

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"09" октября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Химия

Направление подготовки бакалавриата  
06.03.01 Биология

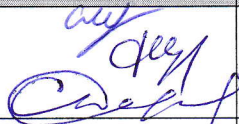

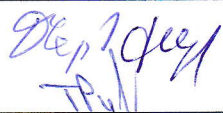
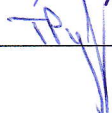
Профиль подготовки бакалавриата:  
Устойчивое развитие экосистем

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Смотров Максим Павлович Федотова Ольга Васильевна Доронин Сергей Юрьевич		
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		
Заведующий кафедрой	Черкасов Дмитрий Геннадьевич Федотова Ольга Васильевна Русанова Татьяна Юрьевна		
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химия» являются углубление имеющихся представлений и получение новых знаний и умений в области химии, без которых невозможно решение современных биологических, биохимических, биоэнергетических и экологических проблем, стоящих перед человечеством. Особенностью программы по дисциплине «Химия» является фундаментальный характер её содержания, необходимый для формирования у бакалавров общего химического мировоззрения и развития химического мышления.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Химия» (Б1.О.10) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 06.03.01 Биология, профилю «Биохимия и физиология процессов адаптации» и осваивается в 1, 2 и 3 семестрах.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания основных классов химических соединений, основных законов химии, фундаментальных разделов математики, физики. В процессе изучения данной дисциплины студент знакомится с общими законами химии, свойствами неорганических и органических веществ, а также аналитическими методами исследования и определения веществ в различных объектах. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения дисциплин – «Науки о земле», «Биологическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биофизика», «Физиология растений», «Цитология», «Генетика», «Микробиология и вирусология», «Биотехнология», а также подготовки к сдаче государственного экзамена, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-6.</b> Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и	<b>1.1_Б.ОПК-6</b> Демонстрирует знания основных концепций и методов, современных направлений математики, физики, химии и наук о Земле, актуальных проблем биологических наук и перспектив междисциплинарных исследований; <b>2.1_Б.ОПК-6</b> Применяет навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной	<b>знать:</b> - основные положения современной теории строения атома, её связь с периодической системой элементов и основные представления о химической связи в различных типах соединений; - основные представления о скорости химических реакций, химическом равновесии и о факторах, влияющих на его смещение; - общие свойства растворов, теорию электролитической диссоциации, понятие о водородном показателе, различные случаи гидролиза солей; - окислительно-восстановительные процессы; химические свойства элементов ряда групп периодической системы и их соединений; - основные положения современной теории строения органических соединений и её связь с теорией строения А.М. Бутлерова; - основные представления о химической связи в различных типах органических соединений; основные классы органических соединений, их методы синтеза и свойства, свойства природных органических соединений, механизмы реакций, явления изомерии; - окислительно-восстановительные процессы, протекающие в живом организме; - правила техники безопасности при работе в химической лаборатории, методы выделения, очистки и установления строения биомолекул; - приоритетные направления исследования в биохимии, биотехнологии, геномной инженерии; - основные законы и методы аналитической химии, условия их применения и основные метрологические характеристики методов; - основные принципы работы современного оборудования и уметь им пользоваться.

<p>естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	<p>деятельности; <b>3.1_Б.ОПК-6</b> Пользуется методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать основные понятия и законы общей химии, иметь представление о границах их применимости;</li> <li>- записывать электронные и электронно-графические формулы атомов, используя принципы минимума энергии и Паули, правила Хунда и Клечковского;</li> <li>- описывать ковалентную химическую связь в молекулах методом валентных связей, способы образования связи, её свойства; определять гибридное состояние атомных орбиталей центрального атома в молекуле и геометрию молекул; предсказывать физико-химические свойства и химическую активность на основе информации о его строении;</li> <li>- объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и определять направление смещения химического равновесия при изменении температуры, давления и концентрации;</li> <li>- записывать уравнения процессов диссоциации кислот, оснований и солей; определять продукты гидролиза соли, рН раствора, находить условия смещения гидролитического равновесия;</li> <li>- предсказывать возможные продукты окислительно-восстановительных реакций, составлять их уравнения и определять тип реакции;</li> <li>- объяснять изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений элемента в зависимости от его степени окисления и устойчивости соединений;</li> <li>- предсказывать физико-химические свойства и химическую активность на основе информации о его строении;</li> <li>- воспроизводить и понимать полученные знания, представлять их в виде логически завершенных элементов, составляющих единое целое, указать на общность и различие изученных методов, способов;</li> <li>- выполнять действия, связанные с решением нестандартных задач, предполагающих многообразие способов решения, требующих выбор, комбинации и трансформации известных методов;</li> <li>- участвовать в исследовательской работе коллектива;</li> <li>- узнавать изученные объекты, их свойства на основе ранее усвоенной информации о них;</li> <li>- находить в профессиональных источниках (журналы, сайты, образовательные порталы, анализировать и контекстно обрабатывать научную информацию, приводя её к проблемно-задачной форме;</li> <li>- обоснованно выбрать соответствующий метод анализа в зависимости от поставленной задачи;</li> <li>- производить пробоотбор различных материалов в соответствии с нормативной документацией;</li> <li>- оформлять результаты эксперимента в соответствии с требованиями стандарта;</li> <li>- производить различные химико-аналитические операции.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчетов по химическим формулам и уравнениям химических реакций;</li> <li>- методами расчета скорости химических реакций и константы равновесия химических процессов;</li> <li>- методами определения рН растворов;</li> <li>- навыками решения типовых задач по способам выражения концентрации растворенного вещества в растворе и растворимости;</li> <li>- методом электронного баланса при составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций и способом определения их направленности;</li> <li>- навыками выполнения основных химических лабораторных операций;</li> <li>- химическими основами биологических процессов, физико-химическими методами выделения, разделения, идентификации биологических молекул (строительных блоков и макромолекул);</li> <li>- навыками работы по анализу биологических объектов, освоить современные приемы пробоотбора и пробоподготовки биологических материалов;</li> <li>- современными компьютерными приемами обработки аналитического сигнала;</li> <li>- навыками формулирования выводов на основе проведенного эксперимента и сделанных наблюдений.</li> </ul>
---	---	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Химия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц (432 часа).  
 Семестр 1 – 4 зачетных единицы (144 часа), семестр 2 – 4 зачетных единицы (144 часа),  
 семестр 3 – 4 зачетных единицы (144 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия		СР	Контроль	Всего		
					Общая трудоемкость	Из них – практ. подготовка					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1 семестр											
1	Основные понятия и законы химии. Скорость химических реакций и химическое равновесие.	1	1-2	2	4	-	6	-	12	Тест. Письменный отчет в лабораторном журнале. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
2	Растворы	1	3-6	4	8	4	12	-	24	Тест. Письменный отчет в лабораторном журнале. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
3	Строение атома	1	7-8	2	2	-	4	-	8	Тест. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
4	Периодический закон и периодическая система	1	9-10	2	2	-	4	-	8	Тест. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
5	Химическая связь и строение молекул	1	11-12	2	4	-	6	-	12	Тест. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
6	Окислительно-восстановительные процессы	1	13-14	2	4	-	6	-	12	Тест. Письменный отчет в лабораторном журнале. Задачи в электронном курсе.	
7	Химия важнейших элементов и их соединений	1	15-18	4	12	-	16	-	32	Тест. Письменный отчет в лабораторном журнале. Задачи в электронном курсе. Дискуссия.	
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>1</b>						<b>36</b>	<b>36</b>	<b>Экзамен</b>	
	<b>Итого часов за 1 семестр</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>144</b>		
2 семестр											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.	Введение. Предмет органической химии и связь с биологическими науками	2	1	1		-	6	-	7		
2.	Типы связей.	2	2	1	4	4	6	--	11	Оформление лабораторных работ.	

	Электронные и стереохимические представления в органической химии. Физико-химические методы исследования органических соединений. Механизмы реакций.										
3.	Алканы. Алкены. Алкины	2	3 4 5	2	4	-	6	-	12	Дискуссия. Письменный отчет в лабораторном журнале.	
4.	Диеновые углеводороды Алициклические углеводороды Арены	2	6 7-8	2	4	-	6	-	12	дискуссия. Письменный отчет в лабораторном журнале. Тестовая форма отчета по теме: «Углеводороды»	
5.	Галоидпроизводные углеводородов. Спирты	2	8 9	2	4	-	6	-	12	дискуссия Оформление лабораторных работ.	
6.	Альдегиды и кетоны Карбоновые кислоты	2	10 11	2	4	-	6	-	12	Дискуссия. Письменный отчет в лабораторном журнале.	
7.	Нитросоединения и амины Оксикислоты, Альдегидо-кетоникислоты. Аминокислоты, белки	2	12 13 14	2	4	-	8	-	14	Дать домашнюю контрольную работу по функциональным производным. Письменный отчет в лабораторном журнале.	
8.	Углеводы	2	14 15	2	4	-	8	-	14	Дискуссия Тестовая форма отчета по теме: «Функциональные производные углеводородов»	
9.	Гетероциклические соединения.	2	16	2	4	-	8	-	14	Рефераты. Письменный отчет в лабораторном журнале.	
	<b>Промежуточная аттестация.</b>	2							<b>36</b>	<b>36</b>	<b>Экзамен</b>
	<b>Итого часов за 2 семестр</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>144</b>		
<b>3 семестр</b>											
1	Введение. Метрологические основы химического анализа.	3	1-4	4	8	-	12	-	24	Устный опрос. Проверка оформления лабораторного журнала	
2	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	3	5-8	4	8	4	12	-	24	Устный опрос. Проверка оформления лабораторного журнала	
3	Пробоотбор и пробоподготовка биологических объектов для анализа.	3	9-10	2	4	-	6	-	12	Устный опрос. Проверка оформления лабораторного журнала	
4	Методы обнаружения и идентификации.	3	11-12	2	4	-	6	-	12	Устный опрос. Проверка оформления лабораторного журнала	

5	Методы количественного анализа.	3	13-16	4	8	-	12	-	24	Устный опрос. Проверка оформления лабораторного журнала	
6.	Методы разделения и концентрирования .	3	17-18	2	4	-	6	-	12	Устный опрос.	
	<b>Промежуточная аттестация.</b>	3							36	36	<b>Экзамен</b>
	<b>Итого часов за 3 семестр</b>			18	36	4	54	36	144		
	<b>Итого</b>			52	104	12	168	108	432		

### Содержание дисциплины «Химия» 1 семестр

#### **1. Основные понятия и законы химии. Скорость химических реакций и химическое равновесие**

Понятия атома, молекулы, элемента, простого и сложного вещества, фазы. Стехиометрические законы и их роль в утверждении атомно-молекулярного учения. Законы сохранения массы и энергии. Закон постоянства состава: соединения постоянного и переменного состава. Закон кратных отношений. Современное содержание стехиометрических законов. Закон объемных отношений. Закон Авогадро. Атомные и молекулярные массы. Моль – мера количества вещества.

Скорость химических реакций; понятие о скоростях гомогенной и гетерогенной химической реакции. Закон действующих масс. Энергия активации реакции; зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ; уравнение Аррениуса. Зависимость скорости реакции от температуры; правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Влияние катализатора на скорость реакции; гомогенный и гетерогенный катализ.

Обратимость химических реакций. Химическое равновесие; константа равновесия. Принцип Ле Шателье; влияние температуры, давления и концентрации веществ на смещение химического равновесия.

#### **2. Растворы**

Дисперсные системы. Истинные растворы, взвеси, коллоидные растворы. Жидкие растворы. Промежуточное положение истинных растворов между механическими смесями и химическими соединениями. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Способы выражения концентрации растворов: объемная, массовая и молярная доли; молярность, моляльность.

Тепловые эффекты при растворении; теплота растворения вещества. Сольватация; гидраты и сольваты; кристаллогидраты и кристаллосольваты. Химическая теория растворов Д.И.Менделеева. Физическая теория растворов. Растворение как физико-химический процесс.

Понятие о растворимости веществ. Влияние на растворимость природы веществ, давления и температуры. Растворимость твердых веществ, жидкостей и газов (закон Генри) в жидкостях.

Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Кислоты, основания и соли с позиций теории электролитической диссоциации. Амфолиты. Степень электролитической диссоциации; её зависимость от природы растворителя, природы электролита, концентрации раствора и температуры. Константа диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Ступенчатая диссоциация кислот и оснований. Равновесие осадок–раствор; произведение растворимости.

Электролитическая диссоциация воды. Водородный показатель. рН жидкостей организма. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Зависимость степени гидролиза солей от температуры и концентрации раствора. Роль гидролиза в живом организме.

### **3. Строение атома**

Открытия, свидетельствующие о сложности строения атома. Составные части атома.

Квантово-механическая теория строения атома. Принцип квантования энергии электрона в атоме. Корпускулярно-волновая двойственность электрона; уравнение де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Понятие об электронном облаке. Уравнение Шредингера. Понятие о квантовых числах. Формы электронных облаков. Электронная структура многоэлектронных атомов; принцип Паули. Порядок заполнения атомных орбиталей; принцип минимума энергии (правила Клечковского). Правило Хунда. Электронные формулы атомов элементов периодической системы.

### **4. Периодический закон и периодическая система элементов Менделеева**

Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Рентгеновские спектры металлов; закон Мозли. Современная формулировка периодического закона. Периодическая система как естественная классификация элементов по электронным структурам атомов: электронные структуры атомов элементов I-III периодов, IV и V периодов, VI и VII периодов. Периодичность изменения физико-химических свойств элементов; изменение радиусов атомов и ионов. Энергия ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодичность изменения энергии ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности. Общенаучное и философское значение периодического закона.

### **5. Химическая связь и строение молекул**

Основные характеристики химической связи (энергия, длина, валентный угол). Ковалентная связь. Метод валентных связей (МВС); механизмы образования связей. Насыщаемость химической связи. Направленность химической связи. Концепция гибридизации и геометрия молекул; влияние неподеленных электронных пар на геометрию молекул. Кратность химической связи; понятие о  $\sigma$ -,  $\pi$ - и  $\delta$ -связях.

Полярность и поляризуемость ковалентной связи; дипольный момент связи и молекулы. Ионная связь; характерные особенности ионной связи; степень ковалентности ионных соединений. Водородная связь. Межмолекулярное взаимодействие; эффекты ориентационного, индукционного и дисперсионного взаимодействия.

### **6. Окислительно-восстановительные реакции**

Понятие о степени окисления элементов, процессах окисления и восстановления. Типичные окислители и восстановители. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций и их типы (межмолекулярное окисление-восстановление, внутримолекулярное окисление-восстановление, диспропорционирование). Роль окислительно-восстановительных реакций в биологических системах.

### **7. Химия важнейших элементов и их соединений**

**Галогены.** Положение в периодической системе, строение атомов, валентные состояния и степени окисления. Изменение в подгруппе радиуса, энергии ионизации, электроотрицательности и окислительной способности атомов галогенов. Строение

молекул галогенов по МВС. Изменение в ряду галогенов энергии связи и поляризуемости молекул, энергии межмолекулярного взаимодействия, температур кипения и плавления. Распространение в природе. Получение в промышленности и лаборатории. Физические и химические свойства галогенов. Применение галогенов. Биохимическая роль галогенов.

Галогеноводороды, строение молекул по МВС; изменение в ряду галогеноводородов энергии и длины связи, полярности и поляризуемости молекул, энергии межмолекулярного взаимодействия, температур кипения и плавления, способности к электролитической диссоциации в воде и восстановительной способности. Получение галогеноводородов в промышленности и лаборатории. Галогеноводородные кислоты и их соли. Соляная кислота и её роль в живом организме.

Кислородные соединения галогенов. Хлорноватистая, хлористая, хлорноватая, хлорная кислоты и их соли. Сравнительная характеристика устойчивости, кислотных и окислительных свойств кислородных кислот хлора  $\text{HClO}_x$ . Физиологические и фармакологические свойства иода.

**Сера.** Положение в периодической системе, строение атома, валентные состояния и степени окисления. Распространение серы в природе и её получение. Аллотропные модификации. Строение и состав молекулы серы. Физические и химические свойства серы, её применение.

Водородные соединения серы. Сероводород. Строение молекулы. Получение. Физические и химические свойства. Сероводородная кислота. Сульфиды, их растворимость в воде и кислотах. Применение сульфидов.

Кислородные соединения серы. Оксид серы (IV). Получение в промышленности и лаборатории. Строение молекулы оксида серы (IV) по МВС. Физические и химические свойства. Сернистая кислота, сульфиты, их свойства, применение.

Оксид серы (VI). Получение. Строение молекулы по МВС; физические и химические свойства. Серная кислота, строение молекулы её физические и химические свойства; окислительное действие серной кислоты на металлы, неметаллы, сложные неорганические и органические вещества. Получение серной кислоты в промышленности. Сульфаты, растворимость в воде и применение. Соединения серы как важнейшие загрязнители окружающей среды.

**Азот.** Положение в периодической системе, строение атома, валентные состояния и степени окисления. Распространение в природе. Получение азота в промышленности и лаборатории. Строение молекулы азота по МВС. Физические и химические свойства азота; применение. Биохимическая роль азота.

Водородные соединения азота. Аммиак, получение в промышленности и лаборатории. Строение молекулы по МВС; водородная связь в аммиаке. Физические и химические свойства аммиака. Соли аммония, их термолиз. Жидкий аммиак как растворитель.

Кислородные соединения азота. Оксиды азота, их получение, физические и химические свойства. Азотистая кислота, строение молекулы, получение, свойства, соли. Азотная кислота, строение молекулы, получение в промышленности и лаборатории. Физические и химические свойства азотной кислоты; её окислительное действие на металлы, неметаллы, сложные вещества. Применение азотной кислоты. Нитраты, их термолиз, применение. Азотные удобрения, их роль в жизнедеятельности растений. Соединения азота как загрязнители окружающей среды.

**Углерод.** Положение в периодической системе, строение атома, валентные состояния и степени окисления. Причины многочисленности и многообразия соединений углерода. Распространение в природе. Изотопы углерода. Аллотропные модификации углерода, их строение и свойства.

Кислородные соединения углерода. Оксид углерода (II), получение в промышленности и лаборатории. Строение молекулы оксида углерода (II) по МВС. Физические и химические свойства. Токсическое действие оксида углерода (II).



Оксид углерода (IV), получение в промышленности и лаборатории. Строение молекулы. Физические и химические свойства углекислого газа. Угольная кислота, её соли, термолиз солей. Карбамид (мочевина). Фотосинтез. Биохимическая роль углекислого газа, токсичность.

**Водород. Вода.** Положение в периодической системе, строение атома и двойственная природа водорода. Распространение в природе; изотопы водорода. Получение водорода в промышленности и лаборатории. Строение молекулы. Физические и химические свойства водорода; гидриды. Атомарный водород. Применение водорода.

Вода в природе; очистка воды. Строение молекулы воды по МВС. Физические свойства воды; аномальные свойства и их объяснение. Химические свойства воды; клатраты. Тяжёлая вода и её биологическое действие. Важнейшие загрязнители водоемов.

**Кислород.** Положение в периодической системе, строение атома, валентные состояния и степени окисления. Распространение в природе; изотопы кислорода. Получение кислорода в промышленности и лаборатории. Строение молекулы кислорода по МВС. Физические и химические свойства кислорода, его роль в природе. Применение кислорода.

Нахождение озона в природе. Получение озона в лаборатории. Строение молекулы по МВС. Физические и химические свойства озона. Роль озона в атмосфере.

Постоянные, переменные и случайные составные части атмосферы. Загрязнение атмосферы и охрана воздуха. Физические свойства воздуха. Жидкий воздух, его свойства и применение.

**Общие свойства металлов.** Распространение металлов в природе. Общая физико-химическая характеристика металлов; классификация в технике; положение в периодической системе. Электронное строение металлов; зонная теория; металлическая связь. Способы получения металлов (пирометаллургический метод, гидрометаллургический метод, электролиз расплавленных солей, получение сверхчистых металлов). Химические свойства металлов; ряд напряжений металлов. Роль металлов в жизни животных и растительных организмов; металлы жизни.

## 2 семестр

### **1. Введение. Предмет органической химии и связь с биологическими науками.**

Предмет органической химии, история её возникновения и развития в самостоятельную науку. Особенности строения атома углерода и характерные черты органических соединений. Органическая химия в ряду других наук, связь её с биологией, биохимией и фармакологией. Органическая химия – основа важнейших отраслей химической промышленности, её роль в сельском хозяйстве. Методологическое значение современных достижений органического синтеза. Теория строения Бутлерова А.М., основные положения и философское содержание. Развитие теории химического строения.

### **2. Типы химических связей. Электронные и стереохимические методы исследования органических соединений. Механизмы реакций.**

Типы химических связей в органической химии. Электровалентная и ковалентная связи;  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи, координационная и сепиполярная связи. Водородная связь. Типы связей в молекуле белка. Взаимное влияние атомов. Электронные представления в органической химии. Стереохимические представления в органической химии. Методы выделения и очистки органических веществ. Принципы установления химического строения молекул, качественного и количественного анализа. Физические методы исследования органических веществ.

Механизмы органических реакций. Гомолитические и гетеролитические реакции. Свободные органические радикалы, их устойчивость в зависимости от строения. Природные антиоксиданты (витамин Е), механизм их действия в организме. Электрофильные и нуклеофильные реагенты. Классификация органических соединений. Принципы номенклатуры органических соединений.

### **3. Алканы. Алкены. Алкины.**

#### **Алканы.**

Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Природные источники получения предельных углеводородов. Общие методы синтеза алканов и их свойства. Реакции галогенирования, сульфирования, нитрования. Работы М.И. Коновалова. Окисление алканов. Крекинг и пиролиз. Важнейшие представители: метан, этан, пропан, бутан, изооктан. Применение алканов.

#### **Алкены**

Гомологический ряд, структурная и геометрическая изомерия, номенклатура. Лабораторные и промышленные способы получения алкенов. Правило А.М. Зайцева. Свойства олефинов. Методы идентификации двойной связи. Реакции радикального и электрофильного присоединения (правило В.В. Марковникова). Реакция гидрогенизации алкенов. Окисление. Реакция Д.Е. Вагнера. Полимеризация олефинов. Важнейшие представители: этилен, пропилен, бутилен, изобутилен. Применение олефинов. Фитол.

#### **Алкины.**

Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные и лабораторные способы получения. Свойства алкинов и их идентификация. Реакции радикального и электрофильного присоединения. Реакция М.Г. Кучерова. Ацетилениды. Реакции конденсации ацетилена с альдегидами и кетонами. Работы А.Е. Фаворского. Полимеризация ацетилена в бензол и винилацетилен. Окисление ацетилена.

### **4. Диеновые углеводороды. Алициклические углеводороды. Арены.**

#### **Диеновые углеводороды.**

Сопряжение двойных связей и его физические и химические проявления. Идентификация диенов. Дивинил, изопрен, их промышленное получение. Полимеризация диенов. Типы синтетических каучуков. Работы И.Л. Кондакова и С.В. Лебедева. Природный каучук. Резина. Эбонит. Каратиноиды, витамин А. Терпены (лимонен, пинен, камфора).

#### **Алициклические углеводороды.**

Виды изомерии. Номенклатура. Способы получения. Зависимость химических свойств от размера цикла. Теория напряжения Байера и её современное понимание. Устойчивость цикла. Понятие о конформациях. Конформации соединений циклогексана.

#### **Ароматические углеводороды.**

Гомологический ряд бензола. Особенности изомерии. Номенклатура, источники ароматического сырья в промышленности. Синтез гомологов бензола.

Реакции Вюрца-Фиттига. Фриделя-Крафтса. Строение бензола, современные представления об ароматическом характере бензола. Согласованная и несогласованная ориентация. Свойства аренов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре (галогенирование, сульфирование, нитрование). Реакции радикального присоединения. Гидрирование, окисление, дегидрирование гомологов бензола. Многоядерные ароматические углеводороды. Нафталин, его строение, свойства. Антрацен, фенантрен.

### **5. Галоидпроизводные углеводородов. Спирты.**

#### **Галоидопроизводные углеводородов.**

Изомерия и номенклатура. Получение из парафинов, олефинов, ароматических углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов. Галоформная реакция. Свойства галоидопроизводных предельных углеводородов. Полярность связи углерод-галоид. Реакции нуклеофильного замещения галоида (механизмы  $SN_1$  и  $SN_2$ ). Особенности винильного и аллильного галоидов и их причины. Подвижность галоида в бензольном ядре и в  $\alpha$ -положении боковой цепи. Хлористый винил, получение, полимеризация. Галоидопроизводные ряда, бензола. Введение галогена в ядро и боковую цепь. Галогены как ориентанты первого рода.

**Одноатомные спирты.**

Изомерия, номенклатура. Кислотность спиртов. Ассоциация. Водородная связь. Способы получения: гидролизом галоидопроизводных, через магнийорганические соединения, из олефинов, альдегидов, кетонов. Алкоголяты и спирты как основания. Свойства первичных, вторичных и третичных спиртов. Дегидратация, окисление. Образование простых и сложных эфиров. НАД-дегидрогеназа, механизм действия в организме человека. Непредельные спирты. Правило Эльтекова-Эрленмейера.

**Многоатомные спирты.** Гликоли. Этиленгликоль. Окись этилена. Этиленхлоргидрин. Эфиры этиленгликоля как растворители. Целлозольвы. Глицерин. Нитроглицерин. Фенолы. Изомерия и номенклатура одноатомных фенолов. Методы получения. Кумольный способ получения фенола. Взаимное влияние гидроксила и бензольного кольца в молекуле фенола. Свойства фенолов. Феноляты, простые и сложные эфиры. Замещение в ядре фенола, галоидирование, нитрование, сульфирование. Реакция Миллона на тирозин. Ксантопротеиновая реакция Мульдера. Их механизмы. Конденсация. Фенопласты, нитрофенолы, пикриновая кислота. Главные линии применения фенолов и их производных. Двухатомные и трехатомные фенолы. Свойства и применение.

**6. Альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты.****Альдегиды и кетоны.**

Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Получение из спиртов дегидрированием и окислением, из дигалоидопроизводных, перегонкой солей карбоновых кислот, через магнийорганические соединения. Особые способы получения: реакция Гаттермана-Коха и Фриделя-Крафтса. Строение карбонильной группы, её полярность и поляризуемость. Свойства альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения и замещения, окисление и восстановление оксосоединений. Полимеризация. Реакции с участием  $\alpha$ -водородного атома. Альдольная и кротоновая конденсации. Особые свойства  $\alpha,\beta$ -непредельных оксосоединений. Сопряжение карбонильной группы и олефиновых двойных связей. Важнейшие представители альдегидов и кетонов.

**Карбоновые кислоты.**

Строение карбоксильной группы. Ассоциация кислот. Получение, промышленные методы синтеза одноосновных кислот. Соли, галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, сравнение их свойств как ацилирующих агентов. Реакция этерификации и её механизм. Ацетилкоэнзим А и его роль в обмене веществ. Омыление. Гидразинолиз по Акабори для определения концевой аминокислоты в белках. Важнейшие представители одноосновных кислот.

**Жиры,** их химическая переработка. Гидрогенизация жиров. Мыла. Липиды. Особые свойства  $\alpha,\beta$ -непредельных и ароматических кислот. Акриловая и метакриловая кислоты. Органическое стекло, нитрон. Бензойная кислота. Двухосновные предельные кислоты. Общие методы синтеза. Химические свойства. Промышленные синтезы на основе адипиновой кислоты, Найдон. Синтезы на основе малонового эфира. Двух- и многоосновные кислоты. Цис-, транс-изомерия. Двухосновные ароматические кислоты. Фталевые кислоты, фталевый ангидрид. Глифтали. Фенолфталеин. Лавсан.

## **7. Нитросоединения и амины. Оксикислоты. Альдегидо- и кетокислоты. Аминокислоты, белки.**

### **Понятие о нитросоединениях. Амины.**

Нитрогруппа и её строение. Способы получения алифатических и ароматических нитросоединений. Химические свойства. Отношение к щелочам. Аци-нитросоединения. Реакции восстановления. Амины. Особенности изомерии аминов. Метамерия. Номенклатура. Способы получения алифатических и ароматических аминов. Синтез из нитросоединений. Свойства аминов. Роль свободной электронной пары азота в проявлении основных свойств аминов. Методы идентификации аминов. Реакции общие и специфические аминов. Солеобразование, алкилирование, ацилирование. Взаимодействие с азотистой кислотой. Метод Сенджера, дансильный метод для определения N-концевой аминокислоты в белках. Аминогруппа как ориентант в реакциях электрофильного замещения ароматических аминов (галогидирование, сульфирование). Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Важнейшие представители ароматических аминов, направления их применения. Реакция диазотирования. Строение солей диазония и их реакции с выделением азота. Реакция азосочетания. Азокрасители. Метилоранж.

### **Альдегидо- и кетокислоты.**

Классификация, синтез, свойства. Ацетоуксусный эфир и его особые свойства. Пировиноградная кислота. Таутомерия ацетоуксусного эфира как пример кето-енольной таутомерии. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира. Кетонное и кислотное расщепление. Реакция с переносом реакционного центра.

### **Окси- и фенолокислоты.**

Алифатические оксикислоты. Изомерия и номенклатура. Методы получения и свойства  $\alpha, \beta, \gamma$ -оксикислот. Лактиды, лактоны. Природные оксикислоты. Стереοизомерия в ряду оксикислот. Стереοизомеры – антиподы, рацематы, диастереοмеры. Мезοформы. Способы расщепления рацематов. Проекционные формулы Фишера. Определение относительной и абсолютной конфигурации. *D, L*-ряды. Асимметрический синтез. Фенолокислоты. Салициловая кислота и её производные: салол, аспирин. Галловая кислота. Понятие о дубильных веществах.

### **Аминокислоты.**

Изомерия и номенклатура;  $\alpha, \beta, \gamma$ -аминокислоты. Синтез и свойства общие и специфические для каждого типа аминокислот. Бетаины, бетаинообразное строение аминокислот. Изoeлектрическая точка. Электрофорез белков. Функциональные производные аминокислот: соли, нитрилы, эфиры, лактамы, дикетопиперазины, дипептиды, полипептиды. Биохимическое декарбокислирование и дезаминирование (окислительное, восстановительное, гидролитическое). Генетическая связь с аминами, с окси- и кетокислотами. Важнейшие представители природных  $\alpha$ -аминокислот. Механизм нингидриновой реакции для  $\alpha$ -аминокислот. Ароматические аминокислоты.

**Белки.** Понятие о белках; простые (протеины) и сложные (протеиды) белки. Простетические группы белков. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Понятие о принципах установления последовательности аминокислот в белках. Успехи в расшифровке их строения. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Н.Д. Зелинского, Ю.А. Овчинникова. Значение белков в жизненных процессах. Физические и химические свойства белков.

## **8. Углеводы**

Классификация углеводов, номенклатура, распространение в природе. Роль углеводов в питании. Моносахариды: эритроза, треоза, арабиноза, рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Принципы установления строения. Понятие о стереοизомерии моносахаридов, *D* и *L* - ряды. Таутомерия моносахаридов. Гликозидный гидроксил, особенности его свойств. Пиранозы и фуранозы. Мутаротация. Эпимеры. Аскорбиновая кислота (витамин С). Дисахариды, классификация, номенклатура.

Сахароза, её инверсия. Лактоза, мальтоза, целлобиоза. Полисахариды. Пентозаны. Крахмал. Гликоген. Клетчатка. Биологическое значение углеводов. Гидролиз, брожение. Целлюлозная промышленность. Вискоза (корд, целлофан). Сефадекс, сефакрил (гельфилтация белков).

## **9. Гетероциклические соединения**

### **Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.**

Общие методы их синтеза. Реакция Юрьева Ю.К. Ароматический характер гетероциклов. Зависимость свойств гетероциклов от природы гетероатома. Реакции электрофильного замещения, окисления, восстановления. Фуран. Фурфурол. Пирролидин. Пиридин. Пирролидин. Пирослизевая кислота. Бактерицидные препараты на основе фурфурола. Тиофен. Пиррол. Оксипролин (фаллоидин – ядовитое начало мухомора). Понятие о строении и биологической роли хлорофилла и гемоглобина. Индол. Индиго. Связь между строением и окраской. Хромофорные и ауксохромные группы. Стимуляторы роста растений.

### **Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.**

Пиридин, строение и свойства. Никотиновая кислота, никотинамид (витамин РР). Пиперидин.

### **Ароматические гетероциклы с несколькими гетероатомами.**

Имидазол, гистидин, гистамин. Пиримидин, его химическая характеристика. Урацил, тимин, цитозин. Группа пурина. Мочевая кислота, аденин, гуанин. Понятие о нуклеиновых кислотах. Нуклеотиды, нуклеозиды. Коферменты нуклеотиды (рибофлавин, ФАД, цианкобаламин – В<sub>12</sub>); ДНК и РНК.

## **3 семестр**

### **1. Введение. Метрологические основы химического анализа.**

Предмет аналитической химии, ее структура, цели и задачи, место в системе других наук, связь с практикой. Роль аналитической химии в контроле за состоянием окружающей среды, аналитическая химия и биология, экология.

Основные проблемы аналитической химии: снижение предела обнаружения повышение точности и избирательности, обеспечение экспрессности и их значение в анализе биологических объектов.

Аналитическая химия, химический анализ, аналитическая служба.

Связь между объектом и методом анализа. Классификация методов анализа: химические. Физические и биологические. Макро-, микро- и полумикрометоды в анализе биологических объектов.

Современное состояние и тенденции развития аналитической химии.

**Основные метрологические понятия и представления:** измерение, методы и средства измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитический измерений.

Основные характеристики методов анализа: точность, правильность, сходимость, воспроизводим ость, коэффициенты чувствительности, пределы обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Способы повышения точности.

**Классификация погрешностей химического анализа:** систематические, случайные, промахи; абсолютные, относительные. Способы оценки правильности. Статистическая обработка данных химического анализа. Закон нормального распределения случайных погрешностей, Q-, F- и t-распределение. Среднее значение, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал. Сравнение дисперсии и средних значений двух методов. Требования к метрологической оценке результатов в зависимости от объекта и цели анализа.

## **2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.**

**Основные типы реакций, используемых в аналитической химии:** кислотно-основные, осаждения-растворения, окисления-восстановления, комплексообразования. Активность и концентрация. Ионная сила растворов. Понятие о конкурирующих реакциях. Коэффициент конкурирующей реакции. Константы равновесия: термодинамическая, реальная, условная, их взаимосвязь. Факторы, влияющие на равновесие в системах.

### **Равновесие в гомогенной системе.**

Теория кислот и оснований Бренстеда - Лоури. Понятие кислоты, основания, амфолита, сопряженной пары с позиций теории Бренстеда – Лоури. Участие растворителя в химической реакции переноса протона. Автопротолиз амфипротонных растворителей. Кислотно-основное равновесие в неводных средах. Влияние природы растворителя на силу протолизов. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей.

Вычисление рН в растворах различных протолизов: кислот, оснований, солей, буферных растворов и других системах.

## **3. Пробоотбор и пробоподготовка биологических объектов для анализа.**

**Задачи количественных определений в биологии.** Методы анализа. Способы выражения результатов анализа биологических объектов.

Основные стадии химического анализа. Планирование эксперимента, выбор метода анализа, составление алгоритма анализа.

**Отбор проб различных видов биологических объектов,** их представительность и размер. Подготовка биологического образца к анализу. Методы разложения биологических объектов: сухие и мокрые (методы Кьельдаля, Дениже, Дюма). Сплавление и его использование при анализе биологических объектов. Анализ без разложения образца.

## **4. Методы обнаружения и идентификации.**

Аналитические реагенты и реакции. Методы обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов, молекул. Дробный и систематический ход анализа. Способы проведения реакций идентификации. Экспрессный качественный тест-анализ в полевых условиях.

## **5. Методы количественного анализа.**

### **Классические химические методы анализа.**

Гравиметрический метод анализа: сущность, классификация, метрологические характеристики, преимущества и недостатки, источники погрешностей. Общая схема анализа, расчет. Примеры использования в анализе биологических объектов.

Титриметрический метод анализа: общая характеристика, метрологические параметры. Применение в анализе биологических объектов. Классификация титриметрических методов по способу проведения определения (прямое, обратное, косвенное, непрерывное, в неводных средах) и по типу химических реакций (кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, редокс-титрование). Построение кривых титрования, скачок титрования, точка стехиометричности и конца титрования. Способы фиксирования точки конца титрования. Индикаторы и механизмы их действия в различных методах

Примеры конкретных методов титриметрического анализа: кислотно-основной, комплексонометрия, перманганатометрия, иодометрия.

### **Физические и физико-химические методы анализа.**

Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация методов, их использование в анализе биологических объектов.

Спектроскопические методы анализа. Электромагнитный спектр и особенности взаимодействия атомов и молекул с ЭМИ. Атомные и молекулярные спектры, их

характеристики. Количественные характеристики поглощения света веществом: оптическая плотность, пропускание, коэффициент светопропускания.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Сущность метода. Основной закон поглощения, условия его выполнения, причины отклонения. Выбор фотометрических реакций и условий измерения поглощения света: длины волны, раствора сравнения, толщины поглощающего слоя. Способы определения концентраций по величине аналитического сигнала: методы градуировочного графика, сравнения, добавок, дифференциальный метод. Примеры их применения в анализе биологических объектов.

Обзор других методов спектроскопического анализа.

Электрохимические методы анализа. Классификация методов, основные метрологические характеристики и использование в анализе биологических объектов.

Потенциометрический метод анализа. Сущность метода. Классификация подметодов. Индикаторные, электроды сравнения и ионселективные электроды в потенциометрии. Стекланный электрод. Ферментные электроды. Прямая потенциометрия и потенциметрическое титрование. Преимущества, недостатки, использование в анализе биологических объектов.

Вольтамперометрия. Сущность метода, метрологические характеристики, примеры применения для анализа биологических объектов. Современные методы вольтамперометрии.

## **6. Методы разделения и концентрирования.**

**Основные методы разделения и концентрирования**, их роль в анализе биологических объектов. Количественные характеристики: коэффициент разделения, степень извлечения, коэффициент и константа распределения.

**Экстракция**. Теоретические основы метода. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Типы экстракционных систем. Применение в анализе биологических объектов.

**Хроматографические методы разделения, концентрирования и определения**. Сущность метода. Классификация хроматографических методов. Способы получения и основные параметры хроматограмм. Аналитическая и препаративная хроматография. Понятие о газовой, газо-жидкостной, ионообменной, высокоэффективной жидкостной и гель-хроматографии.

Перспективы развития методов анализа биологических объектов.

### Темы самостоятельной работы и лабораторных работ

№ п/п	Неделя семестра	Темы самостоятельной работы студентов и лабораторного занятия	Вид контроля	Лабораторные работы
1	2	3	4	5
<b>1 семестр</b>				
1.	1,2	Вводная беседа. Основные законы химии. Скорость хим. реакций. Хим. равновесие. Принцип Ле Шателье.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Скорость хим. реакций. Хим. равновесие.
2.	3,4	Общие свойства растворов. Тепловые эффекты при растворении. Растворимость веществ. Способы выражения концентрации растворов.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Свойства растворов. Часть 1.
3.	5,6	Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Произведение растворимости. рН растворов. Гидролиз солей.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Свойства растворов. Часть 2.
4.	7,8	Теория строения атома. Периодическая система.	Дискуссия. Тест. Задачи в электронном курсе	-
5.	9,10	Теория химической связи. Межмолекулярные взаимодействия.	Дискуссия. Задачи в электронном курсе	-
6.	11,12	Окислительно-восстановительные процессы. Кислород. Озон. Воздух	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	ОВР. Кислород.
7.	13,14	Галогены и их соединения.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Галогены и их соединения.
8.	15,16	Сера и её соединения.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Сера и её соединения.
9.	17,18	Азот и его соединения.	Дискуссия. Тест. Отчет по лабораторной работе. Задачи в электронном курсе	Азот и его соединения.



2 семестр				
1	2	3	4	5
1.	2	Объяснение по методам выделения и очистки органических веществ. Правила работы в лаборатории органической химии	Отчет по лабораторной работе.	Перегонка смеси веществ: бутанол-1: четырёххлористый углерод; определение $n_D^{20}$ . Расчет $M_{R_D}$
2.	3-5	Алканы, алкены, алкины	Дискуссия. Отчет по лабораторной работе.	1. ТСХ смеси веществ: о-, м-, п-нитроанилинов, азобензола; Расчет $R_f$ 2. Определение температуры кипения по Сиволобову.
3.	6-8	Диеновые углеводороды; арены, правило Хюккеля, SE реакции, правила ориентации.	Дискуссия. Отчет по лабораторной работе. Тест по теме: «Углеводороды»	1. Перекристаллизация ацетанилида. 2. Реакции ароматических углеводородов
4.	9	Галогенопроизводные, спирты, фенолы	Дискуссия Отчет по лабораторной работе.	1. Изоамилацетат (без перегонки). 2. Качественная реакция на галоген (проба Бельштейна), многоатомные спирты, фенолы.
5.	10-11	Альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты.	Дискуссия. Отчет по лабораторной работе.	Получение и свойства альдегидов и кетонов.
6.	13-14	Окси- и аминокислоты, оптическая изомерия	Домашняя контрольная работа по функциональным производным. Отчет по лабораторной работе.	Свойства окси- и аминокислот.
7.	15	Углеводы.	Дискуссия Тестовая форма отчета по теме: «Функциональные производные углеводородов»	1. Реакции углеводов. 2. Гидролиз крахмала.
8.	16	Пяти- и шестичленные гетероциклические соединения. Пиримидины, пурины.	Рефераты. Отчет по лабораторной работе.	
3 семестр				
1.	1,2	Методы идентификации химических веществ.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Реакции идентификации катионов и анионов.
2.	3,4	Идентификация объекта: качественный анализ неорганического вещества.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Анализ смеси сухих солей.
3.	5,6	Титриметрическое определение содержания кислоты.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Приготовление стандартного раствора соды и определение содержания кислоты

1	2	3	4	5
4.	7,8	Комплексонометрическое определение жесткости воды.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Комплексонометрическое определение жесткости воды
5.	9,10	Перманганатометрическое определение железа.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Перманганатометрическое определение железа.
6.	11,12	Фотометрический анализ фруктовых соков.	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.	Фотометрическое определение содержания аскорбиновой кислоты в соках различных фруктов.
7.	13,14	Фотометрический анализ овощных соков.	Отчет по лабораторной работе.	Фотометрическое определение содержания нитратов в соке овощей.
8.	15,16	Потенциометрическое определение pH биологических жидкостей.	Отчет по лабораторной работе.	Определение pH буферных и других растворов.
9.	17	Решение задач.	Устный опрос по заданной теме	

### 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации учебной дисциплины используются следующие формы обучения:

1) *традиционные*: лекции, семинары, лабораторные занятия.

2) *современные интерактивные технологии*: создание проблемных ситуаций, ролевые, деловые игры, интерактивные лекции, дискуссии.

При реализации лекционных занятий используются различные формы визуализации наглядного материала (мультимедийные презентации, таблицы). Занятия лекционного типа по данной дисциплине составляют 33% аудиторных занятий.

На лабораторных занятиях используется метод учебной дискуссии, разбор проблемных ситуаций, докладов и беседы, что развивает коммуникативные способности. Занятия организованы в форме ответов на поставленные вопросы или докладов студентов, а также выполнении химических экспериментов. Доклады завершаются дискуссией по основным вопросам, затронутым в устных сообщениях. Лабораторные работы позволяют студентам обсудить проблемные вопросы изучаемого материала, сформировать теоретические представления об изучаемых объектах, связать эти теоретические представления с практическими навыками, отработать умения и навыки по выполнению и интерпретации химических экспериментов и исследований. В рамках изучения курса необходимо применять наглядные материалы в виде рисунков, таблиц, графиков, а также проводить занятия с использованием компьютерной техники – презентации и образовательные видеоролики по темам «Скорость химических реакций и химическое равновесие», «Строение атома. Периодическая система», «Углерод и его соединения» и др. Удельный вес интерактивных форм обучения составляет не менее 40% аудиторных занятий.

Освоение курса основано на системе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний необходимо вести при проверке бланкового тестирования, где оценивается правильность ответов, при приеме отчета по лабораторным работам, включающего оценку уровня выполнения лабораторной работы, при оценке участия студента в дискуссии.

В рамках *практической подготовки* студентов профессиональные навыки формируются при работе с растворами различных химических веществ, проведении различных опытов, выполнении синтеза индивидуальных органических веществ, их очистки различными методами (ТСХ, ректификационная перегонка, возгонка,

перекристаллизация), установлении их физических характеристик ( $T_{пл}$ ,  $T_{кип}$ , показатель преломления,  $R_f$ ), приготовлении растворов, при освоении методов количественного и качественного определения, формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии химии происходит в рамках дискуссий, разборов конкретных ситуаций.

Самостоятельная работа необходима в процессе изучения курса, она проводится по графику под руководством преподавателя. Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Химия» включает: проработку конспекта лекций; подготовку к лабораторным работам; выполнение компьютерного тестирования с помощью платформы Moodle; написание реферата по предложенным темам; изучение материалов, выделенных для самостоятельной проработки; выполнение домашнего задания; проработку лекционных материалов по учебникам. В процессе самоподготовки следует ориентироваться на содержание разделов курса.

В каждом семестре предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

#### **Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

- использование индивидуальных графиков обучения и сдачи экзаменационных сессий;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- для лиц с ограничениями по слуху для облегчения усвоения материала предусматривается максимально возможная визуализация лекционного курса, в том числе широкое использование иллюстративного материала, мультимедийной техники, дублирование основных понятий и положений на слайдах;
- для лиц с ограничениями по зрению предусматривается использование крупномасштабных наглядных пособий;
- увеличении времени на подготовку при проведении текущей и промежуточной аттестации.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

##### **1 семестр**

Реализация данной учебной дисциплины предусматривает следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

1) внеаудиторная самостоятельная работа (подготовка к дискуссиям и тестированию, подготовка к выполнению лабораторных работ, решение задач и упражнений);

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя (участие в дискуссии, выполнение запланированных химических опытов);

Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов по дисциплине заключается в следующем:

- 1) прочитать к данной теме рекомендуемые разделы учебников, методических пособий и конспектов лекций;
- 2) написать конспект к данной теме согласно списку предложенных вопросов;
- 3) подготовиться к выполнению лабораторной работы по рекомендуемому руководству и частично оформить отчет в тетради для лабораторных работ по данной теме;
- 4) решить заданные по теме задачи и упражнения в электронном курсе на платформе Moodle.

Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении лабораторных занятий и во время чтения лекций.

Текущий контроль проводится в ходе:

- 1) выполнения тестовых заданий;
- 2) участия в дискуссии и интерактивной игре по заданной теме;
- 3) проверки письменного отчета в тетради для лабораторных работ по заданной теме;
- 4) компьютерного тестирования с помощью платформы Moodle.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в форме устного опроса студентов по билетам.

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, Интернет-ресурсы, электронным курсом «Химия для биологов (общая и неорганическая химия)» на платформе Moodle, расположенным по адресу: <https://course.sgu.ru/course/view.php?id=825>

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья (слабослышащих и др.) текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

### Перечень лабораторных работ

1. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.
2. Свойства растворов. Часть 1.
3. Свойства растворов. Часть 2.
4. Окислительно-восстановительные реакции. Кислород.
5. Галогены и их соединения.
6. Сера и ее соединения.
7. Азот и его соединения.

### Примеры заданий для тестового контроля

Тема «Скорость химических реакций и химическое равновесие»

1. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции при увеличении температуры на 30°C, если температурный коэффициент скорости реакции равен 4?
  - 1) 4
  - 2) 16
  - 3) 64
  - 4) 120
  - 5) 12
2. Во сколько раз уменьшится скорость прямой газовой реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  при разбавлении смеси реагирующих газов в 3 раза инертным газом?
  - 1) 3
  - 2) 6
  - 3) 9
  - 4) 18
  - 5) 27
3. Какие из веществ надо ввести в равновесную систему  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ , чтобы сдвинуть равновесие в направлении обратной реакции?
  - 1) водород
  - 2) иод
  - 3) иодоводород
4. Среди приведенных, выберите факторы, которые влияют на скорость химической реакции, но **не влияют** на положение химического равновесия:
  - 1) концентрация исходных веществ
  - 2) присутствие катализатора
  - 3) природа реагирующих веществ
  - 4) температура
- 5) В системе  $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(г)} + Q$  равновесие будет смещаться в сторону продуктов

реакции при следующих условиях:

- |                                  |                         |                           |                           |                             |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1) добавление<br>CO <sub>2</sub> | 2) увеличение<br>объема | 3) уменьшение<br>давления | 4) увеличение<br>давления | 5) введение<br>катализатора |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|

Тема «Свойства растворов. Часть 1»

- Какие вещества будут хорошо растворимы в бензоле?
 

1) C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	2) K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3) HNO <sub>3</sub>	4) J <sub>2</sub>
-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------	-------------------
- Какова молярная доля этилового спирта в растворе, содержащем 69 г спирта и 108 г воды?
 

1) 0,2	2) 0,25	3) 0,3	4) 0,15
--------	---------	--------	---------
- Как изменится объем раствора в сравнении с суммарным объемом исходных веществ, если Q растворения больше нуля?
 

1) увеличится	2) не изменится	3) уменьшится
---------------	-----------------	---------------
- Концентрация ионов натрия в 0,2 М растворе сульфата натрия равна (моль/л):
 

1) 0,1	2) 0,2	3) 0,4	4) 0,6
--------	--------	--------	--------
- Чему равна концентрация ионов водорода (моль/л) в 0,1 М растворе уксусной кислоты, если ее степень диссоциации  $\alpha = 1\%$ ?
 

1) 0,1	2) 0,01	3) 0,001	4) 0,0001
--------	---------	----------	-----------

Тема «Свойства растворов. Часть 2»

- Какие из перечисленных солей подвергаются гидролизу?
 

1) KNO <sub>3</sub>	2) CaCl <sub>2</sub>	3) NaNO <sub>2</sub>	4) CH <sub>3</sub> COONa	5) NaCl	6) NH <sub>4</sub> Cl
---------------------	----------------------	----------------------	--------------------------	---------	-----------------------
- Чему равен pH раствора в 1 л, которого содержится 0,04 г гидроксида натрия?
 

1) 3	2) 4	3) 10	4) 11
------	------	-------	-------
- Чтобы гидролиз соли протекал в меньшей степени, необходимо работать
 

1) при высокой температуре	2) при низкой температуре	3) с насыщенным раствором	4) с разбавленным раствором
----------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------
- Растворимость соли A<sub>2</sub>B равна 1·10<sup>-3</sup> моль/л. Определить ПР этого вещества.
 

1) 4·10 <sup>-9</sup>	2) 1·10 <sup>-12</sup>	3) 1·10 <sup>-6</sup>	4) 4·10 <sup>-8</sup>
-----------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------
- Среди водных растворов перечисленных веществ указать те, pH которых больше 7?
 

1) Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	2) AlCl <sub>3</sub>	3) CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	4) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
------------------------------------	----------------------	---------------------------------------	------------------------------------

Тема «Строение атома и периодическая система»

- По какой формуле можно рассчитать максимальное число электронов на энергетическом уровне в атоме?
 

2) n <sup>2</sup>	3) 2l+1	4) 2(2l+1)
-------------------	---------	------------
- Сколько атомных орбиталей теоретически существует в атоме водорода?
 

2) 2	3) 3	4) 4	5) 1
------	------	------	------
- Какой из атомов имеет наибольшее значение первого потенциала ионизации?
 

2) 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>	3) 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	4) 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	3) 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>
------------------------------------	--	--	--
- Какие из указанных наборов квантовых чисел электрона в атоме являются разрешенными?
 

1) n=3, l=1, m <sub>l</sub> =1	3) n=3, l=2, m <sub>l</sub> =1	5) n=1, l=1, m <sub>l</sub> =0
2) n=4, l=2, m <sub>l</sub> =-1	4) n=3, l=1, m <sub>l</sub> =2	6) n=2, l=2, m <sub>l</sub> =0
- Атомы углерода и кремния имеют
 

1) одинаковое число электронных уровней	2) одинаковое число протонов в ядре
---	-------------------------------------

3) одинаковые радиусы атомов

4) одинаковое число валентных электронов

**Тема «Химическая связь»**

- Доля ковалентности связи увеличивается в ряду  
 1) KF–NaF–RbF–CsF      2) CsF–NaF–KF–RbF      3) NaF–KF–RbF–CsF      4) CsF–RbF–KF–NaF–RbF–CsF
- Кратные связи присутствуют в молекулах  
 1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      2) Cl<sub>2</sub>      3) SiF<sub>4</sub>      4) CO<sub>2</sub>
- При осуществлении sp-гибридизации валентный угол равен  
 1) 90°      2) 120°      3) 180°      4) 109°28'
- Форму правильного тетраэдра имеют молекулы и ионы  
 1) CF<sub>4</sub>      2) NF<sub>3</sub>      3) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>      4) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>      5) BF<sub>4</sub><sup>-</sup>
- Преимущественно ориентационные взаимодействия осуществляются между молекулами  
 1) He      2) SO<sub>2</sub>      3) HCl      4) H<sub>2</sub>      5) CO<sub>2</sub>

**Тема «Окислительно-восстановительные реакции. Кислород. Озон. Воздух»**

- Будет ли окисляться ион NO<sub>2</sub><sup>-</sup> перманганат-ионом MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> в кислой среде?  
 $\varphi^\circ \text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+} = 1.51 \text{ В}; \varphi^\circ \text{NO}_3^- / \text{NO}_2^- = 0.94 \text{ В}$   
 1) нет      2) да
- Какие элементы проявляют постоянную степень окисления в своих соединениях?  
 1) F      2) Cl      3) S      4) Na      5) Mg      6) C
- Какие типы химической связи образует кислород в своих соединениях?  
 1) ковалентная неполярная      2) ковалентная полярная      3) ионная
- С атомами каких элементов кислород не образует соединений?  
 1) Cl      2) Sn      3) Ag      4) Au      5) He
- Составьте уравнение реакции и укажите сумму коэффициентов в правой части уравнения:  
 $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$   
 1) 4      2) 6      3) 7      4) 3

**Тема «Галогены и их соединения»**

- Атом какого из галогенов характеризуется наименьшей энергией ионизации?  
 1) фтор      2) хлор      3) бром      4) иод
- Какая из кислот в водном растворе является самой сильной?  
 1) хлорноватистая      2) хлористая      3) хлорноватая      4) хлорная
- Какие вещества реагируют с хлором непосредственно?  
 1) H<sub>2</sub>O      2) KI      3) N<sub>2</sub>      4) O<sub>2</sub>
- В хлорной воде существует равновесие  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$ . Какие вещества необходимо добавить к хлорной воде, чтобы сместить равновесие этой реакции влево?  
 1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      2) NaOH      3) AgNO<sub>3</sub>      4) NaCl
- Расставьте коэффициенты методом электронного баланса в уравнении реакции и подсчитайте их сумму в его правой части:  $\text{Br}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBrO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

- 1) 10                      2) 14                      3) 16                      4) 18

Тема «Сера и её соединения»

1. Сколько атомов в молекуле серы при нормальных условиях?

- 1) 1                      2) 2                      3) 4                      4) 8

2. Растворы каких веществ необратимо поглощают хлор?

- 1) NaOH                      2) KI                      3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>                      4) NaCl

3. Какие вещества реагируют с концентрированной соляной кислотой с выделением хлора?

- 1) KMnO<sub>4</sub>                      2) PCl<sub>5</sub>                      3) KClO<sub>3</sub>                      4) MnO<sub>2</sub>

4. В хлорной воде существует равновесие  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$ . Какие вещества необходимо добавить к хлорной воде, чтобы сместить равновесие этой реакции вправо?

- 1) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>                      2) NaOH                      3) AgNO<sub>3</sub>                      4) NaI

5. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса в уравнении реакции и подсчитайте

их сумму в его правой части:  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \xrightarrow{-60 \text{ град}} \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

- 1) 7                      2) 11                      3) 9                      4) 13

Тема «Азот и его соединения»

1. Электронная конфигурация внешнего электронного слоя атомов р-элементов V группы периодической системы может быть представлена в виде общей формулы:

- 1)  $ns^2np^1$                       2)  $ns^2np^3$                       3)  $np^3$                       4)  $ns^2(n-1)d^3$                       5)  $ns^2$

2. Какую пространственную конфигурацию имеет ион аммония?

- 1) квадрат                      2) 4-х угольная пирамида                      3) тетраэдр

3. В результате каких реакций получается азот?

- 1)  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t}$                       2)  $\text{NO} + \text{H}_2 \rightleftharpoons$                       3)  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons$                       4)  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (30\%) \rightleftharpoons$

4. Чем можно осушить аммиак?

- 1) H<sub>2</sub>SO<sub>4(конц)</sub>                      2) NaOH (тв)                      3) P<sub>2</sub>O<sub>5 (тв)</sub>

5. Составьте уравнение реакции  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \dots$  и укажите сумму коэффициентов в правой части уравнения

- 1) 8                      2) 9                      3) 13                      4) 11                      5) 12

### Список вопросов для экзамена.

1. Стехиометрические законы (постоянства состава, кратных отношений, объёмных отношений, Авогадро) и их современное содержание.
2. Закон сохранения материи и движения М.В.Ломоносова. Закон сохранения массы веществ в хим. реакциях.
3. Скорость химической реакции. Закон действующих масс.
4. Энергия активации реакции. Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ и от температуры.
5. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ.
6. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье.
7. Классификация дисперсных систем. Характеристика растворов. Способы выражения концентрации растворов.
8. Тепловые эффекты при растворении твердых веществ. Сольватация. Физическая и химическая теории растворов.
9. Растворимость твердых веществ, жидкостей и газов в жидкостях. Влияние на растворимость природы веществ, давления и температуры.

10. Теория электролитической диссоциации. Работы Аррениуса и Каблукова. Процесс диссоциации ионных веществ и полярных молекул. Константа диссоциации.
11. Понятие слабых, средних и сильных электролитов. Константа диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Ступенчатая диссоциация.
12. Степень электролитической диссоциации. Её зависимость от природы растворителя, природы электролита и концентрации раствора.
13. Равновесие осадок-раствор; произведение растворимости труднорастворимого электролита.
14. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
15. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Зависимость степени гидролиза от концентрации раствора и температуры.
16. Открытия, свидетельствующие о сложности строения атома. Составные части атома. Уравнение Шредингера, особенности его решения. Волновая функция.
17. Основные принципы квантовой механики: а) корпускулярно-волновой дуализм электрона; б) принцип неопределённости Гейзенберга; в) принцип квантования энергии.
18. Основные представления о квантовых числах, их физический смысл. Формы электронных атомных орбиталей.
19. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами, принцип минимума энергии, правило Хунда. Принцип Паули; максимальная ёмкость энергетических уровней и подуровней в атоме.
20. Электронные структуры атомов элементов различных периодов и групп;  $s$ —,  $p$ —,  $d$ —,  $f$ — элементы. Провал электрона.
21. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Развитие периодического закона и его современная формулировка (закон Мозли).
22. Периодичность изменения физических свойств элементов (размеры атомных радиусов, величины ионизационных потенциалов, сродства к электрону и электроотрицательности).
23. Основные характеристики химической связи (энергия, длина, валентный угол). Метод валентных связей; механизмы образования ковалентной связи.
24. Насыщаемость и направленность ковалентной связи. Понятие о  $\sigma$ - ,  $\pi$ - и  $\delta$ - связях; кратность связи.
25. Понятие о гибридизации электронных орбиталей; геометрия молекул. Влияние неподеленных электронных пар на геометрию молекул.
26. Полярность и поляризуемость химической связи. Дипольный момент химической связи и молекулы.
27. Ионная связь. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Степень ковалентности ионных соединений.
28. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия: ориентационные, индукционные, дисперсионные.
29. Степень окисления элементов. Окислители и восстановители. Классификация окислит.-восстанов. реакций и составление их уравнений.
30. Классификация окислительно-восстановительных реакций и составление их уравнений.
31. Водород. Строение атома и молекулы. Распространение в природе, получение, физ. и хим. свойства. Гидриды. Атомарный водород.
32. Кислород. Строение атома и молекулы. Распространение в природе, получение, физ. и хим. свойства. Оксиды. Роль кислорода в природе.
33. Озон. Строение молекулы. Получение, физ. и хим. свойства. Применение. Роль озона в атмосфере.



34. Воздух и его составные части. Принцип сжижения воздуха; свойства жидкого воздуха.
35. Галогены. Строение атомов и молекул. Распространение в природе, получение, физ. и хим. свойства.
36. Галогеноводороды. Получение, физ. и хим. свойства Галогеноводородные кислоты и их соли.
37. Кислородные соединения хлора. Оксиды и соответствующие кислоты  $\text{HClO}_x$ , физ. и хим. свойства. Сравнительная характеристика устойчивости, кислотных и окислительных свойств кислородных кислот хлора.
38. Сера. Строение атома. Распространение в природе, аллотропия, получение, физ. и хим. свойства серы.
39. Сероводород. Строение молекулы, физ. и хим. свойства. Сероводородная кислота, сульфиды, растворимость сульфидов в воде и кислотах.
40. Оксид серы (IV), строение молекулы, получение, физ. и хим. свойства. Сернистая кислота, сульфиты.
41. Оксид серы (VI), строение молекулы. Серная кислота, физические и химические свойства, соли.
42. Получение серной кислоты в промышленности.
43. Окислительное действие разбавленной, концентрированной серной кислоты на металлы, неметаллы и сложные вещества.
44. Азот. Строение атома и молекулы. Получение, физ. и хим. свойства азота. Роль азота в живых организмах.
45. Аммиак. Строение молекулы. Получение, физические и химические свойства. Соли аммония.
46. Азотистая кислота, нитриты. Получение, физ. и хим. свойства.
47. Азотная кислота. Получение, физ. и хим. свойства. Нитраты, их разложение при нагревании.
48. Оксиды азота. Строение молекул. Получение, физические и химические свойства.
49. Окислительное действие азотной кислоты различных концентраций на металлы, неметаллы и сложные вещества.
50. Углерод. Строение атома. Распространение в природе, аллотропия, физ. и хим. свойства углерода.
51. Оксид углерода(II). Строение молекулы. Получение, физ. и хим. свойства, токсическое действие.
52. Оксид углерода(IV). Строение молекулы. Получение, физ. и хим. свойства. Угольная кислота, карбонаты. Фотосинтез.
53. Металлы. Распространение в природе. Общая физико-химическая характеристика, классификация в технике. Способы получения.
54. Металлы. Их физические и химические свойства; ряд напряжений металлов.
55. Металлы. Распространение в природе. Способы получения.  
Металлы. Положение в периодической системе. Электронное строение металлов, зонная теория, металлическая связь.

## 2 семестр

Реализация данной учебной дисциплины предусматривает следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

- 1) внеаудиторная самостоятельная работа (подготовка к дискуссиям и рефератам, подготовка к выполнению лабораторных работ, решение задач и упражнений);
- 2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя (участие в дискуссии, выполнение запланированных химических опытов);

Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно работать не только с учебным материалом, но и с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Самостоятельная работа студентов заключается в следующем:

- 1) составление опорных конспектов по теме, различных видов таблиц (концептуальных, сравнительных вопросов), поиск информации в сети Интернет;
- 2) изучение дополнительной литературы;
- 3) выполнение домашних заданий, подготовку к контрольной работе, текущему и итоговому контролю;
- 4) ведение «лабораторного журнала»;
- 5) проведение исследований, обработка и анализ полученных сведений, представление отчетов по результатам исследования.

Текущий контроль проводится в ходе:

- 1) проверки домашних заданий;
- 2) проверки контрольной работы;
- 3) проверки «лабораторного журнала».

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, Интернет-ресурсы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья (слабослышащих и др.) текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

### Темы рефератов

1. Белки
2. Нуклеиновые кислоты

### Вопросы тестового контроля знаний

Алканы, циклоалканы

Пропан



Бесцветный газ,  $T_{\text{кип}} -42.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Содержится в природных и нефтяных газах, образуется при крекинге нефтепродуктов.

Входит в смеси с бутаном в состав бытового горючего газа. Применяется как пропеллент в аэрозольных баллончиках.

1. Сколько продуктов дихлорирования может образоваться из пропана?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4
- д) 5
- е) 6

2. Какой механизм реакции замещения является характерным для пропана?



- а) Радикальное
- б) Электрофильное
- в) Нуклеофильное

3. Какие виды изомерии возможны для пропана?

- а) поворотная изомерия
- б) изомерия углеводородной цепи
- в) оптическая изомерия

Парафин – смесь твердых углеводородов состава  $C_{19}H_{40}$  –  $C_{37}H_{76}$ , применяемая для физиотерапевтического лечения невритов.

1. К какому типу относятся углеводороды, входящие в состав парафина?

- а) Алканы
- б) Алкены
- в) Алкины
- г) Циклоалканы

2. Укажите реагенты, с которыми парафины реагируют в отличие от ароматических углеводородов:

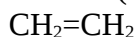
- а) Ацетилхлорид,  $AlCl_3$
- б)  $Br_2$ ,  $h\nu$
- в) Бромоводород
- г)  $Br_2$ ,  $AlBr_3$

3. Какие виды изомерии невозможны для углеводорода  $C_{19}H_{40}$ ?

- а) Оптическая изомерия
- б) Геометрическая изомерия
- в) Изомерия углеводородной цепи
- г) Межклассовая

Алкены, алкины

Этилен (этен)



Газ,  $T_{кип} = -103^\circ C$ . Сладковатый запах, мало растворим в воде, хорошо в спирте, эфире. В промышленности получают при крекинге насыщенных углеводородов нефти. Является ростовым гормоном и контролирует созревание фруктов, появление у них окраски; используется при производстве технического спирта, этиленгликоля, иприта.

1. Возможна ли для этена геометрическая изомерия?

- а) Да
- б) Нет

2. С какими из четырех реагентов этен не реагирует:

- а)  $H_2SO_4$
- б)  $AlCl_3$
- в)  $Br_2$
- г)  $NaOH$

3. Что образует гомолог этена – пропен при взаимодействии с  $HBr$  в присутствии  $H_2O_2$ ?

- а) 2-бромпропан
- б) 1-бромпропан

Церотен – углеводород состава  $C_{26}H_{52}$ , получен при перегонке китайского воска.

1. Укажите положение двойной связи в молекуле церотена, если среди продуктов его окисления  $\text{KMnO}_4$  в присутствии серной кислоты есть кислота с 16 атомами С в молекуле:

- а) ен – 10
- б) ен – 20

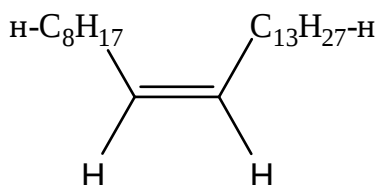
2. Возможна ли для церотена пространственная изомерия?

- а) Нет
- б) Геометрическая
- в) Оптическая

3. Укажите реагенты, с помощью которых можно качественно отличить церотен от его циклоалкановых изомеров с напряженными циклами:

- а)  $\text{Br}_2$
- б) 3% раствор  $\text{KMnO}_4$
- в)  $\text{HBr}$
- г)  $\text{O}_3$  (затем гидролиз)

Мускалур



Половой аттрактант самки домашней мухи.

1. Укажите тип геометрического изомера для представленной структуры:

- а) E – изомер
- б) Z – изомер

2. Какой тип и механизм реакции наиболее характерен для мускалура? (Выберите лишь один ответ)?

- а)  $\text{S}_{\text{N}}$
- б)  $\text{A}_{\text{E}}$
- в)  $\text{A}_{\text{N}}$

3. Какие функциональные группы образуются при озонолизе (реакция Гарриеса) мускалура с последующим гидролизом возникшего продукта?

- а) Альдегидная
- б) Карбоксильная
- в) Гидроксильная

Мелен – алкен состава  $\text{C}_{30}\text{H}_{60}$ , получен при пиролитическом разложении пчелиного воска.

1. При озонолизе мелена с последующим гидролизом получен один продукт реакции с нормальной цепью атомов С. Укажите положение  $\text{C}=\text{C}$  связи.

- а) ен-1
- б) ен-15
- в) ен-13

2. Возможна ли для мелена пространственная изомерия?

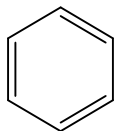
- а) Нет
- б) Геометрическая
- в) Оптическая

3. Какой класс органических соединений образуется при гидратации мелена в присутствии кислоты в качестве катализатора?

- Вторичный спирт
- Кетон
- Третичный спирт

### Арены

#### Бензол



Бесцветная жидкость со специфическим запахом,  $T_{\text{кип}} 80.1^\circ\text{C}$ . Содержится в нефти и продуктах ее переработки, каменноугольной смоле. Используется как сырье для получения продуктов многотоннажного синтеза, а также как растворитель. Раздражает кожу, вдыхание в высоких концентрациях вызывает

судороги. Хронические воздействия при низких концентрациях вызывают изменения в крови и кроветворных органах.

1. Какой фактор является обязательным условием ароматического характера бензола?

- в цикле находится 6 атомов углерода
- выполняется правило Хюккеля
- молекула устойчива к окислению

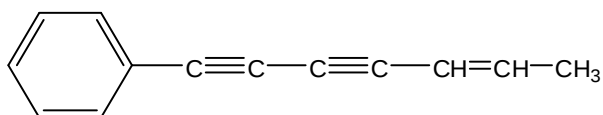
2. Укажите последовательность реакций при получении м-хлорнитробензола из бензола.

- хлорирование, нитрование
- нитрование, хлорирование
- одновременное нитрование и хлорирование

3. Бензол подвергли действию хлора на свету. Какое неорганическое соединение выделилось помимо образования органического продукта?

- $\text{HCl}$
- $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2$
- неорганическое соединение не выделяется

#### Гептен-5-диинил-1,3-бензол (1-фенил-5-гептен-1,3-диин)

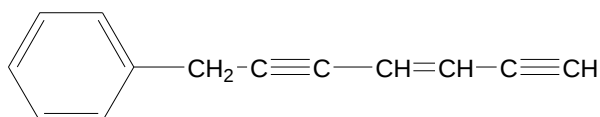


Углеводород, встречающийся в высших грибах, сложноцветных и зонтичных растениях.

1. Укажите реагент, с помощью которого данный углеводород можно отличить от его изомера 7-фенил-3-гептен-1,5-диина:



Василек синий



- бромная вода
- 3% раствор  $\text{KMnO}_4$
- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
- $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Hg}^{2+}$ )

2. Укажите тип реакций, наиболее характерных для шестичленного цикла молекулы 1-фенил-5-гептен-1,3-диина:

- а) АЕ
- б) SE
- в) Окисление
- S – замещение
- A – присоединение

3. Укажите направление электрофильного замещения под действием Br<sub>2</sub> (катализатор FeBr<sub>3</sub>) в шестичленном цикле 1-фенил-5-гептен-1,3-диина:

- а) – орто
- б) – мета
- в) – пара

Галогенозамещенные углеводороды, спирты, фенолы

Хлороформ (трихлорметан)

CHCl<sub>3</sub>

Бесцветная, прозрачная подвижная летучая тяжелая жидкость с характерным запахом и сладким жгучим вкусом. Пары хлороформа не воспламеняются и не взрываются. T<sub>кип.</sub> 59.5-62°C. Плотность 1.474-1.483.

До 1985 г. хлороформ применяли в качестве средства для ингаляционного наркоза. В настоящее время хлороформ используется только для лабораторных работ, а в медицине в связи с его раздражающим влиянием на кожу – для наружного применения.

1. Охарактеризуйте свойства хлороформа как растворителя:

- а) полярный                      б) неполярный                      в) протонный                      г) апротонный

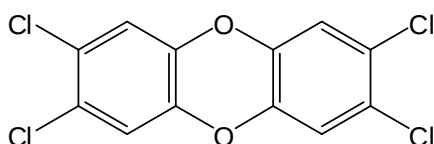
2. Для генерации карбена (CCl<sub>2</sub>) из хлороформа необходим реагент:

- а) Cl<sub>2</sub>                      б) HCl                      в) NaOH                      г) CO<sub>2</sub>

3. При неправильном хранении хлороформ может окисляться кислородом воздуха до:

- а) фосгена Cl<sub>2</sub>C=O                      б) CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O                      в) HCOOH                      г) HCHO

Диоксин (2,3,7,8-тетрахлордibenзодиоксин)



Сильнейший суперэкоотоксикант. Образуется как побочный продукт в некоторых промышленных процессах. В природе возникает на месте загрязнения фенолами или хлором. Выделяется при горении поливинилхлорида.

1. Из какого полупродукта органического синтеза наиболее легко образуется 2,3,7,8-тетрахлордibenзодиоксин?

- а) 2,4,5-трихлорфенол                      б) 2,4,6-трихлорфенол
- в) 3,4-дихлорфенол                      г) 3,5-дихлорфенол

2. По какой причине диоксины являются чрезвычайно устойчивыми к разложению?

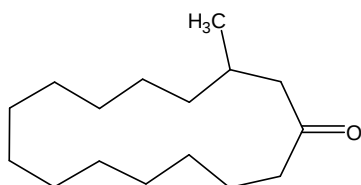
- а) наличие диоксинового фрагмента
- б) наличие ароматических колец, связанных с электроноакцепторными атомами
- в) наличие четырех атомов галогена
- г) наличие неподеленных электронных пар на атомах кислорода и галогена

3. Избавиться от следовых количеств диоксина в окружающей среде практически невозможно. Предложите реагент для обезвреживания больших количеств диоксина.

- а) соляная кислота                      б) карбонат натрия  
в) нафтолят натрия                      г) водный раствор аммиака

Альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их производные, углеводы

#### Мускан



Выделяется из желез самца мускусной кабарги и широко используется в парфюмерии в качестве душистого вещества и фиксатора запаха.



Мускусная кабарга

1. Какое число атомов углерода в состоянии  $sp^3$  гибридизации содержит мускан?

- а) 16  
б) 14  
в) 15

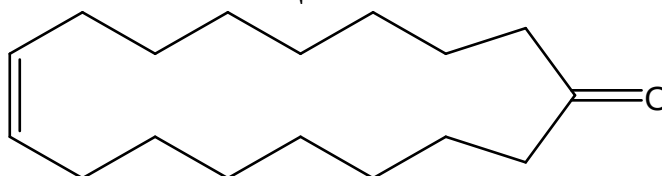
2. При действии на мускан гидроксиламина получают соответствующий оксим, который в кислой среде претерпевает перегруппировку с расширением цикла. Назовите эту перегруппировку, которая в промышленности позволяет получать капролактам, полимеризующийся в высокомолекулярный поликапроамид.

- а) Демьянова  
б) Пинаколиновая  
в) Бекмана

3. Какого типа реакции характерны для карбонильной группы мускана:

- а) нуклеофильное присоединение  
б) нуклеофильное замещение  
в) электрофильное замещение

#### Цибетон



1. Какие из реакций будут протекать по кратной ( $C=C$ ) связи цибетона? Дайте ответ в виде последовательности букв.

- а) Бромирование на свету  
б) Нитрование разб.  $HNO_3$  (12,5%) при нагревании под давлением (реакция Коновалова)  
в) Окисление надкислотами в эпоксид (реакция Прилежаева)  
г) Гидрогалогенирование

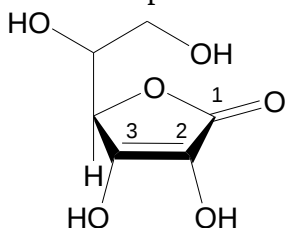
2. В реакциях конденсации цибетона с ацетальдегидом в жестких условиях (кислая среда, нагревание) имеет место:

- а) альдольная конденсация  
б) кротоновая конденсация

3. Наличие двойной связи в молекуле цибетона:

- а) способствует увеличению активности карбонильной группы по сравнению с насыщенными кетонами  
 б) способствует уменьшению активности карбонильной группы по сравнению с насыщенными кетонами  
 в) не оказывает существенного влияния на активность карбонильной группы

Аскорбиновая кислота ( $\gamma$ -Лактон 2,3-дегидро-L-гулоновой кислоты)



Витамин С. Белый кристаллический порошок с кислым вкусом. Легко растворим в воде, растворим в спирте, нерастворим в эфире, бензоле, хлороформе.  $T_{пл.}$  190-193°C (разл.). Содержится в растениях. Высокая концентрация в ягодах чёрной смородины. Применяют во всех случаях, когда требуется дополнительное введение этого витамина.

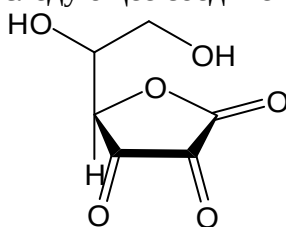
1. Сколько асимметрических атомов углерода имеется в молекуле аскорбиновой кислоты?

- а) 1 б) 2 в) 3 г) 0

2. В реакциях солеобразования аскорбиновая кислота ведет себя как одноосновная кислота, отдавая протон гидроксильной группы при С3. Укажите факторы, обуславливающие указанные кислотные свойства.

- а) наличие ендиольного фрагмента  
 б) наличие пятичленного кольца  
 в) наличие сопряжения с лактонной группой  
 г) наличие асимметрических атомов углерода

3. Укажите реагент, с помощью которого аскорбиновую кислоту можно перевести в следующее соединение

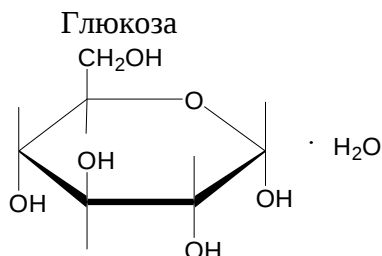


дегидроаскорбиновая кислота

- а)  $\text{NaHCO}_3$   
 б)  $\text{NaOH}$   
 в)  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$   
 г)  $\text{I}_2$



Черная смородина



Глюкоза

Применяется в медицине в виде изотонического (4.5-5%) и гипертонического (10-40%) растворов для пополнения организма ценным питательным материалом, повышения осмотического давления крови, стимулирования процессов обмена веществ, усиления сократительной сердечной мышцы, расширения сосудов.

1. С помощью каких реагентов можно доказать, что глюкоза является альдогексозой?

- а)  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ; б)  $\text{NaHSO}_4$ ; в)  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; г)  $\text{NaBH}_4$

2. Объясните причину отсутствия в ИК спектре образца кристаллической глюкозы (1) полосы поглощения карбонильной группы, а в растворе (2) – её наличие. Дайте в Вашем ответе последовательность из цифр и букв.

- а) существует в циклической полуацетальной форме  
 б) существует в равновесии циклической полуацетальной и открытой альдогексозной форм



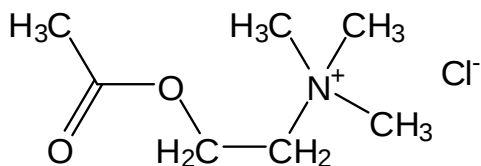
в) существует в открытой форме в виде альдогексозы

3. Укажите, какие дисахариды, включающие в качестве моносахарида глюкозу, являются восстанавливающими.

а) мальтоза; б) целлобиоза; в) трегалоза; г) сахароза

Амины, амиды, нитрилы

Ацетилхолин



Ацетилхолин – медиатор, принимающий участие в передаче нервного импульса. Для медицинских целей используют в виде солей (чаще в виде хлорида). Замедляет сердечные сокращения, расширяет периферийные сосуды, понижает артериальное и внутриглазное давление.

1. При образовании ацетилхолина из холина и уксусной кислоты, какую роль выполняет уксусная кислота?

а) нуклеофильный агент                      б) электрофильный агент                      в) радикальный агент

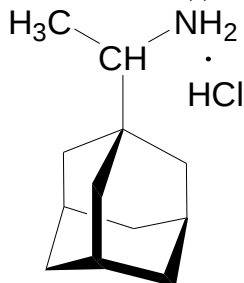
2. Какие соединения Вы бы не выбрали для синтеза ацетилхолина?

а) уксусная кислота в присутствии HCl;                      б) этиловый эфир уксусной кислоты;  
в) этаноламин;                      г) хлористый метил

3. Одна из реакций на подлинность ацетилхолина – кипячение его с раствором щелочи. Что при этом наблюдается?

а) ощущается запах уксусной кислоты; б) ощущается запах триметиламина  
в) образование нерастворимого в воде осадка; г) почернение реакционной смеси

Ремантадин (α-метил-1-адамантилметиламина гидрохлорид)



Белый кристаллический порошок, горький на вкус. Растворим в спирте, трудно - в воде.

Обладает противовирусной активностью. Применяют с целью раннего лечения и профилактики гриппа и период эпидемий. Эффективен в отношении различных вирусов гриппа А (особенно эффективен по отношению к вирусу А2). Также оказывает антитоксическое действие при гриппе; вызванном вирусом В.

1. Аминогруппа в ремантадине является:

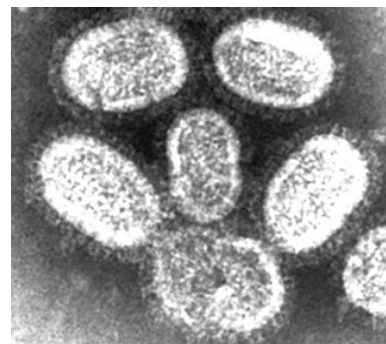
а) первичной б) вторичной  
в) третичной г) ремантадин – это четвертичная соль

2. Ремантадин-основание по сравнению с этиламином:

а) более основный  
б) менее основный  
в) по основности такой же

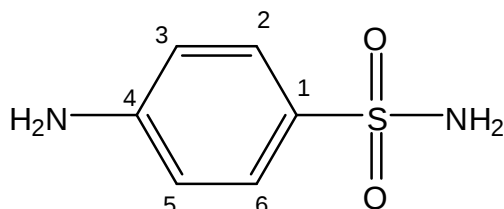
3. Сколько продуктов монохлорирования со связью С-Cl теоретически можно получить из ремантадина?

а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 д) 5 е) 6 ж) 11



Вирус гриппа

Стрептоцид (белый стрептоцид)



Антибактериальное средство короткого действия.

1. Каков тип ориентации в реакциях электрофильного замещения для 1)  $\text{NH}_2$  – группы; 2)  $\text{SO}_2\text{NH}_2$  – группы?

Дайте последовательность букв в вашем ответе.

- а) Орто – ориентация
- б) Мета – ориентация
- в) Пара – ориентация



Кишечная палочка

2. Как нуклеофильный агент стрептоцид:

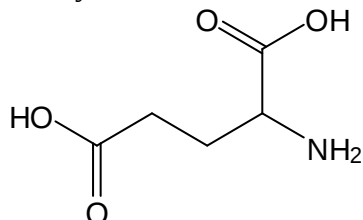
- а) активнее анилина
- б) менее активен, чем анилин
- в) сравним с анилином

3. Качественной реакцией на стрептоцид может служить:

- а) образование азокрасителя
- б) реакция серебряного зеркала

Алифатические аминокислоты

Глутаминовая кислота (2-аминоглутаровая кислота, 2-аминопентандиовая кислота)



Белый кристаллический порошок кислого вкуса. Мало растворим в холодной воде; растворим в горячей воде; практически нерастворим в спирте.

Заменимая аминокислота. Участвует в белковом и углеводном обмене, в окислительных процессах, связывает и выводит из организма аммиак, повышает устойчивость к гипоксии.

Является нейромедиатором, стимулирующим передачу возбуждения в синапсах ЦНС. Способность глутаминовой кислоты и ее солей усиливать вкусовые ощущения используется в пищевой промышленности.

1. Какой суммарный заряд несет молекула глутаминовой кислоты при pH 7?

- а) положительный
- б) отрицательный
- в) нейтральный

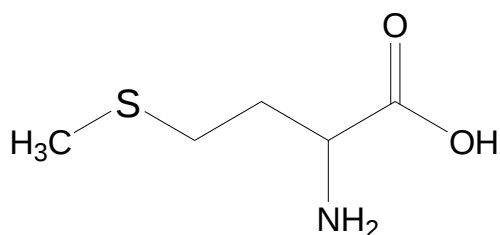
2. Какая реакция наиболее вероятна при нагревании глутаминовой кислоты?

- а) декарбоксилирование
- б) дезаминирование
- в) дегидратация
- г) образование циклического амида

3. Какая карбоксильная группа глутаминовой кислоты участвует в образовании пептидной связи в белках?

- а) соседняя с аминогруппой
- б) удаленная от аминогруппы
- в) равновероятно
- г) в образовании пептидной связи участвует лишь аминогруппа глутаминовой кислоты, но не ее карбоксильные группы

Метионин (2-амино-4-метилтиомастная кислота, 2-амино-4-метилтиобутановая кислота).



Белый кристаллический порошок с характерным запахом и слегка сладковатым вкусом.

Незаменимая аминокислота, необходимая для роста азотистого обмена в организме. Содержит подвижную метильную группу, за счет которой участвует в биохимическом процессе переметилирования.

Применяется при токсических поражениях печени, хроническом алкоголизме, сахарном диабете и др. Назначают для лечения дистрофии, возникшей в результате белковой недостаточности или после хронических инфекционных заболеваний.

1. Групповой реакцией аминокислот является взаимодействие с солями меди (II) с образованием малорастворимых окрашенных соединений. Что при этом происходит?

а) окисление аминокислоты; б) образование комплексных солей; в) конденсация

2. При сплавлении метионина со щелочью образуется соль 2,4-дигидроксипутановой кислоты. Какие еще соединения образуются в этой качественной реакции на метионин?

а)  $\text{Na}_2\text{S}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{-SNa}$ ; в)  $\text{NH}_3$ ; г)  $\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$

3. Метилметионинсульфонийхлорид является витамином U. Как его получить из метионина?

а) действием соляной кислоты

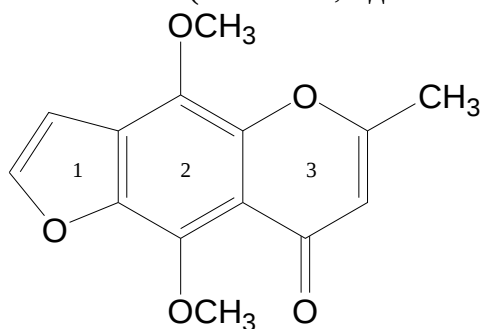
б) действием метилхлорида

в) действием смеси серной и соляной кислот

г) действием хлористого сульфурла

Гетероциклические соединения

## Келлин (2-метил-5,8-диметоксифуоро[4',5';6,7]-хромон)



Природное соединение, содержащееся в семенах растения амми зубная, культивируемого в нашей стране. Белый или слегка желтоватый порошок. Используют при бронхиальной астме, стенокардии.

1. Какой (какие) из циклов в структуре келлина являются ароматическими?

а) 1 б) 2 в) 3

2. Термин "ацидофобный" применим к:

а) фурановому гетерофрагменту  
б)  $\gamma$ -пионовому гетерофрагменту  
в) бензольному карбоциклу

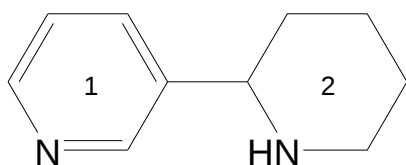
3. С какими из реагентов взаимодействует келлин?

а)  $C_6H_5MgBr$   
б)  $NH_3$   
в)  $CH_3COONO_2$   
г)  $(CH_3CO)_2O, SnCl_4$   
д)  $HNO_2$



Амми зубная

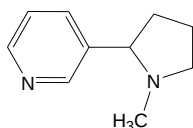
## Анабазин (3-(пиперидил-2)-пиридин)



Является алкалоидом, содержащимся в растении ежевник безлистный. По фармакологическим свойствам близок к никотину, цитизину. В малых дозах в виде гидрохлорида облегчает отвыкание от курения. Используется как инсектицид, культивируемый в нашей стране. Белый или слегка желтоватый порошок. Используют при бронхиальной астме, стенокардии.

1. Никотин и анабазин являются:

а) гомологами  
б) изомерами  
в) таутомерами



никотин



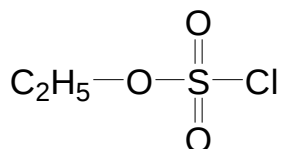
Ежевник безлистный

2. Какой из гетероциклических фрагментов анабазина проявляет более сильные основные свойства?

а) 1 (пиридиновый) б) 2 (пиперидиновый)

3. Какой из реагентов взаимодействует с анабазином только по ароматическому (пиридиновому) циклу?

а)  $\text{NaNH}_2$



б)

в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$

г) последовательное действие  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3$

### Вопросы для промежуточной аттестации

1. Дисахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара.
2. Типы химических связей в органических соединениях.
3. Сопряженные диеновые углеводороды, особенности строения и свойств.
4. Глюкоза, строение, свойства, биологическое значение.
5. Ацетиленовые углеводороды, способы получения, свойства, применение.
6. Бензойный альдегид, получение, свойства.
7. Геометрическая изомерия. Методы установления конфигурации изомеров.
8. Ароматические альдегиды и кетоны.
9. Жиры, их химическое и биологическое значение. Мыла.
10. Соединения углерода, их особенности. Роль углеродных соединений в природе.
11. Тиофен и его производные.
12. Изомерия, виды изомерии соединений углерода.
13. Предельные углеводороды, способы получения, свойства, применение.
14. Пиррол, строение, свойства.
15. Теория химического строения А.М. Бутлерова и ее дальнейшее развитие.
16. Предельные одноатомные спирты.
17. Пиридин и пурин. Участие их производных в построении нуклеиновых кислот.
18. Углеводы, классификация и биологическое значение; установление строения.
19. Оксикислоты, получение и свойства. Особенности  $\alpha, \beta, \gamma$ -оксикислот.
20. Формальдегид, получение и применение.
21. Оптическая изомерия. Антиподы, диастереомеры, рацематы.
22. Фталевые кислоты, способы получения, синтеза на их основе.
23. Этиловый спирт, получение и применение.
24. Реакции полимеризации. Применение в промышленности.
25. Ароматические двухосновные кислоты, получение и применение.
26. Глицерин, получение и свойства.
27. Значение органической химии в техническом прогрессе.
28. Непредельные одноосновные кислоты.
29. Нафталин и его производные.
30. Свойства ароматических систем, электрофильное замещение. Электроно-донорные и электроноакцепторные заместители.
31. Непредельные двухосновные кислоты. Цис-транс- изомерия.
32. Молочная кислота.
33. Соединения углерода, их особенности. Роль углеродных соединений в природе.
34. Этиленовые углеводороды, способы получения, свойства, применение.
35. Индукционный и мезомерный эффекты, их связь с реакционной способностью соединений.
36. Галоидпроизводные предельных углеводов.
37. Пиридин и его производные.
38. Методы получения оптических антиподов. Значение оптической изомерии для биологии.
39. Аминокислоты. Биологическое значение, методы синтеза.
40. Радикальные реакции, примеры.
41. Алифатические альдегиды и кетоны, получение, свойства, применение.
42. Фурфурол, получение и свойства.

43. Производные кислот, способы получения, свойства.
44. Органическая химия в ряду других наук, связь ее с биохимией.
45. Пятичленные гетероциклические соединения, общие способы получения. Ароматичность.
46. Теория напряжения циклов, ее современное понимание. Конформация.
47. Производные кислот, способы получения, свойства.
48. Бензол, его строение и свойства.
49. а- и к- связи, особенности строения и свойств.
50. Целлюлоза, основные направления химической переработки древесины.
51. Диаминомонокарбоновые кислоты. Орнитин и лизин, свойства, биологическая роль.
52. Органическая химия и экологические проблемы.
53. Амины как производные аммиака. Реакции с азотистой кислотой.
54. Рибоза, строение, биологическое значение.
55. Амины. Сила основных свойств в зависимости от характера органических радикалов.
56. Липиды, классификация, биологическая роль.
57. Моносахариды, эпимеризация и мутаротация  $\alpha, \beta$ -формы.
58. Бензойная кислота, получение и применение.
59. Двойная и тройная связи, их строение и особенности.
60. Алифатические амины, способы получения и свойства.
61. Нуклеофильные реакции, примеры.
62. Ароматические амины, их особые свойства.
63. Уксусная кислота, получение и свойства.
64. Валентное состояние атома углерода в предельных углеводородах.

### 3 семестр

Самостоятельная работа студентов в объеме 54 часов по дисциплине «Химия» в 3 семестре проводится в течение всего периода изучения дисциплины. Внеаудиторная заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, в выполнении заданий лектора, индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке. Аудиторная самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке к контрольной работе и при выполнении домашних заданий).

Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов по дисциплине заключается в следующем:

- 1) разбор вопросов, изложенные в каждой лекции, консультации у лектора по непонятым деталям, чтение соответствующей литературы;
- 2) подготовка к семинарским занятиям, подготовка краткого конспекта по вопросам темы;
- 3) выполнение заданий, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам.

Текущий контроль проводится в ходе:

- 1) проведения дискуссий;
- 2) проверки контрольной работы;
- 3) проверка домашних заданий;
- 4) проверки «лабораторного журнала».

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в форме устного опроса студентов по билетам.

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, Интернет-ресурсы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья (слабослышащих и др.) текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

#### **Примерный перечень лабораторных работ**

1. Общие и характеристические реакции катионов и анионов.
2. Дробная идентификация катионов в растворе.
3. Анализ неорганического объекта.
4. Приготовление стандартных растворов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{HCl}$  и титриметрическое определение содержания  $\text{NaOH}$  в водном растворе.
5. Определение щёлочи ( $\text{NaOH}$ ) и соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) в водном растворе при совместном присутствии.
6. Комплексометрическое определение жёсткости воды.
7. Комплексометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии в воде.
8. Перманганатометрическое определение железа (II) в солях.
9. Разложение карбонатных пород сплавлением и комплексометрическое определение кальция.
10. Определение ионов натрия в растворе методом пламенной фотометрии.
11. Фотометрическое определение железа (II) с сульфосалициловой кислотой.
12. Определение  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в водном растворе методом потенциометрического титрования.
13. Определение алифатических спиртов в их смеси методом газожидкостной хроматографии.
14. Потенциометрическое определение pH водных растворов.
15. Ионметрическое определение натрия, нитратов в водных объектах.
16. Фотометрическое определение аскорбиновой кислоты в соках.

#### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Предмет аналитической химии, ее структура, цели и задачи, место в системе других наук, связь с практикой.
2. Основные проблемы аналитической химии: снижение предела обнаружения повышение точности и избирательности, обеспечение экспрессности и их значение в анализе биологических объектов.
3. Аналитическая химия, химический анализ, аналитическая служба.
4. Классификация методов анализа: химические. Физические и биологические. Макро-, микро- и полумикрометоды в анализе биологических объектов.
5. Основные характеристики методов анализа: точность, правильность, сходимость, воспроизводимость, коэффициенты чувствительности, пределы обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Способы повышения точности.
6. Классификация погрешностей химического анализа: систематические, случайные, промахи; абсолютные, относительные.
7. Способы оценки правильности.
8. Статистическая обработка данных химического анализа.
9. Основные типы реакций, используемых в аналитической химии: кислотно-основные, осаждения-растворения, окисления-восстановления, комплексообразования.
10. Активность и концентрация. Ионная сила растворов. Понятие о конкурирующих реакциях. Коэффициент конкурирующей реакции.
11. Закон действующих масс для равновесных систем. Константы равновесия: термодинамическая, реальная, условная, их взаимосвязь.

12. Теория кислот и оснований Бренстеда - Лоури.
13. Участие растворителя в химической реакции переноса протона.
14. Автопротолиз амфипротонных растворителей.
15. Влияние природы растворителя на силу протолитов. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей.
16. Вычисление рН в растворах различных протолитов: кислот, оснований, солей, буферных растворов и других системах.
17. Задачи количественных определений в биологии. Методы анализа. Способы выражения результатов анализа биологических объектов.
18. Основные стадии химического анализа. Планирование эксперимента, выбор метода анализа, составление алгоритма анализа.
19. Отбор проб различных видов биологических объектов, их представительность и размер.
20. Подготовка биологического образца к анализу. Методы разложения биологических объектов: сухие и мокрые (методы Кьельдаля, Дениже, Дюма). 21. Сплавление и его использование при анализе биологических объектов. Анализ без разложения образца.
21. Методы обнаружения и идентификации. Аналитические реагенты и реакции. Дробный и систематический ход анализа. Способы проведения реакций идентификации.
22. Классические химические методы анализа.
23. Гравиметрический метод анализа: сущность, классификация, метрологические характеристики, преимущества и недостатки, источники погрешностей.
24. Титриметрический метод анализа: общая характеристика, метрологические параметры. Применение в анализе биологических объектов. Классификация титриметрических методов по способу проведения определения (прямое, обратное, косвенное, непрерывное, в неводных средах) и по типу химических реакций (кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, редокс-титрование).
25. Построение кривых титрования, скачок титрования, точка стехиометричности и конца титрования.
26. Способы фиксирования точки конца титрования. Индикаторы и механизмы их действия в различных методах
27. Примеры конкретных методов титриметрического анализа: кислотно-основной, комплексонометрия, перманганатометрия, иодометрия.
28. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация методов, их использование в анализе биологических объектов.
29. Электромагнитный спектр и особенности взаимодействия атомов и молекул с ЭМИ. Атомные и молекулярные спектры, их характеристики. Количественные характеристики поглощения света веществом: оптическая плотность, пропускание, коэффициент светопропускания.
30. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Сущность метода.
31. Основной закон поглощения, условия его выполнения, причины отклонения.
32. Выбор фотометрических реакций и условий измерения поглощения света: длины волны, раствора сравнения, толщины поглощающего слоя.
33. Способы определения концентраций по величине аналитического сигнала: методы градуировочного графика, сравнения, добавок, дифференциальный метод.
34. Электрохимические методы анализа. Классификация методов, основные метрологические характеристики и использование в анализе биологических объектов.
35. Потенциометрический метод анализа. Сущность метода. Классификация подметодов.
36. Индикаторные, электроды сравнения и ионселективные электроды в потенциометрии. Стекланный электрод. Ферментные электроды.



37. Прямая потенциометрия и потенциметрическое титрование. Преимущества, недостатки, использование в анализе биологических объектов.

38. Вольтамперометрия. Сущность метода, метрологические характеристики, примеры применения для анализа биологических объектов. Современные методы вольтамперометрии.

39. Основные методы разделения и концентрирования, их роль в анализе биологических объектов. Количественные характеристики: коэффициент разделения, степень извлечения, коэффициент и константа распределения.

40. Экстракция. Теоретические основы метода. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Типы экстракционных систем.

41. Хроматографические методы разделения, концентрирования и определения. Сущность метода. Классификация хроматографических методов. Способы получения и основные параметры хроматограмм. Аналитическая и препаративная хроматография. Понятие о газовой, газо-жидкостной, ионообменной, высокоэффективной жидкостной и гель-хроматографии.

42. Перспективы развития методов анализа биологических объектов.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС по дисциплине «Химия».

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	3	5	0	28	0	24	40	<b>100</b>
2	16	20	0	14	0	30	20	<b>100</b>
3	18	36	0	10	0	0	36	<b>100</b>

**Программа оценивания учебной деятельности студента  
1 семестр**

**Лекции** – от 0 до 3 баллов

Посещаемость, активность на лекции за один семестр – от 0 до 3 баллов.

**Лабораторные занятия** – 0 до 5 баллов

Контроль выполнения лабораторных заданий в течение одного семестра – от 0 до 5 баллов (определяется как среднее арифметическое за все лабораторные работы).

Критерий оценивания лабораторных работ

0-1 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены

2 балла – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены в короткий срок.

3 балла – лабораторная работа сдана позже назначенного срока с недочетами, или вовремя, но есть значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые самостоятельно исправлены.

4 балла – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, есть не большие недочеты.

5 баллов – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, практически без ошибок.

**Практические занятия**

Не предусмотрены.

**Самостоятельная работа** – от 0 до 28 баллов

Самостоятельная работа студента включает теоретическую подготовку к теме согласно содержанию дисциплины, решение набора типовых учебных задач по каждой теме, подготовка к выполнению лабораторной работы (частичное оформление работы). На каждом лабораторном занятии предусмотрено бланковое тестирование по теме занятия, которое оценивается по пятибалльной шкале. Кроме того, по ряду тем дисциплины предусмотрено внеаудиторное компьютерное тестирование в электронном курсе, которое также оценивается компьютером по пятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненного задания.

Текущий тестовый контроль от 0 до 25 баллов (аудиторное тестирование)

Критерии оценивания самостоятельной работы студента (аудиторное тестирование):

0-13 баллов – правильные ответы на 0-52 % заданий.

14-17 баллов – правильные ответы на 53-69 % заданий.

18-21 баллов – правильные ответы на 70-85 % заданий.

22-25 баллов – правильные ответы на 86-100 % заданий.

Решение задач в электронном курсе от 0 до 3 баллов (внеаудиторное тестирование).

Критерии оценивания самостоятельной работы студента (внеаудиторное тестирование):

- 0 баллов – правильные ответы на 0-63 % заданий.
- 1 балл – правильные ответы на 64-73 % заданий.
- 2 балла – правильные ответы на 74-85 % заданий.
- 3 балла – правильные ответы на 86-100 % заданий.

**Автоматизированное тестирование**

не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности** – от 0 до 24 баллов.

Работа в дискуссии – от 0 до 24 баллов

Критерий оценивания работы в дискуссии:

0-9 – студент не знает программный материал, не может ответить на поставленный вопрос, не участвует в дискуссии;

10-16 баллов – студент частично воспроизводит по памяти лекционный материал с существенными неточностями, частично может отвечать на вопросы, не участвует в дискуссии;

17-19 баллов – хороший ответ, основанный на воспроизведении по памяти лекционного материала без существенных неточностей, участвует в дискуссии, задает вопросы;

20-24 баллов – полный, последовательный, грамотный, развернутый и логический ответ на заданный вопрос, основанный на знании лекционного, учебного и дополнительного материала, участвует в дискуссии, задает вопросы;

**Промежуточная аттестация (устный экзамен)** – от 0 до 40 баллов

Критерий оценивания устного экзамена:

0-20 баллов («неудовлетворительно») – ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

21-27 баллов («удовлетворительно») – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

28-34 баллов («хорошо») – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

35-40 баллов («отлично») – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за первый семестр по дисциплине «Химия» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов в 1 семестре в оценку (экзамен)

85-100 баллов	<b>«отлично»</b>
71-84 баллов	<b>«хорошо»</b>
55-70 баллов	<b>«удовлетворительно»</b>
0-54 баллов	<b>«неудовлетворительно»</b>

## 2 семестр

**Лекции** – от 0 до 16 баллов

Посещаемость, опрос, активность и др. от 0 до 16 баллов.

**Лабораторные занятия** – от 0 до 20 баллов

Письменный отчет в лабораторном журнале – от 0 до 20 баллов.

Критерий оценивания лабораторных работ

0-4 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены

5-9 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены в короткий срок.

10-14 баллов – лабораторная работа сдана позже назначенного срока с недочетами, или вовремя, но есть значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые самостоятельно исправлены.

15-18 баллов – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, есть не большие недочеты.

19-20 баллов – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, практически без ошибок.

**Практические занятия**

не предусмотрены

**Самостоятельная работа** – от 0 до 14 баллов

Подготовка рефератов от 0 до 14 баллов

**Автоматизированное тестирование**

не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности** – от 0 до 30 баллов

Тестирование от 0 до 10 баллов (два теста по 5 баллов за каждый)

Критерий оценивания теста

0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Работа не выполнена	Выполнено менее 59% работы	Выполнено от 59 до 69% работы	Выполнено от 70 до 79% работы	Выполнено от 80 до 89% работы	Выполнено от 90 до 100% работы

Домашняя контрольная работа от 0 до 5 баллов

Критерий оценивания контрольной работы

0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Работа не выполнена	Выполнено менее 59% работы	Выполнено от 59 до 69% работы	Выполнено от 70 до 79% работы	Выполнено от 80 до 89% работы	Выполнено от 90 до 100% работы

Дискуссии – от 0 до 15 баллов (5 дискуссий от 0 до 3 баллов за каждую)  
Критерий оценивания участия в дискуссии

0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
Не работал	Принимал участие в дискуссии, приведя уточняющие дополнения	Участвовал в дискуссии	Активно участвовал в дискуссии, самостоятельно подготовив вопросы для обсуждения

**Промежуточная аттестация (экзамен)** – от 0 до 20 баллов

16-20 баллов – ответ на «отлично»

11-15 баллов – ответ на «хорошо»

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине «Химия» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов во 2 семестре в оценку (экзамен):

91 – 100 баллов	«отлично»
81 – 90 баллов	«хорошо»
61 – 80 баллов	«удовлетворительно»
0 – 60 баллов	«неудовлетворительно»

### 3 семестр

**Лекции** – от 0 до 18 балла

Критерий оценивания посещаемость лекций: 1 балл – 1 лекция.

**Лабораторные занятия** – от 0 до 36.

Критерий оценивания лабораторных работ:

0-7 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены

8-15 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже назначенного срока, значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены в короткий срок.

16-23 баллов – лабораторная работа сдана позже назначенного срока с недочетами, или вовремя, но есть значительные ошибки в оформлении и выполнении, которые самостоятельно исправлены.

24-30 баллов – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, есть не большие недочеты.

31-36 баллов – лабораторная работа сдана в назначенный срок, оформлена грамотно и самостоятельно, практически без ошибок.

**Практические занятия**

не предусмотрены

**Самостоятельная работа** – от 0 до 10 баллов

Устный опрос от 0 до 10 баллов. Оценивается поисковая работа бакалавров на заданную тему от 0 до 8 баллов и устное сообщение от 0 до 2 баллов.

**Автоматизированное тестирование**

не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности**

не предусмотрены

**Промежуточная аттестация (экзамен)** – от 0 до 36 баллов  
Промежуточная аттестация проводится в виде устного опроса:  
ответ на «отлично» оценивается от 28 до 36 баллов;  
ответ на «хорошо» оценивается от 20 до 27 баллов;  
ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 19 баллов;  
ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Химия» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов в 3 семестре в оценку (экзамен):

<i>80 – 100 баллов</i>	<b>«отлично»</b>
<i>70 – 79 баллов</i>	<b>«хорошо»</b>
<i>55 – 69 баллов</i>	<b>«удовлетворительно»</b>
<i>0 – 54 баллов</i>	<b>«неудовлетворительно»</b>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Первый семестр

а) литература:

1. Глинка Н.Л. Общая химия: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.И.Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. 728 с.
2. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие/ под ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. М.: Интеграл-Пресс, 2008. 240 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2006. 743 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows XP Professional SP3 AL (Номер лицензии: № 60478556 от 17.01.13.).
2. Microsoft Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008).
3. [http://www.fptl.ru/Chem\\_block.html](http://www.fptl.ru/Chem_block.html) – различные учебно-методические материалы по химии;
4. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> – учебники, практикумы и справочники по химии.
5. Программа дисциплины, содержание дисциплины, список вопросов для самостоятельной подготовки к дискуссиям, тестам и лабораторным работам, а также план лабораторных работ размещаются на портале системы создания и управления курсами Moodle по адресу: <https://course.sgu.ru/course/view.php?id=825> – Смотров М.П. «Общая и неорганическая химия для биологов».

### 8.2. Второй семестр

а) литература:

1. Травень В.Ф. Органическая химия: в 2 т. М.: Академкнига, 2006.  
Т. 1. М.: Академкнига, 2006. 727 с.  
Т. 2. М.: Академкнига, 2006. 582 с.
2. Шабаров Ю.С. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Ю. С. Шабаров. - 5-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 846 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 806. - ISBN 978-5-8114-1069-9: 13500.00 р.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Для самостоятельной работы по химии студентам рекомендуются следующие Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows XP Professional SP3 AL (Номер лицензии: № 60478556 от 17.01.13.).
2. Microsoft Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008).
3. ISIS/Draw 2.4 (Freeware).
4. ChemBio3D Ultra 11.0 with MOPAC (№CER5030661, №ИОП 07.07.2008).
5. [http://www.fptl.ru/Chem\\_block.html](http://www.fptl.ru/Chem_block.html) – различные учебно-методические материалы по химии;

6. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> – учебники, практикумы и справочники по химии.

### 8.3. Третий семестр

#### 1) литература:

1. Основы аналитической химии. Под редакцией Ю.А. Золотова. Учебник для вузов. В 2 кн. / Т.А. Большова, Г.Д. Брыкина, А.В. Гармаш и др. – 1-е изд. 2001.; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.,2002. ; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.,2003. ; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.,2004.
2. Аналитическая химия. Васильев В.П. Учебник в 2 кн.- М.: Дрофа, 2004 г.; 2006 г.; 2007 г.

#### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows XP Professional SP3 AL (Номер лицензии: № 60478556 от 17.01.13.).
2. Microsoft Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008).
3. [http://www.fptl.ru/Chem\\_block.html](http://www.fptl.ru/Chem_block.html) – различные учебно-методические материалы по химии;
4. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> – учебники, практикумы и справочники по химии.



**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Слайды, рисунки, схемы по темам лекций.
2. Аппаратура:
  - весы теххимические и аналитические
  - аппараты Кипа
  - спектрофотометры: СФ-46; КФК-2; КФК-3;
  - иономеры;
  - хроматограф марки Shimadzu;
  - ЯМР спектрометр Varian-400;
  - сушильный шкаф;
  - муфельная печь;
  - компьютер (для обработки результатов и построения зависимостей).
3. Химическая посуда в ассортименте (в соответствии с методиками проведения лабораторных работ).
4. Химические реактивы в ассортименте (в соответствии с методиками проведения лабораторных работ).
5. Оверхед-проектор и прозрачные пленки.
6. Слайдпроектор.

*Местами проведения практической подготовки являются: учебные лаборатории 1 корпуса СГУ.*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **06.03.01 «Биология»**, профиль подготовки **«Прикладная и медицинская экология»**.

Авторы:

Доцент каф. общей  
и неорганической химии, к. х. н. \_\_\_\_\_ М.П. Смотров

Доцент кафедры  
органической и биоорганической химии,  
к.х.н. \_\_\_\_\_ Д.Н. Ибрагимова

Профессор каф. аналитической химии  
и химической экологии, к. х. н. \_\_\_\_\_ С.Ю. Доронин

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии №2 от «09» октября 2021 г., кафедры органической и биоорганической химии №2 от «09» октября 2021 г., кафедры аналитической химии и химической экологии №2 от «09» октября 2021 г