

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.О.28 Общая химия**

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): Биология, Химия

Форма обучения: Очная

Курс – 1

Семестр – 1, 2

Всего зачетных единиц – 5, часов – 180

Форма отчетности: экзамен – 1 семестр, зачет – 2 семестр

Программу разработал: доктор педагогических наук, доцент кафедры экологии и химии Миренкова Е.В.

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Гильденков

Смоленск  
2021

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.О.28 «Общая химия» относится к блоку Б1 обязательной части образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (биология, химия) (очная форма обучения).

Это первая дисциплина, с которой начинается цикл химических дисциплин в вузе. Для ее успешного освоения студент должен обладать базовыми знаниями, умениями и навыками, полученными в результате изучения школьного курса химии.

Изучение дисциплины Б1.О.28 «Общая химия» позволяет создать условия, необходимые для формирования у студентов современного естественнонаучного мировоззрения и целостной научной картины мира, а также заложить фундамент для более глубокого понимания и осмысленного применения химических знаний в различных областях науки. В результате изучения дисциплины Б1.О.28 «Общая химия» студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для успешного освоения всех последующих дисциплин химического цикла, и прежде всего - Б1.О.29 «Неорганическая химия», изучение которой способствует практическому применению полученных теоретических знаний.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	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> основные химические понятия, законы и теории; классификацию и номенклатуру неорганических веществ; общие свойства и способы получения неорганических веществ различных классов; взаимосвязи между количественными химическими понятиями. <b>Уметь:</b> излагать и интерпретировать химическую информацию, подкреплять теоретические положения конкретными фактами; применять основные понятия, законы и теории химии для решения практических задач; осуществлять расчеты по химическим формулам и уравнениям химических реакций; организовывать, проводить химический эксперимент и обрабатывать его результаты. <b>Владеть:</b> навыками оперирования химической символикой и номенклатурой; навыками прогнозирования продуктов химических реакций; методами и приемами постановки и выполнения эксперимента для получения веществ и изучения их свойств; методами безопасного обращения с химическими реагентами с учетом их физических и химических свойств.

### 3. Содержание дисциплины

**Введение.** Объект и предмет изучения химии. Правила поведения в химической лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Наблюдение и химический эксперимент.

**Атомно-молекулярное учение.** Законы стехиометрии. Основные химические понятия и законы, границы их применимости. Эквивалент и закон эквивалентов.

**Классификация и номенклатура неорганических соединений. Генетическая связь.** Классификация неорганических соединений. Виды номенклатур. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

**Строение атома. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева.** Современные представления о строении атома. История и современность Периодического закона и Периодической таблицы.

**Химическая связь.** Ковалентная, ионная, металлическая, водородная связь. Типы кристаллических решеток. Зависимость свойств веществ от их состава и строения.

**Дисперсные системы. Растворы.** Дисперсные системы, их классификации. Способы выражения состава растворов. Растворимость. Общие свойства растворов.

**Электролитическая диссоциация. Гидролиз.** Электролитическая диссоциация, ее качественная и количественная характеристика. Гидролиз солей в воде.

**Энергетика химических процессов.** Тепловой эффект реакции, закон Гесса. Энергия Гиббса реакции.

**Скорость химических реакций. Химическое равновесие.** Скорость химических реакций и факторы, влияющие на нее. Химическое равновесие, его характеристика и способы смещения.

**Координационные соединения.** Координационные соединения, их строение и свойства.

**Окислительно-восстановительные процессы.** Основные понятия теории ОВР. Методы расстановки коэффициентов в уравнениях реакций. Классификация ОВР. Количественные характеристики. Электролиз, коррозия металлов.

### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1 семестр</b>					
	Введение	3	-	3	
1.	Атомно-молекулярное учение. Законы стехиометрии	10	2	6	2
2.	Классификация и номенклатура неорганических соединений. Генетическая связь	13	2	9	2
3.	Строение атома. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева	12	2	6	4
4.	Химическая связь	14	4	6	4
5.	Дисперсные системы. Растворы	10	2	6	2
6.	Электролитическая диссоциация. Гидролиз	19	4	12	3
	Экзамен	27	-	-	27
<b>Итого за 1 семестр</b>		<b>108</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>44</b>
<b>2 семестр</b>					
7.	Энергетика химических процессов	12	2	4	6

8.	Скорость химических реакций. Химическое равновесие	18	4	8	6
9.	Координационные соединения	18	4	8	6
10.	Окислительно-восстановительные процессы	24	6	12	6
<b>Итого за 2 семестр</b>		<b>72</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>68</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>180</b>	<b>32</b>	<b>80</b>	<b>41</b>

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

#### 1 семестр

**Лекция № 1.** *Атомно-молекулярное учение. Законы стехиометрии.* Основные положения атомно-молекулярной теории. Основные химические понятия: атом, молекула, элемент, простое вещество, сложное вещество. Атомная, относительная атомная и относительная молекулярная массы. Моль, молярная масса, молярный объем. Эквивалент, эквивалентная масса, эквивалентный объем. Химическая формула. Химическая реакция. Законы стехиометрии (сохранение массы и энергии, постоянства состава, кратных отношений, эквивалентов, простых объёмных отношений, Авогадро и выводы из него) и границы их применимости.

**Лекция № 2.** *Классификация и номенклатура неорганических соединений.* Классификация неорганических соединений по составу и функциональным признакам. Способы наименования веществ. Традиционные названия кислот и солей. Номенклатурные правила ИЮПАК неорганических соединений. Генетическая связь неорганических веществ.

**Лекция № 3.** *Строение атома. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева.* Теория атома водорода по Бору. Создание квантово-механической теории строения атома, устранение противоречий теории Бора. Атомные орбитали (АО). Квантовые числа. Принципы заполнения АО. Строение ядра атома. Радиоактивный распад ядер. Ядерные реакции. Свойства изолированных атомов. Открытие периодического закона (ПЗ) Д.И. Менделеевым. Принцип построения периодической системы элементов (ПС). Теоретические предсказания Д.И. Менделеева и их экспериментальное подтверждение. Вопросы, поставленные ПЗ и ПС и их разрешение с позиции представления о строении атомов. Структура ПС и ее связь с электронным строением атомов. Связь свойств элементов и их соединений с положением элемента в ПС. Значение ПЗ и ПС. Границы и эволюция ПС.

**Лекция № 4.** *Химическая связь.* Основные характеристики химической связи. Ковалентная связь, квантово-механическая трактовка ее. Метод валентных схем; направленность, насыщенность, полярность и поляризуемость ковалентной связи; кратность связи; ограниченность области применения МВС. Метод молекулярных орбиталей, метод ЛКАО МО; связывающие и разрыхляющие орбитали, принципы их заполнения; гомо- и гетеронуклеарные молекулы. Сравнение методов ВС и МО. Ионная связь, ее свойства. Металлическая связь. Водородная связь. Формы организации вещества. Кристаллические решётки.

**Лекция № 5.** *Дисперсные системы. Растворы.* Дисперсные системы, их краткая характеристика и классификации. Механизм процесса растворения. Энергетика процесса растворения.

Взаимная растворимость жидкостей.

Растворимость твёрдых веществ в воде и её зависимость от температуры. Кривые растворимости. Коэффициент растворимости. Насыщенные и пересыщенные растворы.

Растворимость газов и её зависимость от температуры и парциального давления. Способы выражения состава растворов. Массовая и молярная доли, молярная, моляльная и эквивалентная концентрация. Титр.

Коллигативные свойства растворов (осмос и осмотическое давление, закон Вант-Гоффа; закон Рауля и следствия из него).

**Лекция № 6.** *Электролитическая диссоциация. Гидролиз.* Электролитическая диссоциация. Механизм диссоциации. Механизм гидратации. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Коэффициент активности. Кислоты, основания, соли в свете теории электролитической диссоциации. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков. Обменные реакции в растворах электролитов. Гидролиз солей: механизм, различные случаи гидролиза, степень и константа гидролиза, факторы, смещающие равновесие гидролиза.

Современные теории кислот и оснований.

### 2 семестр

**Лекция № 1.** *Энергетика химических процессов.* Тепловой эффект реакции, закон Гесса, расчет тепловых эффектов химических реакций. Химическая термодинамика: изменение внутренней энергии и энтальпии и тепловые эффекты реакций; энтропия; энергия Гиббса и оценка возможности протекания реакции в заданном направлении.

**Лекция № 2.** *Скорость химических реакций. Химическое равновесие.* Скорость химических реакций (ХР): механизмы ХР; факторы, влияющие на скорость ХР; закон действующих масс, константа скорости ХР; катализ. Характеристика химического равновесия. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье.

**Лекция № 3.** *Координационные соединения.* Теория А.Вернера. Основные классы КС. Номенклатура и изомерия КС. Химическая связь в КС. Электролитическая диссоциация КС. Значение КС.

**Лекция № 4.** *Окислительно-восстановительные процессы.* Степень окисления, типичные окислители и восстановители. Типы ОВР. Методы расстановки коэффициентов (электронно-ионный и электронного баланса). Факторы, влияющие на ОВР. Понятие о гальваническом элементе, электродном потенциале. Направление ОВР. Электролиз растворов и расплавов. Коррозия металлов и способы защиты от нее.

### Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

Инструкции к лабораторным работам хранятся в химической аудитории. Дополнительно студенты снабжаются электронной версией Лабораторного журнала. Бумажный вариант Лабораторного журнала распечатывается каждым студентом в начале семестра. Защита лабораторных работ осуществляется посредством наблюдения преподавателя за ручной деятельностью студента на занятии и проверке письменных отчетов в Лабораторном журнале

### 1 семестр

Лабораторная работа № 1. *Экспериментальное определение молекулярной массы углекислого газа.*

### Фрагмент Лабораторного журнала

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

#### ТЕМА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ОКСИДА УГЛЕРОДА (IV)

**Цель работы:** *Ознакомиться с методами определения молекулярной массы газа. Экспериментально определить молекулярную массу углекислого газа.*

Вымыть и высушить колбу. Подобрать к ней пробку и отметить уровень, до которого входит пробка в горло колбы (надеть на горло колбы резиновое кольцо). Взвесить колбу с пробкой на теххимических весах с точностью до 0,01 г. Данные записать. Наполнить колбу оксидом углерода (IV), опустив газоотводную трубку до

дна колбы. Закрывать колбу пробкой (пробка должна входить на ту же глубину, что и при взвешивании колбы) и вновь весить.

Зарисовать установку для получения углекислого газа. Она состоит из аппарата Киппа 1, заряженного кусками мрамора и соляной кислотой, двух последовательно соединенных склянок Тищенко 2 и 3 (склянка 2 заполнена водой для очистки проходящего оксида углерода (IV) от хлороводорода и от механических примесей, склянка 3 — серной кислотой для осушки газа) и колбы 4 ёмкостью 250 мл для собирания оксида углерода (IV).

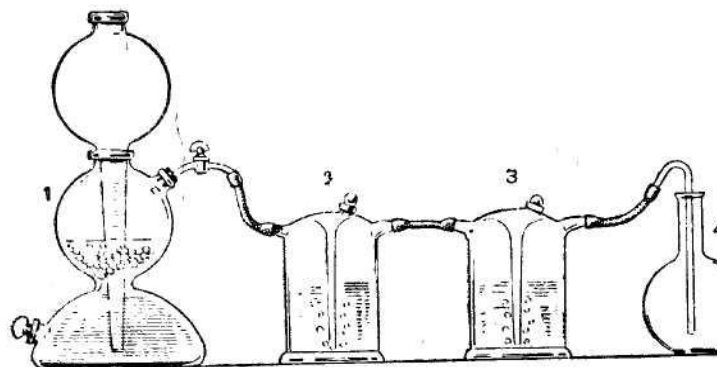


Рис. 64. Установка для получения и очистки оксида углерода (I)  
1 — аппарат Киппа; 2, 3 — склянки Тищенко; 4 — колба.

Чтобы быть уверенным в том, что воздух из колбы полностью вытеснен и она целиком наполнена оксидом углерода (IV), надо, взвесив колбу, еще раз, вновь на несколько минут опустить в нее газоотводную трубку, пропустить газ и вновь взвесить колбу, повторяя эту операцию до получения постоянной массы колбы. Величину массы колбы с оксидом углерода (IV) записать.

Определить объем колбы, наполнив ее водой до пробки, измерить затем объем воды мерным цилиндром и записать результаты. Отметить и записать показания термометра и барометра во время опыта.

#### **Оформление результатов работы:**

1. Масса колбы (с пробкой) с воздухом:  $m_1$  (г) = \_\_\_\_\_
2. Масса колбы (с пробкой) с оксидом углерода (IV):  $m_2$  (г) = \_\_\_\_\_
3. Объем колбы:  $V$  (мл) = \_\_\_\_\_
4. Температура:  $t$  (°C) = \_\_\_\_\_
5. Давление:  $p$  (кПа) = \_\_\_\_\_

#### **Обработка результатов**

1. Объем воздуха в колбе  $V$  привести к нормальным условиям ( $T_0 = 273$  К,  $P_0 = 101,3$  кПа) по формуле:  $V_0 = V \cdot P \cdot T_0 / (P_0 \cdot T)$ , где  $V$  — объем колбы,  $P$  — атмосферное давление,  $T$  — температура комнаты (К),  $P_0$  — нормальное давление,  $T_0$  — нормальная температура (К).
2. Вычислить массу воздуха  $m_3$ , который находился в колбе, зная, что масса 1 л воздуха при нормальных условиях 1,29 г.
3. Вычислить массу оксида углерода (IV) ( $m(CO_2)$ ) в колбе:  
 $m(CO_2) = m_2 - (m_1 - m_3)$
4. Вычислить относительную плотность оксида углерода (IV) по воздуху:  $D_{\text{возд.}} = m_4 / m$  (возд.)
5. Вычислить относительную молекулярную массу оксида углерода (IV):  $M_r = 29 D_{\text{возд.}}$
6. Вычислить относительную ошибку опыта в процентах:

$$\Delta r = \left| M_r - M_{\text{ист.}} \right| \cdot 100\% : M_{\text{ист.}}$$

**Пример расчёта:**

$m_1 = 21,0 \text{ г}$ ,  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $m_2 = 21,124 \text{ г}$ ,  $p = 90 \text{ кПа}$ ,  $V = 250 \text{ мл}$ .

Расчёт по относительной плотности газа

1.  $V_0 = (0,25 \cdot 90 \cdot 273 : 101,3 : 293) \text{ л} = 0,207 \text{ л}$
2.  $\rho(\text{возд.}) = 1,29 \text{ г/л}$   $m_3 = 0,207 \text{ л}$ ,  $m_3 = (1,29 \cdot 0,207 : 1) \text{ г} = 0,267 \text{ г}$
3.  $m(\text{CO}_2) = 21,124 \text{ г} - (21 - 0,267) \text{ г} = 0,391 \text{ г}$
4.  $D_{\text{возд.}}(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2) / m(\text{возд.}) = 0,391 / 0,267 = 1,464$
5.  $M_r = 29 \cdot 1,464 = 42,46$ .
6.  $\Delta_r = |42,46 - 44| \cdot 100\% : 44 = 3,5\%$

Расчёт по плотности газа

1.  $V_0 = (0,25 \cdot 90 \cdot 273 : 101,3 : 293) \text{ л} = 0,207 \text{ л}$
2.  $\rho(\text{возд.}) = 1,29 \text{ г/л}$   $m_3 = 0,207 \text{ л}$ ,  $m_3 = (1,29 \cdot 0,207 : 1) \text{ г} = 0,267 \text{ г}$
3.  $m(\text{CO}_2) = 21,124 \text{ г} - (21 - 0,267) \text{ г} = 0,391 \text{ г}$
4.  $\rho(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2) / V(\text{CO}_2) = M(\text{CO}_2) / Vm$ ;  
 $M(\text{CO}_2) = (0,391 \cdot 22,4 : 0,207) \text{ г/моль} = 42,3 \text{ г/моль}$
5.  $\Delta_r = |42,3 - 44| \cdot 100\% : 44 = 3,8\%$

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

Вопросы для подготовки и защиты работы:

1. Приведите формулировки основных законов стехиометрии, укажите границы их применимости.
2. Раскройте понятия: абсолютная и относительная массы атомов; абсолютная и относительная молекулярная массы; молярная масса, формульная масса; массовая и мольная доли элемента в веществе.
3. Приведите примеры экспериментального определения молярных масс веществ.
4. Найдите плотность по азоту воздуха, имеющего следующий объемный состав: 20,0% кислорода, 79,0% азота и 1,0% аргона.
5. Имеется смесь азота и углекислого газа. При добавлении какого газа к этой смеси ее плотность: а) увеличится; б) уменьшится? Приведите по три примера на каждый случай.

Лабораторная работа № 2. *Получение и свойства оксидов, кислот, оснований, солей (средних, кислых, основных)*

Лабораторная работа № 3. *Моделирование типов гибридизации атомов и пространственного строения молекул*

Лабораторная работа № 4. *Приготовление растворов*

Лабораторная работа № 5. *Электролитическая диссоциация*

Лабораторная работа № 6. *Гидролиз солей*

2 семестр

Лабораторная работа № 1. *Скорость химических реакций и ее зависимость от различных факторов*

Лабораторная работа № 2. *Химическое равновесие и способы его смещения*

Лабораторная работа № 3. *Комплексные соединения*

Лабораторная работа № 4. *Окислительно-восстановительные реакции*

Лабораторная работа № 5. *Коррозия металлов и способы защиты от нее*

**Фрагмент Лабораторного журнала**







1) \_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### **Опыт 4. СКОРОСТЬ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

В сухой ступке осторожно смешать (не растирая) несколько кристаллов нитрата свинца (II) и иодида калия. Происходит ли изменение окраски? Энергично растереть кристаллы. Что происходит? Из пипетки добавить к смеси несколько капель воды; обратить внимание на изменение окраски. Объяснить опыт в целом. Написать уравнение реакции.

**Наблюдения:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Уравнение реакции:**

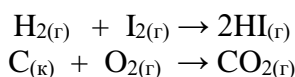
\_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

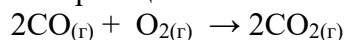
\_\_\_\_\_

Вопросы для подготовки и защиты работы:

1. Что такое средняя и истинная скорость химической реакции? В чем она может измеряться?
2. В чем разница между гомо- и гетерогенными реакциями? Приведите примеры.
3. Перечислите факторы, от которых зависит скорость химической реакции.
4. Сформулируйте закон действия масс. Запишите его выражения для следующих процессов:

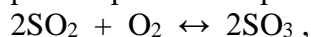


5. Что такое катализаторы и ингибиторы?
6. Какие виды катализа вам известны? Приведите примеры.
7. Что такое энергия активации?
8. Объясните, как зависит скорость химической реакции от температуры.
9. Во сколько раз изменится скорость реакции



при увеличении давления в системе в 10 раз? Температура системы поддерживается постоянной, а реакция является элементарной.

10. Определите, как изменится скорость прямой и обратной реакции



идущей в одну стадию, если общее давление в системе увеличить в 4 раза?

11. Во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении температуры от 22 до 62°C, если температурный коэффициент  $\gamma$  реакции равен 3?
12. При 120°C реакция заканчивается через 16 мин. Через какое время закончится эта реакция при 80°C, если  $\gamma=2$ ?

**Самостоятельная работа**

1 семестр

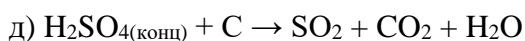
**Тема 1. Атомно-молекулярное учение. Законы стехиометрии.**

**Теоретические вопросы для подготовки к занятиям:**

1. Размеры и массы атомов и молекул. Относительные атомные и молекулярные массы. Число Авогадро.
2. Моль-единица количества вещества. Молярная масса и молярный объем. Эквивалентная масса.
3. Простые и сложные вещества. Аллотропия.
4. Основные стехиометрические законы.
5. Методы определения атомных и молекулярных масс.

**Блок расчетных задач (выполняются выборочно по указанию преподавателя)**

1. Определите количество вещества сульфата алюминия, содержащееся в образце массой 17,1 г. (0,05 моль)
2. Рассчитайте массу молекулярного кислорода количеством вещества 2 моль. (64 г)
3. Сколько молекул содержится в сероводороде массой 170 г? ( $3 \cdot 10^{24}$ )
4. Сколько атомов кислорода содержится в серной кислоте массой 2,45 г? ( $6 \cdot 10^{22}$ )
5. В каком количестве вещества оксида азота(IV) содержится такое же число атомов азота, что и в азотной кислоте массой 12,6 г? (0,2 моль)
6. Одинаковое ли число атомов содержит железо массой 1 г и сера массой 1 г? Ответ подтвердите расчетом.
7. Рассчитайте абсолютную массу молекулы воды.
8. Вычислите, какой объем займет хлор массой 14,2 г при температуре 25 °С и давлении 110,3 кПа. (4,5 л)
9. Газовая смесь объемом 1 л (н.у.) содержит водород с объемной долей 40% и оксид углерода(II) с объемной долей 60%. Вычислите массу смеси. (0,786 г)
10. Имеется газовая смесь, состоящая из водорода с массовой долей 40% и оксида углерода(IV) с массовой долей 60%. Определите объемные доли газов в смеси, считая условия нормальными. (94%, 6%)
11. \*Смесь азота и водорода объемом 1 л имеет массу 1 г при температуре 0 С и давлении 202,65 кПа. Определите объемные доли газов в смеси. (22,2%; 77,8%)
12. Какие из перечисленных газов легче воздуха и во сколько раз: азот, кислород, фтор, неон, ацетилен, аммиак, гелий?
13. Рассчитайте среднюю относительную плотность по воздуху газовой смеси, содержащей азот с объемной долей 20%, воздух с объемной долей 50% и метан с объемной долей 30%. (0,8)
14. Вычислите среднюю относительную плотность по водороду газовой смеси, состоящей из гелия объемом 112 л (н.у.) и кислорода объемом 18 л (н.у.).
15. Определите объемные доли оксида углерода(IV) и этана в смеси, если средняя относительная плотность ее по воздуху равна 18.
16. Определите фактор эквивалентности гидроксида хрома в реакциях:
  - а)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$
  - б)  $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = [\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - в)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl} = \text{CrOHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - г)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
17. Определите факторы эквивалентности азотной кислоты и фосфора с следующей реакцией:  $\text{HNO}_3 + \text{P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
18. Рассчитайте факторы эквивалентности и молярные массы эквивалентов серной кислоты в реакциях:
  - а)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - б)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}(\text{HSO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - в)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlOHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - г)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



19. Фосфористая кислота  $\text{H}_3\text{PO}_3$  массой 3,77 г была нейтрализована раствором, содержащим гидроксид калия массой 5,16 г. Вычислите фактор эквивалентности, молярную массу эквивалента и основность кислоты в этой реакции. Составьте уравнение химической реакции.

20. При реакции металла массой 10,8 г с серой получили сульфид металла массой 30 г. Определите молярную массу эквивалента металла. Какой металл был взят для реакции, если его степень окисления в сульфиде равна +3? (Al)

## **Тема 2. Классификация и номенклатура неорганических соединений. Генетическая связь**

**Задания для подготовки (выполняются выборочно по указанию преподавателя):**

- Составьте формулы бинарных соединений и назовите вещества:
  - фосфора – с литием, кальцием, фтором, азотом, бромом;
  - бромидов – для углерода, кадмия, рубидия;
  - сульфидов – для серебра, углерода, стронция, алюминия.
- Определите степени окисления первых элементов в формулах соединений:  $\text{MoI}_3$ ,  $\text{MoI}_4$ ,  $\text{GeS}$ ,  $\text{GeS}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Fe(S)}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Назовите вещества с указанием на степень окисления.
- Составьте названия с числовыми приставками для следующих веществ:
  - $\text{H}_2$ ,  $\text{Hg}_2\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{Si}_2\text{P}$ ,  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ ,  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ,  $\text{UBr}_3\text{O}$ ,  $(\text{CaAl}_2)\text{O}_4$ ;
  - $\text{N}_2$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{SbCl}_3\text{O}$ ,  $\text{Mg}_2\text{C}_3$ ,  $\text{H}_2\text{F}_2$ ,  $(\text{MgAl}_2)\text{O}_4$ ,  $\text{ClO}_2\text{F}_3$ ,  $\text{Pd}_3\text{As}$ .
- Выведите формулы гидроксидов, отвечающих оксидам:
  - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ;
  - $\text{PbO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ .Назовите оксиды и гидроксиды.
- Выведите формулы оксидов, отвечающих гидроксидам:
  - $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$ ;
  - $\text{HNO}_2$ ,  $\text{Cr(OH)}_3$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Назовите гидроксиды и оксиды.
- Ставьте схему классификации оксидов. Приведите примеры для каждой группы.
- Какие группы солей вы знаете? Приведите примеры, дайте названия.
- Дайте названия следующим солям:
  - $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KBrO}$ ,  $\text{Ag}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Cu(ClO}_3)_2$ ,  $\text{PbMoO}_4$ ,  $\text{Ge(HPO}_4)_2$ ,  $\text{Cd}_2\text{SO}_4(\text{OH})_2$ ,  $\text{KFe(SO}_4)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{RbHSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{ClO}_7$ .
  - $\text{NaBrO}_3$ ,  $\text{Ca(ClO)}_2$ ,  $\text{BaMnO}_4$ ,  $\text{Cu}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe(H}_2\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Ce(NO}_3)_3\text{OH}$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ag}_5\text{IO}_6$ ,  $\text{RbHSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Ni(SO}_4)_2$ ,  $\text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3$ .
- Распределите соли по группам и дайте им названия:
  - $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{KHS}$ ,  $\text{BaI}_2$ ,  $\text{Al(OH)(NO}_3)_2$ ,  $\text{Fe(OH)SO}_4$ ,
  - $\text{Ca}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Ba(HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg(OH)Cl}$ .
- Составьте формулы следующих соединений:
  - силицид дикальция, фторид дисеребра, хлорид-гидросульфид стронция, триоксид ниобия-натрия, хлорит бария, гидросульфат калия, дигидроксид-сульфат кобальта(II), хлорат лития, пербромат аммония, ортофосфат кальция, метафосфат натрия, сульфит рубидия, нитрат серебра, нитрит бария, тиосульфат калия, дигидрат карбоната натрия, гептагидрат сульфата железа(II);
  - диарсенид тримагния, оксид-хлорид алюминия, карбид дибериллия, фосфид трижелеза, иодид фосфония, надпероксид калия, гидрокарбонат кальция, дигидрофосфат лития, нитрит стронция, пербромат бария, хлорид-гипохлорит кальция, сульфит рубидия, нитрат железа(III), иодид меди(I), гидрокарбонат меди(II), декагидрат карбоната натрия, гексагидрат нитрата хрома(III).
- Как практически доказать характер оксида магния, оксида фосфора (V)? Напишите уравнения возможных реакций.
- Уравнениями реакций подтвердите химические свойства оксида фосфора(V).

13. Подтвердите уравнениями реакций химические свойства оксида углерода(IV).
14. Подтвердите уравнениями реакций химические свойства оксида лития.
15. Подтвердите уравнениями реакций амфотерность оксида и гидроксида алюминия. Для реакций со щелочами напишите уравнения, происходящие в растворе и при сплавлении.
16. С какими из перечисленных веществ будет реагировать оксид алюминия: углекислый газ, гидроксид натрия, оксид углерода(IV), хлорид алюминия, оксид калия, оксид меди (II), вода? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия.
17. С какими из перечисленных веществ будет реагировать гидроксид калия: хлорид цинка, оксид кальция, оксид серы (IV), азотная кислота, гидроксид алюминия, оксид бария, натрий? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия.
18. С какими из перечисленных веществ будет реагировать разбавленная серная кислота: железо, сульфат кальция, карбонат натрия, гидроксид цинка, медь, нитрат магния, оксид углерода(IV)? Напишите уравнения возможных реакций, укажите условия.
19. С какими из перечисленных веществ будет реагировать соляная кислота: а) сера, б) цинк, в) оксид магния, г) оксид углерода(IV), д) сульфат калия, е) нитрат серебра, ж) медь, з) гидроксид хрома(III)? Напишите возможные уравнения реакций.
20. С какими из перечисленных веществ будет реагировать азотная кислота: а) оксид магния, б) серная кислота, в) медь, г) карбонат калия, д) оксид фосфора (V), е) сульфат натрия, ж) гидроксид бария? Напишите возможные уравнения реакций.
21. Составьте уравнения реакций нейтрализации, назовите соли:
  - а)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HCl} =$  (средняя и основная соли)
  - б)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 =$  (средняя и кислые соли)
  - в)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HClO}_4 =$  (средняя соль, основные соли)
  - г)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} =$  (средняя и кислая соли)
  - д)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 =$  (средняя и кислая соли)
22. Приведите не менее 10 различных способов получения солей.
23. Приведите примеры перехода кислой соли в среднюю и обратно.
24. Составьте молекулярные уравнения реакций по схемам, назовите вещества:
  - а)  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSO}_3$ ;
  - б)  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlBr}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KAlO}_2$ ;
  - в)  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;
  - д)  $\text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ .
25. Осуществите превращения:  
 Фосфат кальция  $\rightarrow$  гидрофосфат кальция  $\rightarrow$  дигидрофосфат кальция  $\rightarrow$  фосфат кальция.

### ***Тема 3. Строение атома. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева***

***Задания для подготовки (выполняются выборочно по указанию преподавателя):***

1. Определите число элементарных частиц в атомах следующих элементов: а)  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ ; б)  ${}_{16}^{32}\text{S}$ ; в)  ${}_{16}^{34}\text{S}$ ; г)  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ .
2. Рассчитайте максимальное число электронов, которые могут находиться в атоме в электронном слое с главным квантовым числом: а) 3; б) 4.
3. Укажите значения главного, орбитального и магнитного квантовых чисел, характеризующие атомную орбиталь формирующего электрона в атоме натрия.
4. Напишите полные электронные конфигурации атомов элементов с порядковыми номерами: а) 6; б) 8; в) 9; г) 18; д) 24; е) 30; ж) 31.
5. Приведите примеры двух катионов и двух анионов, изоэлектронных атому аргона.
6. У каких частиц одинаковое число электронов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{F}^-$  ?
7. Какие элементы и почему называются лантаноидами? Что их объединяет?
8. Чем отличаются орбитали 2p-подуровня от орбиталей 3p-подуровня?

9. Чем отличаются друг от друга три орбитали 4p-подуровня?
10. Какой подуровень последним заполняется электронами в атоме элемента с порядковым номером 88?
11. Рассчитайте максимальное число электронов, которые могут находиться в атоме в электронном слое с главным квантовым числом 4.
12. Напишите полные электронные конфигурации атомов элементов с порядковыми номерами 6, 9, 18, 24; 31.
13. У каких из указанных частиц одинаковое число электронов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{F}^-$ ?
14. Атом имеет 36 протонов в ядре. Сколько заполненных орбиталей имеется в его электронной оболочке?
15. Атом какого элемента четвертого периода содержит максимальное число неспаренных электронов?
16. Расположите следующие элементы в порядке увеличения их атомных радиусов: кислород, кремний, магний, углерод.
17. Приведите примеры s-, p-, d-, f-элементов.
18. Каков физический смысл порядкового номера, номера периода и номера группы?
19. Чем объясняется химическая пассивность благородных газов?
20. Расположите следующие элементы в порядке увеличения их металлической активности: алюминий, калий, кальций, магний, цезий.
21. Составьте молекулярные формулы высших оксидов и гидроксидов элементов с порядковыми номерами: 16, 17, 31, 37, 50. Укажите их кислотно-основный характер.
22. Составьте формулы водородных соединений элементов с порядковыми номерами: 19, 20, 32-35.
23. Приведите примеры s-, p-, d-, f-элементов.
24. Каков физический смысл порядкового номера элемента, номера периода и номера группы?
25. Напишите символы двух химических элементов, имеющих на внешнем энергетическом уровне по 2 электрона. Какой из этих элементов образует более активный металл? Почему?
26. Чем объясняется химическая пассивность благородных газов?
27. Составьте молекулярные формулы высших оксидов и гидроксидов элементов с порядковыми номерами: 16, 17, 31, 37, 50. Укажите их кислотно-основный характер.
28. Составьте формулы водородных соединений элементов с порядковыми номерами: 19, 20, 32-35.
29. Какой из элементов образует самую сильную оксокислоту? Какова ее формула?

#### ***Тема 4. Химическая связь***

##### ***Задания для подготовки (выполняются выборочно по указанию преподавателя):***

1. Что такое химическая связь? Как она образуется?
2. Какая условная граница разделяет соединения с преобладанием ионной связи и соединения с преобладанием ковалентной связи?
3. Перечислите основные параметры химической связи.
4. В чем сходство и различие металлической связи с ионной и ковалентной?
5. Каков механизм образования водородной связи? Какие разновидности ее знаете?
6. Приведите примеры, как водородная связь оказывает влияние на свойства веществ.
7. Чем различаются обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи?
8. Как определить валентность атома химического элемента?
9. Что означает гибридизация атомных орбиталей?
10. Сколь орбиталей участвует в образовании гибридных орбиталей при  $sp^-$ ,  $sp^2^-$ ,  $sp^3^-$  гибридизации? Сколько гибридных орбиталей образуется в каждом из этих случаев?

11. Как гибридные орбитали располагаются в пространстве? Каковы валентные углы в молекулах, орбитали центральных атомов в которых находятся в состоянии  $sp$ -,  $sp^2$ -,  $sp^3$ -гибридизации?
12. Зависит ли геометрическая форма молекулы от наличия у центрального атома несвязывающих электронных пар?
13. Как и почему изменяется прочность соединений в ряду: HF, HCl, HBr, HI?
14. Как меняется длина связи в ряду  $H_2O - H_2S - H_2Se - H_2Te$ ?
15. Каково число общих электронных пар в молекуле азота?
16. В каком соединении полярность связи наименьшая: иодоводород, хлороводород, бромоводород, вода?
17. Учитывая положение серы и селена в ПС и их электроотрицательность, укажите, какая связь прочнее: S – H или Se – H?
18. В каком из приведенных соединений связь наиболее и наименее полярна: NaI, NaBr, CsI?
19. Какая из химических связей является наиболее полярной H–Cl, H–Br, H–I, H–S, H–P? Укажите, в какую сторону смещается электронная плотность связи.
20. Какой характер имеют связи в молекулах  $NCI_3$ ,  $CS_2$ ,  $ICl_5$ ,  $NF_3$ ,  $OF_2$ ,  $ClF$ ,  $CO_2$ ? Укажите для каждой из них направление смещения общей электронной пары.
21. В каком из соединений имеются только ионные связи:  $H_2SO_4$ ,  $Na_2S$ ,  $Na_2O_2$ ,  $NH_4Cl$ ?
22. В каком из соединений имеются только ковалентные связи:  $Ca(OH)_2$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $H_2O_2$ ,  $Na_2O_2$ ?
23. Какие типы гибридизации АО углерода соответствуют образованию молекул  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ ?
24. Укажите тип гибридизации АО кремния в молекулах  $SiH_4$  и  $SiF_4$ . Полярны ли эти молекулы?
25. Определите тип гибридизации АО азота в частицах  $NF_4^+$ ,  $NH_3$ ,  $NH_4^+$ .
26. Для следующих частиц определите тип гибридизации АО, предположите геометрическую форму:  $CCl_4$ ,  $BCl_3$ ,  $SeF_4$ ,  $OF_2$ ,  $PCl_5$ ,  $H_3O^+$ . Укажите, будут ли нейтральные частицы полярными или неполярными.
27. Для следующих частиц определите тип гибридизации АО, предположите геометрическую форму:  $BeF_2$ ,  $SiF_4$ ,  $SeF_6$ ,  $PCl_3$ ,  $PCl_5$ ,  $AlF_3$ ,  $NH_4^+$ . Укажите, будут ли нейтральные частицы полярными или неполярными.

### ***Тема 5. Дисперсные системы. Растворы***

#### ***Вопросы для подготовки к занятиям:***

1. Какие системы называют дисперсными? Как их классифицируют?
2. Какой знак имеет изменение энергии Гиббса процессов растворения?
3. Почему процесс растворения называют физико-химическим?
4. Назовите все типы взаимодействия между частицами растворенного вещества и растворителя, приводящие к образованию растворов.
5. В каком виде существуют в растворе частицы растворенного вещества?
6. Что такое кристаллогидраты?
7. Что произойдет при кипячении ненасыщенного раствора некоторой соли на воздухе?

#### ***Блок расчетных задач по способам выражения концентрации растворов(выполняются выборочно по указанию преподавателя):***

*Массовая доля растворенного вещества. Мольная доля*

- 1.1. Рассчитайте массовую долю сахара в растворе, полученном при растворении 10 г сахара в 190 г воды.
- 1.2. Какую массу медного купороса нужно взять для приготовления 50 л 1%-го раствора сульфата меди, который используют для опрыскивания садов в период покоя растений? Плотность раствора принять равной 1 г/мл.

- 1.3. Для протравливания клубней картофеля перед посадкой используют 0,02%-й раствор сульфата меди. Какую массу медного купороса нужно взять для приготовления 100 л такого раствора? Плотность раствора принять равной 1 г/мл.
- 1.4. Смешали 200 г 20%-го и 300 г 10%-го растворов глюкозы. Рассчитайте массовую долю глюкозы в полученном растворе.
- 1.5. Смешали 1,6 г метилового спирта  $\text{CH}_3\text{OH}$  и 2,7 г воды. Какова мольная доля метанола в растворе?

*Молярная концентрация*

- 2.1. Какой объем 83%-го раствора серной кислоты ( $\rho=1,76$  г/мл) необходим для приготовления 500 мл раствора с  $C_m(\text{H}_2\text{SO}_4)=2$  моль/л?
- 2.2. Рассчитайте молярную концентрацию фосфорной кислоты в растворе, полученном при растворении 3,55 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 50 см<sup>3</sup> воды после кипячения.
- 2.3. Какая масса щелочи требуется для приготовления 2 л 0,1 М раствора  $\text{NaOH}$ ?
- 2.4. Рассчитайте молярную концентрацию раствора, в 500 мл которого содержится 49 г серной кислоты.
- 2.5. Какая масса соли, необходима для приготовления 2 л раствора с молярной концентрацией сульфата магния 0,2 моль/л?

*Молярная концентрация*

- 3.1. В 500 см<sup>3</sup> воды растворили 105 г  $\text{NaF}$ . Рассчитайте молярность раствора.
- 3.2. Какова молярность раствора, содержащего 2 моль  $\text{NaCl}$  в 10 л воды?
- 3.3. Какова молярная концентрация раствора, содержащего 18 г глюкозы ( $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)=180$  г/моль) в 1 кг воды?

*Молярная концентрация эквивалентов. Закон эквивалентов*

- 4.1. Для раствора какого из веществ молярная концентрация эквивалентов равна молярности:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ?
- 4.2. Какова молярная концентрация эквивалентов  $\text{CuSO}_4$  в растворе с концентрацией соли 2 моль/л?
- 4.3. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалентов сульфата меди в растворе, полученном растворением 12,5 г медного купороса в 100 мл воды.
- 4.4. Какова молярная концентрация эквивалента сульфата кобальта в растворе, если в 500 мл его содержится 15,5 г этой соли? Раствор используют для получения гидроксида кобальта(II).
- 4.5. Вычислите молярную концентрацию эквивалента сульфата алюминия в 2М растворе этой соли при условии, что он используется для получения гидроксида алюминия.

*Титр*

- 5.1. Какой объем (мл) воды нужно добавить к 60 мл 0,8 М сульфита натрия, чтобы приготовить раствор, титр которого равен 0,025 г/мл?
- 5.2. Определите молярную концентрацию эквивалента нитрата серебра в растворе, титр которого равен 0,0017.
- 5.3. Вычислите титр 0,5 М раствора серной кислоты.

***Комбинированные задачи и упражнения***

***по способам выражения состава растворов (решаются выборочно):***

1. Приготовлен ненасыщенный раствор соли при некоторой температуре. Предложите 2 способа, с помощью которых из него можно приготовить насыщенный раствор.
2. Насыщенный раствор углекислого газа в воде прокипятили. Изменится ли при этом содержание растворенного вещества?
3. Почему для приготовления газированной воды используют баллоны, в которых давление углекислого газа значительно выше атмосферного?
4. Путем выпаривания воды из 222,2 г насыщенного раствора сульфата калия получено 22,2 г безводной соли. Найдите коэффициент растворимости сульфата калия.
5. Какая масса хлорида аммония содержится в 405 г насыщенного при 15<sup>0</sup>С раствора, если коэффициент растворимости этой соли при данной температуре равен 35 г?



6. В 200 г раствора при 50 °С содержится 54 г хлорида натрия. Определите массовую долю соли в растворе и массовый коэффициент ее растворимости. (27%; 36,99 г)
7. Коэффициент растворимости фторида натрия при 0 °С составляет 4,1 г /100 г воды, а при 40 °С – 4,5 г / 100 г воды. Какая масса фторида натрия выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при 40 °С раствора массой 500 г до 0 °С? (1,91 г)
8. Для засолки огурцов приготовили 6%-ый раствор поваренной соли. Рассчитайте массы соли и воды для приготовления 5 кг такого рассола.
9. Считая, что кусочек сахара имеет массу 5,6 г, вычислите его массовую долю в стакане чая (объем воды 0,25 л).
10. В медицине используют раствор Люголя, содержащий в 17 мл воды 1 г йода и 2 г йодида калия. Рассчитайте массовые доли йода и йодида калия в растворе.
11. К 80 г 15%-го раствора прибавлено 20 г воды. Какова массовая доля растворенного вещества в новом растворе?
12. Какую массу сахара следует добавить к 180 г раствора с массовой долей 15%, чтобы повысить её до 25%?
13. Смешали 250 г 10%-го и 750 г 15%-го растворов глюкозы. Вычислите массовую долю глюкозы в полученном растворе.
14. В каком соотношении следует смешать 40 и 15%-е растворы чтобы получить 35% (4:1)
15. В аптеке требовалось приготовить 1000 г нашатырного спирта (10% раствор аммиака) путем разбавления 25%-го раствора аммиака дистиллированной водой. Какие массы раствора и воды необходимы? (400 и 600 г)
16. Пероксид водорода как лекарственное средство чаще всего используют в виде 3%-го водного раствора. Какой объем воды надо добавить к 5 мл 30%-го раствора пероксида водорода, чтобы получить 3%-ый раствор? Считайте плотности растворов равными плотности воды.
17. В каком соотношении нужно смешать уксусную эссенцию (80%-ый раствор уксусной кислоты) и воду, чтобы получить столовый уксус (6%-ый раствор)?
18. В воде массой 80 г растворили 20 г кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Рассчитайте массовую долю сульфата натрия в растворе.
19. Определите массу медного купороса и воды, необходимые для приготовления 400 г 10%-го раствора сульфата меди. (62,5 и 337,5 г)
20. При охлаждении раствора от 80 °С до 10 °С выделилось 8 г  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Какой объём воды и какая масса соли были взяты для перекристаллизации? Растворимость  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  при 10 °С составляет 72,2 г, при 80 °С – 94,1 г.
21. Рассчитайте массу воды, содержащуюся в 100 г кристаллогидрата сульфата кальция состава: а)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс); б)  $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (алебастр).
22. В каком объеме 0,5М раствора содержится 8 г сульфата меди?
23. Определите молярную концентрацию раствора, полученного при растворении сульфата натрия массой 42,6 г в воде массой 300 г, если плотность полученного раствора составляет 1,12 г/мл.

## ***Тема 6. Электролитическая диссоциация. Гидролиз***

### ***Задачи и упражнения (выполняются выборочно по указанию преподавателя)***

1. Какие вещества называются электролитами?
2. Чем сильные электролиты отличаются от слабых?
3. Какие кислоты и какие основания являются сильными электролитами в разбавленных водных растворах?
4. Какими электролитами (сильными или слабыми) являются большинство солей?
5. Что такое степень диссоциации?
6. Что такое константа диссоциации?
7. Какие величины связывает между собой закон разбавления Оствальда?

8. Напишите уравнения реакций диссоциации следующих веществ:  $KCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $LiOH$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $KMnO_4$ .
9. Составьте уравнения электролитической диссоциации: а) сильных кислот:  $HBr$ ,  $HClO_3$ ,  $H_2SeO_4$ ,  $HMnO_4$ ; б) слабых кислот  $HBrO$ ,  $HF$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_2$ ,  $H_2SeO_3$ ,  $H_3PO_4$ ; в) сильных оснований  $NaOH$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $LiOH$ ; г) солей  $Cu(NO_3)_2$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $CuF_2$ ; д) кислых солей  $NaHSO_3$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $Ba(HS)_2$ . Назовите исходные вещества.
10. Сколько и каких частиц образуется в растворе из каждых 100 молекул хлороводорода, если  $\alpha = 0,98$  (98%)?
11. Составьте выражения для констант диссоциации: а) уксусной кислоты; б) сероводородной кислоты (по 2 ступеням).
12. Определите количество катионов и анионов соли, образующихся при диссоциации 0,25 моль ортофосфата калия.
13. Рассчитайте концентрацию катионов и анионов в 0,05М растворе сульфата натрия.
14. Какое количество вещества гидроксид-ионов содержится в 350 мл 0,01 М раствора гидроксида натрия?
15. Вычислите константу диссоциации  $CH_3COOH$ , если степень диссоциации ее в 0,5 М растворе равна 0,6% (т.е. 0,006 – в долях единицы). Сравните полученную величину с табличным значением. ( $1,8 \cdot 10^{-5}$ ; совпадает)
16. Определите степень диссоциации  $HCOOH$  в растворе с концентрацией 0,65 моль/л, если константа диссоциации кислоты равна  $2 \cdot 10^{-4}$ . (1,73%)
17. Рассчитайте степень диссоциации (в %) слабых кислот в 0,1М растворах со следующей равновесной концентрацией катионов водорода: а) уксусная кислота –  $1,3 \cdot 10^{-3}$  моль/л; б) хлорноватистая кислота –  $5,4 \cdot 10^{-5}$  моль/л; в) угольная –  $2,1 \cdot 10^{-4}$  моль/л; г) сероводородная –  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л.
18. Вычислите степень диссоциации азотистой кислоты в 0,01М растворе, если  $K_{дисс.} = 4,3 \cdot 10^{-4}$ .
19.  $K_{дисс}$  синильной кислоты равна  $7,9 \cdot 10^{-10}$ . Вычислите степень диссоциации  $HCN$  в 0,001М растворе.
20. Для муравьиной кислоты при 18°C  $K_{дисс.} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ . Вычислите степень диссоциации муравьиной кислоты и концентрацию катионов водорода в 0,04М растворе.
21. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций обмена в растворе:
- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| а) $FeCl_3 + Na_3PO_4 =$ | д) $Pb(NO_3)_2 + Na_2S =$ |
| б) $KOH + CuSO_4 =$      | е) $BaCl_2 + H_2SO_4 =$   |
| в) $K_2CO_3 + H_2SO_4 =$ | ж) $Na_2HPO_4 + NaOH =$   |
| г) $CaCO_3 + HCl =$      | з) $Co(OH)Cl + HCl =$     |
22. Между какими парами веществ в растворе возможны химические взаимодействия: а) сульфат калия и силикат натрия; б) гидроксид лития и серная кислота; в) хлорид алюминия и гидроксид бария; г) карбонат натрия и азотная кислота; д) ацетат калия и серная кислота? Напишите протекающие уравнения реакций (в молекулярной, полной и сокращенной ионной формах).
23. Составьте возможные молекулярные уравнения реакций по указанным ионным уравнениям:
- |  |  |
|--|--|
| а) $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3 \downarrow$ | г) $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$ |
| б) $S^{2-} + 2H^+ = H_2S \uparrow$           | д) $H^+ + F^- = HF$                        |
| в) $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$         | е) $Cr^{3+} + 3I^- = CrI_3$                |
24. Составьте молекулярные уравнения реакций на основе сокращенных ионных:
- |                                     |
|-------------------------------------|
| а) $Zn^{2+} + S^{2-} = ZnS$         |
| б) $H^+ + OH^- = H_2O$              |
| в) $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3$     |
| г) $H^+ + CN^- = HCN$               |
| д) $Mg(OH)_2 + H^+ = MgOH^+ + H_2O$ |

25. Определите, возможно ли совместное существование в водном растворе следующих веществ:

- а) нитрат бария и сульфат аммония;
- б) сульфид кальция и ацетат натрия;
- в) гидроксид бария и нитрат магния;
- г) ортофосфат калия и нитрат свинца(II);
- д) катион серебра(I) и бромид-ион;
- е) катион кадмия(II) и гидроксид-ион.

**Гидролиз солей в водных растворах**  
**Вопросы и упражнения**

1. Что такое гидролиз солей? Сформулируйте необходимое условие протекания гидролиза соли в водном растворе.
2. Какие соли могут подвергаться гидролизу?
3. В каком случае происходит гидролиз соли по катиону? Приведите примеры.
4. В каком случае происходит гидролиз соли по аниону? Приведите примеры.
5. Гидролиз каких солей протекает в несколько ступеней? Какая ступень гидролиза преобладает?
6. Гидролиз каких солей происходит необратимо?
7. Что такое степень гидролиза? От чего она зависит?
8. Как усилить гидролиз соли в водном растворе?
9. Как ослабить гидролиз соли в водном растворе?
1. Какие из приведенных солей подвергаются гидролизу? Напишите уравнения реакций в ионном и молекулярном виде, укажите реакцию среды: а) хлорид бария, нитрат аммония, нитрат натрия, сульфат лития; б) фторид аммония, хлорид калия, хлорид алюминия, силикат натрия; в) нитрат калия, сульфат натрия, сульфид калия, хлорид меди(II); г) фосфат натрия, бромид калия, ацетат натрия, нитрат алюминия.
2. Какую реакцию должны показывать водные растворы нитрата аммония, нитрата калия, цианида калия, цианида аммония, ацетата аммония?
3. Исходя из констант диссоциации соответствующих кислот и оснований, укажите реакцию среды водных растворов следующих солей: а) цианид аммония; б) фторид аммония; в) сульфид аммония; г) нитрит аммония. Значения констант диссоциации: гидроксид аммония –  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ; синильная кислота –  $7,9 \cdot 10^{-10}$ ; плавиковая кислота –  $6,6 \cdot 10^{-4}$ ; сероводородная кислота –  $6 \cdot 10^{-5}$ ; азотистая кислота –  $5,1 \cdot 10^{-4}$ .
4. Имеются растворы ацетата натрия и хлорида аммония; в первый раствор добавляют фенолфталеин, во второй – метилоранж. Окраска индикаторов не изменяется. После кипячения растворов к ним опять прибавляют те же индикаторы. Какой станет их окраска? Почему?
5. Как влияет на смещение равновесия гидролиза хлорида железа(III) добавление воды, щелочи, хлорида свинца, нитрата железа(III).
6. Усиление или подавление гидролиза цианида натрия вызовет прибавление к раствору: а) кислоты; б) щелочи; в) хлорида аммония?
7. Напишите ионные уравнения первой ступени гидролиза карбоната калия, фосфата натрия и сульфата аммония. В каком случае степень гидролиза наибольшая, в каком – наименьшая? Ответ мотивируйте.
8. При сливании водных растворов нитрата хрома(III) и сульфида натрия образуется осадок гидроксида хрома и выделяется газ. Составьте уравнение происходящей реакции.
9. При смешивании растворов сульфата алюминия и сульфида калия выпадает белый осадок гидроксида алюминия. Составьте уравнения происходящих реакций.

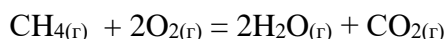
10. В результате реакции гидролиза гидрокарбоната натрия в его растворе слабощелочная среда. Рассчитайте pH раствора, содержащего 10 г гидрокарбоната натрия в 200 мл воды, если степень гидролиза равна 0,01%. Считайте объём раствора равным объёму воды.

2 семестр

**Тема 7. Энергетика химических процессов**

**Задачи по химической термодинамике  
(решаются выборочно по указанию преподавателя)**

1. Определите, пользуясь справочными данными ( $\Delta H^0$ ), тепловой эффект реакции горения метана:

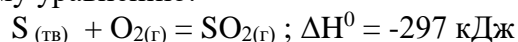


Эндо- или экзотермической является эта реакция? (Ответ: -802,2 кДж)

2. Пользуясь табличными данными, вычислите  $\Delta H^0$  реакции:

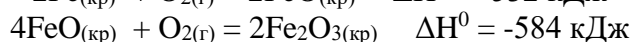
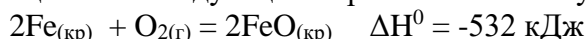


3. По термохимическому уравнению:



рассчитайте: а) какое количество теплоты выделится при сгорании 640 г серы? б) сколько литров кислорода вступает в реакцию, если при этом выделяется 59,4 кДж теплоты? в) сколько грамм серы сгорело, если тепловой эффект реакции составил 594 кДж?

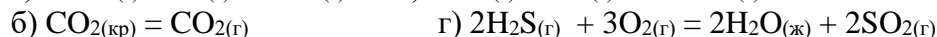
4. Рассчитайте значение стандартной энтальпии реакции образования оксида железа(III) из простых веществ по следующим термохимическим уравнениям:



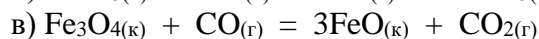
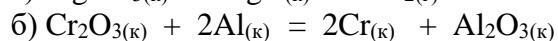
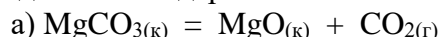
(Ответ: -1648 кДж)

5. При соединении 2,1 г железа с избытком серы выделилось 3,77 кДж. Определите теплоту (энтальпию) образования сульфида железа(II).

6. Не производя вычислений, установите знак изменения энтропии следующих процессов:



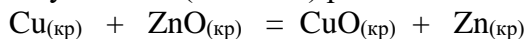
7. Определите стандартные энтальпии следующих реакций:



- 8.\* Пользуясь справочными данными, ответьте на вопрос, какой оксид железа самый устойчивый (термически, химически)?

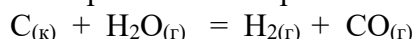
- 9.\* Пользуясь справочными данными, ответьте на вопрос, какой оксид азота самый неустойчивый (термически, химически)?

10. Пользуясь справочными данными: а)  $\Delta G$ ; б)  $\Delta H$  и  $S$ , покажите, что в стандартных условиях ( $t = 25^\circ\text{C}$ ) реакция



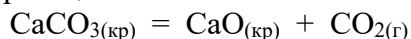
невозможна.

11. Вычислите изменение энергии Гиббса при  $727^\circ\text{C}$  для реакции



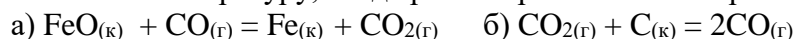
по стандартным значениям энтальпий образования и абсолютных энтропий, воспользовавшись таблицами стандартных значений.

12. Вычислите  $\Delta G^0$  для реакции

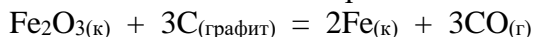


при 25, 500 и  $1500^\circ\text{C}$ . При какой температуре процесс протекает в прямом направлении?

13. Рассчитайте температуру, когда равновероятны оба направления реакции:



14. Пользуясь табличными данными  $\Delta H^0$  и  $S^0$  определите, возможна ли реакция восстановления  $Fe_2O_3$  коксом при  $T=500$  и  $1000$  К?



(Ответ: при  $500$  К нет, так как  $\Delta G > 0$  ( $\Delta G = 220$  кДж); при  $1000$  К возможна, так как  $\Delta G < 0$  ( $\Delta G = -50,56$  кДж)

15. Исследуя состав алмаза, С.Теннант в 1797 г. сжег алмаз массой  $0,033$  г в плотно закрытом золотом тигле с отводной трубкой и по количеству выделившегося углекислого газа сделал вывод, что камень целиком состоит из углерода. Определите объем выделившегося диоксида углерода и рассчитайте количество выделившейся при этом теплоты, если термохимическое уравнение горения алмаза в кислороде имеет вид:  $C_{(алмаз)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 396$  кДж. ( $61,6$  мл;  $1089$  Дж)

16. При сгорании  $1$  моль метана выделяется  $892$  кДж теплоты. Какую массу оксида ртути(II) можно разложить, используя эту теплоту на  $50\%$ ? Известно, что при образовании  $1$  моль оксида ртути из кислорода и ртути выделяется  $90,3$  кДж. ( $1069,8$  г)

17. Исходя из тепловых эффектов реакций окисления оксида мышьяка(III) кислородом и озоном вычислите тепловой эффект реакции образования озона из кислорода:  $As_2O_3 + O_2 = As_2O_5 + 271$  кДж;  $3As_2O_3 + 2O_3 = 3As_2O_5 + 1096$  кДж. ( $-141,5$  кДж)

18. Исходя из тепловых эффектов реакций  $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2 + 98,8$  кДж;  $KClO_4 = KCl + 2O_2 - 33,0$  кДж, вычислите тепловой эффект реакции  $4KClO_3 = 3KClO_4 + KCl$ . ( $296,6$  кДж)

19. Восстановление оксида железа(III) алюминием сопровождается выделением  $848$  кДж теплоты:  $2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$ . Сколько теплоты выделится при взаимодействии алюминия массой  $812$  г с оксидом железа массой  $480$  г?

20. Алюмотермией пользуются для сварки стыков трамвайных рельсов, применяемая для этого смесь порошков алюминия и смешанного оксида железа  $Fe_3O_4$ , называется *термитом*. Рассчитайте минимальную массу термитной смеси, которую необходимо взять для того, чтобы выделилось  $665,26$  кДж теплоты в процессе алюмотермии, если теплоты образования  $Fe_3O_4$  и равны  $Al_2O_3$   $1117$  кДж/моль и  $1670$  кДж/моль, соответственно.

21. Известны значения стандартной энтропии для йода во всех агрегатных состояниях: а)  $137$ , б)  $261$ , в)  $116$  Дж/(К·моль). Укажите эти состояния.

22. Для какой реакции: а)  $A_{(г)} + B_{(г)} = D_{(ж)}$ ; б)  $A_{(г)} + B_{(г)} = D_{(г)}$ ; в)  $A_{(г)} + B_{(ж)} = D_{(г)}$ ; г)  $A_{(г)} + B_{(г)} = D_{(г)}$  значение энтропии будет наибольшим?

23. Установите, будут ли (да, нет) протекать при  $20^0C$  реакции: а)  $Cu + 2HCl_{(разб.)} = CuCl_2 + H_2 \uparrow$  ( $\Delta H^0 = 66$  кДж;  $\Delta S^0 = 2$  Дж/К); б)  $Zn + H_2SO_{4(разб.)} = ZnSO_4 + H_2 \uparrow$  ( $\Delta H^0 = -154$  кДж;  $\Delta S^0 = -22$  Дж/К).

24. Установите, будут ли (да, нет) протекать при  $20^0C$  реакции: а)  $3H_2S + 2Al(OH)_3 = Al_2S_3 \downarrow + 6H_2O$  ( $\Delta H^0 = 485$  кДж;  $\Delta S^0 = 13$  Дж/К); б)  $H_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$  ( $\Delta H^0 = -94$  кДж;  $\Delta S^0 = -38$  Дж/К).

25. Рассчитайте для  $298$  К и  $1200$  К стандартную энергию Гиббса реакции  $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} = 2SO_{3(г)}$ . Установите, возможно ли протекание этой реакции при данных условиях. Стандартные энтальпии образования веществ составляют:  $SO_{2(г)} - 297$  кДж/моль;  $SO_{3(г)} - 396$  кДж/моль; стандартные энтропии образования веществ составляют:  $SO_{2(г)} - 248$  Дж/(К·моль);  $O_{2(г)} - 205$  Дж/(К·моль);  $SO_{3(г)} - 52$  Дж/(К·моль).

26. Возможен ли процесс восстановления оксида никеля(II) водородом при  $0^0C$ ?  $\Delta H^0$  оксида никеля и воды (г) составляют, соответственно,  $-240$  и  $-242$  кДж/моль;  $S^0$  оксида никеля, воды (г) и никеля равны, соответственно,  $38,1$ ;  $189$ ;  $130,1$  и  $29,7$  Дж/(моль·К) (Да)

27. При какой температуре становится возможным процесс восстановления оксида титана(IV) углеродом, если  $\Delta H^0$  угарного газа и диоксида титана равны, соответственно, -

137 и -890 кДж/моль;  $S^0$  титана, оксида углерода, диоксида титана и углерода, соответственно 30,7; 195,5; 50,3 и 57 Дж/(моль·град)? (выше 2390 К)

28. При сжигании 128 г серы выделилось 1188 кДж теплоты. Чему равна теплота образования диоксида серы?

29. При взаимодействии 2,8 л (н.у.) фтора с литием, взятым в избытке, выделилось 154 кДж теплоты. Чему равна теплота образования фторида лития?

30. Теплота образования оксида лития равна 599 кДж/моль. Какое количество теплоты выделяется при окислении 0,5 моль лития до оксида лития в избытке кислорода?

31. Восстановление оксида железа(III) алюминием сопровождается выделением 848 кДж теплоты:  $2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$ . Сколько теплоты выделится при взаимодействии алюминия массой 812 г с оксидом железа массой 485 г?

32. При давлении 101,3 кПа и температуре 273К вычислите изменение энергии Гиббса в результате реакции  $CaO(тв) + CO_2(г) = CaCO_3(тв)$ , если  $\Delta H^{\circ}_{реакции} = -177,99$  кДж,  $\Delta S^{\circ}_{реакции} = -164,68$  Дж/К. Может ли эта реакция протекать самопроизвольно при указанных условиях?

33. При давлении 101,3 кПа и температуре 273К вычислите изменение энергии Гиббса в результате реакции  $2NaNO_3(тв) = 2NaNO_2(тв) + O_2(г)$ , если  $\Delta H^{\circ}_{реакции} = -177,99$  кДж,  $\Delta S^{\circ}_{реакции} = -164,68$  Дж/К. Может ли эта реакция протекать самопроизвольно при указанных условиях?

34. Установите, будут ли (да, нет) протекать при 20<sup>0</sup>С реакции: а)  $3H_2S + 2Al(OH)_3 = Al_2S_3\downarrow + 6H_2O$  ( $\Delta H^{\circ} = 485$  кДж;  $\Delta S^{\circ} = 13$  Дж/К); б)  $H_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + 2H_2O$  ( $\Delta H^{\circ} = -94$  кДж;  $\Delta S^{\circ} = -38$  Дж/К).

35. Вычислите изменение энергии Гиббса в результате реакции  $CO_2(г) + C(графит) = 2CO(г)$  при давлении 101,3 кПа и двух температурах: а) 200<sup>0</sup>С; б) 1200<sup>0</sup>С. При какой из этих температур реакция может протекать самопроизвольно? Для этой реакции  $\Delta H^{\circ}_{реакции} = 172,47$  кДж,  $\Delta S^{\circ}_{реакции} = 175,66$  Дж/К.

36. Сколько теплоты требуется на разложение 185 г гидроксида кальция по реакции:  $Ca(OH)_{2(т)} = CaO_{(т)} + H_2O_{(г)} - 108$  кДж?

#### Термодинамические характеристики некоторых веществ (298 К)

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{обр.}$ , кДж/моль	$S^{\circ}$ , Дж/(моль·К)	$\Delta G^{\circ}$ , кДж/моль
Cu <sub>(кр)</sub>	0	33	0
CuO <sub>(кр)</sub>	-165	42,64	-127
Zn <sub>(кр)</sub>	0	41,6	0
ZnO <sub>(кр)</sub>	-349	43,5	-318
CaO <sub>(кр)</sub>	-635,5	39,7	-605
CaCO <sub>3(кр)</sub>	-1207	93	-1129
CO <sub>2(г)</sub>	-393,5	214	-394,4
CO <sub>(г)</sub>	-110,5	197,54	-137,14
C(графит)	0	5,74	0
H <sub>2(г)</sub>	0	130,6	0
H <sub>2O(г)</sub>	-242	188,7	-228,6
MgCO <sub>3(кр)</sub>	-1113	65,7	-1029
MgO <sub>(кр)</sub>	-601	27	-569,4
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-1141	81	-1058
Cr	0	23,76	0
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-1117,7	146,4	-1014,2
FeO	-263,8	58,8	-244,3
Fe	0	27,15	0
Al	0	28,32	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-1676	51	-1580
CH <sub>4</sub>	-75	186,2	-51

**Тема 8. Скорость химических реакций. Химическое равновесие**  
**Блок заданий и упражнений (решаются выборочно по указанию преподавателя)**  
**Скорость химической реакции**

1. В реакции разложения стратосферного озона участвуют оксиды азота, например:  $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{O}_2 + \text{NO}_2$ . Рассчитайте скорость этой реакции, если через 25 с после начала реакции концентрация озона была 0,8 моль/л, а через 55 с (от начала реакции) стала равной 0,02 моль/л.
2. Составьте выражения кинетического закона действия масс для гомогенных реакций:  
а)  $\text{H}_2 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  ;      б)  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$  ;      в)  $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$  ; г)  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$
3. Составьте выражения кинетического закона действия масс для гетерогенных реакций:  
а)  $\text{C}_{(т)} + \text{CO}_{2(г)} \rightarrow 2\text{CO}$  ;      б)  $\text{FeO}_{(т)} + \text{CO}_{(г)} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
4. На сколько градусов нужно повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 27 раз, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3?
5. Для восстановления железа из металлолома используют угарный газ, образующийся из углекислого газа и угля. Как изменится скорость реакции образования CO, если увеличить концентрацию  $\text{CO}_2$  в 4 раза?
6. Во сколько раз возрастет скорость реакции  $\text{C}_{(т)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow \text{CO}_2$  при постоянном объеме и увеличении количеств реагентов в 4 раза?
7. В загрязненном воздухе содержится примесь угарного газа CO. Монооксид углерода медленно окисляется кислородом воздуха до диоксида углерода. При определенных условиях скорость такой реакции составляет 0,05 моль/(л·с), а концентрация  $\text{CO}_2$  становится равной 0,2 моль/л. Рассчитайте концентрацию  $\text{CO}_2$  через 10 с после указанного момента.
8. Образование озона может быть представлено уравнением:  $\text{O}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = \text{O}_{3(г)}$ . В некоторый момент времени концентрация озона составляет 0,1 моль/л. Скорость реакции образования озона равна 0,005 моль/(л·с). Рассчитайте концентрацию озона спустя 1 мин 40 с после указанного момента времени.
9. Плавиковую кислоту для производства фторопласта получают по реакции:  $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF}$ . Какова скорость этой реакции, если константа скорости реакции равна  $2,06 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ , а начальная концентрация водорода 1,5 моль/л?
10. В производстве нитроэмалей на одной из стадий идет реакция:  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ . Какова скорость этой реакции, если за 20 с концентрация кислорода понизилась с 2 до 1,8 моль/л?
11. Температурный коэффициент реакции равен 3. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры с 15 до 25<sup>0</sup>С?
12. Температурный коэффициент реакции равен 3. При температуре 15<sup>0</sup>С реакция проходит за 1 мин. Сколько времени будет проходить та же реакция при 35<sup>0</sup>С?
13. Определите температурный коэффициент реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ , если при повышении температуры на 40<sup>0</sup>С скорость реакции возрастает в 21,37 раза.
14. При 28<sup>0</sup>С некоторая реакция заканчивается за 3 мин, а при 12<sup>0</sup>С – за 16 мин. За какое время проходит реакция при: а) 20<sup>0</sup>С; б) при 30<sup>0</sup>С; в) при 10<sup>0</sup>С?
15. Для восстановления железа из металлолома используют угарный газ, образующийся из углекислого газа и угля. Как изменится скорость реакции образования CO, если увеличить концентрацию  $\text{CO}_2$  в 4 раза?
16. Во сколько раз снизится скорость реакции  $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} = 2\text{HI}$  при одновременном уменьшении молярных концентраций реагентов в 4 раза?
17. Во сколько раз понизится скорость реакции  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$  при уменьшении давления в системе в 4 раза?





- б) тритиостибат(III) натрия
- в) триоксалоферрат(III) калия
- г) гексафторованадат(V) калия
- д) тетрафтороборат натрия
- е) пентахлороакварутенат(III) калия
- ж) тетрагидроксостаннат(III) натрия
- з) тетрагидридоборат(III) алюминия
- и) гексафтороалюминат натрия
- к) тетраиодомеркурат(II) бария

3. Определите тип гибридизации орбиталей центрального атома, покажите образование связей центрального атома с лигандами, назовите и изобразите геометрическую форму комплекса:

- а)  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3+}$  (ответ:  $sp^3d^2$ ; октаэдр)
- б)  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$  (ответ:  $sp^3$ ; тетраэдр).

### **Тема 10. Окислительно-восстановительные процессы**

**Блоки вопросов и упражнений (решаются выборочно по указанию преподавателя):**

1. Дайте определение: окислительно-восстановительной реакции, окислителя, восстановителя, процессов окисления и восстановления.

2. Приведите примеры веществ – типичных окислителей и восстановителей.

3. Приведите примеры соединений, которые в окислительно-восстановительных реакциях могут проявлять двойственные свойства. Ответ обоснуйте.

1. Расставьте степень окисления элементов в соединениях:  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{KJ}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

2. Определите степени окисления атомов в следующих частицах:

а)  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ;

б)  $\text{CO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ;

в)  $\text{KI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ .

3. В каких из веществ элемент может проявлять только окислительные свойства, только восстановительные или те и другие:

а) сера в соединениях  $\text{SO}_2$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;

б) хром в соединениях  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;

в) марганец в соединениях  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ .

4. Подберите коэффициенты в уравнениях, укажите окислители и восстановители:

а)  $\text{HCl} + \text{CrO}_3 = \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,

б)  $\text{Fe} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} = \text{KFeO}_2 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,

в)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,

г)  $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{SO}_3$ ,

д)  $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,

е)  $\text{KClO}_3 + \text{KOH} + \text{MnO}_2 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$ .

5. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты методом электронного баланса, укажите тип ОВР, окислитель и восстановитель:

а)  $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots$

б)  $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots$

в)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

г)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$

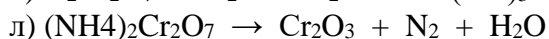
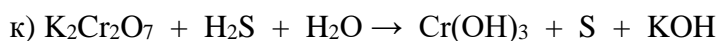
д)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

е)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

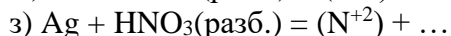
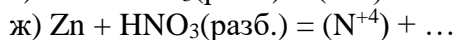
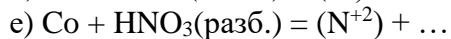
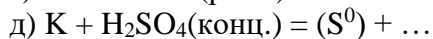
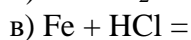
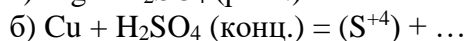
ж)  $\text{KJ} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

з)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH}_{(\text{гор.})} \rightarrow \text{KClO} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

и)  $\text{KMnO}_4 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$



6. Составьте уравнения реакций, подберите коэффициенты:



7. Рассчитайте: а) эквивалентную массу окислителя в реакции 4а; б) эквивалентную массу восстановителя в реакции 6з; в) эквивалентную массу окислителя в реакции 4е; г) эквивалентную массу восстановителя в реакции 5д.

### ***Коррозия и защита металлов***

1. В чем сущность коррозии металлов?
2. Какие виды коррозии вам известны и чем они отличаются?
3. Перечислите условия протекания электрохимической коррозии.
4. Как определить, какой из участков поверхности металла является анодным и какой – катодным?
5. Что представляет собой электрохимический ряд напряжений металлов?
6. Как меняется активность металлов слева направо в электрохимическом ряду напряжений металлов?
7. Что такое окисление, восстановление, окислитель, восстановитель?
8. Из чего складывается процесс электрохимической коррозии?
9. Какие частицы могут быть окислителями при коррозии в различных условиях (в растворах электролитов, во влажном воздухе, в природных водах)?
10. В чем отличие анодных покрытий от катодных? Что корродирует при повреждении анодного и катодного покрытия?
11. Что такое ингибиторы коррозии и какова их роль?
12. Какое покрытие металла называется анодным? катодным? Какие металлы можно использовать для анодного и катодного покрытия железа во влажном воздухе и сильноокислой среде?
13. Новый оцинкованный бак, в котором растворили медный купорос и оставили на хранение, прохудился. Объясните причины разрушения стенок, напишите уравнения реакции.
14. Алюминиевая проволока разрушилась на месте скрепления её с медной проволокой. Объясните данное явление.
15. Почему на оцинкованном баке (ведре, детали) на месте царапины цинк быстрее разрушается, а железо не ржавеет?
16. Почему лужёный бак (покрытый оловом) на месте повреждения защитного слоя даёт ржавчину и быстро разрушается? Напишите уравнения реакций.
17. Приведите примеры анодных и катодных покрытий для кобальта. Составьте уравнения анодных и катодных процессов во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты при нарушении целостности покрытия.
18. К какому типу покрытий относятся олово на меди и на железе? Какие процессы будут протекать при атмосферной коррозии указанных пар в нейтральной среде? Напишите уравнения катодных и анодных реакций.
19. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении целостности покрытий во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты.

20. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте уравнения анодной и катодной реакции.

21. Приведите примеры анодных и катодных покрытий для кобальта. Составьте уравнения анодных и катодных процессов во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты при нарушении целостности покрытия.

22. К какому типу покрытий относятся олово на меди и на железе? Какие процессы будут протекать при атмосферной коррозии указанных пар в нейтральной среде? Напишите уравнения катодных и анодных реакций.

23. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении целостности покрытий во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты.

24. Запишите электронные уравнения окислительно-восстановительных процессов, протекающих на анодных и катодных участках при коррозии в следующих случаях: а) сплав меди и цинка в среде кислотного электролита, б) никелированное железо в морской воде, в) сплав магния и алюминия во влажной атмосфере.

25. Бронзовые статуи обычно имеют довольно тонкие стенки, на постаментах они крепятся с помощью каркаса из стали или железа. С какой целью стальной каркас окрашивают свинцовым суриком?

26. Для защиты бронзовых скульптур их поверхность нередко покрывают искусственными патинами на основе оксидов и основных солей меди. На чём основано их защитное действие? Почему в городах с развитой промышленностью для памятников используют составы патин, не содержащие основной карбонат меди?

27. Железное изделие покрыто: а) хромом, б) никелем. Поясните процессы электрохимической коррозии в обоих случаях.

28. Опишите процесс коррозии лужёного железа в случае нарушения целостности покрытия: а) в кислой среде, б) в среде влажного воздуха.

29. Запишите формулы веществ, которые будут преобладающими продуктами коррозии следующих материалов: а) оцинкованное железо в чистом влажном воздухе; б) луженое железо в чистом влажном воздухе; в) оцинкованное железо в растворе соляной кислоты; г) луженое железо в растворе соляной кислоты.

30. Запишите формулы веществ, которые будут преобладающими продуктами коррозии следующих материалов: а) хромированное железо в чистом влажном воздухе; б) никелированное железо в чистом влажном воздухе; в) хромированное железо в растворе соляной кислоты; г) никелированное железо в растворе соляной кислоты.

31. Запишите формулы веществ, которые будут преобладающими продуктами коррозии следующих материалов: а) железо, соприкасающееся с оловом, во влажном воздухе; б) железо, соприкасающееся с цинком во влажном воздухе; в) железо в растворе соляной кислоты; г) железо, соприкасающееся с медью, в растворе соляной кислоты.

32. Запишите формулы веществ, которые будут преобладающими продуктами коррозии следующих материалов: а) никель, соприкасающийся с железом, во влажном воздухе; б) медь, соприкасающаяся с железом во влажном воздухе; в) никель в растворе соляной кислоты; г) медь, соприкасающаяся с никелем, в растворе соляной кислоты.

33. Определите массу металла, подвергшегося коррозии в кислой среде при нарушении медного покрытия на алюминии, если в течение одной минуты выделился водород объёмом 0,09 л (н.у.).

34. Как протекает коррозия оцинкованного железа при нарушении целостности покрытия? Напишите соответствующие уравнения реакции и схему работы гальванического элемента.

35. Железо покрыто никелем. Какой из металлов будет корродировать в случае нарушения поверхностного слоя в атмосфере промышленного района (атмосферный воздух содержит  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.)? Составьте схему процессов, происходящих на электродах образующихся гальванических элементов.

## Электролиз

1. Что такое электролиз? Как заряжены катод и анод при электролизе?
2. В какой последовательности происходят процессы на электродах при электролизе расплавов?
3. В какой последовательности происходят процессы на электродах при электролизе растворов?
4. В чем особенности процессов электролиза на «растворимых» электродах?
5. Сформулируйте законы Фарадея и запишите математические формулы, отражающие их суть.
6. Для каких промышленных целей применяют электролиз?
7. Составьте уравнения электродных процессов при электролизе расплавов (с инертными электродами): а) гидроксида натрия; сульфида калия; йодида натрия; б) хлорида никеля(II); бромида бария; гидроксида калия.
8. Составьте уравнения электродных процессов при электролизе растворов (с инертными электродами): а) серной кислоты, хлорида меди(II), сульфата цинка, нитрата платины(II), нитрата калия, гидроксида калия, гидроксида бария; б) хлорида железа(III), фосфата калия, хлорида алюминия, нитрата свинца(II); хлорида золота(III), азотной кислоты, гидроксида натрия.
9. Составьте схемы электролиза водного раствора хлорида цинка, если: а) анод цинковый; б) анод угольный.
10. Составьте схемы электролиза водного раствора сульфата меди, если: а) анод медный; б) анод угольный.
11. В какой последовательности будут выделяться металлы при электролизе раствора, содержащего в одинаковой концентрации сульфаты никеля, серебра, меди?
12. Раствор содержит ионы в одинаковой концентрации  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Vl}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . В какой последовательности эти ионы будут выделяться при электролизе, если напряжение достаточно для выделения любого металла?
13. Какие продукты образуются в процессах электролиза: а) расплава гидроксида натрия с инертными электродами; б) раствора сульфата железа с графитовыми электродами; в) раствора сульфата железа со стальными электродами; г) раствора гидроксида калия с инертными электродами?
14. Какие продукты образуются в процессах электролиза: а) расплава гидроксида калия с графитовыми электродами; б) раствора сульфата цинка с графитовыми электродами; в) раствора сульфата цинка с цинковыми электродами; г) раствора сульфата меди с медными электродами?
15. Проводится электролиз раствора хлорида натрия с инертными электродами. В какой части электролизера образуются гидроксид натрия, хлор, водород?

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

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

#### 1. Выполнение и защита лабораторной работы.

*Требования к выполнению и защите лабораторной работы:*

- выполнение эксперимента с соблюдением правил по ТБ, аккуратности, оптимальности по временным затратам;
- подготовка отчета по установленной форме (см. фрагмент лабораторного журнала);
- участие в беседе по данной теме, правильные ответы на вопросы преподавателя.

#### **Критерии оценивания:**

«Отлично» - 81-100 % соответствие требованиям;

«Хорошо» - 66-80 %;

«Удовлетворительно» - 50-65 %;

«Неудовлетворительно» - менее 50 %.

### 3. Контрольная работа

#### Образец контрольной работы

#### Тема: «Растворы»

#### В-1

1. Определите необходимые для приготовления 150 г 10% раствора массу медного купороса (пентагидрата сульфата меди(II)) и объем воды.
2. Определите эквивалентную концентрацию сульфата алюминия, если в 250 мл раствора содержится 8,57 г соли. Раствор будет использован для получения гидроксида алюминия по обменной реакции.
3. Коэффициент растворимости нитрата натрия при 20 °С равен 87,6 г (на 100 г воды). Рассчитайте минимальную массу воды, необходимую для растворения 124,8 г соли.
4. Определите pH в 0,0005M растворе серной кислоты при 25 °С.
5. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций, которые возможны при попарном взаимодействии растворов следующих солей: фосфат калия, сульфат меди(II), хлорид цинка, сульфид калия.
6. Напишите в молекулярной и ионной формах все ступени гидролиза раствора фосфата натрия.
7. Составьте формулу комплексного соединения и напишите уравнения реакций его диссоциации: тетрагидроксоаннат(IV) калия.

*Критерии оценивания:*

«Отлично» - верно выполнено не менее 6 заданий;

«Хорошо» - верно выполнено не менее 5 заданий, либо 4 задания + незначительные недочеты еще в 2-3 заданиях;

«Удовлетворительно» - верно решено не менее 3 заданий;

«Неудовлетворительно» - верно решено менее 3 заданий.

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

##### 1. Экзамен (1 семестр)

##### Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Основные положения атомно-молекулярной теории. Относительная атомная и молекулярная массы. Число Авогадро. Моль. Молярная масса. Молярный объем газообразного вещества. Простейшие и истинные формулы химических соединений.
2. Основные законы стехиометрии и границы их применимости.
3. Строение атома. Массовые числа атомов. Изотопы. Ядро атома как динамическая система протонов и нейтронов. Радиоактивный распад ядер. Ядерные реакции. Искусственная радиоактивность. "Меченые атомы" и их применение. Использование ядерной энергии в мирных целях.
4. Электронная оболочка атома. Емкость электронных слоев. Квантовые числа. АО. Основное и возбужденное состояние.
5. Заряды ядер атомов. Многоэлектронные атомы. Принципы заполнения атомных орбиталей. Электронные формулы.
6. Свойства атомов. Атомные радиусы. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Периодическое изменение свойств атомов элементов. Изменение свойств атомов химических элементов в группах ПС.
7. Открытие периодического закона Д.И. Менделеевым и принцип построения естественной системы элементов. Исправление атомных масс, предсказание свойств неоткрытых элементов. Вопросы, поставленные периодическим законом и периодической системой и их разрешение с позиций представлений о строении атомов. Две формулировки периодического закона.
8. Формы и структура периодических таблиц. Электронные конфигурации атомов элементов А и Б-групп. Связь положения элемента в периодической системе с

- электронным строением его атома: s-, p-, d-, f - элементы. Границы и эволюция периодической системы.
9. Связь свойств элементов с их положением в периодической системе. Периодически и не периодически изменяющиеся свойства атомов, простых веществ и соединений элементов. Периодичность изменения свойств элементов как проявление периодичности изменения электронных конфигураций атомов. Значение открытия периодического закона в развитии науки и промышленности.
  10. Классификация неорганических соединений. Номенклатуры соединений. Правила составления химических формул и наименований веществ. Бинарные соединения.
  11. Оксиды: классификация, номенклатура, свойства и способы получения.
  12. Гидроксиды (основания и оксокислоты). Соли, их классификация и номенклатура. Кристаллогидраты.
  13. Химическая связь, ее основные характеристики. Виды химической связи. Полярность ковалентной связи. Поляризуемость ковалентной связи. Полярность молекул.
  14. Ковалентная связь. Метод ВС. Физическая идея метода. Два механизма образования ковалентной связи. Насыщаемость ковалентной связи. Сигма- и пи- связи.
  15. Направленность ковалентной связи. Гибридизация АО. Типы гибридизации, геометрия молекул.
  16. Метод молекулярных орбиталей. МО ЛКАО.  $\sigma$ - и  $\pi$ - орбитали. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Принципы заполнения МО. Энергетические диаграммы и электронные формулы молекул. Формальный порядок связи.
  17. Гомонуклеарные молекулы, образованные элементами 1 и 2 периодов. Зависимость кратности, прочности, длины связи, магнитных свойств от характера заполнения МО в этих молекулах. Гетеронуклеарные двухатомные молекулы. Сравнение методов ВС и МО.
  18. Ионная связь. Свойства ионной связи. Области применения ионной модели. Ионные кристаллические решетки.
  19. Водородная связь, ее характеристика и значение в биологических системах. Металлическая связь.
  20. Типы кристаллических решеток, образуемых веществами с ковалентной связью в молекулах. Свойства веществ с различным типом связи и кристаллических решеток.
  21. Растворимость твердых веществ в воде. Коэффициент растворимости. Растворимость газов в жидкости.
  22. Концентрация растворов. Способы выражения концентрации растворов.
  23. Растворы неэлектролитов. Законы Вант-Гоффа и Рауля.
  24. Основные положения теории электролитической диссоциации. Механизм гидратации. Механизм диссоциации веществ с различным типом связи. Энергетика процесса диссоциации.
  25. Степень электролитической диссоциации. Факторы, влияющие на нее. Сильные и слабые электролиты. Коэффициент активности.
  26. Смещение равновесия диссоциации в растворах слабых электролитов. Константа диссоциации слабых электролитов. Взаимосвязи степени и константы диссоциации.
  27. Механизм протекания реакций в растворах электролитов. Направленность обменных реакций. Генетическая связь между классами неорганических соединений.
  28. Равновесие в растворах малорастворимых электролитов. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков.
  29. Кислоты, основания, соли в свете теории электролитической диссоциации. Протолитическая теория кислот и оснований.
  30. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Значение постоянства pH в химических и биологических процессах.
  31. Гидролиз солей. Случаи гидролиза.
  32. Количественные характеристики гидролиза.

### Задачи:

1. Определите количество вещества сульфата алюминия, содержащееся в образце массой 17,1 г. (0,05 моль)
2. Вычислите, какой объем займет хлор массой 14,2 г при температуре 25 °С и давлении 110,3 кПа. (4,5 л)
3. Имеется газовая смесь, состоящая из водорода с массовой долей 40% и оксида углерода(IV) с массовой долей 60%. Определите объемные доли газов в смеси, считая условия нормальными. (94%, 6%)
4. \*Смесь азота и водорода объемом 1 л имеет массу 1 г при температуре 0 С и давлении 202,65 кПа. Определите объемные доли газов в смеси. (22,2%; 77,8%)
5. Рассчитайте массовую долю сахара в растворе, полученном при растворении 10 г сахара в 190 г воды.
6. Какую массу медного купороса нужно взять для приготовления 50 л 1%-го раствора сульфата меди, который используют для опрыскивания садов в период покоя растений? Плотность раствора принять равной 1 г/мл.
7. Для протравливания клубней картофеля перед посадкой используют 0,02%-й раствор сульфата меди. Какую массу медного купороса нужно взять для приготовления 100 л такого раствора? Плотность раствора принять равной 1 г/мл.
8. Смешали 200 г 20%-го и 300 г 10%-го растворов глюкозы. Рассчитайте массовую долю глюкозы в полученном растворе.
9. Смешали 1,6 г метилового спирта  $\text{CH}_3\text{OH}$  и 2,7 г воды. Какова мольная доля метанола в растворе?
10. Какой объем 83%-го раствора серной кислоты ( $\rho=1,76$  г/мл) необходим для приготовления 500 мл раствора с  $C_{\text{м}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=2$  моль/л?
11. Рассчитайте молярную концентрацию фосфорной кислоты в растворе, полученном при растворении 3,55 г  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 50 см<sup>3</sup> воды после кипячения.
12. Какова молярная концентрация эквивалента сульфата кобальта в растворе, если в 500 мл его содержится 15,5 г этой соли? Раствор используют для получения гидроксида кобальта(II).
13. Вычислите молярную концентрацию эквивалента сульфата алюминия в 2М растворе этой соли при условии, что он используется для получения гидроксида алюминия.
14. Какой объем (мл) воды нужно добавить к 60 мл 0,8 М сульфита натрия, чтобы приготовить раствор, титр которого равен 0,025 г/мл?
15. Путем выпаривания воды из 222,2 г насыщенного раствора сульфата калия получено 22,2 г безводной соли. Найдите коэффициент растворимости сульфата калия.
16. Какая масса хлорида аммония содержится в 405 г насыщенного при 15<sup>0</sup>С раствора, если коэффициент растворимости этой соли при данной температуре равен 35 г?
17. К 80 г 15%-го раствора прибавлено 20 г воды. Какова массовая доля растворенного вещества в новом растворе?
18. Какую массу сахара следует добавить к 180 г раствора с массовой долей 15%, чтобы повысить её до 25%?
19. Смешали 250 г 10%-го и 750 г 15%-го растворов глюкозы. Вычислите массовую долю глюкозы в полученном растворе.
20. Определите массу металла, подвергшегося коррозии в кислой среде при нарушении медного покрытия на алюминии, если в течение одной минуты выделился водород объемом 0,09 л (н.у.).

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

1. Заряды ядер атомов. Многоэлектронные атомы. Три принципа заполнения орбиталей в атомах. Порядок заполнения атомных орбиталей. Правила Клечковского. Электронные формулы.

2. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Значение постоянства pH в химических и биологических процессах.

3\*. При охлаждении раствора от 80°C до 10°C выделилось 8 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Какой объём воды и какая масса соли были взяты для перекристаллизации? Растворимость (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 10°C составляет 72,2 г, при 80°C – 94,1 г.

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, который: глубоко и прочно усвоил программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет творчески иллюстрировать теоретические положения курса примерами, применять теоретические знания к решению практических задач; хорошо владеет современными методами исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, который: твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении практических задач.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, имеющему серьезные пробелы в знании учебного материала, допускающему принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

## 2. Зачет (2 семестр)

### 2. Тестирование

#### Итоговый тест

1. В молекуле хлора связь между атомами ...

1) ковалентная полярная 2) ковалентная неполярная 3) ионная 4) металлическая

2. Линейное строение имеют молекулы... (Кол-во правильных ответов – 2)

1) CO<sub>2</sub> 2) H<sub>2</sub>Te 3) BeF<sub>2</sub> 4) H<sub>2</sub>S

3. Пирамидальное строение имеют молекулы... (Кол-во правильных ответов – 2)

1) GaF<sub>3</sub> 2) NH<sub>3</sub> 3) BF<sub>3</sub> 4) PH<sub>3</sub>

4. Две π-связи имеются в молекулах... (Кол-во правильных ответов – 2)

1) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2) HCN 3) CO<sub>2</sub> 4) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

5. Центральный атом имеет sp<sup>3</sup>-гибридизацию в частицах... (2 правильных ответа)

1) NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 2) NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 3) CH<sub>4</sub> 4) CO<sub>2</sub>

6. Ковалентная полярная связь осуществляется в соединениях... (2 правильных ответа)

1) CaO 2) SO<sub>2</sub> 3) H<sub>2</sub>Se 4) F<sub>2</sub>



7. В молекуле сероводорода \_\_\_\_\_ химическая связь.  
 1) ковалентная неполярная 2) ионная 3) ковалентная полярная 4) водородная
8. Вещество, в молекуле которого содержатся 2s- и 2p-связи, имеет формулу ...  
 1) CH<sub>4</sub> 2) CO 3) CO<sub>2</sub> 4) COCl<sub>2</sub>
9. Ионная связь образуется между элементами ...  
 1) H и C 2) P и O 3) K и Cl 4) C и O
10. Белый фосфор имеет \_\_\_\_\_ кристаллическую решетку  
 1) атомную 2) металлическую 3) молекулярную 4) ионную
11. Орбитали атома углерода в молекуле BF<sub>3</sub> находятся в состоянии \_\_\_\_ - гибридизации  
 1) sp<sup>3</sup> 2) sp<sup>4</sup> 3) sp<sup>2</sup> 4) sp
12. Линейное строение имеет молекула, формула которой ...  
 1) H<sub>2</sub>S 2) H<sub>2</sub>O 3) SO<sub>2</sub> 4) BeF<sub>2</sub>
13. Йодид калия имеет \_\_\_\_\_ кристаллическую решетку ...  
 1) ионную 2) металлическую 3) молекулярную 4) атомную
14. В ряду N<sub>2</sub> → O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub> прочность связи в молекулах ...  
 1) уменьшается 2) увеличивается 3) не изменяется 4) изменяется периодически
15. Сущность обменного механизма образования химической связи состоит в перекрывании ...  
 1) любых электронных орбиталей  
 2) одноэлектронных орбиталей взаимодействующих атомов  
 3) двух свободных орбиталей двух атомов  
 4) двухэлектронной орбитали одного атома и свободной орбитали другого атома
16. Соединением, в котором реализуется связь, образованная по донорно-акцепторному механизму, является ...  
 1) аммиак 2) молекула азота 3) молекула хлороводорода 4) хлорид аммония
17. Донором является частица, предоставляющая...  
 1) свободную орбиталь 3) пару свободных орбиталей  
 2) пару электронов 4) электрон
18. Вещества, содержащие только ковалентные полярные химические связи, приведены в ряду ...  
 1) PF<sub>5</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, NH<sub>4</sub>Cl 3) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, BF<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>  
 2) F<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4) NO<sub>2</sub>, SOCl<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>COOH
19. В узлах кристаллической решетки фторида натрия находятся ...  
 1) ионы натрия и фтора 2) атомы натрия и фтора  
 3) молекулы NaF 4) атомы натрия и молекулы фтора
20. Молекула метана имеет \_\_\_\_\_ строение  
 1) тетраэдрическое 2) линейное 3) пирамидальное 4) угловое
21. Наибольшей степенью ионности характеризуется химическая связь в соединении ...  
 1) ClO<sub>2</sub> 2) CCl<sub>4</sub> 3) CaCl<sub>2</sub> 4) HCl
22. В ряду N<sub>2</sub> → O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub> прочность связи в молекулах ...  
 1) уменьшается 2) увеличивается 3) не изменяется 4) изменяется периодически
23. Тетраэдрическое строение имеет молекула...  
 1) CaH<sub>2</sub> 2) NH<sub>3</sub> 3) CH<sub>4</sub> 4) H<sub>2</sub>O
24. Центральный атом имеет sp-гибридизацию в молекулах... (2 ответа)  
 1) H<sub>2</sub>O 2) CO<sub>2</sub> 3) SO<sub>2</sub> 4) BeF<sub>2</sub>
25. Установите соответствие между формулой вещества и типом гибридизации орбиталей центрального атома:  
 1) CO<sub>2</sub> a) sp  
 2) SO<sub>2</sub> б) sp<sup>2</sup>  
 3) CH<sub>4</sub> в) sp<sup>3</sup>d  
 г) sp<sup>3</sup>

26. Установите соответствие между формулой вещества и пространственным строением его молекулы:

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| 1) $\text{BeF}_2$ | а) Тетраэдр            |
| 2) $\text{BF}_3$  | б) Октаэдр             |
| 3) $\text{CF}_4$  | в) Плоский треугольник |
|                   | г) Линейная            |

27. Установите соответствие между формулой вещества и валентным углом центрального атома:

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1) $\text{CO}_2$ | а) $180^\circ$     |
| 2) $\text{BF}_3$ | б) $109^\circ 28'$ |
| 3) $\text{CH}_4$ | в) $120^\circ$     |
|                  | г) $90^\circ$      |

28. Установите соответствие между формулой вещества и типом химической связи:

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1) $\text{NaCl}$ | а) Металлическая          |
| 2) $\text{PH}_3$ | б) Ионная                 |
| 3) $\text{Na}$   | г) Водородная             |
| 4) $\text{Cl}_2$ | д) Ковалентная неполярная |
|                  | е) Ковалентная полярная   |

29. В узлах кристаллической решетки хлорида калия находятся:

- 1) ионы  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$     2) атомы К и Cl    3) молекулы  $\text{KCl}$     4) атомы К и молекулы  $\text{Cl}_2$

30. Число пи-связей одинаково в молекулах:

- 1)  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$     2)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$     3)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CO}_2$     4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$

*Критерии оценивания:*

«Отлично» - 91-100% правильных ответов;

«Хорошо» - 71-90% правильных ответов;

«Удовлетворительно» - 51-70% правильных ответов;

«Неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

*Критерии оценивания:*

«Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнил и получил положительные оценки по не менее чем 4 лабораторным работам;
- написал итоговый тест на оценку не ниже «удовлетворительно»;
- написал контрольную работу на оценку не ниже «удовлетворительно».

«Не зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнил и защитил менее 4 лабораторных работ;
- написал итоговый тест на оценку ниже «удовлетворительно»;
- или написал контрольную работу на оценку ниже «удовлетворительно».

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 7.1. Основная литература

1) Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учеб.-практ. пособие / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 14-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 236 с. <https://biblio-online.ru/book/42CADAE0-F729-47F0-BD2C-9BF1FA027806>

2) Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 215 с. <https://biblio-online.ru/book/9EF62046-E896-40EA-A19D-ABFAD1260476>

3) Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. — 10-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 360 с. <https://biblio-online.ru/book/D1023147-B5F3-4C9F-85FA-1E57F4C31AB7>

4) Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. Том 1: учебник для академического бакалавриата / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 6-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 292 с. <https://biblio-online.ru/book/31F396E4-38A9-4FE2-9347-A2265C8018BC>

5) Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 6-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 315 с. <https://biblio-online.ru/book/8BEE37D5-7D87-4256-B9F7-29A4B28E1BCD>

6) Росин, И. В. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия: учебник для академического бакалавриата / И. В. Росин, Л. Д. Томина. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 426 с. <https://biblio-online.ru/book/20528962-9889-4766-A00D-AAFC77F6C8AF>

7) Апарнев, А. И. Общая химия. Сборник заданий с примерами решений: учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Л. И. Афонова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 118 с. <https://biblio-online.ru/book/94F60741-1A1B-4FBF-9072-A3DB9B54AA89>

8) Общая и неорганическая химия. Задачник: учебное пособие для академического бакалавриата / С. С. Бабкина [и др.]; под ред. С. С. Бабкиной, Л. Д. Томиной. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 464 с. <https://biblio-online.ru/book/3B9A3BBA-C7D5-4412-9876-9241ED663F11>

## 7.2. Дополнительная литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия (любое издание, напр. – Л.: Химия, 1981, 2002, 2007 и др.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: ВШ, 1988, 2001, 2002, 2003, 2006, 2008, 2009 и др.
3. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 2003, 2005, 2010 и др.

## 7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1) <http://school-collection.edu.ru/> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
- 2) <http://fcior.edu.ru/> – Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)
- 3) <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> (Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”)
- 4) <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> (Сайт химического факультета МГУ)
- 5) <http://rusacademedu.ru/> (Сайт Российской академия образования)
- 6) <http://www.hvsh.ru/> (Сайт журнала "Химия в школе")

## 7.4. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В помощь учителю химии: сборник статей. – Смоленск: СГПУ, (вып. 5-6), 2000-2001; Совершенствование преподавания химии в школе и вузе: сборник статей. – Смоленск: СГПУ, вып. 1-9, 2002-2010.

Васильева С. И.. Химия в задачах: Растворы. – Смоленск: СГПУ, 2000.

## 8. Материально-техническое обеспечение

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине в университете имеется следующая необходимая инструментальная база: химическая лаборатория - уч. корпус № 1, ауд.62, включающая необходимые материалы, оборудование, реактивы.

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.

### **Оборудование:**

Ареометры. Аппарат Кипа. Слянки Тищенко. Аналитические весы. Барометр. Приборы Черняка. Термометры. Стеклянные трубки, палочки, воронки. Спиртовки. Стаканы. Цилиндры. Пробирки.

### **Реактивы:**

Металлический цинк. Оксиды кальция, фосфора, бария. Кислоты: серная, соляная, азотная, уксусная. Основания – гидроксиды калия, натрия, кальция, бария. Раствор аммиака. Соли: сульфаты меди, железа, цинка, натрия, кобальта, никеля; хлориды натрия, серебра, бария, кальция, стронция; карбонат натрия, нитрат бария, тиосульфат натрия, раствор пероксида водорода, хлориды сурьмы и меди; метилоранж, лакмус, фенолфталеин; ацетат натрия и пр.

### **Дидактические материалы:**

- 1) Комплекты заданий по темам курса для подготовки к лабораторным занятиям.
- 2) Комплекты контролирующих заданий по темам курса.
- 3) Таблицы.
- 4) Модели молекул.
- 5) Модели кристаллических решёток.

## **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