Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щекина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:16:44
Уникальный программный ключ:
a2232a55157b7b7151a8b9b1190892af53989420420336ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«30» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 8 от «30» мая 2024 г.)

Благовещенск 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2	УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ……	4
3	СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) ……	6
4	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ……	9
5	ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……	12
6	ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА……	23
7	ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	43
8	ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……	44
9	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……	44
10	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА……	45
11	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……	47

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: обобщить и углубить знания о теории химической связи и межмолекулярных взаимодействий, а также показать связь микроскопических свойств молекул с макроскопическими характеристиками веществ.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Строение вещества» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.В.05).

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1; ОПК-3; ПК-1

-УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
- УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;
- УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
- УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
- УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

- ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности
- ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности

- ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.
- ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности
- ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать:**

- теоретические основы учения о строении и свойствах макротел;
- общую характеристику термодинамического и статистического подходов к описанию строения и свойств макротел, взаимоотношение теорий;
- расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники;
- стандартные операции по предлагаемым методикам.

– **Уметь:**

- определять, интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленных задач в типах химической связи, закономерности в равновесных значе-

ниях межъядерных расстояний связанных атомов, зависимости длин связей от ближайшего окружения, закономерности в равновесных значениях валентных углов;

- применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач о конденсированном состоянии, электронно-колебательно-вращательных состояниях молекул;
- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения.

– **Владеть:**

- навыками интерпретации направленности химических связей (методы ВС и МО), энергии образования из простых веществ и свободных атомов, магнитные свойства ядер и электронов, магнитного момента и магнитной восприимчивости молекулы.
- навыками использования стандартного программного обеспечения при решении задач о магнитных свойствах ядер и электронов, магнитном моменте и магнитной восприимчивости молекулы. Состоянии молекулы в магнитном поле.
- навыками планирования, анализа.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Строение вещества» составляет 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 8
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	66	66
Лекции	32	32
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа	42	42
Вид итогового контроля		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
	Введение	**2**	**2**		
I	**Строение молекул и химическая связь**	**26**	**6**	**10**	**8**
	1. Ковалентная связь. 2. Ионная связь. 3. Ионная связь. Металлическая связь 4. Ионная связь. Водородная связь.	10 4 6 6	2 2 2 2	6 2 2	2 2 2 2
II	**Геометрия молекул**	**24**	**6**	**8**	**10**
	Параметры, определяющие геометрию молекул. Теория ОЭПВО. Сведения о свойствах симметрии молекул.	3 5 6 3 5	1 1 2 2	 2 2 2 2	2 2 2 1 1

	Установление геометрии молекул. Структурно нежесткие молекулы. Контрольная работа № 1. Геометрия молекул	2			2
III	**Средние энергетические характеристики молекул**	**4**		**2**	**2**
IV	**Электрические свойства молекул**	**14**	**4**	**4**	**6**
	Электрический дипольный момент. Поляризуемость. Молекулы во внешнем электрическом поле. Контрольная работа № 2. Электрические свойства молекул	5 3 4 2	2 2	2 2	1 1 2 2
V	**Магнитные свойства молекул**	**8**	**2**	**2**	**4**
	Магнитные моменты ядер и электронов. Магнитные свойства молекул.	4 4	 2	2	2 2
VI	**Электронно-колебательно-вращательные со стояния молекул**	**14**	**4**	**4**	**6**
	Электронные состояния и спектры молекул. Колебательные состояния и спектры молекул. Вращательные состояния и спектры молекул. Контрольная работа № 3. Электронно-колебательно-вращательные состояния молекул. Молекулярные спектры	5 6 3 2	1 2 1	2 2	2 2 2 2
VII	**Межмолекулярные взаимодействия**	**4**	**2**		**2**
VIII	**Конденсированное состояние**	**12**	**4**	**4**	**4**
	Кристаллическое состояние. Свойства поверхностей и границ раздела. Жидкое состояние. Аморфные вещества.	6 6	2 2	2 2	2 2
	ИТОГО	**108**	**32**	**34**	**42**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Ионная связь.	ЛК	Лекция с ошибками	2
2	Металлическая связь.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
3	Теория ОЭПВО.	ЛК	Лекция-дискуссия	1
4	Сведения о свойствах симметрии молекул.	ЛК	Лекция с ошибками	2
5	Сведения о свойствах симметрии молекул.	ЛР	Работа в малых группах	2
6	Структурно нежесткие молекулы	ЛК	Лекция-дискуссия	2

7	Установление геометрии молекул	ЛР	Работа в малых группах	2
8	Электрический дипольный момент.	ЛР	Работа в малых группах	2
9	Электрический дипольный момент.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
10	Магнитные свойства ядер и электронов.	ЛР	Работа в малых группах	2
11	Кристаллическое состояние. Свойства поверхностей и границ раздела.	ЛК	Лекция с ошибками	1
12	Жидкое состояние. Аморфные вещества.	ЛК	Лекция с ошибками	2
	ИТОГО			**22**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

ВВЕДЕНИЕ

Зарождение и развитие атомистических представлений о структуре вещества. Понятие макротела и микрочастицы. Химические частицы: атомы, молекулы, атомные и молекулярные ионы, свободные радикалы, комплексы. Макротела как большие совокупности химических частиц.

Теоретические основы учения о строении и свойствах макротел. Общая характеристика термодинамического и статистического подходов к описанию строения и свойств газообразных, жидких и твердых макротел, взаимоотношение этих теорий.

Теоретические основы учения о строении химических частиц. Классическая теория химического строения (А.М. Бутлеров, Э. Франкланд, А. Кекуле, А.С. Купер, А. Вернер) и квантовая механика (Э, Шредингер, В. Гейзенберг, Г. Паули, Э. Ферми, П.А.М. Дирак) в приложении к описанию строения и свойств химических частиц; взаимоотношение этих теорий.

Модель молекулы как единой динамической системы из ядер и электронов. Поступательное движение и вращение молекул как целого; внутримолекулярное движение ядер.

I СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Типы химической связи. Ковалентная химическая связь как универсальный тип связи. Свойства ковалентной связи. Валентность эффективных атомов в молекуле, проблема валентного состояния. σ-, π-, δ-связи. Кластеры. Донорно-акцепторное и дативное взаимодействия.π-Комплексы. Локализованные и делокализованные связи. Электронодефицитные и электроно-избыточные молекулы. Описание ковалентной связи в рамках методов ВС и МО.

Ионная связь. Область применимости ионной модели. Уравнение Борна для ионных молекул. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Координационные числа и структурные типы ионных кристаллических решеток. Роль соотношений ионных радиусов. Уравнение Борна для ионной кристаллической решетки. Константы Маделунга. Цикл Борна-Габера. Поляризация ионов и ее влияние на характер ионной связи. Поляризуемость и поляризующая способность ионов. Правила Фаянса.

Металлы и их характерные свойства. Теория “электронного газа”, ее недостатки. Применение метода молекулярных орбиталей для объяснения связей в металлах. Зонная теория металлической связи. График зависимости числа разрешенных энергетических состояний от энергии. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Проводники, полупроводники, диэлектрики.

Водородная связь. Энергия водородной связи. Типы водородной связи. Примеры. Влияние водородной связи на физико-химические свойства веществ. Гидраты и клатраты. Объяснение природы водородной связи.

II ГЕОМЕТРИЯ МОЛЕКУЛ

1. ***Параметры, определяющие геометрию молекулы***

Понятие равновесной геометрической конфигурации молекулы, различные способы ее описания. Параметры, определяющие геометрию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, углы внутреннего вращения.

Закономерности в равновесных значениях межъядерных расстояний связанных атомов. Зависимость длин связей от ближайшего окружения.

Закономерности в равновесных значениях двугранных углов и углов внутреннего вращения. Понятие конформации молекулы.

Закономерности в равновесных значениях валентных углов. Интерпретация направленности химических связей (методы ВС и МО). Гибридизация атомных орбиталей и пространственная направленность химических связей. Недостатки концепции гибридизации как средства описания геометрической структуры молекулы.

2. ***Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО)***

Правила Гиллеспи. Отклонения от предсказаний теории ОЭПВО. Качественная теория молекулярныхорбиталей.

3. **Сведения о свойствах симметрии молекул.**

Симметрия равновесной геометрической конфигурации молекулы. Элементы симметрии. Операции симметрии. Точечные группы симметрии. Приводимые и неприводимые представления, характеры представлений. Применение теории групп в химии.

4. **Установление геометрии молекул.**

Дифракционные методы. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеновская кристаллография. Рентгеноструктурный анализ. Возможности и ограничения методов. Дифракция нейтронов. Достоинства и недостатки метода. Дифракция электронов. Электронографический метод. Спектроскопические методы. Их классификация. Области применения.

4***. Структурно нежесткие молекулы***

Потенциальные функции нежестких молекул. Явления внутреннего вращения, политопии, таутомерии молекул. Потенциальные барьеры. Динамическая изомерия молекул. Электронная природа структурной нежесткости молекул. Туннельный механизм превращений структурно нежестких молекул. Физические методы исследования нежестких молекул. Электронная природа структурной нежесткости молекул.

III СРЕДНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛ

Энергия образования из простых веществ и свободных атомов. Энергия образования как сумма эффективных парциальных энергий, сопоставляемых отдельным связям молекул. Представление энтальпии образования молекулы как суммы величин, сопоставляемых отдельным связям.

IV. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛЕКУЛ

1. Электрический дипольный момент

Электрический дипольный момент. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент и симметрия молекулы. Дипольный момент и изомерия молекул. Экспериментальные методы измерения дипольных моментов.Парциальные моменты связей и структурных групп. Векторная аддитивная схема расчета дипольных моментов.

2. Поляризуемость

Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Индуцированный момент и поляризуемость молекулы. Анизотропия поляризуемости, средняя поляризуемость. Эллипсоид поляризуемости. Эллипсоид поляризуемости и симметрия молекул.

3. Молекулы во внешнем электрическом поле

Связь молекулярных постоянных - дипольного момента и поляризуемости - с макроскопическими характеристиками веществ (диэлектрической проницаемостью и показателем преломления). Поляризации диэлектрика в статическом поле и поле определенной частоты. Уравнение Ланжевена-Дебая. Уравнение Клаузиса-Моссотти. Молярная рефракция.

V МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МОЛЕКУЛ

Магнитные свойства ядер и электронов. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Состояние молекулы в магнитном поле. Диамагнитные и парамагнитные вещества. Магнитная поляризация. Связь макроскопической характеристики вещества - магнитной проницаемости - с магнитными свойствами молекул.

VI ЭЛЕКТРОННО-КОЛЕБАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ МОЛЕКУЛ

Полная энергия молекулы как сумма электронной, колебательной и вращательной составляющих. Относительное положение электронных, колебательных и вращательных уровней энергии молекулы.

Электронные состояния. Потенциальные функции двухатомных молекул и потенциальные поверхности многоатомных молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул по проекции орбитального момента и спина электронов. Свойства симметрии электронных волновых функций двухатомных молекул. Классификация электронных состояний и электронных волновых функций многоатомных молекул. Различия свойств молекул в различных электронных состояниях.

Колебательные состояния. Колебание двухатомной молекулы согласно классической теории в приближении гармонического осциллятора. Колебательные состояния двухатомной молекулы в приближениях гармонического и ангармонического осцилляторов. Классическая теория малых колебаний многоатомных молекул. Кинетическая и потенциальная энергия, нормальные координаты, нормальные колебания. Характеристичность колебаний, групповые колебания. Колебательные состояния многоатомных молекул согласно квантовой механике.

Вращательные состояния. Вращение двухатомной молекулы согласно классической теории в приближении жесткого ротатора. Вращательные состояния двухатомной молекулы согласно квантовой механике в приближениях жесткого и нежесткого колеблющегося ротатора. Классическая теория вращения многоатомных молекул. Момент количества движения и кинетическая энергия вращения. Классификация многоатомных молекул по симметрии эллипсоида инерции. Квантово-механическая теория вращательных состояний многоатомных молекул. Линейные молекулы, молекулы типов сферического, симметричного и асимметричного волчков. Системы вращательных уровней энергии.

Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Дипольный момент и поляризуемость молекул в различных электронно-колебательно-вращательных состояниях. Правила отбора для спектров испускания, поглощения и комбинационного рассеяния. Структура спектров. Получение экспериментальных значений энергии диссоциации двухатомной молекулы, геометрических параметров и другой структурной информации о молекулах из электронных, колебательных и вращательных спектров.

VII МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Экспериментальные доказательства существования межмолекулярных взаимодействий. Ван-дер-ваальсовы силы. Общность физической природы внутримолекулярных и межмолекулярных взаимодействий. Приближенное описание межмолекулярных взаимодействий как суммы ориентационных (эффект Кезома), индукционных (эффект Дебая) и дисперсионных (эффект Лондона) взаимодействий. Межмолекулярное отталкивание. Уравнение Леннарда-Джонса. Проявление межмолекулярных взаимодействий в свойствах веществ. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Ионно-молекулярное взаимодействие.

VIII КОНДЕНСИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ

Строение твердых тел. Классификация твердых тел. Кристаллическое состояние. Дальний порядок. Типы кристаллических решеток в зависимости от природы связи (ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярное взаимодействие). Свойства веществ с различными типами кристаллических решеток.

Дефекты в кристаллах. Атомные дефекты. Примесные дефекты. Нестехиометричность. Линейные и плоские дефекты.

Методы исследования твердых тел. Микроскопические методы исследования. Дифракционные методы исследования. Методы определения элементного состава. Методы исследования ближнего окружения и окислительного состояния атома. Термоаналитические методы.

Строение жидкостей. Ближний порядок. Функции распределения частиц. Теории строения жидкостей.

Аморфные вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Физическая химия. В 2 кн. / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 1.: Строение вещества. Термодинамика. – 3-е изд., испр. – 511 с. (23 экз.)

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс лекций, который охватывает все темы, выносимые на экзамен, создаёт основу для изучения строения вещества. Материал лекций и прочитанное в учебниках закрепляется на лабораторных работах, коллоквиумах, при написании тестов, контрольных и проверочных работ и анализе ошибок. Каждый студент должен добывать часть знаний самостоятельно: подбирать примеры из учебников, пособий и монографий для подтверждения тех или иных положений, выводить математические уравнения, решать задачи.

Рабочей программой дисциплины «Строение вещества» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 42 часа. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- решение задач;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- написание рефератов;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовку к сдаче коллоквиумов, выполнению тестовых заданий и сдаче зачета.

Дисциплина «Строение вещества» начинается с рассмотрения исторических этапов развития теории химического строения. Важно понять, что классическая теория химического строения имеет физический и химический аспекты. Классическая теория химического строения оказывается несостоятельной в объяснении многих вопросов современной химии. Однако результаты квантово-механической теории могут быть поняты глубже и полнее, если классическая теория известна. От классических выражений физических величин для молекул легко перейти к соответствующим квантово-механическим операторам. Только в классической теории нет уравнений, позволяющих получить правильное выражение для электронной плотности, а в квантовой механике такие уравнения есть.

В первом разделе изложена современная теория химической связи. Студент должен осознать, что описание химических связей в любой молекуле есть по существу описание распределения в ней электронной плотности. То, что называют химической связью, отвечает взаимодействиям атомов с энергией порядка десятка-сотни *ккал.* Например, энергия связи двухатомных молекул Rb_2 и Cs_2 едва превышает 10 *ккал,* тогда как эта энергия в наиболее прочных двухатомных молекулах N_2 и CO составляет 225 и 250 *ккал* соответственно. Столь широкий интервал энергий может быть реализован различными взаимодействиями, которые традиционно классифицируются как ковалентная, ионная, металлическая и водородная связи. Эта классификация основана на химическом опыте и не является физически определенной. По своей природе ковалентная связь представляет собой универсальный тип химической связи; ионная связь может рассматриваться как частный (предельный) случай ковалентной связи между атомами, резко различными по своей электроотрицательности. Что же касается металлической и водородной связей, то эти понятия отражают специфику скорее химических объектов, нежели действующих сил.

Важное значение имеет второй раздел дисциплины, посвященный геометрии молекулярных структур. Установлению геометрической конфигурации молекул в настоящее время уделяется большое внимание. Расположением атомов в пространстве определяется доступность реакционных центров в молекуле, наличие или отсутствие внутримолекулярных взаимодействий, величина и направление электрического дипольного момента и т. п., что в свою очередь обусловливает химические и физико-химические свойства вещества. Важную роль изучение строения молекул играет в теоретической химии. Молекулы классифицируют по строению их равновесной конфигурации, относя их к тем или иным группам симметрии. Симметрия волновых функций точно соответствует свойствам симметрии ядерных конфигураций. Зная свойства симметрии волновых функций различных электронных состояний, можно, не прибегая к прямым расчетам, определить переходы от одного состояния в другое и получить представление о характере спектров молекул. По этим свойствам можно судить об условиях (пространственной ориентации, типе возбуждения), в которых возможны реакции между молекулами. Выявление особенностей строения различных молекул углубляет представления о валентных и невалентных взаимодействиях и вносит свой вклад в развитие теории химической связи.

В IV и V разделах рассматриваются некоторые электрические и магнитные свойства молекул и интерпретируются их через электронную структуру молекул. Этими свойствами являются дипольный момент, поляризуемость и магнитная восприимчивость. Поляризуемость связана с показателем преломления, оптической активностью и межмолекулярными силами; эти свойства определенным образом связаны с молекулярной структурой.

Особое внимание следует уделить изучению раздела VI, поскольку молекулярные спектры играют огромную роль в химии.

Основная причина появления спектральных линий в случае молекул та же, что и в атомной спектроскопии: когда молекула переходит с одного энергетического уровня на другой, избыток энергии испускается в виде фотона. Различие между молекулярной спектроскопией и атомной спектроскопией состоит в большем разнообразии путей, по которым может изменяться энергия молекулы: энергия может меняться не только при электронных переходах, но и при изменении колебательных и вращательных состояний молекулы. Изучение молекулярного спектра может дать большую информацию о силе связей в молекуле, ее размерах и форме.

Богатая информация, которую можно извлечь из данных молекулярной спектроскопии, по сравнению с атомными спектрами получается за счет того, что молекулярные спектры имеют более сложную структуру и их труднее интерпретировать. Можно получить чисто вращательный спектр, колебательный молекулярный спектр обычно состоит не только из линий, обусловленных изменениями колебательных энергий, но и содержит линии, соответствующие изменениям вращательных энергий, а электронный молекулярный

спектр имеет структуру, обусловленную как колебательными, так и вращательными изменениями. Простейший путь, позволяющий справиться с этой трудностью, состоит в том, чтобы разобрать каждый тип энергетических изменений по очереди, а затем выяснить, как одновременное возбуждение различных типов движения влияет на внешний вид спектров. Все виды спектров связаны некоторыми общими особенностями.

При изучении VII раздела следует обратить внимание на то, каким образом межмолекулярные взаимодействия влияют на свойства веществ.

В последнем разделе рассматривается конденсированное состояние вещества, особенности строения кристаллических и жидких веществ, а также их свойств. Важными вопросами являются вопросы, касающиеся процессов на поверхностях, поскольку именно они определяют большую часть сторон повседневной жизни, включая саму жизнь. Все большее практическое использование находят жидкокристаллические системы.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Строение молекул и химическая связь	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	8
2.	Геометрия молекул	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	10
3.	Средние энергетические характеристики молекул	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	2
4.	Электрические свойства молекул	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы	6

		Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	
5.	Магнитные свойства молекул	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	4
6.	Электронно-колебательно-вращательные со стояния молекул	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	6
7.	Межмолекулярные взаимодействия	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	2
8.	Конденсированное состояние	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	4
	ИТОГО		**42**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных занятий

№ п/п	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
I	Строение молекул и химическая связь	Ковалентная связь.	4
		Ковалентная связь.	2
		Ионная связь. Металлическая связь	2
		Ионная связь. Водородная связь.	2
II	Геометрия молекул	Установление геометрии молекул	2

		Параметры, определяющие геометрию молекул. Теория ОЭПВО.	2
		Сведения о свойствах симметрии молекул	2
		Структурно нежесткие молекулы	2
III	Средние энергетические характеристики молекул	Средние энергетические характеристики молекул	2
IV	Электрические свойства молекул	Электрический дипольный момент.	2
		Молекулы во внешнем электрическом поле	2
V	Магнитные свойства молекул	Магнитные моменты ядер и электронов	2
VI	Электронно-колебательно-вращательные со стояния молекул	Электронные состояния и спектры молекул	2
		Колебательные состояния и спектры молекул	2
VIII	Конденсированное состояние	Кристаллическое состояние. Свойства поверхностей и границ раздела	2
		Жидкое состояние. Аморфные вещества	2
	ИТОГО		**34**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1, 2 (4 часа)
ТЕМА: КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

Вопросы к занятию

1. Химическая связь и квантовая механика.
2. Ковалентная связь (взаимодействие неспаренных электронов, локализованные и делокализованные связи)
1. Донорно-акцепторные и дативные взаимодействия: термины или особый тип связей? Примеры комплексов переходных металлов.
2. σ-, π-, δ-Связи. Кластеры переходных металлов.
3. σ-, π- Донорно-акцепторные взаимодействия. Примеры.
4. Валентность. Валентные возможности атома. Проблема валентного состояния атома.
5. Теория гибридизации. Основные положения теории. Примеры.
6. Теория резонанса. Применение теории резонанса для описания делокализованных связей.
7. Гипервалентные связи.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 (2 часа)
ТЕМА: КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

Вопросы к занятию

1. Донорно-акцепторные и дативные взаимодействия.
2. σ-, π-, δ-Связи.
3. Теория гибридизации.
4. Метод резонанса.
5. Метод МО.

Примеры практических заданий

1. Объясните, почему молекула триметиламина $N(CH_3)_3$ имеет пирамидальное строение, а молекула трисилиламина$N(SiH_3)_3$ – плоская треугольная. Ответ продемонстрируйте с помощью рисунка.

2. Почему хлорид бериллия в твердом состоянии полимеризован и представляет собой бесконечные цепи, в которых каждый атом бериллия имеет тетраэдрическую координацию.

3. Опишите строение димеровAl_2Cl_6 и $[Al(CH_3)_3]_2$. Какова природа связей в этих соединениях? Почему триметилгаллий образует неустойчивый димер, а триметилиндийдимера вообще не образует?

4. В чем заключается уникальность строения гидридов бора? Опишите строение диборана B_2H_6. Каковы валентные углы и длины связей в этом соединении? Нарисуйте структуры B_5H_9, B_6H_{10}, $B_{10}H_{14}$.

5. Почему стабильность тетраэдрических анионов понижается в ряду SiO_4^{4-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, ClO_4^- ? Ответ дайте с позиций теории гибридизации. Объясните образование химических связей в карбонилах металлов на примере гексакарбонила хрома $Cr(CO)_6$.

6. Опишите строение октаэдрических комплексов $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ и $[TiCl_6]^{3-}$ в рамках метода молекулярных орбиталей.

7. Каковы особенности строения комплексов переходных металлов с молекулярным азотом?

8. Опишите образование связей в комплексе тетракарбонила железа с этиленом $C_2H_4{\cdot}Fe(CO)_4$.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 (2 часа)
ТЕМА: *ИОННАЯ, МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗИ*

Вопросы к занятию

1. Ионная связь. Свойства соединений с ионной связью. Электростатическая модель ионной связи и границы ее применимости.

2. Молекулы с ионной связью. Энергия связи. Уравнение Борна-Ланде.

3. Структуры кристаллов ионных соединений. Роль соотношений ионных радиусов. Энергия решетки.

4. Поляризация и поляризуемость ионов. Влияние на энергию связи.

5. Металлы и их свойства. Первые модели описания металлической связи.

6. Описание металлической связи с позиций метода молекулярных орбиталей. Проводники, диэлектрики, полупроводники.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 (2 часа)
ТЕМА: *ИОННАЯ СВЯЗЬ. ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ*

Вопросы к занятию

1. Энергия ионной кристаллической решетки.
2. Структурные типы ионных кристаллических решеток.
3. Цикл Борна-Габера.
4. Поляризуемость ионов. Правила Фаянса.
5. Водородная связь. Влияние водородных связей на свойства веществ.

Примеры практических заданий

1. Составьте схему цикла Борна-Габера для хлорида цезия. Рассчитайте энтальпию образования твердого хлорида цезия и результат сравните с табличным значением (-442,8 кДж/моль).

2. Энтальпия образования фторида натрия равна -575,4 кДж/моль. Посредством цикла Борна-Габера рассчитайте сродство к электрону атома фтора. Результат сравните с табличными данными.

3. Используя табличные данные для ионных радиусов, рассчитайте отношение ионных радиусов для всех галогенидов щелочных металлов. По правилу отношения радиусов определите координационные числа соответствующих кристаллических решеток.

4. Сравните физические свойства (температуры плавления, растворимость в воде и других растворителях) изомерных оксибензойных альдегидов и кислот (в виде таблицы). Как сказывается наличие водородных связей разных типов на свойствах указанных соединений?

5. Сравните растворимость аммиака и азота в бензоле, спирте и воде.

6. Рассмотрите влияние водородных связей на характеристики ИК и ЯМР спектров.

7. Какой из катионов в каждой паре оказывает большее поляризующеедействие на анион: K^+ и Ag^+, K^+ и Li^+ , Li^+ и Be^{2+} , Cu^{2+} и Ca^{2+} , Ti^{2+} и Ti^{4+}?Почему?

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 (2 часа)
ТЕМА: УСТАНОВЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ МОЛЕКУЛ

Вопросы к занятию

1. Дифракционные методы исследования. Физические основы дифракционных методов
2. Рентгеноструктурный анализ, сущность метода, дифрактометр, возможности и ограничения метода.
3. Нейтронографический анализ, источник излучения, сущность метода, возможности и ограничения;
4. Электронография, особенности по сравнению с рентгеноструктурным анализом, виды электронографии.
5. Особенности изучения структурно нежестких молекул.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

3. Физическая химия. В 2 кн. / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 1.: Строение вещества. Термодинамика. – 3-е изд., испр. – 511 с. (23 экз.)

4. Стромберг, А. Г. Физическая химия: учебник для студентов, обучающихся по химическим специальностям / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. – 5-е изд, испр. – М.: Высшая школа, 1999. – 526 с. (5 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 (2 часа)
ТЕМА: ПАРАМЕТРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ГЕОМЕТРИЮ МОЛЕКУЛ. ТЕОРИЯ ОЭПВО.

Вопросы к занятию

1. Теория гибридизации.
2. Теория ОЭПВО.
3. Правила Гиллеспи.

Примеры практических заданий

1. Предскажите тип гибридизации орбиталей центрального атома и геометрическую форму следующих частиц:

а) $BeBr_2$, CS_2, $A1F_3$, NO_2^-, SeO_2, AsS_4^{3-}, XeO_4, PSF_3, $BiBr_3$, SF_3^+, AsF_5, $[PbCl_6]^{2-}$;

б) BO_2^-, GeO_2, CO_3^{2-}, $(NO_2)C1$, SiF_2, CD_4, IO_4^-, SO_3S^{2-}, SO_3F^-, $S(S)F_2$, $C1O_2$, TeO_6^{6-};

в) NO_2^+, $(CN)F$, NO_3^-, HCO_3^-, SnF_2, $[GaCl_4]^-$, CH_3F, SOF_3^+, $C1O_3^-$, HIO_3, HOF, XeF_5^+;

г) N_2O, $C(P)H$, SeO_3; $CSC1_2$, NO_2, PBr_4^+, HSO_4^-, $PO_2F_2^-$, H_3S^+, BrF_2^+, SeF_4, XeO_6^{4-}, $[BrF_4]^-$;

д) NCS^-, SnO_2, BO_3^{3-}, COF_2, $(NO)Br$, SeO_4^{2-}, NH_3OH^+, H_2SO_4,ND_3 $IC1_2^+$, XeF_3^+, $[SbF_5]^{2-}$.

2. Предскажите строение и оцените углы между связями для следующих молекул и ионов:

а)$SnBr_2$, $HgBr_2$, $TeCl_2$, $C1_2O$, XeF_2;

б) GaI_3, BrF_3, PF_3, BF_3, H_3O^+;

в) BrF_4^-, SnH_4, $TeCl_4$, XeF_4, BH_4^-;

г) PF_3C1_2, $SbCl_5$, BrF_5, SF_6, IF_7;

д) ONF, NO_2^+, SO_2, CO_2, BO_2^-;

е) F_2CO, SO_3, NO_2F, SOF_2, NF_2C1;

ж) $POBr_3$, $FC1O_3$, $C1O_4^-$, XeO_4, $S(CN)_2$;

з) $XeOF_4$, SOF_4, S_8, IOF_5, SF_5C1.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 (2 часа)
ТЕМА: СВЕДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ СИММЕТРИИ МОЛЕКУЛ

Вопросы к занятию

1. Элементы и операции симметрии.
2. Точечные группы молекулярных структур.

Примеры практических заданий

Установите принадлежность молекул к точечным группам симметрии:

а)$SnBr_2$, $HgBr_2$, $TeCl_2$, $C1_2O$, XeF_2;

б) GaI_3, BrF_3, PF_3, BF_3, H_3O^+;

в) BrF_4^-, SnH_4, $TeCl_4$, XeF_4, BH_4^-;

г) PF_3C1_2, $SbCl_5$, BrF_5, SF_6, IF_7;

д) ONF, NO_2^+, SO_2, CO_2, BO_2^-;

е) F_2CO, SO_3, NO_2F, SOF_2, NF_2C1;

ж) $POBr_3$, $FC1O_3$, $C1O_4^-$, XeO_4, $S(CN)_2$;

з) $XeOF_4$, SOF_4, S_8, IOF_5, SF_5C1.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9 (2 часа)
ТЕМА: СТРУКТУРНО НЕЖЕСТКИЕ МОЛЕКУЛЫ

Вопросы к занятию

1. Структурно нежесткие молекулы. Потенциальные функции нежестких молекул. Основные типы структурной нежесткости.

2. Внутреннее вращение вокруг ординарных связей, в циклических структурах, в π-комплексах.

3. Политопные перегруппировки: инверсия пирамидальных молекул,. псевдовращение Берри, плоская инверсия дикоординированных структур, инверсия октаэдрических и тетраэдрических структур.

4. Таутомерные перегруппировки.

5. Туннельный механизм превращения структурно нежестких молекул.

6. Электронная природа структурной нежесткости молекул

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Физическая химия: В 2 кн. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 1. – 319 с. (23 экз.)

3. Минкин, В.И. Теория строения молекул / Серия «Учебники и учебные пособия» / В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1997. – 560 с.

4. Гауптман, З. Органическая химия / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х Ремане;пер. с нем.; под ред. В.М. Потапова. – М.: Химия, 1979. – 832 с.

5. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: Строение вещества и реакционная способность / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.

6.Дашевский, В.Г. Конформационный анализ органических молекул / Дашевский В.Г. – М.: Химия, 1982. – 368 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10 (2 часа)
ТЕМА: СРЕДНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛ

Вопросы к занятию

1. Внутренне вращение в молекулах.

2. Потенциальные функции внутреннего вращения.

Примеры практических заданий

1. Постройте потенциальную кривую, соответствующую конформационным превращениям молекул:

а) 1,2-дихлорэтана, б) пропилена, в) нитрометана.

2. Молекулы трехзамещенных аминов и фосфинов являются хиральными молекулами, т.е. потенциально оптически активными. Действительно, пропилфенилэтилфосфин может быть разделен на оптические изомеры. Однако пропилфенилэтиламин разделить на энантиомеры не удается. Почему для фосфинов характерна большая оптическая устойчивость?

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Физическая химия: В 2 кн. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; под ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 2001. – Кн. 1. – 319 с. (23 экз.)

3. Минкин, В.И. Теория строения молекул / Серия «Учебники и учебные пособия» / В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1997. – 560 с.

4. Гауптман, З. Органическая химия / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х Ремане;пер. с нем.; под ред. В.М. Потапова. – М.: Химия, 1979. – 832 с.

5. Хьюи, Дж. Неорганическая химия: Строение вещества и реакционная способность / Дж. Хьюи. – М.: Химия, 1987. – 696 с.

6.Дашевский, В.Г. Конформационный анализ органических молекул / Дашевский В.Г. – М.: Химия, 1982. – 368 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11, 12 (4 часа)
ТЕМА: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИПОЛЬНЫЙ МОМЕНТ. МОЛЕКУЛЫ ВО ВНЕШНЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Вопросы к занятию

1. Дипольные моменты молекул. Полярные и неполярные молекулы. Связь дипольного момента молекулы с симметрией ее равновесной геометрической конфигурации.

2. Дипольный момент и изомерия молекул. Приведите примеры разных видов изомеров.

3. Экспериментальные закономерности в изменении дипольных моментов молекул. Аддитивность дипольных моментов связей в молекуле.

4. Дипольный момент и электронное строение молекулы. Факторы, влияющие на величину дипольного момента. Экспериментальные способы определения величины дипольного момента.

5. Поляризуемость молекул. Анизотропия поляризуемости. Эллипсоид поляризуемости. Связь формы эллипсоида поляризуемости с симметрией равновесной геометрической конфигурации молекулы.

6. Связь электрических свойств молекул с электрическими свойствами вещества.

7. Молекулы в переменном электрическом поле.

Примеры практических заданий

1. Какие из указанных молекул полярные, а какие - нет: FNO, BrF_3, H_2S, XeO_4, PF_3C1_2?

2. Дипольный момент толуола равен 0,4 D; оцените дипольные моменты трех ксилолов. Какой ответ можно считать безошибочным?

3. Дипольный момент воды равен 1,84 D. Рассмотрите его как результат сложения двух связевых диполей под углом 104,5° и предскажите дипольный момент перекиси водорода, как функцию азимутального угла между группами OH (считайте, что угол OOH равен 90°). Экспериментальный дипольный момент равен 2,13 D. Какому углу он соответствует?

4. Поляризуемость молекулы воды на оптических частотах равна $1.59 \cdot 10^{-23}$см$^{-3}$ Определите показатель преломления воды. Экспериментальное значение равно 1,33. Как можно объяснить расхождение?

5. Момент связи O-CH_3 равен 1,2 D. Момент связи O-H равен 1,51 D. Дипольный момент молекулы метилового спирта 1,69 D. Определите валентный угол COH в молекуле спирта.

6. Рассчитайте дипольные моменты молекул изомеров толуоловой кислоты, если дипольный момент группы CH_3 в бензольном ядре равен +0,4 D,а дипольные моменты группы COOH в бензольном ядре равен -0,9 D.

7. Дипольный момент связи O-H в воде равен 1,58 D. Определите величину валентного угла в молекуле воды, если ее дипольный момент равен 1.84 D.

8. Рассчитайте дипольный момент молекулы сероводорода, если дипольный момент связи S-H равен 0.68 D, а валентный угол 92°.

9. Дипольный момент молекулы Cl_2O 0,78 D. Рассчитайте дипольный момент связи, если валентный угол в молекуле равен 115°.

10. Дипольные моменты бромбензола и толуола равны соответственно 1,52 и 0,4 D. При измерении дипольных моментов изомеров бромтолуола получены значения 1,44 D и 1,75 D. Какие изомеры были исследованы?

11. Рассчитайте дипольные моменты изомеров толуола, где замещающая группа X – Br, CN, NO_2, NH_2, OH, если дипольный момент толуола 0,4 D, а дипольные моменты замещающих групп соответственно равны:

XBrCN$NO_2$$NH_2$OH

μ (D) -1,52 -3,92 -3,96 +1,53 -1,56.

12. Дипольный момент хлорбензола равен 1,17 D, а его поляризуемость составляет $6{,}1\cdot10^{-23}$ см^3. Определите его относительную диэлектрическую проницаемость при комнатной температуре, приняв плотность равной 1,1732 г/см^3.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13 (2 часа)
ТЕМА: МАГНИТНЫЕ МОМЕНТЫ ЯДЕР И ЭЛЕКТРОНОВ

Вопросы к занятию

1. Магнитные свойства электронов.
2. Магнитные свойства ядер.
3. Магнитные моменты молекул.
4. Магнитная восприимчивость молекулы.
5. Состояние молекулы в магнитном поле. Диамагнитные и парамагнитные вещества. Магнитная поляризация.
6. Связь макроскопической характеристики вещества - магнитной проницаемости - с магнитными свойствами молекул.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.
2. Эткинс, П. Физическая химия. В 2 Т. / П. Эткинс. – М.: Мир, 1980.– 580 с.
3. Эткинс, П. Кванты. Справочник концепций / П. Эткинс. – М.: Мир, 1977.– 375 с.
4. Минкин, В.И. Теория строения молекул / Серия «Учебники и учебные пособия» / В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1997. – 560 с.
5. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии: учебник для студ. вузов / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М. : Мир, 2006. – 688 с. (10 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14 (2 часа)
ТЕМА: ЭЛЕКТРОННЫЕ СОСТОЯНИЯ И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ

Вопросы к занятию

1. Полная энергия молекулы как сумма электронной, колебательной и вращательной составляющих. Относительное положение электронных, колебательных и вращательных уровней энергии молекулы.
2. Электронные состояния. Потенциальные функции двухатомных молекул и потенциальные поверхности многоатомных молекул.
3. Классификация электронных состояний двухатомных молекул по проекции орбитального момента и спина электронов. Различия свойств молекул в различных электронных состояниях.
3. Свойства симметрии электронных волновых функций двухатомных молекул. Классификация электронных состояний и электронных волновых функций многоатомных молекул.
4. Вращательные состояния. Вращение двухатомной молекулы согласно классической теории в приближении жесткого ротатора.
5. Вращательные состояния многоатомных молекул. Линейные молекулы, молекулы типов сферического, симметричного и асимметричного волчков. Системы вращательных уровней энергии.
6. Вращательные спектры. Микроволновая спектроскопия. Использование в химии.
7. Электронные спектры. Использование электронных спектров в химии.

Литература

1. Эткинс, П. Физическая химия. В 2 Т. / П. Эткинс. – М.: Мир, 1980.– 580 с.
2. Эткинс, П. Кванты. Справочник концепций / П. Эткинс. – М.: Мир, 1977.– 375 с.
3. Минкин, В.И. Теория строения молекул / Серия «Учебники и учебные пособия» / В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1997. – 560 с.
4. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии: учебник для студ. вузов / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М. : Мир, 2006. – 688 с. (10 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 15 (2 часа)
ТЕМА: КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ И СПЕКТРЫ МОЛЕКУЛ

Вопросы к занятию

1. Колебательные состояния. Колебание двухатомной молекулы в приближении гармонического осциллятора.
2. Колебательные состояния двухатомной молекулы в приближении ангармонического осциллятора.
3. Теория малых колебаний многоатомных молекул. Кинетическая и потенциальная энергия, нормальные координаты, нормальные колебания.
4. Характеристичность колебаний, групповые колебания.
5. ИК спектроскопия и ее использование в химии.

6. Спектры комбинационного рассеяния.

Литература

1. Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.Б. Никольского. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 442 с. (50 экз.)

2. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М.: Мир, ООО «ИздательствоАСТ», 2003. – 683 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 16 (2 часа)
ТЕМА: КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ. СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ И ГРАНИЦ РАЗДЕЛА

Вопросы к занятию

1. Структура кристаллических твердых тел. Шаровые упаковки.
2. Типы кристаллических решеток в зависимости от природы связи (ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярное взаимодействие). Свойства веществ с различными типами кристаллических решеток.
3. Явление разупорядоченности в кристаллах.
4. Точечные, линейные и планарные дефекты.

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 17 (2 часа)
ТЕМА: ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ. АМОРФНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Вопросы к занятию

1. Жидкое состояние вещества. Важнейшие свойства жидкостей.
2. Теории жидкого состояния.
3. Аморфные вещества.
4. Жидкие кристаллы (мезофазы).

Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)
6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более

			двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-3	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ОПК-3	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»

		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-3	Тест	Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
ПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами

		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ПК-1	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-1	Тест	Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность ком-

петенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

• не раскрыто основное содержание учебного материала;

• обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

• допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;

• не сформированы компетенции, умения и навыки.

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, задачи, описание хода работы, расчеты, таблицу, вывод. К лабораторной работе должны быть разобраны вопросы к занятию.

Вопросы к лабораторным занятиям

Тема: Типы химической связи

1. Понятие ковалентной связи. Характеристики ковалентной связи. Механизмы образования. Валентность и валентные возможности атомов.

2. σ-, π-, δ- Связи. Кратность связи. Донорно-акцепторное σ- и π- взаимодействие.

3. Интерпретация направленности химических связей в методе валентных связей. Теория гибридизации атомныхорбиталей. Недостатки концепции гибридизации как средства описания геометрической структуры молекулы.

4. Делокализованные связи. Метод резонанса. π-Комплексы как пример делокализованной связи.

5. Электронодифицитные и электроноизбыточные молекулы.

6. Ионная связь. Ионная модель и ее ограниченность. Уравнение Борна для ионных молекул. Энергия образования газообразной молекулы с ионной связью.

7. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Координационные числа и структурные типы ионных кристаллических решеток. Роль соотношений ионных радиусов. Уравнение Борна для ионной кристаллической решетки. Константы Маделунга.

8. Поляризация ионов и ее влияние на характер ионной связи. Поляризуемость и поляризующая способность ионов. Правила Фаянса.

9. Металлы и их характерные свойства. Применение метода молекулярных орбиталей для объяснения связей в металлах. Понятие энергетических зон.

10. Зонная теория металлической связи. График зависимости числа разрешенных энергетических состояний от энергии. Проводники. Диэлектрики. Полупроводники.

11. Водородная связь. Энергия водородной связи. Типы водородной связи.

12. Влияние водородной связи на формирование структуры и свойства веществ. Гидраты и клатраты.

Тема: Электрические и магнитные свойства молекул

1. Электрический дипольный момент. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент и симметрия молекулы.

2. Парциальные моменты связей и структурных групп. Векторная аддитивная схема расчета дипольных моментов.

3. Экспериментальные методы измерения дипольных моментов.

4. Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Индуцированный дипольный момент и поляризуемость молекулы.

5. Анизотропия поляризуемости. Средняя поляризуемость. Эллипсоид поляризуемости и симметрия молекул.

6. Связь молекулярных постоянных – дипольного момента и поляризуемости – с макроскопическими характеристиками веществ (диэлектрической проницаемостью и показателем преломления). Уравнение Ланжевена-Дебая для поляризации диэлектрика в

статическом поле и поле определенной частоты. Уравнение Клаузиуса-Моссоти. Молярная рефракция.

7. Магнитные свойства электронов.

8. Магнитные свойства ядер.

9. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Состояние молекулы в магнитном поле. Диамагнитные и парамагнитные вещества.

10. Магнитная поляризация. Связь макроскопической характеристики вещества – магнитной проницаемости – с магнитными свойствами молекул.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Зарождение и развитие атомистических представлений о структуре вещества. Химические частицы: атомы, молекулы, атомные и молекулярные ионы, свободные радикалы, комплексы. Макротела как большие совокупности химических частиц.

2. Теоретические основы учения о строении химических частиц. Классическая теория химического строения (А.М. Бутлеров, Э. Франкланд, А. Кекуле, А.С. Купер, А. Вернер). Квантовая механика в приложении к описанию строения и свойств химических частиц (Э. Шредингер, В. Гейзенберг, Г. Паули, Э. Ферми, П. Дирак). Взаимоотношения классической и квантовой теорий.

3. Описание ковалентной связи в рамках классической теории. Понятие ковалентной связи. Характеристики ковалентной связи. Механизмы образования. Валентность и валентные возможности атомов.

4. Описание ковалентной связи в рамках метода валентных связей. σ-, π-, δ- Связи. Кратность связи. Донорно-акцепторное σ- и π- взаимодействие.

5. Интерпретация направленности химических связей в методе валентных связей. Теория гибридизации атомных орбиталей. Недостатки концепции гибридизации как средства описания геометрической структуры молекулы.

6. Делокализованные связи. Метод резонанса. π-Комплексы как пример делокализованной связи.

7. Описание ковалентной связи в рамках метода молекулярных орбиталей. Достоинства и недостатки метода.

8. Электроно-дефицитные и электроно-избыточные молекулы.

9. Ионная связь. Ионная модель и ее ограниченность. Уравнение Борна для ионных молекул. Энергия образования газообразной молекулы с ионной связью.

10. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи. Координационные числа и структурные типы ионных кристаллических решеток. Роль соотношений ионных радиусов. Уравнение Борна для ионной кристаллической решетки. Константы Маделунга.

11. Поляризация ионов и ее влияние на характер ионной связи. Поляризуемость и поляризующая способность ионов. Правила Фаянса.

12. Металлы и их характерные свойства. Применение метода молекулярных орбиталей для объяснения связей в металлах. Понятие энергетических зон.

13. Зонная теория металлической связи. График зависимости числа разрешенных энергетических состояний от энергии. Проводники. Диэлектрики. Полупроводники.

14. Понятие равновесной геометрической конфигурации молекулы. Параметры, определяющие геометрию молекулы: межъядерные расстояния и валентные углы. Закономерности в равновесных значениях межъядерных расстояний связанных атомов и валентных углов.

15. Теория отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО). Правила Гиллеспи. Отклонения от предсказаний теории ОЭПВО.

16. Дифракция электронов. Электронографический анализ. Сущность метода, возможности и ограничения метода.

17. Дифракция рентгеновских лучей. Сущность метода рентгеноструктурного анализа. Определение геометрических параметров молекул методом рентгеноструктурного анализа. Возможности и ограничения метода.

18. Дифракция нейтронов. Применение дифракции нейтронов для определения геометрических параметров молекул. Возможности и ограничения метода.

19. Нежесткие молекулы. Потенциальные функции нежестких молекул. Физические методы исследования нежестких молекул.

20. Явление внутреннего вращения. Понятие конформации молекулы. Углы внутреннего вращения. Потенциальные барьеры.

21. Политопные перегруппировки. Псевдовращение Бери. Инверсии октаэдрических структур.

22. Таутомерия молекул. Особенности. Примеры.

23. Симметрия равновесной геометрической конфигурации молекулы. Элементы и операции симметрии. Понятие группы. Точечные группы симметрии. Примеры. Применение теории групп в химии.

24. Энергетический критерий возможности существования молекулы. Энергия образования молекул из свободных атомов. Парциальные энергии, сопоставляемые отдельным химическим связям, и понятие энергии разрыва связи. Энергия образования молекулы как сумма энергий, сопоставляемых отдельным связям. Расчет энергии образования молекул полуэмпирическими методами (аддитивная схема).

25. Электрический дипольный момент. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент и симметрия молекулы.

26. Парциальные моменты связей и структурных групп. Векторная аддитивная схема расчета дипольных моментов. Экспериментальные методы измерения дипольных моментов.

27. Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Индуцированный дипольный момент и поляризуемость молекулы. Анизотропия поляризуемости. Средняя поляризуемость. Эллипсоид поляризуемости и симметрия молекул.

28. Связь молекулярных постоянных – дипольного момента и поляризуемости – с макроскопическими характеристиками веществ (диэлектрической проницаемостью и показателем преломления). Уравнение Ланжевена-Дебая для поляризации диэлектрика в статическом поле и поле определенной частоты. Уравнение Клаузиуса-Моссоти. Молярная рефракция.

29. Магнитный момент и магнитная восприимчивость молекулы. Состояние молекулы в магнитном поле. Диамагнитные и парамагнитные вещества.

30. Магнитная поляризация. Связь макроскопической характеристики вещества – магнитной проницаемости – с магнитными свойствами молекул.

31. Магнитные свойства электронов. Условие электронного парамагнитного резонанса. G-Фактор. Взаимодействие электронов и ядерных спинов, сверхтонкая структура спектров ЭПР. Применение метода ЭПР в химии.

32. Магнитные свойства ядер. Состояния ядер в магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг, его интерпретация и значение с точки зрения получения структурных данных. Спин-спиновое взаимодействие и тонкая структура спектра ЯМР. Мультиплетность. Константа спин-спинового взаимодействия.

33. Полная энергия молекулы как сумма электронной, колебательной и вращательной составляющих. Относительное положение электронных, колебательных и вращательных уровней энергии молекулы.

34. Вращательные спектры молекул. Получение экспериментальных значений геометрических параметров молекул. Правила отбора.

35. Колебательные спектры молекул. Гармоническое и ангармоническое приближения. Получение экспериментальных значений энергий диссоциации, силовой постоянной. Правила отбора. Применение ИК-спектроскопии в химии.

36. Электронные спектры молекул. Правила отбора. Применение электронной спектроскопии в химии.

37. Водородная связь. Энергия водородной связи. Типы водородной связи.

38. Влияние водородной связи на формирование структуры и свойства веществ. Гидраты и клатраты.

39. Экспериментальные доказательства существования межмолекулярных взаимодействий. Общность физической природы внутримолекулярных и межмолекулярных взаимодействий. Приближенное описание межмолекулярных взаимодействий как суммы электростатических, поляризационных, дисперсионных, обменных взаимодействий. Проявление межмолекулярных взаимодействий в свойствах веществ. Понятие о Ван-дер-ваальсовых радиусах.

40. Твердые тела. Кристаллическое состояние. Свойства кристаллов.

41. Геометрическая кристаллография. Классификация форм кристаллов. Симметрия кристаллов. Категории и сингонии. Примеры.

42. Типы кристаллических решеток в зависимости от природы связи (ковалентная, ионная, металлическая, межмолекулярные взаимодействия). Примеры. Свойства веществ с различными типами кристаллических решеток.

43. Кристаллические формы. Явления полиморфизма и изоморфизма. Примеры.

44. Дефекты в кристаллах. Атомные дефекты, примесные дефекты. Нестехиометричность. Линейные и плоские дефекты.

45. Жидкости. Свойства жидкости. Статистическая теория жидкости. Классификация жидкостей.

46. Модельные решеточные теории жидкости: «свободного объема» и «вакансий». Достоинства и недостатки.

47. Аморфное состояние вещества.

48. Мезофазы.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

6.3.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-3

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но

			не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	• ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности • ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности

Тест 1. по дисциплине
«СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА»

1. **Метод молекулярных орбиталей (МО), в отличие от метода валентных связей (ВС), наиболее адекватно описывает:**

1) Насыщаемость связи.
2) Электронное строение и свойства молекулярных ионов (например, O_2^+).
3) Направленность связи.
4) Геометрию молекул.
Ответ: 2

2. Для какой из молекул метод ОЭПВО предсказывает идеальную тетраэдрическую геометрию?

1) NH_3
2) H_2O
3) CH_4
4) SF_4
Ответ: 3

3. Главным условием возникновения водородной связи является:

1) Наличие у атома водорода высокой электроотрицательности.
2) Наличие у атома водорода эффективного положительного заряда и наличие у партнера по связи неподеленной электронной пары и высокой электроотрицательности.
3) Наличие у обоих атомов незаполненных валентных орбиталей.
4) Частичная ионизация атома водорода.
Ответ: 2

4. Как называется энергетическая характеристика, равная энергии, необходимой для разрыва связи и разведения фрагментов на бесконечное расстояние в газовой фазе?

1) Энергия кристаллической решетки.
2) Энергия сольватации.
3) Энергия диссоциации связи.
4) Энергия активации.
Ответ: 3

5. Какие из перечисленных взаимодействий можно отнести к специфическим (направленным) межмолекулярным взаимодействиям? (Выберите два варианта.)

1) Водородная связь.
2) Ориентационное взаимодействие Кезома.
3) Дисперсионное взаимодействие Лондона.
4) Индукционное взаимодействие Дебая.
Ответ: 1, 2

6. В рамках теории отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) на геометрию молекулы AH_3 могут влиять:

1) Количество связывающих электронных пар на центральном атоме.
2) Количество неподеленных электронных пар на центральном атоме.
3) Пространственный объем, занимаемый электронными парами.
4) Природа атомов водорода (изотопный состав).
Ответ: 1, 2, 3

7. Какие из перечисленных молекул можно отнести к структурно-нежестким?

1) Молекула аммиака (NH_3) из-за инверсии.
2) Молекулы карбоновых кислот (димеры) из-за прототропии.
3) Этан (C_2H_6) из-за вращения вокруг связи C–C.
4) Молекула PF_5 из-за псевдовращения Берри.
Ответ: 1, 2, 4

8. Установите соответствие между типом химической связи и примером вещества/системы.

1. Ковалентная полярная : А) Молекула CO
2. Ионная : Б) Кристалл CsF
3. Металлическая : В) Сплав Al-Cu
4. Водородная : Г) Лед

9. Установите соответствие между свойством и типом химической связи, для которого оно наиболее характерно.

1. Насыщаемость и направленность : А) Ковалентная связь
2. Делокализация электронного газа : Б) Металлическая связь
3. Ненаправленность и ненасыщаемость : В) Ионная связь (в кристалле)
4. Образование между полярными молекулами с участием атома водорода : Г) Водородная связь

10. Установите соответствие между понятием и его определением в контексте строения вещества.

1. Ближний порядок : А) Упорядоченность в расположении ближайших соседей (жидкости).
2. Дальний порядок : Б) Периодическое расположение частиц во всем объеме (кристаллы).
3. Жидкие кристаллы : В) Состояние с ориентационным порядком, но без позиционного (мезофаза).
4. Аморфное состояние : Г) Состояние только с ближним порядком, но без текучести (стекло).

11. Расположите перечисленные взаимодействия в порядке увеличения их средней энергии (примерного диапазона).

А) Дисперсионное взаимодействие Лондона (< 5 кДж/моль)
Б) Ориентационное взаимодействие Кезома (~0.1-5 кДж/моль)
В) Водородная связь (~10-40 кДж/моль)
Г) Химическая ковалентная связь (~100-1000 кДж/моль)

12. Установите последовательность увеличения степени ковалентности связи в ряду галогенидов лития.

А) LiF
Б) LiCl
В) LiBr
Г) LiI

13. Расположите виды конденсированного состояния вещества в порядке увеличения степени упорядоченности.

А) Изотропная жидкость
Б) Жидкий кристалл (нематик)
В) Аморфное твердое тело (стекло)
Г) Идеальный кристалл

14. Способность атома в молекуле смещать к себе электронную плотность связи количественно характеризуется величиной.

Ответ: электроотрицательности (по Полингу, Малликену и др.)

15. Молекула, у которой центры положительных и отрицательных зарядов не совпадают, обладает моментом.

Ответ: дипольным

6.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;

			0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов	• ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. • ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности • ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

Тест 2. по дисциплине
«СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА»

1. В основе какого типа химической связи лежит обобществление электронной пары атомами?

1) Ионная
2) Ковалентная
3) Металлическая
4) Водородная
Ответ: 2

2. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО) позволяет предсказать:

1) Энергию диссоциации связи
2) Пространственную геометрию молекулы
3) Магнитные свойства молекулы
4) Энергию ионизации атома
Ответ: 2

3. Какое состояние вещества характеризуется отсутствием дальнего порядка, но наличием ближнего порядка в расположении частиц?

1) Кристаллическое твердое тело
2) Газ
3) Жидкость
4) Аморфное твердое тело

Ответ: 3

4. Связь, возникающая за счет электростатического притяжения катионов металла и делокализованных электронов, называется:

1) Ионная
2) Ковалентная
3) Металлическая
4) Водородная
Ответ: 3

5. Какие из перечисленных типов связей относятся к химическим? (Выберите два варианта)

1) Ковалентная связь
2) Водородная связь
3) Ионная связь
4) Дисперсионное взаимодействие (силы Лондона)
Ответ: 1, 3

6. Какие из перечисленных молекул являются структурно-нежесткими? (Выберите два варианта)

1) Аммиак (NH_3)
2) Метан (CH_4)
3) Этан (C_2H_6, относительно вращения вокруг связи C–C)
4) Бензол (C_6H_6)
Ответ: 3, 4

7. Электрический дипольный момент молекулы зависит от:
(Выберите два варианта)

1) Разности электроотрицательностей связанных атомов
2) Геометрии молекулы
3) Массы атомов в молекуле
4) Наличия неспаренных электронов
Ответ: 1, 2

8. Установите соответствие между типом связи и примером вещества:

1. Металлическая связь : А) Медь (Cu)
2. Ионная связь : Б) Поваренная соль (NaCl)
3. Водородная связь : В) Лед (H_2O)тв.
4. Ковалентная полярная связь : Г) Молекула воды (H_2O) в газовой фазе

9. Установите соответствие между геометрией молекулы (по ОЭПВО) и примером:

1. Линейная : А) Углекислый газ (CO_2)
2. Тригонально-пирамидальная : Б) Аммиак (NH_3)
3. Тетраэдрическая : В) Метан (CH_4)
4. Плоский квадрат : Г) Ион $[Ni(CN)_4]^{2-}$

10. Установите соответствие между видом межмолекулярного взаимодействия и его основной причиной:

1. Ориентационное (диполь-дипольное) : А) Взаимодействие постоянных диполей полярных молекул
2. Индукционное : Б) Взаимодействие постоянного диполя с наведенным (индуцированным) диполем
3. Дисперсионное (Лондоновское) : В) Взаимодействие мгновенных диполей, возникающих из-за флуктуаций электронной плотности

11. Установите правильную последовательность рассмотрения электронно-колебательно-вращательных состояний молекулы по мере увеличения энергии кванта переходов:

А) Вращательные переходы
Б) Колебательные переходы
В) Электронные переходы

12. Расположите перечисленные объекты в порядке увеличения степени упорядоченности структуры (от менее упорядоченного к более упорядоченному):

А) Газ
Б) Жидкость
В) Аморфное тело
Г) Идеальный кристалл

13. Установите последовательность стадий при сближении двух атомов водорода с образованием молекулы H_2:

А) Перекрывание 1s-орбиталей
Б) Образование связывающей молекулярной орбитали σ1s
В) Снижение полной энергии системы
Г) Установление равновесного межатомного расстояния

14. Как называется расстояние между ядрами атомов в молекуле в положении равновесия?
Ответ: Длина связи.

15. Как называется минимальная ячейка, повторением которой можно построить весь кристалл?
Ответ: Элементарная ячейка.

6.3.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ УК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика**

			правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	• УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; • УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;

	• УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; • УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. • УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

Тест 3. по дисциплине
«СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА»

1. Какая из перечисленных связей характеризуется наибольшей степенью направленности?

1) Ионная
2) Металлическая
3) Водородная
4) Ковалентная
Ответ: 4

2. Основная причина возникновения ковалентной связи согласно методу ВС (валентных связей):

1) Перенос электронов от одного атома к другому.
2) Образование общей зоны делокализованных электронов.
3) Перекрывание атомных орбиталей с образованием общей электронной пары.
4) Электростатическое притяжение разноименных ионов.
Ответ: 3

3. Какая теория позволяет предсказать геометрию молекулы, исходя из числа электронных пар на валентной оболочке центрального атома?

1) Теория кристаллического поля
2) Метод молекулярных орбиталей
3) Теория валентных связей
4) Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (ОЭПВО)
Ответ: 4

4. Кристаллическая решетка, характерная для большинства металлов:

1) Ионная
2) Атомная
3) **Металлическая**
4) Молекулярная

Ответ: 3

5. Для ионной связи характерны следующие признаки (три ответа):

1) Ненаправленность.
2) Ненасыщаемость.
3) Образование общих электронных пар.
4) Образование в парах элементов с большой разностью электроотрицательностей (ΔЭО > 1.7-2.0).
Ответ: 1, 2, 4

6. Какие из перечисленных факторов способствуют увеличению прочности водородной связи X-H...Y? (три ответа)

1) Высокая электроотрицательность атома X.
2) Большой размер атома Y.
3) Наличие неподеленных электронных пар на атоме Y.
4) Малая длина связи X-H.
Ответ: 1, 3, 4

7. Какие из перечисленных молекул или ионов можно отнести к структурно-нежестким? (три ответа)

1) Аммиак (NH_3)
2) Вода (H_2O)
3) Ион аммония (NH_4^+)
4) Молекула этана (C_2H_6) в части вращения вокруг связи C−C
Ответ: 1, 3, 4

8. Установите соответствие между типом связи и примером вещества:

1. Ковалентная полярная : А) Диоксид углерода (CO_2)
2. Ионная : Б) Хлорид натрия (NaCl)
3. Металлическая : В) Медь (Cu)
4. Водородная (межмолекулярная) : Г) Вода в твердом состоянии (лед)

9. Установите соответствие между геометрией молекулы по ОЭПВО и примером:

1. Линейная : А) $BeCl_2$ (AX_2)
2. Тригонально-пирамидальная : Б) NH_3 (AX_3E)
3. Тетраэдрическая : В) CH_4 (AX_4)
4. Изогнутая (угловая) : Г) H_2O (AX_2E_2)

10. Установите соответствие между молекулой и ее точечной группой симметрии:

1. $C_{\infty v}$: А) HCl (линейная, гетероядерная)
2. T_d : Б) CH_4 (тетраэдр)
3. C_{2v} : В) H_2O (угловая)
4. $D_{\infty h}$: Г) CO_2 (линейная, гомоядерная)

11. Установите последовательность увеличения энергии связи в ряду водородных соединений:

А) H_2Te
Б) H_2Se
В) H_2S
Г) H_2O

12. Установите последовательность этапов рассмотрения строения молекулы по методу ОЭПВО:

А) Определение валентной электронной конфигурации центрального атома.
Б) Определение стерического числа центрального атома.
В) Учет влияния неподеленных электронных пар на геометрию.
Г) Прогноз геометрии

13. Расположите следующие молекулы в порядке увеличения длины связи H–F, O–H, N–H, C–H (в рамках ковалентного радиуса):

А) H–F
Б) O–H
В) N–H
Г) C–H

14. Тип гибридизации атома бора в гексафтороборат-ионе $[BF_4]^-$.
Ответ: sp^3

15. Какой порядок связи в молекуле кислорода (O_2) согласно методу ВС?
Ответ: 2

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа № 1

***Тема:* Геометрия молекул**

Вариант 1

1. Предскажите тип гибридизации орбиталей центрального атома и геометрическую форму следующих частиц: $BeBr_2$, CS_2, NO_2^-, SeO_2, $BiBr_3$, AsF_5.

2. Предскажите строение и оцените углы между связями для следующих молекул и ионов: UO_2^{2+}, $AsCl_4^+$, SCl_4, $C_6H_5JCl_2$, HNCS, $COBr_2$.

3. Определите элементы симметрии равновесных геометрических конфигураций этих частиц и принадлежность к той или иной точечной группе симметрии.

Контрольная работа № 2

***Тема:* Электрические свойства молекул**

Вариант 1

1. Молекулы в переменном электрическом поле.

2. Дипольный момент и электронное строение молекулы. Факторы, влияющие на величину дипольного момента. Примеры.

3. Дипольный момент молекулы Cl_2O составляет 0.78 D. Рассчитайте дипольный момент связи, если валентный угол в молекуле Cl_2O равен 115°.

4. Дипольный момент толуола равен 0.4 D. Оцените дипольные моменты трех ксилолов. Какой ответ можно считать безошибочным ? Почему ?

Контрольная работа № 3

Тема: **Электронно-колебательно-вращательные состояния молекул. Молекулярные спектры**

Вариант 1

1. Свойства электронных состояний.
2. Использование вращательных спектров для определения электрических дипольных молекул.
3. Колебания линейных молекул.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тест

Инструкция для студентов

Тест содержит 25 заданий , из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С. На выполнение теста отводится 90 минут. Если задание не удается выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 1 балл, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.

Вариант № 1

ЧАСТЬ А

К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите его в бланке ответов.

А1. Сила кислот Льюиса возрастает в ряду:

а) BBr_3, BCl_3, BF_3. б) BCl_3, BF_3, BBr_3.

в)BF_3, BBr_3, BCl_3. г) BF_3,BCl_3,BBr_3.

А2. Для соединений с ионной связью не характерно следующее свойство:

а) Низкая температура плавления. б) Хорошая растворимость в полярных растворителях.

в) Хрупкость. г) Способность расплавов проводить электрический ток.

А3. Электропроводность металлов с повышением температуры:

а) Уменьшается. б) Возрастает.в) Остается неизменной.

А4. Валентность атома азота в молекуле азотной кислоты равна:

а) 3.б) 5.в) 4.

А5. Какую из перечисленных частиц можно отнести к кластерам?

а) $[Al_2Cl_6]$. б) $[B_2(CH_3)_6]$.в)$[Re_2Br_8]^{2-}$. г) $(C_6H_6)_2Cr$.

А6. Длина связи C-Fв ряду соединений CH_3F, CH_2F_2, CHF_3, CF_4:

а) Возрастает. б) Уменьшается. в) Остается неизменной.

А7. К группе симметрии C_{3v}относятся молекулы

а) AlF_3.б) NF_3.в) GaI_3.г)$SbCl_5$.

А8. Конфигурацию центрального атома в молекуле $POBr_3$ в символах Гиллеспи можно обозначить:

а) AX_4. б) AX_5.в) AX_4E. г) AX_3E_2.

А9. К структурно нежестким молекулам не относится:

а) NH_3. б) PF_3. в) C_2H_6. г)PF_5 .

А10. Единицей измерения электрического дипольного момента является:

а) . $См^3$. б) Кл·м. в) $См^{-3}$.г) $Кл·м^2$.

А11. Какие из перечисленных молекул обладают парамагнитными свойствами?

а) NO_2. б) N_2O_5. в) N_2O. г) N_2O_3

А12. Основной вклад в энергию межмолекулярного взаимодействия монооксида углерода CO вносит:

а)Дисперсионное взаимодействие. б) Ориентационное взаимодействие. в) Поляризационное взаимодействие. г) Обменное взаимодействие.

А13. Координационное число иона в ионной кристаллической решетке определяется:

а) Константой Маделунга. б) Размерами катиона. в) Размерами аниона. г) Отношением радиуса катиона к радиусу аниона.

А14. Число независимых колебаний линейной трехатомной молекулы определяется формулой:

а) 3N-6.б) 3N-5.в) 3N-3.г) 3N-4.

А15.С ростом температуры плотность жидкости, как правило:

а)Уменьшается. б) Увеличивается. в) Остается неизменной.

ЧАСТЬ В

Будьте внимательны! Задания части В могут быть 3-х типов:

1) *задания, содержащие несколько верных ответов;*
2) *задания на установление соответствия;*
3) *задания, в которых ответ должен быть дан в виде числа, слова, символа.*

В1. Дипольный момент молекул всегда равен нулю для следующих точечных групп симметрии:

а) T_d. б) C_s. в) C_{3v}. г) D_{3h}.д) $C_{\infty v}$.

В2. Молекулы с ионной связью:

а)NaCl. б) $AlCl_3$.в) BF_3.г) LiF. д) CsCl. е) CaO.

В3. К электрон-дефицитнымотносятсяследующие системы:

а) Al_2Cl_6. б) B_2H_6.в) $[(CH_3)_2AlCl]_2$.г) $Al_2(CH_3)_6$.

В4.Установите соответствие.

Соединение	Тип кристаллической решетки
1. Диоксид кремния	А. Ионная кристаллическая решетка
2. Диоксид углерода	Б. Атомная кристаллическая решетка
3. Сульфат натрия	В. Молекулярная кристаллическая решетка
4. Магний	Г. Металлическая кристаллическая решетка

В5. К группе симметрии D_{3h}относятся молекулы

а) BF_3. б) $SbCl_2F_3$.в) $SbCl_3F_2$.г) XeO_3.

ЧАСТЬ С

Ответы к заданиям части С формулируете в свободной краткой форме и записываете в бланк ответов.

С1. Перечислите, на какие свойства веществ влияют водородные связи.

С2. Что такое псевдоврвщение Берри?

С3. Какие вещества называются парамагнетиками?

С4. Перечислите, с какими целями используются вращательные спектры?

С5.Приведитеклассификацию типов кристаллических решеток в зависимости от природы связей между частицами.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Егорова, И. В. Строение вещества : учебно-методическое пособие для студентов педвузов / И. В. Егорова. – Благовещенск : Издательство БГПУ, 2023. – 249 с.

2. Корольков, Д.В. Основы теоретической химии. / Д.В. Корольков, Г.А. Скоробогатов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с. (47 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (19 экз.)

4. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Академия, 2007. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 233, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). (20 экз.)

5. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

6. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

Дополнительная литература

1. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии: учебник для студ. вузов / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. – М. : Мир, 2006. – 683 с. (10 экз.)

2. Стромберг, А. Г. Физическая химия: учебник для студентов, обучающихся по химическим специальностям / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. – 5-е изд, испр. – М.: Высшая школа, 1999. – 527 с. (5 экз.)

3. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. – М.: Мир, 2002. – Т. 1. – 539 с., Т. 2 – 528 с. (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

4. Шарутина, О.К. Метод молекулярных орбиталей и химическая связь: Учебное пособие / О.К. Шарутина. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. – 177 с. (25 экз.)

5. Строение вещества. Строение кристаллов: учебное пособие / А. М. Голубев, А. А. Волков, И. В. Татьянина, В. Н. Горячева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана.2010 – 35 с. ЭБС Лань.

6. Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.Б. Никольского. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 442 с. (50 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Сайт о химии http://www.xumuk.ru
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов http://www.edu.ru
3. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
4. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения практических занятий также используется:

Ауд. 219 «А». Лаборатория химической технологии

- Стол лабораторный 2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)

- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллер» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ареометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Строение вещества»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Жидков В.В., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).