

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ М.К.Дакиева

«13» \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

«18» \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 04.03.01. Химия

**Программа:** бакалавриат

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2025**

## 1. ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Строение вещества» являются: изучение студентами теоретических основ современных представлений о строении атомов, молекул, кристаллов; углубленное изучение теории химической связи и реакционной способности веществ; строения и свойств вещества и составляющих его частиц; последовательно развивать первоначальные сведения о теории строения вещества, полученные студентами при изучении дисциплин «Общая химия» и «Квантовая химия»: рассмотреть вопросы теории химической связи и электронного строения молекул, строения конденсированных фаз, а также взаимосвязи реакционной способности и строения молекул.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Таблица 1.1.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

<b>2.010 Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств</b>	А	Проведение работ по исследованиям лекарственных средств	6	Проведение работ по фармацевтической разработке	А/01.6	6
				Проведение и мониторинг доклинических исследований лекарственных средств	А/02.6	6
				Проведение и мониторинг клинических исследований лекарственных препаратов	А/03.6	6
<b>26.008 Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий</b>	А	Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	6	Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий	А/01.6	6
				Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий	А/02.6	6
				Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов	А/06.6	6
				Составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	А/04.6	6

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Строение вещества» входит в обязательную часть дисциплин Блока 1 и изучается в 5 семестре. Строение вещества – это базовый курс, изучающий в широком

плане структурные особенности всех видов материи, обладающих ненулевой массой покоя. Химики изучают главным образом вещества, организованные в атомы, молекулы, ионы и радикалы, причем во всех известных агрегатных состояниях – газообразном, жидком, твердом и плазменном.

Современные представления о строении вещества основаны на базовых принципах и используют методы квантовой механики и квантовой химии.

В значительной степени курсы «Квантовая химия» и «Строение вещества» дополняют друг друга. Курс «Строение вещества» является фундаментом всей современной теоретической химии, включающей как квантовую химию, так и классическую теорию химического строения.

**Таблица 2.1.**

**Связь дисциплины «Строение вещества» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Строение вещества»	Семестр
Б1.О.11	Математика	1,2
Б1.О.15	Физика	1,2
Б1.О.14	Информатика	1,2
Б1.О.06	Неорганическая химия	2,3
Б1.В.06	Квантовая химия	4

**Таблица 2.2.**

**Связь дисциплины «Строение вещества» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Строение вещества»	Семестр
Б1.О.07	Органическая химия	6,7
Б1.О.08	Физическая химия	6,7
Б1.О.26	Физические методы исследования	6
Б1.О.20	Химические основы биологических процессов	7
Б1.В.07	Высокомолекулярные соединения	8
Б1.В.ДВ.03.01	Коллоидная химия	8

Б1.В.ДВ.06.01	Теоретические основы неорганической химии	8
---------------	---	---

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

• **Знать:**

- основные понятия теоретической и прикладной химии;
- основные положения курса «Общая и неорганическая химия».
- основы теорий МО;
- основные типы взаимодействий в веществе

• **Уметь:**

- использовать научную терминологию;
- применять различные теории для решения поставленной задачи;
- изображать структуру различных веществ;
- составлять формулу по названию и название по структурной формуле;
- объяснять на качественном уровне взаимосвязь строения и свойств молекул.

• **Владеть:**

- пространственным мышлением;
- основными понятиями химии;
- навыками поиска и обработки информации;
- представлениями о химических взаимодействиях.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>			
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие и классификация систем;</li> <li>- структуру и закономерности функционирования систем;</li> <li>- особенности системного подхода в научном познании;</li> <li>- понятие о системе, её целях, задачах и общих принципах;</li> <li>- основные технологии поиска и сбора информации;</li> <li>- форматы представления информации в компьютере;</li> </ul>
		<b>УК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	
		<b>УК-1.3.</b> Осуществляет поиск информации для	

		<p>решения поставленной задачи по различным типам запросов;</p>	<p>- правила использования средств связи;</p> <p>- информационно-поисковые системы и базы данных;</p> <p>- технологию осуществления поиска информации;</p> <p>- технологию систематизации полученной информации;</p> <p>- способы статистической обработки данных, представленных в различных измерительных шкалах и анализ полученных результатов;</p> <p>- виды и формы работы с педагогической и научной литературой;</p> <p>- требования к оформлению библиографии (списка литературы).</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- работать с информацией, представленной в различной форме;</p> <p>- обрабатывать данные средствами стандартного программного обеспечения;</p> <p>- синтезировать информацию, представленную в различных источниках; -</p> <p>- выбирать источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению;</p> <p>- осуществлять поиск информации;</p> <p>- интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- персональным компьютером и поисковыми сервисами;</p> <p>- методиками аналитико-синтетической обработки информации из различных информационно-поисковых систем (предметизация, аннотирование, реферирование).</p>
		<p><b>УК-1.4.</b> При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения;</p>	
		<p><b>УК-1.5</b></p> <p>Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p>	
<p><b>Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b></p>			
ОПК-3	<p><b>Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с ис-</b></p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> Знает основные методы, способы и средства получения, хранения, обработки результатов научных экспериментов с помощью</p>	<p><b>Знать:</b> современные представления о строении и структуре вещества, теоретические основы расчета и методы экспериментального определения физико-химических характеристик исследуемых</p>

	пользованием современной вычислительной техники	современных компьютерных технологий	соединений в зависимости от их строения и структуры. <b>Уметь:</b> применять теоретические и полуэмпирические модели и (или) методы при решении задач профессиональной деятельности; - использовать современное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении конкретных физико-химических задач. <b>Владеть:</b> - навыками использования стандартного программного обеспечения для решения профессиональных задач (в том числе, для обработки экспериментальных результатов, математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов, прикладных программных комплексов и т.д.).
		<b>ОПК-3.2</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности;	
		<b>ОПК-3.3.</b> Умеет получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий;	
		<b>ОПК-3.4.</b> Владеет методами регистрации и программным обеспечением для обработки результатов научного эксперимента.	
<b>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ПК-1</b>	<b>Способен проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты.</b>	<b>ПК-1.1.</b> Демонстрирует знания основных методов обработки химической информации и требований к отчетам и проектам; назначения наиболее распространенных средств автоматизации информационной деятельности; назначения и функции операционных систем;	<b>Знать:</b> - основные методов обработки химической информации и требований к отчетам и проектам; - назначения наиболее распространенных средств автоматизации информационной деятельности; - назначения и функции операционных систем. <b>Уметь:</b> - использовать современные методы для решения химических задач; - работать с базами данных в компьютерных сетях; - использовать полученные знания для обработки химической информации и составления отчетов и проектов; - использовать базовые знания в области естественных наук при решении задач химического профиля. <b>Владеть:</b> навыками использования приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни; - навыками эффективной
		<b>ПК-1.2.</b> Использует современные методы для решения химических задач, работает с базами данных в компьютерных сетях; использует полученные знания для обработки химической информации и составления отчетов и проектов; использует базовые знания в области естественных наук при решении задач химического профиля;	

		<p><b>ПК- 1.3.</b> Владеет навыками использования приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни; навыками эффективной организации индивидуального информационного пространства: эффективного применения информационных образовательных ресурсов в учебной деятельности, создания баз данных, применения методов математического моделирования для решения профессиональных задач; методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований.</p>	<p>организации индивидуального информационного пространства: эффективного применения информационных ресурсов в учебной деятельности, создания баз данных, применения методов математического моделирования для решения профессиональных задач;</p> <p>- методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований.</p>
--	--	--	---

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия	118	118
Лекции	54	54
Практические занятия	64	64
Самостоятельная работа студентов (СРС)	35	35
Контроль	27	27



**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 5.1.**

**5.1. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/ п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости ( <i>по неделям семестра</i> ) Форма промежуточной аттестации ( <i>по семестрам</i> )
				лекция	практ.	сам.р.	
1	Основные типы взаимодействий в веществе. Агрегатные состояния вещества	5	1	2	2	2	
2	Орбитали неклассических органических структур	5	2	4	2	2	
3	Полиэдрические органические молекулы и ионы	5	3	4	2	2	Тестовый контроль
4	Теория кристаллического поля	5	4	2	2	2	Тестовый контроль
5	МО координационных соединений	5	5	3	2	2	
6	Правила электронного счета	5	6	3	4	2	Тестовый контроль
7	Деформации координационных полиэдров	5	7	3	4	2	Тестовый контроль
8	Строение боранов и карборанов	5	8	3	4	2	Тестовый контроль
9	Металлосодержащие кластеры	5	9	2	4	2	
10	Структурно нежесткие молекулы. Основные типы	5	10	4	4	2	Тестовый контроль

	структурной нежесткости							
11	Межмолекулярные взаимодействия	5	11, 12	3	4	2		Тестовый контроль
12	Различные формы потенциальных функций для парных межмолекулярных взаимодействий	5	13	3	4	2		
13	Строение жидкостей и аморфных веществ	5	14	3	4	2		
14	Строение мезофаз. Методы изучения структуры мезофаз	5	15	3	4	2		
15	Строение кристаллов. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура	5	16	4	6	2		Тестовый контроль
16	Реальные ионные кристаллы. Ионная проводимость	5	17	2	4	2		Тестовый контроль
17	Строение металлов. Зонная теория металлов	5	18	3	4	2		
18	Поверхность конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей	5	19	3	4	1		Тестовый контроль
	<b>ИТОГО:</b>			<b>54</b>	<b>64</b>	<b>35</b>		

## 5.2. Содержание дисциплины «Строение вещества»

1. Основные типы взаимодействий в веществе, их порядок (слабые, сильные, электромагнитные и гравитационные). Агрегатные состояния вещества. Обзор важнейших экспериментальных методов изучения строения вещества. Сканирующая туннельная и атомно-силовая спектроскопии. Фемтосекундная спектроскопия.

2. Орбитали неклассических органических структур. Ион метония  $\text{CH}^{5+}$ . МО циклических напряженных структур. Пирамидан, катион Мазамуне. Правила электронного счета для пирамидальных систем симметрии  $C_{nv}$ .

3. Полиэдрические органические молекулы и ионы. Тела Платона и Архимеда в

органической химии. Трехмерная ароматичность. Фуллерены. Углеродные нанотрубки.

4. Теория кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-АО центрального иона. Количественная оценка расщеплений. Спектрохимический ряд. Комплексы сильного и слабого полей. ТКП и магнитные свойства комплексов. Энергия стабилизации кристаллическим полем.

5. Применение теории МО для описания электронного строения координационных соединений. МО координационных соединений с лигандами, имеющими  $\sigma$ -орбитали. МО координационных соединений с лигандами, имеющими  $\sigma$ - и  $\pi$ -орбитали.

6. Правила электронного счета: 18  $\bar{e}$ , 16  $\bar{e}$ , 14  $\bar{e}$ . Концепция изолобальной аналогии. Агостическая связь. Сравнение важнейших электроноэквивалентных фрагментов и молекул.

7. Деформации координационных полиэдров. Эффекты Яна-Теллера. Теорема Яна-Теллера. Экспериментальные проявления эффектов Яна-Теллера.

8. Строение боранов и карборанов. Орбитали диборана. Критика концепции электронного дефицита. Дельтаэдрические структуры. Клозо-, нидо-, арахно-, гифо-структуры. Правила электронного счета Уэйда.

9. Металлосодержащие кластеры. Классификация кластеров. Правило эффективного атомного номера (ЭАН). Значение кластеров для нанохимии.

10. Структурно нежесткие молекулы. Основные типы структурной нежесткости. Политопные перегруппировки. Пирамидальная и плоская инверсия. Тетраэдрическая инверсия тетракоординированных структур. Проблема плоского поликоординированного атома углерода. Псевдовращение Берри.

11. Межмолекулярные взаимодействия. Приближенное описание межмолекулярных взаимодействий в разряженных газах как суммы дисперсионных, ориентационных и индукционных взаимодействий. Ван-дер-Ваальсовы силы.

12. Различные формы потенциальных функций для парных межмолекулярных взаимодействий. Специфические межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь, ее типы. Клатраты. Классификация клатратов. Понятие о супрамолекулярной химии.

13. Строение жидкостей и аморфных веществ. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции. Специфика аморфного состояния. Правила Захариасена. Понятие о сверх- и субкритических флюидах. Принципы зеленой химии.

14. Строение мезофаз. Методы изучения структуры мезофаз. пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики, дискотики).

15. Строение кристаллов. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура.

Теорема Делоне. Трансляционная симметрия. Классификация кристаллов по Белову. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Фононный спектр кристалла. Квазикристаллы. Паркет Пенроуза и Маккея. Энергии кристаллических решеток.

16. Реальные ионные кристаллы. Ионная проводимость. Суперионные проводники (СИП). Сегнето-, пиро- и пьезоэлектрические эффекты. Проблема холодного ядерного синтеза.

17. Строение металлов. Зонная теория металлов. Функции Блоха. Плотность состояний. Поверхность Ферми. Понятие о зонах Бриллюэна. Сверхпроводимость. Квантовый эффект Холла. Сплавы металлов. Правило Юм-Розери.

18. Поверхность конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений студентов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ
3. Встречи с сотрудниками и руководителями профильных лабораторий и предприятий - потенциальными работодателями выпускников.

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Лекционные занятия проводятся 1 раз неделю в объеме 2 часов и 3 часа практических занятий в пятом семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Гиллеспи Р. Геометрия молекул. – М.: Мир, 1975.
2. Дей К., Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. –М.: Химия, 1976.
3. Карапетьянц М.Х. Дракин С.Н. Строение вещества. -М.: Высшая школа, 1977.
4. Краснов К.С. Молекулы и химическая связь. –М.: Высшая школа, 1977.

## 7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Таблица 7.1.**

### **Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Качественные методы определения пространственного и электронного строения молекул. Принципы качественной теории МО. Взаимо-действие двух орбиталей. Взаимодействие не-скольких орбиталей фрагментов. Орбитали связей и групп.	4	собеседование, тестовый контроль
2.	Синтезы тетраэдрана, кубана и додекаэдрана. Координационная связь. Типы координационных полиэдров. Теория Гиллеспи и координационные соединения. Концепция гибридизации и строение координационных соединений.	4	
3.	$\pi$ -Комплексы и металлоцены. МО ферроцена. Модель Дьюара-Чатта-Дункансона.	4	Собеседование, тестовый контроль
4.	Правила Мингоса.	4	Собеседование, тестовый контроль
5.	Методы исследования структурно нежестких молекул. Электронная природа структурной нежесткости. Структурно нежесткие молекулы с высокими координационными числами. Внутреннее вращение. туннельный механизм превращений структурно нежестких молекул. Принципы работы лазеров, мазеров и иразеров.	6	собеседование, тестовый контроль
6.	$\pi$ -Комплексы и комплексы с переносом заряда.	4	собеседование, тестовый контроль
7.	Цикл Борна-Габера.	4	собеседование, тестовый контроль

8.	Полиморфизм и аллотропия.	5	собеседование, тестовый контроль
----	---------------------------	---	--

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### *Примерные практические задания к семинарам*

#### *Вопросы к семинарскому занятию 1*

##### *План занятия:*

1. Основы классической теории химического строения.
2. Теория химического строения молекул.
3. Изомерия, конформация, таутомерия.
4. Построение МО. Распределение электронов на МО.
5. Геометрическая конфигурация молекул.
6. Геометрия молекул, теория ОВЭПВО Гиллеспи.
7. Элементы и операции симметрии молекул.
8. Точечные группы симметрии.
9. Классы сопряженных операций.

##### *ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ*

1. Геометрические характеристики, узловая структура, плотность электронного облака. Спин-орбитальное взаимодействие, его природа и влияние на состояния атомов и молекул.
2. Изомерия валентная и структурная, конформация и таутомерия.
3. Топология молекулы, цепь химического действия и топологические графы. Структурно-нежесткие молекулы
4. Орбитальная модель молекулы. Типы молекулярных орбиталей (канонические и локализованные). Гибридизация АО. Классификация МО по энергии, симметрии и узловой структуре.
5. Геометрическая форма молекул и ее определение методом ОЭПВО.
6. Топология молекулы, цепь химического действия и топологические графы. Структурно-нежесткие молекулы.
7. Элементы и операции симметрии.
8. Умножение операций симметрии.
9. Прелбразования подобия и классы сопряженных элементов группы. Что такое представление группы?
10. Составить приводимое представление метиленциклопропена в базисе координат атомов углерода. 5.Определить симметрию колебаний молекулы метиленциклопропена.

## **Вопросы к семинарскому занятию 2**

### **План занятия:**

1. Поляризация веществ в статических и переменных электрических полях. Уравнения Клаузиуса-Масотти, Лоренца-Лорентца и Дебая-Ланжевена. Методы определения дипольмомента.
2. Связь дипольмомента со структурой и симметрией молекул.
3. Векторная схема расчета дипольмоментов сложных молекул
4. Вращательные и колебательные состояния.
5. Правила отбора во вращательных, колебательных и колебательно-вращательных переходах.
6. Электронные состояния.

### **ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ**

1. Указать, зависит ли от температуры поляризуемость молекулы.
2. Как изменятся и почему поляризация вещества?
3. Какая поляризация проявляется в видимой области излучения?
4. Какие методы определения дипольмомента вам известны?
5. Молекулы каких точечных групп симметрии полярны?
6. Молекулы каких точечных групп симметрии не полярны?

## **Вопросы к семинарскому занятию 3**

### **План занятия:**

1. Правила отбора электронных переходов по спину и переходов между АО и МО различной симметрии.
2. Электронноколебательные переходы, вибронные переходы.
3. Анализ Деландра.

### **ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ**

1. Каково условие для матричного элемента дипольмомента ожидаемого перехода?
2. Что характерно для вращательного спектра жесткого ротатора? 3. Какова симметрия колебаний линейной и угловой молекулы  $AB_2$ ? 4. Правила отбора переходов между вращательными, колебательными и колебательно-вращательными уровнями.
3. Число колебательных степеней свободы для молекул различной геометрии и симметрии.
4. Применение теории групп симметрии для установления правил отбора.

## **Вопросы к семинарскому занятию 4**

### **План занятия:**

1. Потенциалы парного взаимодействия.
2. Функции радиального распределения
3. Типы ионных решеток.
4. Виды дефектов решеток.

5. Собственная и примесная электропроводность ионных кристаллов.  
Суперионные твердые электролиты.

#### **ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ**

1. Квантово-механическая интерпретация дифракции электронов и нейтронов.
2. Условия дифракции электронов. Нейтронов и x-лучей.
3. Чем отличаются рентгенографический и нейтронографический методы структурного исследования?
4. Можно ли получать функции парного распределения рентгенографическим методом?
5. Какую структурную информацию можно получать из парных функций радиального распределения
6. Определить тип магнетизма для указанного атома, иона, молекулы.
7. Указать тип квантовых переходов, лежащих в основе некоторых спектральных методов ЯМР и ЭПР. Указать особенности строения молекулы, о которых можно получить информацию заданным

#### **Вопросы к семинарскому занятию 5**

##### **План занятия:**

1. Структура жидкостей.
2. Структурные параметры.
3. Модели строения.
4. Обобщение потенциалов парного взаимодействия, потенциал Ми.

#### **ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ**

1. Как получают структурную информацию о жидкостях?
2. Какие модели структуры жидкостей вам известны? Квазикристаллические модели строения жидкостей.
3. Модели свободного объема.
4. Опишите известные потенциалы парного взаимодействия, пригодные для описания жидких систем различной природы.

#### **Примеры заданий контрольных работ**

##### **Контрольная работа 1**

1. Определите тип химической связи в веществах, формулы которых:  $C_2H_2$ ,  $Br_2$ ,  $K_3N$ . Напишите их электронные формулы.
2. Какая из химических связей:  $H - Cl$ ,  $H - Br$ ,  $H - I$ ,  $H - P$ ,  $H - S$  – является наиболее полярной? Укажите, в какую сторону смещается общая электронная пара в каждом случае.
3. Определите число  $\sigma$ - и  $\pi$ - связей в молекулах:  
а) уксусного альдегида (этанала);  
б) углекислого газа. Укажите типы гибридизации атомов углерода и соответствующие им валентные углы в молекуле этанала.
4. Определите степени окисления и валентные возможности элементов в молекулах:  $CH_2Cl_2$  и  $H_2O_2$ .
5. В состав химического соединения входят: натрий (32,43%), сера (22,55%) и кислород (45,02%). Выведите простейшую формулу этого соединения.

##### **Контрольная работа 2**

1. Объясните образование молекулы  $SiF_4$  и иона  $SiF_6^{2-}$  с помощью электронно-



графичес-

- ких формул. Может ли существовать ион  $\text{CF}_6^{2-}$ ? Почему?
2. В чем заключаются причины резкого различия в свойствах:
- а) оксида углерода (IV) и оксида кремния (IV);
  - б) плавиковой кислоты и соляной кислоты? Ответ обоснуйте.
3. Приведите структурные формулы 2-хлорпропаналя и гидросульфата аммония. Укажите в каждом из соединений характер химических связей, валентности и степени окисления элементов.
4. Анионы  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  имеют форму плоского треугольника. Как можно объяснить этот факт? Как изменяется длина связи Э – О в ряду  $\text{BO}_3^{3-}$  --  $\text{CO}_3^{2-}$  --  $\text{NO}_3^-$  и почему?
5. Выведите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля водорода в котором составляет 20%. Относительная плотность углеводорода по воздуху 1,035.

***Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

***Примерные тестовые задания по курсу «Строение вещества»***

**Примерные задания теста №1**

1. Ионная связь осуществляется в результате:
- 1) образования общей электронной пары
  - 2) перехода электронной пары от одного атома на свободную орбиталь другого атома
  - 3) сил электростатического притяжения между ионами
  - 4) смещения электронной пары от одного атома к другому
2. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи встречается в молекуле:
- 1)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - 2)  $\text{CO}_2$ ;
  - 3)  $\text{CO}$ ;
  - 4)  $\text{BCl}_3$ .
3. В соединении  $\text{NH}_3 \cdot \text{BF}_3$  химическая связь осуществляется за счет:
- 1) образования ионной связи;

- 2) спаривания электронов азота и бора;
- 3) перехода пары электронов от азота на свободную орбиталь бора;
- 4) сил межмолекулярного взаимодействия.

**4. Среди приведенных молекул и ионов определите ту, которая может быть акцептором при образовании ковалентной связи по донорно-акцепторному механизму:**

- 1)  $\text{NH}_3$     2)  $\text{Al}^{3+}$    3)  $\text{NH}_4^+$    4)  $\text{H}_2\text{O}$

**5. Среди предложенных молекул выберите ту, центральный атом которой находится в  $sp^3$  - гибридизации:**

- 1)  $\text{BCl}_3$
- 2)  $\text{H}_2\text{Se}_3$
- 3)  $\text{BeH}_2$
- 4)  $\text{ZnCl}_2$

### **Примерные задания теста №2**

**1. При рассмотрении спектров какого типа необходимо учитывать принцип Франка-Кондона?**

- 1) ИК-.
- 2) вращательных.
- 3) КР-.
- 4) электронных.

**2. В каких областях спектра проявляются переходы между электронными, колебательными и вращательными состояниями молекул ?**

- 1) Колебательные - в ИК-области, вращательные - в УФ-области, электронные - в микроволновой.
- 2) Колебательные - в микроволновой, электронные - в УФ-области, вращательные - в ИК-области.
- 3) Колебательные - в ИК-области, вращательные - в микроволновой, электронные - в УФ-области.
- 4) Колебательные - в УФ-области, электронные - в ИК-области, вращательные - в микроволновой. В молекуле этилена при облучении УФ-светом возможны электронный переход наименьшей энергии:

**3. Колебательные спектры возникают при взаимодействии вещества с:**

- 1) гамма-излучением;
- 2) видимым светом;
- 3) радиоволнами
- 4) ИК-излучением;
- 5) УФ-излучением

**4. Инфракрасным спектрам поглощения соответствуют:**

- 1) электронные переходы из основного в возбужденное состояние;
- 2) колебательные переходы из основного в возбужденное состояние;
- 3) электронные переходы из возбужденного в основное состояние ;
- 4) вращательные переходы из основного в возбужденное состояние.

**5. Комбинационным рассеянием называется рассеяние света:**

- 1) без изменения частоты;
- 2) с увеличением частоты;
- 3) с уменьшением частоты ;
- 4) с изменением частоты.

### Примерные задания теста №3

**1. Каким методом получают наиболее точную информацию о структуре жидкостей?**

- 1) Нейтронографическим методом;
- 2) Рентгеновским методом;
- 3) Электронографическим методом;
- 4) ИК- спектроскопическим методом.

**2. Какими способами определяют симметрию комплексов в жидкостях?**

- 1) ИК- и КР- методами
- 2) Нейтронографическим и рентроенографическим методами;
- 3) МК- и УФ- спектроскопическими методами
- 4) Электронографическим методом.

**3. Какими методами определяют структурные параметры кристаллов и жидкостей?**

- 1) Нейтронографическим методом;
- 2) Рентгеновским методом;
- 3) Электронографическим методом
- 4) ИК- спектроскопическим методом.

**4. Координационные числа характерны для:**

- 1) Кристаллов и жидкостей;
- 2) Только для кристаллов;
- 3) Только жидкостей;
- 4) Для жидкостей и газов.

**5. Какими методами подтверждается наличие в жидкости пространственного упорядочения молекул?**

- 1) Дифракционными;
- 2) спектроскопическими
- 3) Рефрактометрическим;
- 4) Диалькометрическим;

### *Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий*

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

***Примерные темы рефератов:***

1. Значение молекулярных спектров. Общность природы молекулярных и внутримолекулярных взаимодействий. Ван-дер-ваальсовы силы.
2. Стекла
3. Электронное строение кристаллов
4. Магнитные свойства веществ
5. Строение жидкой среды
6. Полупроводники
7. Реальные кристаллы. Твердые фазы переменного состава
8. Типы кристаллов
9. Жидкие кристаллы
10. Полимеры
11. Общие свойства кристаллов. Изоморфизм, твердые растворы
12. Дефекты в кристаллах
13. Специфические межмолекулярные взаимодействия. Типы комплексных соединений. Донорно-акцепторный механизм
14. Различные формы потенциальных функций для парных межмолекулярных взаимодействий
15. Значение молекулярных спектров
16. Межмолекулярное взаимодействие
17. Строение жидкостей
18. Особенности аморфного вещества
19. Кристаллическое состояние вещества
20. Область жидкого состояния

***Критерии оценивания реферата***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области. Студент в работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал.
	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если работа

хорошо	написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылаясь на мнения учёных, не трактовал нормативно-правовые акты, не высказывал своего мнения, не проявил способность к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

### *Примерные контрольные вопросы к экзамену*

1. Основные понятия структурных теорий: частица, взаимодействие, структура. Структурные уровни, их иерархичность. Общие свойства структур.
2. Физические и математические модели как средство описания структур. Относительность и ограниченность моделей.
3. Взаимодействия в структурах. Фундаментальные и остаточные взаимодействия, их особенности. Электромагнитные взаимодействия в механических системах, электростатические и магнитные силы.
4. Классическая теория химического строения.
5. Электронная теория химического строения. Проблема химического сродства. Модели Льюиса и Косселя.
6. Поляризация химической связи.
7. Геометрическая форма молекул. Теория ОЭПВО.
8. Активация молекул.
9. Поступательное движение и вращение молекул. Внутримолекулярное движение ядер.
10. Параметры, определяющие геометрию молекулы, ядерные расстояния, валентные углы, углы внутреннего вращения.
11. Закономерности в равновесных значениях валентных углов.
12. Нежесткие молекулы, их потенциальные функции.
13. Поворотные изомеры.
14. Симметрия равновесной геометрической конфигурации молекул.
15. Элементы симметрии. Операторы симметрии.
16. Электрический дипольный момент в классической теории и квантовой механике.
17. Полярные и неполярные молекулы.
18. Дипольный момент и симметрия молекул.
19. Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Индуцированный момент и поляризуемость молекул.
20. Связь дипольного момента и поляризуемости с диэлектрической проницаемостью и показателем преломления.
21. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Диамагнитные и парамагнитные вещества.
22. Магнитные моменты ядер и электронов.
23. Зеемановские уровни энергии.

24. Условие ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Химический сдвиг, его интерпретация.
25. Условие электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).
26. Энергия образования молекул из свободных атомов. Парциальные энергии, энергия разрыва.
27. Полная энергия молекулы как сумма электронной, колебательной и вращательной составляющих.
28. Электронные состояния. Потенциальные функции двухатомных молекул, потенциальные поверхности многоатомных молекул.
29. Колебания двухатомных молекул в приближении гармонического осциллятора. Кинетическая и потенциальная энергии колебаний.
30. Вращение двухатомной молекулы согласно классической теории в приближении жесткого ротатора. Момент количества движения и кинетическая энергия вращения.
31. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Правила отбора.
32. Межмолекулярные взаимодействия как сумма дисперсионных, ориентационных и индукционных взаимодействий. Силы Ван-дер Ваальса. Функция Ленарда-Джонса.
33. Квантово-химическая трактовка химической связи в молекулах.
34. Макротела, микрочастицы, наночастицы. Двойственная природа света. Закон эквивалентности массы и энергии. Волны де Бройля. Модель молекулы как единой динамической системы из ядер и электронов.
35. Химические связи, их типы; валентность эффективных атомов в молекуле, последовательность и кратность химических связей.
36. Квантовомеханическое объяснение строения одноэлектронных атомов.
37. Особенности строения многоэлектронных атомов. Атомные термы.
38. Перечислить все возможные значения квантовых чисел  $J$  и  $M_J$  для атома с указанным термом. Определить относительное расположение указанных атомных термов по энергетической шкале.
39. Химические связи, их типы; валентность эффективных атомов в молекуле, последовательность и кратность химических связей.
40. Квантовомеханическое объяснение ковалентной связи. Объяснение направленной валентности. Ординарные, двойные и тройные связи. Метод молекулярных орбиталей.
41. Определить число стационарных состояний, в которых может находиться атом с заданной электронной конфигурацией, их термы.
42. Ионная связь. Энергия ионной связи. Поляризация ионов. Влияние поляризации на свойства веществ.
43. Типы изомерии ядерного скелета молекулы. Структурная изомерия. Пространственная изомерия. Динамическая изомерия молекул. Внутреннее вращение.
44. Координационная связь. Водородная связь, ее природа. Двухэлектронные трехцентровые связи с дефицитом электронов.
45. Равновесная геометрическая конфигурация молекул, способы ее описания. Параметры, определяющие геометрию молекулы, межъядерные расстояния, валентные углы, углы внутреннего вращения.
46. Теория
47. Симметрия равновесной геометрической конфигурации молекулы. Элементы симметрии. Операции симметрии. Точечные группы симметрии.
- 24
48. Привести примеры молекул, точечная группа симметрии которых содержит указанный набор операций симметрии. Указать расположение соответствующих элементов симметрии в молекуле.
49. Энергетические характеристики молекул. Парциальная энергия химической связи. Постоянство энергий связей одного вида в любых молекулах. Расчет энергий образования молекул полуэмпирическими методами (аддитивная схема).
50. Индуцированный дипольный момент и поляризуемость молекулы. Связь

дипольного момента и поляризуемости с макроскопическими характеристиками веществ (диэлектрической проницаемостью и показателем преломления). Молярная рефракция

51. Электрический дипольный момент в классической теории и квантовой механике. Полярные и неполярные вещества. Дипольный момент и структура молекулы.

52. Элементы симметрии и операции симметрии. Точечные группы симметрии. Дипольный момент и симметрия молекулы.

53. Таблицы умножения операций симметрии. Преобразования подобия. Классы сопряженных элементов.

54. Приводимые и неприводимые представления. Характеры неприводимых представлений точечных групп симметрии.

55. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Диамагнитные и парамагнитные вещества. Магнитная поляризация. Магнитный резонанс.

56. Магнитные моменты ядер и электронов. Условие ядерного магнитного резонанса. ЯМР. Химический сдвиг. Спин-спиновое расщепление.

57. Использование спектров ЯМР в структурных исследованиях.

58. Условие электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Свободные радикалы и другие парамагнитные частицы и центры. G-фактор. Взаимодействие электронных и ядерных спинов.

59. Полная энергия молекулы. Относительное положение электронных, колебательных и вращательных уровней энергии молекулы. Поглощение и испускание излучения Молекулярная спектроскопия.

60. Вращательные состояния двухатомной и многоатомных молекул в приближениях жесткого и нежесткого ротатора. Момент количества движения и кинетическая энергия вращения. Линейные молекулы, молекулы типов сферического, симметричного и асимметричного волчков.

61. Определение вращательных констант, момента инерции, межъядерных расстояний. 62. Степени свободы молекул.

63. Нормальные колебания. Симметрия колебаний.

64. Колебательные состояния двухатомной и многоатомных молекул в приближениях гармонического и ангармонического осцилляторов. Потенциал Морзе.

65. ИК-спектры. Спектры комбинационного рассеяния. Применение колебательных спектров для идентификации веществ, установления симметрии молекул, изучение химических равновесий.

66. . Электронные состояния. Классификация электронных состояний двухатомных и многоатомных молекул. Различия свойств молекул в различных электронных состояниях.

67. Электронно-колебательные спектры. Анализ Деландра. Определение энергий диссоциации молекул в основном и электронно-возбужденном состояниях. Указать особенности строения молекулы, о которых можно получить информацию заданным экспериментальным методом (электронная спектроскопия, УФ-, ИК- и КР-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия и др.).

68. Физические методы определения структуры молекул. Электронография. Молекулярные спектры, спектры ЯМР.

69. Агрегатные состояния. Межмолекулярное взаимодействие.

70. Кристаллическое состояние. Особенности кристаллического состояния. Исследование структуры кристаллов. Типы кристаллических решеток. Типы дефектов кристаллических решеток.

71. Энергетика ионных кристаллов. Дефекты Шоттки и Френкеля. Взаимодействие дефектов. Плавление кристаллов. Изменение структурных параметров при плавлении.

72. Жидкое и аморфное состояния. Строение жидкостей. Структура жидкой воды.

Растворы электролитов. Ближний и промежуточный порядок

73. Жидкие кристаллы, смектики, нематики, холестерики. Жидкокристаллическое состояние в живых организмах.

74. Особенности строения поверхности конденсированных фаз. Структура границы раздела конденсированных фаз. ДЭС. адсорбция ПАВ.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

#### По дисциплине: Строение вещества

1. Поступательное движение и вращение молекул. Внутримолекулярное движение ядер.

2. Связь дипольного момента и поляризуемости с диэлектрической проницаемостью и показателем преломления.

3. Энергетика ионных кристаллов. Дефекты Шоттки и Френкеля. Взаимодействие дефектов. Плавление кристаллов. Изменение структурных параметров при плавлении

Составитель доцент \_\_\_\_\_ Китиева Л.И.

Заведующий кафедрой, профессор \_\_\_\_\_ Саламов А.М.

Билет утвержден на заседании кафедры химии от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

#### По дисциплине Строение вещества

1. Параметры, определяющие геометрию молекулы, ядерные расстояния, валентные углы, углы внутреннего вращения.

2. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Диамагнитные и парамагнитные вещества.

3. Электрический дипольный момент в классической теории и квантовой механике. Полярные и неполярные вещества. Дипольный момент и структура молекулы.

Составитель доцент \_\_\_\_\_ Китиева Л.И.

Заведующий кафедрой, профессор \_\_\_\_\_ Саламов А.М.

Билет утвержден на заседании кафедры химии от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

#### Критерии оценки ответа на экзамене

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
---	------------	----------



Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворитель но (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворите льно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы,

		слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--	--	---

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература:

#### а) основная:

1. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. Введение в теорию. – Л.: Химия, 1986.
2. Блохинцев А.И. Основы квантовой механики. –М.: Наука, 1976.
3. Гиллеспи Р. Геометрия молекул. – М.: Мир, 1975.
4. Дей К. , Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. –М.: Химия, 1976.
5. Карапетьянц М.Х. Дракин С.Н. Строение вещества. -М.: Высшая школа, 1977.
6. Краснов К.С. Молекулы и химическая связь. –М.: Высшая школа, 1977.
7. Лер Р. , Марчанд А. Орбитальная симметрия в вопросах и ответах. –М.: Мир, 1976.
8. Маррел Дж. , Кеттл С., Теддер Дж. Химическая связь. –М.: Мир, 1980.
9. Мелешина А. М. Курс квантовой механики для химиков.-М.: Высшая школа, 1980.
10. Минкин В.И. , Миняев Р.М. Неклассические структуры органических соединений. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1985.
11. Минкин В.И., Олехнович Л.П. , Жданов Ю.А. Молекулярный дизайн таутомерных систем. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1977.
12. Минкин В.И. , Миняев Р.М., Симкин Б. Я. Теория строения молекул. Феникс 1997. Ростов – на- Дону.
13. Минкин В.И. , Миняев Р.М., Симкин Б. Я.. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. –М.: Химия, 1986.
14. Папулов Е. Г. Строение молекул. – Тверь: ТГУ, 1995. Папулов Е. Г., Строение молекул. –Тверь: ТГУ, 1995.

15. Симкин Б.Я., Клецкий М. Е., Глуховцев М.Н. Задачи по теории строения молекул. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
16. Фларри Р. Квантовая химия. – М.: Мир, 1985.
17. Харгитаи И., Харгитаи М. Симметрия глазами химика. –М.: Мир, 1989.
18. Хофман Р. Строение твердых тел и поверхностей: взгляд химика – теоретика. –М.: Мир, 1990.
19. Эткинс П. Кванты. Справочник концепций. –М.: Мир, 1997.
20. Яцимирский К.Б., Яцимирский В.К. Химическая связь. – Киев: Вища школа, 1976.

**б) дополнительная:**

1. Абаренков И.В., Братцев В.Ф., Тулуб А.В. Начала квантовой химии. –М.: Высшая школа, 1989.
2. Бальхаузен К. Введение в теорию поля лигандов. –М.: Мир, 1964.
3. Блюменфельд Л.А., Кукушкин А.К. Курс квантовой химии и строения молекул. –М.: МГУ, 1980.
4. Введение в квантовую химию. –М.: Мир, 1982.
5. Вудворд Р., Хофман Р. Сохранение орбитальной симметрии. –М.: Мир, 1976.
6. Давтян О.К. Квантовая химия. –М.: Высшая школа, 1962.
7. Джаффе Г., Орчин Н. Симметрия в химии. –М.: Мир, 1967.
8. Джонсон К. Численные методы в химии. –М.: Мир, 1983.
9. Дмитриев И.С. Молекулы без химических связей. –Л.: Химия, 1980.
10. Дьюар М. Теория молекулярных орбиталей в органической химии. –М.: Мир, 1972.
11. Дяткина М.Е. Основы теории молекулярных орбиталей. –М.: Наука. 1975.
12. Заградник Р., Полак Р. Основы квантовой химии. –М.: Мир, 1979.
13. Кларк Т. Компьютерная химия. –М.: Мир, 1990.
14. Флайгер У. Строение и динамика молекул. –М.: Мир, 1982. Т. 1,2.
15. Фларри Р. Группы симметрии. Теория и химические приложения. М.: Мир, 1983.
16. Футзинага С. Метод молекулярных орбиталей. – М.: Мир, 1983.
17. Хьюи Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность. – М.: Химия, 1987.
18. Цюлике Л. Квантовая химия. – М.: Мир, 1976.

## 9.2. Интернет-ресурсы

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

## 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>

Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к аудитории для лекционных и практических занятий: бесшумная светлая аудитория на 25 посадочных мест с доской.

Требования к аудитории для лабораторных занятий: лаборатория 60-70 м<sup>2</sup> с вытяжкой, общим и местным (над шестью рабочими столами) освещением, канализацией (холодная и горячая вода).

Требования к специализированному оборудованию: вытяжной шкаф, химически стойкая раковина, шесть лабораторных столов со стойким покрытием, один стол преподавателя, двенадцать лабораторных стульев, доска, технические и аналитические весы.

### Теоретический курс:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты – диски и бумажный вариант.
3. Списки вопросов для проведения коллоквиумов.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Варианты заданий для самостоятельной расчетной работы.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Строение вещества» направлена на формирование компетенций: УК-1, ОПК-3, ПК-1.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала для бакалавров необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной

работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны

быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Строение вещества» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.03.01. «Химия (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671

Программу составила: доцент кафедры химии Китиева Л.И.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 7 от «13» марта 2025 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом ХИМИКО-биологического факультета

Протокол заседания № 6 от «18» марта 2025 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой