

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Документ подписан простой электронной подписью<br/> Информация о владельце:<br/> ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич<br/> Должность: Ректор<br/> Дата подписания: 20.05.2024 14:09:08<br/> Уникальный программный ключ:<br/> 891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f3</p> | <p>МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ<br/> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br/> «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p> | <p>Рабочая программа дисциплины "Строение вещества" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01<br/> Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Химия материалов ФГБОУ ВО<br/> «ЧелГУ»</p> |
|   |  | <p>стр. 1</p>   |

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Строение вещества

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Химия материалов

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2024 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов целостного представления о природе химической связи, о закономерностях изменения свойств веществ в зависимости от строения образующих их микрочастиц и внешних условий, о влиянии вида связи на конкретные физико-химические свойства веществ.

Результаты изучения дисциплины направлены на достижение индикатора ОПК-4-3. Имеет практический опыт решения физических и математических задач применительно к различным областям профессиональной деятельности.

Для достижения поставленных целей требуется решение следующих задач:

- обучить студентов теоретическим основам знаний о составе, строении, о свойствах химических соединений неорганической природы;

- ознакомить с физико-химическими явлениями, которые сопровождают превращения одних веществ в другие при протекании химических реакций, включая влияние внешних механических воздействий на материалы;

- дать знания о современных методах описания химической связи, используя ММО, МВС, метод отталкивания валентных электронных пар и др способы.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.1.11

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Математика

Кристаллохимия

Общая и неорганическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Курс «Строение вещества» окончательно систематизирует и закрепляет наиболее общие представления о строении химических соединений.

Особенности строения вещества (научный семинар)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

#### 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

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

##### 3.1 Знать:

3.1.1 теоретические основы физических процессов движения частиц в молекуле и закономерности их описывающие;

3.1.2 основные физические закономерности зависимости свойств вещества от структурных особенностей и особенностей строения и их проявление при внешнем воздействии;



**3.2 Уметь:**

- 3.2.1 применять знания для выбора метода изучения строения молекул и конденсированного вещества, интерпретировать результаты физических измерений и проявление химических свойств к строению молекул веществ;
- 3.2.2 сопоставлять данные физических измерений со свойствами и структурой органических и неорганических веществ

**3.3 Владеть:**

- 3.3.1 Навыками расчета некоторых параметров молекул из их спектров;
- 3.3.2 составления моделей молекул;
- 3.3.3 интерпретации спектроскопических исследований в структурные элементы молекул.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Общая трудоемкость                  |       | 3 ЗЕТ  |
|-------------------------------------|-------|--|
| Часов по учебному плану             | : 108 | Виды контроля в семестрах:<br><br>экзамены 8 |
| в том числе                         | :     |  |
| аудиторные занятия                  | : 36  |  |
| самостоятельная работа              | : 1,2 |  |
| часов на контроль                   | : 63  |  |
| контактная работа: 43,8<br>ИКР: 7,8 |       |  |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия   | Наименование разделов и тем /вид занятия/                    | Семестр / Курс | Часов | Литература                                   |
|---|--|----------------|-------|--|
| <b>Раздел 1. Введение</b>   |  |                |       |  |
| 1.1   | Введение /Лек/   | 8              | 1     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 2. Механическая модель молекулы</b>                           |  |                |       |  |
| 2.1   | Механическая модель молекулы /Лек/                           | 8              | 3     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 3. Химический аспект классической теории строения молекул</b> |  |                |       |  |
| 3.1   | Химический аспект классической теории строения молекул /Лек/ | 8              | 1     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.2   | Химический аспект классической теории строения молекул /Ср/  | 8              | 0,1   | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| <b>Раздел 4. Электрические свойства молекул</b>                         |  |                |       |  |
| 4.1   | Электрические свойства молекул /Лек/                         | 8              | 1     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 4.2   | Электрические свойства молекул /Ср/                          | 8              | 0,1   | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| 4.3   | Электрические свойства молекул /ИКР/                         | 8              | 0,7   |  |
| <b>Раздел 5. Магнитные свойства молекул</b>                             |  |                |       |  |
| 5.1   | Магнитные свойства молекул /Лек/                             | 8              | 1     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |



|   |   |   |     |  |
|---|---|---|-----|--|
| 5.2   | Магнитные свойства молекул /Ср/                                   | 8 | 0,1 | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| 5.3   | Магнитные свойства молекул /ИКР/                                  | 8 | 0,7 |  |
| <b>Раздел 6. Квантовохимическое описание молекул.</b>                         |   |   |     |  |
| 6.1   | Квантовохимическое описание молекул. /Лек/                        | 8 | 9   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.2   | Особенности квантовомеханического описания микромира /Ср/         | 8 | 0,1 | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| 6.3   | Особенности квантовомеханического описания микромира /ИКР/        | 8 | 0,7 |  |
| <b>Раздел 7. Пространственное распределение электронной плотности</b>         |   |   |     |  |
| 7.1   | Пространственное распределение электронной плотности /Лек/        | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 7.2   | Пространственное распределение электронной плотности /Ср/         | 8 | 0,1 | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| 7.3   | Пространственное распределение электронной плотности /ИКР/        | 8 | 0,7 |  |
| <b>Раздел 8. Межмолекулярные взаимодействия</b>                               |   |   |     |  |
| 8.1   | Межмолекулярные взаимодействия /Лек/                              | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 8.2   | Межмолекулярные взаимодействия /Ср/                               | 8 | 0,1 | Л1.1Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
| 8.3   | Межмолекулярные взаимодействия /ИКР/                              | 8 | 0,7 |  |
| <b>Раздел 9. Особенности строения конденсированных фаз</b>                    |   |   |     |  |
| 9.1   | Особенности строения конденсированных фаз /Лек/                   | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.2   | Особенности строения конденсированных фаз /Ср/                    | 8 | 0,1 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.3   | Особенности строения конденсированных фаз /ИКР/                   | 8 | 0,9 |  |
| <b>Раздел 10. Кристаллическое состояние вещества</b>                          |   |   |     |  |
| 10.1  | Кристаллическое состояние вещества /Лек/                          | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 10.2  | Кристаллическое состояние вещества /Ср/                           | 8 | 0,4 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 10.3  | Кристаллическое состояние вещества /ИКР/                          | 8 | 1,7 |  |
| <b>Раздел 11. Определение равновесных расстояний в молекулах и кристаллах</b> |   |   |     |  |
| 11.1  | Определение равновесных расстояний в молекулах и кристаллах /Лек/ | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 11.2  | Определение равновесных расстояний в молекулах и кристаллах /Ср/  | 8 | 0,1 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |



|      |   |   |     |      |
|------|---|---|-----|------|
| 11.3 | Определение равновесные расстояний в молекулах и кристаллах /ИКР/ | 8 | 1,7 |      |
|      | <b>Раздел 12. Экзамен</b>   |   |     |      |
| 12.1 | Экзамен /Экзамен/   | 8 | 63  | Л1.1 |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Примерные вопросы к контрольной работе  
Примерные темы докладов  
Вопросы к экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры контрольных работ:

Контрольная работа №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 6) цис-1,2-динитроэтилен
- У какого из приведенных газов ( NH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>) наибольшая  
а) диэлектрическая проницаемость  
б) показатель преломления
- 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.
- 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.
- У какого из приведенных газов ( NH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>) наименьшая магнитная проницаемость.
- Найдите атомы одинаковых видов в молекулах пропена и пропана.
- 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.
- 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  $\psi = C\phi_A + D\phi_B$ . Известны значения  $H_{AA} = H_{BB}$ ;  $H_{AA} \neq H_{BB}$ ;  $S_{AB}$ . Запишите секулярное уравнение для этой частицы. Что такое  $S_{AB}$ ?
  - Напишите выражение оператора Гамильтона для частицы He<sup>2+</sup>. Используйте приближение Борна-Оппенгеймера, атомную систему единиц. Все введенные Вами обозначения поясните.
  - МО задана функцией  $\psi = C\phi_A + D\phi_B$ . Возможные варианты значений коэффициентов  $C$  и  $D$  приведена в таблице. Определить, какие варианты соответствуют образованию 1) связывающей МО, 2) несвязывающей МО, 3) разрыхляющей МО.
- | № варианта   | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 |
|--------------|---|---|----|----|----|---|---|
| Значение $C$ | 2 | 0 | -1 | -2 | 1  | 2 | 1 |
| Значение $D$ | 1 | 1 | 1  | -1 | -2 | 0 | 1 |
- На основе ТКП постройте энергетические диаграммы: а) октаэдрического высокоспинового комплекса со строением центрального атома  $d^6$  б) тетраэдрического низкоспинового комплекса со строением центрального атома  $d^4$ . В обоих случаях определить тип магнетика.
  - Изобразите молекулярный граф молекулы циклобутана и нанесите известные Вам критические точки



(обозначьте типы этих критических точек).

- 7 В молекуле  $AB_4$  принадлежащей к группе симметрии  $D_{4h}$  в образовании МО участвуют: от атома А орбитали  $2s$  и  $2p$  (типы представления для p-орбиталей -  $p_x - E_u$ ,  $p_y - E_u$ ,  $p_z - A_{2u}$ ), от атома В  $2p$ -орбитали сигма-типа, образующие линейные комбинации  $\phi_1 (A_{1g})$ ,  $\phi_2 (E_u)$ ,  $\phi_3 (E_u)$ ,  $\phi_4 (B_{1g})$ . Определите тип представления и кратность вырождения для связывающих и несвязывающих МО.
- 8 Чем различаются симметризованные (групповые) и локализованные (гибридные) орбитали.

Контрольная работа №3

1 В каком примере водородная связь будет самой сильной:

- 1)  $HS-H \cdots SH_2$
- 2)  $F-H \cdots FH$
- 3)  $HO-H \cdots OH_2$
- 4)  $H_2O^+-H \cdots OH_2$

2 Что такое запрещенная зона?

3 хлорид и бромид серебра относятся к одному структурному типу. Сравните константы Маделунга и энергии решеток этих кристаллов

4 Для какого кристалла значение частоты максимума поглощения ИК-излучения будет наибольшим:

- 1) CsBr
- 2) NaCl
- 3) KCl
- 4) LiCl

5 Введение примеси донорного типа в полупроводник

- 1) Уменьшает ширину запрещенной зоны
- 2) Увеличивает количество электронов в зоне проводимости
- 3) Увеличивает количество электронов в валентной зоне
- 4) Увеличивает количество дырок в валентной зоне

6 При температурах выше точки Нееля антиферромагнетик превращается в

- 1) парамагнетик
- 3) диамагнетик
- 4) ферромагнетик
- 5) ферримагнетик

7 Что такое смектические жидкие кристаллы?

8 Используя теорию Гиллеспи определите пространственную форму следующих частиц: а)  $PF_3Cl_2$  б)  $F_2CO$  в)  $BNH_4$  г)  $IOF_5$

Темы докладов:

1. Основные модели химической связи.
2. Границы применимости метода ОЭПВО
3. Особенности квантово-химического описания строения молекул.
4. Основные положения квантово-топологической теории атомных взаимодействий.
5. Виды критических точек.
6. Связь симметрии атомных и молекулярных орбиталей.
7. Строение комплексных соединений.
8. Теория кристаллического поля.
9. Теория поля лигандов.
7. Виды межмолекулярных взаимодействий.
8. Модели вандерваальсовых взаимодействий.
9. Водородная связь.
10. Кристаллы, строение кристаллов.
11. Влияние симметрии кристаллической решетки и типа связи на свойства твердых тел. 12. Электрические свойства твердых тел.
13. Особенности поглощения ИК-излучения кристаллами галогенидов щелочных металлов.
14. Магнитные свойства твердых тел. Ферро-, антиферро- и ферримагнетики.
15. Строение жидкостей и растворов.
16. Современные методы описания структуры жидкостей.
16. Виды и строение жидких кристаллов.



17. Свойства жидких кристаллов.
18. Свойства наноразмерных частиц.
19. Особенности наноразмерного состояния вещества.
20. Особенности строения поверхности конденсированных фаз.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

#### Вопросы к экзамену

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 химического строения. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения. Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул.
3. Механическая модель молекулы. Виды движения молекулы (поступательному, колебательное, вращательное), соответствующие системы координат. Энергия, колебательного и вращательного движения молекулы.
4. Химический аспект классической теории строения молекул. Основные понятия и постулаты. Эффективные атомы, взаимодействия, парциальные свойства. Род, тип и вид атомов и связей в молекулах.
5. Электрические свойства молекул. Дипольный момент и поляризуемость молекул, их связь со строением, влияние на диэлектрические и оптические свойства вещества.
6. Магнитные свойства молекул. Магнитный момент молекулы. Магнитная восприимчивость молекулы. Диамагнетизм и парамагнетизм.
7. Химическая связь. Метод молекулярных орбиталей. Двухатомные гомоядерные молекулы. Классификация орбиталей. Корреляционные диаграммы. Вариационный метод. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей.
8. Пространственное распределение электронной плотности. Квантово-топологическая теория атомных взаимодействий. Гессиан электронной плотности. Виды критических точек. Поверхность нулевого градиента ЭП, атомный бассейн.
9. Многоатомные молекулы. Метод МО связь симметрии атомных и молекулярных орбиталей.
10. Строение комплексных соединений. Теория кристаллического поля. Расщепление d-орбиталей при различной симметрии окружения центрального атома. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Описание комплексных соединений методом МО.
11. Межмолекулярные взаимодействия. Виды межмолекулярных взаимодействий. Методы описания. Вклад различных видов взаимодействий в энергию межмолекулярных взаимодействий. Водородная связь.
12. Строение твердого тела. Особенности строения твердых тел. Кристаллы, строение кристаллов. Влияние симметрии кристаллической решетки и типа связи на свойства твердых тел.
13. 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.
14. 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.
15. Магнитные свойства твердых тел. Ферромагнетизм и парамагнетизм. Интеграл обменного взаимодействия. Доменное строение ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств магнетиков от температуры. Антиферро- и ферримагнетики.
16. Ионные кристаллы. Энергия кристаллической решетки. Постоянная Маделунга.
17. Строение жидкостей и растворов. Современные методы описания структуры жидкостей.
18. Квазикристаллы. Мезофазы. Ассоциаты и кластеры в жидкостях.
19. Особенности строения и свойств наноразмерных частиц.

#### Пример экзаменационного билета

##### Билет № 1

- 1 Химический аспект классической теории строения молекул. Постулат о парциальных свойствах.
- 2 Квантово-топологическая теория атомных взаимодействий. На графе молекулы бензола изобразить критические точки (3;+1).
- 3 Метод молекулярных орбиталей. связь симметрии атомных и молекулярных орбиталей.



- 4 Теория кристаллического поля. Расщепление d-орбиталей в октаэдрическом поле  
5 Строение жидкостей. Основные виды жидких кристаллов  
6 Электрические свойства молекул. Поляризуемость молекул.  
7 Зонная теория. Запрещенная зона  
8 Химическая связь. Корреляционная диаграмма.

#### 6.4. Критерии оценивания

Экзамен проводится в письменном виде. В формулировке вопроса сначала (курсивом) обозначается раздел программы к которому относится вопрос, затем формулируется сам вопрос. Билет состоит из восьми вопросов, каждый из которых оценивается от нуля до трех баллов.

3 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.

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

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

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

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы,                          | Заглавие   | Издательство,  | Ресурс |
|------|----------------------------------|--|--|--------|
| Л1.1 | Соломоник В. Г.                  | Квантово-химические расчеты строения и колебательно-вращательных спектров двухатомных молекул<br>( <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4501">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=4501</a> ) | Иваново : ИГХТУ, 2008                                      | ЭБС    |
| Л1.2 | Аникина В. И.,<br>Сапарова А. С. | Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения: практикум<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229366">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229366</a> )   | Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011 | ЭБС    |

##### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы,  | Заглавие   | Издательство,                       | Ресурс |
|------|--|--|-------------------------------------|--------|
| Л2.1 | Калашников Н. П.,<br>Котырло Т. В.,<br>Спирин Г. Г.,<br>Кожевников Н. М. | Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие для вузов | Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014 |        |
| Л2.2 | Симкин Б. Я.,<br>Клецкий М. Е.,<br>Глуховцев М. Н.                       | Задачи по теории строения молекул: учебное пособие для студентов вузов   | Ростов-на-Дону : Феникс, 1997       |        |
| Л2.3 | Минкин В. И.,<br>Симкин Б. Я.,<br>Миняев Р. М.                           | Теория строения молекул: электронные оболочки : учебное пособие для университетов  | Москва: Высшая школа, 1979          |        |

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| Э1 | Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> . |  |  |  |
| Э2 | eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> .                 |  |  |  |
| Э3 | Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> .             |  |  |  |



Э4 Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL:  
<https://biblio-online.ru>

Э5 Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL:  
<http://e.lanbook.com/>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

WinDjView

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.

4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (демонстрационный набор атомов, таблица Менделеева, таблица растворимости, электрохимический ряд напряжений металлов)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17"Acer 1716 Fs (700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPProfessionalSP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Строение вещества" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01  
"Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Химия материалов ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ»

стр. 11

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17"Acer 1716 Fs (700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPProfessionalSP2 дляВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2.помещение для самостоятельной работы:

2.1 Читальный зал № 1.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

MicrosoftWindows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), MicrosoftOffice 2016 Pro(Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

2.2 Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 24, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ(ОАОЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280), Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10), Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level (Договор№ АЭ-23/12, номер лицензии 60411804), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 срегиональныминформационнымцентромобщероссийскойсети распространенияправовой информации) НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.)

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «строение вещества» призвана формировать у студентов основные знания и навыки необходимые для понимания основ строения молекул и конденсированных фаз, формировать естественно-научное мировоззрение. Основные этапы изучения данного курса: освоение моделей строения молекул, как классических, так и квантовохимических; освоение моделей строения жидкостей и твердых тел, установление связей строение - свойства.

В формировании у студентов знаний, умений и навыков существенное значение имеет теоретическое обучение, основная цель которого дать обучаемым знания, которые позволили бы им осуществить практическое обучение, т.е. обеспечить базу для получения практических умений и навыков.

Особое значение имеет наличие навыков и умений самостоятельно получать знания из различных источников информации, систематизировать и анализировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через подготовку к лабораторным, семинарским, практическим занятиям. При этом самостоятельная работа студента играет важную роль в ходе всего учебного процесса. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. А потому, студентам необходимо оптимально использовать времени, отведенное на самостоятельную работу.

Целесообразно посвящать до получаса в день изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для лучшего и полного усвоения материала учебной дисциплины рекомендуется использовать методические



указания и материалы по учебной дисциплине, тексты лекций, а также электронные ресурсы, имеющиеся в системе ЭБС, доступ к которым обеспечен в читальных залах университета. Теоретический материал курса становится более понятным, если дополнительно студентом изучаются книги, учебники по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, рекомендованных преподавателем.

При изучении дисциплины настоятельно рекомендуется «не заучивать» материал, а добиться максимального понимания изучаемой темы дисциплины. При изучении теоретического материала необходимо многократно писать на черновике формулы, реакции и графики до полного их запоминания.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.). Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» A2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств



(рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.