

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата Формирования: 15.09.2025 10:47:11 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Строение вещества" по Университетскому направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b7a8788b8522325	Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)**

**Строение вещества**

Направление подготовки (специальность)

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность (профиль)

Органическая и биоорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**очная**

Челябинск 2025 г.





## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закрепленные за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01. "Фундаментальная и прикладная химия"

Направленность: «Органическая и биорганическая химия»

Дисциплина: Строение вещества

Семестр изучения: 8

Форма промежуточной аттестации: экзамен

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Строение вещества» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-4	Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4-3. Имеет практический опыт решения физических и математических задач применительно к различным областям профессиональной деятельности.	Знать: Основные модели строения химических соединений и закономерности влияния строения вещества на его свойства. Уметь: применять основные законы и уравнения, описывающие взаимосвязь микро- и макроскопических характеристик вещества. Владеть: навыками интерпретации полученных результатов на основе законов влияния строения вещества на его свойства



### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии;	Раздел 1. Введение	Контрольная работа	экзамен
2	ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии;	Раздел 2. Механическая модель молекулы	Контрольная работа	экзамен
3	ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных	Раздел 3. Химический аспект классической теории строения молекул	Контрольная работа.	Экзамен



	особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии;			
4	ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии; Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.	Раздел 4. Электрические свойства молекул	Контрольная работа	Экзамен
	ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при	Раздел 5. Магнитные свойства молекул	Контрольная работа	Экзамен



<p>внешнем воздействии; Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.</p>			
<p>ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии; Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ</p>	<p>Раздел 6. Квантовохимическое описание молекул</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен</p>
	<p>Раздел 7. Пространственное распределение электронной плотности</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен</p>
<p>ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости</p>	<p>Раздел 8. Межмолекулярные взаимодействия</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен</p>



<p>свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии; Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.</p>			
<p>ОПК-4 Знать: основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии; Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических</p>	<p>Раздел 9. Особенности строения конденсированных фаз</p>	<p>Контрольная работа</p>	<p>Экзамен</p>



	веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.			
	ОПК-4 Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.	Раздел 10. Кристаллическое состояние вещества	Контрольная работа	Экзамен
	ОПК-4 Уметь: сопоставлять экспериментальные данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ Владеть: навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров.	Раздел 11. Определение равновесных расстояний в молекулах и кристаллах	Контрольная работа	Экзамен

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных



материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

## Содержание оценочных средств

### Типовые контрольные задания

#### Контрольная работа № 1

1. Укажите какие молекулы НЕ могут обладать дипольным моментом
  - 1) 1,3-гексахлорпропан
  - 2) хлороводород
  - 3) 2,2-дихлорпропан
  - 4) 1,1-дихлорэтан
  - 5) бензол
  - б) цис-1,2-динитроэтилен
2. У какого из приведенных газов ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ) наибольшая
  - а) диэлектрическая проницаемость
  - б) показатель преломления
3. Рассчитайте вращательную составляющую кинетической энергии ацетилена. Дано: масса атома углерода равна  $m$ , длина связи C-C равна  $l_1$ , расстояние между атомами водорода - H-H равна  $l_2$ . В ответе изобразите выбранную Вами систему координат.
4. Определите координаты атомов молекулы сероводорода в системе координат, связанной с центром масс. В ответе изобразите выбранную Вами систему координат. Сколько независимых координат нужно для описания колебательных движений этой молекулы, предложите набор таких координат. Угол связи в молекуле сероводорода считать прямым.
5. У какого из приведенных газов ( $\bullet\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ) наименьшая магнитная проницаемость.
6. Найдите атомы одинаковых видов в молекулах пропена и пропана.
7. Какие из свойств молекул аддитивны (могут быть выражены через парциальные свойства)
  - а) энергия молекулы,
  - б) момент инерции
  - в) симметрия,



- г) дипольный момент,  
д) масса  
е) диамагнитная восприимчивость.
8. Энтальпия образования диполифосфорной кислоты (б) равна  $H_2$ , а энтальпия образования триполифосфорной кислоты (в) равна  $H_3$ . Выразите энтальпию образования ортофосфорной кислоты (а) -  $H_1$  через  $H_2$  и  $H_3$ . Укажите источники возможных погрешностей.

### Контрольная работа №2

- Используя корреляционную диаграмму (см. на обороте) построить диаграмму МО молекулы фтора. Что означает символ  $\sigma^*u$  с точки зрения симметрии?
- Для расчета одноэлектронного двухатомного иона вариационным методом в качестве пробной функции взята  $\psi = c_1\phi_A + c_2\phi_B$ . Известны значения  $H_{AB} = H_{BA}$ ;  $H_{AA}$ ,  $H_{BB}$ , ( $H_{AA} \neq H_{BB}$ );  $S_{AB}$ . Запишите секулярное уравнение для этой частицы.
- Что такое  $S_{AB}$ ?
- Напишите выражение оператора Гамильтона для частицы  $He^{2+}$ . Используйте приближение Борна-Оппенгеймера, атомную систему единиц. Все введенные Вами обозначения поясните.
- МО задана функцией  $\psi = c_1\phi_A + c_2\phi_B$ . Возможные варианты значений коэффициентов  $c_1$  и  $c_2$  приведена в таблице. Определить, какие варианты соответствуют образованию 1) связывающей МО, 2) несвязывающей МО, 3) разрыхляющей МО.

### Типовые вопросы для экзамена

№ п/п	Формулировка вопроса	Основные пункты устного ответа
1	1. Содержание понятий "строение вещества" и "структура вещества".	Различные аспекты термина "строение молекул": топологический, геометрический, электронный и др. Упорядоченные и неупорядоченные структуры конденсированных фаз.
2	Основные положения классической теории	Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения



	химического строения. молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул	
3	Механическая модель молекулы	Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию
4	Химический аспект классической теории строения молекул. Основные понятия и постулаты. Эффективные атомы	Виды движения молекулы (поступательное, колебательное, вращательное), соответствующие системы координат. Энергия, колебательного и вращательного движения молекулы.
5	Химический аспект классической теории строения молекул.	Основные понятия и постулаты. Эффективные атомы, Род, тип и вид атомов и связей в молекулах. взаимодействия, парциальные свойства
6	Электрические свойства молекул.	Дипольный момент и поляризуемость молекул, их связь со строением, влияние на диэлектрические и оптические свойства вещества
7	Магнитные свойства молекул. Магнитная восприимчивость молекулы	Магнитный момент молекулы. Диамагнетизм и парамагнетизм.
8	Химическая связь	Метод молекулярных орбиталей. Двухатомные гомоядерные молекулы. Классификация орбиталей
9	Пространственное распределение электронной плотности	Корреляционные диаграммы. Вариационный метод. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей
10	Квантово-топологическая теория атомных взаимодействий.	Гессиян электронной плотности. Виды критических точек. Поверхность нулевого градиента ЭП, атомный бассейн.
11	Многоатомные молекулы	Метод МО связь симметрии атомных и молекулярных орбиталей
12	Строение комплексных соединений. окружения центрального атома.. Описание комплексных соединений методом МО.	Теория кристаллического поля. Расщепление d-орбиталей при различной симметрии
13	Межмолекулярные взаимодействия	Высоко- и низкоспиновые комплексы



14	Особенности строения твердых тел. кристаллической решетки и типа связи на свойства твердых тел	Виды межмолекулярных взаимодействий. Методы описания. Вклад различных видов взаимодействий в энергию межмолекулярных взаимодействий. Водородная связь, Кристаллы, строение кристаллов. Влияние симметрии
15	Основы зонной теории	Поведения свободного электрона в периодическом поле. Зона Бриллюэна. Зона проводимости, валентная и запрещенная зона. Влияние зонной структуры на электрические свойства вещества. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
16	Колебания кристаллической решетки	Колебания одномерной решетки состоящей из атомов одного и двух видов. Спектр колебаний решетки. Оптическая и акустическая ветви спектра. Особенности поглощения ИК-излучения кристаллами галогенидов щелочных металлов.
17	Магнитные свойства твердых тел. частиц.	Ферромагнетизм и парамагнетизм. Интеграл обменного взаимодействия. Доменное строение ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств магнетиков от температуры. Антиферро- и ферримагнетики.

#### **4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

##### **Порядок проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по данной дисциплине представляет собой экзамен, который проводится в письменной форме по билетам.

Билет состоит из шести вопросов, каждый из которых оценивается от одного до четырех баллов

4 балла ставится за полный, краткий и правильный ответ, материал изложен химически грамотным языком. Студент владеет терминологией и номенклатурой, имеет представление об особенностях твердофазных взаимодействий, умеет применять законы химии для объяснения конкретных явлений, умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать факты.

3 балла. Ответ полный и правильный, но допущены несущественные ошибки в терминологии.



2 балла. Студент ответил на вопрос, но при этом допущена существенная ошибка или ответ не полный.

1 балл. Студент ответил на вопрос, но не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании и употреблении химических понятий.

0 баллов. Студент не ответил на вопрос, либо ответ полностью неверный

Итоговая оценка ставится по сумме баллов:

"отлично" - 22-24 балла.

"хорошо" - 19- 21 балл

"удовлетворительно" - 15- 18 баллов

"неудовлетворительно" - менее 15 баллов.

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке **отлично:**

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки составления информационных обзоров по строению вещества, навыки систематизации данных, необходимых для решения химических задач
- студент способен аргументировать собственную точку зрения по дискуссионным вопросам дисциплины, решать ситуационные задачи, критически оценивать информацию о состоянии и проблемах развития исследований в области коллоидной химии, формулировать собственные выводы.

2. Средний уровень соответствует оценке **хорошо:**

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание особенностей применения и понимания химических законов, умение сбора, анализа и обработки данных, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности;



- студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».

**3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:**

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание основных свойств неорганических материалов и их применение;
- студент способен отвечать на дополнительные вопросы по основным разделам курса.

**4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно.**