

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

*«Утверждаю»*  
Проректор по учебно-методической работе  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.12. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)  
Направленность (профиль): Биология, Химия

Форма обучения: очная  
Курс – 2  
Семестр – 3  
Всего зачётных единиц — 3; часов — 108.  
Форма отчётности: зачёт – 3 семестр

Программу разработала  
канд. хим. наук, доцент Васильева С.И.

Одобрена на заседании кафедры экологии и химии  
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Зав. кафедрой М.Ю. Гильденков

Смоленск  
2021

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Учебная дисциплина «Строение вещества» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений» ОП (Б1.В.12) по направлению подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование (уровень бакалавриата), направленность: Биология и химия.

Для освоения дисциплины Б1.В.12 «Строение вещества» используются компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплин «Общая химия», «Физическая химия». Освоение дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин: неорганической, коллоидной, аналитической, органической, прикладной химии.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Компетенции	Индикаторы достижения
<b>ПК-6.</b> Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	<b>Знать:</b> основы общей химии. <b>Уметь:</b> понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области химии; использовать теоретические знания на практике для обоснования химических и химико-технологических процессов; планировать, организовывать и проводить экспериментальную работу в области химии. <b>Владеть:</b> методами обработки, анализа и синтеза лабораторной химической информации; навыками проведения химических, физико-химических расчётов и решения химических задач всех типов и степеней сложности; методами и приёмами постановки и выполнения эксперимента для изучения химических свойств.

## 3. Содержание дисциплины

### Занятия лекционного типа

#### Раздел 1. Развитие представлений о строении вещества

Греческая атомистика. Работы Бойля, Ломоносова, Дальтона, Берцелиуса, Авогадро, Франкланда, Вант-Гоффа, Бутлерова. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. Открытие электрона и радиоактивности. Первые модели строения атома. Изучение спектров. Дуализм излучения и частиц. Работы Резерфорда и Бора. Возникновение квантовой механики. Первые ядерные реакции. Открытие протона и нейтрона и установление состава атомного ядра.

#### Раздел 2. Атомы.

**Электронные оболочки атома.** Уравнение Шредингера для атома водорода. Волновая функция, её физический смысл. Атомная орбиталь. Электронное облако. Квантовые числа, как параметры определяющие волновую функцию. Многоэлектронные атомы. Основное и вырожденное состояние. Квантовые слои, оболочки. Соотношение энергий энергетических подуровней. Принципы заполнения АО. Правила Клечковского. Атомные термы. Векторная модель атома. Электронные формулы: символическая и графическая формы записи. Свойства изолированных атомов: энергия ионизации, сродство к электрону, их периодическое изменение. Эффекты экранирования, проникновения и отталкивания электронов. Внутренняя и вторичная периодичность. Работы Щукарева. Связь между координатами элемента в пери-

одической системе и электронным строением атома. Элементы s-, p-, d-, f- семейств, особенности их электронных конфигураций. Квантово-механические расчёты электронного строения атомов элементов 9 и 10 периодов.

**Атомное ядро.** Работы Мозли. Физический смысл порядкового номера атома в периодической системе элементов, заряд ядра, массовое число. Физическая и химическая шкала. Изотопы, изотоны, изобары. Правила устойчивости. Типы радиоактивного распада. Ядра с чётными и нечётными массовыми числами и порядковыми номерами.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – излучение. Нейтрино. Изомерия ядер. Состав ядра. Нейтроны. Позитроны. Искусственная радиоактивность. Энергия ядра. Элементы конца периодической системы. Устойчивость тяжёлых ядер и соотношение протонов и нейтронов. Магические числа. Острова стабильности трансуранов. Ядерные реакции. Методы синтеза трансурановых элементов Синтез элементов № № 113, 114, 115, 116, 117, 118. Проблема связи в ядре. Зеркальные ядра. Ядро как капля. Деление ядер. Быстрые и тепловые нейтроны. Энергия деления. Термоядерные реакции. Энергетические процессы на Солнце и звёздах. Элементарные частицы. Современное состояние вопроса об элементарных частицах. Мезоны. Гипероны. Античастицы. Взаимная превращаемость частиц. Кварки.

### Раздел 3. Молекулы.

Задачи теории химической связи. Уравнение Шредингера для молекул, основные методы его решения. *Метод валентных схем*, основные положения МВС. Перекрытие АО. Кратные связи. Теория направленных валентностей. Гибридизация АО. Метод отталкивания валентных электронных пар Гиллеспи. Правила устойчивой гибридизации. Кратные связи. Донорно-акцепторные и дативные связи. Стереохимия молекул с одинарными и кратными связями.  $\pi$ -сопряжённые молекулы. Резонанс порядков связи. Недостатки МВС. *Полярная связь*. Электрический дипольный момент связи и молекулы. Расчёт дипольного момента связи. *Приближённое описание МО в методе МО ЛКАО*. Молекулярные орбитали двухатомных молекул – связывающие и разрыхляющие Энергетические диаграммы. Порядок связи. Электронные конфигурации и свойства гомонуклеарных молекул и гетеронуклеарных двух- и трёхатомных молекул. Насыщаемость ковалентной связи в ММО. Донорно-акцепторная связь в ММО. Сравнение методов ВС и МО. Химическая связь в координационных соединениях: теория МО, теория поля лигандов, МВС. *Ионная связь*. Степень полярности химической связи.

### Раздел 4. Конденсированное состояние вещества.

Три формы существования атомов в веществе: молекулы, ионы, свободные радикалы Жидкости, строение жидкостей. *Твёрдые тела*. Химическая связь в кристаллических твёрдых телах. Межмолекулярные силы взаимодействия. Постоянные и индуцированные диполи. Ориентационное взаимодействие. Дисперсионное взаимодействие и его квантовая природа. Водородная связь в кристаллах. Водородная связь в блоках. Модели строения воды. *Строение кристалла*. Элементарная ячейка. Классификация кристаллических форм. Плотнейшая гексагональная упаковка. Решётка гранецентрированного куба. Решётки металлов. Решётка типа NaCl и ZnS. Решётка алмаза. Степень заполнения пространства в различных решётках. Ионные кристаллические решётки. Координационное число. Энергия кристаллической решётки, её определение. Межатомные расстояния в твёрдых телах. Радиусы ионов. Сингонии. Изоморфизм. Дефекты кристаллической структуры. Реальные кристаллы. Междоузлия и дырки. Нестехиометрические кристаллы. Полупроводники. Молекулярные кристаллы. Слоистые соединения. Сопоставление типов связи в веществе. Жидкие кристаллы.

#### 4. Тематический план курса

№	Разделы и темы	Всего часов	Лекций	Лабораторных занятий	Самостоятельная работа
---	----------------	-------------	--------	----------------------	------------------------

1	Развитие представлений о строении вещества	10	2	4	4
2.	Атомы: электронные оболочки. Атомы: ядро атома.	50	6	14	30
3.	Молекулы	36	4	10	22
4.	Строение вещества в конденсированном состоянии.	12	4	4	4
Итого:		108	16	32	60

## 5. Виды образовательной деятельности

### Лекционные занятия

#### Раздел 1. Развитие представлений о строении вещества

##### № 1. Развитие представлений о строении вещества

Греческая атомистика. Работы Бойля, Ломоносова,, Дальтона, Берцелиуса, Авогадро, Франкланда, Вант-Гоффа, Бутлерова. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. Открытие электрона и радиоактивности. Первые модели строения атома. Изучение спектров. Дуализм излучения и частиц. Работы Резерфорда и Бора. Возникновение квантовой механики. Первые ядерные реакции. Открытие протона и нейтрона и установление состава атомного ядра.

#### Раздел 2. Атомы.

##### *Электронные оболочки атома.*

№ 2., Электронные оболочки атомов. Уравнение Шредингера для атома водорода. Волновая функция, её физический смысл. Атомная орбиталь. Электронное облако. Квантовые числа, как параметры определяющие волновую функцию. Многоэлектронные атомы. Основное и вырожденное состояние. Квантовые слои, оболочки. Соотношение энергий энергетических подуровней. Принципы заполнения АО. Правила Клечковского. Электронные формулы: символическая и графическая формы записи. Атомные термы. Векторная модель атома.

№ 3. Электронные оболочки атомов. Свойства изолированных атомов: энергия ионизации, сродство к электрону, их периодическое изменение. Эффекты экранирования, проникновения и отталкивания электронов. Внутренняя и вторичная периодичность. Работы Щукарева. Связь между координатами элемента в периодической системе и электронным строением атома. Элементы s-, p-, d-, f- семейств, особенности их электронных конфигураций. Квантово-механические расчёты электронного строения атомов элементов 9 и 10 периодов.

#### Раздел 2. Атомы.

##### *Атомные ядра.*

№ 4. Атомное ядро. Работы Мозли. Физический смысл порядкового номера атома в периодической системе элементов, заряд ядра, массовое число. Физическая и химическая шкала. Изотопы, изотоны, изобары. Правила устойчивости. Типы радиоактивного распада. Ядра с чётными и нечётными массовыми числами и порядковыми номерами.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – излучение. Нейтрино. Изомерия ядер. Состав ядра. Нейтроны. Позитроны. Искусственная радиоактивность. Энергия ядра. Средняя энергия связи малых, средних и тяжёлых ядер. Элементы конца периодической системы.

Устойчивость тяжёлых ядер и соотношение протонов и нейтронов. Магические числа. Острова стабильности трансуранов. Ядерные реакции. Методы синтеза трансурановых элементов Синтез элементов № № 113, 114, 115, 116, 117, 118. Проблема связи в ядре. Зеркальные ядра. Ядро как капля. Деление ядер. Быстрые и тепловые нейтроны. Энергия деления. Термоядерные реакции. Энергетические процессы на Солнце и звёздах. Элементарные частицы.

Современное состояние вопроса об элементарных частицах. Мезоны. Гипероны. Античастицы. Взаимная превращаемость частиц. Кварки.

№5. *Молекулы*. Задачи теории химической связи. Уравнение Шредингера для молекул, основные методы его решения. *Метод валентных схем*, основные положения МВС. Перекрытие АО. Кратные связи. Теория направленных валентностей. Метод отталкивания валентных электронных пар Гиллеспи. Правила устойчивой гибридизации. Гибридизация и пространственное строение молекул. Кратные связи. Донорно-акцепторные и дативные связи. Теория направленных валентностей. Стереохимия молекул с одинарными и кратными связями.  $\pi$ -сопряжённые молекулы. Резонанс порядков связи. Недостатки МВС. *Полярная связь*. Электрический дипольный момент связи и молекулы. Расчёт дипольного момента связи.

№ 6. *Молекулы*. *Приближённое описание МО в методе МО ЛКАО*. Молекулярные орбитали двухатомных молекул – связывающие и разрыхляющие Энергетические диаграммы. Порядок связи. Электронные конфигурации и свойства гомонуклеарных молекул и гетеронуклеарных двух- и трёхатомных молекул. Насыщаемость ковалентной связи в ММО. Донорно-акцепторная связь в ММО. Сравнение методов ВС и МО. Химическая связь в координационных соединениях: теория МО, теория поля лигандов, МВС. *Ионная связь*. Степень полярности химической связи.

№ 7. *Конденсированное состояние вещества*.

Три формы существования атомов в веществе: молекулы, ионы, свободные радикалы Жидкости, строение жидкостей. *Твёрдые тела*. Химическая связь в кристаллических твёрдых телах. Межмолекулярные силы взаимодействия. Постоянные и индуцированные диполи. Ориентационное взаимодействие. Дисперсионное взаимодействие и его квантовая природа. Водородная связь в кристаллах. Водородная связь в блоках. Модели строения воды.

№ 8. *Конденсированное состояние вещества*.

*Строение кристалла*. Элементарная ячейка. Классификация кристаллических форм. Плотнейшая гексагональная упаковка. Решётка гранцентрированного куба. Решётки металлов. Решётка типа NaCl и ZnS. Решётка алмаза. Степень заполнения пространства в различных решётках. Ионные кристаллические решётки. Координационное число. Энергия кристаллической решётки, её определение. Межатомные расстояния в твёрдых телах. Радиусы ионов. Дефекты кристаллической структуры. Реальные кристаллы. Молекулярные кристаллы. Составление типов связи в веществе.

### *Лабораторные занятия*

#### **Раздел 1. Развитие представлений о строении вещества**

№ 1. Решение задач на применение основных принципов квантовой механики.

Иллюстрация корпускулярно-волнового дуализма микрочастиц и принципа неопределённости на конкретных примерах.

№ 2. Расчёт спектров. Студенты используют представления о квантовании энергии для объяснения происхождения линейчатых спектров. Вычисляют энергию перехода электрона в атоме. Объясняют окраску излучения различных атомов. Осуществляют самоконтроль знаний, отвечая на вопросы.

Опрос по теме (вопросы см. в разделе 5 «Виды образовательной деятельности. Самостоятельная работа»).

#### **Раздел 2. Атомы. Электронные оболочки атомов.**

№ 3. Построение графиков радиального распределения АО  $n$ -слоя.

№ 4. Выполнение упражнений на усвоение физического смысла квантовых чисел, характеристику энергетического состояния электрона набором квантовых чисел, составление электронных формул атомов и сопоставление их с координатами элемента в периодической системе, графическое изображение формы  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -,  $f$ - АО и их расположения в пространстве.

№ 5. Построение графиков зависимости энергии ионизации атомов от заряда ядра. Вычисление эффективных зарядов ядер.

№ 6. Опрос по теме (вопросы в разделе 5 «Виды образовательной деятельности. Самостоятельная работа»). Тестирование.

№ 7. Расчёт атомных термов.

## **Раздел 2. Атомы. Атомные ядра.**

№ 8. Составление уравнений радиоактивного распада, ядерных реакций синтеза новых сверхтяжёлых элементов, вычисление периода полураспада радиоактивных элементов.

№ 9. Вычисление дефекта массы и энергии термоядерных реакций, Опрос по теме (вопросы в разделе 5 «Виды образовательной деятельности. Самостоятельная работа»).

## **Раздел 3. Молекулы.**

№ 10. Определение порядка связи по характеру заполнения электронами орбиталей в молекуле и характеристика магнитных свойств её, установление зависимости между порядком связи и энергией связи, её длиной. По типу перекрывания АО определение  $\sigma$ -,  $\pi$ - и  $\delta$ -связей. Студенты на конкретных примерах объясняют природу химической связи и выделение энергии при образовании молекул из атомов. Графически осуществляют линейную комбинацию атомных орбиталей. Строят энергетические диаграммы молекулярных орбиталей.

№ 11. Определение типов гибридизации и геометрии заданных молекул со с.ч. = 2, 3, 4. Студенты собирают модели молекул и изображают графически пространственную конфигурацию молекул различной формы. *Лабораторная работа «Определение типа гибридизации и пространственного строения молекул».* (см. раздел программы 6.1.1).

№ 12. Определение типов гибридизации и геометрии молекул со с.ч. = 5, 6, 7, 8, 9. Студенты собирают модели молекул и изображают графически пространственную конфигурацию молекул различной формы.

№ 13. Расчёт количественных характеристик химической связи — длины и энергии связи. Определение наличия или отсутствия электрического момента диполя у молекул. Вычисление дипольных моментов молекул.

*Лабораторная работа: «Определение дипольных моментов молекул».*

**Цель работы:** Определить полярность молекул, исходя из их пространственного строения. Вычислить дипольный момент, используя справочные данные.

**Принадлежности для работы:**

### Выполнение работы:

1. Получить у преподавателя задание.
2. Определить тип гибридизации молекулы.
3. Собрать шаро-стержневую модель молекулы и охарактеризовать её пространственное строение.
4. Определить полярность молекулы, используя правила сложения векторов.
5. Найти в справочнике данные о длине связи и величинах эффективного заряда атомов и вычислить дипольные моменты связи.
6. Занести данные в таблицу.

№ п/п	Вещество	Тип ги-бридизации	Схема пространствен. строения молекулы	Длина связи	Эффективные заряды атомов	Дипольный момент связи
1.						
...						

Сделать вывод о дипольном моменте молекулы.

№ 14. Опрос по теме (вопросы в разделе 5 «Виды образовательной деятельности. Самостоятельная работа»). Тестирование

### Раздел 4. Конденсированное состояние вещества.

№ 15. Студенты, исходя из строения твёрдых веществ, предсказывают их свойства. Объясняют влияние типа химической связи на энергию кристаллической решётки и температуру плавления и возгонки веществ. По составу и координационным числам атомов определяют, имеет ли вещество островную, цепную, слоистую или координационную структуру.

№ 16. Расчёт энергии кристаллической решётки; радиусов ионов, массы элементарной ячейки кристалла, эффективных зарядов атомов. Определение типа кристаллической решётки. Использование модели кристаллических решёток для определения координационных чисел атомов. Предсказание на основе поляризации ионов изменения температуры плавления и окраски солей.

### Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов осуществляется в процессе подготовки к лабораторным занятиям, ответов на контрольные вопросы и при выполнении самостоятельных практических заданий:

- по составлению электронных формул атомов;
- по определению типа гибридизации и геометрического строения заданных молекул;
- на определение полярности молекул;
- на построение энергетических диаграмм по методу МО ЛКАО;
- на расчёт количественных характеристик кристаллических решёток с использованием справочных таблиц;
- на составление уравнений ядерных реакций;

(см. раздел 6).

При подготовке к занятиям студент должен изучить теоретический материал по конспектам лекций и рекомендуемой к литературе.

## **Вопросы для проверки знаний по результатам самостоятельной работы**

### **Раздел 1. Развитие представлений о строении вещества**

1. Греческая атомистика. Работы Бойля, Ломоносова, Дальтона, Берцелиуса, Авогадро, Франкланда, Вант-Гоффа, Бутлерова. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева.
2. Открытие электрона и радиоактивности. Первые модели строения атома. Изучение спектров. Дуализм излучения и частиц. Работы Резерфорда и Бора. Возникновение квантовой механики.
3. Первые ядерные реакции. Открытие протона и нейтрона и установление состава атомного ядра.

### **Раздел 2. Атомы**

1. Уравнение Шредингера для атома водорода. Волновая функция, её физический смысл. Атомная орбиталь. Электронное облако.
2. Квантовые числа, как параметры определяющие волновую функцию. Основное и вырожденное состояние.
3. Многоэлектронные атомы. Квантовые слои, оболочки. Соотношение энергий энергетических подуровней. Принципы заполнения АО. Правила Клечковского. Электронные формулы: символическая и графическая формы записи.
4. Свойства изолированных атомов: энергия ионизации, сродство к электрону, их периодическое изменение.
5. Эффекты экранирования, проникновения и отталкивания электронов. Внутренняя и вторичная периодичность. Работы Щукарева.
6. Связь между координатами элемента в периодической системе и электронным строением атома.
7. Элементы s-, p-, d-, f- семейств, особенности их электронных конфигураций.
8. Квантово-механические расчёты электронного строения атомов элементов 9 и 10 периодов
9. Работы Мозли. Физический смысл порядкового номера атома в периодической системе элементов, заряд ядра, массовое число. Физическая и химическая шкала. Изотопы, изотоны, изобары.
10. Правила устойчивости. Типы радиоактивного распада.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – излучение.
11. Искусственная радиоактивность.
12. Энергия ядра. Средняя энергия связи малых, средних и тяжёлых ядер.
13. Элементы конца периодической системы. Устойчивость тяжёлых ядер и соотношение протонов и нейтронов. Магические числа. Острова стабильности трансуранов.
14. Ядерные реакции. Методы синтеза трансурановых элементов Синтез элементов № № 113, 114, 115, 116, 117, 118.
15. Деление ядер. Быстрые и тепловые нейтроны. Энергия деления. Схема процесса в ядерном реакторе. Термоядерные реакции. Энергетические процессы на Солнце и звёздах.



**16.** Элементарные частицы. Современное состояние вопроса об элементарных частицах. Мезоны. Гипероны. Античастицы. Взаимная превращаемость частиц. Кварки.

**Раздел 3. Молекулы.**

1. Механизмы образования химической связи.
2. Двухцентровая двухэлектронная связь.
3. Метод валентных схем, основные положения.  $\sigma$ -,  $\pi$ - и  $\delta$ -связи.
4. Теория направленных валентностей. Метод отталкивания валентных электронных пар Гиллеспи. Правила устойчивой гибридизации.
5. Стереохимия молекул с одинарными и кратными связями.
6.  $\pi$ -сопряжённые молекулы. Резонанс порядков связи.
7. Недостатки МВС.
8. Полярность связей и молекул.
9. Образование  $\sigma$ -,  $\pi$ - молекулярных орбиталей путём линейной комбинации атомных орбиталей. Энергетические диаграммы и характеристика магнитных свойств молекул и молекулярных ионов. Электронные формулы молекул.
10. Порядок связи. Зависимость между порядком связи и энергией связи, её длиной.
11. Электронные конфигурации и свойства гомонуклеарных молекул и молекулярных ионов, гетеронуклеарных двух- и трёхатомных молекул.
12. Донорно-акцепторная связь в ММО.
13. Сравнение методов ВС и МО.
14. Химическая связь в координационных соединениях.
15. Ионная связь. Водородная связь.

**Раздел 4. Конденсированное состояние вещества.**

1. Химическая связь в кристаллических твёрдых телах. Межмолекулярные силы взаимодействия.
2. Строение кристалла. Элементарная ячейка. Классификация кристаллических форм.
3. Плотнейшая гексагональная упаковка. Решётка гранецентрированного куба. Решётки металлов. Решётка типа NaCl и ZnS. Решётка алмаза. Степень заполнения пространства в различных решётках
4. Ионные кристаллические решётки. Координационное число. Энергия кристаллической решётки, её определение.
5. Межатомные расстояния в твёрдых телах. Радиусы ионов. Сингонии. Изоморфизм.
6. Дефекты кристаллической структуры. Реальные кристаллы. Междоузлия и дырки.
7. Нестехиометрические кристаллы. Полупроводники.
8. Молекулярные кристаллы.
9. Слоистые соединения. Жидкие кристаллы.
10. Сопоставление типов связи в веществе с его свойствами.

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Назовите важнейшие открытия на рубеже 19 – 20 веков, которые предшествовали возникновению теории строения атома.

2. Запишите уравнение Шредингера для атома водорода.
3. Каков физический смысл волновой функции?
4. Сформулируйте правила, которыми определяется число орбиталей и электронов данного электронного слоя. В атоме водорода. Объяснить ход кривых.
5. Почему р- орбиталей 3, а d- орбиталей 5?
6. Какова ёмкость электронного слоя, электронной оболочки? Почему?
7. Какое состояние электрона называется основным, какое – возбуждённым?
8. Изобразите графически зависимость  $4\pi r^2 \psi^2$  от r для 3s-, 3p- и 3d-состояний электрона.
9. Изобразите графически характер изменения вероятности пребывания электрона на связывающей и разрыхляющей орбиталях молекулярного иона  $\text{H}_2^+$  по оси соединения ядер.
10. Как исходя из строения атомов, образующих молекулу, определит число, форму и энергию молекулярных орбиталей?
11. Определите число и форму орбиталей молекулы фтора. Составьте приближённую диаграмму энергетических уровней молекулы и приведите её электронную конфигурацию.
12. Сформулируйте основные положения модели локализованных электронных пар для объяснения пространственной конфигурации молекулы.
13. Сформулируйте правила устойчивой гибридизации.
14. Дайте характеристику кратных связей и изобразите типы перекрывания АО при образовании двойной связи.
15. Каково пространственное расположение относительно центрального атома sp-, sp<sup>2</sup>-, sp<sup>3</sup>-, sp<sup>3</sup>d – и sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>- гибридных орбиталей?
16. Назовите основные положения ММО ЛКАО?
17. В чём отличие связывающей орбитали от разрыхляющей орбитали?
18. Каков характер изменения энергии диссоциации и межъядерного расстояния при переходе от  $\text{N}_2$  к  $\text{N}_2^+$  и  $\text{N}_2^-$ ? Дайте объяснения.
19. Объясните, почему в молекуле хлорида натрия эффективные заряды ионов равны +0,85 и -0,85?
20. Рассмотрите образование химической связи в ионе  $[\text{FeF}_6]^{3+}$  с позиций МВС, ММО ЛКАО и теории поля лигандов.
21. Дайте определение понятий: «изотопы», «изобары», «изотоны».
22. Напишите уравнения ядерных реакций открытия протона и нейтрона.
23. Как определить число протонов и нейтронов в ядре?
24. Какие ядра называют «магическими»?
25. Чем обусловлена устойчивость ядер?
26. В чём сущность оболочечной модели ядра?
27. Запишите уравнение  $\alpha$  – распада изотопа урана (238).
28. Приведите пример искусственной радиоактивности.
29. Составьте уравнение ядерной реакции.
30. Приведите уравнение ядерной реакции синтеза элемента № 118.
31. Назовите и охарактеризуйте основные типы межмолекулярных взаимодействий.
32. Охарактеризуйте кристаллическую решётку хлорида натрия.
33. Что понимают под энергией кристаллической решётки и как её определяют?
34. Как зависят свойства вещества от типа кристаллической решётки?

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

## 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

### 1. Выполнение лабораторной работы

*Требования к оформлению лабораторной работы:* В отчёте по работе необходимо указать цель работы, последовательность действий, полученные результаты, выводы.

*Пример оформления лабораторной работы:*

#### Лабораторная работа №

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ГИБРИДИЗАЦИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛ

**Цель работы:** Развить пространственное мышление студентов. Научиться определять тип гибридизации и геометрическое строение молекул.

**Оборудование:** детали для сборки шаро-стержневых моделей молекул.

#### Выполнение работы

1. Определить тип гибридизации и геометрическое строение молекул, указанных преподавателем, с использованием алгоритма:
  - 1) изобразить графическую формулу молекулы заданного вещества, указав не связывающие электронные пары, а также  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи;
  - 2) Записать электронную формулу центрального атома в графической форме (в основном/возбуждённом состоянии), указав свободные АО и электронные пары, участвующие в образовании донорно-акцепторных связей, а также АО с электронами, участвующие в образовании  $\pi$ - связей;
  - 3) Определить тип гибридизации с учётом донорно-акцепторных связей и приняв во внимание, что АО с электронами для  $\pi$ - связей не участвуют в гибридизации;
  - 4) Определить пространственное строение молекулы.

II. Собрать модель молекулы. Определить валентные углы.

#### Требования к отчёту

Отчёт оформляется в виде таблицы:

№	Формула вещества	Стерическое число	Координационное число	Число не связывающих электронных пар	Тип гибридизации	Схема пространственного строения молекулы	Валентный угол
1.							
...							

*Критерии оценивания:*

- оценка 5 «отлично» выставляется, если работа выполнена правильно и при выполнении студент продемонстрировал навыки применения теоретических знаний на практике, правильно выполнено оформление лабораторной работы.

- оценка 4 «хорошо» выставляется, если задание выполнено правильно, но при обработке полученных данных допущены некоторые несущественные ошибки. Студент имеет навыки применения теоретических знаний, правильно оформил лабораторную работу.
- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если студент испытывал затруднения в процессе применения теоретических знаний при решении конкретной практической задачи, обработке полученных данных и оформлении лабораторной работы.
- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если при выполнении задания допущены существенные ошибки, студент не умеет применить знания на практике.

## 2. Опрос (письменный и устный).

Вопросы, рассматриваемые на занятиях, см. в разделе 5 «Виды образовательной деятельности. Самостоятельная работа».

### *Критерии оценивания*

**«Отлично»** - выставляется студентам, которые показали разносторонние системные знания программного материала, умение безупречно выполнять задания определенные программой обучения, продемонстрировали творческие способности.

**«Хорошо»** - заслуживают студенты, которые показали полные знания программного материала, успешно выполнили задания, предусмотренные учебной программой, усвоили содержание основной литературы.

**«Удовлетворительно»** - выставляется студентам, которые показали знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и будущей работы по выбранной профессии, выполнили задания, предусмотренные учебной программой, ознакомились с литературой.

**«Неудовлетворительно»** - получают студенты, которые показали пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, сделали принципиальные ошибки в ходе выполнения заданий.

## 3. Выполнение домашних самостоятельных работ на практическое применение знаний

### Примеры заданий для домашних самостоятельных работ

#### Раздел 1 . Атомы

1. Приведите электронную формулу рения и укажите координаты этого элемента в периодической системе.
2. Каково пространственное расположение вокруг центрального атома молекулы 2, 3, 4, 5, 6 электронных пар?
3. Приведите электронную формулу атома элемента, находящегося в 5 периоде, 6 группе, побочной подгруппе.
4. В атоме элемента находятся 5 электронных слоёв и 7 внешних электронов. Какими квантовыми числами они характеризуются?
5. Какое число электронов содержит атом, если следующий электрон должен сделать выбор между 5s и 4d орбиталями?
6. Вычислить состав природного хлора (в массовых долях), приняв, что он состоит из изотопов  $^{35}\text{Cl}$  и  $^{37}\text{Cl}$ .
7. Какое промежуточное ядро образуется в результате реакции  $^{53}\text{Cr} (d, n) ^{54}\text{Mn}$ ?

8. Составьте уравнение ядерной реакции, протекающей при бомбардировке ядра атома марганца (55), если известно, что в результате реакции образуется гелий и ещё один элемент (какой?).

## Раздел 2. Молекулы

1. Приведите примеры молекул, обладающих дипольным моментом, отличным от нуля, и молекул, не обладающих дипольным моментом.
2. Установите стехиометрический состав соединений  $A_n B_m$ , структурной единицей которых являются октаэдры  $A B_6$ , если на образование мостиковых связей  $A-B-A$  каждый октаэдр предоставляет: 1) две, 2) четыре, 3) шесть вершин.
3. Дипольный момент  $HF$  равен  $6,38 \cdot 10^{-30}$  Кл м. Длина связи  $9,17 \cdot 10^{-11}$  м. Каковы эффективный заряд и степень ионности в молекуле  $HF$ ?
4. У какой из молекул дипольные моменты близки к нулю:  $COS$ ,  $HF$ ,  $CdCl_2$ ?
5. Установите тип гибридизации АО центрального атома и форму частиц:  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SF_6$ ,  $IBr_2^-$ .
6. Изобразите энергетическую диаграмму молекулы  $NO$  и вычислите порядок связи. Приведите электронную формулу молекулы.
7. Каково пространственное расположение вокруг центрального атома молекулы 2, 3, 4, 5, 6 электронных пар?
9. Приведите электронные формулы ионов:  $CN^-$ ,  $BF_4^-$

*Критерии оценивания домашней самостоятельной работы:*

«Отлично» - приведены правильные ответы на все задания.

«Хорошо» - правильно решены не менее 80% задач.

«Удовлетворительно» - правильно решены не менее 50% заданий.

«Не удовлетворительно» - приведены правильные ответы менее, чем 50% заданий.

## 4. Тестирование.

### Примеры тестовых заданий

#### ТЕМА: СТРЕЕНИЕ АТОМА

1. Какие ионы имеют электронную конфигурацию неона? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
2. Какие энергетические уровни не имеют  $d$ -подуровней? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
3. Какой элемент имеет в атоме 3 электрона, для каждого из которых  $\ell=1$ ,  $n=3$  \_\_\_\_\_ (введите ответ)
4. Укажите значения квантовых чисел  $n$  и  $\ell$  для внешних электронов в атоме элемента № 33 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (введите ответ)
5. Одинаковым значением каких квантовых чисел называется совокупность электронов, которую называют электронной оболочкой? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
6. Какое квантовое число определяет ориентацию в пространстве электронного облака? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
7. Чем определяется кратность вырождения состояния электрона? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
8. На каком расстоянии от ядра плотность  $1s$  – электронного облака в атоме водорода имеет максимальное значение? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
9. Чему равна ёмкость 5-го электронного слоя? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
10. Какое электронное облако не имеет узловых поверхностей? \_\_\_\_\_ (введите ответ)

11. Значением какого квантового числа должны отличаться два электрона, имеющие одинаковый набор следующих квантовых чисел  $\ell, m_s, m_\ell$ ;  $n, m_s, m_\ell$ ;  $n, \ell, m_s$ ;  $n, \ell, m_\ell$ . \_\_\_\_\_ (введите ответ)
12. Сколько электронных слоёв содержит электронная оболочка атома из 86 электронов? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
13. Запишите электронную формулу иона \_\_\_\_\_ (введите ответ)
14. Какое число электронов содержит атом с валентными электронами  $3d^3 4s^2$  \_\_\_\_\_ (введите ответ)
15. Максимальное число неспаренных электронов на d-орбиталях составляет \_\_\_\_\_ (введите ответ)
16. Математическое выражение, отражающее двойственную природу электрона имеет вид: \_\_\_\_\_ (введите ответ)
17. Математическое выражение, отражающее двойственную природу электрона имеет вид: \_\_\_\_\_ (введите ответ)
18. Ядро атома состоит из \_\_\_\_\_ (введите ответ)
19. Ядро изотопа  $^{37}\text{Cl}$  содержит \_\_\_\_\_ нейтронов (введите ответ)
20. Наибольшей массой среди элементарных частиц обладает \_\_\_\_\_ (введите ответ)
21. Число электронов в катионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно \_\_\_\_\_ (введите ответ)
22. Пример иона, содержащего неспаренные электроны в основном состоянии \_\_\_\_\_ (введите ответ)
23. В 5 периоде наименьшую энергию ионизации имеет атом \_\_\_\_\_ (введите ответ)
24. Какие частицы имеют электронную конфигурацию  $3s^2 3p^6$ ? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
25. В 3 периоде наибольшую электроотрицательность имеет атом \_\_\_\_\_ (введите ответ)
26. Число электронных пар на валентном энергетическом уровне атома хрома в основном состоянии равно \_\_\_\_\_ (введите ответ)
27. Порядковый номер элемента, валентные электроны атома которого расположены на орбиталях  $3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ , равен \_\_\_\_\_ (введите ответ)
28. Форму АО определяет \_\_\_\_\_ квантовое число \_\_\_\_\_ (введите ответ)
29. Орбитальное квантовое число может принимать значения \_\_\_\_\_ (введите ответ)

### ТЕМА: СТРОЕНИЕ АТОМА

1. Максимальное число электронов на электронном слое с главным квантовым числом 3 равно 1) 2    2) 8    3) 18    4) 32
2. На p-орбиталях одного энергетического уровня максимально могут располагаться электронов 1) 2    2) 10    3) 8    4) 6
3. Максимальное число неспаренных электронов на d-орбиталях составляет 1) 7    2) 3    3) 6    4) 4
4. Математическое выражение принципа Гейзенберга \_\_\_\_\_ (введите ответ)
5. Для электрона, находящегося на d-орбиталях невозможно значение квантового числа 1)  $l=1$     2)  $m=1$     3)  $n=4$     4)  $s=1/2$
6. Ядро атома состоит из 1) протонов и электронов    2) нейтронов и электронов  
3) протонов и нейтронов    4) протонов, нейтронов и электронов
7. В ядре природного изотопа  $^{23}\text{Na}$  находится 1) 12 протонов    2) 23 протона    3) 12 нейтронов    4) 11 нейтронов
8. Ядро изотопа  $^{37}\text{Cl}$  содержит нейтронов 1) 17    2) 37    3) 20    4) 18
9. Наибольшей массой обладает 1) позитрон    2) нейтрон    3) фотон    4) электрон
10. Согласно правилу Клечковского **10.** сумма спинов электронов одного энергетического подуровня в основном состоянии максимальна

- 2) электронный подуровень 3d заполняется после подуровня 4s
7. в атоме не может быть двух электронов в одинаковых квантовых состояниях
- 4) на 2p подуровне не может быть больше 2 электронов
11. В третьем периоде число элементов равно 1) 2 2) 8 3) 18 4) 32
12. Число электронов в катионе  $\text{Ca}^{2+}$  равно 1) 18 2) 19 3) 20 4) 21
13. В состав фосфидов  $\text{Э}_3\text{P}_2$  могут входить атомы элементов 1) S 2) Ca 3) Al 4) K
14. Неспаренные электроны в основном состоянии содержит частица  
1) C 2) Ar 3)  $\text{F}^-$  4)  $\text{Ca}^{2+}$
15. Число неспаренных электронов в атоме молибдена, находящемся в основном состоянии, равно 1) 1 2) 4 3) 5 4) 6
16. Число неспаренных электронов в ионе  $\text{Si}^+$ , находящемся в первом возбужденном состоянии, равно 1) 1 2) 2 3) 4 4) 5
17. Наименьшую энергию ионизации имеет атом 1) бора 2) лития 3) азота 4) фтора
18. В ряду химических элементов  $\text{Cl} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{I}$  атомные радиусы  
1) не изменяются 2) возрастают 3) изменяются периодически 4) убывают
19. Электронную конфигурацию  $3s^2 3p^6$  имеет частица 1)  $\text{K}^+$  2)  $\text{Cl}^+$  3)  $\text{Na}^+$  4)  $\text{Se}^{2-}$ .
20. Внешний энергетический уровень  $\text{W}^{+6}$  имеет электронную конфигурацию  
1)  $5d^0 6s^0$  2)  $5d^4 6s^0$  3)  $5d^{10} 6s^0$  4)  $5d^0 6s^2$
21. Наибольшую электроотрицательность имеет атом 1) Al 2) P 3) Cl 4) Na
22. Наименьшее сродство к электрону имеет атом 1) Ca 2) Be 3) Ba 4) Sr
23. Электронную конфигурацию неона имеют ионы 1)  $\text{Be}^{2+}$  2)  $\text{Mg}^{2+}$  3)  $\text{S}^{2-}$  4)  $\text{P}^{3+}$
24. Число электронных пар на валентном энергетическом уровне атома азота в основном состоянии равно 1) 3 2) 0 3) 2 4) 1
25. Число электронов на 3d – подуровне у иона  $\text{Cu}^{2+}$  равно 1) 7 2) 6 3) 9 4) 8
26. Порядковый номер элемента, валентные электроны атома которого расположены на орбиталях  $4s^2 4p^2$ , равен 1) 32 2) 24 3) 34 4) 22
27. Атомам металла соответствует электронная формула  
1)  $4d^{10} 5s^2 5p^4$  2)  $2s^2 2p^6 3s^1$  3)  $3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$  4)  $4d^{10} 5s^2 5p^1$
28. Формула высшего оксида элемента, электронная конфигурация атома которого  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ , имеет вид 1)  $\text{Э}_2\text{O}_5$  2)  $\text{Э}_2\text{O}_3$  3)  $\text{Э}_2\text{O}$  4)  $\text{ЭO}_3$ .
29. Формула водородного соединения элемента с электронная конфигурация атома которого  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ , имеет вид 1)  $\text{ЭH}_2$  2)  $\text{ЭH}_4$  3)  $\text{ЭH}_3$  4)  $\text{ЭH}$ .
30. В периоде с увеличением порядкового номера элементов металлические свойства  
1) ослабевают 2) не изменяются 3) изменяются неоднозначно 4) усиливаются
31. Формула высшего оксида элемента, образующего водородное соединение  $\text{ЭH}_2$  имеет вид 1)  $\text{ЭO}_3$  2)  $\text{ЭO}_2$  3)  $\text{ЭO}_4$  4)  $\text{ЭO}$
32. Формула водородного соединения элемента, образующего высший оксид  $\text{Э}_2\text{O}_7$  имеет вид 1)  $\text{H}_2\text{Э}$  2)  $\text{ЭH}_3$  3)  $\text{ЭH}_4$  4)  $\text{HЭ}$
33. Химическому элементу с формулой высшего оксида  $\text{ЭO}_3$  соответствует электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атома  
1)  $ns^2 np^3$  2)  $ns^2 np^2$  3)  $ns^2 np^4$  4)  $ns^2 np^1$ .
34. Химическому элементу, образующему с водородом соединение  $\text{ЭO}_3$  соответствует электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атома  
1)  $ns^2 np^5$  2)  $ns^1 np^4$  3)  $ns^2 np^3$  4)  $ns^2 np^1$
35. Формула высшего оксида, распределение валентных электронов которого  $ns^1 (n-1)d^5$  имеет вид 1)  $\text{Э}_2\text{O}_5$  2)  $\text{ЭO}$  3)  $\text{Э}_2\text{O}$  4)  $\text{ЭO}_3$ .
36. Одинаковое значение валентности в высшем оксиде и водородном соединении проявляют 1) P 2) Si 3) Cl 4) S
37. В ряду оксидов  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$  происходит переход от  
1) амфотерного оксида к кислотному 2) основного оксида к кислотному  
3) основного оксида к амфотерному 4) кислотного оксида к основному

38. Элемент, образующий кислоту состава  $H_2EO_4$ , находится в главной подгруппе \_\_\_ группы ПС  
 1) V      2) VII      3) VI      4) IV
39. Энергию атомных орбиталей определяет квантовое число  
 1) орбитальное      2) главное      3) магнитное      4) спиновое
40. Электроны, характеризующиеся  $l=2$ , находятся на орбиталях \_\_\_  
 1) f    2) p    3) s    4) d
41. Общий запас энергии электрона в атоме характеризует число  
 1)  $m_s$     2)  $n$     3)  $l$     4)  $m_l$
42. Форму АО определяет \_\_\_ квантовое число  
 1) орбитальное      2) главное      3) магнитное      4) спиновое
43. Орбитальное квантовое число может принимать значения  
 1)  $\pm 1/2$       2)  $1, 2, 3, 4, \dots \infty$       3)  $-l, \dots 0, \dots +l$       4)  $0, 1, \dots (n-1)$

### ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

1. Наибольшая длина связи в соединении  
 1) HCl    2) HI    3) HF    4) HBr
2. В ряду  $N_2 \rightarrow O_2 \rightarrow H_2$  прочность связи в молекулах  
 1) уменьшается    2) увеличивается    3) не изменяется    3) изменяется периодически
3. В молекуле \_\_\_\_\_ имеется кратная связь  
 1)  $CH_4$     2)  $N_2$     3)  $SF_6$     4)  $H_2O$
4. Молекула диоксида углерода содержит \_\_\_\_\_ связи  
 1)  $2\sigma$  и  $1\pi$     2)  $1\sigma$  и  $1\pi$     3)  $2\sigma$     4)  $2\sigma$  и  $2\pi$
5. Вещество, в молекуле которого содержатся  $2\sigma$  и  $2\pi$  имеет формулу  
 1)  $CH_4$     2) CO    3)  $CO_2$     4)  $COCl_2$ .
6. Сущность обменного механизма образования химической связи состоит в перекрывании  
 1) одноэлектронных орбиталей взаимодействующих атомов  
 2) любых электронных орбиталей    3) двух свободных орбиталей двух атомов  
 4) двухэлектронной орбитали одного атома и свободной орбитали другого атома
7. Соединением, в котором реализуется связь, образованная по донорно-акцепторному механизму,  
 является ... 1) аммиак    2) молекула азота    3) молекула хлороводорода    4) хлорид аммония
8. Донором является частица, предоставляющая ...  
 1) свободную орбиталь    2) пару электронов    3) пару свободных орбиталей    4) электрон
9. В молекуле сероводорода \_\_\_\_\_ химическая связь  
 1) ковалентная неполярная    2) ионная    3) ковалентная полярная    4) водородная
10. Ионная связь образуется между элементами ... 1) H и C    2) P и O    3) K и Cl    4) S и O
11. Вещества, содержащие только ковалентные полярные связи, приведены в ряду ...  
 1)  $PF_5, Cl_2O_7, NH_4Cl$     2)  $F_2, H_2SO_4, P_2O_5$     3)  $H_3PO_4, BF_3, CH_3COONH_4$     4)  $NO_2, SOCl_2, CH_3COOH$
12. Наибольшей степенью ионности характеризуется химическая связь в соединении ...  
 1)  $ClO_2$     2)  $CCl_4$     3)  $CaCl_2$     4) HCl
13. Неспаренные электроны содержатся на молекулярных орбиталях в молекуле ....  
 1) неона    2) азота    3) фтора    4) кислорода
14. Водородные связи присутствуют 1) в молекуле воды    2) между молекулами метана  
 3) между молекулами уксусной кислоты    4) в молекуле водорода
15. Установите соответствие между формулой вещества и типом химической связи  
 1) NaCl    2)  $PH_3$     3) Na    4)  $Cl_2$ .    А. металлическая  
 Б. ионная    В. водородная    Г. ковалентная неполярная    Д. ковалентная полярная



16. Центральный атом имеет  $sp^2$ -гибридизацию в молекуле ... 1) угольная кислота  
2) монооксид углерода 3) метан 4) диоксид углерода
17. Установите соответствие между формулой вещества и типом гибридизации центрального атома  
1)  $CO_2$  2)  $CH_4$  3)  $K_2CO_3$  4)  $SO_2$  А.  $sp$  Б.  $sp^2$  В.  $sp^3$ .
18. Орбитали атома бора в молекуле  $BF_3$  находятся в состоянии \_\_\_\_ - гибридизации  
1)  $sp^3$  2)  $sp^4$  3)  $sp^2$  4)  $sp$
19. Молекула  $PCl_3$ , в которой атом фосфора находится в  $sp^3$  – гибридном состоянии, имеет \_\_\_\_ форму  
1) линейную 2) плоскую 3) пирамидальную 4) угловую
20. Линейное строение имеет молекула, формула которой ... 1)  $H_2S$  2)  $H_2O$  3)  $SO_2$  4)  $BeF_2$
21. Установите соответствие между формулой вещества и валентным углом центрального атома:  
1)  $CO_2$  2)  $BF_3$  3)  $CH_4$  А.  $180^\circ$  Б.  $109^\circ 28'$  В.  $120^\circ$  Г.  $90^\circ$ .
22. Установите соответствие между формулой вещества и пространственным строением его молекулы 1)  $BeF_2$  2)  $BF_3$  3)  $CF_4$  А. тетраэдр Б. октаэдр В. треугольник Г. линейная
23. Полярной является молекула 1)  $BF_3$  2)  $H_2S$  3)  $CO_2$  4)  $SO_3$
24. Полярность связи увеличивается в ряду 1)  $BF_3, BeF_2, LiF, F_2$  2)  $O_2, SO_2, SeO_2, OF_2$   
3)  $NaCl, MgCl_2, AlCl_3, SiF_4$  4)  $HI, HBr, HCl, HF$
25. В узлах кристаллической решётки фторида натрия находятся 1) ионы натрия и фтора  
2) атомы натрия и фтора 3) молекулы  $NaF$  4) атомы натрия и молекулы фтора
26. Белый фосфор имеет кристаллическую решётку 1) атомную 2) металлическую  
3) молекулярную 4) ионную
27. Установите соответствие между названием вещества и типом кристаллической решётки в веществе  
1. молекулярная 2) атомная 3) металлическая 4) ионная А. графит Б. хлорид кальция В. литий.

### ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

1. Наибольшая длина связи в ряду водородных соединений галогенов у \_\_\_\_\_  
(введите ответ)
2. Как изменяется прочность связи в ряду  $N_2 \rightarrow O_2 \rightarrow H_2$ ? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
3. В какой из молекул имеется кратная связь:  $CH_4$ ;  $N_2$ ;  $SF_6$ ;  $H_2O$ ? \_\_\_\_\_ (введите ответ)
4. Сколько  $\sigma$  и  $\pi$  связей содержится в молекуле оксида углерода (II) \_\_\_\_\_ (введите ответ)
5. Приведите пример молекулы, в которой содержатся 5  $\sigma$  и 2  $\pi$  связи \_\_\_\_\_ (введите ответ)
6. Донором при образовании донорно-акцепторной связи является частица, предоставляющая \_\_\_\_\_ (введите ответ)
7. В молекуле сероводорода \_\_\_\_\_ химическая связь:  
1) ковалентная неполярная 2) ионная 3) ковалентная полярная 4) водородная
8. Ионная связь образуется между элементами \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ (введите ответ)
9. Расположите вещества  $ClO_2$ ;  $CCl_4$ ;  $CaCl_2$ ;  $HCl$  в порядке возрастания полярности связи \_\_\_\_\_ (введите ответ)
10. Не спаренные электроны содержатся на молекулярных орбиталях молекул \_\_\_\_\_ (введите ответ)
11. Для твёрдых веществ а)  $PF_5$ , б)  $Cl_2O_7$ , в)  $NH_4Cl$  характерны кристаллические решётки: а) \_\_\_\_\_; б) \_\_\_\_\_; в) \_\_\_\_\_ (введите ответ)

12. В молекулах и ионах: а)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , б)  $\text{BF}_4^-$ , в)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  тип связи: а) \_\_\_\_, б) \_\_\_\_, в) \_\_\_\_ . (введите ответ)
13. Между молекулами уксусной кислоты действует \_\_\_\_\_ связь. (введите ответ)
14. Центральный атом имеет  $sp^4$  –гибридизацию в молекуле \_\_\_\_ . (введите ответ)
15. Тип гибридизации и строение сульфат-иона \_\_\_\_\_ (введите ответ)
16. Приведите пример молекулы, имеющей линейное строение \_\_\_\_\_ (введите ответ)
17. Тип кристаллической решётки вольфрама \_\_\_\_\_ (введите ответ)
18. Валентный угол  $90^\circ$  присутствует в молекулах : \_\_\_\_\_.(введите ответ)
19. В узлах кристаллической решётки фторида натрия находятся \_\_\_\_\_ (введите ответ)
20. В каких из молекул: азота, оксида азота(II), CO, хлора на молекулярных орбиталях содержатся неспаренные электроны \_\_\_\_\_ (введите ответ)

### Критерии оценивания

Отлично» - приведены правильные ответы на все задания.

«Хорошо» - правильно решены не менее 80% задач.

«Удовлетворительно» - правильно решены не менее 50% заданий.

«Не удовлетворительно» - приведены правильные ответы менее, чем 50% заданий.

### 5. Письменные работы.

Примеры заданий для письменных самостоятельных работ

1. Определить тип гибридизации центрального атома и пространственную конфигурацию молекул:

$\text{ZnCl}_2$   $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$   $\text{SCO}$   $\text{CrF}_2$   $\text{GfBr}_3$   $\text{CO}_3$   $\text{SO}_2$   $\text{SnCl}_2$   $\text{SiH}_3\text{F}$   $\text{BCl}_4$   $\text{SbF}_3$   
 $\text{H}_3\text{O}^+$   $\text{ClO}_3^-$   $\text{F}_2\text{O}$   $\text{SCI}_2$   $\text{CrO}_4^{2-}$   $\text{MnO}_4^-$   $\text{NbBr}_5$   $\text{Fe}(\text{CO})_5$   $\text{ClF}_3$   $\text{ICl}_2$   
 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$   $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$   $[\text{PCI}_6]^-$   $[\text{SiF}_6]^{2-}$   $\text{BrF}_5$   $\text{XeF}_4$   $\text{IF}_7$   $[\text{UF}_7]^{3-}$   $[\text{PbH}_9]^{2-}$

2. Изобразите энергетические диаграммы молекул и ионов:

$\text{P}_2$  ,  $\text{Br}_2$  ,  $\text{S}_2$  ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$  ,  $\text{Al}_2$  ,  $\text{B}_2$  ,  $\text{BF}^-$  .

3. Какие из молекул обладают дипольным моментом:

$\text{OF}_2$   $\text{CO}_2$   $\text{ICl}_5$   $\text{BrCl}_3$   $\text{ClF}$   $\text{NCl}_3$   $\text{H}_2\text{S}$   $\text{CS}_2$   $\text{NO}$   $\text{Cl}_2\text{O}$   $\text{NOCl}$   $\text{N}_2\text{O}$   
 $[\text{ICl}_2]^-$   $\text{SeCl}_4$  ?

4. В каких соединениях связь более полярна:

а)  $\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{H}_2\text{Se}$  б)  $\text{HCl}$  или  $\text{HI}$  в)  $\text{CH}_4$  или  $\text{NH}_3$  ?

### Критерии оценивания

«Отлично» - студент показал разносторонние знания теоретического материала и умение применять их на практике для определения типа гибридизации и пространственного строения молекулы, изображения энергетических диаграмм по методу МО, определять дипольные моменты молекул и степень ионности связи. При выполнении задания не допускал ошибок.

«Хорошо» - имеет достаточно полные теоретические знания, но допускает неточности и не принципиальные ошибки при выполнении задания. Не менее 80% правильных ответов.

«Удовлетворительно» - студент усвоил сущность квантово-механической теории описания атомов и молекул, но испытывает затруднения в процессе применения теоретических знаний на практике. Правильно выполнено не менее 40% задания.

«Неудовлетворительно» - выставляется студенту, имеющему существенные пробелы в знаниях теоретического материала и серьёзные затруднения при их применении в конкретной ситуации. Правильно выполнено менее 40 % задания.

## **6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации**

Зачёт (3 семестр)

### ***Критерии оценивания уровня освоения дисциплины***

По итогам освоения дисциплины выставляется «зачёт».

«**Зачтено**» выставляется при условии выполнения всех заданий на лабораторных занятиях и тестовых заданий; умения использовать знание программного материала, грамотного его изложения, правильного применения теоретических знаний на практике, демонстрации способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу при выполнении практических заданий.

«**Не зачтено**» - принципиальные ошибки при выполнении заданий на лабораторных занятиях и тестовых заданий; грубые ошибки при изложении программного материала, неумение применять теоретические знания на практике.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **7.1. Список основной литературы**

1. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ В 2 Ч. Часть 1. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Степанов Н.Ф. Год 2017/ Гриф УМО ВО.

Ссылка: <https://biblio-online.ru/book/6149CFF0-5AE4-4BC0-AA0D-6284AE6BCED3>

2. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ В 2 Ч. Часть 2. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Степанов Н.Ф. Год 2017/ Гриф УМО ВО.

Ссылка: <https://biblio-online.ru/book/F55EE297-33DF-4B10-B7F7-E9197C0F1490>

### **1.**

### **7.2. Список дополнительной литературы**

1. Ахметов Н.С. Неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 2006, 2008 - 20 экз.
2. Дмитриев И.С. Электрон глазами химика. – Л.: Химия, 1986, 3 экз.
3. Краснов К.С., Н.К. Воробьёв, И.Н. Годнев, В.Н. Васильева, В.П. Васильев, В.Л. Киселёва, К.Н. Белоногов, В.П. Гостикин. Физическая химия. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика. – М.: высшая школа, 1995, 5 экз.
4. М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1995, 5 экз.
4. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия. – М.: Дрофа, 2002, 10 экз.
5. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2006 – 5 экз.
6. Хабердитц В. Строение материи и химическая связь. – М.: Мир, 1974, 2 экз.

### **7.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникативной сети «Интернет»**

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”(http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/).

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий - корпус № 1, ауд. 61: ноутбук HP 530 CM-530, проектор Vivitek D557W, экран настенный ProScreen; ауд. 62.

Помещение для самостоятельной работы - уч. корпус № 1, ауд. 26: учебная мебель (30 посадочных мест), компьютерный класс с выходом в сеть Интернет (17 компьютеров), принтер HP Deskjet 1280, сканер EPSONGT1500 A3.

### **9. Программное обеспечение**

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022