ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «29» мая 2026 г. № 49

Б1.О.11 Химия

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль – Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Техносферная безопасность

Общая трудоемкость в з.е. – 7
Часов по учебному плану (УП) – 252

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 2 семестр, экзамен 1 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	2	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68	51	**119**
– лекции	34	17	**51**
– практические (семинарские)			
– лабораторные	34	34	**68**
Самостоятельная работа	40	57	**97**
Экзамен	36		**36**
Итого	144	108	**252**

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
0x00F585A1671E22C14CEA47AE86A14054D5 с 27 февраля 2026 г. по 23 мая 2027 г.Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.05.2020 № 680.

Программу составил(и):
д.х.н., доцент, профессор, Н.В. Руссавская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол от «20» мая 2026 г. № 9

Зав. кафедрой, д. т. н., профессор Е.А. Руш

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	логическое осмысливание основных законов химии, теории строения вещества, энергетики и скорости химических превращений
2	осмысление закономерностей поведения веществ в различных системах: в водных растворах, в дисперсных и электрохимических
3	изучение основ органической химии и химии высокомолекулярных соединений
1.2 Задачи дисциплины	
1	развитие представлений о строении вещества и закономерностях протекания химических и физико-химических процессов
2	организация и постановка химических экспериментов и обобщение полученных результатов
3	выявление роли химии в возникновении и решении проблем, связанных с техносферной безопасностью
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	ФТД.01 Информационные технологии в сфере безопасности
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.01 Философия
2	Б1.О.07 Математика
3	Б1.О.08 Информатика
4	Б1.О.10 Физика
5	Б1.О.12 Начертательная геометрия и графика
6	Б1.О.20 Система менеджмента качества
7	Б1.О.22 Экология
8	Б1.О.23 Механика
9	Б1.О.26 Теплофизика
10	Б1.О.37 Расчет и проектирование систем безопасности
11	Б1.О.42 Электротехника
12	Б1.О.44 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
13	Б1.О.45 Теория вероятности и математическая статистика
14	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
15	Б2.О.02(Н) Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
16	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
17	ФТД.02 Методы научных исследований

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
УК-1	УК-1.1 Анализирует	Знать: основные законы химии; основы теорий строения

Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Формулирует математическую постановку задачи. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	атомов химических элементов и молекул химических веществ, основы химической термодинамики и кинетики химических процессов; свойства растворов и дисперсных систем; особенности строения и свойств комплексных соединений; основные классы органических соединений и особенности их свойств; свойства органических полимеров и возможности их использования в различных сферах деятельности
		Уметь: составлять уравнения химических реакций и вести расчеты по ним; определять тепловой эффект процессов, возможность протекания химических реакций; рассчитывать константы равновесия и состав конечной равновесной системы; определять порядок реакции, константу скорости и направление химических реакций; оценивать возможность протекания реакций и величину констант равновесия; использовать представления о строении органических соединений в практических целях; оценивать свойства полимерных материалов и веществ на их основе
		Владеть: основными законами химической науки; способами решения задач по расчету объемов, масс и количеств веществ; способами оценки возможности протекания химических процессов, способами определения энергетики и равновесного состава конечного состояния термодинамической системы; методами расчета скорости химических процессов, определения порядка и констант скоростей химических реакций; основами представлений о строении органических веществ различных классов и методами их определения; сведениями о полимерных материалах и веществ на их основе

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Основные понятия и законы химии.**						
1.1	Атомно-молекулярное учение. Основные понятия химии	1	2			2	УК-1.1
1.2	Свойства основных классов неорганических соединений	1			2	3	УК-1.1
1.3	Определение молярной массы эквивалента металла (Mg, Al или Zn)	1			2	1	УК-1.1
1.4	Определение молярной массы эквивалентов веществ в реакциях ионного обмена	1			2		УК-1.1
2.0	**Раздел 2. Строение вещества.**						
2.1	Электронное строение вещества: модели строение атома, квантовые числа	1	2		2	4	УК-1.1
2.2	Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодичность изменения свойств атомов в периоде и группе	1	2			2	УК-1.1
2.3	Химическая связь. Строение молекул	1	2		2	2	УК-1.1
3.0	**Раздел 3. Закономерности химических превращений.**						
3.1	Основные положения термодинамики. Основные понятия. Первый закон термодинамики	1	2			2	УК-1.1
3.2	Функции состояния. Термохимические расчеты.	1	2				УК-1.1
3.3	Определение теплоты нейтрализации. Расчет тепловых эффектов	1			2		УК-1.1
3.4	Второй и третий законы термодинамики. Направление протекания химических процессов	1	2			3	УК-1.1
3.5	Тепловые эффекты реакций растворения	1			2		УК-1.1
3.6	Химическая кинетика. Основные понятия и определения. Факторы, влияющие на скорость реакции	1	2			1	УК-1.1
3.7	Определение константы скорости реакции	1			2		УК-1.1
3.8	Химическое равновесие в гомогенных растворах и гетерогенных системах	1	2			2	УК-1.1
3.9	Изучение влияния концентрации и температуры на	1			2		УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
	скорость реакции и смещение равновесия						
4.0	**Раздел 4. Теория растворов.**						
4.1	Растворы. Характеристика растворов. Общие свойства растворов	1	2			4	УК-1.1
4.2	Приготовление раствора и определение его концентрации	1			2	2	УК-1.1
4.3	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты	1	2		2		УК-1.1
4.4	Диссоциация воды. Водородный показатель. Буферные растворы	1	2				УК-1.1
4.5	Гидролиз солей. Факторы, влияющие на гидролиз	1	2		2	2	УК-1.1
4.6	Малорастворимые электролиты. Условия выпадения осадков	1			2	2	УК-1.1
5.0	**Раздел 5. Электрохимические системы.**						
5.1	Окислительно-восстановительные процессы	1	2		2	2	УК-1.1
5.2	Основы электрохимии. Химические источники тока	1	2		2	2	УК-1.1
5.3	Основы электролиза. Законы электролиза	1	2		2	2	УК-1.1
5.4	Коррозионные разрушения. Защита металлов от коррозии	1	2		2	2	УК-1.1
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				
6.0	**Раздел 6. Основы координационной химии.**						
6.1	Координационные соединения. Основные понятия. Классификация и номенклатура комплексных соединений	2	2		2	2	УК-1.1
6.2	Химическая связь в комплексных соединениях. Свойства комплексных соединений	2	2		2	2	УК-1.1
6.3	Равновесие в растворах комплексных соединений	2			2	2	УК-1.1
6.4	КР на тему: Комплексные соединения. Строение и свойства	2			2	2	УК-1.1
7.0	**Раздел 7. Основы органической химии и ВМС.**						
7.1	Особенности химии углеводородов: строения, свойства, типы реакций и реагентов. Основные типы химических реакций	2	4			2	УК-1.1
7.2	Получение и изучение основных классов органических веществ	2			4		УК-1.1
7.3	Качественные реакции на функциональные группы органических соединений	2			2		УК-1.1
7.4	Органические кислоты и их производные	2				3	УК-1.1
7.5	Углеводы. Моно- и дисахариды	2				4	УК-1.1
7.6	Высокомолекулярные вещества. Получение синтетических полимеров	2			2	8	УК-1.1
7.7	КР на тему: Органические соединения и их свойства	2			2	2	УК-1.1
8.0	**Раздел 8. Дисперсные системы и поверхностные явления.**						
8.1	Поверхностные явления и дисперсные системы. Классификация систем. Методы получения получения коллоидных частиц	2	2			6	УК-1.1
8.2	Получение золей. Определение заряда частиц	2			4		УК-1.1
8.3	Строение мицеллы лиофобного золя. Способы получения золей	2				4	УК-1.1
8.4	Устойчивость коллоидных частиц. Коагуляция коллоидов. Строение двойного электрического слоя. Электрические свойства коллоидов.	2	2			2	УК-1.1
8.5	Определение порога коагуляции золей электролитами	2			4	4	УК-1.1
8.6	Определение электрокинетического потенциала методом электрофореза	2			4	4	УК-1.1
8.7	Оптические и структурно-механические свойства дисперсных систем	2	2			2	УК-1.1
8.8	Адсорбция на поверхности фаз	2	3		4	4	УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
8.9	Грубодисперсные системы	2				4	УК-1.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	2					
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		51		68	97	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Глинка, Н. Л. Общая химия : учеб. пособие / Н. Л. Глинка ; ред.: А. И. Ермаков. — Изд. 30-е, испр. — М. : Интеграл-Пресс, 2010. — 727 с. — Текст : непосредственный.	48

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Руссавская, Н. В. Химические системы. Основные классы неорганических соединений : учеб. пособие по дисциплине "Химия" / Н. В. Руссавская, Г. А. Якимова ; ред. Н. А. Корчевин ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. — Иркутск : ИрГУПС, 2015. — 67 с. — Текст : непосредственный.	390
6.1.2.2	Строение вещества : учеб. пособие по дисциплине "Химия" / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. ; сост. Л. М. Синеговская. — Иркутск : ИрГУПС, 2012. — 136 с. — Текст : непосредственный.	195
6.1.2.3	Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ. ; сост.: Г. А. Якимова, Н. В. Руссавская, С. В. Ясько ; ред. Н. А. Корчевин. — Иркутск : ИрГУПС, 2014. — 99 с. — Текст : непосредственный.	278
6.1.2.4	Химия : сб. задач / сост.: С. В. Ясько, Г. А. Якимова. — Иркутск : ИрГУПС. — Ч. 1. — 144 с. — Текст : непосредственный.	278
6.1.2.5	Химия : сб. задач в 2 ч. / ред. Н. В. Руссавская ; сост.: Г. А. Якимова, С. В. Ясько. — Иркутск : ИрГУПС. — Ч. 2. — 102 с. — Текст : непосредственный.	289

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Руссавская, Н. В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.11 Химия по направлению подготовки 23.03.01 Техносферная безопасность, профиль Безопасность технологических процессов и производств / Н. В. Руссавская ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 17 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_68902_1486_2026_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/

6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

6.3.1 Базовое программное обеспечение

6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	Не предусмотрено
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-313 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Учебная аудитория Г-201 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Лаборатория Г-111 «Комплексная лаборатория» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель термостат суховоздушный; весы электронные; весы лабораторные; карманный pH-метр.
5	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал

	предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Химия» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.

	Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Института, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе прохождения практики;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует практика. Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Практика «Химия» участвует в формировании компетенций:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
1 семестр				
1.0	**Раздел 1. Основные понятия и законы химии**			
1.1	Текущий контроль	Атомно-молекулярное учение. Основные понятия химии	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
1.2	Текущий контроль	Свойства основных классов неорганических соединений	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
1.3	Текущий контроль	Определение молярной массы эквивалента металла (Mg, Al или Zn)	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
1.4	Текущий контроль	Определение молярной массы эквивалентов веществ в реакциях ионного обмена	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.0	**Раздел 2. Строение вещества**			
2.1	Текущий контроль	Электронное строение вещества: модели строение атома, квантовые числа	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.2	Текущий контроль	Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодичность изменения свойств атомов в периоде и группе	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Химическая связь. Строение молекул	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.0	**Раздел 3. Закономерности химических превращений**			
3.1	Текущий контроль	Основные положения термодинамики. Основные понятия. Первый закон термодинамики	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.2	Текущий контроль	Функции состояния. Термохимические расчеты.	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.3	Текущий контроль	Определение теплоты нейтрализации. Расчет тепловых эффектов	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.4	Текущий контроль	Второй и третий законы термодинамики. Направление протекания химических процессов	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
3.5	Текущий контроль	Тепловые эффекты реакций растворения	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.6	Текущий контроль	Химическая кинетика. Основные понятия и определения. Факторы, влияющие на скорость реакции	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.7	Текущий контроль	Определение константы скорости реакции	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.8	Текущий контроль	Химическое равновесие в гомогенных растворах и	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		гетерогенных системах		Тестирование (компьютерные технологии)
3.9	Текущий контроль	Изучение влияния концентрации и температуры на скорость реакции и смещение равновесия	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.0	**Раздел 4. Теория растворов**			
4.1	Текущий контроль	Растворы. Характеристика растворов. Общие свойства растворов	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Приготовление раствора и определение его концентрации	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.3	Текущий контроль	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.4	Текущий контроль	Диссоциация воды. Водородный показатель. Буферные растворы	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.5	Текущий контроль	Гидролиз солей. Факторы, влияющие на гидролиз	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.6	Текущий контроль	Малорастворимые электролиты. Условия выпадения осадков	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.0	**Раздел 5. Электрохимические системы**			
5.1	Текущий контроль	Окислительно-восстановительные процессы	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.2	Текущий контроль	Основы электрохимии. Химические источники тока	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
5.3	Текущий контроль	Основы электролиза. Законы электролиза	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
5.4	Текущий контроль	Коррозионные разрушения. Защита металлов от коррозии	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия и законы химии. Раздел 2. Строение вещества. Раздел 3. Закономерности химических превращений. Раздел 4. Теория растворов. Раздел 5. Электрохимические системы.		Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)
2 семестр				
6.0	**Раздел 6. Основы координационной химии**			
6.1	Текущий контроль	Координационные соединения. Основные понятия. Классификация и номенклатура комплексных соединений	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)

6.2	Текущий контроль	Химическая связь в комплексных соединениях. Свойства комплексных соединений	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
6.3	Текущий контроль	Равновесие в растворах комплексных соединений	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
6.4	Текущий контроль	КР на тему: Комплексные соединения. Строение и свойства	УК-1.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
7.0	**Раздел 7. Основы органической химии и ВМС**			
7.1	Текущий контроль	Особенности химии углеводородов: строения, свойства, типы реакций и реагентов. Основные типы химических реакций	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
7.2	Текущий контроль	Получение и изучение основных классов органических веществ	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
7.3	Текущий контроль	Качественные реакции на функциональные группы органических соединений	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
7.4	Текущий контроль	Органические кислоты и их производные	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
7.5	Текущий контроль	Углеводы. Моно- и дисахариды	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
7.6	Текущий контроль	Высокомолекулярные вещества. Получение синтетических полимеров	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
7.7	Текущий контроль	КР на тему: Органические соединения и их свойства	УК-1.1	Контрольная работа (КР) (письменно)
8.0	**Раздел 8. Дисперсные системы и поверхностные явления**			
8.1	Текущий контроль	Поверхностные явления и дисперсные системы. Классификация систем. Методы получения получения коллоидных частиц	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
8.2	Текущий контроль	Получение золей. Определение заряда частиц	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно)
8.3	Текущий контроль	Строение мицеллы лиофобного золя. Способы получения золей	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
8.4	Текущий контроль	Устойчивость коллоидных частиц. Коагуляция коллоидов. Строение двойного электрического слоя. Электрические свойства коллоидов.	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно)
8.5	Текущий контроль	Определение порога коагуляции золей электролитами	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
8.6	Текущий контроль	Определение электрокинетического потенциала методом электрофореза	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
8.7	Текущий контроль	Оптические и структурно-механические свойства дисперсных систем	УК-1.1	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
8.8	Текущий контроль	Адсорбция на поверхности фаз	УК-1.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Разноуровневые задачи (задания/письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
8.9	Текущий	Грубодисперсные системы	УК-1.1	Тестирование

	контроль			(компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 6. Основы координационной химии. Раздел 7. Основы органической химии и ВМС. Раздел 8. Дисперсные системы и поверхностные явления.		Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения практики включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения;	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
3	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
4	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
4	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«не удовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи (задания)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа. Не было попытки решить задачу

Тестирование

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«не удовлетворительно»

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Типовые контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец заданий для выполнения контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы
на тему: «Комплексные соединения. Строение и свойства»

Задание 1. Укажите основные положения координационной теории Вернера.

Ответ*: Согласно теории Вернера: в центре любого комплексного соединения находится комплексообразователь (к.о). Вокруг него располагаются лиганды, связанные с к.о. донорно-акцепторным взаимодействием. Комплексообразователь и лиганды образуют внутреннюю сферу (комплексный ион), отделенный от внешней сферы квадратными скобками. Во внешней сфере имеется противоин, который компенсирует заряд на внутренней сфере.*

Задание 2. Для приведенных комплексных соединений:

1) $\mathbf{[CrCl_2(H_2O)_2(NH_3)_2]Cl}$; 2) $\mathbf{[Pt(CN)_2(NH_3)_2]}$; 3) $\mathbf{\underline{K[Ag(CN)_2]}}$.

а) дайте названия. Укажите класс соединения (основания, соли и т.д.) и функции всех частиц в комплексном соединении.

Ответ: хлорид дихлородиаквадиамминхрома(III)- соль. $[CrCl_2(H_2O)_2(NH_3)_2]^+$ *- внутренняя сфера,* Cl^- *- внешняя; Cr – комплексообразователь, 2Cl, 2* (H_2O)*, 2* (NH_3) *– лиганды.*

б) определить величину и знак заряда комплексных ионов (комплексов).

Ответ: $[CrCl_2(H_2O)_2(NH_3)_2]^+$, с.о. = +1.

в) найти заряд и координационное число комплексообразователя.

Ответ: С.о. хрома +3; к.ч. = 6.

Для комплексного иона из подчеркнутого соединения написать уравнения вторичной диссоциации по каждой из ступеней, итоговые уравнения диссоциации и выражения для констант нестойкости $K_{нест}$.

Задание 3. Напишите формулы комплексных соединений, состав которых отражают приведенные ниже формулы, и уравнения диссоциации этих соединений (к.ч. комплексообразователя (б) равно 6). Для соединения (а) напишите уравнение диссоциации комплексного иона и выражение для константы нестойкости: а) $AuCN \cdot KCN$; б) $NaF \cdot AlF_3 \cdot 2H_2O$.

Ответ: а) $AuCN \cdot KCN = K[Au(CN)_2]$; *б)* $NaF \cdot AlF_3 \cdot 2H_2O = Na[Al(H_2O)_2F_4]$.

$K[Au(CN)_2] \rightarrow K^+ + [Au(CN)_2]^-$; $[Au(CN)_2]^- \leftrightarrow Au^+ + 2CN^-$;

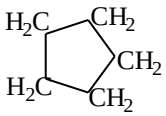
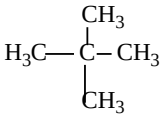
$K = [Au^+][CN^-]^2/[[Au(CN)_2]^-]$.

Задание 4. Напишите эмпирические формул следующих соединений:

1) гексацианоферрат (III) калия; *Ответ:* $K[Fe(CN)_6]$
2) дицианоаргентат (I) калия; *Ответ:* $K[Ag(CN)_2]$
3) тетрародоноплатинат (II) калия; *Ответ:* $K[Pt(SCN)_4]$
4) пентанитробромоплатинат (IV) калия. *Ответ:* $K[Pt(NO_3)_5Br]$

Задание 5. Вычислите концентрацию ионов кадмия в 0,1 М растворе $K_2[Cd(CN)_4]$, содержащем в избытке 0,1 моль KCN в литре раствора. *Ответ:* $1{,}4 \cdot 10^{-16}$ *моль/л.*

Образец типового варианта контрольной работы
на тему: «Органические соединения и их свойства»

Задание 1. Гомологический ряд алканов описывается общей формулой:	**Варианты ответов:** а) C_nH_{2n} б) C_nH_{2n+1} в) $\mathbf{C_nH_{2n+2}}$ г) C_nH_{2n-1}
Задание 2. Соединение $C_6H_5CH_3$ является представителем ряда …	**Варианты ответов:** а) алифатических углеводородов б) **ароматических углеводородов** в) алкинов г) алкенов
Задание 3. Гидроксильная группа имеется в следующих соединениях …	**Варианты ответов:** а) **фенолах** б) галогенах в) аминах г) эфирах
Задание 4. Следующие пары химических веществ являются гомологами …	**Варианты ответов:** а) этан и толуол б) **этан и декан** в) этан и метанол г) этан и этилен
Задание 5. Изомером 2-метилбутана является следующее вещество … **Ответ: б**	**Варианты ответов:** а)  б)  в) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ г) $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$

Задание 6. В пропане связи углерод–углерод	**Варианты ответов:** а) **одинарные** б) двойные в) полуторные г) π-связи
Задание 7. Одно из четырех утверждений неверно. Какое?	**Варианты ответов:** а) метан горит на воздухе б) метан окисляется азотной кислотой в) метан реагирует с газообразным хлором по цепному механизму г) **метан участвует в реакциях присоединения**
Задание 8. При сильном нагревании этанола с концентрированно серной кислотой в качестве основного продукта образуется	**Варианты ответов:** а) сульфат б) **этилен** в) сложный эфир г) **простой эфир**
Задание 9. Метан в определенных условиях реагирует	**Варианты ответов:** а) с соляной кислотой б) с серной кислотой в) с фосфорной кислотой г) **с азотной кислотой**
Задание 10. При реакции бензола с азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты образуется	**Варианты ответов:** а) **нитробензол** б) анилин в) фенол г) тринитротолуол
Задание 11. Взаимодействие метана с хлором на свету	**Варианты ответов:** а) требует нагревания б) требует присутствия катализатора в) идет поглощение тепла г) **реакционная смесь может взорваться**
Задание 12. Метильная группа толуола повышает электронную плотность в ядре в положениях	**Варианты ответов:** а) 2,3,4 б) 2,3,5 в) 2,4,5 г**) 2,4,6**
Задание 13. Образование полиэтилена из этилена – результат реакции	**Варианты ответов:** а) гидрирования двойной связи б) гидрогенизации в) **полимеризации** г) изомеризации
Задание 14. Образованию метана из водорода и углерода по реакции $C + 2H_2 \Leftrightarrow CH_4 + 75$ кДж/моль способствует	**Варианты ответов:** а) нагревание выше 1000°С б) охлаждение до 0°С в) уменьшения давления г) **повышение давления**
Задание 15. При пропускании газообразного вещества через бромную воду, имеющую бурую окраску, раствор обесцветился. Это вещество	**Варианты ответов:** а) этан б) этанол в) **этилен** г) уксусная кислота
Задание 16. Природным сырьем для получения метана является	**Варианты ответов:** а) **природный газ** б) нефть в) каменный уголь г) попутный нефтяной газ
Задание 17. Метан в промышленности получают	**Варианты ответов:** а) по реакции $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ при высокой температуре без катализатора

	б) по реакции $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ при высокой температуре с катализатором в) по реакции $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ при высоком давлении г) **химическим способом метан в промышленности не получают**
Задание 18. Гидрирование непредельных жиров используется	**Варианты ответов:** а) **для получения твердых жиров из жидких** б) для получения жидких жиров из твердых в) для растворения непредельных жиров в воде г) для перегонки веществ
Задание 19. Фруктоза отличается от глюкозы	**Варианты ответов:** а) молекулярной массой б) числом гидроксильных групп в) числом С=О групп г) **положением С=О групп**
Задание 20. Аминокислоты – органические вещества, в которых имеется	**Варианты ответов:** а) группа –COOH б) группа – NO_2 в) группа –NH_2 г) **группа –NH_2 и группа –COOH**

3.2 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Типовые контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Определение молярной массы эквивалентов веществ в реакциях ионного обмена»

1. По заданному условию для газа определите все остальные его характеристики (незаполненные графы).

Вари-ант	Газ	Масса газа, г	Объем газа, л		Абсолютная масса 1 моле-кулы	Количество вещества, моль	Число молекул
			при Т=290К, Р=100 кПа	при н.у.			
3	Cl_2	2					

Ответ: *$\nu = 0{,}028$ моль, $N = 1{,}7\cdot10^{22}$, $m_o = 1{,}18\cdot10^{-22}$, $V_o = 0{,}627$ л, $V_{T,P} = 0{,}672$ л.*

2. Допишите уравнения реакций, не изменяя коэффициенты. Укажите фактор эквивалентности основания и кислоты.

Вариант	**Уравнение**	**Уравнение**
4	$Fe(OH)_3 + 2\ HNO_3 \rightarrow$	$KOH + H_2S \rightarrow$

Ответ:

$Fe(OH)_3 + 2\ HNO_3 \rightarrow FeOH(NO_3)_2 + 2H_2O$, $f_{экв}(Fe(OH)_3) = ½$, $f_{экв}(HNO_3) = 1$

$KOH + H_2S \rightarrow KHS + H_2O$, $f_{экв}(KOH) = 1$, $f_{экв}(H_2S) = 1$.

3. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла и с помощью Периодической системы элементов, определите металл, при взаимодействии 1 г которого с разбавленной соляной кислотой выделится водород объемом V, измеренном при давлении р и температуре Т.

№	**V, л**	**P, мм рт. ст.**	**T, °C**

3	1,020	735	19

Ответ : *$M_{экв}$ = 12,15 г/моль, A = 24,3, металл Mg.*

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Электронное строение вещества: модели строение атома, квантовые числа»

Задание 1. Для приведенных в таблице элементов: **а)** изобразите графически (с помощью квантовых ячеек) электронную структуру атомов элементов в нормальном и возбужденном состоянии; **б)** составьте электронные формулы для нормального и возбужденного состояния; **в)** запишите набор квантовых чисел для валентных электронов (в невозбужденном и возбужденном состоянии); **г)** с помощью электронной формулы опишите местоположение элемента в периодической системе (период, группа, подгруппа) и предскажите главные химические свойства (металл или неметалл, степень окисления, формулы и характер оксидов)

Вариант	Элементы
10	As, Co

Ответ: *Элемент мышьяк As: в невозбужденном состоянии – $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^3$;*

n	4	4	4	4	4
l	0	0	1	1	1
m	0	0	–1	0	1
s	1/2	–1/2	1/2	1/2	1/2

в возбужденном состоянии – $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}\mathbf{4s^14p^34d^1}$

n	4	4	4	4	4
l	0	1	1	1	2
m	0	–1	0	1	–2
s	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2

Мышьяк – элемент 4 периода пятой группы главной подгруппы, неметалл, высшая степень окисления +5; низшая степень окисления –3; может проявлять +3. Оксиды кислотные: As_2O_5, As_2O_3.

<u>Элемент кобальт Co</u>: в невозбужденном состоянии – $1s^22s^22p^63s^23p^6\mathbf{3d^74s^2}$**;**

n	3	3	3	3	3	3	3	4	4
l	2	2	2	2	2	2	2	0	0
m	-2	-1	0	1	2	-2	-1	0	0
s	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-1/2	-1/2	1/2	-1/2

в возбужденном состоянии –$1s^22s^22p^63s^23p^6\mathbf{3d^74s^24p^1}$

n	3	3	3	3	3	3	3	4	4
l	2	2	2	2	2	2	2	0	1
m	-2	-1	0	1	2	-2	-1	0	-1
s	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-1/2	-1/2	1/2	1/2

Кобальт – элемент 4 периода, восьмой группы побочной подгруппы, металл, степень окисления +2, +3. CoO – основный оксид, Co_2O_3 – с долей амфотерности.

Задание 2

- Покажите распределение валентных электронов по орбиталям для каждого атома в рассматриваемых молекулах;
- Определите механизм образования связи и ее вид;
- Определите полярность связи;
- Укажите, имеет ли место гибридизация, ее вид;

- Покажите геометрическую структуру молекул;
- Определите полярность молекул.

Вариант	Молекулы
4	GaI_3; $COCl_2$

Ответ: а) молекула GaI_3: галлий Ga: [Ar] $3d^{10}4s^24p^1 \rightarrow Ga^*$: [Ar] $3d^{10}4s^14p^2$; йод I: [Kr] $4d^{10}5s^25p^5$.
Связь образована по обменному механизму, с высокой долей ионности (сильно полярная ковалентная). Молекула имеет строение плоского треугольника, т.к. галлий находится в состоянии sp^2-гибридизации. Связь галлий-йод полярная, молекула – неполярна.
б) молекула $COCl_2$: углерод C: [He] $2s^22p^2 \rightarrow C^*$: [He] $2s^12p^3$; O: [He] $2s^22p^4$; Cl: [Ne] $3s^23p^5$. Связь образована по обменному механизму, полярная ковалентная. Молекула имеет угловое строение, углерод находится в состоянии sp^2-гибридизации. Связи C-O и C-Cl полярны, молекула –полярна.

Образец заданий для решения разноуровневых задач «Энергетика химических превращений»

Дано уравнение реакции (см. номер задачи в табл. 4.1):

1. Запишите термохимическое уравнение реакции. Вычислите изменение энтальпии реакции $\Delta_r H^0_{298}$ и определите, является ли данная реакция экзо- или эндотермической.

2. Вычислите, какое количество теплоты Q выделяется или поглощается в ходе химической реакции для заданной массы m или объема V одного из вступивших в реакцию веществ.

3. По виду уравнения реакции, не прибегая к расчетам, определите знак изменения энтропии реакции $\Delta_r S^0_{298}$. Вычислите изменение энтропии реакции в стандартных условиях, объясните знак $\Delta_r S^0_{298}$.

4. Определите, какой из факторов, энтальпийный или энтропийный, способствует самопроизвольному течению реакции.

5. Вычислите энергию Гиббса прямой реакции в стандартных условиях $\Delta_r G^0_{298}$ и определите, в каком направлении при 298 К (прямом или обратном) будет протекать реакция.

6. Определите температуру, при которой реакция находится в равновесии ($T_{равн}$).

7. Рассчитайте $\Delta_r G^0_T$ при

$$T_1 = T_{равн} - 100;$$
$$T_2 = T_{равн} + 100.$$

Таблица 4.1

Данные к задачам 81–100

Номер задачи	Уравнение реакции aA + bB = cC + dD	m_A, г	V_B, л
84	$2NF_3$(г) + O_2(г) = $2NOF_3$(г)	42,6	

Ответ: 1. *$2NF_3$(г) + O_2(г) = $2NOF_3$(г); ΔH = – 110, 6 кДж. Так теплота выделяется ($\Delta H < 0$) то это реакция экзотермическая.*
2. При сгорании 42,6 г NF_3 выделится 33,18 кДж тепла.
3. По уравнению реакции можно предположить, что энтропия системы уменьшается, так как уменьшается суммарный объем газов и системы становиться более сложной.
Подтверждаем расчетом: ΔS = –171,2 Дж; значение $\Delta S < 0$, энтропия системы уменьшается.
4. Протеканию реакции способствует энтальпийный фактор ($\Delta H < 0$), и не способствует фактор энтропийный $T\Delta S$ = 298· (–0,1712) = – 51,02 кДж.
5. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ = –110,6 – (–51,2) = –59,4 кДж. Таким образом, если $\Delta G < 0$, то реакция идет в прямом направлении при стандартных условиях.
6. $T_{равн.} = \Delta H/\Delta S$ = –110,6/-0,1712 = 646 К, т.е при этой температуре система будет находится в равновесии.

$\Delta G = \Delta H - T_{равн}\,\Delta S = -110{,}6 - 646(-0{,}1712) = 0$ кДж (состояние равновесия)

7. При увеличении температуры на 100 градусов (746 К) начнет преобладать эндотермический фактор, $\Delta G > 0$, равновесие сместится в обратном направлении

$$\Delta G = \Delta H - T_1\Delta S = -110{,}6 - 746(-0{,}1712) = 17{,}12 \text{ кДж.}$$

При уменьшении температуры на 100 градусов (546 К) будет преобладать энтальпийный фактор, $\Delta G < 0$, равновесие сместится в прямом направлении:

$$\Delta G = \Delta H - T_2\Delta S = -110{,}6 - 546(-0{,}1712) = -17{,}12 \text{ кДж.}$$

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Химическая кинетика и химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах»

Дано уравнение реакции (см. номер варианта в табл. 5.1).

1. Запишите кинетические уравнения скоростей прямой $v_{пр}$ и обратной $v_{обр}$ реакций. Гомо- или гетерогенной является данная реакция?

2. Рассчитайте скорость прямой реакции в начальный момент времени $v_{о,пр}$ при $C_о$. Как изменится скорость прямой реакции к моменту времени v_t, когда прореагирует 20 % вещества *B?*

3. Рассчитайте изменение скорости прямой реакции при одновременном повышении давления в системе в 3 раза (v_p) и температуры на 20 °С при $\gamma = 2$ (для четных вариантов); при одновременном понижении давления в системе в 2 раза (v_p) и температуры на 20 °С при $\gamma = 2$ (для нечетных вариантов).

Задание 5.2. Даны уравнение реакции и исходные концентрации веществ (см. номер варианта в табл. 5.1).

1. Запишите выражение для константы равновесия химической реакции через концентрации K_C.

2. Рассчитайте равновесные концентрации всех веществ к моменту времени, когда прореагирует 30 % вещества *A* и вычислите константу равновесия.

3. Укажите направление смещения равновесия при изменении каждого из факторов ($C_{исх}$, P_i, V и T).

Таблица 5.1

Данные к задачам 101–120

Номер задачи	Задание 1, 2			Изменение внешних условий			
	aA + bB → cC + dD	$C_о$(A), моль/л	$C_о$(B), моль/л	$C_{исх}$	P_i	V	T
118	$2H_2S(г) + CH_4(г) = CS_2(г) + 4H_2(г)$	1,5	1,5	↓	↑	↑	↓

Ответ к заданию 1: 1. $\vec{v} = \vec{k} \cdot C^2(H_2S) \cdot C(CH_4)$; $\overleftarrow{v} = \overleftarrow{k} \cdot C(CS_2) \cdot C^4(H_2)$. Реакция относится к гомогенной, т.к. все реагенты в одинаковом состоянии – газы.

2.

$$\vec{v_o} = \vec{k} \cdot C^2(H_2S) \cdot C(CH_4) = \vec{k} \cdot (1{,}5)^2 \cdot 1{,}5 = 3{,}375\,\vec{k}.$$

$\vec{v_t} = \vec{k} \cdot C^2(H_2S) \cdot C(CH_4) = \vec{k} \cdot (0{,}9)^2 \cdot 1{,}2 = 0{,}972\,\vec{k}$, скорость реакции уменьшится со временем.

3. (вариант четный). При увеличении давления в системе в три раза увеличиться и концентрация каждого компонента в 3 раза, т.е скорость реакции возрастет:

$$\vec{v_P} = \vec{k} \cdot C^2(H_2S) \cdot C(CH_4) = \vec{k} \cdot (3 \cdot 1{,}5)^2 \cdot 3 \cdot 1{,}5 = 91{,}125\vec{k}.$$

При повышении температуры на 20°С скорость реакции увеличиться:

$$\vec{v_T} = v_0\gamma^2 = 3{,}375\,\vec{k} \cdot 2^2 = 13{,}5\,\vec{k}.$$

Одновременном повышении температуры и давлении скорость реакции станет равной

$$v = v_P \cdot v_T = 91{,}125 \cdot 13{,}5\,\vec{k} = 1230{,}2\,\vec{k}, \text{ т. е увеличится в } 364{,}5 \text{ раза}$$

Ответ к заданию 2: 1. $K = \frac{[CS_2][H_2]^4}{[H_2S]^2[CH_4]}$.

2. $K = \frac{0{,}225 \cdot 0{,}9^4}{1{,}05^2 \cdot 1{,}275} = 0{,}1.$

3. *При понижении концентрации исходных веществ равновесие сместится влево;*
при повышении давления равновесие сместится влево;
при повышении объема – влево;
при понижении температуры – влево (реакция эндотермическая, ΔH = 227,3 кДж).

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Растворы. Общие свойства растворов»

Задание 1. Имеется раствор вещества данной концентрации и плотности (табл. 6.1). Определите молярную концентрацию вещества (*C*), молярную концентрацию эквивалентов вещества ($C_{экв}$), массовую долю растворенного вещества (*w*, %) в растворе и титр раствора (*T*).

Таблица 6.1

Данные к задачам 121–140

Номер задачи	Вещество	ρ, г/мл	Концентрация			
			$C_{экв}$, моль/л	*w*, %	*C*, моль/л	*T*, г/мл
133	Na_2CO_3	1,05		5		

Ответ: *C = 0,495 M (0,5 M); $C_{экв}$ = 0,99 н (1 н); T = 0, 0525 г/мл.*

Задание 2. Рассчитайте температуру кипения и замерзания раствора, состав которого представлен в табл. 6.3.

Температуры кипения, кристаллизации, криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные чистых растворителей приведены в Приложении 5.1.

Таблица 6.3

Номер варианта	**Растворитель**		**Растворенное вещество**	
	Вещество	**Масса, г**	**Вещество**	**Масса, г**
6	Бензол C_6H_6	250	Камфора $C_{10}H_{16}O$	7,55

Ответ: *$T_{кип}$ = 85,42 °C; $T_{зам}$ = 4,44 °C.*

Задание 3. Раствор, содержащий 0,85 г хлорида цинка в 125 г воды, кристаллизуется при минус 0,23°С. Определите кажущуюся степень диссоциации $ZnCl_2$. ***Ответ:*** *0,735 или 73,5%.*

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Основы электрохимии. Электрохимические системы»

1. Составьте схему гальванического элемента из двух полуэлементов, напишите уравнение токообразующей реакции, рассчитайте ЭДС, ΔE и изменение свободной энергии Гиббса ΔG для составленного элемента.

Вариант	Концентрация катионов полуэлементов, моль/л	
	первого	второго
2	Mg/Mg^{2+} – 0.1	Ag/Ag^{+} – 0.01

Ответ: *анодный процесс: $Mg – 2e = Mg^{2+}$;*
катодный процесс: $Ag^{+} + e = Ag^{o}$;
ТОР: $Mg + 2Ag^{+} = Mg^{2+} + 2Ag^{o}$.
ЭДС = 3,072 В, ΔG = –592896 Дж.

2. Напишите схемы катодного и анодного процессов при электролизе раствора соли с инертными электродами. Рассчитайте массу (для газа – объем при н. у.) выделяющегося на катоде вещества при заданных условиях.

Вариант	Соль	Сила тока, А	Время
4	$CuCl_2$	2.5	25 мин.

Ответ: *катодный процесс:* $Cu^{2+} + 2e = Cu^o$;
анодный процесс: $2Cl^- – 2e = Cl_2$;
уравнение процесса: $CuCl_2 \rightarrow Cu^o + Cl_2$.
Масса выделившейся на катоде меди равна 1,24 г.

3. Два металла находятся в контакте друг с другом. Какой из металлов будет корродировать при попадании их в электролитически проводящую среду? Составьте схему коррозионного гальванического элемента и уравнения реакции анодного окисления и катодного восстановления.

Вари-ант	Контактирующие металлы	Среда электролита
1	Fe, Ag	Влажный воздух

Ответ: *анодный процесс:* $Fe, Fe – 2e = Fe^{2+}$; *катодный процесс:* $2H_2O + O_2 + 4e = 4OH^-$

$$2Fe + 2H_2O + O_2 = 2Fe(OH)_2$$

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3.$$

Схема коррозионного гальванического элемента: $(–)\ Fe|\ H_2O, O_2|\ Fe(OH)_3|\ Ag\ (+)$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Дисперсные системы. Характеристические размеры»

Дана дисперсная система с массой дисперсной фазы ***m***, плотностью дисперсной фазы ρ, с частицами дисперсной фазы определенной формы и размера: ***r*** – радиус шара, ***l*** – длина ребра куба (*варианты заданий см табл.1*).

1. Рассчитайте дисперсность системы ***D*** и удельную поверхность $S_{уд}$.
2. Определите тип системы по всем квалификационным признакам.
3. Рассчитайте параметры частицы дисперсной фазы: объем V_o , поверхность S_o, массу m_o.
4. Рассчитайте общую поверхность всех частиц ***S*** и число частиц ***N*** в дисперсной системе.

Таблица 1

Варианты заданий

вариант	**Дисперсная фаза**	**Дисперсионная среда**	**форма частиц**	***r (l), м***	$\rho \cdot 10^{-3}$, *кг/м³*	***m, кг***
1	толуол	вода	шар	$2{,}5 \cdot 10^{-7}$	0,867	0,005

Ответ: дисперсность $D = 2 \cdot 10^6$ см$^{-1}$; $S_{уд} = 12 \cdot 10^6$ м^2/м^3, $13{,}8 \cdot 10^3$ м^2/кг; $V_0 = 6{,}54 \cdot 10^{-20}$ м^3; $S_0 = 7{,}85 \cdot 10^{-13}$ м^2; $m_0 = 5{,}67 \cdot 10^{-17}$ кг; $S = 69{,}2$ м^2; $N = 8{,}82 \cdot 10^{13}$ шт.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Строение коллоидных частиц. Коагуляция под действием электролитов»

1. Золь сульфида мышьяка As_2S_3 получен пропусканием сероводорода через разбавленный раствор оксида мышьяка As_2O_3. Стабилизатором золя является сероводород. Напишите реакцию образования золя и формулу мицеллы. Определите знак заряда коллоидной частицы.

Ответ: *$As_2O_3 + 3H_2S$ (изб) $= As_2S_3 \downarrow + 3H_2O$. $\{m[As_2S_3] \cdot nHS^- \cdot (n\text{-}x)H^+\}^{x-} \cdot xH^+$.*

2. Согласно своему варианту:

– Напишите уравнение реакции образования гидрозоля **С** из веществ **А** и **В**.
– Напишите формулу мицеллы образовавшегося гидрозоля **С** при условии, что вещество **А** взято в избытке. Укажите знак заряда коллоидной часгицы.
– Укажите электролит-коагулятор, обладающий меньшим порогом коагуляции.

вариант	Вещево **А**(изб.)	Вещество **В**	Гилрозоль **С**	Электролит-коагулятор
1	NaI	$AgNO_3$	AgI	NaF, $Ca(NO_3)_2$, K_2SO_4

Ответ: *$NaI + AgNO_3 = AgI \downarrow + NaNO_3$. $\{m[AgI] \cdot nI^- \cdot (n\text{-}x)Na^+\}^{x-} \cdot xNa^+$. Коагулятором с меньшим порогом является $Ca(NO_3)_2$.*

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Определение порога коагуляции золей электролитами»

1. Чтобы вызвать коагуляцию 10,0 мл $Fe(OH)_3$, полученного гидролизом хлорида железа (III), прилили растворы следующих электролитов

Электролит	KCl	Na_2SO_4	Na_3PO_4
V, мл	8,0	1,0	0,6
C, моль/л	3,0	0,4	0,05

Рассчитайте порог коагуляции, определите знак заряда коллоидной частицы и напишите формулу мицеллы.

Ответ*: порог коагуляции, соответственно, равен: 2,4; 0,04; 0,003 моль/л.*
$\{m[Fe(OH)_3] \cdot n\, FeO^+ \cdot (n\text{-}x)Cl^-\}^{x+} \cdot xCl^-$.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Электрокинетические явления»

Задание 1. Частицы золя в водной среде при pH=6 обладают ξ-потенциалом $42{,}8 \cdot 10^{-3}$ В. На какое расстояние сместятся частицы за 20 минут. если U = 200 В, расстояние между электродами l = 0,2 м; ε = 80,1; η = $1{,}2 \cdot 10^{-3}$ Па·с? ***Ответ****: $3{,}03 \cdot 10^{-2}$ м.*

Задание 2. Рассчитайте потенциал седиментации частиц карбоната бария в водном растворе хлорида натрия, если известно, что φ =0,2; ε = 81; ξ = $40 \cdot 10^{-3}$ В; ρ – ρ_0 = $2{,}1 \cdot 10^3$ кг/м^3; η = $1 \cdot 10^{-3}$ Па; χ = $1 \cdot 10^{-2}$ Ом$^{-1}$· м$^{-1}$. ***Ответ****: $59 \cdot 10^{-3}$ В.*

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Оптические и структурно-механические свойства дисперсных систем»

Задание 1. В опыте было установлено, что интенсивность светорассеивания зависит от толщины слоя коллоидного раствора.

I_p	28,5	52,5	74,5	91,8	100,9	106,0
l, мм	2,5	4,5	6,5	8,5	9,5	10,0

Соответствуют ли эти данные уравнению Рэлея?
Ответ: *Необходимо доказать равентство* $I_{p1}/I_{p2} = l_1/l_2$

I_{p1}/I_{p2}	1,83	1,23	1,05
l_1/l_2	1,8	1,3	1,05

Равенство выполняется, таким образом данные подчиняются уравнению Рэлея.

Задание 2. Определить сдвиг частицы глины радиусом $5\cdot10^{-8}$ м в среде с вязкостью 10^{-3} Па·с при 300 К за одну секунду. ***Ответ:*** *$3\cdot10^{-6}$ м.*

Задание 3. Коэффициент диффузии молекул нитробензола в этилацетате при температуре 291,1 К равен $2{,}19\cdot10^{-9}$ м^2/с, вязкость составляет 0,00463 Пуаз. вычислите радиус молекулы нитробензола. ***Ответ****: $2{,}1\cdot10^{-10}$ м.*

Задание 4. Частицы бентонита дисперсностью D = 0,8 мкм$^{-1}$ оседают в водной среде под действием силы тяжести. Определите время оседания τ на расстояние H = 0,1 м, если плотность бентонита ρ = 2,1г/см^3. плотность среды ρ_0 = 1,1 г/см^3, вязкость среды $\eta = 2\cdot10^{-3}$ Па·с. ***Ответ****: $2{,}35\cdot10^5$ с.*

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Адсорбция на поверхности фаз»

При адсорбции углекислого газа на активированном угле были получены следующие данные:

P·10^{-2}, Н/м^2	9,9	49,7	99,8	200
A·10^3, кг/кг	32,0	70,0	91,0	102,0

Графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму Лэнгмюра.
Решение: 1. Для построения изотермы Лэнгмюра в линейных координатах рассчитаем значение P/A для каждого значения P:

P·10^{-2}, Н/м^2	A·10^3, кг/кг	P/A, (Н/м^2)/(кг/кг)
9,9	32,0	$3{,}1\cdot10^4$
49,7	70,0	$7{,}1\cdot10^4$
99,8	91,0	$10{,}9\cdot10^4$
200,0	102,0	$19{,}6\cdot10^4$

2. По полученным значениям строим изотерму адсорбции в координатах линейной формы уравнения Лэнгмюра.
3. Графически рассчитываем константы уравнения Лэнгмюра:
$tg\alpha = {}^{1}/_{A_\infty}$, $A_\infty = ctg\alpha = \frac{b}{a} = \frac{(125-50)\cdot10^2}{(12-7)\cdot10^4} = 0{,}150\,\frac{кг}{кг}$.
$\frac{1}{A_\infty K} = 2{,}5\cdot10^4\ \frac{Н\cdot м^2}{\frac{кг}{кг}}$, $K = \frac{1}{2{,}5\cdot10^4\cdot0{,}150} = 2{,}63\cdot10^{-4}\,\frac{м^2}{Н}$.

4. Рассчитываем величину адсорбции по уравнению $A = A_\infty\,\frac{K\cdot P}{1+K\cdot P}$

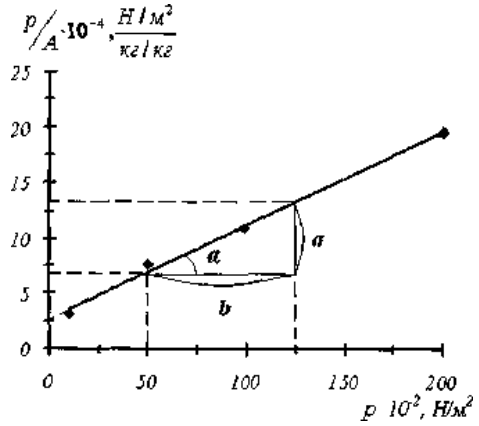


Рис. 1 Изотерма адсорбции Лэгмюра в линейных координатах

$P \cdot 10^{-2}$, Н/м^2	А, кг/кг
9,9	0,03
49,7	0,083
99,8	0,106
200,0	0,123

5. Строим изотерму адсорбции Лэнгмюра

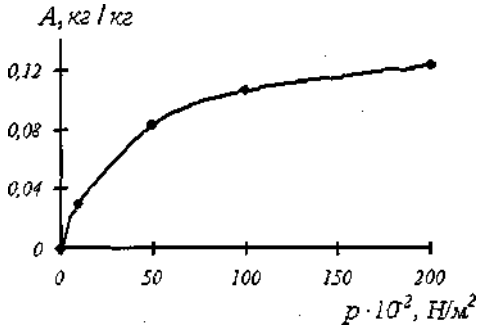


Рис.2. Изотерма адсорбции Лэнгмюра

3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по практике содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по практике

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
УК-1.1	Атомно-молекулярное учение. Основные понятия и законы химии	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
УК-1.1	Свойства основных классов неорганических соединений	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ

УК-1.1	Электронное строение вещества: модели строение атома, квантовые числа	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Периодический закон Д.И. Менделеева. Периодичность изменения свойств атомов в периоде и группе	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Химическая связь. Строение молекул	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Основы химической термодинамики	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Основы химической кинетики	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Химическое равновесие	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Общие свойства растворов	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Растворы электролитов	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Гидролиз солей	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Окислительно-восстановительные процессы	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Основы электрохимии. Химические источники тока	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ

		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Основы электролиза. Законы электролиза	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Коррозионные разрушения. Защита металлов от коррозии	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Координационные соединения. Основные понятия. Классификация и номенклатура комплексных соединений	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
УК-1.1	Строение комплексных соединений	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
УК-1.1	Химические свойства комплексных соединений	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Особенности химии углеводородов: строения, свойства, типы реакций и реагентов. Основные типы химических реакций	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
УК-1.1	Высокомолекулярные вещества. Получение синтетических полимеров	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Поверхностные явления	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Адсорбция	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
УК-1.1	Дисперсные системы, классификация	Знание	10 – ОТЗ 10– ЗТЗ
		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
УК-1.1	Электрические свойства дисперсных систем	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ

		Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Навык и (или) действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Итого	440 – ОТЗ 440 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой практики.

Образец типового варианта итогового теста,
предусмотренного рабочей программой практики

(образец одного варианта из 20 вопросов 10 - ОТЗ/ 10- ЗТЗ)

1. Вещество, образованное атомами разных химических элементов, называют _____ веществом. (**Ответ**: *сложным*)
2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ выражает закон _____. (**Ответ**: *действующих масс (ЗДМ)*)

3. Какой из кислот соответствует название «сернистая кислота»?

   а) H_2S; б) $H_2S_2O_3$; в) **H_2SO_3**; г) H_2SO_4.

4. Массовое число атома равно ….
   а) числу протонов в атоме; б) числу нейтронов в атоме;
   в) **числу нуклонов в атоме**; г) числу электронов в атоме.

5. Возбужденному состоянию атома отвечает электронная конфигурация:

   а) **$ls^22s^12p^1$**; б) $ls^22s^22p^2$; в) $ls^22s^22p^3$; г) $ls^22s^22p^63s^23p^1$

6. Магнитное квантовое число для орбиталей *d*-подуровня принимает значения …
   а) 0, 1, 2; б) – 2, – 1, 0, +1, +2;
   в) **– 1, 0, +1**; г) 1, 2, 3.

7. Для определения массовой доли растворенного вещества воспользуемся формулой …

   а) $m = V \cdot p$; б) $C = \frac{n}{V}$;

   в) $m(в-ва) = m(р-ра) - m(H_2O)$; **г)** $\omega = \frac{m(в-ва)}{m(р-ра)}$.

8. Функция, приращение которой равно теплоте, полученной системой в изобарном процессе называется _____. (**Ответ**: *энтальпией*)
9. Согласно термохимическому уравнению

   CH_4 (г) + $2O_2$ = CO_2 (г) + $2H_2O$ (г), ΔH = –802,3 кДж,

   объем метана (н.у.) необходимый для получения 15000 кДж теплоты, составляет ___ л.
   Ответ: 418,8 л.

10. Температурный коэффициент химической реакции равен 2; для увеличения скорости реакции в 8 раз температуру необходимо увеличит на ____ градусов. (**Ответ**: на 30°)

11. Для увеличения выхода аммиака по уравнению реакции

$$N_2\ (г) + 3H_2\ (г) \leftrightarrow 2NH_3\ (г),\ \Delta H < 0,$$

необходимо (*не менее 2-х ответа*):

а) понизить концентрацию азота; б) **повысить давление**;
в) повысить концентрацию аммиака; г) **понизить температуру**.

12. Любой раствор состоит как минимум из ____ компонентов, один из которых _____, а другой _____.

Ответ: *двух, растворитель, растворенное вещество.*

13. Установите соответствие между формулой электролита и числом ионов, которые образуются в результате электролитической диссоциации 1 моль электролита

Формула электролита	*Число молей ионов*
а) NH_4Br	1) 2
б) $Al_2(SO_4)_3$	2) 3
в) Na_2CO_3	3) 4
г) $FeCl_3$	4) 5
	5) 6

Ответ : а = 1; б = 4; в = 2; г = 3.

14. Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов.
а) нитрат калия; б) хлороводород; в) сульфат аммония; г) ацетат калия.

Ответ: а) нейтральная; б) кислая; в) щелочная (основная); г) кислая.

15. В окислительно-восстановительной реакции окислитель ____ (*принимает*) электроны, а восстановитель их ____ (*отдает*). Число отданных и принятых электронов в системе _____ (*одинаково*).

16. Величина равновесного потенциала кадмиевого электрода при концентрации ионов кадмия в электролите 10^{-4} моль/л, T = 298 K, φ^0 (Cd^{2+}/Cd) = – 0,402 В равна _____ (*указать значение с точностью до второго знака*).
Ответ: – 0,52 В.

17. При электролизе водного раствора сульфата никеля (II) на аноде протекает процесс:

$$2\ H_2O \rightarrow O_2 + 4\ H^+ + 4e.$$

Из какого материала может быть сделан анод:
а) из никеля; б) из меди; в) **из платины**; г) из натрия?

18. Олово содержит примесь меди. Какой из металлов будет разрушаться при коррозии в нейтральной среде? Какой процесс будет происходить на катоде …
Ответ: разрушается олово, на катоде идет восстановление среды по уравнению

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$$

19. Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах:

Формула соли	Продукты электролиза
а) Na_3PO_4	1) металл, Br_2
б) $CuBr_2$	2) металл, O_2

в) $AlBr_3$	3) H_2, O_2
	4) H_2, Br_2

Ответ: а = 3; б = 1; в = 4.

20. При обработке смеси алюминия и магния раствором гидроксида натрия выделился водород, объемом 11,2 л, а при обработке такого же количества этой же смеси соляной кислотой выделился водород объемом 33,6 л (н.у.). Определите состав смеси(в г и %). **Ответ:** масса алюминия 9 г (43 %), масса магния 12 г (57 %).

Образец типового варианта итогового теста за II семестр,
предусмотренного рабочей программой дисциплины
(образец одного варианта из 18 вопросов 9 - ОТЗ/ 9- ЗТЗ)

1. Комплексными соединениями называются:

а) сложные молекулы, способные к существованию в растворенном состоянии;
б) соединения, имеющие внутреннюю и внешнюю сферу;
в) сложные анионы и катионы, способные к существованию в кристаллическом состоянии;
г) **химические соединения, образованные сочетанием определенных компонентов и представляющие собой сложные ионы или молекулы, способные к существованию как в кристаллическом, так и в растворенном состоянии.**

2. Степень окисления иона-комплексообразователя в комплексном ионе $[Ni(NH_3)_5Cl]^+$ равна _____. (***Ответ***: *с.о. никеля равна +3*)

3. Комплексному соединению $K_3[Co(NO_2)_6(NH_3)_2]$ соответствует название …

а) **гексанитритодиаминкобальтат (Ш) калия**;
б) диаммингексанитратокобальтат (III) кальция;
в) диамингексанитрокобальтат (III) калия;
г) гексанитродиаквакарбонил калий (III).

4. При растворении $K[Al(OH)_4(H_2O)]$ в воде образуются следующие ионы ____. (***Ответ:*** $K^+ + [Al(OH)_4(H_2O)]^-$)

5. По характеру взаимодействия между частицами дисперсной фазы:

   а) **лиофильные и лиофобные**;
   б) свободнодисперсные и связнодисперсные;
   в) индифферентными и неиндифферентными;
   г) нет правильного ответа.

6. Приведите основные признаки дисперсных систем: _____ и _____ . (***Ответ***: *раздробленность и гетерогенность*)

7. Конденсация – это …

   а) **укрупнение частиц до коллоидной степени дисперсности**;
   б) дробление крупных частиц до коллоидной степени дисперсности;
   в) переход осадка в коллоидный раствор;
   г) очистка золей от примесей.

8. Отрыв молекул адсорбированных веществ от поверхности адсорбента называется _____. (***Ответ***: *десорбцией*)

9. Коллоидные частицы золя, полученного при введении в разбавленный раствор K_2SO_4 насыщенного раствора $BaCl_2$, имеют _____ заряд. (***Ответ***: *положительный*)

10. К ПАВ относятся вещества (в случае водных растворов) 1) CH_3COOH; 2) $Al(OH)_3$; 3) C_4H_9OH; 4) C_4H_9COOH:

    а) 1, 2; б) 2, 3; в) 2, 4; г) **1, 3, 4.**

11. Определить энергию Гиббса поверхности капель водяного тумана массой 4 г при температуре 293 К, если поверхностное натяжение воды равно 72,7 мДж/м^2, плотность воды 0,998 г/см^3, дисперсность частиц 50 мкм$^{-1}$. (***Ответ:*** *87,4 Дж*)

12. Для органических веществ наиболее характерной является связь …

    а) ионная;
    б) ковалентная неполярная;
    в) водородная;
    г) **ковалентная полярная**.

13. Укажите тип гибридизации атомов углерода в молекуле 2-метибутена-2. (***Ответ***: *C_1и C_2 в состоянии – sp^2, а C_3, C_4 и углерод метильной группы – sp^3-гибридизации*)

14. Установите соответствие между названием вещества и его молекулярной формулой:

Название вещества	Молекулярная формула
а) метилацетат	1) C_3H_8O
б) ацетон	2) C_3H_6O
в) метилэтиловый эфир	3) $C_3H_6O_2$
	4) C_2H_4O

Ответ: *а = 3; б = 1; в = 2.*

15. При сжигании 22,6 г органического вещества А выделилось 13,44 л (н.у.) углекислого газа, 7,2 г воды и 14,5 г хлороводорода. Плотность паров вещества А по кислороду 3,511. Установите формулу органического вещества А. (***Ответ***: *$C_3H_6Cl_2$*).

16. Процесс сшивания макромолекул каучука в результате его взаимодействия с серой при нагревании называется …

    а) структуризацией; б) поликонденсацией;
    в) **вулканизацией**; г) стабилизацией.

17. К природным веществам, имеющим полимерное строение, относится …

    а) **хитин**; б) пироксилин; в) капрон; г) полиуретан.

18. При набухании образца резины массой 50 г поглотилось 15 мл бензола (плотность 0,89 г/мл). Рассчитайте степень набухания резины. (***Ответ***: *степень набухания составляет*

0,267).

3.4 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Типовые контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Свойства основных классов неорганических соединений»

Цель работы – ознакомление с важнейшими классами неорганических соединений: оксидами, гидроксидами, солями, способами их получения и свойствами.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Неорганических соединений известно около 300 тысяч, их можно разделить на три важнейших класса – оксиды, гидроксиды и соли.

Оксиды – продукты соединения элементов с кислородом. Различают солеобразующие и несолеобразующие оксиды, а также пероксиды, которые по свойствам относятся к солям пероксида водорода H_2O_2. Пероксиды образуют щелочные (Li, Na, K, Rb, Cs) и щелочноземельные (Ca, Sr, Ba) металлы, в них атомы кислорода связаны между собой ковалентной связью (например, K_2O_2: K–O–O–K) и легко разлагаются с отщеплением атомарного кислорода, поэтому пероксиды являются сильными окислителями. Несолеобразующих оксидов немного (например, CO, NO, N2O), они не образуют солей ни с кислотами, ни с основаниями. Солеобразующие оксиды подразделяют на основные, кислотные и амфотерные.

Основные оксиды образуют металлы с низшими степенями окисления +1, +2 , их гидратами являются основания. Хорошо растворимые в воде основания щелочных металлов называются щелочами. Основания щелочно-земельных металлов (Ca, Sr, Ba) также образуются при растворении в воде соответствующих оксидов, но их растворимость меньше, к щелочам приближается только гидроксид бария Ba(OH)2. Основные оксиды реагируют с кислотными оксидами и кислотами, образуя соли:

$$CaO + CO_2 = CaCO_3;\ CuO + 2\ HCl = CuCl_2 + H_2O.$$

Кислотные оксиды образуют неметаллы (B, C, N, P, S, Cl и др.), а также металлы, расположенные в побочных подгруппах больших периодов, образующие соединения высших степеней окисления +5, +6, +7 (V, Cr, Mn и др.). Гидратами кислотных оксидов являются кислоты. Кислотные оксиды реагируют с основными оксидами и основаниями:

$$SO_2 + Na_2O = Na_2SO_3;\ N_2O_5 + 2\ NaOH = 2\ NaNO_3 + H_2O.$$

Амфотерные оксиды образуют металлы главных и побочных подгрупп средних степеней окисления +3, +4 (Al, Cr, Mn, Sn и др.), иногда +2 (Sn, Pb) , их гидраты проявляют как основные, так и кислотные свойства. Амфотерные оксиды реагируют как с кислотами, так и с основаниями:

$$Cr_2O_3 + 6\ HCl = 2\ CrCl_3 + 3\ H_2O;\ Cr_2O_3 + 2\ NaOH = 2\ NaCrO_2 + H_2O$$

Оксиды можно получить реакцией соединения элемента с кислородом:

$$2Mg + O_2 = MgO,\ 4P + 5O_2 = 2\ P_2O_5$$

или реакцией разложения сложного вещества: $CaCO_3 = CaO + CO_2$,

$$2\ Zn(NO_3)_2 = 2\ ZnO + 4\ NO_2 + O_2.$$

Гидроксиды – продукты соединения оксидов с водой, различают основные (основания), кислотные (кислоты) и амфотерные (амфолиты) гидроксиды.

Основания при диссоциации в растворе в качестве анионов образуют только гидроксид – ионы: $NaOH \rightarrow Na^{+} + OH^{-}$.

Кислотность основания определяется числом ионов OH^{-}. Многокислотные основания диссоциируют ступенчато:

$$Ca(OH)_2 \leftrightarrow (CaOH)^{+} + OH^{-},\ (CaOH)^{+} \leftrightarrow Ca^{2+} + OH^{-}.$$

Водные растворы хорошо растворимых оснований (щелочей) изменяют окраску индикаторов: в щелочных растворах **фиолетовый лакмус синеет**, **бесцветный фенолфталеин становится малиновым, метиловый оранжевый – желтым**.

Основания реагируют с кислотами, образуя соли и воду: $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$. Если основание и кислота взяты в эквимолярных отношениях, то среда становится нейтральной, а такая реакция называется реакцией нейтрализации.

Многие нерастворимые в воде основания при нагревании разлагаются:

$$Cu(OH)_2 = CuO + H_2O.$$

Щелочи получают растворением оксидов в воде: $Na_2O + H_2O = 2\ NaOH$.

Нерастворимые в воде основания обычно получают действием щелочей на растворимые соли металлов: $CuSO_4 + 2\ NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$.

Кислоты согласно теории электролитической диссоциации в качестве катиона образуют только катионы водорода H+ (точнее ионы гидроксония H_3O^{+}): $HCl = H^{+} + Cl^{-}$.

Различают кислоты бескислородные (HCl, HI, H_2S, HCN и др.) и кислородсодержащие (HNO_3, H_2SO_4, H_2SO_3, H_3PO_4 и др.).

Основность кислоты определяется числом катионов водорода, образующихся при диссоциации. Многоосновные кислоты диссоциируют ступенчато:

$$H_2SO_3 \leftrightarrow H^{+} + HSO_3^{-};\ HSO_3^{-} \leftrightarrow H^{+} + SO_3^{-}.$$

В растворах кислот **лакмус становится красным**, **метиловый оранжевый – розовым, фенолфталеин остается бесцветным.**

Кислоты получают растворением кислотных оксидов в воде:

$$P_2O_5 + 3\ H_2O = 2\ H_3PO_4$$

или по реакции обмена соли с кислотой:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3\ H_2SO_4 = 3\ CaSO_4 + 2\ H_3PO_4.$$

Амфолиты представляют собой гидроксиды, проявляющие в реакциях как основные, так и кислотные свойства. К ним относятся $Be(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Cr(OH)_3$ и др. Амфотерные гидроксиды реагируют с основаниями как кислоты, с кислотами – как основания: $Cr(OH)_3 + 3\ HCl = CrCl_3 + 3\ H_2O$; $Cr(OH)_3 + 3\ NaOH = Na_3[Cr(OH)_6]$.

Соли при диссоциации образуют катионы металлов (или ион аммония NH^{4+}) и анионы кислотных остатков: $Na_2SO_4 \leftrightarrow 2\ Na^{+} + SO_4^{2-}$, $NH_4NO_3 \leftrightarrow NH^{4+} + NO^{3-}$.

Соли различают средние, кислые и основные. Существуют также двойные соли, образованные разными металлами и одним кислотным остатком (KAl(SO4)2) и смешанные, образованные одним металлом и разными кислотными остатками (CaClOCl).

Средние соли можно рассматривать как продукты полного замещения атомов водорода в кислоте атомами металла или гидроксогрупп основания кислотными остатками: NaCl,

K_2SO_4, $AlPO_4$. Средние соли диссоциируют на катионы металла и анионы кислотных остатков: $AlPO_4 \leftrightarrow Al^{3+} + PO_4^{3-}$.

Кислые соли (гидросоли) являются продуктами неполного замещения атомов водорода многоосновных кислот атомами металла: $NaHSO_4$, $Al(H_2PO_4)_3$, $KHCO_3$.
Диссоциация кислой соли выражается уравнением: $Al(H_2PO_4)_3 \leftrightarrow Al^{3+} + 3(H_2PO_4)^{3-}$. Анион $(H_2PO_4)^{3-}$ дальнейшей диссоциации подвергается в незначительной степени.

Основные соли (гидроксосоли) являются продуктами неполного замещения гидроксогрупп многокислотного основания на кислотные остатки: $AlOHSO_4$, $MgOHCl$, $(CuOH)_2SO_4$.

Диссоциация основной соли выражается уравнением: $AlOHSO_4 \leftrightarrow (AlOH)^{2+} + SO_4^{2-}$. Катион $(AlOH)^{2+}$ дальнейшей диссоциации подвергается в незначительной степени.

Средние соли могут быть получены многими способами:

соединением металла и неметалла: $2\,Na + Cl_2 = 2\,NaCl$;

соединением основного и кислотного оксидов: $CaO + CO_2 = CaCO_3$;

вытеснением активным металлом водорода или менее активного металла:

$$Zn + 2\,HCl = H_2 + ZnCl_2,\ Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu;$$

реакцией нейтрализации: $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$;

реакцией обмена: $Ba(NO_3)_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 + 2\,NaNO_3$ и др.

Кислые соли могут быть получены в кислой среде:

$$NaOH + H_2SO_4\ (\text{избыток}) = NaHSO_4 + H_2O;$$

$$Na_3PO_4 + 2\,H_3PO_4\ (\text{избыток}) = 3\,NaH_2PO_4.$$

Основные соли могут быть получены в щелочной среде:

$$H_2SO_4 + 2\,Cu(OH)_2\ (\text{избыток}) = (CuOH)_2\,SO_4 + 2\,H_2O,$$

$$2\,CuSO_4 + 2\,NaOH(\text{недостаток}) = (CuOH)_2\,SO_4 + Na_2SO_4$$

Кислые соли при избытке щелочи и основные соли при избытке кислоты переходят в средние соли:

$$NaHSO_4 + NaOH\ (\text{избыток}) = Na_2SO_4 + H_2O,$$

$$(CuOH)_2SO_4 + H_2SO_4\ (\text{избыток}) = 2\,CuSO_4 + 2\,H_2O.$$

Для многих металлов характерны комплексные соединения, которые диссоциируют в растворе как сильные электролиты, образуя устойчивые комплексные ионы:

$$CuSO_4 + 8NH_4OH\ (\text{избыток}) = [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + [Cu(NH_3)_4]\,SO_4 + 8\,H_2O\ .$$

Степень диссоциации комплексных соединений незначительна:

$$[Cu(NH_3)_4](OH)_2 \leftrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2\,OH^-$$

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \leftrightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

Комплексные соединения многих d – металлов окрашены, что позволяет их использовать в аналитической практике для обнаружения ионов металлов.

Вопросы для подготовки к лабораторной работе:

1. Какие бинарные соединения называются оксидами? Какими способами можно получить оксиды? Приведите примеры реакций.
2. Какие вещества называются кислотами? Приведите примеры реакций получения кислот.
3. Чем определяется основность кислот? Приведите примеры кислот различной основности.
4. Какие вещества называются основаниями? Приведите примеры реакций получения оснований.
5. Чем определяется кислотность оснований? Приведите примеры оснований различной кислотности.
6. Какие химические соединения относятся к классу солей? Приведите примеры солей различных типов и способов их получения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РАЗДЕЛ 1. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ОКСИДОВ

Опыт 1. Получение оксида реакцией соединения

а) Получение оксида магния

Стружку сплава магния возьмите тигельными щипцами и внесите в пламя горелки. Опыт проводите над асбестовой сеткой или фарфоровой чашкой. Магний горит ярким белым пламенем, покрываясь белым налетом оксида магния. Напишите уравнения реакции образования оксида магния. Осторожно опустите стружку с образовавшимся оксидом в пробирку с дистиллированной водой, добавьте 2-3 капли фенолфталеина, который является индикатором на наличие ионов гидроксида, определяющих щелочную среду, отметьте окраску раствора. Напишите уравнение реакции образования гидроксида магния.

б) Получение оксида меди

Возьмите тигельными щипцами кусочек медной фольги или тонкой медной пластины и прокалите его в пламени горелки до образования черного налета оксида меди Cu (II). Напишите уравнение реакции образования оксида меди. Налейте в пробирку 1-2 мл концентрированной соляной кислоты и опустите в нее прокаленный кусочек меди. Обратите внимание на исчезновение черного налета и появление окраски раствора, характерной для комплексного иона меди (II) $[CuCl_4]^{2-}$. Отметьте эту окраску. Напишите уравнение реакции взаимодействия оксида меди с соляной кислотой, сделайте вывод о характере оксида меди – осно́вный или кислотный.

Опыт 2. Получение оксида реакцией разложения

Возьмите тигельными щипцами кусочек мела и прокалите его в пламени горелки. Напишите уравнение реакции разложения карбоната кальция. Опустите прокаленный мел в пробирку с дистиллированной водой, добавьте 2-3 капли фенолфталеина, отметьте окраску раствора, напишите уравнение реакции образования гидроксида кальция.

РАЗДЕЛ 2. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Опыт 3. Получение гидроксида никеля

Внесите по 10 капель соли никеля в 3 пробирки, добавьте в каждую ячейку по 10 капли раствора гидроксида натрия, обратите внимание на окраску образовавшегося гидроксида никеля, напишите уравнение реакции.

Проверьте растворимость гидроксида никеля в кислоте и избытке щелочи, для чего в одну ячейку добавьте 6-8 капель щелочи, в другую – 6-8 капель соляной кислоты. Напишите уравнение протекающей реакции. Укажите характер гидроксида никеля.

Опыт 4. Получение гидроксида алюминия

Внесите по 10 капель соли алюминия в 3 пробирки, добавьте в каждую ячейку по 3-5 капель раствора гидроксида натрия, напишите уравнение реакции.

Проверьте растворимость гидроксида алюминия в кислоте и избытке щелочи, для чего в одну ячейку добавьте 2-3 капли щелочи, в другую – 2-3 капли соляной кислоты. Напишите уравнение протекающих реакций. Укажите характер гидроксида алюминия.

Опыт 5. Получение гидроксида меди

В пробирку налейте 1-2 мл раствора соли меди, добавьте 3-4 мл раствора гидроксида натрия, отметьте окраску образовавшегося осадка, напишите уравнение реакции. Закрепите пробирку в держателе и осторожно нагрейте ее в пламени горелки, обратите внимание на изменение цвета осадка, напишите уравнения реакции разложении гидроксида меди.

РАЗДЕЛ 3. ПОЛУЧЕНИЕ КИСЛОТ

Опыт 6. Получение уксусной кислоты

В пробирку поместите небольшое количество кристаллического ацетата натрия CH_3COONa и по каплям прилейте соляной кислоты, обратите внимание на появление запаха уксуса, напишите уравнение реакции в молекулярной и молекулярно-ионной форме.

Опыт 7. Получение угольной кислоты

В пробирку поместите небольшой кусочек мела и прилейте раствор соляной кислоты. Опишите происходящие явления, напишите уравнение реакции в молекулярной и молекулярно-ионной форме.

РАЗДЕЛ 4. ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ

Опыт 8. Получение средней соли

Внесите 6-8 капель соли бария в пробирку, добавьте по каплям раствор сульфата натрия до видимого химического эффекта. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции в молекулярной и молекулярно-ионной форме.

Опыт 9. Получение основной соли

Внесите 1-2 капли соли кобальта в пробирку, добавьте по каплям раствора гидроксида натрия до образования голубого осадка основной соли кобальта, добавьте избыток гидроксида натрия, обратите внимание на изменение цвета осадка. Напишите уравнение реакции в молекулярной и молекулярно-ионной форме.

Опыт 10. Получение кислой соли

Налейте в пробирку 2-3 мл насыщенного раствора гидроксида кальция, добавьте по каплям раствора фосфорной кислоты до выпадения осадка средней соли фосфата кальция по реакции: $3\ Ca(OH)_2 + 2\ H_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 6\ H_2O$

В избытке фосфорной кислоты осадок растворяется с образованием кислой соли:

$Ca_3(PO_4)_2 + 4\ H_3PO_4 = 3\ Ca(H_2\ PO_4)_2$

Напишите уравнения приведенных реакций в молекулярно-ионной форме.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Дайте определение материи. Закончите определение: одной из форм существования материи является…
2. Какие формы существования материи известны?
3. Каким соотношением связаны изменения массы и энергии в ходе какого-либо процесса?
4. Приведите формулировку закона сохранения массы. Почему для химических процессов верен частный случай закона сохранения материи – закон сохранения массы?
5. Закончите следующие определения:
   а) мельчайшей химически неделимой частицей вещества является…;
   б) вид атомов, имеющих одинаковый заряд ядра, называется …;
   в) мельчайшая частица вещества, состоящая из атомов и обладающая всеми химическими свойствами данного вещества, называется … .
6. Что называется аллотропией? Чем вызвано явление аллотропии?
7. Дайте определение понятиям: «простое вещество», «сложное вещество»
8. Из каких атомов состоят молекулы: а) воды; б) оксида углерода (IV); в) соляной кислоты, г) озона, д) аммиака?
9. Что такое относительная атомная масса, относительная молекулярная масса?
10. В чем сходство и различие понятий «масса атома» и «относительная атомная масса»?
11. Что такое молярная масса вещества? В каких единицах она выражается?
12. Сформулируйте закон сохранения массы и энергии.
13. Сформулируйте закон постоянства состава.
14. Сформулируйте закон кратных отношений.
15. Сформулируйте закон простых объемных отношений.
16. Что такое парциальное давление газа в смеси? Сформулируйте закон парциальных давлений *или* закон Дальтона (Дж.Дальтон, 1801). Как рассчитать парциальное давление какого-либо компонента смеси.
17. Дайте определение понятию «моль».
18. Можно ли связать «моль» и «постоянная Авогадро»?
19. Что такое молярный объем и в каких единицах он выражается?
20. Сформулируйте закон Авогадро.
21. Как формулируется следствия из закона Авогадро? Какие условия газового состояния называются нормальными?
22. Какая связь существует между равными объемами различных газов?
23. Какая связь между относительной молекулярной массой газа и относительной плотностью? Как находят плотность одного газа по отношению к другому?
24. Сколько молекул содержится в газе объемом 22,4 $м^3$, взятом при нормальных условиях?

25. Через какой промежуточный продукт, легко разлагающийся при нагревании, можно получить оксид металла из его соли? Покажите на примерах:
    $FeCl_3 \rightarrow Fe_2O_3$; $CuSO_4 \rightarrow CuO$; $Al(CH_3COO)_3 \rightarrow Al_2O_3$.
26. Возможно ли взаимодействие между оксидами:

Li_2O и SO_3; Na_2O и BeO; Al_2O_3 и K_2O; BaO и MgO; N_2O_5 и ZnO?

27. Анализом установлено, что в образце оксида бария массовая доля примеси сульфата бария составляет 10%. Как был проведен анализ и какой объем раствора нужного реагента концентрации 2 моль/л был затрачен на обработку навески массой 5 г?
Ответ: 30 мл реагента.
28. С какими из перечисленных веществ взаимодействует соляная кислота:
MgO; $AgNO_3$; SO_3; $CuSO_4$; $Ca(OH)_2$; Cu; Fe; KOH?
29. Какие свойства гидроксидов NaOH, $Al(OH)_3$, $Ni(OH)_2$ могут быть использованы для их разделения из твердой смеси?
30. Найдите массовую долю гидроксида натрия, превратившегося в карбонат за счет поглощения углекислого газа из воздуха, если масса гидроксида возросла с 200 г до 232,5 г. Чему равен объем поглощенного при этом CO_2 (условия нормальные).
Ответ: 50%, 28 л.
31. Какими способами можно получить из данной соли другую с тем же катионом или тем же анионом:
$NaCl \rightarrow AgCl$; $Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaSO_4$;
$Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow FeCl_3$; $Na_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4$?
32. При помощи каких реакций можно осуществить следующие переходы:
а) $Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$;
б) $Zn \rightarrow ZnS \rightarrow ZnO \rightarrow (ZnOH)_2SO_4 \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Zn$.
33. Какой объем CO_2 (условия нормальные) потребуется для растворения 1,0 г свежеосажденного $CaCO_3$? Какие процессы произойдут в растворе при:
а) кипячении, б) добавлении щелочи, в) добавлении соляной кислоты?
Ответ: 0,224 л.
34. К какому классу относится каждое из следующих соединений: Cs_2O; $Na[Al(OH)_4]$; H_4SiO_4; NO_2; $[Fe(OH)_2]_2SO_4$; $Ca(HCO_3)_2$?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Определение молярной массы эквивалента металла (Mg, Al или Zn)»

Теоретическая часть

Химическим эквивалентом Э(В) называется условная или реальная частица, равная или в целое число раз меньшая соответствующей ей формульной единице:

$$Э(B) = \frac{1}{Z(B)} \cdot B, \qquad (1)$$

где *B* — формульная единица вещества — реально существующая частица, такая как атом (Cu, Na, C), молекула (N_2, KOH, $A1_2(SO_4)_3$, CO_2), ион (OH^- , SO_4^{2-} , Cu^{2+}).

Эквивалентное число Z(B) показывает, какое число эквивалентов вещества *B* условно содержится в данной формульной единице этого вещества. Величина обратная эквивалентному числу $\frac{1}{Z(B)} = f_{экв}$ называется *фактором эквивалентности.* Эквивалентное число Z всегда больше или равно 1 и является беразмерной величиной; при *Z*= 1 эквивалент соответствует формульной единице вещества.

Расчет эквивалентного числа различных формульных единиц приведен в табл. 1.

Величина эквивалентного числа, а следовательно, и эквивалента зависят от химической реакции, в которой участвует данное вещество. Например, для реакции $H_2SO_4 + 2\ KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ эквивалентное число $Z(H_2SO_4) = n(H^+) = 2$, т.к. в реакции участвуют два иона H^+ серной кислоты, и, следовательно, эквивалентом H_2SO_4 будет являться условная частица $½H_2SO_4$ ($Э(H_2SO_4) = ½\ H_2SO_4$).

В реакции $H_2SO_4 + KOH \rightarrow KHSO_4 + H_2O$ замещается только один ион водорода H^+, и

поэтому $Z(H_2SO_4) = n(H^+) = 1$, а эквивалентом кислоты является частица H_2SO_4 ($Э(H_2SO_4) = 1H_2SO_4$).

Эквивалент как частица может быть охарактеризован молярной массой $M_Э(B)$, молярным объемом $V_Э(B)$ и определенным количеством вещества $n_Э$ (B).

Количество вещества эквивалентов $n_Э$(B) вещества B равно:

$$n_Э(B) = Z(B) \cdot n(B) \qquad (2)$$

Масса одного моля эквивалентов вещества B называется молярной массой эквивалентов вещества $M_Э(B)$ и равна:

$$M_Э(B) = m(B)/n_э(B) \quad \text{или}$$

$$Mэ(B) = M(B)/Z(B) \text{ (г/моль, кг/моль).} \qquad (3)$$

Например, $M_Э(KOH) = M(KOH)/Z(KOH)$, где $Z(KOH) = n(OH^-) = 1$, следовательно, $M_Э(KOH) = 56/1 = 56$ г/моль.

Молярным объемом эквивалентов газообразного вещества $V_э(B)$ называется объем одного моля эквивалентов газообразного вещества:

$$V_Э \text{ (газа)} = V\text{газ}/n_э$$

или

$$V_э(\text{газа}) = V_M/Z(B) = 22{,}414/Z(B) \text{ (л/моль).} \qquad (4)$$

Таблица 1

Расчет эквивалентного числа различных формульных единиц

Частица	**Эквивалентное число *Z***	**Пример**
Элемент	Z(Э) = B(Э), где B(Э) – валентность элемента	$Z(S)_{H2SO4} = 6$ $Z(C)_{C02} = 4$
Простое вещество	Z(в-ва) = *n*(Э) · B(Э), где *n*(Э) – число атомов элемента; B(Э) – валентность элемента	$Z(O_2) = 2{\cdot}2 = 4$
		$Z(C1_2) = 2{\cdot}1 = 2$
Оксид	$Z(Э_2O_X) = n(Э) \cdot B(Э)$, где *n*(Э) - число атомов элемента; B(Э) — валентность элемента	$Z(H_2O) = 2{\cdot}1 = 2$
		$Z(SO_2) = 1{\cdot}4 = 4$
		$Z(A1_2O_3) = 2{\cdot}3 = 6$
Кислота	Z(к-ты) = *n* (H^+), где *n* (H^+) — число отданных в ходе реакции ионов H^+ (основность кислоты)	$Z(H_2SO_4) = 1$ – основность равна 1
		$Z(H_2SO_4) = 2$ – основность равна 2
Основание	Z(осн-я) = *n* (OH^-), где *n*(OH^-) – число отданных в ходе реакции гидроксид ионов OH^- (кислотность основания)	$Z(Ca(OH)_2) = 1$ – кислотность равна 1
		$Z(Ca(OH)_2) = 2$ – кислотность равна 2
Соль	Z(coan) = *n* (Me) · B(Me) = *n* (A) · B(A), где *n* (Me), B(Me) – число атомов металла и его валентность; *n*(A), B(A) – число кислотных остатков и их заряд	$Z(Na_2SO_4) = 2{\cdot}1 = 1{\cdot}2 = 2$
		$Z(A1_2(CO_3)_3) = 2 \cdot 3 = 3 \cdot 2 = 6$

Частица в ОВР	Z(частицы) = n_e, где n_e – число электронов, участвующих в процессе, на одну формульную единицу	$SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e \rightarrow SO_3^{2-} + H_2O$
		$Z(SO_4^{2-}) = 2$, $Z(H^+) = 1$
		$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$
		$Z(Cl^-) = 1$, $Z(C1_2) = 2$
Ион	Z(иона) = n, где n — заряд иона	$Z(SO_4^{2-}) = 2$

В химических реакциях вещества взаимодействуют согласно *закону эквивалентов* (И. Рихтер 1792 г.): в реакциях всегда участвуют равные количества вещества эквивалентов всех реагентов.

Например, для реакции $aA + вB \rightarrow cC + dD$ будут справедливы равенства:

$$n_э(A) = n_э(B) = n_э(C) = n_э(D) \qquad (5)$$

или

$$\frac{m(A)}{M_Э(A)} = \frac{m(B)}{M_Э(B)} = \frac{m(C)}{M_Э(C)} = \frac{m(D)}{M_Э(D)}. \qquad (6)$$

Если вещества газообразные, то закон эквивалентов принимает вид

$$\frac{V(A)}{V_Э(A)} = \frac{V(B)}{V_Э(B)} = \frac{V(C)}{V_Э(C)} = \frac{V(D)}{V_Э(D)}. \qquad (7)$$

Закон эквивалентов для реагирующих веществ, находящихся в растворе, выражается уравнением:

$$C_э(A) \cdot V_{р.ра}(A) = C_э(B) \cdot V_{р.ра}(B), \qquad (8)$$

где $C_Э(i) = \frac{n_Э(i)}{V_Э(i)}$ (моль/л) – молярная концентрация эквивалентов раствора i-го вещества.

Молярную массу эквивалентов металла можно определить, например, измерив объем водорода, выделившегося в ходе реакции взаимодействия известной массы активного металла с соляной кислотой $M + xHCl \rightarrow MCl_x + (x/2)H_2$.

По закону эквивалентов из соотношения

$$n_Э(M) = n_Э(H_2) \quad \text{или} \quad \frac{m(M)}{M_Э(M)} = \frac{m(H_2)}{M_Э(H_2)} \qquad (9)$$

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называют эквивалентом вещества?
2. Что называется эквивалентом вещества?
3. Как определить эквивалент вещества в химических соединениях?
4. Что показывает эквивалент в химических реакциях.
5. Что называется молярной массой эквивалента? В каких единицах она измеряется?
6. Как определить количество эквивалента?
7. Что называется эквивалентным объемом вещества?
8. Как определить эквивалентный объем газообразного вещества?
9. Чему равен эквивалент и эквивалентная масса водорода, кислорода? Какой объем занимает эквивалент водорода, кислорода?
10. Определите эквиваленты и эквивалентные массы элементов в следующих соединениях: HF, H_2O, NH_3.
11. Дайте формулировку закона эквивалентов.
12. В чем причина того, что эквивалент элемента часто не является постоянной величиной?

13. Какая взаимосвязь между молярной массой, валентностью и эквивалентной массой элемента?
14. Всегда ли постоянна масса эквивалента? Приведите примеры.
15. Какие параметры (переменные) характеризуют состояния газа?
16. К раствору, содержащему 1 г соляной кислоты, прибавили раствор, содержащий 1 г гидроксида натрия. Будет ли полученный раствор нейтральным, кислым или щелочным? Ответ подтвердите расчетом.
17. Сколько молей эквивалентов цинка вступило в реакцию с кислотой, если при этом выделилось 2,8 л водорода при н.у.?
18. Вычислите молярную массу эквивалентов металла, если $1{,}168 \cdot 10^{-3}$ кг его вытесняют из кислоты $438 \cdot 10^{-3}$ м^3 водорода, измеренного при 17 °С и давлении 98642 Па.
19. При взаимодействии 6,75 г металла с серой образовалось 18,75 г сульфида. Рассчитайте молярную массу эквивалентов металла.

Экспериментальная часть

***Цель работы*:** определить эквивалентную массу металла по количеству выделившегося водорода, сравнить полученное значение с теоретическим.

***Приборы*:** барометр, термометр, волюмометрическая установка (рис. 1): пробирка (1), газоотводная трубка (2), бюретка (3), химическая воронка (4), укрепленные на штативе.

Реактивы: раствор соляной кислоты HCl, металл Mg.

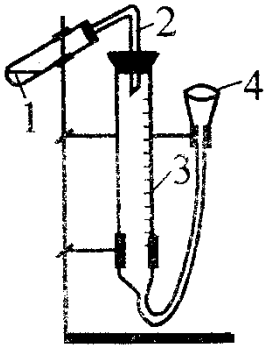


Рис. 1. Прибор для определения эквивалента металла

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя навеску металла.
2. Определить условия эксперимента:
– температуру по термометру;
– атмосферное давление по барометру, находящемуся в лаборатории.
3. Закрыть пробирку пробкой от газоотводной трубки и определить начальный уровень жидкости в бюретке ($V_{нач.}$).
4. Сняв пробирку с прибора, заполнить ее на ¼ соляной кислотой. Затем быстро опустить металл. Закрыть пробирку пробкой от газоотводной трубки, после чего закрепить на место.
5. Наблюдать растворение металла и выделение водорода. Выделяющийся водород собирается в бюретке.
6. После прекращения выделения водорода замерить конечный уровень жидкости в бюретке ($V_{кон.}$).
7. Оформить полученные данные в виде протокола по образцу (*см табл.2*).

Таблица 2

Протокол выполнения лабораторной работы

№	*Название*	*Обозначение*	*Величины*	*Единицы измерения*

1	Масса металла	m		г
2	Температура опыта	t		°С
3	Абсолютная температура опыта	T		К
4	Атмосферное давление	P		мм рт. ст.
5	Атмосферное давление	P		Па
6	Давление насыщенного водяного пара при температуре опыта	P_{H_2O}		мм рт. ст.
7	Парциальное давление водорода	P_{H_2}		мм рт. ст.
8	Парциальное давление водорода	P_{H_2}		Па
9	Исходный уровень жидкости в бюретке	$V_{нач.}$		мл
10	Конечный уровень жидкости в бюретке	$V_{кон.}$		мл
11	Объем выделившегося водорода при температуре опыта $V_{H_2} = V_{кон.} - V_{нач.}$	V_{H_2}		мл
12	Объем выделившегося водорода при н.у.	V_{o,H_2}		л
13	Масса выделившегося водорода	m_{H_2}		г
14	Эквивалентная масса водорода	$M_{Э,H_2}$		г/моль
15	Эквивалентный объем водорода	$V_{Э,H_2}$		л/моль
16	Эквивалентная масса металла теоретическая	$M_{Э,Me(т)}$		г/моль
17	Эквивалентная масса металла практическая а) через массу водорода; б) через объем водорода при н.у.	$M_{Э,Me(п)}$		г/моль
18	Ошибка опыта	ΔЭ		%

8. Написать уравнение реакции между металлом (магнием) и раствором соляной кислоты.

9. Все расчеты по приведенным ниже формулам производить в отчете.

10. Сделать вывод по работе. Объяснить отклонение практического значения от значения теоретического.

Расчеты

1. Определить парциальное давление водорода по формуле:

$$P_{H_2} = P - P_{H_2O}.$$

Давление насыщенного водяного пара (P_{H_2O}) смотрите в табл. 2.

2. Объем выделившегося водорода, при нормальных условиях (н.у.), рассчитать по объединенному газовому закону:

$$\frac{P_o V_o}{T_o} = \frac{PV}{T},$$

где P_o – атмосферное давление при нормальных условиях;
P_o = 760 мм рт. ст. = 101325 Па;

T_o – температура при нормальных условиях, T_o = 273 К;
V_o – объем водорода, измеренный при нормальных условиях, мл;
P – атмосферное давление при условиях опыта, мм рт. ст.;
T – температура при условиях опыта, К;
V – объем водорода, измеренный при условиях эксперимента, мл.

3. Массу выделившегося водорода рассчитать по уравнению состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона):

$$PV = \frac{m}{M} RT ,$$

где R – универсальная газовая постоянная (R = 8,3144 Дж/моль·К);
m, M – масса и молярная масса газообразного вещества, г; г/моль;
T – температура опыта, К;
P – давление водорода при температуре опыта, Па;
V – объем водорода при условиях эксперимента, м^3.

4. Пользуясь законом эквивалентов, определить практическое значение эквивалентной массы металла через массу водорода и объем водорода.

$$\frac{m_1}{M_{Э,1}} = \frac{m_2}{M_{Э,2}} , \qquad \frac{m_1}{M_{Э,1}} = \frac{V_{o,2}}{V_{Э,2}} ,$$

где m_1 и $M_{Э,1}$ – масса и эквивалентная масса металла, г; г/моль;

m_2 и $M_{Э,2}$ – масса и эквивалентная масса водорода, г; г/моль;

$V_{o,2}$ и $V_{Э,2}$ – объем водорода при нормальных условиях и эквивалентный объем водорода, л; л/моль.

5. Вычислить теоретическое значение эквивалентной массы магния

$$M_{Э,Mg\ (тт} = \frac{A_{Mg}}{\text{валентность}} .$$

6. По полученным значениям установить ошибку эксперимента:

$$\Delta Э_{\%} = \frac{M_{Э,Me(т)} - M_{Э,Me(п)}}{M_{Э,Me(т)}} \cdot 100 .$$

Таблица 3

Давление насыщенного водяного пара при различных температурах

Т, °С	Р(H_2O), кПа	Р(H_2O), мм рт.ст.	Т, °С	Р(H_2O), кПа	Р(H_2O), мм рт.ст.	Т, °С	Р(H_2O), кПа	Р(H_2O), мм рт.ст.
10	1,226	9,2	**15**	1,706	12,8	**20**	2,333	17,5
11	1,306	9.8	**16**	1,813	13,6	**21**	2,479	18,0
12	1,390	10,5	**17**	1,933	14,5	**22**	2,639	19,8
13	1,493	11,2	**18**	2,066	15,5	**23**	2,813	21,1
14	1,599	12,0	**19**	2,199	16,5	**24**	2,986	22,4

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Тепловые эффекты реакций растворения»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 14-20).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называется термодинамической системой? Классификация систем.
2. Что определяют параметры системы? Какие параметры характеризуют состояние системы? Какие параметры относятся к интенсивным, а какие – к экстенсивным
3. Какие величины характеризуют состояние системы? Как они называются?
4. Дайте определение понятиям *внутренняя энергия*, *теплота, работа*.
5. Каков физический смысл внутренней энергии системы как функции состояния? Можно ли значение внутренней энергии системы найти опытным путем?
6. Какой закон лежит в основе термохимии? Запишите его математическое выражение.
7. Применение первого закона к «изопроцессам» в идеальном газе: изотермический, изохорный, изобарный.
8. Дайте определение понятия «тепловой эффект реакции»?
9. Какие условия называются стандартными.
10. Что изучает термохимия? Как называются уравнения реакций, в которых указаны тепловые эффекты и агрегатное состояние веществ? Какими свойствами обладают эти уравнения?
11. Закон Гесса и следствия из него. Применение этого закона к химическим процессам (*в учебнике посмотрите, как применяется этот закон*)
12. Что называется стандартной теплотой образования вещества?
13. Что называется стандартной теплотой сгорания вещества?
14. Что называется удельной теплотой сгорания?
15. Что называется теплоемкостью? Виды теплоемкости, их взаимосвязь между собой.
16. Как зависит тепловой эффект реакции от температуры. Запишите закон Кирхгофа в дифференциальной и интегральной формах
17. Какие процессы называются самопроизвольными, несамопроизвольными?
18. Сформулируйте постулат Томсона, постулат Клаузиуса? О чем говорят эти постулаты?
19. Второй закон термодинамики.
20. Что является критерием самопроизвольности для изолированной системы?
21. Что называется фазой? Что называется фазовым переходом?
22. Третий закон термодинамики. Абсолютные значения стандартных энтропий вещества.
23. Что называется стандартной энтропией вещества?
24. Как определяется изменение энтропии системы в результате протекания определенного процесса в стандартных условиях?
25. Какой функцией состояния оценивается принципиальная возможность протекания химической реакции в стандартных условиях в закрытой системе? Условие самопроизвольности процесса.
26. Проиллюстрируйте примерами тот факт, что направление химического процесса зависит и от энтропийного, и от энтальпийного факторов?
27. Что называется стандартной энергией Гиббса образования вещества?
28. Как определяется изменение свободной энергии Гиббса системы в результате протекания определенного процесса в стандартных условиях?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Определение константы скорости реакции»

Цель работы: Ознакомиться с закономерностями протекания гомогенных реакций во времени на примере окисления ионов иода пероксидом водорода, освоить методику определения константы скорости реакции первого порядка.

Посуда и приборы: Мензурка емкостью 500 *мл*, колба емкостью 1000 *мл*, бюретка, пипетки на 10 и 20 *мл*, секундомер.

Реактивы: растворы серной кислоты (концентрация 2 *моль/л*), тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$ (концентрация 0,1 *моль/л*), крахмала (массовая доля 1%), пероксид водорода (массовая доля 15-20%); иодид калия; дистиллированная вода.

Порядок выполнения работы

Приготовить раствор из 2 г иодида калия в 400 *мл* дистиллированной воды и добавить к нему 20 *мл* раствора серной кислоты (концентрация 2 *моль/л*). К полученному раствору прибавить из бюретки 0,5 *мл* тиосульфата натрия, несколько капель крахмала и быстро влить 10 *мл* раствора пероксида водорода. Время появления первой синей окраски заметить по секундомеру (как начало опыта) и в тот же момент влить еще 0,5 *мл* тиосульфата натрия, перемешать раствор и вновь отметить по секундомеру время появления синего окрашивания. Повторить то же самое 10 – 12 раз, вливая каждый раз при появлении синего окрашивания по 0,5 *мл* тиосульфата натрия. Время добавления каждой новой порции тиосульфата натрия заносить в таблицу 1.

Таблица 1

Время *t,c*	Объем раствора тиосульфата натрия V_x, *мл*	Константа скорости реакции, *k*	Среднее значение константы скорости реакции, $k_{ср.}$

На основании полученных данных рассчитать константу скорости реакции, учитывая, что изучаемая реакция протекает по схеме:

I. $2\,KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,HI$

II. $2\,HI + H_2O_2 \rightarrow I_2 + 2\,H_2O$

III. $I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2\,NaI$

Стадии I и III практически мгновенны, так как являются ионными, и поэтому скорость процесса определяется скоростью наиболее медленной стадии II. Поскольку концентрация йода постоянна, скорость реакции зависит только от концентрации пероксида водорода. Отсюда

$$v = \frac{dC\,(H_2O_2)}{dt} = k\,C(H_2O_2) \quad \text{и} \quad k = \frac{1}{t}\,ln\frac{C_o\,(H_2O_2)}{C(H_2O_2)}.$$

Для реакции первого порядка вместо концентраций можно использовать количество вещества или объем раствора:

$$k = \frac{1}{t}ln\frac{V - 0{,}5}{V - V_x} = \frac{1}{t}ln\frac{9{,}5}{10 - V_x}\ , \quad \text{где}$$

V – объем раствора пероксида водорода, *мл*;

(V_x – 0,5) – объем раствора, пропорциональный исходной концентрации пероксида водорода, *мл;*

V_x – объем раствора тиосульфата натрия, прибавляемого к моменту времени *t, мл.*

Рассчитать среднюю константу скорости интегрально-расчетным и интегрально-графическим методами.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Изучение влияния концентрации и температуры на скорость реакции и смещение равновесия»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 21-28).

Вопросы для защиты лаболаторных работ по теме: «Химическая кинетика и равновесие»

1. Какие реакции называют гомогенными, какие гетерогенными?
2. Какие реакции называются обратимыми, какие необратимыми?
3. В каких случаях реакция протекает практически до конца? Какие необходимы для этого условия?
4. Что изучает предмет «химическая кинетика»?
5. Что называется «скоростью химической реакции?»
6. Какую скорость реакции называют истинной, средней?
7. От каких факторов зависит скорость химической реакции? Перечислите их и коротко охарактеризуйте.
8. Как формулируется закон действующих масс? К каким системам он применим?
9. Чем отличается запись кинетического уравнения для гомогенных реакций от гетерогенных?
10. Что называется порядком реакции и молекулярностью реакции?
11. Какой физический смысл константы скорости химической реакции? От каких факторов она зависит?
12. Чем объясняется увеличение скорости реакции с ростом температуры?
13. Что называется энергией активации?
14. Каким правилом определяется зависимость скорости реакции от температуры?
15. Что показывает температурный коэффициент скорости химической реакции?
16. Какая зависимость между скоростью реакции и временем ее протекания?
17. Начертите график зависимости скорости прямой и обратной реакции от времени, укажите состояние равновесия.
18. Какие реакции называются цепными? Укажите основные стадии данных реакций. В каких условиях они протекают?
19. Какие реакции можно отнести к фотохимическим?
20. Какое состояние называют химическим равновесием?
21. Можно ли сказать, что при установлении равновесия химическая реакция прекращается?
22. Что называется константой химического равновесия? От каких факторов зависит константа равновесия?
23. Как константа равновесия выражается через равновесные концентрации реагирующих веществ?
24. Каковы особенности константы равновесия для гетерогенных химических процессов?
25. Как константа равновесия взаимосвязана с изменением энергии Гиббса реакции?
26. Как влияет изменение температуры на константу равновесия? Есть ли в этом случае аналогия с температурной зависимостью константы скорости химической реакции?

27. Изменится ли состояние равновесия при введении в реакционную смесь катализатора? Какой вывод следует сделать о влиянии катализатора на константу равновесия?
28. Сформулируйте правило для определения направления смещения равновесия при изменении давления в реакциях между газообразными веществами.
29. Как влияет изменение концентрации одного из веществ на смещение равновесия в гомогенной системе?
30. Каково влияние изменения температуры на смещения равновесия в экзотермических и эндотермических реакциях?
31. Сформулируйте в общем виде принципы смещения равновесия (принцип Ле Шателье).
32. Какое явление называют катализом?
33. Что такое катализатор?
34. Приведите примеры каталитических химических реакций?
35. Что такое положительный и отрицательный катализ?
36. Какое определение можно дать ингибитору?
37. Как катализатор влияет на энергию активации химической реакции?
38. Чем отличается гомогенный катализ от гетерогенного?
39. В чем особенности ферментативного катализа?
40. В чем сущность избирательности катализаторов?
41. В чем заключается действие ингибиторов химических реакций?
42. Какие вещества называются промоторами?
43. Что такое каталитические яды?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Приготовление раствора и определение его концентрации»

Цель работы: приобретение навыков приготовления растворов определенной концентрации. Ознакомление с методами определения концентрации растворов. Практика использования титриметрического и денсиметрического методов анализа.

Приборы и реактивы. Сухая соль (х.ч.). Бюкс для взвешивания. Мерная колба на 200 мл. Цилиндры на 100 и 25 мл. Дистиллированная вода. Набор ареометров. Бюретка для титрования. Конические колбы.

Порядок выполнения работы

Опыт 1. Приготовление раствора заданной концентрации из навески вещества

1. Получить у преподавателя задание на выполнение опыта и рассчитать, сколько соли (*вещество* ***В***) и воды потребуется для приготовления указанного раствора соли заданной концентрации.

2. Рассчитать навеску (m) вещества, необходимую для приготовления раствора с заданной концентрацией, пользуясь формулой:

$$C_{\text{В}} = \frac{n_{\text{В}}}{V} = \frac{m_{\text{В}}}{M_{\text{В}} \cdot V} = \frac{m_{\text{В}} \cdot 1000}{M_{\text{В}} \cdot V}.$$

3. Взвесить в бюксе навеску вещества.

4. Необходимое количество соли перенесите в колбу для приготовления раствора и приготовить раствор в мерной колбе на 200 мл. Воду в колбу вливайте небольшими порциями при постоянном перемешивании. После растворения соли доведите раствор до метки.

5. Полученный раствор перелейте в цилиндр на 100 мл и ареометром измерьте его плотность (*см стр.58 Практикума*).

6. Сравнить полученное значение с теоретическими данными (см. табл. 2).

7. Определить погрешность измерений:

$\Delta = |\rho_{\text{опред}} - \rho_{\text{таб}}|$ – *абсолютная погрешность,*

$$\delta = \frac{\Delta}{\rho_{\text{табл}}} \cdot 100\% \text{ – относительная погрешность.}$$

Опыт 2. Установление точной концентрации полученного раствора

Для определения концентрации полученного раствора проводится титрование аналитической пробы раствором HCl с точно известной концентрацией C_{HCl} =0,1экв/л.

1. Пробу раствора отобрать цилиндром (например, 20 мл) и перенести в коническую колбу для титрования.
2. Добавить 2-3 капли индикатора «метилоранж», раствор окрасится в желтый цвет.
3. Из бюретки по каплям при постоянном перемешивании добавлять раствор *HCl* до резкого изменения цвета с желтого на оранжевый (точка эквивалентности).
4. Отметить объем кислоты, пошедшей на титрование. Опыт провести 3 раза, результаты усреднить.
5. Рассчитать точную концентрацию содового раствора по формуле

$$C_{Э(Na_2CO_3)} \cdot V_{\text{соды}} = C_{Э(HCl)} \cdot V_{\text{кислоты}}.$$

6. Определить погрешность измерений:

$$\Delta = |C_{\text{опред}} - C_{\text{зад}}| \text{ – абсолютная погрешность,}$$

$$\delta = \frac{\Delta}{C_{\text{зад}}} \cdot 100\% \text{ – относительная погрешность.}$$

7. Используя величину плотности раствора – ρ и массу вещества *m*, вычислите массовую долю вещества ω, молярную концентрацию растворенного вещества C_B, молярную концентрацию эквивалента $C_Э$, полученного раствора и мольную долю соли χ в растворе, титр раствора Т, титр раствора по определяемому веществу $T_{B/A}$.

8. Полученные результаты представьте в виде таблицы 1.

Таблица 1

Навеска вещества, *m*, г	Плотность раствора, *ρ*, г/мл	Концентрация приготовленного раствора			мольная доля соли, χ	Титр раствора, Т, г/мл	Титр раствора по опред. Веществу, $T_{B/A}$, г/мл
		моляр-ная, C_B, моль/л	молярная концентрация эквивалента, $C_Э$, моль/л	массовая доля, *w*%			

9. Сделайте вывод по работе.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называется раствором?
2. Приведите примеры растворов, различающихся по агрегатному состоянию. Что принято называть растворителем?
3. Дайте определение понятиям «растворимость», «насыщенный раствор», «ненасыщенный раствор», «пересыщенный раствор».

4. Как на основе представлений о межмолекулярных взаимодействиях, протекающих в процессе растворения, объяснить алхимическое правило: «подобное растворяется в подобном»?
5. Какого типа связи образуются в гидратах и сольватах?
6. Что представляют собой кристаллогидраты? Приведите примеры.
7. Что называется концентрацией? Какие способы выражения концентрации вы знаете?
8. Что называется массовой и молярной долей растворенного вещества?
9. Что определяет молярная концентрация и молярная концентрация эквивалента?
10. Какая концентрация называется «моляльность раствора» и что она показывает?
11. Как объяснить изменение растворимости газов в жидкости при изменении парциального давления газа и температуры системы?
12. Объясните, от чего зависит взаимная растворимость жидкостей.
13. На чем основана экстракция вещества из раствора?
14. Чем можно объяснить, что растворение некоторых твердых веществ сопровождается выделением теплоты?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Ионно-обменные реакции в растворе»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 33-36).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что понимается под электролитической диссоциацией веществ в растворах?
2. Какие факторы способствуют электролитической диссоциации веществ в растворах?
3. Объясните процесс электролитической диссоциации в воде веществ с ионным типом связи? Приведите примеры.
4. Как происходит электролитическая диссоциация в воде веществ с ковалентным типом связи? Приведите примеры.
5. Укажите факты, свидетельствующие о гидратации ионов в водных растворах.
6. Изложите основное положение теории электролитической диссоциации. Какие вещества относятся к электролитам и неэлектролитам?
7. Как объясняет теория электролитической диссоциации общие свойства: а) кислот; б) оснований?
8. Что выражает степень электролитической диссоциации?
9. Что понимается под «кажущейся» степенью электролитической диссоциации, коэффициент активности? Что характеризует коэффициент активности?
10. Что называют ионным произведением раствора и как он определяется?
11. Можно ли рассматривать процесс электролитической диссоциации как обратимую реакцию?
12. Что выражает константа электролитической диссоциации? Какую информацию можно получить из ее значения?
13. Как связана степень электролитической диссоциации слабого электролита с его концентрацией в растворе? Сформулируйте «закон разбавления».
14. Каким образом можно сместить равновесие электролитической диссоциации?
15. Какие электролиты подвергаются ступенчатой диссоциации в растворах?
16. Почему некоторые гидроксиды получили название амфотерных?
17. Как тип диссоциации и сила гидроксида зависят от полярности связей Н–О–Э?
18. Что называется ионным произведением воды? Как оно определяется?
19. Объясните, как зависит величина ионного произведения воды от температуры?

20. Как определяется водородный показатель (pH)? Почему можно ограничиться величиной pH в определении среды (в том числе и щелочной)?
21. Докажите, что pH + pOH = 14.
22. Чему равна концентрация ионов водорода и гидроксид-ионов в кислой, нейтральной и щелочной среде?
23. Как изменится pH кислого или щелочного раствора при изменении концентрации ионов водорода в 10 раз?
24. Дайте определение понятию «индикатор». Какие индикаторы вы знаете, для чего они служат? Чем еще можно определить среду раствора?
25. Какая реакция называется реакцией обмена?
26. В каких случаях возможно протекание обменной реакции между электролитами в растворах?
27. Какова форма записи в молекулярно-ионных уравнениях сильных электролитов, малодиссоциированных веществ, труднорастворимых соединений и газов?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Гидролиз солей. Факторы, влияющие на гидролиз»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 35-41).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Можно ли считать гидролиз обменной реакцией растворенного вещества с растворителем – водой? Какие другие определения Вы можете дать гидролизу?
2. Какие типы гидролиза в зависимости от состава солей известны?
3. Как гидролизуется соль образованная сильным основанием и слабой кислотой? Запишите для нее выражение для определения константы гидролиза.
4. Как протекает гидролиз для соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой? Как в этом случае выглядит константа гидролиза.
5. Какие соли не подвергается гидролизу? Почему?
6. Как гидролизуются соли образованные слабым основанием и слабой кислотой? Можно ли утверждать, что такая соль не подвергается гидролизу?
7. Какие соли подвергаются полному гидролизу?
8. Гидролиз каких солей протекает ступенчато?
9. Что называется степенью гидролиза? От чего зависит величина степени гидролиза, как она определяется?
10. Какие факторы влияют на смещение гидролиза?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Окислительно-восстановительные процессы»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 67-72).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными? Приведите примеры.
2. Как классифицируются эти реакции?
3. Какие реакции называются межмолекулярными? Ответ подтвердите примерами.

4. Какие реакции относятся к внутримолекулярным? Ответ подтвердите примерами.
5. Какие реакции называются реакциями диспропорционирования?
6. Дайте определение следующим понятиям: степень окисления, процесс окисления и процесс восстановления; окислитель и восстановитель.
7. Как определить степень окисления элемента в молекуле, в частице?
8. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства простых веществ в зависимости от положения соответствующих элементов в периодической системе Д.И. Менделеева? Приведите примеры типичных окислителей и восстановителей.
9. Покажите на примерах, как изменяются окислительно-восстановительные свойства соединений элемента в зависимости от его степени окисления.
10. По каким признакам можно отнести то или иное вещество только к окислителям, только к восстановителям или к веществам, проявляющим двойственные свойства? Приведите примеры.
11. Как составляются уравнения окислительно-восстановительных процессов с помощью метода электронного баланса?
12. Что лежит в основе электронно-ионного метода составления уравнений?
13. В каких случаях целесообразно пользоваться только методом полуреакций?
14. В чем преимущество этого метода перед методом электронного баланса?
15. Какие существуют правила при составлении окислительно-восстановительных реакций с использованием метода ионно-электронного баланса?
16. Какие факторы влияют на протекание восстановительно-окислительных реакций?
17. На примере восстановления перманганата калия покажите влияние среды на протекание восстановительно-окислительных реакций.
18. Какими кислотами обычно создается кислая среда? Почему?
19. Как концентрация окислителя и восстановителя влияет на состав продуктов реакции?
20. Как состав продуктов зависит от концентрации и степени разбавления кислот?
21. Что называется эквивалентом окислителя? Как его определить?
22. Что называется эквивалентом восстановителя? Как его определить?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Основы электролиза»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 74-85).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что такое электролиз? Сущность электролиза?
2. Дайте определение понятиям: катод, анод, катодный процесс, анодный процесс.
3. Электролиз расплавов.
4. Электролиз растворов электролитов.
5. В чем различие электролиза расплава и раствора?
6. Какова последовательность восстановительных процессов на катоде при электролизе водных растворов электролитов?
7. Каковы закономерности анодных процессов при электролизе водных растворов электролитов?
8. Какие материалы используются для электродов при электролизе?
9. Как происходит электролиз с растворимым электродом?
10. Законы Фарадея.
11. Что такое выход по току?
12. Где применяется электролиз?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Коррозия металлов. Защита металлов от коррозии»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 86-91).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что называется коррозией? Значение коррозии.
2. Классификация коррозионных процессов по условиям коррозионного процесса.
3. Классификация коррозионных процессов по характеру поражения.
4. Химическая коррозия. Покажите на примере.
5. Какую коррозию называют газовой? Ответ подтвердите примерами.
6. Электрохимическая коррозия. Покажите механизм электрохимической коррозии.
7. Роль катода при коррозии.
8. Роль анода при коррозии.
9. Какая коррозия называется коррозией с кислородной деполяризацией?
10. При каких значениях pH возможна коррозия с выделением водорода?
11. Покажите, как протекает коррозия под каплей воды.
12. Коррозия изделий, находящихся в напряженном состоянии.
13. Коррозия при контакте двух металлов.
14. Термодинамические предпосылки коррозии.
15. Факторы, влияющие на скорость протекания коррозии.
16. Как зависит скорость коррозии от кислотности среды?
17. Как протекает коррозия в естественных условиях (атмосферная, подземная, коррозия блуждающими токами)
18. Методы борьбы с коррозионными разрушениями.
19. Защитные покрытия: виды, методы нанесения, применение.
20. Какое из покрытий (катодное или анодное) эффективнее защищает металл от коррозии?
21. Электрохимическая защита: виды и механизмы действия.
22. Что такое протекторная защита? Где она применяется?
23. Как защитить металлическое сооружение от коррозии под действием блуждающих токов?
24. Что называется ингибиторами коррозии? Какие ингибиторы вы знаете.
25. Почему в железной бочке можно хранить концентрированную и нельзя хранить разбавленную серную кислоту? Почему никель устойчив в щелочной среде?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Равновесие в растворах комплексных соединений»

Методическое описание работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие соединения можно отнести к комплексным? Дайте им определение.
2. Пользуясь положением координационной теории Вернера, дайте определение следующим понятиям: а) комплексообразователь; б) лиганды; в) координационное число комплексообразователя; г) внутренняя и внешняя сферы комплекса.

3. Как определяются заряд комплексного иона и степень окисления (С.О.) комплексообразователя?
4. Какая связь между строением атомов элементов и их способность к комплексообразованию? Приведите примеры типичных комплексообразователей.
5. Приведите примеры типичных лигандов. Какие лиганды называются монодентатными и какие полидентатными?
6. Какие факторы определяют значение координационного числа?
7. Какие правила существуют для названий комплексных соединений?
8. Приведите примеры комплексных соединений: 1) с комплексным анионом; 2) с комплексным катионом; 3) являющихся неэлектролитами. Дайте им названия.
9. Дайте определения и приведите примеры основных типов комплексных соединений: 1) аквакомплексов; 2) аммиакатов; 3) ацидокомплексов.
10. Какие комплексы называются хелатными или внутрикомплексными соединениями? Укажите область применения хелатообразующих веществ.
11. Какие виды изомеризации характерны для комплексных ионов? С чем это связано?
12. Как с позиции метода валентных связей объяснить образование связей между комплексообразователем и лигандами?
13. Какие факторы определяют тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома?
14. Какие комплексы называются «внешнеорбитальными» и «внутриорбитальными»?
15. Какая связь между типом гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрической формой комплексного иона?
16. Чем обусловлены магнитные свойства комплексов? Как можно предсказать магнитные свойства комплексов с помощью теории влияния лиганд?
17. Что является количественной характеристикой устойчивости комплексных ионов?
18. Как составляется выражение общей константы нестойкости для конкретного комплексного иона? Приведите примеры.
19. Какими еще способами можно определить устойчивость комплексного иона?
20. Какими способами можно усилить диссоциацию или разрушить комплексный ион?
21. Каково соотношение между общей константой нестойкости и константами, характеризующими отдельные стадии процесса диссоциации комплексного иона?
22. В чем отличие двойных солей от комплексных? Приведите примеры двойных солей.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Качественные реакции на функциональные группы органических соединений»

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.6 Якимова, Г. А. Химия : лаб. практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 99с. (стр. 92-94).

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Общая характеристика органических соединений. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
2. Электронное строение атома углерода в органических соединениях. Гибридизация и гибридные орбитали. Валентное состояние углерода.
3. Явление изомерии. Типы изомерии.
4. Классификация органических соединений в зависимости от структуры углеводородного скелета. Чем различаются карбоциклические и гетероциклические соединения?

5. Классификация органических соединений по функциональным группам.
6. Сформулируйте правила номенклатуры органических соединений.
7. Что называется субстратом и реагентом? Дайте определение электрофильным и нуклеофильным реагентам.
8. Приведите примеры реакций электрофильного и нуклеофильного замещения как гетерогенных реакций.
9. Рассмотрите гомолитические реакции на примере реакций радикального замещения.
10. Дайте определение и приведите пример реакций элиминирования.
11. Приведите пример реакции перегруппировки. Какими могут быть реакции перегруппировки?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Высокомолекулярные вещества. Получение синтетических полимеров»

Методическое описание работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Взаимное влияние атомов в органической молекуле. Индуктивный и мезомерный эффекты.
2. Классификация органических реакций и их механизмы.
3. Химические реакции различных классов органических соединений (основные, которые характеризуют данный класс)
4. Дайте определение реакции полимеризации. Рассмотрите радикальный механизм полимеризации.
5. Дайте определение реакции поликонденсации. Какие вещества получают методами поликонденсации.
6. Дайте определение полимерам, олигомерам и мономерам. Какая взаимосвязь между ними?
7. Опишите структуру полимеров: линейную (регулярную, нерегулярную), разветвленную, сетчатую. В чем состоит различие кристаллических и аморфных полимеров.
8. Опишите строение, свойства, использование натурального каучука.
9. Опишите строение молекулы крахмала, его химические свойства и использование.
10. Опишите строение, физические и химические свойства молекул целлюлозы, применение целлюлозы для получения взрывчатых веществ и искусственных волокон.
11. Дайте характеристику белкам как высокомолекулярным веществам. Опишите строение и структуры белков, их функции в живом организме.
12. Опишите физические и химические свойства синтетических полимеров. Какое применение находят полимеры благодаря их свойствам.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Получение золей. Определение заряда частиц»

Методическое описание работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие системы называются дисперсными?
2. Признаки объектов коллоидной химии?

3. Какие способы классификации дисперсных систем вы знаете? Приведите примеры.
4. Какими методами получают дисперсные системы?
5. Какова сущность каждого метода?
6. Почему дисперсные системы термодинамически не устойчивы?
7. При каких условиях получаются устойчивые дисперсные системы?
8. Можно ли объекты окружающей среды (атмосферу, почву, природные воды и т.д.) считать дисперсными системами.
9. Что такое мицелла и каково ее строение?
10. Какими методами можно подтвердить факт получения дисперсной системы?
11. Каковы пути образования заряда на коллоидных частицах?
12. Как располагаются противоионы в мицеллах?
13. Какими оптическими свойствами обладают золи?
14. Какими молекулярно-кинетическими свойствами обладают золи?
15. Какова сущность агрегативной и кинетической устойчивости?
16. Какими электрокинетическими свойствами обладают дисперсные системы?
17. Какими методами можно очистить золи.
18. Какими методами можно исследовать золи?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Адсорбция уксусной кислоты на поверхности активированного угля»

Методическое описание работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Дайте определение процессу адсорбции. Какие виды адсорбции Вы знаете?
2. Что называют адсорбатом, адсорбтивом, адсорбентом?
3. С выделением, или поглощением тепла протекает процесс адсорбции?
4. Действием каких сил притяжения обусловлена физическая адсорбция?
5. За счёт каких сил происходит химическая адсорбция? Приведите пример хемосорбции.
6. В чем различие между химической и физической адсорбцией?
7. Существует ли резкая граница между физической и химической адсорбцией?
8. Какие факторы влияют на адсорбцию?
9. Почему адсорбция процесс самопроизвольный?
10. Что понимается под удельной площадью поверхности адсорбента?
11. В чем отличие адсорбции на твердой поверхности от адсорбции на поверхности жидкости?
12. Какие две величины применяют для количественного описания адсорбции?
13. Что понимается под гиббсовской адсорбцией?
14. Как рассчитать гиббсовскую адсорбцию из раствора и построить изотерму адсорбции?
15. На каких основных положениях основывается теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра?
16. Какие уравнения используются для описания процессов адсорбции?
17. В чем сущность графического метода определения констант в уравнении Фрейндлиха?
18. Сформулируете правило уравнивания полярности Ребиндера. Какие можно сделать выводы из этого правила?
19. Изменение изобарноизотермического потенциала процесса

адсорбции уксусной кислоты на поверхности угля меньше нуля. О чем это говорит?
20. Какой частью молекулы уксусной кислоты происходит её адсорбция на поверхности угля?

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену
(для оценки знаний)

Раздел 1. Основные законы и понятия химии

1. Основные понятия химии (молекула, атом, простое и сложное вещество, моль, относительная атомная и молекулярная массы.)
2. Классы неорганических соединений. Определение, химические свойства, генетическая связь между ними.
3. Типы химических реакций.
4. Закон сохранения массы.
5. Закон постоянства состава.
6. Закон кратных отношений.
7. Закон Авогадро, следствия из закона Авогадро.
8. Эквивалент. Закон эквивалентов. Определение эквивалента сложного вещества. Молярная масса эквивалента и способы ее определения для простого и сложного вещества. Эквивалентный объем.
9. Основные газовые законы.

Раздел 2. Строение вещества

10. Атом и его строения. Модели строения атома: по Резерфорду, Бору, современные представления. Достоинства и недостатки каждой из этих моделей.
11. Квантовые числа: главное квантовое число, орбитальное квантовое число, магнитное квантовое число, спиновое. Характеристика квантовых чисел и их значения.
12. Строение многоэлектронных атомов. Принцип минимальной энергии. Принцип запрета Паули. Правила Клечковского. Правило Гунда.
13. Периодический закон и периодическая система. Структура периодической системы.
14. Периодические свойства элементов. Изменение атомного радиуса, энергия ионизации, сродство к электрону и электроотрицательность.
15. Химическая связь. Основные характеристики связи.
16. Виды химических связей. Ионная и металлическая связь. Их характеристика и особенности.
17. Ковалентная связь. Разновидности ковалентной связей. Характеристика ковалентной связи (направленность, насыщенность, полярность).
18. Гибридизация. Основные положения этой теории (модели). Основные принципы использования этих моделей.
19. Типы кристаллических решеток, реализуемых в различных веществах. Характеристика связей в них.

Раздел 3. Основные закономерности протекания химических процессов

20. Термодинамика. Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем.
21. Параметры системы и характеристические функции. Виды процессов.
22. Внутренняя энергия, теплота, работа. Определение, характеристика и их взаимосвязь.
23. Энтальпия системы и ее изменения.
24. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения.
25. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Термохимические расчеты.

26. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Изменения энтропии при химической реакции.
27. Энергия Гиббса и направленность химической реакции. Энергия Гиббса образования веществ, химической реакции. Изотерма Вант-Гоффа.
28. Химическая кинетика. Скорость химической реакции: определение, факторы, влияющие на скорость реакции.
29. Закон сохранения массы. Кинетические уравнения химической реакции. Порядок реакции
30. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Внт-Гоффа.
31. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
32. Химическое равновесие. Условие наступления химического равновесия в системе.
33. Константа химического равновесия. Способы выражения константы равновесия. Взаимосвязь между константами равновесия, выраженными различными способами.
34. Факторы, влияющие на значение константы химического равновесия.
35. Факторы, влияющие на состояние химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Раздел 4. Химические системы

36. Растворы. Определение и основные понятия (растворитель, растворенное вещество, растворимость). Классификация растворов.
37. Способы выражения концентрации растворов.
38. Особенности растворимости твердых, жидких и газообразных веществ в жидкостях.
39. Диффузия и осмос. Основные понятия и характеристики. Осмотическое давление.
40. I закон Рауля. Понижение давления насыщенного пара над раствором.
41. Температура кипения и замерзания раствора. II закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопия и криоскопия.
42. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация, ее механизм.
43. Сильные и слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Факторы, влияющие на диссоциацию.
44. Растворы слабых электролитов. Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда.
45. Диссоциация оснований, кислот, солей и амфотерных гидроксидов.
46. Реакция обмена в водных растворах электролитов. Ионные реакции и уравнения. Классификация реакций обмена в растворах. Признаки необратимости.
47. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Среды водных растворов электролитов. Индикаторы.
48. Гидролиз солей. Типы солей по их отношению к гидролизу.
49. Факторы, влияющие на гидролиз.
50. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Основные понятия (окислитель и восстановитель, процессы окисления и восстановления). Важнейшие окислители и восстановители.
51. Степень окисления и валентность. Правила определения степени окисления элемента в молекуле, в частице.
52. Типы окислительно-восстановительных реакций.
53. Методы составления ОВР.
54. Факторы, влияющие на протекание ОВР.

Раздел 5. Электрохимические системы

55. Металлы. Особенности строения и свойства. Особенности взаимодействие металлов с кислотами, щелочами и водой.
56. Понятие об электродном потенциале. Факторы, влияющие на значение потенциала электрода. Уравнение Нернста.
57. Стандартный водородный электрод. Стандартный электродный потенциал. Ряд стандартных электродных потенциалов и следствия из него.

58. Определение ЭДС гальванического элемента.
59. Химические источники тока. Гальванические элементы (ГЭ Даниэля-Якоби, концентрационные ГЭ, ГЭ с одним электролитом, сухой ГЭ).
60. Электролиз. Электролиз расплавов и водных растворов электролитов.
61. Анодные и катодные процессы при электролизе водных растворов.
62. Законы Фарадея. Выход по току. Применение электролиза.
63. Аккумуляторы. Разновидность аккумуляторов. Устройство и принцип работы аккумулятора.
64. Топливный элемент. Устройство и принцип работы.
65. Коррозия металлов. Классификация коррозионных разрушений.
66. Химическая коррозия. Основные положения.
67. Электрохимическая коррозия. Механизм протекания электрохимической коррозии
68. Коррозия под действием блуждающих токов.
69. Факторы, влияющие на протекание коррозии.
70. Методы защиты металлов от коррозии: защитные покрытия (металлические, неметаллические, химические), электрохимические методы защиты (протекторная, анодная, катодная защиты).

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Определите, какие вещества относится к простым: кальций, аммиак, вода, графит, лед, песок, сероводород, бром?
2. Рассчитайте количество вещества: а) азота массой 14 г; б) кислорода массой 48 г; в) железа массой 112 г; г) фосфора массой 31 г.
3. Какое количество (число молей) $ZnCl_2$ получится при действии избытка хлора на 2,7 г цинка.
4. Сколько молей содержится в 100 г следующих веществ при нормальных условиях; а) кислорода; б) брома; в) хлора; г) метана; д) аммиака?
5. Определите плотность по водороду и по воздуху паров следующих веществ: а) O_2; б) N_2; в) Cl_2; г) CO (молекулярная масса водорода принять равной 2, а воздуха – 29).
6. Рассчитать молярные массы эквивалентов следующих соединений: CrO_3, LiOH, H_2SO_4, $CaCO_3$.
7. Укажите к какому классу принадлежат следующие неорганические вещества, дайте им название: NaH_2PO_4, $HClO_2$, Ni_2O_3, BeO, HBr, $Mn(OH)_2$, $(NH_4)_2SO_4$.
8. Какое количества вещества эквивалента содержится в образцах: а) магния массой 60 г; б) натрия массой 230 г; в) алюминия массой 108 г.
9. Определите молярную массу эквивалента цинка, если при растворении цинка массой 10 г в кислоте выделится водород объемом 3,43 л.
10. Какой из перечисленных оксидов имеет амфотерный характер: Na_2O, BaO, BeO, MnO_2?
11. Углерод имеет изотопы с массовыми числами 12 и 13. Укажите для каждого изотопа порядковый номер, число протонов и нейтронов, заряд ядра.
12. Какой элемент имеет в основном состоянии электронную конфигурацию $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$?
13. Пользуясь Периодической системой Д.И. Менделеева, укажите формулы высших кислородных соединений элементов: марганца, ванадия: германия.
14. Элемент побочной группы имеет высший оксид XO_3. Образует ли этот элемент газообразное соединение с водородом? Дайте обоснованный ответ.
15. Сколько граммов гидроксида калия содержится в растворе объемом 200 мл с массовой долей КОН 10%,плотность которого равна 1,9?
16. Вычислите массу хлорида натрия, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 М раствора NaCl.
17. В какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах $CuSO_4$, K_2CO_3, $NaNO_3$, K_2S, $ZnCl_2$, NaCN?

18. Определите массовую долю кристаллизационной воды в медном купоросе $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.
19. При стандартных услоиях протекают реакции:

$$SiCl_2\,(ж) + 2H_2O\,(ж) = SiO_2\,(тв) + 4HCl\,(г)$$
$$SiH_4\,(г) + 2O_2(г) = SiO_2\,(тв) + 2H_2O\,(ж).$$

Для обеих реакций $\Delta G^o_{298} < 0$. Не пользуясь таблицами, определите, какая из реакций не может быть эндотемической.

20. Напишите кинетическое уравнение реакции

$$2SO_{2\,(г)} + O_{2\,(г)} = 2SO_{3\,(г)}.$$

Определите, как изменится скорость этой реакции при увеличении:
а) концентрации SO_2 в 3 раза;
б) концентрации O_2 в 2 раза;
г) общего давления в системе в 3 раза.

21. Определите, сколько электронов способен принять атом водорода, кремния, хлора?
22. Определите степень окисления атомов элементов в соединениях: $K_2B_4O_7$, $CaMnO_4$, $NaClO_4$, $Sn(SO_4)_2$, $Na_2Cr_2O_7$.
23. Напишите молекулярные уравнения реакций, происходящих при электролизе на нерастворимых электродах водных растворов следующих солей: а) $MgCl_2$; б) Na_3PO_4; в) $NiSO_4$; г) $Pb(NO_3)_2$.
24. При сгорании 6,5 г цинка выделилось 34,8 кДж теплоты (условия стандартные). Составьте термохимическое уравнение этой реакции.
25. Что образуется на катоде при электролизе растворов солей натрия, если анод медный?
26. Изменится ли количество соли при электролизе водных растворов при растворимом аноде из никеля: $CaCl_2$, $NiSO_4$, $Fe(NO_3)_2$?
27. Какие из перечисленных металлов (Mg, Al, Sn, Pb) могут быть использованы при составлении гальванического элемента в качестве катода, если роль анода в нем выполняет Zn.

3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Укажите, к какому классу принадлежат следующие неорганические соединения, дайте им названия:

$$Cu(OH)_2,\ CO_2,\ Al_2O_3,\ HNO_3,\ BaCl_2,\ Fe_2(SO_4)_3,\ KOH,\ Br.$$

2. Общее давление в сосуде со смесью газов при некоторой температуре составляет 2 атм. В смеси содержится 5,56 моль аргона, 2,24 моль ксенона и 0,75 моль неона. Определите парциальное давление каждого из компонентов смеси.
3. Составьте полные электронные формулы атомов элементов № 34 и № 72. Укажите электродное семейство, приведите графическую формулу валентного электронного уровня.
4. Укажите порядковый номер, химические знаки и знаки аналогов элементов, атомы которых имеют следующие валентные электронные структуры: 4s24p1, 5d66s2.
5. Определите вид гибридизации электронных облаков и пространственную структуру молекулы SiCl4.
6. Вычислите стандартное изменение энтальпии реакции

$$4KClO_{3\,(кр)} = 3KClO_{4\,(кр)} + KCl_{\,(кр)}$$

используя $\Delta_f H^o$ следующих реакций:

$$2\,KClO_{3\,(кр)} = 2KCl_{\,(кр)} + 3O_{2\,(г)},\ \Delta_f H^o = -77{,}6\ кДж/моль;$$
$$KClO_{4\,(кр)} = KCl_{\,(кр)} + 2O_{2\,(г)},\ \Delta_f H^o = -3{,}7\ кДж/моль.$$

7. Реакция горения ацетилена выражается термодинамическим уравнением:

$$C_2H_{2\,(г)} + 2{,}5\,O_{2\,(г)} = 2CO_{2\,(г)} + H_2O_{\,(г)}\ ;\ \Delta H^o_{298} = -1256\ кДж$$

Рассчитайте теплоту образования ацетилена. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании ацетилена объемом 2,60 $м^3$ (объем приведен к нормальным условиям).

8. Укажите, увеличивается или уменьшается энтропия в результате следующих процессов:

а) $CH_{4\,(г)} + H_2O_{(г)} \rightarrow CO_{(г)} + 3H_{2(г)}$; б) $I_{2(т)} \rightarrow I_{2\,(г)}$;

в) $CaO_{(т)} + CO_{2\,(г)} \rightarrow CaCO_{3\,(т)}$; г) $H_2O_{(г)} \rightarrow H_2O_{(ж)}$.

9. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения при химической реакции. Не прибегая к вычислениям изменения энтропии в ходе реакции, выберите те реакции в ходе которых суммарная энтропия уменьшается. Объясните почему.

а) $H_2O_{(ж)} \rightarrow H_{2\,(г)} + O_{2\,(г)}$; б) $CaO_{(т)} + CO_{2\,(г)} \rightarrow CaCO_{3\,(т)}$;

в) $C_2H_{4\,(г)} + H_{2\,(г)} \rightarrow C_2H_{6\,(г)}$; г) $KClO_{3\,(т)} \rightarrow KCl_{(т)} + O_{2\,(г)}$.

10. При какой температуре наступит равновесие системы

$$4HCl_{(г)} + O_{2\,(г)} = 2Cl_{2\,(г)} + 2H_2O_{(г)};\ \Delta H = -114{,}42\ кДж?$$

Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем и при какой температуре?

11. Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите ΔG^o_{298} реакции, протекающей по уравнению

$$NH_{3\,(г)} + HCl_{(г)} = NH_4Cl_{(к)}$$

Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно.

12. Растворимость дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ в 100 г воды при 80°С составляет 73,0 г, а при 20°С – 12,3 г. Какова масса осадка, который образуется при охлаждении 200 г насыщенного при 80 °С раствора дихромата калия до 20°С?

13. Константа скорости реакции разложения N_2O, протекающей по уравнению $2\,N_2O = 2\,N_2 + O_2$, равна $5 \cdot 10^{-4}$. Начальная концентрация N_2O равна 6,0 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость, когда разложится 50% N_2O.

14. Почему при изменении давления смещается равновесие системы $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ и не смещается равновесие системы $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$? Ответ подтвердите на основании расчета скорости прямой и обратной реакций в системах до и после изменения давления. Напишите выражения для констант равновесия каждой из данных систем.

15. В системе $2NO_2 \leftrightarrow N_2O_4$ при 60°С и стандартном давлении установилось равновесие. Во сколько раз следует уменьшить объем, чтобы давление возросло в 2 раза?

16. Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 80оС? Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

17. Константа скорости некоторой реакции первого порядка равна 7,87·103 с-1 при 273 К и 4,87·107 с-1 при 338 К. Вычислите константу скорости этой реакции при 298 К и энергию активации.

18. Сколько миллилитров 20%-ного раствора NaOH (□ = 1,225 г/мл) можно приготовить из 250 мл 36%-ного раствора (□ = 1,395 г/мл)?

19. Определите массу соли и воды, которые потребуются для приготовления раствора объемом 120 мл (плотность раствора 1,1 г/мл) с массовой долей соли 15%.

20. В 100 г воды растворено 68,4 г сахарозы (C12H22O11). Определить давление пара раствора при 20оС, если давление пара воды при этой температуре равно 2,3 кПа.

21. В каком количестве воды (г) надо растворить 0,5 г неэлектролита с молекулярной массой 32, чтобы получить раствор с температурой замерзания –1,45оС? Криоскопическая константа для воды 1,86о.

22. Вычислите активную концентрацию ионов K+, Na+ и Cl– в растворе, содержащем NaCl с концентрацией 0,01 М и KCl с концентрацией 0,02 М.
23. Степень диссоциации угольной кислоты по первой ступени в 0,006 М растворе равна 0,85%. Вычислите константу диссоциации.
24. Вычислите pH 0,1 н раствора аммиака, нейтрализованного хлороводородной кислотой на 50%.
25. Растворимость Ag2SO4 равна 2,68•10–2 моль/л. Вычислите произведение растворимости Ag2SO4.
26. Напишите полные ионно-молекулярные и молекулярные уравнения:
    а) $AlOH^{2+} + H^+ \leftrightarrow Al^{3+} + H_2O$; б) $HCO_3^- + OH^- \leftrightarrow CO_3^{2-} + H_2O$;
    в) $Al(OH)_3 + OH^- \leftrightarrow AlO_2^- + 2H_2O$; г) $Fe(OH)_2 + 2H^+ \leftrightarrow Fe^{2+} + 2\,H_2O$.

27. Какие из солей — $Al_2(SO_4)_3$, K_2S, $Pb(NO_3)_2$, KCl — подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
28. Подобрать коэффициенты в уравнениях следующих окислительно-восстановительных реакциях (указать окислитель, восстановитель):

$$CaH_2 + HCl \rightarrow H_2 + CaCl_2$$
$$Na_2MnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow NaMnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O + MnO_2$$

    К какому типу окислительно-восстановительных реакций они относятся?
29. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) PH_3 и HBr; б) $K_2Cr_2O_7$ и H_3PO_4; в) HNO_3 и H_2S? Почему? На основании ионных полуреакций расставьте коэффициенты в уравнении реакции:

$$AsH_3 + HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + NO_2 + H_2O$$

30. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов, и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором $[Cd^{2+}]$ = 0,8 моль/л, а $[Cu^{2+}]$ = 0,01 моль/л.
31. Какая химическая реакция протекает в гальваническом элементе: $Zn|ZnSO_4||H_2SO_4|H_2(Pt)$, если концентрация сульфата цинка 0,01моль/л, а серной кислоты $5\cdot10^{-4}$ моль/л.
32. ЭДС гальванического элемента, составленного из водородного электрода, погруженного в исследуемый раствор, и электрода, имеющего потенциал φ = + 0,337 В, равна 0,540 В. Определите pH исследуемого раствора.
33. Смесь оксида меди (II) и металлической меди массой 2,5 г обработали соляной кислотой массой 3,6 г (кислота взята в избытке) Сколько кислоты при этом было израсходовано? Каков состав смеси, если меди в ней 20%?
34. При растворении в горячей азотной кислоте с массовой долей HNO_3 65% (плотность раствора 1,4 г/мл) смеси железа и золота массой 9,5 г выделился оксид азота (II) объемом 2,8 л (н.у.). Определите массовую долю железа в смеси и объем израсходованного раствора кислоты.
35. Какой должна быть сила тока, чтобы при пропускании его через раствор хлорида магния на катоде выделилось 0,56 л водорода за 5 часов? Что и в каком количестве выделится на аноде? Напишите уравнения реакций, которые проходят на электродах.
36. Электролиз. Законы электролиза. Применение электролиза.
    При какой силе тока можно получить на катоде 0,5 г Ni, подвергая электролизу раствор $NiSO_4$ в течение 25 мин?

37. Какие химические процессы протекают при электролизе растворов $CuSO_4$ и KNO_3, если взяты электроды: а) угольные; б) медные? Составьте соответствующие схемы электролиза.
38. Через водный раствор сульфата цинка пропущено 40 А·ч электричества. При этом на катоде выделилось 32,5 г цинка. Составьте уравнения реакций, протекающих на цинковых электродах и рассчитайте катодный выход цинка по току (в %).
39. Укажите какой тип коррозии (химической или электрохимический) возможен при контакте: а) цинка с соляной кислотой в сухом воздухе; б) железа склепанного с оловом в среде разбавленной серной кислоты, обогащенной кислородом?
40. К какому типу покрытий относится лужение (покрытие оловом) меди? Напишите уравнение анодного, катодного и суммарного процессов коррозии, протекающей во влажном воздухе, сернокислой среде

3.8 Перечень теоретических вопросов к зачету
(для оценки знаний)

Раздел 6 «Основы координационной химии»

1. Комплексные соединения. Основные понятия и определения.
2. Основные положения теории Вернера.
3. Классификация комплексных соединений.
4. Устойчивость комплексного соединения. Константа нестойкости
5. Комплексные соединения как электролиты (химические свойства).
6. Химическая связь в комплексных соединениях. Теория валентных связей и теория кристаллического поля.

Раздел 7 «Основы органической химии и ВМС»

12. Общая характеристика органических соединений. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
13. Номенклатура и классификация органических соединений.
14. Электронное строение атома углерода в органических соединениях. Гибридизация и гибридные орбитали.
15. Классификация органических реакций и их механизмы.
16. Предельные (насыщенные) углеводороды: определение, общая формула, особенности строения, изомерия, номенклатура, химические и физические свойства, способы получения. Отдельные представители.
17. Предельные циклические углеводороды.
18. Непредельные углеводороды. Правило Марковникова.
19. Ароматические углеводороды.
20. Галогенпроизводные углеводороды.
21. Кислородсодержащие соединения. Спирты и фенолы. Простые эфир.
22. Карбонильные соединения.
23. Сложные эфиры карбоновых кислот. Жиры.
24. Общая характеристика высокомолекулярных соединений и волокон.

Раздел 8 «Дисперсные системы и поверхностные явления»

25. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Факторы, влияющие на величину поверхностного натяжения.
26. Адсорбция. Виды адсорбции.
27. Основные теории адсорбции.
28. Особенность адсорбции на пористых сорбентах.

29. Особенности адсорбции на границе раздела жидкость-газ.
30. Поверхностно-активных и поверхностно-инактивных веществ. Какова их природа?
31. Классификация дисперсных систем.
32. Свойства коллоидных систем. Молекулярно-кинетические и оптические
33. Строение коллоидной частицы.
34. Причины устойчивости коллоидных частицы.
35. Электрокинетические явления дисперсных систем.
36. Микрогетерогенные системы – суспензии, эмульсии, пены.

3.9 Перечень типовых простых практических заданий к зачету
(для оценки умений)

1. Укажите: а) заряд комплексообразователя, лигандов и комплексного иона; б) координационное число комплексообразователя; в) название соединений.

$Na[Ag(CN)_2]$; $[Ag(NH_3)_2]OH$; $K_2[Cu(CNS)(CN)_3]$; $Na_2[Zn(OH)_4]$; $[Fe(H_2O)_6](NO_3)_3$

2. Опишите характер связей в соединениях и пространственное строение комплексного иона.

а) $Na_2[Be(OH)_4]$; б) $[Mn(H_2O)(OH)]_2SO_4$; в) $K_2[BeF_4]$; г)$[Co(NH_3)_5Br]SO_4$.

3. Приведите уравнения диссоциаций соединений, напишите выражения константы нестойкости комплексного иона, пользуясь таблицей нестойкости.

а) $Na_3[Cr(OH)_6]$; б) $K_2[Hg(CNS)_4]$; в) $Na_3[Co(CN)_6]$.

4. Составьте молекулярные и ионные уравнения возможных процессов, объясните их направленность, подпишите названия комплексных соединений.

$$Na_3[Al(OH)_6] + HNO_3 \rightarrow$$
$$[Ni(NH_3)_4]SO_4 + KCN \rightarrow$$
$$K_2[HgI_4] + Na_2S \rightarrow$$
$$Na_2[Hg(CN)_4] + Co(NO_3)_2 \rightarrow$$

3.10 Перечень типовых практических заданий к зачету
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Определите величину поверхности суспензии коалина плотностью $2{,}5\cdot10^3$ кг/м^3 состоящей из шарообразных частиц со средним диаметром $0{,}5\cdot10^{-6}$ м. суспензию считайте монодисперсной. Ответ дайте в м$^{-1}$ и в м^2/кг.
2. Вычислите поверхность натяжения на границе раздела бензол-вода после взбалтывания бензола с водой и разделения фаз. Поверхностное натяжение бензола и воды на границе с воздухом соответственно равны 0,0299 и 0,0727 Дж/м^2.
3. Рассчитайте величину потенциала течения, используя следующие экспериментальные данные: при электроосмотическом движении водного раствора хлорида калия через мембрану из полистирола объемная скорость $v=8\cdot10^{-10}$ м^3/с, сила тока $4\cdot10^{-4}$А, давление, при котором раствор продавливается через мембрану составляет $2\cdot10^4$Н/м^2.
4. Для получения золя AgCl смешали 10 мл 0,02М КС1 и 100 мл 0,05 М $AgNO_3$. Напишите формулу мицеллы полученного золя. К какому электроду будет двигаться частица при электрофорезе?
5. Золь золота получают восстановлением золотой кислоты танином по реакции:
$$2HAuO_2 + C_{76}H_{52}0_{46} = 2Au\downarrow + C_{76}H_{52}0_{49} + H_2O$$
Каков знак заряда коллоидной частицы и формула мицеллы, если при электрофорезе частицы движутся к аноду?
6. Золь «берлинской лазури» $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ получен сливанием равных объемов растворов $K_4[Fe(CN)_6]$ и $FeCl_3$. Одинаковы ли исходные концентрации электролитов, если при

электрофорезе частица перемешается к аноду? Напишите формулу мицеллы золя.

7. Составьте структурные формулы веществ: 3-этилгептана; 4,5-диметил-гексен-3-он-2.
8. Составьте структурные формулы всех изомеров предложенных веществ: гексанон, пентадиен-1,2.
9. При сжигании 8,8 г углеводорода образовалось 2,4 г оксида углерода (IV). Плотность вещества (н.у.) равна 1,96 г/л. Найдите его молекулярную массу.
10. Какой объем воздуха необходим для сжигания 11,5 г этилового спирта? Сколько моль оксида углерода (IV) и воды при этом получится?
11. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений веществ:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} A \xrightarrow{H_2SO_4\ (\text{конц.}),\ 180^0C} B \xrightarrow{H_2O,\ H_2SO_4} A \xrightarrow{KMnO_4,\ H_2SO_4} C$$

12. Напишите структурные формулы предложенных веществ, составьте схемы полимеризации мономеров и приведите названия полученных полимеров: стирол, этилакрилат.
13. Составьте структурные цепи *капрона* и запишите уравнения реакций их получения с указанием названия исходных веществ.
14. Рассчитайте степень полимеризации изобутилена при получении полиизобутилена с молярной массой полимера 56280.
15. Вычислите объем пропилена (н.у.), затраченный для синтеза одной молекулы пропилена со средней молекулярной массой 84000. Какова степень полимеризации.
16. При набухании 150 г каучука поглотилось 200 мл хлороформа (плотность 1,9 г/мл). Рассчитайте степень набухания каучука.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой практики.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Разноуровневая задача (задание)	Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной

	работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения программы практики.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № X** **по дисциплине «Химия»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____
1. Химическое равновесие. Константа химического равновесия для гомогенных реакций. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. 2. Строение молекул. Понятие о гибридизации атомных орбиталей. 3. Подобрать коэффициенты в уравнении следующей окислительно-восстановительной реакции методом полуреакций (указать окислитель, восстановитель, тип реакции):		

$$Na_2MnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow NaMnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O + MnO_2$$

4. Через водный раствор сульфата цинка пропущено 40 А·ч электричества. При этом на катоде выделилось 32,5 г цинка. Составьте уравнения реакций, протекающих на цинковых электродах и рассчитайте катодный выход цинка по току (в %).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой и оценивания результатов обучения

Проведение промежуточной аттестации в форме зачета базируется на средней оценке по практике по результатам текущего контроля, так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при прохождении практики. При проведении промежуточной аттестации преподаватель учитывает среднюю оценку по результатам текущего контроля, а также оценку при ответе на вопросы к отчету по практике. Для этого преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок, деленную на число этих оценок.

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения практики при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Средний балл текущего контроля не менее 4,5. Отчет оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Ответил на все дополнительные вопросы на защите
«хорошо»	Средний балл текущего контроля находится в диапазоне от 3,5 до 4,5. Есть недостатки в оформлении отчета. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите
«удовлетворительно»	Средний балл текущего контроля находится в диапазоне от 3,0 до 3,5 баллов. Имеются ошибки в оформлении отчета, логике изложения. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей
«неудовлетворительно»	Средний балл текущего контроля ниже 3,0. Обучающийся неспособен пояснить полученные результаты. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество ошибок

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач.

Обучающиеся, не представившие проект отчета по практике в установленный для письменного рецензирования срок, предусмотренный рабочей программой практики, к защите отчета не допускаются и не получают положительной оценки практики.

Обучающиеся, не имеющие оценки по результатам хотя бы одного из заданий текущего контроля, к защите отчета не допускаются и не получают положительной оценки практики.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из ФТЗ по практике случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.