

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 08.05.2026 14:58:13

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed8812a7cfab0ce2cf217be1e29

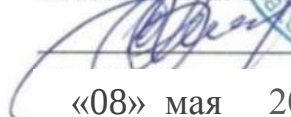


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:

и.о. директора института мелиорации,
водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

 Д.М. Бенин
«08» мая 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.О.13 ХИМИЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 05.03.06 – Экология и природопользование

Направленность: Экологический мониторинг и агроэкология

Курс 1,2

Семестр 1, 2,3

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Москва, 2026

Разработчик: Сокурова Н.В., к.х.н., доцент



«28» апреля 2026 г.

Рецензент: Борисов Б.А., д.б.н., профессор



«28» апреля 2026г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование.

Программа обсуждена на заседании кафедры химии
протокол № 4 от «30» апреля 2026 г.

И.о. зав. кафедрой Дмитриевская И.И., д.с.-х.н., доцент



«30» апреля 2026 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института мелиорации, водного хозяйства и
строительства имени А. Н. Костякова
Гавриловская Н.В., к.т.н., доцент



«08» мая 2026 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
экологии Тихонова М.Б., к.б.н., доцент



«08» мая 2026 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ



«08» мая 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	16
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	255
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ТЕСТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ, ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ, ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	255
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	52
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	54
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	54
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	54
7.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	55
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	55
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	56
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	58
Виды и формы отработки пропущенных занятий	59
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	60

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины «Б1.О.13 Химия» для подготовки бакалавра по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование

Цель освоения дисциплины: освоение студентами теоретических и практических знаний в области общей, неорганической, органической и физической химии; приобретение умений и навыков в области химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы с целью осознанного решения комплексных задач, возникающих в практической деятельности. Полученные знания позволят не только успешно осваивать последующие дисциплины, но и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

Место дисциплины в учебном процессе: дисциплина включена в цикл Б1, обязательная часть, дисциплина осваивается в 1, 2 и 3 семестрах по направлению подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.1, ОПК-3.2.

Краткое содержание дисциплины: Основные законы стехиометрии, растворы электролитов, способы выражения состава растворов, сильные и слабые электролиты, определение водородного показателя в растворах различного состава; гидролиз солей; химическая кинетика, химическое равновесие; окислительно-восстановительные процессы; периодический закон Д.И. Менделеева, строение атома. Теоретические основы органической химии, приемы и методы работы; физико-химические методы исследования органических соединений; углеводороды; функциональные производные углеводородов; гетерофункциональные соединения; оптическая изомерия; природные соединения; гетероциклические соединения. Химическая термодинамика, химическая кинетика, растворы, электрохимия, поверхностные явления, свойства дисперсных систем, высокомолекулярные соединения и их растворы.

Общая трудоемкость дисциплины: 360/10 (часов/зач.ед.)

Промежуточный контроль: зачет в 1 семестре; зачет во 2 семестре; зачет с оценкой в 3 семестре.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Химия» является освоение студентами теоретических и практических знаний в области общей, неорганической, органической и физической химии; приобретение умений и навыков в области химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы с целью осознанного решения комплексных задач, возникающих в практической деятельности. Знания, полученные, в том числе, с применением цифровых технологий (например, образовательные онлайн-платформы Stepik, Webinar и Zoom, Google-формы для организации обратной связи), позволят не только успешно осваивать последующие дисциплины, но и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Химия» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана. Дисциплина «Химия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование.

Дисциплина «Химия» является основополагающей для изучения следующих дис-

циплин: «Методы экологических исследований», «Агроэкология», «Экология и охрана почв», «Безопасность жизнедеятельности», «Агрохимия» и др.

Особенностью дисциплины является связь химических знаний и навыков с комплексом профессиональных задач по агротехнологии.

Рабочая программа дисциплины «Химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зач.ед. (360 часов), их распределение по видам работ в двух семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК – 1	Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ОПК-1.1. Знать фундаментальные разделы естественно-научного и математического циклов, используемые при решении задач в области экологии и природопользования	основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач; способы статистической обработки результатов анализа; строение молекул основных классов органических соединений, зависимость химических свойств соединений от наличия функциональных групп и их взаимного расположения	подготовить материалы к защите исследовательской работы, представить результаты исследований; решать задачи по идентификации органических соединений с использованием химических и физико-химических методов исследования	методами решения задач, описания результатов, формулированием выводов, прогнозированием развития ситуаций, изменением состояния параметров системы или элементов, результатами эксперимента
	ОПК-3	Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.2. Владеет базовыми методами лабораторных экологических исследований, активно используемых для решения задач профессиональной деятельности	основные понятия и законы физической и коллоидной химии, физико-химические свойства неорганических и органических соединений	использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности	основными приемами работы в химической лаборатории, статистическими методами обработки результатов экспериментов; анализом научной и специальной литературы

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	в т.ч. по семестрам		
		№1	№2	№3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	360	108	144	108
1. Контактная работа:	184,9	50,25	64,25	70,4
Аудиторная работа	184,9	50,25	64,25	70,4
<i>в том числе:</i>				
<i>лекции (Л)</i>	82	16	32	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	100	34	32	34
<i>консультации перед зачетом</i>	2	-	-	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,9	0,25	0,25	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	148,1	57,75	79,75	10,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	148,1	57,75	79,75	10,6
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	27	-	-	27
Вид промежуточного контроля:		Зачет	Зачет	Зачет с оценкой

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Теоретические основы неорганической химии»	108	16	34	-	57,75
Тема 1 «Растворы»	37	6	14		17
Тема 2 «Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»	29	4	8	-	17
Тема 3 «Строение атома. Периодическая система. Химическая связь»	14,75	2	4	-	8,75
Тема 4 «Окислительно-восстановительные реакции.	27	4	8	-	15

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Комплексные соединения»					
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Всего за 1 семестр	108	16	34	0,25	57,75
Раздел 2. Теоретические основы органической химии	144	32	32	0,25	79,75
Тема 1. Основы органической химии	25,75	4	4	-	17,75
Тема 2. Углеводороды	23	8	7		10
Тема 3. Функциональные производные углеводов	30	12	6	-	12
Тема 4. Гетерофункциональные соединения	16	4	2	-	10
Тема 5. Оптическая изомерия	14	2	2		10
Тема 6. Природные соединения	19	2	7		10
Тема 7. Гетероциклические соединения	16	-	4		10
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Всего за 2 семестр	144	32	32	0,25	79,75
Раздел 3. Основы физической и коллоидной химии	108	34	34	0,4	10,6
Тема 1 «Первый закон термодинамики»	5	2	2	-	1
Тема 2 «Второй закон термодинамики»	5	2	2	-	1
Тема 3 «Кинетика химических реакций»	9	4	4	-	1
Тема 4 «Растворы. Законы Рауля. Осмос.»	13	6	6	-	1
Тема 5 «Физико-химические методы исследования растворов»	5	2	2	-	1
Тема 6 «Электродные процессы»	9	4	4	-	1
Тема 7 «Электропроводность»	5	2	2	-	1
Тема 8 «Явления на границе раздела фаз»	5	2	2	-	1
Тема 9 «Практическое применение адсорбции»	8,6	4	4	-	0,6
Тема 10 «Коллоидные системы и их свойства»	5	2	2	-	1
Тема 11 «Устойчивость коллоидных систем»	5	2	2	-	1
Тема 12 «Высокомолекулярные соединения и их растворы»	2	2	2	-	
Подготовка к зачету с оценкой	27	-	-	-	27
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Всего за 3 семестр	108	34	34	0,4	37,6

Семестр 1

Раздел 1. «Теоретические основы общей и неорганической химии»

Тема 1. «Основные понятия и законы химии»

Основные законы стехиометрии. Моль. Химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента.

Тема 2. «Растворы»

Причины образования растворов. Растворы сильных и слабых электролитов. Способы выражения состава растворов. Взаимодействие ионов в растворах сильных электролитов. Активность и коэффициенты активности. Ионная сила. Закон разбавления Оствальда. Константа и степень диссоциации. pH раствора. Определение водородного показателя. Индикаторы. Буферные растворы. Гидролиз солей. Типы гидролиза. Константа и степень гидролиза. Определение pH в растворах солей.

Тема 3. «Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»

Скорость химических реакций. Факторы, от которых зависит скорость реакции. Закон действующих масс. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Катализ. Химическое равновесие. Константа равновесия и ее зависимость от различных факторов. Принцип Ле Шателье.

Тема 4. «Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения»

Строение атома. Основные характеристики атомов. Ядро атома. Нуклоны. Электронное строение атома. Квантовые числа электронов. Основные квантовые законы. Распределение электронов по орбиталям. Правило Клечковского. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура периодической системы. Основные характеристики атомов: потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Химическая связь. Типы химической связи. Основные характеристики химической связи. Длина, энергия связи. Понятие о гибридизации. Комплексные соединения. Структура комплексных соединений. Атом комплексообразователь, лиганды. Хелатные соединения. Прочность внутренней сферы. Частная и общая константы устойчивости и нестойкости.

Тема 5. «Окислительно-восстановительные реакции»

Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции: определение и типы реакций. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Важнейшие окислители и восстановители. Метод полуреакций. Расчет электродвижущей силы окислительно-восстановительных реакций.

Семестр 2

Тема 1. «Теоретические основы органической химии»

Особенности соединений углерода, их многообразие, роль в живой природе и практической деятельности человека.

Предмет органической химии. Связь органической химии с биологией, медициной, сельским хозяйством. Основные положения теории химического строения органических соединений (А.М. Бутлеров). Гомология и гомологические ряды в органической химии. Углеводородный радикал. Важнейшие функциональные группы. Изомерия скелета и изомерия, связанная с изменением положения заместителя. Официальная международная систематическая номенклатура органических соединений – номенклатура IUPAC (ИЮПАК).

Типы химических связей в органических соединениях. Ионная, ковалентная, донорно-

акцепторная, семиполярная, водородная связи.

Электроотрицательность по Полингу, полярность связи. Строение электронной оболочки атома углерода. Атомные и молекулярные орбитали. Гибридизация. Атомные орбитали *s*-типа и *p*-типа, σ - и π -связи. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Энергия связи.

Понятие о механизме реакции: реакции радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения. Переходное состояние, энергетическая кривая.

Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф и Ле-Бель).

Основность и кислотность: влияние электронных и пространственных факторов.

Тема 2. «Приёмы и методы работы»

Основы техники безопасности при работе с органическими веществами: работа с горючими веществами, первая помощь при ожогах и отравлениях, тушение пожаров, работа с взрывчатыми веществами, сжатыми газами и вакуумом.

Получение, выделение, идентификация и установление строения органических соединений.

Общие правила работы. Нагревание и охлаждение. Кристаллизация, сушка и упаривание. Перегонка.

Определение углерода, водорода, азота, галогенов, серы, фосфора. Определение молярной массы. Вывод эмпирической формулы.

Химические методы качественного и количественного определения функциональных групп: кратных связей, гидроксильной, amino-, карбонильной и карбоксильной групп. Понятие об установлении строения вещества методом последовательной деструкции и встречным синтезом.

Тема 3. «Органические вещества биосферы»

Природные газы, торф, каменный уголь, нефть как источники органических соединений для промышленности. Происхождение, химический состав и переработка нефти. Важнейшие нефтяные продукты (бензин, реактивное топливо, керосин, смазочные масла, парафин) и их применение. Октановое и цетановое числа. Антидетонаторы. Крекинг и каталитические превращения углеводородов нефти. Энергетический кризис. Получение жидкого топлива из каменного угля. Оксосинтез. Древесина и её использование в лесохимической промышленности для получения искусственного волокна. Живица. Практическое использование растительных сахаров, жиров, терпеноидов, алкалоидов, стероидов в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Значение химических веществ, продуцируемых микроорганизмами. Проблемы биотехнологии. Пути использования биомассы живых организмов суши и моря. Химическая переработка животных жиров. Кругооборот углерода в природе. Искусственная пища.

Тема 4. «Физико-химические методы исследования»

Выделение индивидуального вещества путём перегонки, возгонки, кристаллизации, экстракции. Применение различных видов хроматографии для разделения и идентификации веществ. Понятие о газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. (ВЭЖХ). Идентификация химических соединений по их физическим константам или константам их характерных производных. Определение температуры кипения, температуры плавления, плотности и показателя преломления. Удельное вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света.

Применение спектров поглощения в ультрафиолетовой, инфракрасной и видимой областях для анализа органических веществ.

Использование ядерного магнитного резонанса для установления строения органических соединений.

Метод хромато-масс-спектрометрии как основной способ анализа состава смесей органических веществ.

Тема 5. «Алканы»

Первое валентное состояние атома углерода: sp^3 -гибридизация. Ковалентная связь,

природа и свойства простой (сигма) связи. Понятие о конформации. Гомологический ряд и его общая формула. Гомологическая разность. Изомерия. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода. Номенклатура тривиальная, рациональная и ИЮПАК. Радикалы (алкилы): определение и названия. Нахождение алканов в природе. Общие способы получения алканов из галогенпроизводных, спиртов и непредельных углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Синтетические моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Методы идентификации алканов.

Тема 6. «Алкены»

Второе валентное состояние атома углерода: sp^2 -гибридизация. Электронная природа, геометрия и свойства двойной связи. Гомологический ряд, общая формула, номенклатура и изомерия цепи, положения двойной связи. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Правило Марковникова и его объяснение. Перекисный эффект Хараша. Гомо- и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Реакция *цис*-окисления по Вагнеру. Озонирование и его значение в установлении структуры вещества. Полимеризация: ступенчатая, цепная и теломеризация. Полиэтилен. Полипропилен. Пространственное строение его цепей: изо-, син- и атактические структуры. Стереоспецифическая полимеризация. Свойства полимеров и их различия в зависимости от конфигурации цепи. Применение полимеров в промышленности, сельском хозяйстве и быту. Методы идентификации алкенов. Этилен как фитогормон.

Тема 7. «Алкины»

Третье валентное состояние атома углерода: sp -гибридизация. Ацетилены, их получение и техническое применение. Особые свойства тройной связи углерод-углерод. Химические свойства алкинов: реакции присоединения и реакции с участием ацетиленового атома углерода. Применение ацетилена. Методы идентификации алкинов.

Тема 8. «Диены»

Бутадиен (дивинил), изопрен, хлоропрен; их промышленный синтез и применение. Сопряженные двойные связи и их особые свойства (1,4-присоединение). Эффект сопряжения, полимеризация диенов. Понятие о строении природного каучука. Дивиниловый и изопреновый синтетические каучуки. Понятие о линейных и пространственных полимерах. Низкотемпературная полимеризация. Вулканизация каучука. Сополимеры. Методы идентификации диенов.

Тема 9. «Арены»

Ароматичность, правило Хюккеля. Понятие о резонансе. Номенклатура и изомерия углеводородов ряда бензола. Методы получения. Физические свойства. Электрофильное замещение. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители; их направляющее влияние. Понятие об эффекте сопряжения и индуктивном эффекте. Теория замещения в бензольном ядре. Согласованная и несогласованная ориентация. Активирующее влияние нитрогрупп на нуклеофильный обмен атома галогена, связанного с ароматическим ядром. Механизм реакции и переходные состояния. Реакции присоединения к бензольному кольцу (гексахлоран). Реакции галогенирования в ядро и боковую цепь. Инсектициды. Понятие о полициклических ароматических соединениях. Канцерогены. Методы идентификации.

Тема 10. «Галогенопроизводные углеводородов. Спирты и фенолы»

Классификация, изомерия и номенклатура. Общие способы получения: галогенирование углеводородов, замещение гидроксильной группы на галоген, присоединение галогенов по кратным связям. Индуктивный эффект. Получение фторпроизводных. Понятие о реакциях нуклеофильного замещения (S_N1 , S_N2). Химические свойства моногалогенопроизводных алканов. Ди-, три- и полигалогенопроизводные углеводородов. Химические особенности галогенопроизводных с несколькими атомами галогена у одного углеродного атома. Методы идентификации.

Дихлорэтан, хлороформ, йодоформ, фреоны; их применение. Химические свойства галогенопроизводных непредельных углеводородов. Отличие в поведении галогена, находящегося при атоме углерода с двойной связью. Хлористый винил, трифтор- и

тетрафторэтилены, их полимеризация и значение. Пластики. Тефлон. Силиконы. Наполнители, пластификаторы, стабилизаторы.

Химические свойства галогенопроизводных ароматических углеводов. Зависимость активности галогена от его положения в ядре или боковой цепи. Применение галогенопроизводных в сельском хозяйстве.

Спирты и фенолы. Определение и классификация. Предельные одноатомные спирты (алкоголи). Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Способы получения из предельных и этиленовых углеводов, галогенпроизводных, сложных эфиров, карбонильных соединений. Физические свойства. Кислотность и основность по Бренстеду, pK_a . Ассоциация и водородные связи, их влияние на физические свойства. Химические реакции функциональной группы. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Дегидратация и дегидрирование. Методы идентификации. Метиловый и этиловый спирты, их получение и значение. Пропиловый, бутиловый, амиловый и высшие (цетиловый, мирициловый) спирты: их получение и значение.

Двухатомные спирты (гликоли). Изомерия и номенклатура. Получение из галогенпроизводных и непредельных углеводов. Физические свойства. Химические свойства. Взаимное влияние двух функциональных групп.

Этиленгликоль. Оксид этилена. Этиленхлоргидрин. Диоксан. Их свойства.

Трёх- и многоатомные спирты. Глицерин, его распространение в природе и технические способы получения. Глицераты. Продукты окисления глицерина. Глицериды.

Непредельные спирты. Виниловый, поливиниловый и аллиловый спирты; их получение, свойства и применение. Гераниол, фарнезол, цитронеллол.

Фенолы. Строение, номенклатура и изомерия. Природные источники и способы получения фенолов из аминов, галогенпроизводных и углеводов. Физические и химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Отличие фенолов от спиртов. Феноляты. Простые и сложные эфиры. Бромирование, нитрование и окисление фенола. Качественные реакции. Понятие о гербицидах: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота. Нитрофенолы, их получение, свойства и значение. Пикриновая кислота.

Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон; их строение, свойства и значение. Взаимное превращение хинон-гидрохинон. Хингидрон. Пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Витамины группы Е. Спирты ароматического ряда.

Тема 11. «Амины»

Амины как производные аммиака. Номенклатура. Конформации производных аммиака, особенности их изомерии. Получение аминов из галогенпроизводных, восстановлением нитросоединений, оксимов, гидразонов, амидов. Образование аминов при декарбоксилировании аминокислот. Роль свободной электронной пары в проявлении основных свойств аминов и комплексообразовании. Пространственные факторы и основность. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, действие азотистой кислоты. Четвертичные аммониевые основания. Диамины. Моноамины: метиламин, диметиламин, триметиламин. Аминоспирты: этаноламин, холин; их строение, нахождение в природе. Ацетилхолин. Хлорхолинхлорид. Синтетические полиамидные волокна: нейлон, капрон. Амины ароматического ряда. Изомерия и номенклатура. Методы получения. Химические свойства. Взаимное влияние радикала и функциональной группы. Методы идентификации.

Тема 12. «Оксосоединения»

Определение. Номенклатура. Карбонильная группа, ее строение. Получение карбонильных соединений. Свойства и реакции. Реакции с участием α -водородного атома: галогенирование, альдольная и кротоновая конденсации. Окисление альдегидов и кетонов. Сходство и различие альдегидов и кетонов. Методы идентификации. Муравьиный альдегид (формальдегид, метаналь); получение и свойства. Применение в технике и медицине.

Формалин. Параформ. Уксусный альдегид. Ацетон. Непредельные альдегиды: акролеин, цитраль (нахождение в природе и значение).

Бензальдегид. Различие и сходство ароматических и алифатических альдегидов. Ацетофенон и бензофенон как пример кетонов ароматического ряда. Витамины группы К. Понятие о хинонах.

Тема 13. «Карбоновые кислоты»

Определение, номенклатура, изомерия, электронное строение карбоксильной группы. Мезомерия аниона. Водородная связь в кислотах. Методы получения кислот (из спиртов, альдегидов, галогенопроизводных и нитрилов). Свойства и функциональные производные. Методы идентификации. Ионообменные смолы.

Муравьиная кислота. Нахождение в природе. Свойства: окисление, дегидратация. Уксусная кислота. Получение из древесины, спирта. Свойства и реакции. Пальмитиновая и стеариновая кислоты.

Получение ароматических кислот окислением боковых цепей аренов. Бензойная кислота.

Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, сложные эфиры карбоновых кислот. Хлоркарбоновые кислоты.

Сложные эфиры. Получение из кислот (этерификация), ангидридов и хлорангидридов. Физические и химические свойства.

Амиды кислот. Получение из кислот, галогенангидридов, сложных эфиров и нитрилов. Химические свойства. Ацетамид. Полиакриламид, получение, свойства и применение в сельском хозяйстве.

Дикарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая и адипиновая кислоты. Особые свойства метиленовой группы малонового эфира. Ангидриды дикарбоновых кислот. Фталевая кислота из нафталина. Теревталевая кислота и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Другие синтетические волокна: капрон, нейлон.

Непредельные кислоты. Акриловая кислота, ее эфиры, нитрил. Метакриловая кислота. Пластмассы на их базе (оргстекло). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие свойств геометрических изомеров. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты.

Тема 14. «Оксикислоты»

Определение. Изомерия. Номенклатура. Образование оксикислот при биохимическом гидроксировании карбоновых кислот, при окислении гликолей, восстановлении кетокислот. Дегидратация α -, β -, γ -оксикислот. Лактиды. Лактоны. Важнейшие представители оксикислот: гликолевая, молочная. Многоосновные кислоты. Яблочная и винная кислоты. Распространение в природе и получение. Лимонная кислота. Получение из природных источников. Свойства и применение. Фенолкарбоновые кислоты. Галловая кислота и танин.

Тема 15. «Оксокислоты (альдегидо- и кетокислоты)»

Одноосновные альдегидо- и кетокислоты. Глиоксиловная, пировиноградная, ацетоуксусная и левоулиновая кислоты. Их получение и химические свойства: восстановление, превращение в аминокислоты. Конденсация Кляйзена. Ацетоуксусный эфир: таутомерия, подвижность водородных атомов метиленовой группы, кетонное и кислотное расщепление.

Тема 16. «Оптическая изомерия»

Основные понятия. Асимметрический атом углерода. Хиральные и ахиральные молекулы. Плоскополяризованный свет. Удельное вращение, поляриметры. Энантиомеры, рацематы, рацемические смеси. Пространственные формулы Фишера. Винные кислоты. Формула Фишера для определения числа стереоизомеров. Мезовинная кислота. Диастереомеры. Трео- и эритроформы. Способы разделения рацематов. Частичный и абсолютный асимметрический синтез. Оптическая активность без асимметрического атома углерода. Понятие о динамической стереохимии.

Тема 17. «Липиды. Классификация. Жиры»

Распространение в природе, состав и строение. Классификация жиров. Отличие жидких жиров от твёрдых. Химические свойства: омыление и гидрогенизация. Прогоркание жиров, полимеризация масел. Превращение жидких жиров в твёрдые. Техническая переработка и использование. Значение жиров и липидов.

Мыла и детергенты. Физико-химическое объяснение моющего действия мыла. Искусственные моющие средства, проблема уничтожения их отходов. Воски, олифа, сиккативы.

Сложные липиды. Фосфатиды, лецитины, кефалины. Распространение в природе. Состав и строение. Биологическое значение: роль сложных липидов в формировании клеточных мембран.

Тема 18. «Сахара (углеводы)»

Распространение в природе и биологическая роль. Классификация по числу углеводных остатков, числу атомов углерода, характеру карбонильной группы, типу циклической связи атомов. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза) и альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза); их строение и нахождение в природе. Открытая и циклическая формы (на примере глюкозы). Пиранозная и фуранозная формы. *D*- и *L*-ряды. *R*, *S*-номенклатура. Моносахариды: альдозы и кетозы. Оптическая изомерия и таутомерия. Открытая и циклическая формы. Номенклатура и способы изображения; проекционные формулы Фишера, α -, β -пиранозы и фуранозы. Формулы Хеуорса. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация. Аномеры. Общие способы получения моносахаридов из многоатомных спиртов, оксиальдегидов, оксикетонов и полисахаридов. Физические и химические свойства моносахаридов. Характерные особенности полуацетального гидроксила. Гликозиды. Восстановление, окисление и ацилирование сахаров. Оновые и сахарные кислоты. Эпимеризация. Аскорбиновая кислота.

Фруктоза как представитель кетоз. Строение, таутомерия и свойства. Отличие от глюкозы. Методы идентификации.

Дисахариды. Невосстанавливающие (сахароза). Строение, свойства и значение. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Полисахариды. Крахмал, инулин и гликоген. Строение и свойства. Гидролиз крахмала. Декстрины. Распространение в природе и значение. Инулин: состав, гидролиз и значение. Целлюлоза (клетчатка). Распространение в природе, строение и химические свойства. Гидролиз клетчатки. Эфиры клетчатки и их использование в народном хозяйстве. Понятие о гемицеллюлозах и пектиновых веществах.

Тема 19. «Аминокислоты и белки»

Определение и классификация. Изомерия, номенклатура. Распространение в природе, методы выделения и анализа.

Аминокислоты. Способы получения из альдегидов и кетонов, галогенкарбоновых кислот, нитрокислот, оксимов или гидразонов, альдегидо- и кетокислот. Физические и химические свойства. Амфотерная природа аминокислот, изоэлектрическая точка. Действие азотистой кислоты и формалина (формольное титрование); применение этих реакций для количественного определения аминокислот. Реакция с нингидрином. Хелаты. Биохимическое декарбоксилирование, дезаминирование, переаминирование. Отношение α -, β - и γ -аминокислот к нагреванию. Отдельные представители: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, цистин, метионин, аминокaproновая кислота. Представители диаминомонокarбоновых кислот: аргинин (орнитин) и лизин, их свойства. Дикарбоновые аминокислоты. Аспарагиновая и глутаминовая кислоты и их амиды (аспарагин, глутамин). Ароматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин. Гетероциклические аминокислоты: пролин, окипролин, триптофан, гистидин. Методы идентификации.

Полипептиды и белки. Распространение в природе. Элементный состав и молярная масса. Образование из аминокислот. Строение. Синтез белков на твёрдых носителях

(Мерифильд). Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белковых молекул. Типы связей (амидные, дисульфидные, водородные, солевые). Качественные реакции и понятие об установлении строения. Многообразие белков и их роль в природе. Физические и химические свойства белков. Осаждение, изоэлектрическая точка. Кислотный и ферментативный гидролиз. Классификация белков. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Проблема искусственной пищи.

Тема 20. «Пятичленные гетероциклы»

Классификация. Понятие об ароматичности гетероциклических систем. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом, их ацидофобность, способность к реакциям электрофильного замещения в α -положение, взаимные превращения (Юрьев). Пиррол как структурная единица порфиринов. Понятие о строении хлорофилла и гемина. Индол. Реакционная способность β -положения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота (гетероауксин). Серотонин, его биологическое значение. Психогены: ЛСД, псилоцин.

Тема 21. «Шестичленные гетероциклы»

Пиридин как представитель шестичленных азотсодержащих гетероциклов. Пассивность пиридина в реакциях электрофильного замещения. Никотиновая кислота, никотинамид (витамин РР). Понятие об алкалоидах. Никотин, анабазин, кониин, хинин, морфин, гигрин; их роль и значение. Понятие об антибиотиках. Циклы с несколькими гетероатомами. Имидазол и его важнейшие производные (гистидин, гистамин). Пиримидин и его важнейшие производные: цитозин, урацил, тимин. Пуриновые основания: аденин, гуанин, мочевиная кислота, кофеин. Цитокинины. Группа птеридина. Производные пиранов: α - и γ -пираны, соли пирилия, хромон, флаван и антоцианы.

Семестр 3.

Тема 1. «Химическая термодинамика»

Предмет и содержание курса физической химии. Значение физической химии. Химическая термодинамика. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Теплоты процессов при постоянном объеме и давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Теплоты образования и сгорания. Стандартные теплоты. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнения Кирхгофа. Второе начало термодинамики, его математическое выражение. Энтропия. Статистическое истолкование понятия энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Применение второго начала термодинамики к изобарно-(изохорно-) изотермическим процессам. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Определение направления процесса и условий равновесия. Третье начало термодинамики (постулат Планка). Вычисление абсолютной энтропии.

Тема 2. «Химическая кинетика»

Кинетика. Скорость реакции. Константа скорости. Уравнение Аррениуса. Прямая реакция. Обратная реакция. Закон действующих масс. Порядок реакции по веществам. Общий порядок реакции. Элементарные реакции. Молекулярность реакции. Реакции нулевого порядка. Реакции первого порядка. Реакции второго порядка. Период полураспада. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Температурный коэффициент. Энергия активации. Катализ. Фотохимические реакции.

Тема 3. «Растворы»

Общая характеристика растворов. Идеальные растворы. Законы Рауля. Отклонение от закона Рауля. Термодинамика растворов. Диаграмма давление-состав. Диаграмма кипения. Осмос. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Роль осмоса в биологических системах. Понятие рН растворов. Буферные системы и их свойства. Буферная емкость. Определение рН потенциометрическим методом. Роль буферных систем в биологических объектах.

Тема 4. «Электрохимия»

Растворы электролитов. Теория электрической диссоциации Аррениуса. Основные положения теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность, коэффициент активности.

Зависимость коэффициента активности от ионной силы. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость от концентрации. Закон независимости движения ионов. Подвижность ионов. Практическое применение метода электропроводности. Электродные процессы. Гальванические элементы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Строение двойного электрического слоя. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Гальванический элемент. Термодинамический вывод уравнения для электродвижущей силы (ЭДС). Электроды 1-го, 2-го рода, редокс-электроды. Стандартный потенциал. Типы гальванических элементов: химические и концентрационные. Практическое использование метода потенциометрии.

Тема 5. «Поверхностные явления»

Поверхностная энергия. Сорбционные процессы. Адсорбция на границе твердое тело-газ. Уравнение Фрейндлиха. Теория мономолекулярной адсорбции. Адсорбция на границе твердое тело-раствор. Типы адсорбентов. Иониты. Тепловые эффекты при адсорбции. Адсорбция на границе раствор-газ. Поверхностно-активные вещества. Уравнение Гиббса. Правило Траубе. Уравнение Шишковского. Строение монослоев. Адсорбционное понижение твердости.

Тема 6. «Свойства дисперсных систем»

Основные особенности коллоидного состояния. Классификация дисперсных систем. Образование двойного ионного слоя. Правило Фаянса-Паннета-Пескова. Электрокинетические явления. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал и его определение. Строение мицеллы. Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных систем. Броуновское движение. Диффузия. Седиментационное равновесие. Опалесценция. Ультрамикроскопия. Эффект Тиндаля. Диализ. Электродиализ. Факторы устойчивости коллоидных систем. Расклинивающее давление. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Коагуляция электролитами. Кинетика коагуляции. Структурообразование в дисперсных системах. Вязкость свободно-дисперсных систем. Связно-дисперсные системы. Структурная вязкость. Гели. Тиксотропия. Факторы, влияющие на переход молекулярной формы в мицеллярную. Солюбилизация.

Тема 7. «Высокомолекулярные соединения и их растворы»

Высокомолекулярные соединения (ВМС), особенности строения их молекул. Гибкость молекул. Эластичность и пластичность полимеров. Вулканизация. Агрегатное состояние. Растворы высокомолекулярных соединений. Растворение полимеров. Сольватация молекул. Ассоциация молекул в растворах полимеров. Особенности осмотического давления и вязкости у растворов полимеров. Методы определения молекулярной массы. Набухание. Степень. Кинетика набухания. Давление набухания. Студни.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Семестр 1. Раздел 1. Теоретические основы неорганической химии				50
	Тема 1. Растворы	Лекция № 1. Причины образования растворов. Качественные и количественные характеристики растворов.		-	2
		Лабораторная работа № 1.		защита лабора-	6

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		«Приготовление растворов заданного состава»		торной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	
		Лекция № 2. Сильные и слабые электролиты. Вода как слабый электролит. Ионное производство воды. Водородный показатель. Буферные растворы.		-	2
		Лабораторная работа № 3. «Экспериментальное определение водородного показателя»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	4
		Лекция № 3. Гидролиз солей		-	2
		Лабораторная работа № 4. «Изучения влияния природы соли, температуры и концентрации раствора на процесс гидролиза»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	4
	Тема 2. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие	Лекция № 4. Химическая кинетика. Химическое равновесие		-	4
		Лабораторная работа № 5. «Смещение химического равновесия»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, опрос по темам 1-3	8
	Тема 3. Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения	Лекция № 5. Строение атома. Периодический закон Д.И. Менделеева Химическая связь. Комплексные соединения		-	2
		Лабораторная работа № 6. «Изучение свойств комплексных соединений»		защита лабораторной работы	4
	Тема 4. Окислительно-	Лекция № 6. Окислительно-восстановительные реакции		-	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	восстановительные реакции	Лабораторная работа № 7. «Окислительно-восстановительные реакции»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	8
2	Раздел 2. Теоретические основы органической химии				64
	Тема 1. Теоретические основы органической химии	Лекция №1. Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова.	ОПК-1.1, ОПК-3.2	-	4
	Тема 2. Приёмы и методы работы	Лабораторная работа №1. Перегонка смеси двух жидкостей.		Защита лабораторной работы	2
	Тема 3. Органические вещества биосферы	Лабораторная работа №2. Хроматографическое разделение смеси двух органических веществ		Защита лабораторной работы	1
	Тема 4. Физико-химические методы исследования органических соединений	Лабораторная работа №3. Физико-химические методы исследования органических соединений		индивидуальное задание, защита лабораторной работы	1
	Тема 5. Алканы	Лекция №2. Алканы. Алкены. Алкины. Диены. Способы получения. Химические свойства.		-	5
		Лабораторная работа №4. Алканы.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 6. Алкены	Лабораторная работа №5. Алкены. Качественный функциональный анализ на кратную связь.		индивидуальное задание, защита лабораторной работы	2
	Тема 7. Алкины	Лабораторная работа №6. Алкины.		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
	Тема 8. Диены	Лабораторная работа №7. Диены.		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
	Тема 9. Арены	Лекция №3. Арены. Методы получения, химические свойства. Теория замещения в ароматическом ряду. Индуктивный и мезомерный эффекты.		-	3
		Лабораторная работа № 8. Арены.		контрольная работа (темы 5-9),	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
				индивидуальное задание	
	Тема 10. Галогенопроизводные. Спирты и фенолы	Лекция №4. Галогенопроизводные. Спирты и фенолы. Способы получения. Химические свойства. Кислотность и основность. Амины. Методы получения, химические свойства.		-	4
		Лабораторная работа № 9. Галогенопроизводные углеводов. Спирты и фенолы. Качественный функциональный анализ на гидроксильную группу.		On-line тестирование, индивидуальное задание, защита лабораторной работы	1
	Тема 11. Амины	Лекция №5. Оксо-соединения (альдегиды и кетоны). Методы получения, химические свойства.		-	4
		Лабораторная работа №10. Амины предельного ряда. Основность аминов, зависимость основности от строения.		On-line тестирование	1
		Лабораторная работа №11. Качественный функциональный анализ на амино-группу		защита лабораторной работы, контрольная работа (темы 10-13) индивидуальное задание	2
	Тема 12. Оксосоединения	Лабораторная работа №12. Оксо-соединения		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
	Тема 13. Карбоновые кислоты	Лекция №6. Карбоновые кислоты и их производные. Дикарбоновые и непредельные кислоты. Липиды. Мыла. Воска.		-	4
		Лабораторная работа №13. Карбоновые кислоты. Качественный функциональный анализ на карбонильную и карбоксильную группы.		On-line тестирование, индивидуальное задание, защита лабораторной работы	1
	Тема 14. Оксикислоты	Лекция №7 Окси- и оксокислоты. Химические свойства. Кетонольная таутомерия.		On-line тестирование, индивидуальное задание	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа №14. Оксикислоты.		On-line тестирование, индивидуальное задание	1
	Тема 15. Оксо-кислоты	Лабораторная работа №15. Оксо-кислоты. Кето-енольная таутомерия.		контрольная работа (темы 14-15)	1
	Тема 16. Оптическая изомерия	Лекция №8 Липиды. Оптическая изомерия. Сахара (моно-, ди- и полисахариды)		-	2
		Лабораторная работа №16. Понятие оптической изомерии. Асимметрический атом углерода.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 17. Липиды	Лекция №9. Аминокислоты, белки. Гетероциклы. Понятие о строении нуклеиновых кислот.		-	2
		Лабораторная работа №17. Липиды.		On-line тестирование, индивидуальное задание	2
	Тема 18. Сахара	Лабораторная работа № 18. Сахара. Моносахариды. Дисахариды. Полисахариды Качественные реакции на сахара.		индивидуальное задание (по базе данных), защита лабораторной работы	2
	Тема 19. Аминокислоты и белки	Лабораторная работа № 19. Аминокислоты. Пептиды. Белки. Качественные реакции на аминокислоты и белки.		индивидуальное задание, защита лабораторной работы	3
	Тема 20. Пятичленные гетероциклы	Лабораторная работа №20. Пятичленные гетероциклические соединения.		On-line тестирование	2
	Тема 21. Шести-членные гетероциклы	Лабораторная работа №21. Шести-членные гетероциклические соединения. Ароматичность. Свойства.		индивидуальное задание (по виртуальной лаборатории). Итоговая контрольная работа (темы 16-21)	2
	Раздел 3. Физическая и коллоидная химия				68

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3.	Тема 1. Первый закон термодинамики	Лабораторная работа № 1. «Термохимия. Закон Гесса. Определение тепловых эффектов химических реакций»	ОПК-1.1 ОПК-3.2	защита лабораторной работы	2
		Лекция № 1. «Химическая термодинамика: основные понятия. Первый закон термодинамики»		-	2
	Тема 2. Второй закон термодинамики	Лекция № 2. «Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы. Практическое применение термодинамики»		-	2
		Лабораторная работа № 2. «Определение энтропии реакции, энергии активации»		защита лабораторной работы, опрос, тест	2
	Тема 3. Кинетика химических реакций	Лекция № 3. «Химическая кинетика. Основные понятия. Факторы, влияющие на скорость химических реакций»		-	2
		Лекция № 4. «Молекулярность и порядок реакции»		-	2
		Лабораторная работа № 3. «Кинетика химических реакций в растворах»		защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4. «Химическое равновесие. Закон действующих масс»		защита лабораторной работы	2
	Тема 4. Растворы. Законы Рауля. Осмос.	Лабораторная работа № 5. «Растворы. Исследование свойств буферных и небуферных систем»		защита лабораторной работы, опрос, тест	6
		Лекция № 5. «Растворы: основные понятия»		-	2
		Лекция № 6. «Растворы неэлектролитов»		-	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лекция № 7. «Растворы электролитов»		-	2
	Тема 5. Физико-химические методы исследования растворов	Лекция № 8. «Буферные системы»		-	2
		Лабораторная работа № 6. «Определение pH потенциометрическим методом в биологических объектах»		защита лабораторной работы	2
	Тема 6. Электродные процессы	Лабораторная работа № 7. «Определение электродных потенциалов и концентрации ионов в растворах методом измерения электродвижущих сил»		защита лабораторной работы, опрос, тест	4
		Лекция № 9. «Образование ДЭС. Электродные процессы. Электроды I и II рода»		-	2
		Лекция № 10. «Окислительно-восстановительные системы и редокс-электроды. Ионселективные электроды.»		-	2
	Тема 7. Электропроводность	Лекция № 11. «Электропроводность»		-	2
		Лабораторная работа № 8. «Электрическая проводимость и ее использование для анализа растворов электролитов»		защита лабораторной работы, опрос	2
	Тема 8. Явления на границе раздела фаз	Лабораторная работа № 9. «Поверхностные явления и адсорбция»		защита лабораторной работы, опрос	2
		Лекция № 12. «Явления на границе раздела фаз. ПАВ»		-	2
	Тема 9. Практическое применение адсорбции	Лекция № 13. «Молекулярная адсорбция»		-	2

№ п/п	Название раз- дела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во час- сов
		Лекция № 14. «Электролит- ная адсорбция. Иониты»		-	2
		Лабораторная работа № 10. «Иониты и ионный обмен»		защита лабора- торной работы, опрос, тест	4
	Тема 10. Колло- идные системы и их свойства	Лабораторная работа № 11. «Коллоидные системы, их об- разование и свойства»		защита лабора- торной работы, опрос, тест	2
		Лекция № 15. «Дисперсные системы. Свойства коллоидных растворов»		-	2
	Тема 11. Устой- чивость колло- идных систем	Лабораторная работа № 12. «Коагуляция лиофобных и лиофильных коллоидных рас- творов»		защита лабора- торной работы, опрос	2
		Лекция № 16. «Устойчивость коллоидных систем. Коагуля- ция коллоидных растворов»		-	2
	Тема 12. Высо- комолекулярные соединения и свойства их рас- творов	Лабораторная работа № 13. «Химические и физико- химические свойства раство- ров высокомолекулярных со- единений»		защита лабора- торной работы	1
		Лекция № 17. «Свойства рас- творов ВМС. Устойчивость растворов ВМС»		-	2
		Лабораторная работа № 14. «Определение изоэлектриче- ской точки гидрофильного зо- ля вискозиметрическим мето- дом»		защита лабора- торной работы, опрос, тест	1

5. Образовательные технологии

Таблица 5

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Экспериментальное определение водородного показателя	ЛР	Работа в малых группах
2.	Гидролиз солей	ЛР	Работа в малых группах
3.	Химическое равновесие	ЛР	Работа в малых группах
4.	Окислительно-восстановительные реакции	ЛР	Работа в малых группах
5.	Приготовление рабочего раствора хлороводородной кислоты	ЛР	Работа в малых группах
6.	Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия	ЛР	Работа в малых группах
7.	Приготовление рабочего раствора перманганата калия	ЛР	Работа в малых группах
8.	Арены. Теория электрофильного замещения в ароматическом ряду	ЛР	Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)
9.	Окси- и оксо-кислоты. Оптическая изомерия	ЛР	Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)
10.	Амины	ЛР	Информационные и коммуникационные технологии (работа с учебно-методическим порталом)
11.	Гетероциклические соединения. Ароматичность гетероциклов	ЛР	Информационные и коммуникационные технологии (работа с электронными ресурсами)
12.	Термохимия. Закон Гесса. Определение тепловых эффектов химических реакций.	ЛР	Работа в малых группах
13.	Растворы. Исследование свойств буферных и небуферных систем.	ЛР	Работа в малых группах
14.	Определение pH потенциометрическим методом в биологических объектах	ЛР	Работа в малых группах
15.	Определение электродных потенциалов и концентрации ионов в растворах методом измерения электродвижущих сил	ЛР	Работа в малых группах

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные работы, тесты, индивидуальные задания, вопросы к коллоквиуму, вопросы к экзамену, вопросы к зачету

Семестр 1

Примеры контрольных работ:

Контрольная работа по теме «Способы выражения состава растворов»

Вариант 1

1. Как называется отношение количества В (моль), содержащегося в растворе, к объему этого раствора?
2. Какая частица является эквивалентом серной кислоты в реакции:
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}?$$
3. Сколько граммов хлорида натрия требуется для приготовления 1 л 20%-го раствора плотностью 1,15 г/мл?
4. Вычислите титр 50%-го раствора азотной кислоты плотностью 1,31 г/мл.
5. К 100 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией 1 моль/л прибавили 300 мл воды. Вычислите молярную концентрацию полученного разбавленного раствора.

Контрольная работа по теме «Водородный показатель»

Вариант 1

1. $[\text{OH}^-] = 1,65 \cdot 10^{-6}$ моль/л. Вычислить рОН.
2. Вычислить $[\text{H}^+]$ раствора, если рОН 6,54.
3. Имеются два раствора с рН 4 и 6. В каком из них и во сколько раз больше концентрация ионов водорода?
4. Вычислить рН 0,2 М раствора уксусной кислоты. $K_d = 1,75 \cdot 10^{-5}$.
5. Вычислить рН 0,1 М формиатного буферного раствора с отношением кислоты к соли 3:4. $K_d = 1,77 \cdot 10^{-4}$.

Контрольная работа по теме «Гидролиз солей»

Вариант 1

1. Напишите в сокращенной ионной форме уравнение реакции гидролиза нитрата железа(III) по I-ой ступени и вычислите константу гидролиза соли.
2. Напишите химическую формулу той из названных ниже солей натрия, которая гидролизуется в наибольшей степени: фосфат, формиат, нитрит.
3. Вычислите степень гидролиза гидрокарбоната натрия в 0,05 М растворе.
4. Вычислите рН 0,2 М раствора нитрата аммония.
5. В каком из перечисленных растворов солей лакмус окрашивается в красный цвет: хлорид натрия, хлорид аммония, гипохлорит натрия?

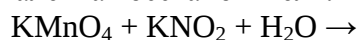
Контрольная работа по теме «Окислительно-восстановительные реакции»

Вариант 1

1. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в ионной форме и подсчитайте сумму коэффициентов:
$$\text{Sb}^{3+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Sb}^{5+} + \dots$$
2. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме и подсчитайте сумму коэффициентов:



3. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме и определите молярную массу эквивалента восстановителя:



4. Вычислить электродный потенциал системы Pb^{2+}/Pb , если $[\text{Pb}^{2+}] = 0,06$ моль/л, а $[\text{Pb}] = 0,003$ моль/л.

5. Каким из веществ (Cl_2 , Br_2 , I_2) нельзя осуществить следующую реакцию: $\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$?

Примеры индивидуальных заданий (СР):

Задание по теме «Способы выражения состава растворов»

Вариант 1

1. В приложении 2 приведены составы растворов, используемых для гидропонного выращивания растений в условиях защищенного грунта. Пользуясь этими данными, вычислите молярную концентрацию каждой из солей азотной кислоты, входящих в состав питательного раствора Кнопа. Плотность раствора принять равной 1 г/мл.

2. В 240 мл воды растворили 10 г хлорида калия. Вычислите массовую долю этой соли в приготовленном растворе.

3. Какова молярная концентрация 2 н. раствора фосфорной кислоты, если продуктом реакции нейтрализации является гидрофосфат натрия?

4. Сколько граммов 25%-го раствора гидроксида калия нужно прилить к 400 мл воды, чтобы приготовить 15%-й раствор?

5. Сколько миллилитров 2 н. раствора серной кислоты нужно взять для приготовления 3 л 0,06 н. раствора?

Задание по теме «Водородный показатель»

Вариант 1

1. Вычислите pH томатного сока, в 100 л которого содержится 4 мг катионов водорода.

2. Оптимальные значения pH почвы для выращивания гороха колеблются в пределах от 6,0 до 8,0. Во сколько раз концентрация катионов водорода, соответствующая минимальному значению pH, превышает концентрацию катионов водорода, соответствующую максимальному значению pH?

3. Вычислите pH раствора хлороводородной кислоты, в 1 л которого содержится 36,5 г HCl : а) без учёта отличия активности от концентрации; б) с учётом отличия активности от концентрации (значение коэффициента активности см. на стр. 76 учебника). Можно ли в данном случае пренебречь отличием активности от концентрации?

4. Вычислите степень диссоциации муравьиной кислоты в 0,2 М растворе и pH этого раствора.

5. Вычислите pOH раствора, в 2 л которого содержится 1 моль аммиака и 53,5 г хлорида аммония.

Задание по теме «Гидролиз солей»

Вариант 1

1. Напишите химическую формулу и название соли, которая образуется при смешении 164 мл 20%-го раствора гидроксида натрия (плотность 1,22 г/мл) и 349 мл 10%-го раствора хлороводородной кислоты (плотность 1,047 г/мл). Подвергается ли эта соль гидролизу?

2. Напишите химическую формулу той из названных ниже солей натрия, которая подвергается гидролизу в наибольшей степени: гипохлорит, хлорит, хлорат, перхлорат.

3. Напишите в сокращенной ионной форме уравнение реакции гидролиза хлорида алюминия и вычислите константу гидролиза этой соли по первой ступени.

4. Рассчитайте степень гидролиза хлорида марганца в растворе, титр которого равен 0,0125 г/мл.

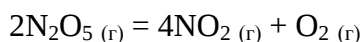
5. Вычислите pH 0,25 М раствора нитрита натрия при температуре 0°C.

Задание по теме

«Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»

Вариант 1

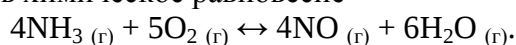
1. Экспериментально установлено, что зависимость скорости разложения газообразного пентаоксида азота



от концентрации этого вещества описывается уравнением $v = k_c(\text{N}_2\text{O}_5)$. Вычислите скорость этой реакции, если концентрация N_2O_5 составляет 20 ммоль/л, а константа скорости равна 1,6 ч⁻¹.

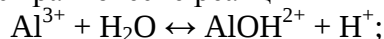
2. При повышении температуры со 125°C до 150°C скорость реакции увеличилась в 32 раза. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции.

3. В результате протекания до некоторой степени обратимой реакции каталитического окисления аммиака установилось химическое равновесие



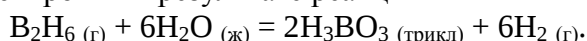
Во сколько раз константа скорости обратной реакции меньше константы скорости прямой реакции, если константа равновесия K_c равна 10^{168} ?

4. В каком направлении сместится равновесие реакции



а) при повышении температуры: б) при добавлении щелочи?

5. Вычислите изменение энтропии в результате реакции



Задание по теме «Окислительно-восстановительные реакции»

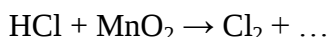
Вариант 1

1. Пользуясь методом ионных полуреакций, закончите уравнение реакции в сокращенной ионной форме



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

2. Пользуясь методом ионных полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

3. Определите молярную массу эквивалента восстановителя в реакции, приведенной в задаче 2.

4. Пользуясь значениями стандартных электродных потенциалов, вычислите электродвижущую силу реакции, приведенной в задаче 2.

5. Рассчитайте окислительно-восстановительный потенциал инертного электрода в растворе, в котором концентрация катиона Fe^{2+} равна $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а концентрация катиона Fe^{3+} составляет $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму по темам 1-3

1. Расчет содержания компонентов раствора заданного состава.
2. Способы выражения состава раствора и переход от одного способа к другому.
3. Определение pH заданного раствора, концентрации $[\text{H}^+]$ или $[\text{OH}^-]$ в растворах сильных и слабых электролитов, в буферных растворах.
4. Написание уравнения гидролиза в сокращенной ионной форме, расчет константы гидролиза, степени гидролиза и pH гидролизующихся солей.
5. Нахождение скорости реакции при изменении концентрации исходных веществ, температуры, давления.
6. Вычисление константы равновесия, исходных или равновесных концентраций компонен-

тов реакционной смеси.

7. Установление направления смещения равновесия при изменении условий протекания реакции.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Химия» (1-й семестр)

Скорость химической реакции. Средняя и истинная скорость реакции. Основные факторы, влияющие на скорость реакции. Химическая реакция как последовательность элементарных стадий Закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции. Константа скорости реакции.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Катализ и ферменты. Закон действующих масс для химического равновесия: взаимосвязь равновесных концентраций. От каких факторов зависит числовое значение константы равновесия? Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Растворы электролитов. Константы и степени диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда (связь константы и степени диссоциации). Зависимость степени диссоциации от концентрации слабого электролита. Отличие слабых электролитов от сильных. Типы слабых электролитов. Константы и степени диссоциации слабых электролитов. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды, его зависимость от температуры. Водородный и гидроксильный показатели растворов. Кислая, нейтральная и щелочная среда. Способы измерения водородного показателя.

Гидролиз солей. Типы гидролиза (приведите примеры уравнений реакций гидролиза в сокращенной ионной и молекулярной форме). Необратимый гидролиз. Константа и степень гидролиза, их взаимосвязь. Зависимость степени гидролиза от природы соли, концентрации и температуры раствора.

Принципы заполнения электронных орбиталей атома в основном состоянии, принцип минимума энергии, принцип Паули, правило Хунда. Электронные емкости орбиталей, подуровней и уровней атома. Понятие периода и его формирование по правилам В.М. Кличковского. Причины различной длины периодов. Расположение в структуре периодической системы s-, p-, d- и f-элементов. Длинно- и короткопериодный варианты Периодической системы. Расположение в них металлов и неметаллов. Периодический закон Д.И. Менделеева в современной формулировке. Свойства атомов элементов: энергия ионизации, электроотрицательность и периодический характер их изменения. Электронные и электронно-структурные формулы элементов первого и второго периодов Периодической системы. Электронный остов и орбитали валентных уровней атома.

Типы химической связи: ковалентная, ионная, полярная, координационная водородная. Приведите примеры веществ, в которых имеются связи данных типов. Характеристики химической связи: направленность и насыщенность, энергия и длина связи. Свойства ковалентных связей: насыщенность, направленность, энергия связи. Примеры соединений с ковалентной связью.

Строение координационной сферы комплексных соединений: центральный ионокомплексобразователь, лиганды, донорные атомы лигандов, координационное число, геометрия координационной сферы. Заряд внутренней координационной сферы. Ионы внешней сферы. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и константы нестойкости. Заряд внутренней координационной сферы. Внешнесферные ионы.

Степень окисления и правила ее нахождения. Окислители и восстановители (приведите примеры). Степень окисления и правила ее нахождения. Окислители и восстановители. Электродный потенциал Уравнение Нернста.

Особенности строения атома водорода, физические и химические свойства водорода. Основные свойства щелочных и щелочно-земельных металлов, их значение в природе. Основные свойства бора и алюминия и их соединений. Основные свойства углерода и кремния, а также их оксидов и гидроксидов.

Химия азота, фосфора, кислорода и серы. Азотные и фосфорные удобрения. Свойства галогенов. Понятие о пестицидах. Экологические аспекты применения химических средств при выращивании сельскохозяйственных культур.

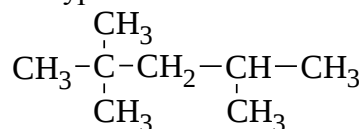
Семестр 2.

Примеры контрольных работ

on-line тестирование на платформе Moodle sdo.timacad.ru

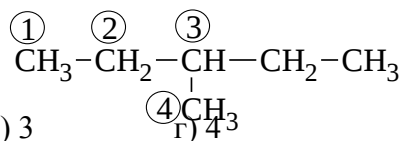
Вариант 1

1. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



- а) 2,2,4-триметилпентан б) 2,4,4-триметилпентан
в) изопропил-*трет*-бутилметан г) 1,1,1,3,3-пентаметилпропан

2. Какой атом углерода легче всего хлорируется в соединении?



- а) 1 б) 2 в) 3 г) 4
3. Какое соединение получится при реакции Вюрца из бромистого этила?

- а) бутан б) этилен в) бутен г) пропан

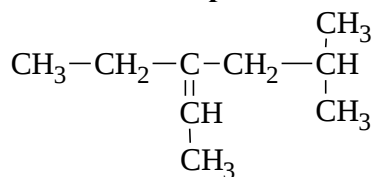
4. Какова природа связи азот – кислород в CH_3NO_2 ?

- а) ионная б) ковалентная неполярная
в) ковалентная полярная г) семиполярная

5. Указать радикал "изобутил":

- а) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ б) $(\text{CH}_3)_2 \text{CH} - \text{CH}_2 -$
в) $\text{CH}_3 - \underset{|}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ г) $(\text{CH}_3)_3 \text{C} -$

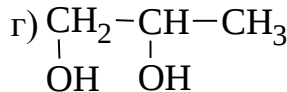
Вариант 1



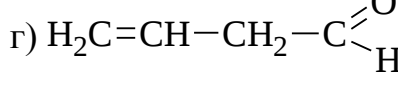
1. Какое название соответствует данному углеводороду?

- а) 5-метил-3-этилгексен-2 б) 5,5-диметил-3-этилпентен-2
в) 1,1-диметил-3-этилпентен-3 г) 2-метил-4-этилгексен-4
2. Сколько изомеров имеет пентин?

- а) σ и π б) π и π в) σ и σ г) σ , π и π

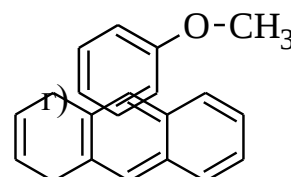


5. Что получится при действии ацетилен на уксусный альдегид?



Вариант 1

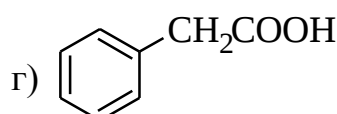
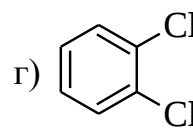
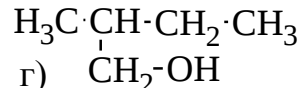
- a) $-\text{NO}_2$ б) $-\text{Cl}$ в) $-\text{COOCH}_3$ г) $-\text{NO}$



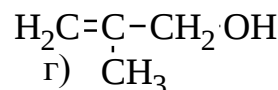
5. Укажите формулу продукта окисления толуола (KMnO_4 , H^+).

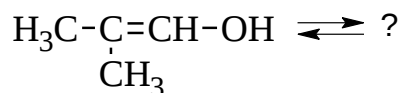
Вариант 1

1. Укажіть формулу вторичного спирта.

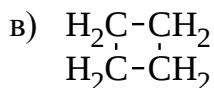
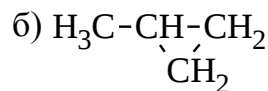
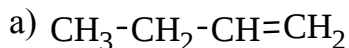


2. Укажите формулу вещества, в которое изомеризуется соединение

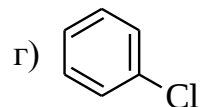
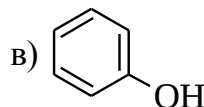
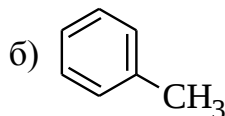
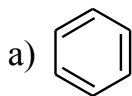




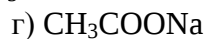
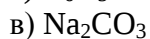
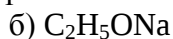
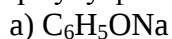
3. Укажите формулу продукта, получающегося при внутримолекулярной дегидратации *втор*-бутанола.



4. Укажите формулу вещества, которое будет бренироваться легче всего.



5. Укажите формулу фенолята натрия.



Вариант 1

1. Какое соединение является хлористым тетраметиламмонием?



2. В каких условиях протекает реакция предельных углеводов с хлором?

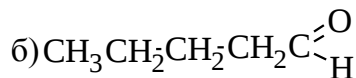
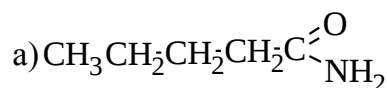
а) без катализатора

б) при нагревании

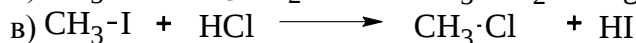
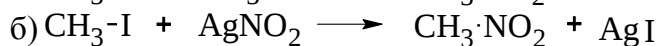
в) в присутствии натрия

г) на свету

3. Какое из соединений получится при восстановлении $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$?



4. Какая реакция написана неверно?



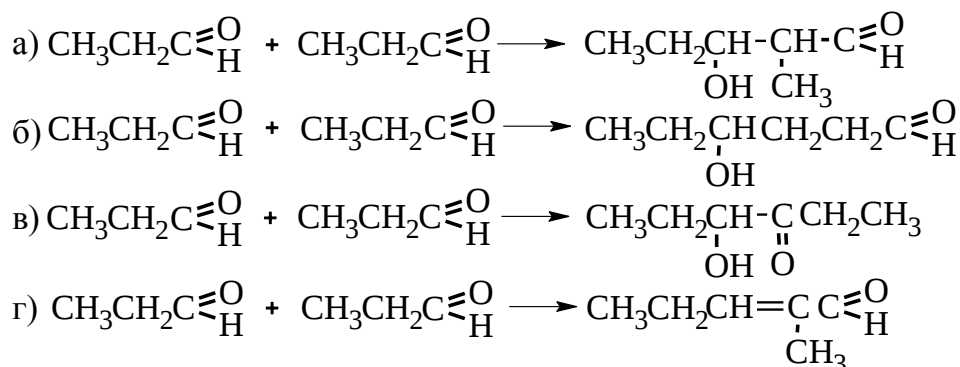
5. Какой интервал значений pH соответствует водным растворам алифатических аминов?



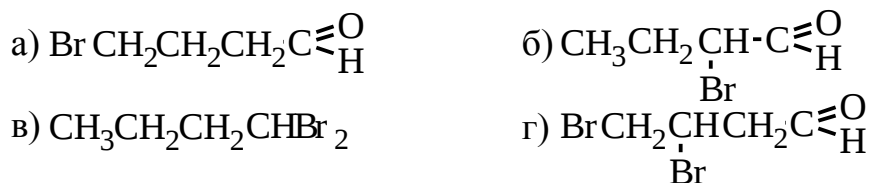
Вариант 1

1. Укажите, какая из приведённых схем изображает процесс альдольной конденсации пропионового альдегида.

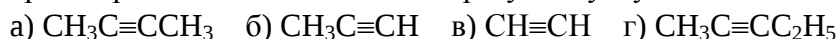
2. Какое из приведённых веществ образуется при бромировании масляного



альдегида?

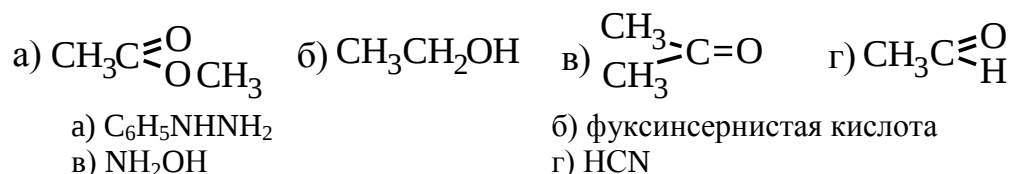


3. При гидратации какого алкина образуется уксусный альдегид?



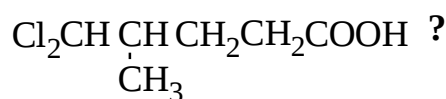
4. С каким из приведённых веществ аммиачный раствор оксида серебра вступает в окислительно-восстановительную реакцию "серебряного зеркала"?

5. Какое из приведённых веществ не реагирует с кетонами?



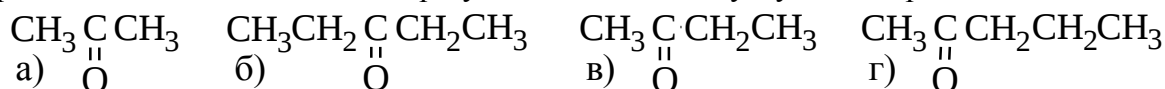
Вариант 1

1. Как называется соединение

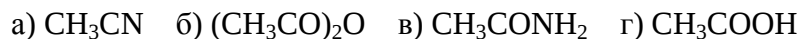


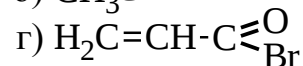
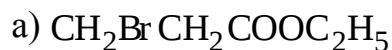
- а) 2-метил-1,1-дихлор-5-пентановая кислота
 б) 4-метил-5,5-дихлорбутановая кислота
 в) 3-метил-4,4-дихлорбутановая кислота
 г) 4-метил-5,5-дихлорпентановая кислота

2. При окислении какого кетона образуется смесь только уксусной и пропионовой кислот?

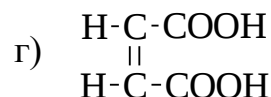
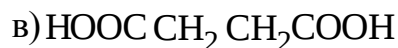
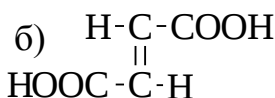
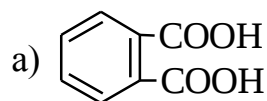


3. Какое соединение получится при сухой перегонке уксуснокислого аммония?





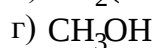
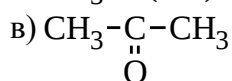
4. Что получится при действии HBr на $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOC}_2\text{H}_5$?



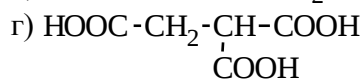
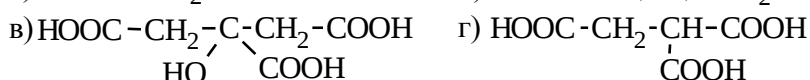
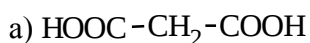
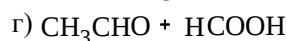
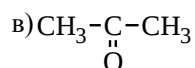
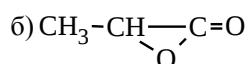
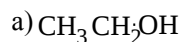
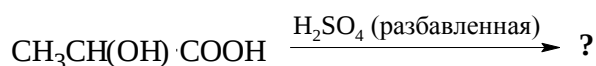
5. Из какой кислоты нельзя получить внутрениий ангидрид?

Вариант 1

1. Какое соединение является оксикислотой?

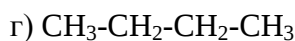


2. Что получится в результате реакции:

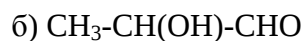
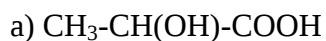


3. Какая формула соответствует лимонной кислоте?

4. Какое соединение имеет асимметрический атом углерода?

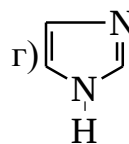
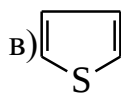
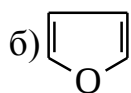
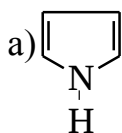


5. Какое соединение образуется при гидролизе α -хлорпропионовой кислоты?

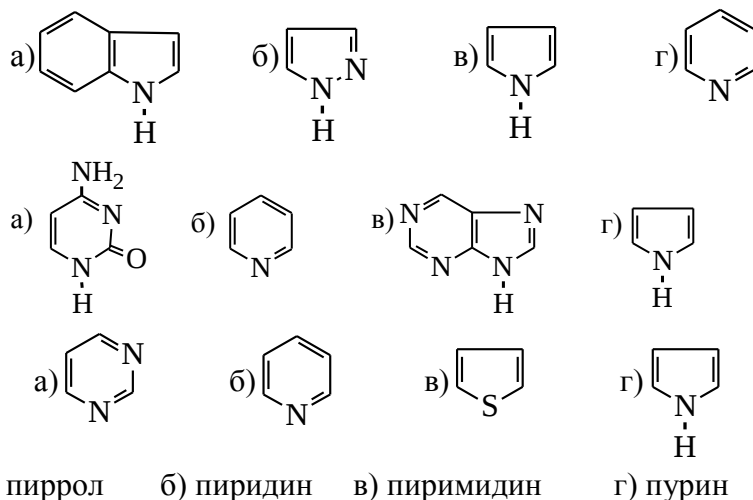


Вариант 1

1. Какая из приведённых формул отвечает пирролу?



2. Какое из приведённых веществ действием H_2S при высокой температуре можно превратить в тиофен?
3. Какая из приведённых формул отвечает цитозину?
4. Какое из веществ **наименее** устойчиво к действию кислот?
5. Какой гетероцикл входит в состав витамина PP?



Примеры индивидуальных заданий (СР) с применением цифровых технологий:

Задание по теме «Алканы»

Вариант 1

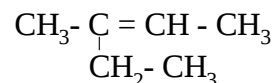
1. Какое из приведенных ниже названий для соединения $(CH_3)_3C-CH(CH_3)-CH(CH_3)_2$ отвечает правилам ИЮПАК ?
- а) метил-изо-пропил-*трет*-бутилметан
 б) 2,3,4,4-тетраметилпентан
 в) 2,2,3,4-тетраметилпентан
 г) 2,2-диметил-3-изо-пропилбутан
2. Какой из приведенных ниже факторов способствует протеканию радикальных процессов? Объясните, используя базу данных ChemSpider.
- а) полярный растворитель
 б) охлаждение
 в) присутствие кислотного катализатора
 г) облучение УФ-светом
3. Восстановление галоидного алкила йодистым водородом приводит к углеводороду, который также получается при щелочном плавлении натриевой соли валериановой кислоты. Если исходный галоидный алкил подвергнуть реакции Вюрца, то образуется симметрично построенный изомер октана с четырьмя первичными атомами С. Как называется алкил, с которым галоген связан в исходном веществе:
- а) *н*-бутил б) *втор*-бутил
 в) *трет*-бутил г) *изо*-бутил
4. При действии натрия на смесь бромистого изобутила и бромистого *втор*-бутила образуется смесь трех органических соединений. Какое из четырех ниже названных веществ **не является** продуктом реакции? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.
- а) 2,5-диметилгексан б) 3,4-диметилгексан
 в) 2,3-диметилгексан г) 2,4-диметилгексан
5. Какая область поглощения характерна для деформационных колебаний связи C-H CH_3 -групп в ИК спектрах? Докажите, используя базу данных PubChem.

а) 1380 см⁻¹ б) 1460 см⁻¹ в) 2900 см⁻¹ г) 1700 см⁻¹

Задание по теме «Алкены»

Вариант 1

1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК соединение:

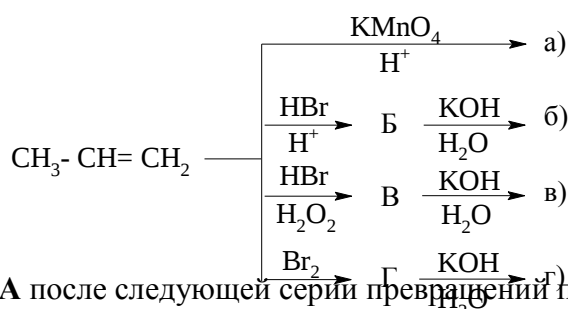


- а) 2-этилбутен-2 б) 3-метилпентен-2
в) 3-метилпентен-3 г) 1,2-диметил-1-этилэтилен

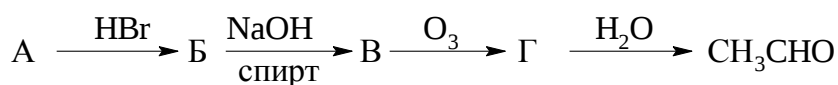
2. Существует 13 изомерных гексенов (C₆H₁₂), не считая *цис-транс*-изомеров. Укажите, сколько из них могут проявлять *цис-транс*-изомерию:

- а) 4 б) 3 в) 5 г) 6

3. По какой реакции можно из пропилена получить изопропиловый спирт? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Из алкена А после следующей серии превращений получен только уксусный альдегид (CH₃CHO). Укажите исходный алкен А.



- а) пентен-2 б) гексен-3
в) бутен-1 г) этилен

5. В какой области спектра ПМР лежат значения сигналов этиленовых протонов? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 4,5 - 6,5 м.д. б) 2,0 – 3,0 м.д. в) 6,3 - 7,5 м.д. г) 1,3 - 2,5 м.д.

Задание по теме «Алкины»

Вариант 1

1. Сколько изомеров имеет ацетиленовый углеводород состава C₅H₈?

- а) 3 б) 2 в) 4 г) 5

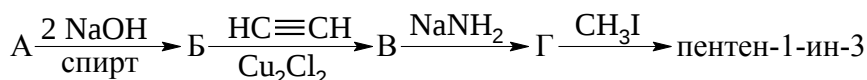
2. Какой ацетиленовый углеводород образуется при дегидрировании 3,4-диметилпентена-1? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) 2,4-диметилпентин-1 б) 3,4-диметилпентин-2
в) 3,4-диметилпентин-1 г) 2,3-диметилпентин-2

3. Какое значение рK_a характерно для С–Н связи в ацетиленовых углеводородах? Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) 25 б) 33 в) 16 г) 28

4. Укажите исходное соединение А в следующей серии превращений?



- а) 1,2-дихлорбутан б) 1,3-дихлорпропан
в) 1,2,3-трихлорбутан г) 1,1-дихлорэтан

5. Какая полоса поглощения характерна для валентных колебаний $\equiv\text{C}-\text{H}$ связи в ацетилене? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 3100 см^{-1} б) 3300 см^{-1}
в) 2600 см^{-1} г) 3400 см^{-1}

Задание по теме «Диены»

Вариант 1

1. Укажите интервал полосы поглощения $\text{C}=\text{C}$ связи в ИК-спектре диенов. Объясните, используя базу данных ChemSpider.

- а) $1600 - 1620\text{ см}^{-1}$ б) $1650 - 1700\text{ см}^{-1}$
в) $1200 - 1220\text{ см}^{-1}$ г) $3000 - 3300\text{ см}^{-1}$

2. Какие диены легче вступают в реакцию присоединения?

- а) диены с кумулированными двойными связями
б) диены с изолированными двойными связями
в) сопряженные диены
г) все перечисленные выше типы диенов одинаково

3. Что образуется при действии натрия в условиях реакции Вюрца на хлористый аллил. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) бутадиен-1,3 б) гексадиен-1,5
в) пентадиен-1,4 г) гептадиен-2,4

4. Известны два природных полимера изопрена - каучук и гуттаперча. Сколько изомерных полимеров может образоваться в случае 1,4-полимеризации 2,3-диметилбутадиена-1,3?

- а) 1 б) 4 в) 3 г) 2

5. Из какого исходного соединения синтезируется бутадиен-1,3 по Лебедеву?

- а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ б) CH_3-CHO в) $\text{HC}\equiv\text{CH}$ г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}$

Задание по теме «Арены»

Вариант 1

1. Сколько изомерных ароматических бромопроизводных соответствуют брутто формуле $\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$? а) 4 б) 6 в) 5 г) 3

2. Укажите продукт гидрирования 3 молями H_2 *о*-ксилола. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) 1,4-диметилциклогексан б) 2,3-диметилгексан
в) 1,2-диметилциклогексан г) 3,4-диметилгексан

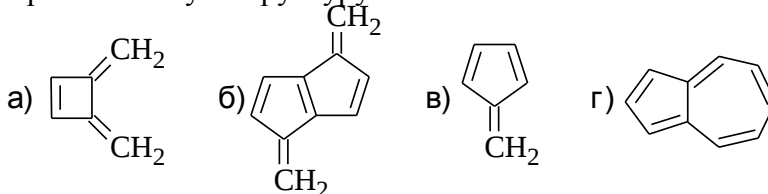
3. Углеводород обесцвечивает бромную воду, дает реакции с аммиачным раствором оксида серебра, при окислении образует бензойную кислоту. При сжигании 1 моля его образуется 352 г углекислого газа. Укажите наиболее характерные полосы поглощения в ИК спектре этого углеводорода. Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) $3600, 2100, 1650\text{ см}^{-1}$
б) $3310, 2083, 1600, 1490\text{ см}^{-1}$
в) $3100, 1200, 740\text{ см}^{-1}$
г) $3400, 2300, 1000, 795\text{ см}^{-1}$

4. На смесь **трёх** углеводородов: бромбензола, *n*-бромтолуола и бромэтана действовали натрием. Сколько различных **ароматических** углеводородов образуется при этом?

- а) 5 б) 3 в) 8 г) 6

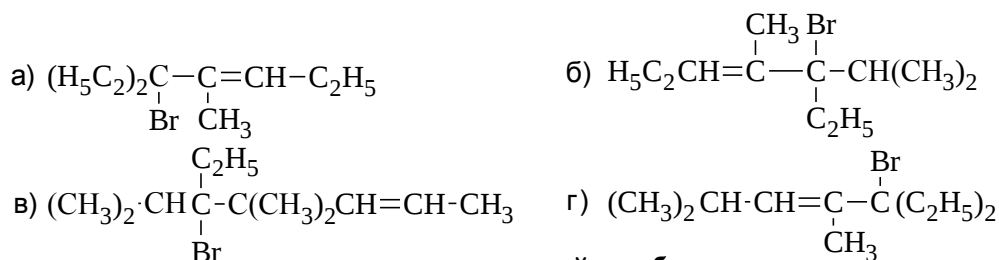
5. Укажите ароматическую структуру:



Задание по теме «Галогенопроизводные. Спирты и фенолы»

Вариант 1

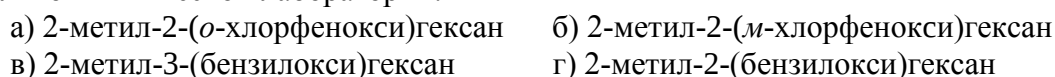
1. К какой из написанных ниже формул относится название 5-бром-4,6-диметил-5-этилгептен-3?



2. В каком из перечисленных ниже соединений **наиболее** подвижен атом хлора?



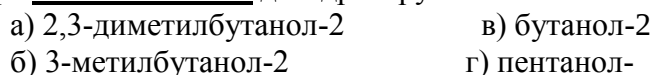
3. Толуол подвергли хлорированию на свету и получили моногалогенпроизводное А. 2-Метилгексан подвергли бромированию на свету, основной продукт реакции обработали водным раствором щёлочи, к полученному кислородсодержащему веществу прибавили металлический натрий и продукт реакции обработали соединением А. Какое из соединений получили при этом? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Сколько пиков должно наблюдаться в спектре ПМР *трет*-бутилового спирта? Докажите, используя базу данных PubChem.



5. Какой спирт **наиболее легко** дегидратируется?



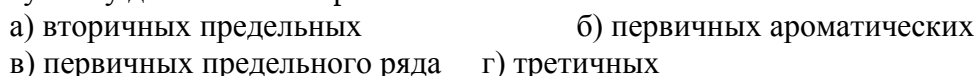
Задание по теме «Амины»

Вариант 1

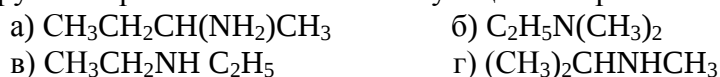
1. Сколько изомеров имеет амин $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$?



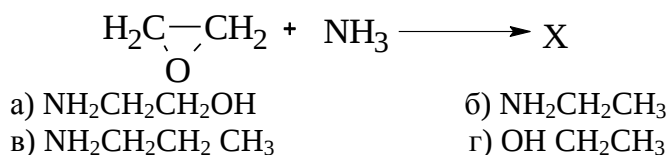
2. К какому типу относится амин, который даёт малиновое окрашивание с фенолфталеином и в ИК спектре имеет две слабые полосы поглощения в области $3300\text{--}3500\text{ см}^{-1}$? Объясните, используя базу данных ChemSpider.



3. Какую структурную формулу имеет амин $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$, если известно, что он с азотистой кислотой реагирует с образованием соответствующего спирта?



4. Укажите продукт реакции (X):



5. Какой из нижеприведенных аминов будет вступать в реакцию с HNO_2 , давая нитрозопроизводное? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

- а) изобутиламин б) метилэтиламин
в) *трет*-бутиламин г) триметиламин

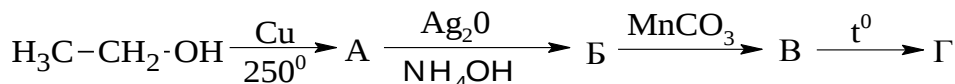
Задание по теме «Оксосоединения»

Вариант 1

1. При окислении кетона по Попову получили смесь уксусной, пропионовой, изомасляной и изовалериановой кислот. Какова структура кетона?

- а) 5-метилгексанон-3 б) гептанон-3
в) 5-метилгексанон-2 г) 2-метилгексанон-3

2. Укажите конечный продукт Г следующей серии превращений: Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории



- а) уксусный альдегид б) ацетон
в) пропен г) пропанол-2

3. Сколько карбонильных соединений имеют формулу $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$?

- а) 3 б) 5 в) 7 г) 9

4. Укажите область $\pi \rightarrow \pi$ перехода в электронных спектрах карбонильных соединений (в нм). Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 200 б) 300 в) 270 г) 240

Задание по теме «Карбоновые кислоты»

Вариант 1

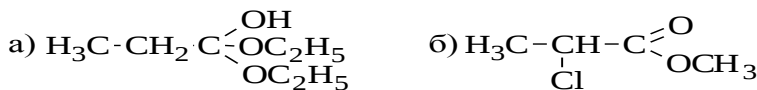
1. Сколько изомеров имеет предельная одноосновная кислота состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$?

- а) 6 б) 7 в) 8 г) 9

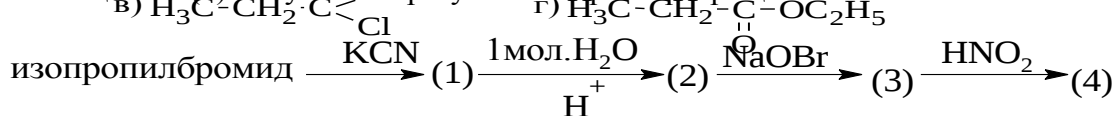
2. Какое из перечисленных соединений даёт реакцию серебряного зеркала?

- а) 1-пентин б) хлористый метил
в) уксусная кислота г) муравьиная кислота

3. Укажите конечный продукт, полученный в результате последовательных превращений: при действии на бромистый этил цианистого калия, омыления, действия пятихлористого фосфора и, наконец, этилата натрия. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



4. Какое вещество (4) получится в результате серии превращений:



- а) изобутиловый спирт б) изобутиламин
в) изопропиловый спирт г) 2-нитропропан

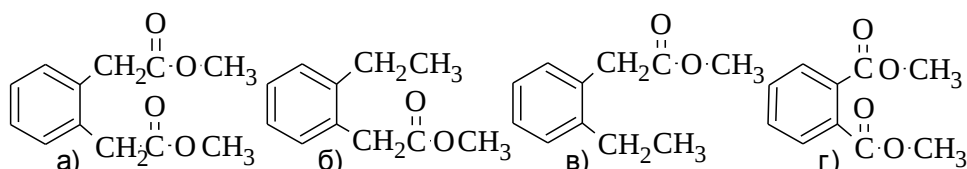
5. В какой области ИК спектра поглощает ОН-группа в кислотах? Докажите, используя базу данных PubChem.

- а) 3000 см^{-1} б) 1700 см^{-1} в) 1650 см^{-1} г) 1300 см^{-1}

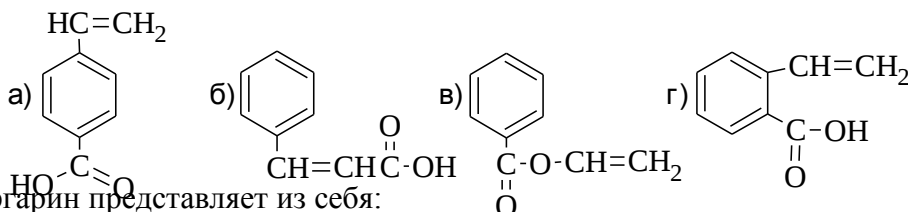
Задание по теме «Липиды»

Вариант 1

1. Указать формулу диметилфталата – репеллента, отпугивающего насекомых. Докажите, используя базу данных ChEMBL.



2. Укажите формулу вещества состава $C_9H_8O_2$, если известно, что оно существует в виде двух геометрических изомеров; взаимодействует с водным раствором щелочи с образованием соли; со спиртом образует сложный эфир, а при окислении – бензойную и щавелевую кислоты.

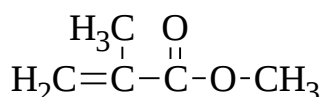


3. Маргарин представляет из себя:

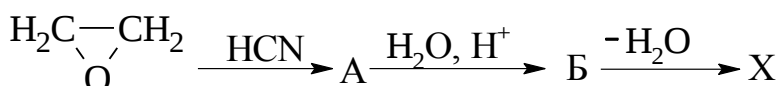
- эмульсию гидрогенизированного растительного жира
- эмульсию гидрогенизированного животного жира
- эмульсию специально синтезированных триглицеридов непредельных карбоновых кислот
- эмульсию природных низкокачественных жиров

4. Какое название соответствует соединению со следующей структурной формулой?

- метилметакрилат
- метакриловая кислота
- метилвый эфир акриловой к-ты
- метилвый эфир кротоновой к-ты



5. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме. Проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



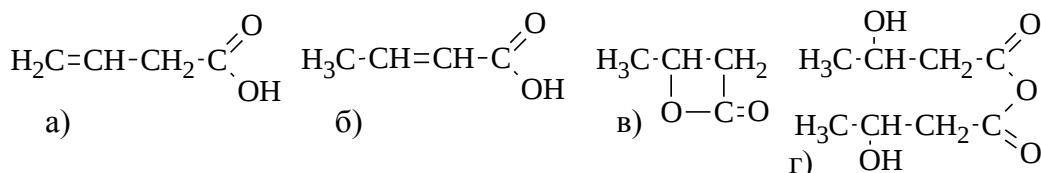
Какое из приведенных названий принадлежит веществу (X)?

- этиловый спирт
- ацетон
- акриловая кислота
- уксусный альдегид

Задание по темам «Оксикислоты. Оксокислоты. Оптическая изомерия»

Вариант 1

1. Что получится при нагревании β -оксимасляной кислоты?



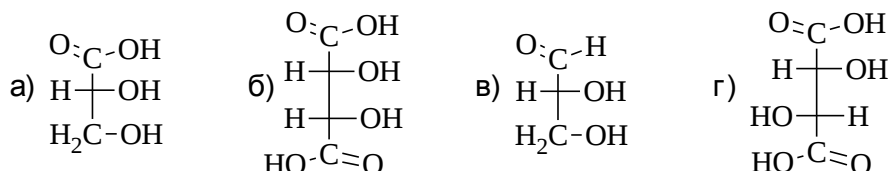
2. Укажите структуру соединения состава $C_6H_{12}O_3$, имеющего два оптических изомера, образующего с основаниями соли, легко дающего при нагревании соединение состава $C_6H_{10}O_2$, которое окисляется в кислом растворе $KMnO_4$ в смесь изомасляной и щавелевой кислот. Докажите, используя базу данных ChEMBL.



3. Какое соединение (Д) образуется по следующей схеме?



4. Какой из приведенных ниже стереоизомеров не проявляет оптической активности?



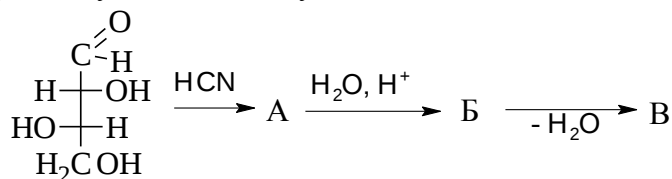
5. Какое соединение получается при нагревании β -оксoвалериановой кислоты? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

а) лактон б) диметилкетон в) лактам г) метилэтилкетон

Задание по теме «Сахара»

Вариант 1

1. Какой продукт получится по следующей схеме?



a) $\text{HOCH}_2\text{-CHOH-CH-CHOH-CH-OH}$

$$\text{б) CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{O}$$

B) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{C}=\text{O}$

$$\text{r) CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CHOH}-\text{C}=\text{O}$$

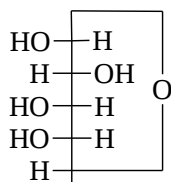
2. Какое соединение образуется при действии на альдопентозу амальгамы натрия? Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

а) пентит б) оксим в) триоксиглутаровая кислота г) озон

3. Напишите структурную формулу гексозы, зная, что оксинитрил, полученный из неё при действии синильной кислоты, после гидролиза и восстановления йодистоводородной кислотой даёт 2-метилгексановую кислоту:

а) фруктоза б) сахароза в) глюкоза г) лактоза

4. Какое название соответствует данной структурной формуле? Докажите, используя базу данных ChEMBL.



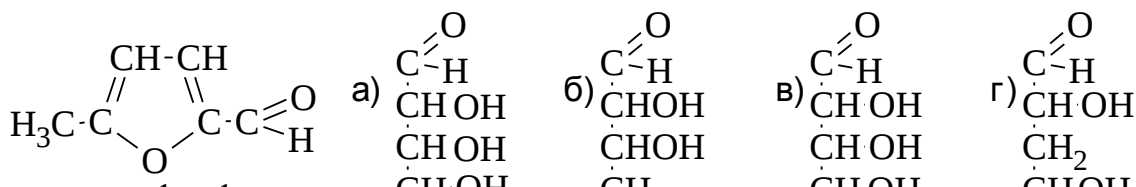
а) α , D -галактоза

б) β, D-фруктоза

в) β , D-галактоза

г) α, D-фруктоза

5. Определите строение вещества состава $C_6H_{12}O_5$, если оно при нагревании с разбавленной серной кислотой образует α -метилфурфурол, при осторожном окислении превращается в 2,3,4,5-тетраоксигексановую кислоту, даёт реакцию серебряного зеркала?



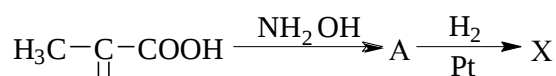
Задание по теме «Аминокислоты и белки»

Вариант 1

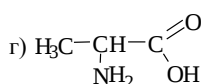
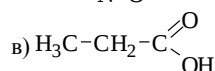
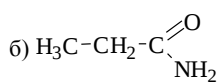
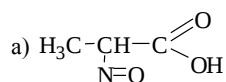
1. Какие аминокислоты входят в состав природных белков? Докажите, используя базу данных ChEMBL.

а) D, α б) L, α в) L, β г) L, γ

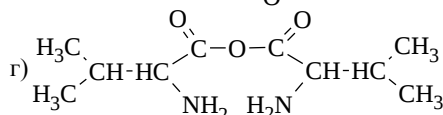
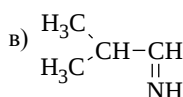
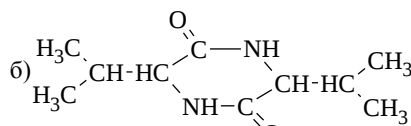
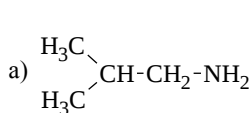
2. Укажите продукт реакции (X):



3. Укажите продукт термической дегидратации валина:



4. Укажите продукт, получаемый при действии азотистой кислоты на $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.



5. Какой реагент применяется для защиты аминогруппы в аминокислотах?

а) этанол

б) уксусный ангидрид

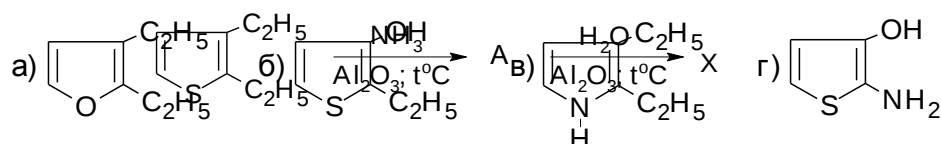
в) хлорид фосфора

г) азотистая кислота

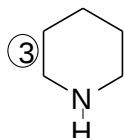
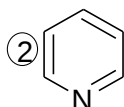
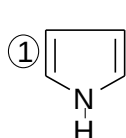
Задание по темам «Пятичленные гетероциклы. Шестичленные гетероциклы»

Вариант 1

1. Какое соединение (X) образуется в результате следующих реакций:



2. Расположите следующие соединения в ряд по убыванию основности, Докажите, используя базу данных ChEMBL.



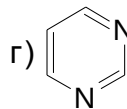
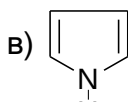
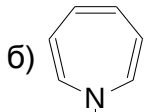
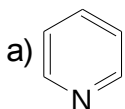
а) $2 > 4 > 1 > 3$

в) $4 > 1 > 3 > 2$

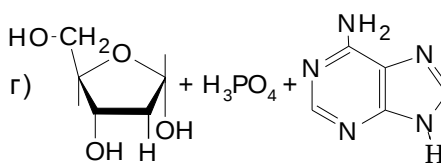
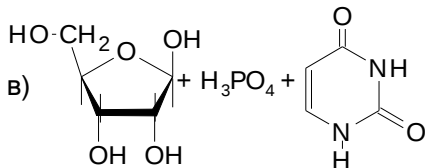
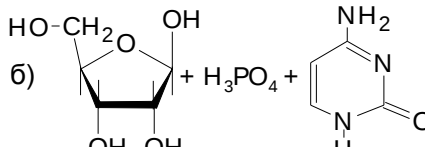
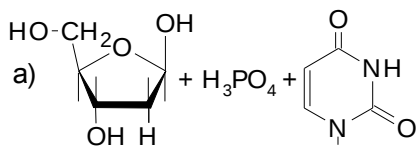
б) $3 > 4 > 2 > 1$

г) $1 > 3 > 4 > 2$

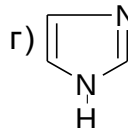
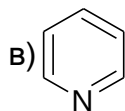
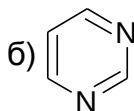
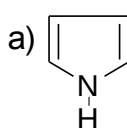
3. Какая из приведенных структур не является ароматической?



4. Укажите продукты полного гидролиза 5-уридилмонофосфата. Объясните, почему. Для этого проведите виртуальный эксперимент в виртуальной химической лаборатории.

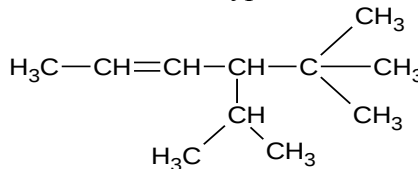


5. Производным какого гетероцикла является витамин PP? Докажите, используя базу данных SciFinder (CAS).

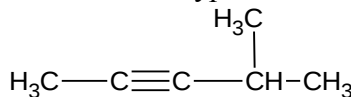


Вопросы к контрольным работам

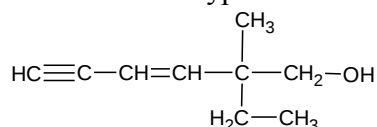
1. Синтезировать по реакции Вюрца изобутан.
2. Указать ошибку в названии и дать правильное название 2-этил-6-изопропилгексана.
3. Написать все изомеры углеводорода брутто-формулы C_5H_{10} с открытой цепью, назвать их по номенклатуре ИЮПАК.
4. Написать реакцию Кучерова для пентина-1.
5. Написать реакцию 1,2-дибромпропана с металлическим цинком.
6. Как из ацетилена при помощи неорганических реагентов получить н.-бутан?
7. При помощи каких химических реакций можно отличить этилацетилен от диметилацетилена?
8. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:

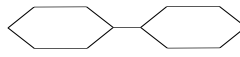


9. Написать реакцию полимеризации пропилена.
10. Написать реакцию для пентина-2.
11. Что получится при взаимодействии смеси пропилбромида и н-бутилбромида с натрием?
12. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:

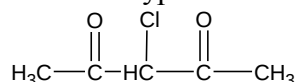


13. Что образуется при нитровании по Коновалову углеводорода 2-метилбутана?
14. Что получится при реакции н. бромистого пропила со спиртовым раствором щёлочи?
15. Сколько различных соединений получится при присоединении одной молекулы HBr к изопрену? (Условия различные).
16. Какие углеводороды образуются при полном восстановлении н.бутилового спирта, ацетона?
17. Синтезировать по реакции Вюрца 2-метилгексан.
18. Написать реакцию полимеризации бутадиена.
19. Написать структурные формулы и назвать изомеры ацетиленовых углеводородов C₄H₆.
20. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметилбутен-1 подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щёлочи?
21. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:

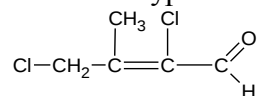


22. Что образуется при восстановлении орто-фенилуксусной кислоты с помощью олова и соляной кислоты?
23. Что получится при дегидратации 2-метилпентанола-3?
24. Из бутандиола-1,4 получить 1,4-дибромбутан.
25. Из этилбензола получить пара-аминоэтилбензол.
26. Из бензола получить дициклогексил ().
27. Какое вещество образуется при окислении кислым раствором KMnO₄ пара-диэтилбензола?
28. Из какого нитросоединения и в каких условиях можно получить бензиламин?
29. Из пропилового спирта получить пропилизобутиловый эфир.
30. Написать уравнение окисления хлористого аллила по Вагнеру.
31. Присоединить воду к пентену-2, назвать катализатор.
32. Из пропилена получить изопропиловый спирт, пропандиол-1,2.
33. Написать реакции бромирования и нитрования анизола (с образованием монозамещённых).
34. Получить диэтиловый эфир (двумя способами).
35. Из нитробензола получить *мета*-фенилендиамин.
36. Написать в порядке возрастания кислых свойств: фенол, воду, *орто*-нитрофенол, пикриновую кислоту, глицерин, метанол.
37. Как выделить фенол из смеси его с бензиловым спиртом? Написать уравнение реакции.
38. Какой продукт получится при действии металлического натрия на йодистый бензил?
39. Гидролизовать втор.бромистый бутыл водной щёлочью и назвать полученное соединение.
40. Из бензола получить анизол.
41. Из метилацетилена получить α-бромацетон; бромформ - CHBr₃.
42. Окислить пентанон-2 по Попову.
43. Получить бромангидрид α-бромуксусной кислоты из этановой кислоты.
44. Написать альдольную и кротоновую конденсации для 2-метилпропаналя.
45. Какой продукт образуется, если к этиловому эфиру пропин-2-овой кислоты добавить HBr.
46. Из бензола получить ацетофенон (метилфенилкетон).

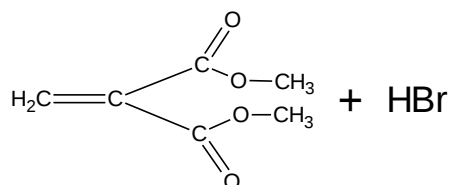
47. Какое соединение образуется при обработке на холоду изовалерианового альдегида водным раствором щёлочи?
48. Что получится при нагревании 2-оксипутановой кислоты?
49. Из гептанола получить гептанол-2.
50. Получить фенилуксусную кислоту из бензилхлорида.
51. Написать конденсацию Кляйзена для этилового эфира изомасляной кислоты.
52. Из фенилуксусного альдегида получить фенилацетилен.
53. Из масляной кислоты получить дипропилкетон.
54. Из пропионового альдегида получить оксим, фенилгидразон, бисульфитное производное, циангидрин и ацеталь метилового спирта.
55. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



56. Из какого спирта при окислении (условия) образуется метилэтилкетон?
57. Назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК:



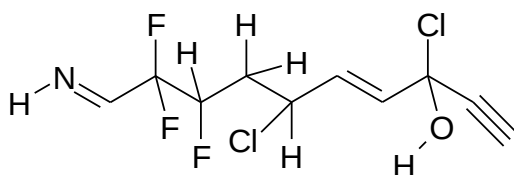
58. Из адипиновой кислоты получить циклопентанон.
59. Из пропилена получить хлорангидрид изомасляной кислоты.
60. Написать реакцию:



Пример билета итоговой контрольной работы по темам 17-19

Билет 1

1. Напишите структурную формулу диолеостеарилглицерина
2. Сколько оптических изомеров существует для соединения



3. Напишите структурную формулу α, D-глюкопиранозы по Фишеру и по Хеуорсу
4. Синтезировать дипептид аланилглицин
5. Напишите реакцию: пиридин + HI →

Тест по теме «Второй закон термодинамики»

Вариант 1

1. Укажите правильную формулировку закона Гесса:

а) тепловой эффект химической реакции, проводимой при $V=\text{const}$, или $P=\text{const}$, зависит от вида и состояния исходных веществ и конечных продуктов, но не зависит от пути проведения реакции;

- б) тепловой эффект химической реакции зависит только от начального и конечного состояний вещества, но не зависит от пути проведения реакции;
- в) тепловой эффект химической реакции зависит от вида и состояния исходных веществ и конечных продуктов;
- г) тепловой эффект химической реакции зависит от агрегатных состояний, в которых находятся исходные и конечные продукты.

2. Каким методом можно определить водяное число калориметра?

- а) необходимо определить через спираль, помещенную в калориметр, определенное количество электрического тока;
- б) необходимо провести в калориметре любую химическую реакцию;
- в) необходимо нагреть калориметр до определенной температуры;
- г) необходимо количественно провести в калориметре химическую реакцию с известным тепловым эффектом и по полученному значению Δt^0 рассчитать водяное число.

3. Какие условия приняты в термохимии за стандартное состояние?

- а) состояние чистого вещества при $P = 1$ атм.;
- б) состояние чистого вещества при $P = 1$ атм и $t = 25^0 \text{ C}$ в соответствующем для данных условий агрегатном состоянии;
- в) состояние чистого вещества при $t = 25^0 \text{ C}$;
- г) Состояние чистого вещества при $P = 1$ атм и $t = 25^0 \text{ C}$, находящегося в виде пара.

4. Чему равен тепловой эффект химической реакции при $P = \text{const}$?

- а) $Q_p = R \cdot \ln V_2/V_1$
- б) $Q_p = \Delta U + P\Delta V - T\Delta S$
- в) $Q_p = RT/nF \cdot \lg a$
- г) $Q_p = \Delta H$

5. Какие реакции пригодны для термохимических измерений?

- а) реакции, дающие продукты неопределенного состава;
- б) реакции, идущие медленно;
- в) реакции, которые проходят быстро и до конца и образуют продукты вполне определенного состава;
- г) реакции, протекающие обратимо.

6. Чему равен тепловой эффект реакции при $V = \text{const}$?

- а) $Q_v = dU + P\Delta V$
- б) $Q_v = dU + \delta A$
- в) $Q_v = \Delta U$
- г) $Q_v = dU + \Delta nRT$

7. До каких пор может протекать самопроизвольный процесс в изолированной системе?

- а) пока система не достигнет стандартного состояния;
- б) пока энтропия системы не достигнет максимального для данных условий значения;
- в) пока внутренняя энергия не достигнет максимального для данных условий значения;
- г) в изолированной системе самопроизвольный процесс вообще не может протекать.

1. В каких единицах выражается осмотическое давление растворов неэлектролитов:
 - а) калория;
 - б) грамм-эквивалент;
 - в) атмосфера;
 - г) джоуль.

2. Раствор, содержащий 4,6 г соли неэлектролита в 500 г воды, замерзает при $-0,186^{\circ}\text{C}$. Определить молярную массу растворенного вещества.
 - а) 92;
 - б) 138;
 - в) 184;
 - г) 46.

3. Осмотическое давление клеточного сока в листьях березы при 25°C составляет 11,4 атмосфер. Какова молярная концентрация веществ в клеточном соке при условии, что они являются бинарными электролитами, осмотический коэффициент равен 0,92:
 - а) 0,804;
 - б) 0,126;
 - в) 0,506;
 - г) 0,254.

4. Определить температуру замерзания 0,12 М раствора CaCl_2 , если $f_0 = 0,85$:
 - а) $-1,923$;
 - б) $-0,379$;
 - в) $-0,569$;
 - г) $-0,659$.

5. Указать уравнение характеризующее связь активности с концентрацией:
 - а) $a = c \cdot f$;
 - б) $\lg f = -0,51 n^2 \sqrt{C}$;
 - в) $I = \frac{1}{2} \sum C n^2$;
 - г) $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

6. Указать уравнение для определения молярной массы неэлектролита криоскопическим методом:
 - а) $M = \frac{1000 g}{W \cdot \Delta t} \text{ K}$;
 - б) $M = \frac{1000 g}{W \cdot \Delta t \cdot \gamma \cdot f} \text{ K}$;
 - в) $M = \frac{g}{M}$;
 - г) $M = \frac{3RT}{u^{-2}}$.

7. Осмотическое давление клеточного сока в листьях березы при 25°C составляет 11,4 атмосфер. Какова молярная концентрация веществ в клеточном соке при условии, что они являются неэлектролитами:
 - а) 2,34;
 - б) 0,93;
 - в) 0,47;
 - г) 4,67.

Вариант 1

1. Какая из приведенных ниже цепей является концентрационной и удовлетворяет правилам электрохимии?

- а) $\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \mid \text{KCl} \mid \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$;
- б) $\text{Ag} \mid \text{AgNO}_3 \mid \text{NH}_4\text{NO}_3 \mid \text{KCl}, \text{AgCl} \mid \text{Ag}$;
- в) $\text{Ag} \mid \text{AgNO}_3 (1 \text{ M}) \mid \text{KCl} \mid \text{AgNO}_3 (0,01 \text{ M}) \mid \text{Ag}$;
- г) $\text{Ag} \mid \text{AgNO}_3 (1 \text{ M}) \mid \text{NH}_4\text{NO}_3 \mid \text{AgNO}_3 (0,01 \text{ M}) \mid \text{Ag}$.

2. Вычислить a_{Ag^+} в растворе AgNO_3 , если ЭДС серебряно-каломельной цепи 0,434 В.

$\varepsilon_{\text{Ag}}^0 = 0,80 \text{ В}$, $\varepsilon_{\text{кал}} = 0,25 \text{ В}$.

- а) $8,24 \cdot 10^{-4}$
- б) $1 \cdot 10^{-2}$
- в) $9,76 \cdot 10^{-3}$
- г) $3,12 \cdot 10^{-3}$

3. Вычислить ЭДС элемента Даниэля – Якоби, если $C_{\text{Cu}^{2+}} = 0,1 \text{ M}$, $\varepsilon_{\text{Cu}}^0 = 0,346 \text{ В}$, $C_{\text{Zn}^{2+}} = 0,01 \text{ M}$, а $\varepsilon_{\text{Zn}}^0 = -0,76 \text{ В}$.

- а) 1,246 В;
- б) 3,467 В;
- в) 1,135 В;
- г) 2,042 В.

4. Какое из представленных уравнений позволяет вычислить потенциал, возникающий на электродах первого рода?

- а) $\varepsilon = \varepsilon^0 - \frac{RT}{nF} \ln a$;
- б) $\varepsilon = \varepsilon^0 + \frac{RT}{nF} 2,303 \lg a$;
- в) $\varepsilon = \varepsilon^0 + \frac{RT}{nF} 2,303 \lg \frac{a_{\text{ox}}}{a_{\text{red}}}$;
- г) $\varepsilon = \varepsilon^0 + \frac{RT}{nF} \lg a$.

5. Вычислить ЭДС медной концентрационной цепи при условии, что $C_1 = 1,0 \text{ M}$, $f_1 = 0,041$, а $C_2 = 0,01 \text{ M}$, $f_2 = 0,41$.

- а) 1,100 В;
- б) 0,064 В;
- в) 0,029 В;
- г) 0,085 В.

6. Какие цепи называются концентрационными?

- а) это цепь, состоящая из двух разных электродов с одинаковой концентрацией электродного раствора;
- б) это цепь, состоящая из двух одинаковых электродов с различной концентрацией электродного раствора;
- в) это цепь, состоящая из двух разных электродов с различной концентрацией электродного раствора;
- г) это цепь, состоящая из электрода сравнения и любого электрода первого рода;

7. Вычислить окислительно-восстановительный потенциал почвы, если ЭДС гальванического элемента равна 0,146 В, а $\varepsilon_{\text{кал}} = 0,256 \text{ В}$.

- а) 0,110 В;
- б) 0,402 В;
- в) 0,045 В;
- г) 1,117 В.

Тест по теме 10 «Коллоидные системы и их свойства»

Вариант 1

1. Кто является основоположником коллоидной химии в России и за рубежом?

- а) И. Борщов и Т. Грэм;
- б) М. Ломоносов и П. Лаплас;
- в) Р. Рейс и Г. Гиббс;
- г) И. Каблуков и В. Нернст.

2. По какому признаку классифицируются коллоидные системы?

- а) по гомогенности и гетерогенности систем;
- б) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фаз, отношению к растворителю, по наличию раздела фаз;
- в) по лиофобным и лиофильным свойствам дисперсных систем;
- г) по отношению к растворителю.

3. Какими методами можно получить коллоидную систему?

- а) ультрамикроскопическим;
- б) криоскопическим и эбуллиоскопическим;
- в) конденсационным и дисперсионным;
- г) с помощью реакции двойного обмена.

4. В чем сущность броуновского движения?

- а) переход дисперсных частиц размером 10^{-5} – 10^{-9} м через полупроницаемую мембрану;
- б) тепловое движение молекул из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор;
- в) движение заряженных частиц под действием электрического поля;
- г) непрерывное и беспорядочное движение взвешенных в жидкости частиц – есть результат ударов, испытываемых частицами со стороны движущихся молекул растворителя.

5. Смешано 12 мл 0.02 м раствора KJ и 100 мл 0.005 м AgNO_3 . Указать формулу образовавшегося золя.

- а) $\{m(\text{AgJ}) \text{ n Ag}^+ (\text{n-x})\text{NO}_3^-\}^{x+} \text{ xNO}_3^-$
- б) $\{m(\text{AgJ}) \text{ n J}^- (\text{n-x}) \text{ K}^+\}^{x-} \text{ M}$
- в) $\{m(\text{AlJ}) \text{ n J}^- (\text{n-x}) \text{ K}^+\}^{x-} \text{ x K}^+$
- г) $\{m(\text{AgNO}_3 \text{ n J}^- (\text{n-x}) \text{ K}^+)\}^{x-} \text{ K}^+$

6. Выберите из перечисленных коллоидных систем систему, называемую аэрозолем?

- а) молоко и сливки;
- б) туман, облака;
- в) цветное стекло, рубин;
- г) макаронные изделия, хлеб.

7. Что представляет собой конус Тиндаля?

- а) светящаяся полоска в ночном небе;
- б) пучок отраженных от твердой поверхности световых лучей;
- в) светящаяся полоска в форме конуса, образующаяся при пропускании сфокусированного светового пучка через коллоидный раствор;
- г) явление дифракции света, проходящего через молекулярный раствор.

Вопросы к опросу по темам 2-12:

Вопросы к теме 2 «Второе начало термодинамики»:

1. Первое начало термодинамики. Его математическая запись.
2. Что представляет собой энтальпия, каков её физический смысл.
3. Тепловые эффекты при постоянном объеме и постоянном давлении.
4. Второе начало термодинамики. Его математическая запись.
5. Закон Гесса, его математическая запись и следствия из закона.
6. Первое начало термодинамики. Его математическая запись.
7. Что представляет собой энтальпия, каков её физический смысл.
8. Тепловые эффекты при постоянном объеме и постоянном давлении.
9. Второе начало термодинамики. Его математическая запись.
10. Закон Гесса, его математическая запись и следствия из закона.

Вопросы к теме 4 «Растворы. Законы Рауля. Осмос.»

1. Буферные растворы, их состав, свойства и механизм действия.
2. Основное уравнение буферных растворов.
3. Буферная емкость, её определение. Буферность почв и почвенного раствора.
4. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН).
5. Потенциометрический метод определения рН.
6. Первый закон Рауля. Давление насыщенного пара над раствором.
7. Второй закон Рауля. Эбулиоскопия. Криоскопия.
8. Осмотическое давление.

Вопросы к теме 6 «Электродные процессы»

1. Что такое электрод? Примеры.
2. Электроды первого рода. Уравнение Нернста для электродов первого рода.
3. Электроды второго рода. Уравнение Нернста для электродов второго рода.
4. Окислительно-восстановительные электроды и цепи. Уравнение Нернста-Петерса.
5. Гальванические элементы (цепи). Концентрационные цепи (примеры).

Вопросы к теме 7 «Электропроводность»

1. Понятие электролита. Сильные и слабые электролиты. Понятие степени и константы электролитической диссоциации.
2. Удельная электрическая проводимость растворов и факторы, влияющие на её величину.
3. Основное уравнение электропроводности для сильных и слабых электролитов.
4. Молярная электрическая проводимость. График зависимости молярной электрической проводимости от разбавления для сильных и слабых электролитов.
5. Закон независимого перемещения ионов (закон Кольрауша). Закон разведения Оствальда.

Вопросы к теме 8 «Явления на границе фаз»

1. Охарактеризовать адсорбцию ПАВ на разделе жидкость/газ. Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое раствора.
2. Что такое поверхностное натяжение и методы его измерения.
3. Поверхностно-активные вещества. Примеры. Практическое применение ПАВ.
4. Уравнение Гиббса и его анализ.

5. Смачивание, виды смачивания и его мера.

Вопросы к теме 9 «Практическое применение адсорбции»

1. Основные отличия физической и химической адсорбции. Что такое адсорбция и абсорбция.
2. Назовите известные вам границы раздела фаз, для которых возможна физическая или химическая адсорбция.
3. Что такое изотерма адсорбции, от чего зависит величина адсорбции.
4. Изотерма адсорбции по Ленгмюру и Фрейндлиху, расчет констант. Ионно-обменная адсорбция. Уравнение Гапона-Никольского.

Вопросы к теме 10 «Коллоидные системы и их свойства»

1. Классификация дисперсных систем.
2. Методы получения и очистки коллоидных систем.
3. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем.
4. Теория ДЭС по Штерну.
5. Строение коллоидной мицеллы.

Вопросы к теме 11 «Устойчивость коллоидных систем»

1. Как по коагуляции можно отличить гидрофобный коллоид от растворов ВМС?
2. Что такое коагуляция коллоидных систем.
3. Правило Шульце-Гарди.
4. Чем можно вызвать коагуляцию гидрофобных коллоидов.
5. Механизм коагуляции гидрофобных коллоидов.

Вопросы к теме 12 «Высокомолекулярные соединения и свойства их растворов»

1. Что такое вязкость.
2. Напишите формулу Эйнштейна. Зависимость вязкости от концентрации.
3. В каких системах образуются студни. Чем отличается студень от геля. Обратим ли эластичный студень.
4. Что такое набухание и чем обусловлено это явление.
5. Что такое изоэлектрическое состояние белка. От чего зависит положение ИЭТ на графике зависимости вязкости от pH среды.

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»

1. Система и внешняя среда. Изолированная, закрытая, открытая системы. Внутренняя энергия системы.
2. Первое начало термодинамики. Изменение внутренней энергии при постоянном объеме и давлении. Функция состояния. Энтальпия. Связь между энтальпией и внутренней энергией.
3. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса.
4. Второе начало термодинамики. Энтропия изолированной, закрытой и открытой систем. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца. Свободная энергия и направление химических реакций.
5. Энтропия и термодинамическая вероятность. Статистическая интерпретация энтропии.
6. Агрегатные состояния вещества. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

7. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации.
8. Химическая кинетика, порядок и молекулярность реакций.
9. Скорость гомогенных химических реакций. Кинетические кривые. Константа скорости.
10. Гомогенный и гетерогенный катализ. Принцип действия катализаторов. Ферментный катализ и его особенности.
11. Химическое равновесие. Закон действия масс для обратимых процессов. Константа химического равновесия.
12. Условия смещения равновесия. Принцип Ле-Шателье.
13. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности. Закон Эйнштейна и квантовый выход.
14. Уравнение состояния идеального газа. Парциальное давление. Закон Дальтона.
15. Кинетическая теория газов. Скорость молекул и закон распределения скоростей.
16. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
17. Теория электролитической диссоциации. Электролитическая диссоциация воды. Шкала кислотности по отношению к воде. Ионное произведение воды. Понятие pH и использование его в агрономии. Ионная сила растворов, активность, коэффициент активности электролитов. Потенциометрическое определение pH.
18. Активность и ее отличие от аналитической концентрации. Определение активности растворов методом ЭДС.
19. Буферные системы, буферная ёмкость. Буферные растворы, их состав и механизм действия.
20. Слабые электролиты. Константа электролитической диссоциации. Закон разведения.
21. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов в зависимости от их концентраций.
22. Основное уравнение электропроводности для растворов сильных электролитов. Удельная электрическая проводимость.
23. Электроды первого и второго рода. Уравнение Нернста. Способы определения потенциала, возникающего на электроде.
24. Электродные процессы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Гальванический элемент.
25. Окислительно-восстановительные электроды и цепи. Определение окислительно-восстановительных потенциалов.
26. Диффузионные потенциалы. Нормальные потенциалы и ряд напряжений.
27. Концентрационные цепи. Закон независимости движения ионов.
28. Изменение давления насыщенного пара над растворителем и над раствором в зависимости от температуры. Первый закон Рауля.
29. Электрокинетические свойства коллоидных систем. Электрофорез и электроосмос. Термодинамический, электрокинетический потенциал.
30. Поверхностно-активные вещества. Смачивание и его мера. Значение смачивания при действии пестицидов для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Поверхностно-инактивные вещества.
31. Строение мицеллы лиофобных коллоидных растворов.
32. Электрокинетический (дзета) потенциал. Условия его возникновения в мицелле гидрофобного коллоида? Как связана агрегативная устойчивость с величиной электрокинетического потенциала коллоидных систем?
33. Методы получения и очистки коллоидных систем.
34. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем: броуновское движение, диффузия. Осмос в коллоидных системах.
35. Обменная адсорбция. Адсорбция на твёрдых поверхностях. Уравнение Фрейндлиха, уравнение Ленгмюра. Адсорбция в почвах.
36. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных систем.

37. Нарушение устойчивости гидрофобных коллоидов. Правило значности и валентности.
38. Вязкость коллоидных растворов. Зависимость вязкости растворов ВМС от pH. Уравнение Эйнштейна и Думанского. Зависимость вязкости гидрофобных и гидрофильных коллоидов от концентрации.
39. Процесс набухания гелей высокомолекулярных соединений. Виды набухания.
40. Коагуляция лиофобных коллоидных растворов электролитами.
41. Сопоставление свойств лиофобных коллоидов и растворов высокомолекулярных соединений.
42. Растворы полиэлектролитов. Образование гелей и студней.
43. Диализ, ультрафильтрация, седиментация и центрифугирование коллоидных систем.
44. Классификация дисперсных систем. Основные особенности коллоидного состояния вещества. Факторы устойчивости коллоидных систем.
45. Специфические особенности растворов ВМС, их отличие от лиофобных коллоидных растворов. Нарушение устойчивости растворов ВМС.
46. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Смачивание и его мера.
47. Поверхностное натяжение. Адсорбция на поверхности растворов. Уравнение Гиббса.
48. Истинные, коллоидные растворы, сравнение их химических и физико-химических свойств.
49. Осмотическое давление. Зависимость осмотического давления от концентрации растворов.
50. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Химия» может применяться балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний. Студент, набравший в течение семестра при освоении дисциплины необходимое для аттестации количество баллов, получает зачет в 1-м и 2-м семестре, а также зачетную оценку во 3-м семестре по балльно-рейтинговой системе.

Балльно-рейтинговая структура зачета (1 семестр):

Защита лабораторных работ – 50 баллов (5 работ × 10 баллов)

Выполнение индивидуальных домашних заданий – 25 баллов (5 заданий × 5 баллов)

Контрольные работы – 40 баллов (4 контрольные работы × 10 баллов)

Опрос по темам 1 – 3 – 20 баллов (1 × 20 баллов)

Максимальная сумма баллов: $S_{\max} = 50 + 25 + 40 + 20 = 135$

Таблица 6

Шкала оценивания	Зачет
68 – 135	зачтено
0 – 67	не зачтено

Балльно-рейтинговая структура оценки (2-й семестр):

Защита лабораторных работ – 100 баллов (5 работ × 20 баллов)

Выполнение индивидуальных домашних заданий – 15 баллов (3 заданий × 5 баллов)

Контрольные работы – 30 баллов (3 контрольные работы × 10 баллов)

Коллоквиумы – 60 баллов (3 коллоквиум × 20 баллов)

Максимальная сумма баллов: $S_{\max} = 100 + 15 + 30 + 60 = 205$

Таблица 7

Шкала оценивания	Зачет
102 и более баллов	зачет
Менее 102 баллов	незачет

Балльно-рейтинговая структура оценки на зачете (3 семестр):

Защита лабораторных работ – 140 баллов (14 работ × 10 баллов)

Контрольные работы – 40 баллов (4 контрольные работы × 10 баллов)

Коллоквиум по темам 1 – 3 – 20 баллов (1 коллоквиум × 20 баллов)

Максимальная сумма баллов: $S_{\max} = 140 + 40 + 20 = 200$

Таблица 8

Шкала оценивания	Зачет
170-200	отлично
140-169	хорошо
100-139	удовлетворительно
0-99	неудовлетворительно

При несогласии с оценкой по балльно-рейтинговой системе студент имеет право на сдачу экзамена по традиционной системе.

Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний) .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный .

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.
---	---

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам, коллоквиумам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за индивидуальное домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Виды текущего контроля: индивидуальные домашние задания, контрольные работы, тестирование, коллоквиум по темам, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: экзамен в 1-м семестре, зачет во 2-м семестре.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. *Князев, Д.А.* Неорганическая химия. В 2 ч. Часть 1. Теоретические основы : учебник для академического бакалавриата. / Д.А. Князев, С.Н. Смари́гин. – 5-е изд. – М: Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс
2. *Смари́гин, С.Н.* Неорганическая химия. Практикум: учебно-практическое пособие / С.Н. Смари́гин, Н.Л. Багнавец, И.В. Дайдакова; под ред. С.Н. Смари́гина. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 414 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
3. 1. *Грандберг И.И., Нам Н.Л.* Органическая химия: Учебник для студентов вузов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 608 с.
4. 2. *Грандберг И.И., Нам Н.Л.* Практические работы и семинарские занятия по органической химии. 6-е изд. – М.: Юрайт, 2012. – 349 с.
5. Практикум по органической химии = Workshop on organic chemistry: учебное пособие / Н. Л. Багнавец, А.В. Осипова, И.И. Дмитриевская [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 104 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s16112022PrakOrgHim.pdf>.
6. Нигматуллин, Н. Г. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Н. Г. Нигматуллин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1983-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168863>
7. Немировская И.Б. Сборник задач по физической и коллоидной химии [Текст]: учебное пособие / И. Б. Немировская и др.- Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012. - 202 с.
8. Белопухов С.Л. и др. Химический словарь [Текст]: термины и определения по физической, коллоидной и нанохимии / С. Л. Белопухов и др.- Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. - 259 с.

7.2. Дополнительная литература

1. *Белопухов С. Л. и др.* Практикум по химии (информационно-справочные материалы к лабораторно-практическим занятиям). М., Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013 г., 354 с.
2. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. М.: Химия, 1994.

3. Пржевальский Н. М., Токмаков Г. П., Дмитриев Л. Б., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Идентификация неизвестного органического соединения. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2017.
4. Белопухов С. Л., Пржевальский Н. М. и др. Сборник задач и упражнений по химии. М. Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015.
5. Белопухов С.Л., Старых С.Э., Шнее Т.В. и др. Физическая и коллоидная химия. Задачи и упражнения [Текст]: учебное пособие для подготовки бакалавров по направлениям 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение", 35.03.04 "Агрономия", 35.03.05 "Садоводство". Допущено УМО вузов РФ / Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва); ред. С. Л. Белопухов. - Москва: Проспект, 2016. - 206 с.
6. Белопухов С.Л., Старых С.Э., Шнее Т.В. и др. Физическая и коллоидная химия. Лабораторный практикум [Текст]: учебное пособие для подготовки бакалавров по направлениям 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение", 35.03.04 "Агрономия", 35.03.05 "Садоводство". Допущено УМО вузов РФ / Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва); ред. С. Л. Белопухов. - Москва: Проспект, 2016. – 206 с.
7. Нигматуллин, Н. Г. Практикум по физической и коллоидной химии : учебное пособие / Н. Г. Нигматуллин, Е. С. Ганиева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-2885-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212783>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Смарыгин С.Н., Багнавец Н.Л., Князев Д.А. Неорганическая химия. Лабораторный практикум. М.: РГАУ-МСХА, 2018. Электронное учебное пособие (открытый доступ).
2. Боев В.И., Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Грандберг И.И., Нам Н.Л., Рожкова Е. Н. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Организация учебного процесса по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
3. Дмитриев Л. Б., Токмаков Г.П., Нам Н.Л., Углинский П.Ю., Рожкова Е. Н., Денисов П.Д.. Под общей ред. проф. Н. М. Пржевальского. «Самостоятельная работа студентов по курсу «Органическая химия» (методические указания). Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.
4. Пржевальский Н. М., Рожкова Е.Н., Нам Н.Л., Токмаков Г.П., Дмитриев Л.Б., Углинский П.Ю., Лукина И.В. Лабораторно-практические работы по органической химии (рабочая тетрадь). Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2017.
5. При подготовке к лабораторно-практическим занятиям использовать
6. рекомендации к лабораторным работам Лабораторного практикума
7. «Физическая и коллоидная химия».
8. При проведении лабораторных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории, указания преподавателей и лаборантов кафедры.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Acros organics - поиск в каталогах (открытый доступ)
2. ChemSource – Интернет-ресурс по разделам химии (открытый доступ)
3. ChemFinder Databases Search поисковая система по 100 химическим сайтам (открытый доступ)
4. База данных «Химия» Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Доступны следующие базы данных, содержащие информацию в области химии: Химия, Физико-химическая биология, Коррозия и защита от коррозии, Металлургия, Охрана окружающей среды, Обзоры.

5. www.xumuk.ru (открытый доступ)
6. Программа ChemLab. – для проведения виртуальных химических экспериментов (открытый доступ)
7. Программа MathLab – для моделирования влияния условий химических реакций, катализаторов и ингибиторов на выход продуктов при проведении экспериментов (открытый доступ)
8. [Scifinder](http://www.scifinder.cas.org) - поиск методик синтеза, литературный и патентный поиск по химии(открытый доступ)
9. www.webelements.com (открытый доступ)
10. www.xumuk.ru (открытый доступ)
11. www.scifinder.cas.org
12. www.reaxys.com
13. <http://zinc15.docking.org>
14. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
15. <http://www.chemspider.com/>
16. <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>
17. https://portal.tpu.ru/ceor/v_lab
18. <https://pl-llc.ru/>
19. <https://phet.colorado.edu/>
20. <https://vrchemlab.ru/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, Большая химичка, учебная аудитория для чтения лекций (200 человек) и проведения занятий лекционного типа)	1.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв.№ 410124000602969) 2. Трибуна 1 шт (Инв.№591742) 3. Доска меловая – 3 шт. 4.Стол письменный – 1 шт
Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, ауд. № 333)	1.Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1шт. (Инв.№101237/1) 2.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером (Инв.№ 591717/1, Инв.№558882/3, Инв.№ 591711/1) 3. Трибуна 1 шт (Инв.№591742/1) 4. Столы письменные – 2 шт. 5. Доска меловая – 1 шт. 6.Парты – 18 шт. 7.Стул табурет – 36 шт.
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 232)	1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387/1, Инв.№558387/2) 2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/2, Инв.№558386/3) 3.Шкаф для посуды 1 шт. (Инв.№558385/2) 4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560006) 5.Мока лабораторная 7 шт (Инв.№558384/19, Инв.№558384/20, Инв.№558384/6,

	Инв.№558384/7, Инв.№558384/9, Инв.№558384/8, Инв.№558384/5) 6. Стол лабораторный – 16 шт. 7. Стул табурет – 30 шт. 8. Доска меловая – 1 шт. 9. рН-метр – 1 шт. (Инв.№ 557189) 10. Мойка лабораторная 6 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4 Инв. № 558384/5, Инв. № 558384/6) 10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/2) 11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/4) 12. Электропечь – 1 шт. (Инв.№ 558410/1) 13. Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/2) 14. Письменный стол – 1 шт.
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 235)	1. Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387, Инв.№558387/3) 2. Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386, Инв.№558386/1) 3. Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/1, Инв.№558385) 4. Стенд «Период сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005) 5. Мока лабораторная 7 шт (Инв.№558384/19, Инв.№558384/20, Инв.№558384/6, Инв.№558384/7, Инв.№558384/9, Инв.№558384/8, Инв.№558384/5) 6. Стол лабораторный – 27 шт. 7. Стул табурет – 30 шт. 8. Доска меловая – 1 шт. 9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/2) 10. Мойка лабораторная 7шт. (Инв. № 558384/7, Инв. № 558384/8, Инв. № 558384/9, Инв. № 558384/10 Инв. № 558384/11, Инв. № 558384/12, Инв. № 558384/13) 10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/3) 11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/5) 12. Электропечь – 1 шт. (Инв.№ 558410) 13. Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411) 14. Письменный стол – 1 шт.
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 236)	1. Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387/4, Инв.№558387/5) 2. Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/4, Инв.№558386/5) 3. Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/3, Инв.№558385/4) 4. Стенд «Период сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005/1) 5. Мока лабораторная 6 шт (Инв.№558384/15, Инв.№558384/16, Инв.№558384/17, Инв.№558384/18, Инв.№558384/19,

	Инв.№558384/8, Инв.№558384) 6. Стол лабораторный – 27 шт. 7. Стул табурет – 30 шт. 8. Доска меловая – 1 шт. 9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/5) 10. Мойка лабораторная 6шт. (Инв. № 558384/15, Инв. № 558384/16, Инв. № 558384/17, Инв. № 558384/18 Инв. № 558384/19, Инв. № 558384/20) 10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/9) 11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/12) 12. Электропечь – 1 шт. (Инв.№ 558410/2, Инв.№ 556072) 13. Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/3) 14. Письменный стол – 1 шт.
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 332)	1. Центрифуга 1шт. (Инв.№ 558412) 2. Микроскоп 1 шт. (Инв.№160308) 3. Печь муфельная (Инв. № 34751) 4. Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1шт. (Инв.№101237) 5. Весы электрон. SC2020 1 шт. (Инв.№ 35077/3) 6. Шкаф для посуды 1 шт (Инв. № 558385) 7. Шкаф для реактивов 1 шт. (Инв. №558386) 8. Шкаф вытяжной 2 шт. (Инв № 558387/6, 558387/7) 9. Доска меловая – 1 шт. 10. Лабораторные столы – 15 шт. 11. Стул табурет – 30 шт. 12. Письменный стол – 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова. Читальный зал.	Для самостоятельной работы студентов
Общежития. Комнаты для самоподготовки.	Для самостоятельной работы студентов

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Химия» студентам необходимо иметь рекомендуемые учебники и учебные пособия. При освоении каждой из тем дисциплины студент должен посещать лекции, внимательно изучить и законспектировать материал по определенной теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить лабораторную работу в лаборатории и защитить её. Каждый из видов учебной деятельности оценивается в баллах и учитывается в рейтинге студента. Для самоконтроля студентов предназначены индивидуальные задания, контрольные вопросы и упражнения и вопросы для подготовки к опросу. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и коллоквиума по темам.

Для конспектирования материалов занятий рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждого занятия следует начинать с названия темы и указания даты его проведения. Все заголовки разделов материала следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время занятия следует внимательно следить за ходом мысли преподавателя и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, названия веществ, уравнения химических реакций. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует преподаватель. Материал, который кажется студенту недоста-

точно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя. Работать с конспектом нужно еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести отдельную тетрадь из 48 листов (лабораторный журнал). При подготовке к лабораторной работе следует составить краткий (1-1,5 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная лабораторная работа. Для подготовки конспекта используют главы учебника, рекомендованные преподавателем, и конспект, записанный на занятии. Также при домашней самостоятельной подготовке к лабораторной работе нужно начертить таблицы, приведённые в практикуме, и произвести необходимые для проведения работы расчёты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы. Без неё невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение лабораторной работы, требует хорошо скоординированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

В ходе занятия нужно активно работать, отвечая на вопросы преподавателя, участвуя в дискуссии и задавая собственные вопросы для уяснения сложного для понимания материала.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при проведении всех лабораторных работ.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные лабораторные работы, невыполненные индивидуальные домашние задания, контрольные работы, коллоквиум) должны быть ликвидированы. Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Самостоятельная работа студентов над курсом дисциплины «Химия» заключается в систематической работе с учебником и лекциями, подготовке к лабораторным работам, контрольным работам и коллоквиумам. Особое место в самостоятельной работе занимает выполнение индивидуальных домашних заданий, которые позволяют осуществлять самоконтроль усвоения учебного материала, прививают навыки поиска необходимой химической информации и необходимых в будущей практической деятельности бакалавров химических расчетов.

При решении задач необходимо разобрать все типовые задачи, приведённые ко всем темам, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания и контрольной работы, которая завершает каждую тему курса.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Пропущенные лекции студент отрабатывает самостоятельно, изучая учебник и дополнительную литературу по соответствующим темам.

Студент, пропустивший лабораторные занятия, обязан подготовить конспект пропущенной лабораторной работы, предоставить решение тестовых заданий по пропущенной теме и в присутствии лаборанта кафедры отработать её в свободное от занятий время. Студент без конспекта лабораторной работы не допускается до отработки. После выполнения лабораторной работы лаборант в конспекте ставит дату отработки и подпись.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольной работе и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока,

обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Специфика дисциплины «Химия» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях и при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на лабораторных занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания химии в объёме школьной программы и математики. Повышение уровня знаний по химии у студентов неразрывно связано с поиском и внедрением новых путей совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, природных минералов, демонстрация опытов;
- решение химических расчётных и экспериментальных задач как метод обучения химии;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки;
- систематический контроль знаний в процессе обучения (проверка индивидуальных заданий, проведение контрольных работ, опросы по темам, приём лабораторных работ).

Программу разработала:

Сокорова Н.В., к.х.н., доцент



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины «Б1.О.07 Химия»
ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование (квалификация выпускника – бакалавр)

Борисовым Б.А., профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук, профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.О.13 Химия» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчик – Сокорова Н.В., доцент кафедры химии, кандидат химических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.О.13 Химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 05.03.06 – Экология и природопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.О.13 Химия» закреплена 1 **компетенция**. Дисциплина «Б1.О.13 Химия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.О.13 Химия» составляет 10 зачётных единиц (360 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.О.13 Химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 – Экология и природопользование и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Б1.О.13 Химия» предполагает 8 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 05.03.06 – Экология и природопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (индивидуальные задания, контрольные работы, тестирования, опросы по темам, защита лабораторных работ, рубежные контрольные работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена в первом семестре и зачета во втором семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 05.03.06 – Экология и природопользование.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 8 источника (базовые учебники и пособия для самостоятельной работы), дополнительной литературой – 7 наименований, методическими указаниями – 1 источник, Интернет-ресурсами – 20 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 05.03.06 – *Экология и природопользование*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.О.13 Химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.О.13 Химия».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.О.13 Химия» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 – *Экология и природопользование* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Сокоровой Н.В., доцентом кафедры химии, кандидатом химических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Борисов Б.А., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор



«28» апреля 2026 г.