

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

Решением  
ученого совета  
ННГУ \_\_\_\_\_

« 30 » \_\_\_\_\_ августа 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

***Химия (общая)***

\_\_\_\_\_  
Уровень высшего образования  
бакалавриат  
\_\_\_\_\_

Направление подготовки / специальность  
05.03.06 «Экология и природопользование»  
\_\_\_\_\_

Направленность образовательной программы  
«Экология»  
\_\_\_\_\_

Квалификация (степень)  
бакалавр  
\_\_\_\_\_

Форма обучения  
очная  
\_\_\_\_\_

Нижний Новгород  
2020

### 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химия (общая)» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», является обязательной для освоения студентами очного отделения на первом году обучения в 1 семестре 1 года обучения.

Дисциплина «Химия (общая)» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении химии в средней школе. Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией; понимать смысл химических формул и символов, индексов и коэффициентов в химических уравнениях реакций; иметь представления об основных классах неорганических соединений; понимать различие между химическими и физическими явлениями; иметь представление об атомно-молекулярном учении; иметь навыки решения простейших расчетных задач.

Целью освоения дисциплины «Химия (общая)» является теоретическая и практическая подготовка студентов по основным (фундаментальным) разделам общей химии с учетом современных тенденций развития химической науки, что обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-2</b> владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (Этап освоения начальный)	<i>З1 (ОПК-2)</i> знать фундаментальные разделы химии в объеме, необходимые для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования <i>У1 (ОПК-2)</i> уметь пользоваться методами химического анализа, использовать положения соответствующих теорий для оценивания и анализа различных научных проблем в области химии <i>В1 (ОПК-2)</i> владеть методами химического анализа, методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий, методами приготовления растворов заданной концентрации

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 62 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 30 часов занятия лабораторного типа, 2 часа мероприятия

промежуточной аттестации), 82 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 36 часов подготовки к экзамену).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего  (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Атомно-молекулярная теория	20	4		8	12	8
Тема 2. Строение атома	24	6		6	12	12
Тема 3. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева	4	2				4
Тема 4. Химическая связь. Строение молекул	28	6		4	10	18
Коллоквиум по темам 1-4	15			3	3	12
Тема 5. Химия <i>s</i> -элементов	18	4		6	10	8
Тема 6. Химия <i>p</i> -элементов	16	6			6	10
Тема 7. Общая характеристика <i>d</i> -элементов. Комплексные соединения	2	2				2
Коллоквиум по темам 5-7	11			3	3	8
В т.ч. текущий контроль	2					
Форма промежуточной аттестации – экзамен, 36 часов						

### **Тема 1. Введение. Атомно-молекулярная теория.**

Предмет химии. Значение химии. Роль химии в биологии. Понятие о веществе. Простые и сложные вещества. Физические и химические явления. Атомно-молекулярная теория: введение в историю. Работы Ломоносова, Лавуазье, Дальтона. Понятие об атоме. Атомная единица массы. Относительная атомная масса. Понятие о химическом элементе. Изотопы. Понятие о молекуле. Относительная молекулярная масса. Молекулярные и структурные формулы. Молекулярная и кристаллическая аллотропии. Моль. Молярная масса. Стехиометрические законы химии: закон сохранения массы, закон постоянства состава, закон кратных отношений, закон эквивалентов. Понятие эквивалента, эквивалентной массы. Расчет эквивалентной массы простого и сложного вещества. Эквивалентный объем. Газовые законы: закон парциальных давлений Дальтона, закон простых объемных отношений, закон Авогадро и следствия из него. Молярный объем газа. Относительная плотность одного газа по другому. Уравнения Менделеева-Клапейрона, Ван-дер-Ваальса. Установление формулы вещества по процентному составу. Правило Дюлонга и Пти.

### **Тема 2. Строение атома.**

Введение в историю вопроса. Развитие представлений о строении атома. Модели строения атома (Томсона, Резерфорда). Электромагнитные волны. Характеристики электромагнитных волн: длина, амплитуда, частота, волновое число. Квантованный характер энергетических изменений. Уравнение Планка. Атомные спектры. Спектр атомарного водорода. Уравнение Ридберга. Планетарная модель атома Бора. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Квантово-механическое представление о строении атома. Волновая функция

(понятие). Квантовые числа. Атомные орбитали. Граничные поверхности  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -орбиталей. Узловые поверхности. Многоэлектронные атомы. Факторы, влияющие на энергию многоэлектронных атомов. Принципы и последовательность заполнения электронных оболочек: принцип Паули, минимум энергии (правило Клечковского), правило Гунда. Электронные паспорта атомов. Заполнение оболочек у элементов I, II, III, IV периодов.

### **Тема 3. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева.**

Попытки систематизации элементов. Открытие периодического закона Д.И.Менделеевым. Структура периодической системы. Причина периодического изменения свойств элементов. Особенности электронного строения атомов элементов главных и побочных подгрупп.  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -,  $f$ -Элементы. Свойства свободных атомов: энергия и потенциал ионизации, сродство к электрону, радиус атома и периодичность их изменений.

### **Тема 4. Химическая связь. Строение молекул.**

История вопроса. Причины образования химической связи. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, валентный угол, полярность связи. Эффективный заряд атомов. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы. Понятие об электроотрицательности атомов. Шкала Полинга. Изменение величин электроотрицательностей по периодам и группам. Степень окисления элементов. Расчет степени окисления. Валентность химических элементов. Различные трактовки понятия валентности в современной химии. Метод валентных связей. Основные положения метода валентных связей. Механизмы образования общих электронных пар ковалентной связи. Донорно-акцепторная связь. Валентные возможности элементов. Одинарная и кратные связи. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Гибридизация АО:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$ . Геометрия молекул  $BeF_2$ ,  $BF_3$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $PCl_5$ ,  $SCl_6$ . Многоцентровые связи. Строение молекул  $HNO_3$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ . Преимущества и недостатки метода валентных связей. Метод молекулярных орбиталей. Основные положения метода МО. Связывающие и разрыхляющие МО.  $\sigma$ - и  $\pi$ -МО. Энергетические диаграммы МО. Гомоатомные молекулы элементов I и II периодов. Диамагнитные и парамагнитные молекулы. Гетероатомные молекулы CO и NO. Сравнение методов ВС и МО. Ионная связь. Механизм образования ионной связи. Зависимость межионного взаимодействия от расстояния между ионами. Уравнение Борна. Особенности ионной связи. Металлическая связь. Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Энергия межмолекулярного взаимодействия в сравнении с энергией химического взаимодействия. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействие. Факторы, определяющие энергию межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь. Природа водородной связи. Меж- и внутримолекулярная водородная связь. Энергия водородной связи. Зависимость физических свойств веществ с молекулярной структурой от характера межмолекулярного взаимодействия (температура кипения, плавления, теплоты фазовых переходов).

### **Тема 5. Химия s-элементов.**

Особенности строения атомов. Способность к образованию химических связей. Характер изменения свойств в группах. Водород. Положение элемента в периодической системе. Изотопы водорода. Физические и химические свойства. Взаимодействие с металлами и неметаллами. Гидриды. Основные и кислотные гидриды. Степень окисления атома. Нахождение в природе. Вода. Роль воды в биологических процессах. Щелочные и щелочноземельные металлы. Физические и химические свойства. Отношение к воде, кислотам, неметаллам. Изменение химической активности в группах. Оксиды и пероксиды металлов. Соли. Хлориды натрия и калия. Карбонаты. Оксид и гидроксид кальция. Жесткость воды и способы ее устранения. Биологические функции калия и натрия, кальция и магния в живом организме.

### **Тема 6. Химия p-элементов.**

Общий обзор. Особенности электронного строения атомов. Важнейшие халькогены – кислород и сера. Кислород. Строение атома и его основные характеристики. Нахождение в природе, физические и химические свойства, получение. Биологическая роль кислорода. Физические свойства кислорода. Химические свойства. Способность к окислению. Образование оксидов. Общая характеристика оксидов. Основные, амфотерные, кислотные оксиды. Закономерное изменение свойств в периодах и группах. Образование надпероксид ( $O_2^-$ ) и пероксид ( $O_2^{2-}$ ) ионов. Надпероксиды и пероксиды металлов. Пероксид водорода. Свойства, поведение в водных растворах. Окислительные и восстановительные свойства. Применение в технике, быту, медицине. Роль пероксида водорода в живых системах. Озон. Строение молекулы. Физические свойства. Образование озона в различных процессах. Защитная роль озона в природе. Окислительная активность озона. Озони́ды.

Сера. Строение атома, основные характеристики. Распространение в природе. Аллотропные модификации. Физические свойства. Соединения серы со степенью окисления  $-2$ . Сероводород. Свойства. Сульфиды и гидросульфиды. Восстановительные свойства сульфид-иона. Соединения серы со степенью окисления  $+4$ . Проблема утилизации  $SO_2$  из атмосферы. Сернистая кислота. Сульфиты и гидросульфиты. Соединения серы со степенью окисления  $+6$ . Строение молекулы  $SO_3$ . Физические и химические свойства. Серная кислота. Сульфаты и гидросульфаты.

Азот. Строение атома, основные характеристики. Возможные степени окисления. Молекулярный азот. Получение. Физические и химические свойства. Нитриды элементов. Аммиак. Взаимодействие с водой и кислотами. Оксиды азота. Азотная кислота и ее соли. Взаимодействие азотной кислоты различной концентрации с металлами. Соли азотной кислоты и их применение. Нитраты аммония, калия и натрия. Круговорот азота в природе. Биохимическая роль азота.

Фосфор. Строение атома, основные характеристики. Аллотропные модификации фосфора. Фосфиды. Фосфин. Соли фосфония. Галогениды фосфора. Фосфористая кислота. Фосфаты. Применение солей фосфорных кислот. Биологическая роль фосфора.

Галогены. Общий обзор. Электронная конфигурация атомов. Нахождение в природе. Хлор. Физические и химические свойства. Получение. Соляная кислота и ее соли. Важнейшие соединения хлора. Биохимическая роль галогенов.

Углерод. Нахождение в природе. Аллотропия углерода. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Роль углерода в органической химии.

#### **Тема 7. Общая характеристика $d$ -элементов. Комплексные соединения.**

Общий обзор  $d$ -элементов. Особенности строения электронной оболочки. Координационная теория Вернера. Главная и побочная валентности. Природа сил комплексообразования. Лиганд, комплексообразователь, координационное число. Катионные, анионные, электронейтральные комплексные соединения. Номенклатура комплексных соединений. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений. Лиганды: моно-, би-, полидентантные. Хелатные комплексные соединения. Устойчивость комплексных соединений. Роль комплексных соединений в биологических процессах. Гемоглобин. Хлорофилл. Биометаллы и биолиганды.

#### ***Лабораторный практикум***

№	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	1	Растворы
2	2	Определение показателя преломления
3	4	Определение температур кипения и плавления
4	5	Методы очистки веществ

#### **4. Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и лабораторных занятий, на которых применяются:

1. Традиционные образовательные технологии: *информационная лекция* (последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя)); *практическое занятие* (занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму); *лабораторная работа* (организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов).

2. Технологии проблемного обучения: *проблемная лекция* (изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала).

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

*Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:*

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу на лабораторных занятиях;
- подготовка к допускам на лабораторные работы по темам занятий;
- оформление отчетов по лабораторным работам;
- подготовка к коллоквиумам и собеседованиям (вопросы см. в п. 6.4);
- подготовка к контрольным работам (примеры заданий см. в п. 6.4);
- подготовка к экзамену.

### **Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные списке литературы.

### **Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

### **Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

### **Оформление отчетов по лабораторным работам**

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Шаблон оформления отчета приведен в разделе 6.4. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует полученные в ходе выполнения лабораторной работы результаты, проводит качественный и количественный анализ, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

### **Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

## **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

**6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, в которых участвует дисциплина «Химия (общая)»**

*ОПК-2* владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Уровень освоения - *начальный*.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>знать</b> фундаментальные разделы химии в объеме, необходимые для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями и	Знание основного материала с незначительными погрешностями и	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>уметь</b> пользоваться методами химического анализа, использовать положения соответствующих теорий для оценивания и анализа различных научных проблем в области химии	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
владеть методами химического анализа, методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий, методами приготовления растворов заданной концентрации	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%



заданий							
---------	--	--	--	--	--	--	--

## 6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы на момент сдачи экзамена, имеющие зачтенные отчеты преподавателем, ведущим лабораторные занятия.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы*.
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки коллоквиумы.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за коллоквиумы.
Плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

### **Критерии оценивания ответа на собеседовании и коллоквиуме**

Собеседование и коллоквиум проводятся для оценки знаний студентами теоретического материала, способности логически верно и аргументировано излагать материал, умения анализировать факты и проблемные аспекты по теме. Применяется альтернативная шкала:

- «зачтено»: студент демонстрирует знание материала по разделу, основанное на знакомстве с обязательной литературой и современными публикациями, дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы; допускаются незначительные неточности в ответах;

- «не зачтено»: имеются существенные пробелы в знании основного материала по разделу, допущены принципиальные ошибки при изложении материала.

### **6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- коллоквиумы;
- собеседование.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;
- коллоквиум;
- выполнение лабораторных работ по данной дисциплине;
- оформление отчетов по темам лабораторных работ.

### **6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.**

#### ***Вопросы для экзамена:***

1. Основные химические понятия: атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Чему равны для азота: а) масса одной молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в четырнадцати граммах этого вещества?

2. Объясните механизм образования молекул  $\text{BeCl}_2$  и  $\text{BCl}_3$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

3. Из раствора комплексной соли  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$  нитрат серебра осаждает только  $1/3$  содержащегося в ней хлора. Напишите координационную формулу соли, назовите ее и охарактеризуйте поведение данного комплексного соединения в растворе.

4. Состояние электрона в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами. Назовите и укажите физический смысл каждого из них. Укажите максимальное число электронов в:

а) слое L; б) орбитали f; в) орбитали с  $l = 4$ .

5. 25%-ный раствор сульфата натрия имеет плотность 1.25 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

6. Основные химические понятия: атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Чему равны для кислорода: а) масса одной молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в шестнадцати граммах этого вещества?

7. Объясните механизм образования молекул  $\text{NCl}_3$  и  $\text{SiCl}_2$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

8. Из раствора комплексной соли  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  нитрат серебра осаждает  $2/3$  содержащегося в ней хлора. Напишите координационную формулу соли, назовите ее и охарактеризуйте поведение данного комплексного соединения в растворе.

9. Состояние электрона в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами. Назовите и укажите физический смысл каждого из них. Укажите максимальное число электронов в:

а) слое K; б) орбитали d; в) орбитали с  $l = 1$ .

10. 20%-ный раствор хлорида магния имеет плотность 1.15 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

11. Стехиометрические законы химии: закон эквивалентов, закон постоянства состава, закон кратных отношений. Проиллюстрируйте закон кратных отношений на примере этана  $\text{C}_2\text{H}_6$ , этилена  $\text{C}_2\text{H}_4$  и ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

12. Объясните механизм образования молекул  $\text{AlF}_3$  и  $\text{OF}_2$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул

13. Сформулируйте принципы и последовательность заполнения атомных орбиталей электронами. Запишите полную электронную конфигурацию элемента с номером 15, а также наборы всех четырех квантовых чисел для каждого валентного электрона этого элемента

14. Валентность. Количественные оценки валентности. Чему равна валентность азота в азотной кислоте? Натрия в хлориде натрия?

15. Раствор сульфата натрия имеет молярную концентрацию 2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.2 г/мл.

16. Валентность химических элементов. Различные трактовки понятия валентности в современной химии. Изобразите структурную формулу азотной кислоты и укажите, чему равна валентность азота. С позиции метода молекулярных орбиталей предскажите порядок связи в молекуле NO.

17. Объясните механизм образования молекул  $\text{GeCl}_2$  и  $\text{GeCl}_4$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

18. Сформулируйте Периодический закон Д.И.Менделеева (современная формулировка). Запишите полную электронную конфигурацию элемента с номером 22. Укажите число протонов, нейтронов и электронов для этого элемента.

19. Биологическая роль кислорода. Оксиды и их свойства.

20. Раствор хлорида магния имеет молярную концентрацию 2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.25 г/мл.

21. Закон Авогадро. Следствия из закона Авогадро. Какой объем при н.у. занимает 64 грамма кислорода? Сколько молекул содержится в 64 граммах кислорода?

22. Состояние электрона в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами. Назовите и укажите физический смысл каждого из них. Напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого электрона, которые находятся на 4p атомных орбиталях. Укажите максимально возможное число электронов в L-слое.

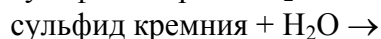
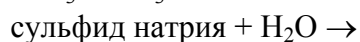
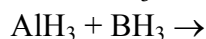
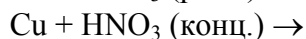
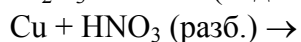
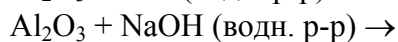
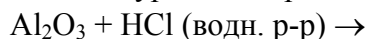
23. Гидриды и их свойства.

24. Из раствора соли  $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$  нитрат серебра осаждает четверть входящего в ее состав хлора. Запишите координационную формулу соли, назовите ее и охарактеризуйте поведение данного комплексного соединения в растворе.

25. 20%-ный раствор хлорида калия имеет плотность 1.25 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

26. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации следующих молекулярных частиц в ряду:  $C2^+ - C2 - C2^-$ . Ответ обосновать. Укажите парамагнитные частицы.

27. Закончите уравнения реакций:



28. Объясните механизм образования молекул  $AlCl_3$  и  $NCI_3$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

29. В чем заключается суть донорно-акцепторного механизма образования ковалентной связи? В каких из перечисленных ниже соединений присутствуют связи, образованные по этому механизму:  $HCl$ ,  $NH_4Cl$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_3O^+$ ,  $CH_4$ . Укажите донор и акцептор в выбранных Вами соединениях.

30. Раствор сульфата калия имеет молярную концентрацию 1.5 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную концентрацию раствора, если его плотность равна 1.25 г/мл.

31. Сформулируйте закон эквивалентных отношений. Определите эквивалент азота в следующих оксидах:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ .

32. Нитриды элементов. Взаимодействие с водой и кислотами. Круговорот азота в природе. Биохимическая роль азота.

33. Сравните образование химической связи в молекуле оксида углерода (II) с позиций методов валентных связей и молекулярных орбиталей. Чему равен порядок связи в молекуле?

34. Объясните ход изменения потенциалов ионизации (в вольтах) в ряду  $Mg-Al-Si$ :

	Mg	Al	Si
$PI_1$	7.6	6.0	8.2
$PI_2$	15.0	18.8	16.3
$PI_3$	80.1	28.4	33.5

35. 30%-ный раствор соляной кислоты имеет плотность 1.3 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, моляльную концентрации данного раствора.

36. Что такое степень окисления и валентность химических элементов. Изобразите структурную формулу оксида азота (V), укажите, чему равна степень окисления и валентность азота. С позиции метода молекулярных орбиталей предскажите порядок связи в частице  $BN$ .

37. Объясните механизм образования молекул  $SF_4$  и  $SF_6$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул

38. Уравнение Ридберга. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 486$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода

39. Щелочные металлы. Химические свойства. Биологические функции калия и натрия в организме

40. Раствор сульфата меди (II) имеет молярную концентрацию 1 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.2 г/мл.

41. Основные химические понятия: атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Чему равны для хлора: а) масса одной

молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в 71 граммах этого вещества?

42. Многоцентровые связи. Объясните механизм образования молекул  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

43. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации и магнитные свойства следующих молекулярных частиц в ряду:  $\text{B}_2^+ - \text{B}_2 - \text{B}_2^-$ . Ответ обоснуйте.

44. Фосфор. Строение атома, основные характеристики. Соединения фосфора. Биологическая роль фосфора.

45. Раствор карбоната натрия имеет молярную концентрацию 1.5 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.22 г/мл.

46. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс? Покажите, что относительная молекулярная масса азота равна молярной массе.

47. В чем заключаются принципиальные различия между моделью атома Бора и квантовомеханической моделью атома?

48. Объясните механизм образования молекул  $\text{OF}_2$  и  $\text{ClF}_3$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

49. Щелочноземельные металлы. Их химические свойства. Биологические функции кальция и магния в организме.

50. 30%-ный раствор соляной кислоты имеет плотность 1.3 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

51. Явление аллотропии. Виды. Приведите примеры.

52. Проиллюстрируйте закон кратных отношений на примере оксидов серы. В каких массовых соотношениях будут находиться массы кислорода в оксидах?

53. Объясните механизм образования молекул  $\text{NF}_3$  и  $\text{CF}_4$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

54. При анализе оксида марганца, относящегося к бертоллидам, установлено, что массовая доля марганца составляет 68.2%. Определите формулу этого оксида.

Круговорот азота в природе. Биохимическая роль азота

55. 25%-ный раствор серной кислоты имеет плотность 1.3 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

56. Квантованный характер энергетических изменений. Уравнение Планка. Атомные спектры. Спектр атомарного водорода.

57. Дайте определения главной и побочной подгрупп. На каком основании фосфор и ванадий помещают в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?

58. Объясните механизм образования молекул  $\text{BF}_3$  и  $\text{BeF}_2$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекул.

59. Водородная связь. Влияние ее на свойства веществ. Полярность связи в молекуле  $\text{HF}$  больше, чем в молекуле  $\text{HCl}$ . Тем не менее при растворении их в воде  $\text{HCl}$  - более сильная кислота. Почему?

60. 25%-ный раствор азотной кислоты имеет плотность 1.3 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную, нормальную и моляльную концентрации данного раствора.

61. Квантово-механическое представление о строении атома. Волновая функция. Какую энергию необходимо затратить, чтобы возбудить электрон в атоме водорода,

находящийся в основном состоянии (на первом энергетическом уровне), до второго и пятого энергетических уровней?

62. Объясните механизм образования молекул  $\text{XeF}_4$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекулы.

63. Какие из перечисленных ионов и молекул не могут существовать:  $\text{H}_2^{2+}$ ,  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}_2^{2-}$ ,  $\text{H}_2^-$ ,  $\text{HHe}$ ,  $\text{He}_2^{+?}$ ? Каков порядок связи в существующих?

64. Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений.

65. Раствор карбоната калия имеет молярную концентрацию 1 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.2 г/мл.

62. Объясните механизм образования молекул  $\text{XeF}_4$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените валентный угол, дипольный момент, полярность молекулы.

63. Какие из перечисленных ионов и молекул не могут существовать:  $\text{H}_2^{2+}$ ,  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}_2^{2-}$ ,  $\text{H}_2^-$ ,  $\text{HHe}$ ,  $\text{He}_2^{+?}$ ? Каков порядок связи в существующих?

64. Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений.

65. Раствор карбоната калия имеет молярную концентрацию 1 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.2 г/мл.

66. Принципы и последовательность заполнения электронных оболочек: принцип Паули, минимум энергии (правило Клечковского), правило Гунда.

67. Объясните механизм образования молекулы  $\text{GeCl}_2$ . Укажите тип гибридизации АО центрального атома, оцените валентный угол и полярность молекулы.

68. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации и магнитные свойства следующих молекулярных частиц в ряду:  $\text{F}_2^{+} - \text{F}_2 - \text{F}_2^{-}$ . Ответ обоснуйте?

69. Свойства свободных атомов: энергия и потенциал ионизации, сродство к электрону, радиус атома и периодичность их изменений.

70. Раствор хлорида аммония имеет молярную концентрацию 1.2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.25 г/мл.

71. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, валентный угол, полярность связи.

72. Отличается ли геометрическая конфигурация молекул  $\text{BeCl}_2$  и  $\text{SiCl}_2$ ? Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените дипольный момент молекул и валентные углы. Ответ обосновать с использованием рисунка.

73. Какие вещества называются бертоллидами? Состав оксида железа (II) может быть выражен формулой  $\text{Fe}_1\text{-xO}$ . Определите простейшую формулу оксида, если известно, что образец его массой 16.6 г содержит железо массой 12.6 г?

74. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 434$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода.

75. Раствор хлорида калия имеет молярную концентрацию 1.2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.25 г/мл.

76. Углерод. Нахождение в природе. Аллотропия углерода. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Роль углерода в органической химии.

77. Сравните способы образования ковалентных связей в молекулах  $\text{CF}_4$  и  $\text{NF}_3$  (укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, валентные углы, полярность молекулы). Могут ли существовать ионы  $\text{CF}_5^{+}$  и  $\text{NF}_4^{+}$ ?

78. Роль комплексных соединений в биологических процессах. Гемоглобин. Хлорофилл. Биометаллы и биолиганды.

79. Квантовые числа. Напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого электрона, которые находятся на 4s атомной орбитали.

80. Раствор хлорида алюминия имеет молярную концентрацию 1.2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю, моляльную и нормальную концентрации раствора, если его плотность равна 1.22 г/мл.

***Перечень вопросов на коллоквиумах для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2:***

Тема 1.

1. Роль химии в биологии.
2. Простые и сложные вещества. Физические и химические явления.
3. Что такое атом, атомная единица массы, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса?
4. Молекулярная и кристаллическая аллотропии.
5. Моль. Молярная масса.
6. Стехиометрические законы химии: закон сохранения массы, закон постоянства состава, закон кратных отношений, закон эквивалентов.
7. Газовые законы: закон парциальных давлений Дальтона, закон простых объемных отношений, закон Авогадро и следствия из него.
8. Уравнения Менделеева-Клапейрона, Ван-дер-Ваальса.

Тема 2.

1. Модели строения атома (Томсона, Резерфорда).
2. Квантованный характер энергетических изменений. Уравнение Планка. Атомные спектры. Спектр атомарного водорода. Уравнение Ридберга.
3. Планетарная модель атома Бора.
4. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнение де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга.
5. Квантово-механическое представление о строении атома. Волновая функция (понятие). Квантовые числа. Атомные орбитали. Граничные поверхности s-, p-, d-орбиталей.
6. Принципы и последовательность заполнения электронных оболочек: принцип Паули, минимум энергии (правило Клечковского), правило Гунда.
7. Заполнение оболочек у элементов I, II, III, IV периодов.

Тема 3.

1. Открытие периодического закона Д.И.Менделеевым.
2. Структура периодической системы. Причина периодического изменения свойств элементов.
3. Особенности электронного строения атомов элементов главных и побочных подгрупп. s-, p-, d-, f-Элементы.
4. Свойства свободных атомов: энергия и потенциал ионизации, сродство к электрону, радиус атома и периодичность их изменений.

Тема 4.

1. Причины образования химической связи.
2. Основные характеристики химической связи: энергия, длина, валентный угол, полярность связи.
3. Эффективный заряд атомов. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы.

4. Электроотрицательность атомов. Изменение величин электроотрицательностей по периодам и группам.
5. Степень окисления элементов. Расчет степени окисления.
6. Валентность химических элементов. Различные трактовки понятия валентности в современной химии.
7. Метод валентных связей. Механизмы образования общих электронных пар ковалентной связи.
8. Донорно-акцепторная связь.
9. Одинарная и кратные связи. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.
10. Гибридизация АО:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$ . Геометрия молекул  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SCl}_6$ .
11. Многоцентровые связи. Строение молекулы  $\text{HNO}_3$ .
12. Метод молекулярных орбиталей.
13. Энергетические диаграммы МО. Гомоатомные молекулы элементов I и II периодов.
14. Гетероатомные молекулы CO и NO. Сравнение методов ВС и МО.
15. Энергия межмолекулярного взаимодействия в сравнении с энергией химического взаимодействия. Ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействие.
16. Водородная связь. Природа водородной связи.
17. Зависимость физических свойств веществ с молекулярной структурой от характера межмолекулярного взаимодействия (температура кипения, плавления, теплоты фазовых переходов).

#### Тема 5.

1. Водород. Положение элемента в периодической системе.
2. Физические и химические свойства. Взаимодействие с металлами и неметаллами. Гидриды. Основные и кислотные гидриды. Степень окисления атома. Нахождение в природе.
3. Вода. Роль воды в биологических процессах.
4. Щелочные и щелочноземельные металлы. Физические и химические свойства. Отношение к воде, кислотам, неметаллам. Изменение химической активности в группах.
5. Оксиды и пероксиды металлов. Соли. Хлориды натрия и калия. Карбонаты. Оксид и гидроксид кальция.
6. Жесткость воды и способы ее устранения.
7. Биологические функции калия и натрия, кальция и магния в живом организме.

#### Тема 6.

1. Кислород. Строение атома и его основные характеристики. Нахождение в природе, физические и химические свойства, получение. Биологическая роль кислорода. Физические свойства кислорода. Химические свойства.
2. Общая характеристика оксидов. Основные, амфотерные, кислотные оксиды. Закономерное изменение свойств в периодах и группах.
3. Надпероксиды и пероксиды металлов. Пероксид водорода. Свойства, поведение в водных растворах. Окислительные и восстановительные свойства. Применение в технике, быту, медицине. Роль пероксида водорода в живых системах.
4. Озон. Строение молекулы. Физические свойства. Образование озона в различных процессах. Защитная роль озона в природе. Окислительная активность озона. Озониды.
5. Сера. Строение атома, основные характеристики. Распространение в природе. Аллотропные модификации. Физические свойства.
6. Соединения серы со степенью окисления  $-2$ . Сероводород. Свойства. Сульфиды и гидросульфиды. Восстановительные свойства сульфид-иона.



7. Соединения серы со степенью окисления +4. Проблема утилизации  $\text{SO}_2$  из атмосферы. Сернистая кислота. Сульфиты и гидросульфиты.
8. Соединения серы со степенью окисления +6. Строение молекулы  $\text{SO}_3$ . Физические и химические свойства. Серная кислота. Сульфаты и гидросульфаты.
9. Азот. Строение атома, основные характеристики. Возможные степени окисления. Молекулярный азот. Получение. Физические и химические свойства.
10. Нитриды элементов. Аммиак. Взаимодействие с водой и кислотами. Оксиды азота. Азотная кислота и ее соли. Взаимодействие азотной кислоты различной концентрации с металлами.
11. Соли азотной кислоты и их применение. Нитраты аммония, калия и натрия.
12. Круговорот азота в природе. Биохимическая роль азота.
13. Фосфор. Строение атома, основные характеристики. Аллотропные модификации фосфора. Фосфиды. Фосфин. Соли фосфония. Галогениды фосфора. Фосфористая кислота. Фосфаты.
14. Применение солей фосфорных кислот. Биологическая роль фосфора.
15. Галогены. Общий обзор. Электронная конфигурация атомов. Нахождение в природе.
16. Хлор. Физические и химические свойства. Получение. Соляная кислота и ее соли.
17. Важнейшие соединения хлора. Биохимическая роль галогенов.
18. Углерод. Нахождение в природе. Аллотропия углерода. Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Роль углерода в органической химии.

#### Тема 7.

1. Общий обзор *d*-элементов. Особенности строения электронной оболочки.
2. Координационная теория Вернера. Природа сил комплексообразования. Лиганд, комплексообразователь, координационное число. Катионные, анионные, электронейтральные комплексные соединения.
3. Номенклатура комплексных соединений. Факторы, влияющие на свойства комплексных соединений. Лиганды: моно-, би-, полидентантные. Хелатные комплексные соединения.
4. Устойчивость комплексных соединений.
5. Роль комплексных соединений в биологических процессах. Гемоглобин. Хлорофилл. Биометаллы и биолиганды.

#### **Вопросы для собеседования на лабораторных занятиях для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2:**

1. Дайте определение понятия «раствор». Какие типы растворов Вы знаете?
2. Что представляет собой раствор как физико-химическая система? Каковы ее особенности?
3. Укажите способы выражения концентрации растворенного вещества в растворе. Что такое концентрация раствора?
4. Какие растворы называют насыщенными, пересыщенными, ненасыщенными?
5. Как изменяется растворимость разов в воде при изменении температуры и давления?
6. Каковы принципы приготовления растворов точной концентрации?
7. Какие методы определения концентрации Вы знаете? Опишите их.
8. Что такое плотность? От чего она зависит? Как можно определить плотность жидкостей?
9. Что называется фильтрованием? Понятия фильтра, фильтрата, маточного раствора.
10. Виды фильтрующих материалов, выбор и характеристики.
11. Опишите фильтрование под действием собственного веса жидкости при обычном давлении.
12. Опишите методику проведения горячего фильтрования.
13. В чем сущность перекристаллизации веществ?

14. Дайте определение следующим понятиям: растворимость, насыщенный, пересыщенный, разбавленный растворы.
15. В чем сущность перекристаллизации веществ?
16. Как можно достигнуть состояния пересыщения раствора?
17. На каком свойстве жидкостей основана перегонка?
18. Испарение и кипение жидкостей. При каком условии жидкость закипает? Как зависит температура кипения от внешнего давления.
19. Простая перегонка при атмосферном давлении. Схема установки. Назначение.
20. В каких случаях используют фракционную перегонку? Какова роль дефлегматора?
21. Особенности проведения вакуумной перегонки.
22. Какие правила следует соблюдать при нагреве жидкостей? Как выбрать источник нагрева? Почему органические жидкости нельзя перегонять досуха?
23. Что такое абсолютный и относительный показатели преломления?
24. Сформулируйте законы отражения и преломления света.
25. От каких факторов зависит показатель преломления?
26. Что такое явление полного внутреннего отражения?
27. Рефрактометрия в качественном и количественном анализе.
28. Назовите основные признаки, характеризующие кристаллические и аморфные формы твердых веществ.
29. Опишите характер связи между частицами в молекулярных, ковалентных и ионных кристаллах. Приведите конкретные примеры.
30. Какие величины характеризуют прочность кристаллических решеток?
31. Какие факторы способствуют кристаллизации в вещества при охлаждении?
32. В чем заключаются существенные отличия при плавлении кристаллических и аморфных твердых веществ? Особенности процесса плавления льда.
33. Как зависит температура плавления кристаллических веществ от природы веществ, давления, размера кристалла?
34. Особенности жидкого состояния вещества.
35. Силы межмолекулярного взаимодействия. Общая характеристика. Энергия взаимодействия.
36. Водородная связь. Образование и энергия водородной связи. Примеры.
37. Влияние водородной связи на свойства жидкостей.
38. Охарактеризуйте процессы испарения, кипения, конденсации. Что такое энтальпия испарения?
39. Что такое насыщенный пар? Как зависит давление насыщенного пара от природы вещества и от температуры?
40. Что называется нормальной температурой кипения вещества? Как она зависит от природы вещества и от давления?
41. Как влияют примеси в веществах на их температуры кипения и плавления?
42. Как можно определить температуры кипения и плавления?

**Вопросы на коллоквиумах для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-2:**

1. Проиллюстрируйте закон кратных отношений на примере четырех выбранных Вами углеводов
2. Напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого электрона, которые находятся на 4s атомной орбитали.
3. Чему равны для азота: а) масса одной молекулы; б) относительная молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в одном, четырнадцати и двадцати восьми граммах этого вещества?
4. На каком энергетическом уровне и на какой АО может находиться электрон, для которого  $n = 3$  и  $l = 1$ ? Какова граничная поверхность этой АО?

5. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс? Покажите, что относительная молекулярная масса азота равна молярной массе.
6. Сколько узловых поверхностей имеют  $3s$ ,  $2p_x$  и  $3d_{xz}$  атомные орбитали? Какова их форма?
7. Определите общее число протонов, электронов и нейтронов в молекуле серной кислоты, содержащей изотоп  $^{34}\text{S}$ .
8. Для атома марганца: напишите полную электронную конфигурацию; напишите наборы всех четырех квантовых чисел для каждого валентного электрона.
9. На каком основании фосфор и ванадий помещают в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?
10. Какую энергию необходимо затратить, чтобы возбудить электрон в атоме водорода, находящийся в основном состоянии (на первом энергетическом уровне), до второго и пятого энергетических уровней?
11. Какие вещества называются бертоллидами? Состав оксида железа (II) может быть выражен формулой  $\text{Fe}_{1-x}\text{O}$ . Определите простейшую формулу оксида, если известно, что образец его массой 16.6 г содержит железо массой 12.6 г.
12. При взаимодействии  $\text{SiF}_4$  с  $\text{HF}$  образуется сильная кислота  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , диссоциирующая на ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{SiF}_6^{2-}$ . Может ли подобным образом протекать реакция между  $\text{CF}_4$  и  $\text{HF}$  (если может, то как)? Указать тип гибридизации атомных орбиталей кремния в ионе  $\text{SiF}_6^{2-}$ .
13. С позиции методов ВС и МО опишите образование связи в молекуле оксида углерода (II).
14. У какого соединения –  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  или  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$  – температура кипения выше и почему?
15. От какой частицы легче оторвать электрон - от атома водорода или от молекулы водорода?
16. Предскажите существование частиц  $\text{Ne}_2$  и  $\text{Ne}_2^+$ . Укажите порядок связи у существующих.
17. Чему равна валентность элементов в хлориде натрия, азотной кислоте?
18. Какие из перечисленных ионов и молекул не могут существовать:  $\text{H}_2^{2+}$ ,  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}_2^{2-}$ ,  $\text{H}_2^-$ ,  $\text{HNe}$ ,  $\text{Ne}_2^+$ ? Каков порядок связи в существующих?
19. Может ли молекула, состоящая из одинаковых атомов, быть полярной? Может ли молекула, состоящая из разных атомов, быть неполярной? Ответ сопроводите примерами.
20. Предскажите существование молекулы  $\text{BF}$ . Если она существует, то какова кратность связи между бором и фтором.
21. Полярность связи в молекуле  $\text{HF}$  больше, чем в молекуле  $\text{HCl}$ . Тем не менее, при растворении их в воде  $\text{HCl}$  - более сильная кислота. Почему?
22. В чем заключаются принципиальные различия между моделью атома Бора и квантовомеханической моделью атома?
23. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс? Покажите, что относительная молекулярная масса азота равна молярной массе.
24. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 486$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода.
25. При анализе оксида марганца, относящегося к бертоллидам, установлено, что массовая доля марганца составляет 68.2%. Определите формулу этого оксида.
26. Для атома углерода значения последовательных потенциалов ионизации составляют (в вольтах):  $I_1=11.3$ ,  $I_2=24.4$ ,  $I_3=47.9$ ,  $I_4=64.0$ ,  $I_5=392$ . Объясните ход изменения потенциалов ионизации и чем вызван резкий скачок при переходе от  $I_4$  к  $I_5$ .

27. Строение атома иногда сравнивают со строением Солнечной системы: электрон (Земля) вращается вокруг ядра (Солнца). Проанализируйте корректность подобного сравнения.
28. Определите энергетический переход электрона атома водорода, соответствующей длине волны  $\lambda = 434$  нм линии в спектре испускания атомарного водорода.
29. Как изменяются длина связи, порядок связи, энергия диссоциации и магнитные свойства в ряду:  $F_2^- - F_2 - F_2^+$ ?
30. Одинакова ли геометрическая конфигурация молекул  $BeCl_2$  и  $SiCl_2$ ? Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, оцените дипольный момент молекул и валентные углы.
31. В ряду  $HF - HCl - HBr - HI$  температуры кипения соответственно равны 293, 188, 206 и 238 К. Почему в данном случае при монотонном изменении полярности молекул температура кипения изменяется немонотонно?
32. Сравните способы образования ковалентных связей в молекулах  $CF_4$  и  $NF_3$  (укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, валентные углы, полярность молекулы). Могут ли существовать ионы  $CF_5^+$  и  $NF_4^+$ ?
33. Расположите вещества в порядке повышения их температур кипения:  $C_4H_9NH$ ,  $C_4H_9SH$ ,  $C_4H_9OH$ . Ответ обоснуйте.
34. Объясните механизм образования молекулы  $SF_4$ . Укажите тип гибридизации АО центрального атома, оцените валентный угол и полярность молекулы.
35. Какими типами гибридизации атомных орбиталей алюминия и азота описывается образование молекул  $AlCl_3$  и  $NCl_3$ ? Какую геометрическую конфигурацию имеют обе молекулы? Оцените дипольные моменты и валентные углы этих молекул.
36. Объясните механизм образования молекулы  $ClF_3$ . Укажите тип гибридизации АО центрального атома, оцените валентный угол и полярность молекулы.
37. Предложите структурную формулу оксида азота (V). Есть ли в этой молекуле делокализованные связи?
38. Объясните механизм образования молекулы  $XeF_2$ . Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, чему будет равен валентный угол, оцените дипольный момент молекулы.
39. Раствор хлорида натрия имеет молярную концентрацию 2 моль/л. Определите титр, массовую долю, мольную долю и молярную концентрацию раствора, если его плотность равна 1.25 г/мл.
40. 15%-ный раствор сульфата магния имеет плотность 1.2 г/мл. Определите мольную долю, титр, молярную и моляльную концентрации данного раствора.

**Примеры вопросов для собеседования (устный опрос) на лабораторных занятиях для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-2:**

1. Температуры плавления и кипения щелочных металлов изменяются в следующих пределах:

Металл	Li	Na	K	Rb	Cs
$T_m, ^\circ C$	179	97.8	63.5	39	28.4
$T_b, ^\circ C$	1340	883	760	696	703

Объясните приведенные закономерности.

2. Энергии кристаллических решеток галогенидов натрия соответственно равны:

Галогенид	NaF	NaCl	NaBr	NaI
$E, \text{кДж/моль}$	891.0	753.0	719.5	669.5

Как будет изменяться температура плавления в указанном ряду?

3. Предскажите, как будет изменяться температура плавления следующих оксидов, если энергия кристаллической решетка уменьшается в ряду:

Оксид	BeO	MgO	CaO	SiO	BaO
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Е, кДж/моль	4520	3915	3475	3280	3095
-------------	------	------	------	------	------

- Объясните увеличение температур кипения и плавления в ряду:  $B_2H_6$ ,  $B_4H_{10}$ ,  $B_{10}H_{14}$ .
- В каком направлении изменятся температуры кипения и плавления в рядах:  
 $CH_4$   $SiH_4$   $GeH_4$   $SnH_4$   $PbH_4$   
 $CF_4$   $CCl_4$   $CBr_4$   $CI_4$   
 $H_2O$   $H_2S$   $H_2Se$   $H_2Te$   
 $HF$   $HCl$   $HBr$   $HI$   
 $Ar$   $Kr$   $Xe$
- Объясните изменение температур кипения и плавления, приведенных ниже:

Галоген	$F_2$	$Cl_2$	$Br_2$	$I_2$
$T_m$ , К	40.0	170.0	266.0	386.5
$T_b$ , К	85.0	238.5	332.0	457.5
- Почему температуры кипения и плавления элементов подгруппы меди больше соответствующих величин для щелочных металлов?
- Какова массовая доля раствора, содержащего 280 г воды и 40 г сульфата натрия?

### Примеры практических заданий для оценки умений и владений компетенций ОПК-2:

- Приготовить растворы соли ( $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $KCl$ ,  $NH_4Cl$ ) заданных молярных концентраций. Определить плотность каждого раствора пикнометрическим методом. Установить зависимость плотности раствора от концентрации. Зная экспериментально найденные значения плотности рассчитать массовую долю, молярную концентрацию, титр, мольную долю.
- Титриметрическим методом установить концентрацию соляной кислоты в растворе.
- Определить температуру кипения жидкого вещества. По табличным данным установить его природу.
- Определить температуру плавления твердого вещества. По табличным данным установить его природу.
- Предложите методику очистки хлорида натрия от примеси хлорида калия.
- Ознакомиться с методами фильтрации и применить их в процессе перекристаллизации. Провести очистку соли ( $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $KCl$ ,  $NH_4Cl$ ) методом перекристаллизации из водного раствора. Рассчитать выход.
- Предложите методику очистки ацетона от примеси бензола.
- Ознакомиться с различными методами очистки жидкостей посредством перегонки. Провести простую перегонку технической воды, определить наличие ионов  $Fe^{3+}$  и  $Cl^-$  в воде с помощью качественных химических реакций.
- С помощью рефрактометрического анализа установить природу неизвестного вещества. Сделать вывод о чистоте вещества.
- С помощью рефрактометрического анализа определить концентрацию глицерина в воде.

### Пример оформления отчета по лабораторной работе для оценки компетенций ОПК-2:

Титульный лист:

Отчет по лабораторной работе

« \_\_\_\_\_ »

(название лабораторной работы)

по дисциплине «Общая химия»

Студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы ИББМ

Фамилия Имя Отчество

Содержание отчета:

Цель работы: \_\_\_\_\_

#### Теоретическая часть

*(Содержит основные положения, законы, теоретические сведения и т.д. по теме лабораторной работы)*

---

---

---

---

---

#### Экспериментальная часть

*(Детально описывается, с помощью каких приборов, установок, и каким образом выполнялась лабораторная работа, приводятся и обсуждаются результаты лабораторной работы, приводятся необходимые расчеты, графики, рисунки, схемы установок, таблицы и т.д.)*

---

---

---

---

---

Выводы: \_\_\_\_\_

Литература:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

#### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Химия (общая)»**

а) основная литература:

1. Слесарев В. И. Химия: основы химии живого. – СПб.:Химиздат, 2015. – 784 с. – (97 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Глинка Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1. – М.: Юрайт, 2020. – 353 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/736D053E-E77C-4726-8CC5-F8E756E674A5>.
3. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2. – М.: Юрайт, 2020. – 379 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/EBE718FD-189B-494E-A633-DCA7F607FCC9>.
4. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Юрайт, 2020. – 236 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/42CADAEO-F729-47F0-BD2C-9BF1FA027806>.

б) дополнительная литература:

1. Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия. – М.: Юрайт, 2020. – 426 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/20528962-9889-4766-A00D-AAFC77F6C8AF>.

2. Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f- элементов. – М.: Юрайт, 2020. – 492 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/9A9646C6-801A-4B29-A6A9-242FB884445C>.

3. Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 3. Химия p-элементов. – М.: Юрайт, 2020. – 436 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/6828ED4A-9939-432C-9B4D-E160E9348D3A>.

4. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1. – М.: Юрайт, 2016. – 215 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7>.

5. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2. – М.: Юрайт, 2020. – 360 с. – Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/D1023147-B5F3-4C9F-85FA-1E57F4C31AB7>.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран).

Для проведения лабораторных занятий имеется в наличии специальный кабинет с необходимым лабораторным оборудованием: вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; дистиллятор; технические и аналитические весы; приборы для определения температур плавления и кипения; рефрактометр; ртутные термометры; набор химических реактивов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению **05.03.06 «Экология и природопользование»**.

### **Авторы:**

Заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений  
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Зайцев С.Д.

Профессор кафедры высокомолекулярных соединений  
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Замышляева О.Г.

### **Рецензент:**

Заведующий кафедрой физической химии  
химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Маркин А.В.

**Заведующий кафедрой** высокомолекулярных соединений  
и коллоидной химии химического факультета, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Зайцев С.Д.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 30 августа 2020 года, протокол № 14.