетных задач. По большинству тем предусмотрены лабораторные работы, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным экспериментальным и теоретическим химическим задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом химии.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и лабораторных работах, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы химии.

Задания для самостоятельного решения формулируются на лекциях и лабораторных занятиях. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач. Полный список заданий для самостоятельной работы по темам (разделам) дисциплины приведен в методических указаниях «Общая и неорганическая химия» (И.В. Волкова, Т.Н. Орлова / ЯрГУ, 2011), в указанном пособии также разбираются решения типовых задач. Вопросы, возникающие в процессе или по итогам решения этих задач, можно задать на лабораторных занятиях, консультациях или в форуме (чате) в ЭУК в LMS Moodle «Неорганическая химия».

В конце первого семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и одну задачу. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, в это время предусмотрена и групповая консультация.