

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# **ХИМИЯ**

Методические указания к самостоятельной работе студентов  
и задания для контроля по курсу химии  
для студентов направления подготовки  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»



**Благовещенск**

**2021**

ББК 24.1 я73  
М54

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
Амурского государственного  
университета*

*Рецензенты*

*Т.П. Платонова, к.х.н., доцент кафедры химии и химической технологии АмГУ  
А.П. Пакурина, д.х.н., профессор кафедры химии  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ*

Составитель Охотникова Г.Г.

Химия. Методические указания к самостоятельной работе студентов и задания для контроля по курсу химии / Г.Г. Охотникова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2021. – 112 с.

В пособии рассмотрены основные компоненты самостоятельной работы по дисциплине «Химия». Пособие включает тематику и планы конспектов, вопросы для подготовки к коллоквиумам, домашние задания с методическими указаниями к их выполнению, вопросы к экзамену и пример экзаменационного теста.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего образования направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для подготовки и выполнения заданий в рамках самостоятельной работы по дисциплине «Химия».

**В авторской редакции**

©Амурский государственный университет, 2021

© Охотникова Г.Г. составитель

**СОДЕРЖАНИЕ**

	Стр.
Введение .....	4
Методические указания к составлению конспектов .....	6
Методические указания для подготовки к коллоквиумам .....	12
Методические указания к выполнению домашних заданий .....	16
Часть I. Классификация неорганических соединений. Строение атома. Химическая связь .....	19
Часть II. Основные законы химии .....	27
Часть III. Химическая термодинамика и кинетика .....	38
Часть IV. Процессы в растворах .....	46
Часть V. Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы .....	66
Примерные вопросы к экзамену .....	87
Пример экзаменационного теста .....	91
Приложения .....	100

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса обучения и составляет более 50 % времени, отведенного для изучения дисциплины «Химия». В соответствии с рабочей программой дисциплины для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» на самостоятельную работу отводится 58 часов. Поскольку формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен, самостоятельная работа включает в себя значительное количество времени на подготовку к нему.

Целью дисциплины является формирование объективного и целостного естественнонаучного мировоззрения; углубление, развитие и систематизация химических знаний, необходимых при решении практических вопросов разного уровня сложности в ходе выполнения задач в области профессиональной деятельности

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями химии, углубление и систематизация химических знаний;
- овладение методами и приемами решения конкретных задач из различных областей химии;
- формирование навыков проведения химического эксперимента, в том числе – формирование навыков работы по заданным методикам, составления описания проводимых исследований, анализа полученных результатов и составления отчетов по выполненному заданию;
- формирование навыков использования химических знаний для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности.

Цель самостоятельной работы заключается в формировании навыков организации и планирования внеаудиторной работы, навыков работы с дополнительным материалом и поиска необходимой информации; – формирование навыков выполнения расчетов; углубление, развитие и систематизация химических знаний о строении и реакционной способности важнейших классов неорганических соединений, протекании

электрохимических процессов, свойствах и применении полимерных материалов.

В процессе изучения дисциплины, в том числе, – при реализации самостоятельной работы, студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Фундаментальная подготовка	ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-7 <sub>ОПК-2</sub> Демонстрирует понимание химических процессов.

Результативность самостоятельной работы во многом зависит от процесса ее организации и от форм и методов контроля над ней.

В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины «Химия» используются:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- составление конспектов по темам самостоятельного изучения;
- подготовка к сдаче коллоквиумов;
- выполнение домашних заданий по ряду разделов дисциплины;
- подготовка к экзамену.

Формами контроля над самостоятельной работой являются тестовые задания для текущего контроля знаний, коллоквиумы (проводятся в двух частях: тест и собеседование/дебаты по теоретической части), участие студентов в различных интерактивных формах аудиторных занятий, а также проверки письменных внеаудиторных работ (конспекты, домашние работы). Итоговой формой контроля над самостоятельной работой выступает экзамен.

Оценивается самостоятельная работа в рамках индивидуального рейтинга студента по установленным критериям, приведенным в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов» по дисциплине.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТОВ

Первой формой самостоятельной работы, с которой знакомится студент при изучении дисциплины «Химия», является составление конспектов. Работа над конспектами направлена на углубление, развитие и систематизацию знаний, необходимых для формирования целостных и объективных представлений в области изучаемой дисциплины, но дополнительных к знаниям, приобретаемым в ходе контактной работы (лекции, лабораторные работы, консультации).

При изучении дисциплины «Химия» студенты выполняют 7 конспектов, темы которых перечислены ниже.

Конспекты выполняются в отдельной тетради в соответствии с содержанием дисциплины, изложенным в рабочей программе, и предлагаемым планом. Список рекомендованной для выполнения конспектов литературы приведен в рабочей программе по дисциплине.

При выполнении конспектов студент имеет право использовать не только рекомендуемые, но и другие источники информации, в том числе – Интернет-ресурсы. В конце каждого конспекта приводится перечень использованных источников.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе обучения дисциплине «Химия», конспекты как форма контроля над самостоятельной работой являются составной частью индивидуального рейтинга по дисциплине.

Оценка за конспекты выставляется в расчетных единицах (РЕ), которые затем переводятся в баллы.

Максимальное количество РЕ за каждый конспект приведено в таблице (в скобках указана оценка за каждое задание в порядке их изложения):

<b>Конспекты</b>		
1	Модели атома. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов	7
2	Элементарные частицы	5
3	Ядерные реакции	5
4	Основные типы дисперсных систем, их свойства и применение	10

5	Коррозия металлов и методы борьбы с ней	7
6	Основные свойства металлов	12
7	Основные свойства неметаллов	12

## Конспекты

### 1. Модели атома. Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** основные положения теории строения атома (ядра и состояния электронов);

**уметь:** описывать строение атомов элементов и объяснять периодичность изменения их свойств.

#### План конспекта

- 1) Атомизм Левкиппа-Демокрита
- 2) Атомно-молекулярное учение
- 3) Модель атома Томсона, ее достоинства и недостатки
- 4) Модель атома Резерфорда
- 5) Модель атома Бора, ее противоречия
- 6) Корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов. Уравнение волны де Бройля
- 7) Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности Бора

### 2. Ядерные реакции

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** взаимопревращения элементарных частиц, явление естественной радиоактивности, ее вероятностный характер; основные виды радиоактивного распада; цепной характер деления ядер урана; термоядерные реакции, необходимые

для них условия; относительные величины энергий реакций ядерного синтеза, деления ядер, химических процессов (в сравнении);

**уметь:** писать уравнения ядерных реакций в полном и сокращенном виде.

#### План конспекта

- 1) Определение
- 2) Примеры реакций с уравнениями:
  - реакции под действием  $\alpha$ -частиц
  - реакции под действием протонов
  - реакции под действием дейтронов
  - реакции под действием нейтронов
  - реакции под действием фотонов
- 3) Синтез элементов
- 4) Ядерные реакции в природе

### **3. Элементарные частицы**

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** основные элементарные частицы, критерии их классификации и свойства; фундаментальные частицы.

#### План конспекта

- 1) Эволюция понятия «элементарная частица»
- 2) Виды взаимодействия элементарных частиц
- 3) Классификация элементарных частиц
  - по величине спина
  - по видам взаимодействий
- 4) Свойства элементарных частиц

### **4. Основные типы дисперсных систем, их свойства и применение:**

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** свойства и методы получения дисперсных систем; положения теории строения коллоидных растворов; свойства коллоидных растворов (молекулярно-кинетические, оптические, электрические, агрегативная устойчивость);

**уметь:** классифицировать дисперсные системы и характеризовать их свойства; составлять схемы и определять качественные и количественные характеристики коллоидных растворов; описывать свойства и определять области применения коллоидных растворов.

#### План конспекта

- 1) Количественные характеристики дисперсных систем
- 2) Способы классификации дисперсных систем
- 3) Методы получения дисперсных систем
- 4) Свойства дисперсных систем:
  - электрокинетические свойства
  - кинетическая устойчивость
  - агрегативная устойчивость
- 5) Отдельные представители дисперсных систем:
  - суспензии,
  - эмульсии,
  - гели и студни,
  - пены,
  - аэрозоли

### **5. Коррозия металлов и методы борьбы с ней**

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** основные положения теории электрохимических процессов;

**уметь:** составлять уравнения процессов, протекающих при коррозии, рассчитывать их количественные характеристики.

#### План конспекта

- 1) Классификация коррозионных процессов

- 2) Электрохимический коррозионный процесс
  - общая характеристика
  - коррозионный процесс с водородной деполяризацией
  - коррозионный процесс с кислородной деполяризацией
  - анодная реакция растворения металлов
  - пассивность
- 3) Коррозия металлов в природных и техногенных средах
- 4) Методы защиты от коррозии
- 5) Электрохимическая защита:
  - катодная
  - протекторная
  - анодная
  - кислородная
- 6) Неметаллические материалы и защитные покрытия

## **6. Основные свойства металлов**

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** электронное строение атомов и химические свойства металлов и их соединений;

**уметь:** составлять химические уравнения, описывающие свойства металлов.

### План конспекта

- 1) Положение металлов в Периодической системе химических элементов
- 2) Физические свойства металлов
- 3) Химические свойства металлов:
  - взаимодействие металлов с водой
  - взаимодействие металлов с кислотами
  - взаимодействие металлов с солями
  - оксиды и гидроксиды металлов, их свойства
- 4) Методы получения металлов

## 7. Основные свойства неметаллов

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** электронное строение атомов и химические свойства неметаллов и их соединений;

**уметь:** составлять химические уравнения, описывающие свойства неметаллов и их соединений.

### План конспекта

- 1) Положение неметаллов в Периодической системе химических элементов
- 2) Физические свойства неметаллов
- 3) Неметаллы – простые вещества. Явление аллотропии
- 4) Химические свойства неметаллов:
  - взаимодействие с водой
  - взаимодействие с металлами
  - взаимодействие с кислотами
  - оксиды неметаллов и их свойства
  - свойства галогеноводородов
  - свойства соляной, азотной и серной кислот различных концентраций

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМАМ

Важной составной частью самостоятельной работы является коллоквиум. В рамках дисциплины «Химия» студенты сдают 2 коллоквиума по следующей тематике:

- Химическая связь
- Полимеры и олигомеры

При подготовке к каждому коллоквиуму выполняется краткий конспект по приведенным ниже вопросам.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе обучения дисциплине «Химия» коллоквиум является составной частью индивидуального рейтинга по дисциплине и включает теоретическую часть и практическое задание. Теоретическая часть состоит из двух блоков: тестовое задание и ответ на вопрос. При успешном (более 50% верных ответов) выполнении тестового задания обучающийся допускается к выполнению теоретической части и практического задания.

Оценка за коллоквиум выставляется в расчетных единицах, которые затем переводятся в баллы. Максимальное количество расчетных единиц за коллоквиум равно 40: 20 РЕ за тест, по 10 РЕ за теоретический вопрос и практическое задание.

### Коллоквиум 1 «Химическая связь»

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:** положения теории химической связи, виды и механизмы ее образования

**уметь:** определять виды связей и объяснять пространственное строение веществ

#### Вопросы для подготовки:

1. Понятие химической связи, ее природа, условия образования. Типы химической связи. Общие свойства химической связи (длина связи, энергия связи).

2. Ковалентная связь. Квантово-механическое описание ковалентной связи.
3. Основные положения теории валентных связей (ТВС). Механизмы образования ковалентной связи;  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи в свете ТВС.
4. Свойства ковалентной связи (полярность, поляризуемость, кратность, насыщенность, направленность).
5. Гибридизация атомных орбиталей. Типы гибридизации и геометрия молекул.
6. Ионная связь. Механизм образования. Свойства ионной связи. Особенности веществ с ионной связью. Сравнительный анализ свойств веществ с ковалентной ионной связью.
7. Металлическая связь, условия образования, свойства. Зонная теория строения и проводимости металлов. Особенности веществ с металлической связью.
8. Водородная связь, образование, свойства. Влияние водородной связи на свойства веществ.
9. Силы межмолекулярного взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное). Роль взаимодействий.
10. Кристаллическое, аморфное и жидкое состояние вещества
11. Типы кристаллических решеток

Практические задания:

1. Рассмотрите с позиций ТВС механизмы образования химической связи в молекулах  $O_2$  и  $CO$ , ионах  $NH_4^+$  и  $BF_4^-$ .
2. В какой из молекул:  $HI$ ,  $HF$ ,  $HBr$ ,  $HCl$  дипольный момент наибольший?
3. В молекулах каких химических соединений имеется  $\pi$ -связь:  $CaO$ ,  $CaCl_2$ ,  $N_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $HNO_3$ ?
4. Каким должно быть распределение общей электронной плотности в поле двух связываемых ядер в молекулах  $KCl$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ?
5. Как изменяется характер химической связи в молекулах хлоридов элементов главной подгруппы VI группы периодической системы?

6. Как изменяется характер в молекулах хлоридов элементов III периода? Почему?
7. Как и почему изменяется прочность химической связи и химическая активность в ряду  $\text{Cl}_2 - \text{O}_2 - \text{N}_2 - \text{H}_2$ ?
8. Какой тип гибридизации атомных орбиталей осуществляется в молекулах:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{BH}_3$ ?

## Коллоквиум 2

### «Полимеры и олигомеры»

Требования к знаниям, которые студент должен приобрести в результате освоения темы:

**знать:**

- основные определения и классификацию полимеров;
- методы получения полимеров;
- основные положения теории строения и свойства полимеров;
- названия, строение и свойства биополимеров.

**уметь:**

- классифицировать, составлять общую формулу и название полимеров на основе строения органических и неорганических мономеров;
- составлять уравнения реакций получения полимеров;
- составлять структурные формулы полимеров и описывать их свойства;
- составлять формулы и описывать свойства биополимеров.

Вопросы для подготовки:

1. Основные понятия химии ВМС: полимер, мономер, макромолекула, степень полимеризации, со- и гомополимеры.
2. Регулярность элементарных звеньев и форма макромолекул. Форма полимерных цепей макромолекул.
3. Классификация полимеров по способам получения, по химическому составу, по отношению к нагреванию.

4. Способы получения полимеров. Реакции полимеризации и поликонденсации, их отличительные особенности.
5. Физические свойства полимеров. Аморфное и кристаллическое состояние полимеров.
6. Деструктивные реакции полимеров: химическая, механическая, окислительная, термическая и др. виды деструкции.
7. Влияние структуры полимеров на их эксплуатационные свойства
8. Вулканизация и отверждение полимеров, назначение процессов.
9. Эксплуатационные свойства полимеров.
10. Защита полимеров от старения.
11. Отдельные представители полимеров и материалов на их основе: полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол, поливинилхлорид, поливинилацетат, полиметилметакрилат, политетрафторэтилен, новолаки, кремнийорганические полимеры, волокна, эластомеры. Состав, строение, свойства, области применения.
12. Биополимеры: белки, углеводы, жиры и липиды. Состав, строение, свойства, функции.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Методические указания содержат задания для выполнения домашних работ по химии и предназначены для контроля самостоятельной работы студентов в семестре.

Домашние задания носят индивидуальный характер и выполняются в отдельной тетради или на листах формата А-4. Распределение вариантов выполнения домашних заданий производится преподавателем на первом занятии.

Домашние задания выдаются старосте группы после изучения соответствующей темы/раздела дисциплины и сдаются в установленные сроки. Срок выполнения домашнего задания оговаривается при выдаче работы (обычно – одна или две недели). После проверки домашнего задания при наличии в нем ошибок задание отдается на доработку. При сдаче домашнего позже установленного срока оценка за него снижается.

Методические указания (часть I) по разделам «Классификация неорганических соединений. Расчеты. Строение атома. Химическая связь» включают в себя задания по 4 темам:

1. Классификация неорганических соединений.
2. Химические расчеты.
3. Строение атома.
4. Химическая связь.

Внутри каждой темы имеются разделы, а в разделах – индивидуальные задания, обозначенные цифрами, соответствующими вариантам заданий.

Выполнение домашней работы подразумевает решение одного задания, обозначенного номером варианта в каждом разделе. Таким образом, студент выполняет:

- по теме 1: 5 заданий
- по теме 2: 3 задания
- по теме 3: 3 задания
- по теме 4: 2 задания

Выполнение заданий по ряду разделов предполагает использование материала предыдущих разделов. То есть, варианты заданий внутри разделов отсутствуют, но при этом указывается, в каком предыдущем разделе следует искать необходимые данные.

Методические указания (часть II) включают в себя задания по теме «Основные понятия и законы химии». Каждый студент выполняет задание, включающее в себя 4 задачи, в соответствии с вариантом.

Методические указания (часть III) включают в себя задания по темам «Химическая термодинамика и химическая кинетика». В рамках данных тем имеются разделы, а в разделах – индивидуальные задания, обозначенные цифрами, соответствующими вариантам заданий.

Выполнение домашней работы подразумевает решение одного задания, обозначенного номером варианта в каждом разделе. Таким образом, студент выполняет:

- В разделе 1: 5 заданий
- В разделе 2: 3 задания

При решении задач требуется внимательно ознакомиться с заданием и выполнить его точно в соответствии с указанными требованиями.

Справочные данные, необходимые для выполнения всех заданий, приведены в приложении, либо в тексте задачи.

Методические указания (часть IV) включают в себя задания по теме «Реакции в растворах». Каждый студент выполняет задание, включающее в себя 6 задач, в соответствии с вариантом.

Методические указания (часть V) включают в себя задания по теме «Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы». Каждый студент выполняет задание, включающее в себя 5 задач, в соответствии с вариантом.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе обучения дисциплине «Химия», ИДЗ являются составной частью индивидуального рейтинга по дисциплине.

Оценка за каждое ИДЗ выставляется в расчетных единицах, которые затем переводятся в баллы.

<b>№</b>	<b>Тема</b>	<b>Оценка (РЕ)</b>
1	Классификация неорганических соединений. Расчеты. Строение атома. Химическая связь	20
2	Основные законы химии	12
3	Химическая термодинамика и кинетика	20
4	Растворы	15
5	Электрохимические процессы и ОВР	12

## Часть I

## КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

## СТРОЕНИЕ АТОМА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

**1. Классы неорганических соединений**

1.1. Назовите соединение, соответствующее варианту:

№ вар	Соединение	№ вар	Соединение	№ вар	Соединение
01	FeOHCl <sub>2</sub>	11	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	21	KHCO <sub>3</sub>
02	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	12	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	22	(NiOH) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
03	HMnO <sub>4</sub>	13	Fe(OH) <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	23	CrO <sub>3</sub>
04	Mn(OH) <sub>4</sub>	14	HClO <sub>4</sub>	24	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
05	CuOHNO <sub>3</sub>	15	Cr(OH) <sub>3</sub>	25	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
06	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26	Mn(HSO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
07	CrOH(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17	NaHS	27	LiOH
08	Ca(HSO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	18	Bi(OH) <sub>3</sub>	28	H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>
09	AlO <sub>2</sub>	19	Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	29	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
10	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	20	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	30	HBr

1.2. Напишите эмпирические и графические формулы для приведенных соединений:

№ вар	Соединение	№ вар	Соединение	№ вар	Соединение
01	бромид гидроксо-бериллия	11	дигидрофосфат кальция	21	основной гидроксид магния
02	основной гидроксид хрома (III)	12	бромид гидроксо-бериллия	22	сероводородная кислота
03	гидрофосфат натрия	13	сернистая кислота	23	иодид серебра
04	ортоалюминиевая кислота	14	ортотитановая кислота	24	нитрит гидроксо-алюминия
05	сульфит гидроксо-магния	15	сульфат гидроксо-железа (III)	25	ортофосфат дигидроксижелеза (III)
06	хлорид олова (II)	16	гидросиликат бария	26	перманганат натрия
07	оксид железа (III)	17	азотная кислота	27	сульфид алюминия
08	серная кислота	18	гидроксид натрия	28	гипохлорит калия
09	основной гидроксид бария	19	бромид гидроксо-марганца (II)	29	гидрокарбонат кальция
10	сульфат кобальта (II)	20	бромноватая кислота	30	хромат стронция

- 1.3. Укажите, к какому классу относится соединение, соответствующее варианту в задании 1.1. Приведите пример реакции, доказывающей правильность классификации. Поясните приведенный пример.
- 1.4. Для соединения, приведенного в задании 1.2, определите степень окисления всех элементов.
- 1.5. Для соединения, приведенного в задании 1.2, составьте графическую формулу.

## 2. Химические расчеты

- 2.1. Определите массу вещества, содержащегося при нормальных условиях в заданном объеме в соответствии с вариантом. Полученный ответ округлите до 2-х знаков после запятой.

№ вар	Соединение, объем	№ вар	Соединение, объем	№ вар	Соединение, объем
01	12 л азота	11	3 л фтороводорода	21	1 л оксида азота (I)
02	1,5 л неона	12	204 л аммиака	22	3 л оксида серы (IV)
03	24 л этана	13	55 л циановодорода	23	26 л хлора
04	18 л воздуха	14	2 л сероводорода	24	11 л иодоводорода
05	2,5 л кислорода	15	2 л оксида серы (VI)	25	112 л аммиака
06	20 л озона	16	8 л пропана	26	16 л угарного газа
07	150 л ацетилена	17	9 л метана	27	90 л хлора
08	6 л хлороводорода	18	22 л водорода	28	14 л бутана
09	50 л фтора	19	16 л гелия	29	60 л оксида азота (V)
10	48 л этилена	20	45 л фторметана	30	15 л хлороводорода

- 2.2. Используя данные задания 2.1, определите массу одной молекулы вещества.
- 2.3. Используя объединенный газовый закон Бойля-Мариотта и Гей-Люссака, определите, какой объем займет газообразное вещество при заданных условиях (количество и название вещества приведены в задании 2.1)

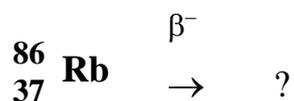
№ вар	Температура, °С	Давление	№ вар	Температура, °С	Давление
01	142	730 мм.рт.ст.	16	12	730 мм.рт.ст.
02	138	780 мм.рт.ст.	17	28	780 мм.рт.ст.
03	67	96,6 кПа	18	170	96,6 кПа

№ вар	Температура, °С	Давление	№ вар	Температура, °С	Давление
04	127	102,3 кПа	19	10	102,3 кПа
05	223	127 кПа	20	23	127 кПа
06	200	787 мм.рт.ст.	21	250	787 мм.рт.ст.
07	20	750 мм.рт.ст.	22	100	750 мм.рт.ст.
08	10	105,6 кПа	23	5	105,6 кПа
09	18	91 кПа	24	11	91 кПа
10	100	780 мм.рт.ст.	25	80	780 мм.рт.ст.
11	22	110 кПа	26	45	110 кПа
12	30	760 мм.рт.ст.	27	8	760 мм.рт.ст.
13	300	95 кПа	28	240	95 кПа
14	17	735 мм.рт.ст.	29	25	735 мм.рт.ст.
15	25	730 мм.рт.ст.	30	38	730 мм.рт.ст.

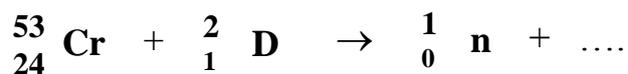
### 3. Строение атома

3.1. Выполните задание в соответствии с вариантом и запишите уравнение реакции в полной и сокращенной форме. Укажите тип реакции. Для первого элемента в уравнении реакции укажите количество протонов и нейтронов в ядре атома, количество электронов. Ответ поясните.

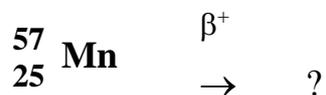
**B-1.** Закончите уравнение:



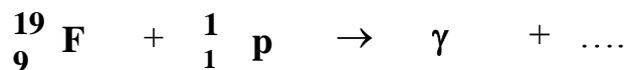
**B-2.** Закончите уравнение:



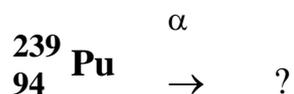
**B-3.** Закончите уравнение:



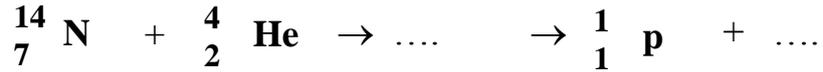
**B-4.** Закончите уравнение:



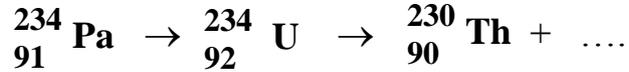
**B-5.** Закончите уравнение:



**B-6.** Укажите недостающие компоненты:



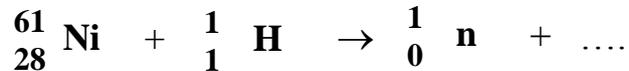
**B-7.** Напишите уравнения в соответствии с приведенной схемой:



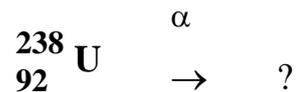
**B-8.** Закончите уравнение:



**B-9.** Закончите уравнение:



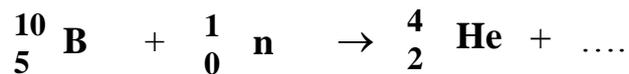
**B-10.** Закончите уравнение:



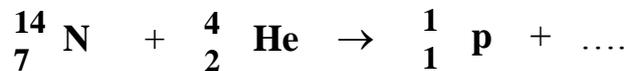
**B-11.** Закончите уравнение:



**B-12.** Закончите уравнение:



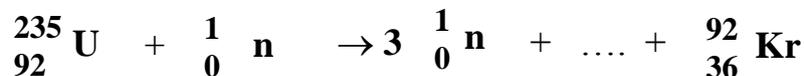
**B-13.** Закончите уравнение:



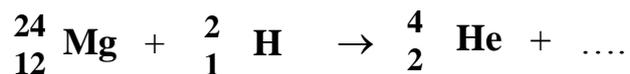
**B-14.** Закончите уравнение:



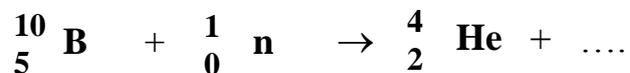
**B-15.** Закончите уравнение:



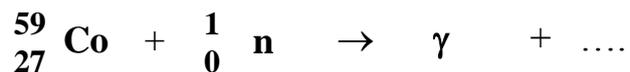
**B-16.** Закончите уравнение:



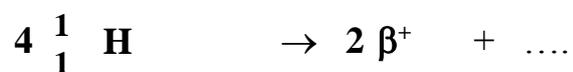
**B-17.** Закончите уравнение:



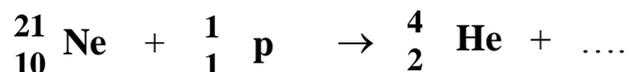
**B-18.** Закончите уравнение:



**B-19.** Закончите уравнение:



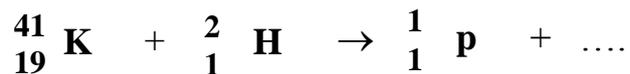
**B-20.** Закончите уравнение:



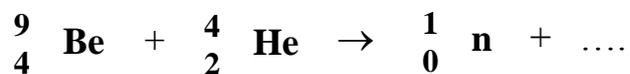
**B-21.** Закончите уравнение:



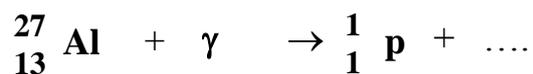
**B-22.** Закончите уравнение:



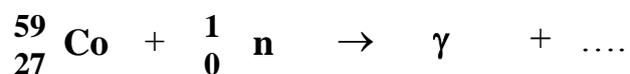
**B-23.** Закончите уравнение:



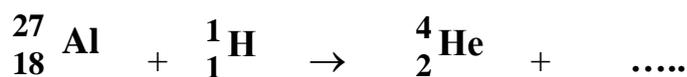
**B-24.** Закончите уравнение:



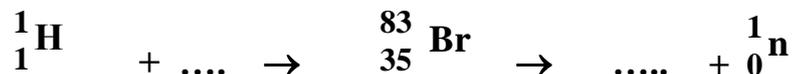
**B-25.** Закончите уравнение:



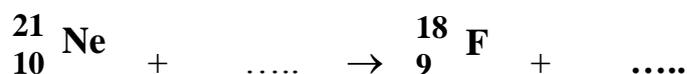
**B-26.** Закончите уравнение:



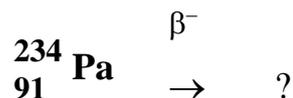
**B-27.** Закончите уравнение:



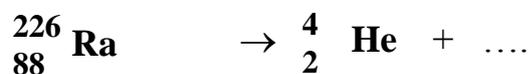
**B-28.** Закончите уравнение:



**B-29.** Закончите уравнение:



**B-30.** Закончите уравнение:



3.2. Составьте электронные и графические формулы элементов с указанными порядковыми номерами в основном и возбужденном (для одного элемента) состоянии. К каким электронным семействам относится каждый элемент? Рассчитайте суммарный спин для каждого элемента.

№ вар	порядковый № элемента	№ вар	порядковый № элемента	№ вар	порядковый № элемента
01	6; 23	11	19; 33	21	31; 72
02	16; 31	12	41; 19	22	24; 38
03	25; 38	13	8; 43	23	19; 49
04	50; 21	14	26; 14	24	28; 17
05	7; 28	15	46; 12	25	42; 2
06	54; 24	16	10; 48	26	54; 75
07	9; 42	17	74; 11	27	21; 53
08	27; 15	18	22; 56	28	35; 5
09	74; 13	19	50; 79	29	76; 16

№ вар	порядковый № элемента	№ вар	порядковый № элемента	№ вар	порядковый № элемента
10	5; 39	20	4; 45	30	22; 12

3.3. На основании электронных формул указанных элементов заданной группы охарактеризуйте их свойства (металлические – неметаллические) и укажите все возможные валентности.

№ вар	Задание		№ вар	Задание		№ вар	Задание	
	Группа	Элемент		Группа	Элемент		Группа	Элемент
01	I A	Li, Na	11	III B	Sc, Y	21	V A	As, Sb
02	II A	Ba, Ra	12	IV B	Ti, Zr	22	VI A	S, Se
03	III A	Ga, In	13	V B	V, Nb	23	VII A	I, At
04	IV A	C, Si	14	VI B	Mo, W	24	VIII A	Kr, Xe
05	V A	N, P	15	VII B	Tc, Re	25	I B	Ag, Au
06	VI A	Se, Te	16	VIII B	Co, Ni	26	II B	Zn, Hg
07	VII A	Cl, Br	17	I A	Cs, Fr	27	III B	Ce, Eu
08	VIII A	He, Ne	18	II A	Be, Mg	28	IV B	Hf, Rf
09	I B	Cu, Ag	19	III A	B, Al	29	V B	Nb, Ta
10	II B	Zn, Cd	20	IV A	Sn, Pb	30	VI B	Cr, Mo

#### 4. Химическая связь

1.1. На заданном примере рассмотрите образование химической связи, укажите ее тип, кратность.

№ вар	Молекула	№ вар	Молекула	№ вар	Молекула
01	Cl <sub>2</sub>	11	PH <sub>3</sub>	21	CCl <sub>4</sub>
02	H <sub>2</sub> O	12	AsCl <sub>3</sub>	22	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
03	HCl	13	SnH <sub>4</sub>	23	PCl <sub>3</sub>
04	O <sub>2</sub>	14	H <sub>2</sub> Te	24	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
05	N <sub>2</sub>	15	CO	25	MnO <sub>2</sub>
06	NH <sub>3</sub>	16	BeF <sub>2</sub>	26	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
07	Br <sub>2</sub>	17	AlCl <sub>3</sub>	27	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
08	CH <sub>4</sub>	18	OF <sub>2</sub>	28	BiCl <sub>3</sub>
09	CO <sub>2</sub>	19	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	29	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
10	NF <sub>3</sub>	20	PbCl <sub>2</sub>	30	SiF <sub>4</sub>

1.2. Как метод валентных связей (МВС) объясняет строение заданной молекулы? Приведите схему гибридизации.

<b>№ вар</b>	<b>Соединение</b>	<b>№ вар</b>	<b>Соединение</b>	<b>№ вар</b>	<b>Соединение</b>
01	<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>	11	<b>MgCl<sub>2</sub></b>	21	<b>SiH<sub>4</sub></b>
02	<b>AsCl<sub>3</sub></b>	12	<b>NH<sub>3</sub></b>	22	<b>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>
03	<b>SnH<sub>4</sub></b>	13	<b>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub></b>	23	<b>SbH<sub>3</sub></b>
04	<b>H<sub>2</sub>Te</b>	14	<b>SO<sub>2</sub></b>	24	<b>CaH<sub>2</sub></b>
05	<b>CCl<sub>4</sub></b>	15	<b>SCl<sub>2</sub></b>	25	<b>PbCl<sub>4</sub></b>
06	<b>BeF<sub>2</sub></b>	16	<b>BF<sub>3</sub></b>	26	<b>GeH<sub>4</sub></b>
07	<b>AlCl<sub>3</sub></b>	17	<b>PH<sub>3</sub></b>	27	<b>SrBr<sub>2</sub></b>
08	<b>OF<sub>2</sub></b>	18	<b>CH<sub>4</sub></b>	28	<b>H<sub>2</sub>O</b>
09	<b>PCl<sub>3</sub></b>	19	<b>NF<sub>3</sub></b>	29	<b>BaCl<sub>2</sub></b>
10	<b>BeH<sub>2</sub></b>	20	<b>H<sub>2</sub>S</b>	30	<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>

**Часть II****ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ****Вариант № 1**

1. Имеется 0,02 моль хлора. Какое число молекул и какое число атомов содержится в этом количестве вещества?
2. Рассчитайте плотность хлороводорода по водороду и по воздуху
3. В какой массе гидроксида натрия содержится такое же количество эквивалентов, что и в 140 г гидроксида калия?
4. Определите массу йода, которая требуется для получения иодида алюминия массой 61,2 г.

**Вариант № 2**

1. Где больше атомов: в 4 г железа или в 2 г магния?
2. Найдите: а) плотность воздуха по водороду; б) плотность водорода по воздуху
3. Из 1,35 г оксида металла получается 3,15 г его нитрата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
4. Рассчитайте объем водорода, который выделится при растворении алюминия массой 10,8 г в избытке соляной кислоты (н.у.).

**Вариант № 3**

1. Найдите число молекул, содержащееся в 108 г воды
2. Плотность некоторого газа по водороду равна 2. Какова его плотность по воздуху?
3. Из 1,3 г гидроксида металла получается 2,85 г его сульфата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
4. Вычислите объем оксида серы (IV), который надо взять для реакции с кислородом, чтобы получить оксид серы (VI) массой 20 г. Объем рассчитайте при н.у.

**Вариант № 4**

1. В какой массе азота содержится  $3,01 \cdot 10^{25}$  молекул азота?
2. Рассчитайте плотность бромоводорода по водороду и по воздуху
3. Оксид трехвалентного элемента содержит 31,58 % кислорода. Вычислите молярную массу эквивалента, молярную и атомную массы этого элемента.
4. К раствору, содержащему нитрат кальция массой 8,2 г, прилили раствор, содержащий карбонат натрия массой 6,36 г. Рассчитайте массу полученного осадка.

**Вариант № 5**

1. Чему равна масса: а) 0,05 моль железа; б) 0,05 моль оксида железа (III)?
2. Какие из перечисленных газов при выпуске в воздух будут подниматься вверх, а какие – опускаться вниз: а) оксид азота (I); б) хлороводород; в) неон? Ответ обоснуйте и подтвердите расчетами.
3. Вычислите молярную массу эквивалента металла, если на восстановление 1,017 г его оксида израсходовалось 0,28 л водорода (н.у.)
4. Через раствор, содержащий 6,62 г нитрата свинца (II), пропустили хлороводород объемом 1,12 л (н.у.). Определите формулу и массу полученного осадка.

**Вариант № 6**

1. Сколько молей воды содержится в 900 г воды? Сколько молей водорода содержится в такой же массе воды?
2. Найдите плотность аргона: а) по водороду; б) по воздуху
3. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента ортофосфорной кислоты в реакции образования гидрофосфата
4. Какое количество (моль) концентрированной азотной кислоты потребуется для полного растворения 0,2 моль цинка и какое количество (л) оксида азота (IV) при этом выделится.

**Вариант № 7**

1. Сколько молей атомов магния содержится в 20 г оксида магния?

2. Относительная плотность галогеноводорода по воздуху равна 2,8. Определите плотность этого газа по водороду и назовите его.
3. В 2,48 г оксида одновалентного металла содержится 1,84 г металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Вычислите молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Какой объем кислорода потребуется для каталитического окисления 6,0 л аммиака и какой объем оксида азота (II) при этом выделится? Расчет проводить при н.у.

### **Вариант № 8**

1. Сколько молей атомов углерода и кислорода содержится в 88 г оксида углерода (IV)?
2. Плотность газа по водороду равна 14. Определите плотность этого газа по воздуху
3. На сжигание 1,5 г двухвалентного металла требуется 0,69 л кислорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента металла, молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Какая масса осадка (г) образуется при взаимодействии 3,25 г хлорида кальция с избытком фосфата натрия и какая масса фосфата натрия при этом расходуется?

### **Вариант № 9**

1. В какой массе воды содержится столько же молекул, сколько их в 176 г оксида углерода (IV)?
2. Плотность газа по воздуху равна 2. Какова молекулярная масса газа?
3. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента ортофосфорной кислоты в реакции образования дигидрофосфата.
4. Какой объем (л, н.у.) кислорода потребуется для обжига 0,2 моль  $\text{FeS}_2$  и какая масса оксида железа (III) и объем оксида серы (IV) при этом будут получены?

**Вариант № 10**

1. Какую массу водорода следует взять, чтобы в ней содержалось столько же атомов, сколько их содержится в 142 г хлора?
2. Рассчитайте плотность йодоводорода по водороду и по воздуху
3. Из 3,31 г нитрата металла получается 2,78 г его хлорида. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла, молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Какой объем (л, н.у.) оксида азота (IV) выделится при термическом разложении 5,32 г нитрата меди (II)?

**Вариант № 11**

1. Найдите массу одного атома водорода, одного атома кислорода, одной молекулы воды.
2. Рассчитайте молекулярные массы газов, плотность которых по гелию равна:  
а) 11; б) 0,5.
3. В каком количестве гидроксида хрома (II) содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96 г гидроксида магния?
4. Какую массу (г) нитрата меди (II) нужно разложить при нагревании, чтобы полученным кислородом полностью окислить 3,1 г фосфора до оксида фосфора (V)?

**Вариант № 12**

1. Найдите массу  $1,5 \cdot 10^{21}$  молекул воды.
2. Плотность газа по гелию равна 0,5. Какова молекулярная масса газа?
3. При окислении 16,74 г двухвалентного металла образовалось 21,54 г его оксида. Вычислите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Вычислите молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Какую массу (г) цинка нужно растворить в соляной кислоте, чтобы полученным водородом полностью восстановить 14,4 г оксида меди (II)?

**Вариант № 13**

1. В каком случае оксид меди (II) и вода содержат одинаковое количество кислорода: а) когда взято по 1 моль каждого из этих веществ; б) когда взято по 1 г каждого из этих веществ?
2. Рассчитайте молекулярные массы газов, плотность которых по гелию равна: а) 7; б) 4.
3. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента ортофосфорной кислоты в реакции образования ортофосфата.
4. В избытке соляной кислоты растворили 6,0 г магния и 6,5 г цинка. Определите суммарный объем (л, н.у.) водорода, полученного при растворении.

**Вариант № 14**

1. Сколько молекул содержится в 896 мл оксида азота (IV) при н.у.?
2. Вычислите плотность углекислого газа по воздуху и по азоту
3. В какой массе гидроксида натрия содержится такое же количество эквивалентов, что и в 140 г гидроксида калия?
4. Какой объем водорода потребуется для полного восстановления 15,9 г оксида меди (II)?

**Вариант № 15**

1. Определите количество гидрокарбоната кальция в образце массой 16,2 г.
2. Относительная плотность газа по азоту равна 2. Определите массу 11,2 л этого газа при н.у.
3. Из 1,35 г оксида металла получается 3,15 г его нитрата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
4. Хлороводород, полученный при взаимодействии 2,24 л водорода с избытком хлора, пропустили через раствор, содержащий 1,7 г нитрата серебра. Определите формулу и массу осадка.

**Вариант № 16**

1. Определите количество атомов водорода в составе образца воды массой 9 г.
2. Определите относительную плотность метана по сероводороду и кислороду.

3. Оксид трехвалентного элемента содержит 31,58 % кислорода. Вычислите молярную массу эквивалента, молярную и атомную массы этого элемента.
4. Какая масса парообразной воды образуется при взрыве смеси, содержащей 64 г кислорода и 9 г водорода? Определите объем полученного пара при н.у.

**Вариант № 17**

1. Какую массу имеет образец сульфата гидрокса-алюминия количеством вещества 0,2 моль?
2. Определите относительную плотность по воздуху газовой смеси, состоящей из 8 г метана ( $\text{CH}_4$ ), 30 г этана ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) и 22 г пропана ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ).
3. Вычислите молярную массу эквивалента металла, если на восстановление 1,017 г его оксида израсходовалось 0,28 л водорода (н.у.)
4. Между компонентами смеси, состоящей из 15 л кислорода и 10 л оксида углерода (II), провели реакцию. Определите объем газовой смеси после реакции

**Вариант № 18**

1. Определите количество атомов водорода в составе образца гидрофосфата аммония массой 26,4 г.
2. Относительная плотность газообразного соединения  $\text{X}_2\text{O}_3$  по метану ( $\text{CH}_4$ ) равна 4,75. Определите элемент X.
3. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента ортофосфорной кислоты в реакции образования дигидрофосфата.
4. Между компонентами смеси, состоящей из 15 л водорода и 10 л фтора, провели реакцию. Определите объем газовой смеси после реакции.

**Вариант № 19**

1. Смесь состоит из 46 г этанола ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) и 72 г воды. Определите количество атомарного кислорода в смеси.
2. Относительная плотность газа по водороду равна 8. Определите, какой объем займет этот газ при н.у., если его масса будет равна 32 г.

3. Из 3,31 г нитрата металла получается 2,78 г его хлорида. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла, молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Объем смеси кислорода и водорода равен  $35 \text{ см}^3$ . После реакции между компонентами смеси оказалось, что водород прореагировал не полностью, и объем оставшегося в смеси водорода составил  $5 \text{ см}^3$ . Определите объем водорода в исходной смеси.

### ***Вариант № 20***

1. Определите массу образца сульфата меди (II), содержащего  $6,02 \cdot 10^{22}$  атомов меди.
2. Относительная плотность газа по водороду составляет 14. Определите плотность этого газа по воздуху.
3. В каком количестве гидроксида хрома (II) содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96 г гидроксида магния?
4. Какая масса сульфата цинка образуется при взаимодействии 16,2 г оксида цинка с избытком серной кислоты?

### ***Вариант № 21***

1. Определите количество атомов кислорода в составе образца нитрата гидроксида-алюминия массой 16,8 г.
2. Определите относительную плотность оксида углерода (II) по гелию и азоту.
3. При окислении 16,74 г двухвалентного металла образовалось 21,54 г его оксида. Вычислите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Вычислите молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Образец массой 15,6 г, состоящий из оксида и карбоната кальция, прокалили. В результате выделился газ объемом 2,24 л (н.у.). Определите массу оксида и массу карбоната кальция в образце.

### ***Вариант № 22***

1. Рассчитайте массу образца сульфата аммония, содержащего  $3,01 \cdot 10^{22}$  атомов водорода.

2. Определите относительную плотность по воздуху газовой смеси, состоящей из 8 г кислорода и 7,5 г этана ( $C_2H_6$ ).
3. Из 1,3 г гидроксида металла получается 2,85 г его сульфата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
4. Объем смеси хлора и водорода равен 25 л. После реакции между компонентами смеси оказалось, что хлор прореагировал не полностью, и объем оставшегося в смеси хлора составил 3 л. Определите объемы хлора и водорода в исходной смеси.

### ***Вариант № 23***

1. Смесь состоит из 6 г уксусной ( $CH_3COOH$ ) и 9,2 г муравьиной ( $HCOOH$ ) кислот. Определите количество атомарного углерода в смеси.
2. Относительная плотность газообразного соединения  $H_2X$  по водороду равна 40,5. Определите элемент X.
3. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента ортофосфорной кислоты в реакции образования ортофосфата.
4. Какая масса сульфида железа (II) может быть получена при взаимодействии 30 г железа с 16 г серы?

### ***Вариант № 24***

1. Определите массу образца воды, содержащего  $1,204 \cdot 10^{23}$  молекул воды.
2. Определите относительную плотность сероводорода по водороду.
3. В 2,48 г оксида одновалентного металла содержится 1,84 г металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Вычислите молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
4. Какой объем водорода выделится при взаимодействии 6,5 г цинка с избытком серной кислоты?

### ***Вариант № 25***

1. Во сколько раз абсолютная масса одного атома алюминия больше абсолютной массы одного атома бериллия

2. Определить относительные плотности углекислого газа и угарного газа друг по другу.
3. При восстановлении 1,2 г оксида металла водородом образовалось 0,27 г воды. Вычислите молярную массу эквивалента металла.
4. Вычислите объем оксида серы (IV), который надо взять для реакции с кислородом, чтобы получить оксид серы (VI) массой 20 г.

### **Вариант № 26**

1. В какой массе аммиака содержится  $12 \cdot 10^{21}$  молекул? Сколько атомов водорода содержится в этой массе?
2. Относительная плотность газа  $\text{Э}_2\text{O}$  по аргону составляет 1,1. Определить относительную молекулярную массу этого газа и установить его формулу.
3. Определите молярную массу эквивалента металла, зная, что для полного растворения 8,16 г этого металла потребовалось 20 г серной кислоты.
4. К раствору, содержащему нитрат кальция массой 8,2 г, прилили раствор, содержащий карбонат натрия массой 6,36 г. Рассчитайте массу полученного осадка.

### **Вариант № 27**

1. Определите количество атомарного кислорода в 20 г 25% водного раствора серной кислоты.
2. Относительная плотность газа А по газу В составляет 3, а относительная плотность газа В по газу С – 2. Определить относительные молекулярные массы газов А и В, если газ С – хлороводород.
3. При нагревании 20,06 г металла было получено 21,66 г оксида. Найдите молярную массу эквивалента металла.
4. Через раствор, содержащий 6,62 г нитрата свинца (II), пропустили хлороводород объемом 1,12 л. Определите формулу и массу полученного осадка.

**Вариант № 28**

1. Какова будет масса образца оксида алюминия, в которой содержится  $1,8 \cdot 10^{27}$  атомов кислорода, если известно, что данный образец содержит 15% примесей?
2. Относительная молекулярная масса циановодорода по некоторому газу составляет 0,5. Определить относительную молекулярную массу этого газа и установить его формулу, если известно, что в составе его молекулы 1 атом кислорода и 2 атома другого элемента.
3. Определите массу оксида двухвалентного металла, которая пошла на реакцию с 5,6 л водорода (н.у.), если молярная масса эквивалента оксида металла 39,77 г/моль
4. Какое количество (моль) концентрированной азотной кислоты потребуется для полного растворения 0,2 моль цинка и какой объем оксида азота (IV) при этом выделится.

**Вариант № 29**

1. Сравнить число атомов, содержащихся в молекулярном хлоре массой 10 г и в молекулярном аргоне такой же массы.
2. Плотность газа по водороду равна 17. какова масса 1 л этого газа при н.у.?
3. Определите эквивалент металла, если 0,42 г его с азотом образует 0,7 г нитрида, в котором валентность азота равна 3. Какой это металл, если его валентность равна 1?
4. Какая масса воды образуется при взрыве смеси, полученной при взаимодействии избытка соляной кислоты с 6,5 г цинка (н.у.)?

**Вариант № 30**

1. Какую массу должен иметь образец металлического натрия, чтобы в нем содержалось столько же атомов натрия, сколько молекул содержится в оксиде алюминия массой 51 г?
2. Вычислить среднюю относительную плотность по водороду газовой смеси, состоящей из гелия объемом 112 л (н.у.) и кислорода объемом 18 л (н.у.).

3. Определите эквивалент металла, если 1,215 г этого металла вытесняют из серной кислоты 11,2 л водорода (н.у.). Укажите, какой это металл, если его валентность равна 2.
4. Какое количество (моль) цинка потребуется для взаимодействия с 200 мл азотной кислоты с концентрацией 50 %? Какой объем оксида азота (IV) при этом выделится?

## Часть III

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА

1. Химическая термодинамика

№ вар.	Уравнение реакции	№ вар.	Уравнение реакции
01	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) \rightarrow \text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$	16	$\text{CuO}(\text{к}) + \text{HCl}(\text{г}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
02	$\text{Cl}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$	17	$\text{FeCl}_3(\text{к}) + \text{HI}(\text{г}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{к}) + \text{I}_2(\text{к}) + \text{HCl}(\text{г})$
03	$\text{CaO}(\text{к}) + \text{P}_2\text{O}_5(\text{к}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{к})$	18	$\text{Cu}(\text{к}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{г})$
04	$\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$	19	$\text{NH}_3(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{NO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
05	$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	20	$\text{CaH}_2(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) + \text{H}_2(\text{г})$
06	$\text{SO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{S}(\text{г}) \rightarrow \text{S}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	21	$\text{CS}_2(\text{ж}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{SO}_2(\text{г})$
07	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{C}(\text{к}) \rightarrow \text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}(\text{г})$	22	$\text{NH}_3(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
08	$\text{PbS}(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{PbO}(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{г})$	23	$\text{FeCl}_3(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2(\text{к}) + \text{HCl}(\text{г})$
09	$\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{г})$	24	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
10	$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{Al}(\text{к}) \rightarrow \text{Cr}(\text{к}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{к})$	25	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{к}) \rightarrow \text{HCl}(\text{г}) + \text{H}_3\text{N}(\text{г})$
11	$\text{Mg}_2\text{CO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{MgO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$	26	$\text{Na}(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{к})$
12	$\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$	27	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$
13	$\text{PbO}(\text{к}) + \text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{к})$	28	$\text{PCl}_3(\text{ж}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3(\text{ж}) + \text{HCl}(\text{г})$
14	$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{SO}_3(\text{г}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{к})$	29	$\text{ZnS}(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{г})$
15	$\text{FeS}_2(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + \text{SO}_2(\text{г})$	30	$\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$

- 1.1. На основании стандартных теплот образования рассчитайте, предварительно расставив коэффициенты, тепловой эффект реакции в стандартных условиях в соответствии с вариантом задания, приведенным в таблице.
- 1.2. Рассчитайте для приведенной в таблице реакции стандартную энтропию.
- 1.3. Рассчитайте для приведенной в таблице реакции стандартную энергию Гиббса, используя следствие из закона Гесса и уравнение Гиббса.

1.4. Определите для приведенной в таблице реакции температуру начала реакции. Будет ли данная реакция протекать в стандартных условиях? Ответ поясните.

1.5. Решите задачу в соответствии с вариантом:

**В-1.** Напишите термохимическое уравнение реакции между CO (г) и водородом, в результате которой образуется CH<sub>4</sub>(г) и H<sub>2</sub>O(г). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 67,2 л метана при н.у.?

**В-2.** Теплота образования сульфида меди (II) равна 48,534 кДж/моль. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при образовании 144 г сульфида меди.

**В-3.** Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 165 л ацетилена C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, если продуктами сгорания являются оксид углерода (IV) и пары воды?

**В-4.** При сжигании 8 г серы с образованием оксида серы (IV) выделяется 73,85 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования оксида серы (IV).

**В-5.** Сколько тепла выделится/поглотится при пропускании хлороводорода через раствор нитрата свинца, если образовалось 5,22 г осадка?

**В-6.** Теплота образования хлороводорода равна 92,05 кДж/моль. Сколько теплоты выделится при образовании 1 л (н.у.) хлороводорода?

**В-7.** Напишите термохимическое уравнение реакции и вычислите  $\Delta H^0_{298}$ , если при образовании 10 г карбоната кальция из оксидов выделилось 120 кДж.

**В-8.** Вычислите, сколько требуется теплоты для диссоциации 1668 г пентахлорида фосфора, если реакция протекает по уравнению:



**B-9.** Исходя из термохимического уравнения реакции, вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 112 л ацетилена.



**B-10.** Теплота образования высших оксидов фосфора и бора равна соответственно 1492 кДж/моль и 1264 кДж/моль. В каком случае выделится больше теплоты: при сгорании в избытке кислорода 5 г фосфора или 5 г бора?

**B-11.** При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота (II). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 44,8 л оксида азота (II) в пересчете на н.у.?

**B-12.** При сгорании 1 моль метана выделяется 892 кДж. Какое количество оксида ртути (II) можно разложить, используя эту теплоту на 80 %, если известно, что при сгорании 1 г ртути выделяется 0,42 кДж?

**B-13.** Какая масса натрия сгорела в хлоре, если выделилось 41 кДж?



**B-14.** В каком случае выделится больше теплоты: при нейтрализации соляной кислотой 100 г гидроксида кальция или при нейтрализации соляной кислотой 100 г гидроксида бария?

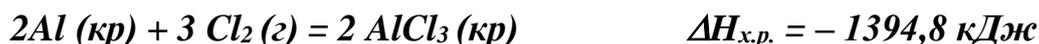
**B-15.** Вычислите массовую долю негорючих примесей в техническом препарате серы, при сжигании которого выделилось 446 кДж.



**B-16.** Вычислите, используя приведенные термохимические уравнения, какой минимальный объем (м<sup>3</sup>, н.у.) ацетилена требуется сжечь, чтобы полученной теплоты хватило на полное разложение 18 кг воды.



**B-17.** Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при взаимодействии 120 г алюминия, содержащего 10% инертных примесей, с избытком хлора по термохимическому уравнению:



**B-18.** Согласно термохимическим уравнениям реакций горения угля и разложения известняка определите, какую массу угля нужно сжечь, чтобы выделившейся энергии хватило для получения 112 т негашеной извести.



**B-19.** Учитывая термохимическое уравнение реакции, найдите количество теплоты, которое необходимо для окисления 5,6 г азота.



**B-20.** Вычислите, какой объем ( $\text{м}^3$ , н.у.) ацетилена требуется сжечь, чтобы получить 1000 МДж теплоты в соответствии с термохимическим уравнением:



**B-21.** Составьте термохимическое уравнение реакции разложения карбоната кальция на оксид кальция и оксид углерода (IV), если известно, что при разложении 10 г карбоната кальция поглощается 17,8 кДж теплоты.

**B-22.** Напишите термохимическое уравнение реакции и вычислите  $\Delta H_{298}^0$ , если при образовании 34 г хлорида хрома из простых веществ выделилось 121 кДж.

**B-23.** В каком случае выделится большее количество тепла: при сжигании этана  $C_2H_6$  или ацетилене  $C_2H_2$ , если массы газов одинаковы?

**B-24.** Напишите термохимическое уравнение реакции и вычислите  $\Delta H^0_{298}$  если при образовании 10 г оксида калия выделилось 39 кДж.

**B-25.** При взаимодействии 6,3 г железа с серой выделилось 11,31 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования сульфида железа (II).

**B-26.** Напишите термохимическое уравнение реакции и вычислите  $\Delta H^0_{298}$ , если при образовании 2,4 г хлорида висмута (III) из простых веществ выделилось 2 кДж.

**B-27.** При взаимодействии 18 г алюминия с кислородом выделилось 547 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования оксида алюминия.

**B-28.** На основании схемы реакции обжига пирита напишите термохимическое уравнение реакции и определите, сколько выделится тепла, если масса пирита 1,32 кг.



**B-29.** Водяной газ представляет собой смесь равных объемов водорода и оксида углерода (II). Найдите количество теплоты, которое выделится при сжигании 112 л водяного газа, взятого при нормальных условиях.

**B-30.** При полном сгорании газообразного этилена  $C_2H_4$  с образованием жидкой воды выделилось 6226 кДж. Вычислите объем вступившего в реакцию кислорода (при н.у.)

## 2. Химическая кинетика

2.1. Для приведенной реакции запишите выражение скорости реакции и рассчитайте ее изменение при заданных условиях (все вещества находятся в газообразном состоянии).

№ вар.	Уравнение реакции	$\Delta H^0_{\text{х.р.}}$ , кДж	Изменяемый параметр	Изменение параметра
01	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + \text{H}_2$	247,4	Давление	Увеличить в 3 раза
02	$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$	193,3	Объем	Уменьшить в 2 раза
03	$2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$	-163,1	Давление	Уменьшить в 4 раза
04	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	-73,6	Объем	Увеличить в 2 раза
05	$3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$	184,6	Давление	Увеличить в 3 раза
06	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$	-41,2	Объем	Уменьшить в 2 раза
07	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$	180,7	Давление	Уменьшить в 4 раза
08	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$	51,9	Объем	Увеличить в 2 раза
09	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	-483,7	Давление	Увеличить в 3 раза
10	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$	-566,0	Объем	Уменьшить в 2 раза
11	$\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$	92,6	Давление	Уменьшить в 4 раза
12	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$	904,8	Объем	Увеличить в 2 раза
13	$2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$	196,6	Давление	Увеличить в 3 раза
14	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$	-92,5	Объем	Уменьшить в 2 раза
15	$2\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Br}_2$	72,5	Давление	Уменьшить в 4 раза
16	$2\text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$	376,6	Объем	Увеличить в 2 раза
17	$\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	67,5	Давление	Увеличить в 3 раза
18	$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$	131,0	Объем	Уменьшить в 2 раза
19	$2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$	92,5	Давление	Уменьшить в 4 раза
20	$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	-1354,3	Объем	Увеличить в 2 раза

№ вар.	Уравнение реакции	$\Delta H^0_{\text{х.р.}}$ , кДж	Изменяемый параметр	Изменение параметра
21	$2\text{NOCl} \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{Cl}_2$	73,6	Давление	Увеличить в 3 раза
22	$\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	41,2	Объем	Уменьшить в 2 раза
23	$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$	-561,1	Давление	Уменьшить в 4 раза
24	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	-112,5	Объем	Увеличить в 2 раза
25	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$	-58,0	Давление	Увеличить в 3 раза
26	$2\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}$	163,1	Объем	Уменьшить в 2 раза
27	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$	-904,8	Давление	Уменьшить в 4 раза
28	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	-196,6	Объем	Увеличить в 2 раза
29	$2\text{O}_3 \rightleftharpoons 3\text{O}_2$	-184,6	Давление	Увеличить в 3 раза
30	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$	114,2	Объем	Уменьшить в 2 раза

2.2. Запишите выражение для константы равновесия, считая реакцию обратимой (см. задание 2.1). Укажите, в какую сторону сместится равновесие при изменении следующих параметров (каждый параметр рассмотреть отдельно):

№ варианта	Изменение параметра
01, 06, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46	- увеличение концентрации первого компонента; - уменьшение температуры; - увеличение давления
02, 07, 12, 17, 22, 27, 32, 37, 42, 47	- уменьшение концентрации первого компонента; - увеличение объема; - увеличение температуры
03, 08, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48	- увеличение концентрации третьего компонента; - уменьшение давления; - уменьшение температуры
04, 09, 14, 19, 24, 29, 34, 39, 44, 49	- увеличение концентрации второго компонента; - уменьшение объема; - увеличение температуры
05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	- уменьшение концентрации второго компонента; - уменьшение давления; - уменьшение температуры

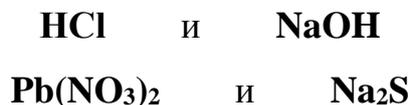
2.3. Вычислите константу химического равновесия на основании представленных в таблице данных

№ вар	Уравнения реакций	С <sub>сисх.(А)</sub>	С <sub>сисх.(В)</sub>	С <sub>сравни.(А)</sub>	С <sub>сравни.(В)</sub>
1	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	3	2	2	
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	5	2	-	1
3	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	4	2	2	-
4	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$	3	4	1	-
5	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	10	7	-	2
6	$\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$	3	3,5	0,5	
7	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	7	6	-	3
8	$\text{C}_{(\text{к})} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4$	18	-	2	-
9	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$	4	7	-	1
10	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	9	4	3	-
11	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$	5	4	2	-
12	$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$	10	-	2	-
13	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$	9	8	-	4
14	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	12	10	-	5
15	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$	6	7	-	4
16	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$	8	7	2	-
17	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{SO}_3 + \text{H}_2$	6	5	2	-
18	$\text{NO}_2 + \text{NO} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_3$	4	3	-	1
19	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$	4,5	2,5	-	1
20	$\text{H}_2 + \text{S}_{(\text{к})} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$	1,4	-	1	-
21	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{(\text{г})}$ метаналь	1,2	1,5	-	0,5
22	$3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$	14	-	2	-
23	$\text{CO} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + \text{C}_{(\text{к})}$	0,9	0,5	0,5	-
24	$\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5$	4,2	5,0	0,2	-
25	$\text{O}_2 + \text{S}_{(\text{кр})} \rightleftharpoons \text{SO}_2$	5	-	2	-
26.	$2\text{Cl}_2_{(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \rightleftharpoons 4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_2_{(\text{г})}$	8,2	6,6	0,4	-
27.	$4\text{NH}_3_{(\text{г})} + 5\text{O}_2_{(\text{г})} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(\text{г})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	10,0	-	4,0	5,0
28.	$2\text{C}_2\text{H}_2_{(\text{г})} + 5\text{O}_2_{(\text{г})} \rightleftharpoons 4\text{CO}_2_{(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	-	10,0	2,0	2,0
29.	$2\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{г})} + 3\text{O}_2_{(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{CO}_2_{(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	10,0	10,0	-	4
30.	$\text{CH}_4_{(\text{г})} + 2\text{O}_2_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{CO}_2_{(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	-	8	4	2

**Часть IV**  
**ПРОЦЕССЫ В РАСТВОРАХ**

**Вариант № 1**

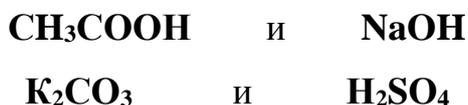
1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Сколько и какого вещества останется в избытке, если к 75 см<sup>3</sup> 3н раствора серной кислоты прибавить 125 см<sup>3</sup> 0,2н раствора гидроксида калия.
3. Рассчитайте массу BaCl<sub>2</sub>, необходимую для приготовления 0,5 л 0,5М раствора.
4. Раствор, содержащий 0,512 г неэлектролита в 100 г бензола кристаллизуется при 5,296 °С. Вычислите молярную массу растворенного вещества.
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{PO}_4^{3-} + \text{HON} = \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$
- |                   |  |                                 |                                  |
|-------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|
| CrPO <sub>4</sub> | NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> |
|-------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|
6. Добавление какого вещества может уменьшить степень гидролиза хлорида олова (II). Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.
- |                   |                  |      |     |
|-------------------|------------------|------|-----|
| SnSO <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> O | NaOH | HCl |
|-------------------|------------------|------|-----|

**Вариант № 2**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Какой объем раствора гидроксида калия ( $\rho = 1,538 \text{ г/см}^3$ ) и массовой долей 0,5 требуется для приготовления 3 л раствора с массовой долей 0,06 ( $\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитайте молярную концентрацию полученного раствора.
3. При пропускании 6,72 л углекислого газа (н.у.) через 200 г раствора гидроксида натрия с массовой долей 6 % образуется соль. Укажите формулу полученной соли и рассчитайте ее массу.

4. Вычислите массовую долю (%) водного раствора сахара  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , если температура кристаллизации раствора составляет  $-0,93\text{ }^{\circ}C$ , а криоскопическая константа воды  $1,86\text{ }^{\circ}C$ .
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз продуктов реакции? Напишите уравнение полного гидролиза в молекулярной и ионной форме:



6. Добавление какого вещества может уменьшить степень гидролиза ацетата натрия. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### Вариант № 3

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации раствора хлорида кальция плотностью  $1,178\text{ г/см}^3$  и массовой долей  $0,2$ .
3. К  $200\text{ г}$  раствора соляной кислоты с массовой долей  $14,6\%$  прибавили  $53\text{ г}$  карбоната натрия. Полученный раствор выпарили. Укажите состав осадка и рассчитайте его массу.
4. Вычислите температуру кристаллизации раствора мочевины  $(NH_2)_2CO$ , содержащего  $5\text{ г}$  мочевины в  $150\text{ г}$  воды.
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $Al^{3+} + HON = AlOH^{2+} + H^+$

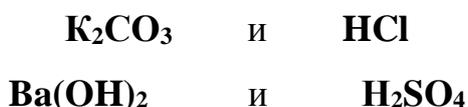


6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза нитрата меди (II). Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.

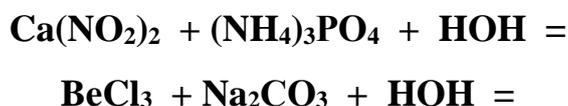


### **Вариант № 4**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента раствора хлорида алюминия с массовой долей 0,16 и плотностью 1,149 г/см<sup>3</sup>.
3. Какой объем 96% серной кислоты плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup> потребуется для приготовления 3л 0,4н раствора.
4. Раствор, содержащий 3,04 г камфары C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O в 100 г бензола, кипит при 80,714 °С. Температура кипения бензола 80,2 °С. Вычислите эбуллиоскопическую константу бензола.
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз продуктов реакции? Напишите уравнение полного гидролиза в молекулярной и ионной форме:



6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза ацетата натрия. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 5**

1. Какое из веществ: Al(OH)<sub>3</sub>; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Ba(OH)<sub>2</sub> – будет взаимодействовать с гидроксидом калия? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций.
2. Смешали 10 см<sup>3</sup> 10% раствора азотной кислоты (ρ = 1,056 г/см<sup>3</sup>) и 100 см<sup>3</sup> 30% раствора этой же кислоты (ρ = 1,184 г/см<sup>3</sup>). Рассчитайте массовую долю полученного раствора.
3. Установите формулу и рассчитайте массовую долю вещества в растворе, полученном при взаимодействии 4,6 г металлического натрия с 75,6 мл воды.

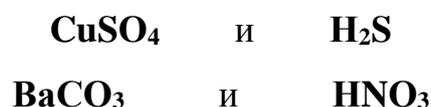
4. Вычислите массовую долю (%) водного раствора глицерина  $C_3H_5(OH)_3$ , если температура кипения этого раствора  $100,39^\circ C$ , а эбуллиоскопическая константа воды  $0,52^\circ C$ .
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $S^{2-} + HON = HS^- + OH^-$   
 $CuS$                        $(NH_4)_2S$                        $CaS$                        $Mg(HS)_2$
6. Добавление какого вещества может уменьшить степень гидролиза хлорида аммония. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.  
 $NH_4OH$                        $H_2O$                        $KOH$                        $HCl$

### **Вариант № 6**

1. Какое из веществ:  $Ca(OH)_2$ ;  $HCl$ ;  $BaCl_2$  – будет взаимодействовать с нитратом серебра? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций.
2. Какой объем 0,3н раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,32г гидроксида натрия в  $40\text{ см}^3$ .
3. Вычислите молярную концентрацию эквивалента 20% раствора хлорида кальция плотностью  $1,178\text{ г/см}^3$ .
4. Вычислите молярную массу неэлектролита, если раствор, содержащий 2,25 г этого вещества в 250 г воды, кристаллизуется при  $-0,279^\circ C$ . Криоскопическая константа воды  $1,86^\circ C$ .
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $SO_3^{2-} + HON = HSO_3^- + OH^-$   
 $CuSO_3$                        $(NH_4)_2SO_3$                        $CaSO_3$                        $Mg(HSO_3)_2$
6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза хлорида магния. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.  
 $NH_4OH$                        $H_2O$                        $KOH$                        $HCl$

### **Вариант № 7**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. К 3 л 10% раствора азотной кислоты плотностью 1,054 г/см<sup>3</sup> прибавили 5 л 2% раствора этой же кислоты плотностью 1,009 г/см<sup>3</sup>. Вычислите массовую концентрацию и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора, объем которого равен 8 л.
3. На нейтрализацию 50 см<sup>3</sup> раствора кислоты израсходовано 25 см<sup>3</sup> 0,5н раствора щелочи. Чему равна молярная концентрация эквивалента кислоты?
4. Раствор, содержащий 25,65 г неэлектролита в 300 г воды, кристаллизуется при -0,465 °С. Криоскопическая константа воды 1,86 °С. Вычислите молярную массу растворенного вещества.
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{PO}_4^{3-} + \text{НОН} = \text{HPO}_4^{2-} + \text{ОН}^-$   
 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \qquad \text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2 \qquad \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \qquad \text{K}_3\text{PO}_4$
6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза хлорида алюминия. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.  
 $\text{AlCl}_3 \qquad \text{NaCl} \qquad \text{NaOH} \qquad \text{HCl}$

### **Вариант № 8**

1. Какое из веществ:  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  – будет взаимодействовать с серной кислотой? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций.
2. Для осаждения всего серебра, находящегося в 100 см<sup>3</sup> раствора нитрата серебра потребовалось 50 см<sup>3</sup> 0,2н раствора соляной кислоты. Какова была нормальная концентрация раствора нитрата серебра? Какова масса образовавшегося осадка?
3. Рассчитайте молярность 2% раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ( $\rho = 1,075$  г/мл)
4. Вычислите температуру кипения 5%-го раствора нафталина  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  в бензоле. Температура кипения бензола 80,2 °С. Эбуллиоскопическая константа бензола 2,57 °С.
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз? Напишите уравнение реакции протекающего гидролиза.



6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза сульфата железа (II). Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант №9**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Смешали 300 г 20% раствора и 500 г 40% раствора хлорида натрия. Рассчитайте массовую долю и молярность полученного раствора.
3. В 1 л воды растворено 666 г KOH ( $\rho = 1,395$  г/мл). Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.
4. Вычислите криоскопическую константу уксусной кислоты, если раствор, содержащий 4,25 г антрацена  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$  в 100 г уксусной кислоты, кристаллизуется при  $15,718^\circ\text{C}$ , а температура кристаллизации уксусной кислоты  $16,65^\circ\text{C}$ .
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$

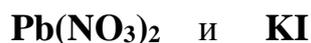


6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза хлорида бария. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 10**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации раствора азотной кислоты плотностью  $1,12$  г/см<sup>3</sup> и массовой долей  $0,208$ . Сколько кислоты содержится в 4 литрах такого раствора?

- Рассчитайте массы натрия и воды, которые потребуются для приготовления 300 г раствора гидроксида натрия с массовой долей 20 %.
- При растворении 4,86 г серы в 60 г бензола температура кипения его повысилась на 0,81 °С. Сколько атомов содержит молекула серы в этом растворе?
- В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз продуктов реакции? Напишите уравнение полного гидролиза в молекулярной и ионной форме:



- При гидролизе какой соли образуется основная соль?. Выбранный ответ поясните. Запишите уравнение гидролиза выбранной соли по первой ступени.



### *Вариант № 11*

- Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



- Смешали 247 г 62 % раствора и 145 г 18 % раствора серной кислоты. Рассчитайте массовую долю и молярность 1 л полученного раствора.
- В каком количестве воды нужно растворить 67,2 л газообразного HCl для приготовления 2М раствора?
- Температура кристаллизации раствора, содержащего 66,3 г неэлектролита в 500 г воды, равна минус 0,558 °С. Вычислите молярную массу растворенного вещества, если криоскопическая константа воды 1,86 °С.
- Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{Cr}^{3+} + \text{НОН} = \text{CrOH}^{2+} + \text{H}^+$



- Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза хлорида бериллия. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 12**

1. Какое из веществ:  $K_2CO_3$ ,  $CH_3COOH$ ,  $PbSO_4$ ,  $Na_2S$  будет взаимодействовать с сероводородной кислотой? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций.
2. Сколько граммов воды нужно добавить к 500 г раствора соляной кислоты с массовой долей 2%, чтобы получить раствор соляной кислоты с массовой долей 0,5 %?
3. К 3 л 10% раствора азотной кислоты плотностью  $1,054 \text{ г/см}^3$  прибавили 5 л 2% раствора этой же кислоты плотностью  $1,009 \text{ г/см}^3$ . Вычислите массовую концентрацию и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора, объем которого равен 8 л.
4. Какую массу анилина  $C_6H_5NH_2$  следует растворить в 50 г этилового эфира, чтобы температура кипения раствора была выше температуры кипения этилового эфира на  $0,53 \text{ }^\circ\text{C}$ . Эбуллиоскопическая константа этилового эфира  $2,12 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз? Напишите уравнение реакции протекающего гидролиза.



6. При гидролизе какой соли образуется кислая соль? Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 13**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. В каком объеме воды ( $\text{см}^3$ ) надо растворить  $5,6 \text{ дм}^3$  соляной кислоты, чтобы получить раствор с массовой долей кислоты 8%. Какова будет молярность 1 л такого раствора.

3. Определите массу металлического натрия, который должен прореагировать с 89 мл воды, чтобы получился раствор с массовой долей гидроксида 20%.
4. Вычислите температуру кристаллизации 2%-го раствора этилового спирта  $C_2H_5OH$  в воде, если криоскопическая константа воды  $1,86 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз продуктов реакции? Напишите уравнение полного гидролиза в молекулярной и ионной форме:



6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза сульфата меди. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 14**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Чему равна нормальность раствора гидроксида натрия плотностью  $1,328 \text{ г/см}^3$  и массовой долей 0,3. К 1 л такого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите массовую долю полученного раствора.
3. Вычислите объем раствора соляной кислоты с массовой долей 20 % и плотностью  $\rho = 1,10 \text{ г/мл}$ , необходимый для нейтрализации 250 мл раствора гидроксида калия с массовой долей 11,2 % и плотностью  $\rho = 1,10 \text{ г/мл}$ .
4. Вычислите массовую долю (%) водного раствора глюкозы  $C_6H_{12}O_6$ , если этот раствор кипит при  $100,26 \text{ }^\circ\text{C}$ . Эбуллиоскопическая константа воды  $0,52 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз продуктов реакции? Напишите уравнение полного гидролиза в молекулярной и ионной форме:





6. В какой цвет будет окрашен лакмус в водных растворах солей: хлорида железа, сульфата натрия, ацетата калия, карбоната бария? Приведите уравнения реакций гидролиза в молекулярной и ионной форме.

### **Вариант №15**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Какую массу воды нужно добавить к 100 см<sup>3</sup> серной кислоты с массовой долей 20% и плотностью 1,14 г/см<sup>3</sup>, чтобы получить раствор с массовой долей 5 %.
3. Определите молярную концентрацию раствора азотной кислоты в 1 л которого содержится 224г HNO<sub>3</sub> (ρ = 1,09 г/см<sup>3</sup>).
4. Сколько граммов мочевины (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO следует растворить в 75 г воды, чтобы температура кристаллизации понизилась на 0,465 °С. Криоскопическая константа воды 1,86 °С.
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HON} = \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

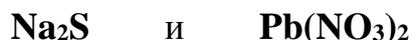


6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза цианида калия. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 16**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



- Вычислите молярную и эквивалентную концентрацию раствора хлорида кальция плотностью 1,178 г/см<sup>3</sup> и массовой долей 0,20.
- В одном литре раствора, плотность которого 1,6 г/см<sup>3</sup>, содержится 1,11 кг серной кислоты. Найдите массовую долю растворенного вещества.
- Сколько граммов фенола C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH следует растворить в 125 г бензола, чтобы температура кристаллизации была ниже температуры кристаллизации бензола на 1,7 °С.
- Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{Al}^{3+} + \text{НОН} = \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+$   
 $\text{AlCl}_3 \qquad \qquad \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \qquad \qquad \text{AlOHSO}_4 \qquad \qquad \text{Al}_2\text{S}_3$
- Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза хлорида меди. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.  
 $\text{H}_2\text{O} \qquad \qquad \text{CuCl}_2 \qquad \qquad \text{NaOH} \qquad \qquad \text{H}_2\text{SO}_4$

### Вариант № 17

- Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   
 $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaOH}$
- Какой объем 0,3н раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,32 г гидроксида натрия в 40 см<sup>3</sup>.
- Определите молярность азотной кислоты в 2 л ее раствора с массовой долей 10% и плотностью 1,05 г/см<sup>3</sup>.
- При растворении 2,3 г неэлектролита в 125 г воды температура кристаллизации понижается на 0,372 °С. Вычислите молярную массу растворенного вещества, если криоскопическая константа воды 1,86 °С.
- Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{Zn}^{2+} + \text{НОН} = \text{ZnOH}^+ + \text{H}^+$   
 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \qquad \qquad \text{ZnSO}_4 \qquad \qquad (\text{ZnOH})_2\text{SO}_4 \qquad \qquad \text{ZnS}$
- Какая из солей подвергается гидролизу? Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.  
 $\text{K}_2\text{SO}_3 \qquad \qquad \text{FeCl}_3 \qquad \qquad \text{NaCl} \qquad \qquad \text{Li}_2\text{SO}_4$

### **Вариант № 18**

1. Какое из веществ:  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  будет взаимодействовать с гидроксидом калия? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций.
2. Смешали  $10 \text{ см}^3$  раствора азотной кислоты с массовой долей 10 % и плотностью  $1,056 \text{ г/см}^3$  и  $100 \text{ см}^3$  раствора азотной кислоты с массовой долей 30 % и плотностью  $1,184 \text{ г/см}^3$ . Вычислите массовую долю полученного раствора.
3. Вычислите молярную концентрацию эквивалента 20,8 %-го раствора азотной кислоты плотностью  $1,12 \text{ г/см}^3$ .
4. Сколько граммов мочевины  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  следует растворить в 250 г воды, чтобы температура кипения повысилась на  $0,26 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Эбуллиоскопическая константа воды  $0,52 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. В каком случае при смешении водных растворов солей происходит полный гидролиз? Напишите уравнение реакции протекающего гидролиза.



6. При гидролизе какой соли образуется основная соль? Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### **Вариант № 19**

1. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ:



2. Рассчитайте молярность 14% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,09 \text{ г/см}^3$ )
3. Вычислите молярную концентрацию эквивалента 16% -го раствора хлорида алюминия плотностью  $1,149 \text{ г/см}^3$ .
4. Вычислите температуру кипения 15%-го водного раствора пропилового спирта  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ , если эбуллиоскопическая константа воды  $0,52 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. Гидролиз какой соли протекает по уравнению:  $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ = \text{HNO}_2$

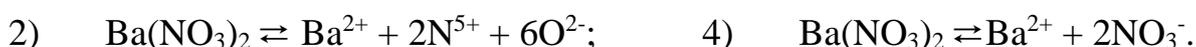


6. Какая из солей подвергаясь частичному гидролизу, образует основные соли? Укажите реакцию среды при гидролизе каждой соли:



### **Вариант № 20**

1. Каким уравнением описывается процесс электролитической диссоциации нитрата бария? Поясните свой выбор.

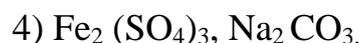
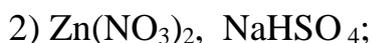


2. Найти массовую долю фосфорной кислоты в растворе, полученном при смешении 20 г раствора с массовой долей 40% и 300 г раствора с массовой долей 20 %.

3. Рассчитайте молярную концентрацию 8% раствора KOH ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ )

4. Вычислите массовую (%) долю водного раствора метанола  $\text{CH}_3\text{OH}$ , температура кристаллизации которого  $-2,79 \text{ }^\circ\text{C}$ . Криоскопическая константа воды  $1,86 \text{ }^\circ\text{C}$ .

5. Водные растворы какой пары перечисленных солей имеют одинаковую реакцию (кислую, щелочную или нейтральную)?



6. Для пар 1 и 2 веществ, приведенных в задании 5, укажите по 2 вещества, усиливающие гидролиз.

### **Вариант № 21**

1. Для реакции взаимодействия сульфата меди и гидроксида натрия укажите молекулярное и сокращенное ионное уравнения.

2. Для растворения некоторого количества сульфида железа (II) было израсходовано 350 мл соляной кислоты с плотностью  $\rho = 1,05 \text{ г/мл}$ . При этом выдели-

- лось 11,2 л (н.у.) газа. Определите, какой была массовая доля кислоты в растворе.
- На нейтрализацию 31 см<sup>3</sup> 0,16н раствора щелочи требуется 217 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты. Чему равна молярная концентрация эквивалента серной кислоты?
  - При растворении 5 г неэлектролита в 200 г воды образуется раствор, температура кристаллизации которого  $-1,45$  °С. Криоскопическая константа воды  $1,86$  °С. Определите молярную массу растворенного вещества.
  - На основании уравнений объясните, почему раствор  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  имеет слабокислую, а раствор  $\text{K}_3\text{PO}_4$  – сильнощелочную реакции.
  - Какой будет реакция среды при гидролизе раствора соды? Как ослабить данный гидролиз?

### **Вариант № 22**

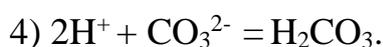
- Сокращенному ионному уравнению  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}\downarrow$  соответствует следующее молекулярное уравнение:
  - $\text{CuCO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\text{CuBr}_2 + \text{K}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + 2\text{KBr}$ ;
  - $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + 2\text{NaOH}$ ;
  - $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} = 3\text{CuS}\downarrow + 2(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ .
- При упаривании 20 кг раствора соли с массовой долей растворенного вещества 16 % масса раствора уменьшилась на 4 кг. Какой стала массовая доля растворенного вещества в растворе после упаривания?
- Рассчитайте массу  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , необходимую для приготовления 500 мл 0,3 М раствора.
- При растворении 13 г неэлектролита в 400 г диэтилового эфира  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  температура кипения повысилась на  $0,81$  °С. Определите молярную массу растворенного вещества.
- Что происходит при сливании водных растворов нитрата хрома (III) и сульфида натрия? Приведите молекулярное и ионное уравнения реакции.

6. При гидролизе какой соли среда раствора будет нейтральной?



### Вариант № 23

1. Каким сокращенным ионным уравнением можно представить взаимодействие карбоната бария с соляной кислотой:



2. К 300 г раствора хлорида калия с массовой долей 8% добавили 200 мл воды. Найдите массовую долю хлорида калия в полученном растворе.

3. В 10 % водном растворе гидроксида натрия массой 250 г растворили 11 г твердого гидроксида натрия. Определите процентную концентрацию полученного раствора.

4. В 60 г бензола растворено 2,09 г неэлектролита, элементный состав которого (по массе): С – 50,69 %; Н – 4,23 %; О – 45,08 %. Температура кристаллизации раствора 4,25 °С, а температура кристаллизации чистого бензола 5,5 °С. Установите молекулярную формулу вещества.

5. При гидролизе какой соли по первой ступени образуется кислая соль? Приведите уравнение гидролиза в молекулярном и ионном виде.



6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза сульфата аммония. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.



### Вариант № 24

1. В каком из вариантов перечислены ионы, одновременно обнаруженные в одном из водных растворов? Ответ поясните.



3)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ;4)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ;

2. Рассчитайте молярную концентрацию 36,2% раствора соляной кислоты, плотность которого 1,18 г/мл.
3. На нейтрализацию 1 л раствора, содержащего 1,4 г гидроксида калия, требуется 50 см<sup>3</sup> раствора кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора кислоты.
4. Водно-спиртовой раствор, содержащий 15 % спирта имеет плотность 0,97 г/мл. Температура кристаллизации этого раствора минус 10,26 °С. Определите молярную массу спирта.
5. Водные растворы какой пары перечисленных солей имеют одинаковую реакцию (кислую, щелочную или нейтральную)?

1)  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ;3)  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{BaBr}_2$ ;2)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ;4)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

6. Добавление какого вещества может увеличить степень гидролиза сульфита кальция. Выбранный ответ поясните. Укажите реакцию среды.

 $\text{CrCl}_3$  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ 

KOH

HCl

**Вариант № 25**

1. С каким веществом вступит в реакцию обмена в водном растворе бромид бария?
- 1)  $\text{HNO}_3$ ;                      2)  $\text{CuSO}_4$ ;                      3)  $\text{CuCl}_2$ ;                      4)  $\text{LiOH}$ ;
2. Рассчитайте массы йода и спирта, которые требуются для приготовления 200 мл йодной настойки с плотностью 0,85 г/см<sup>3</sup>, в которой массовая доля йода составляет 5%.
3. Сколько требуется кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  для приготовления 100 мл 2М раствора сульфата меди?
4. Найдите температуру кристаллизации раствора, содержащего в 100 г воды 4,57 г сахарозы  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , если криоскопическая константа воды 1,86 °С.





5. Как протекает совместный гидролиз водных растворов нитрита аммония и хлорида магния? Укажите среду раствора.

6. Добавление какого вещества уменьшит гидролиз нитрата цинка? Ответ поясните. Приведите уравнение гидролиза и укажите среду раствора.



### **Вариант № 29**

1. Укажите схему реакции, относящейся к реакции ионного обмена:



2. Определите молярную концентрацию раствора азотной кислоты в 1 л которого содержится 224 г  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,09 \text{ г/см}^3$ ).

3. Сколько и какого вещества останется в избытке, если к  $75 \text{ см}^3$  0,3н раствора серной кислоты прибавить  $125 \text{ см}^3$  0,2н раствора гидроксида калия?

4. Найдите температуру кипения раствора, содержащего в 100 г воды 4,57 г сахарозы  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , если эбуллиоскопическая константа воды  $0,52 \text{ }^\circ\text{C}$ .

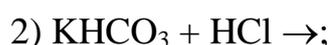
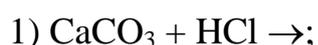
5. Раствор какого вещества может уменьшить степень гидролиза ацетата калия? Выбранный ответ поясните. Приведите уравнение гидролиза и укажите среду раствора.

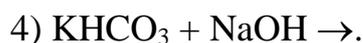
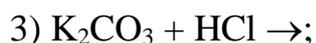


6. При смешении водных растворов каких двух солей будет проходить полный совместный гидролиз: нитрит натрия, сульфат калия, карбонат аммония, фосфат лития, хлорид кальция, сульфид меди, нитрат цинка.

### **Вариант № 30**

1. Какая пара веществ реагирует между собой в водном растворе согласно сокращенному ионному уравнению  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ? Ответ поясните.





2. Какова молярная концентрация 10% раствора хлорида калия ( $\rho = 1,063$  г/мл)?
3. Для осаждения в виде хлорида всего серебра, содержащегося в  $100 \text{ см}^3$  раствора нитрата серебра, потребуется  $50 \text{ см}^3$  0,2Н раствора соляной кислоты. Какова молярная концентрация эквивалента раствора нитрата серебра? Какая масса хлорида серебра выпадет в осадок?
4. При какой температуре кипит водный раствор, содержащий 90 г глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  в 200 г воды? Эбуллиоскопическая константа воды  $0,52 \text{ }^\circ\text{C}$ .
5. Как протекает совместный гидролиз водных растворов сульфата меди и нитрита калия? Укажите среду раствора.
6. При гидролизе водного раствора какой соли на первой ступени образуется кислая соль? Приведите уравнение гидролиза и укажите среду раствора.



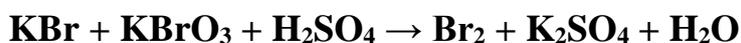
## Часть V

### ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ.

#### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

##### Вариант № 1

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хлора в соединениях  $HCl$ ,  $HClO_3$ ,  $HClO_4$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $As^{3-} \rightarrow As^{5+}$ ;  $N^{3+} \rightarrow N^{3-}$ ;  $S^{2-} \rightarrow S^0$

4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из магния и свинца в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов магния в растворе составит 0,01 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какова сила тока, пропущенного через раствор сульфата меди в течение 1800 с, если на аноде выделилось 11,2 л газа? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 2**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:
 
$$\mathbf{P + HIO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + HI}$$
2. Исходя из степени окисления фосфора в соединениях  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Mn}^{6+} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{Cl}^{5+} \rightarrow \text{Cl}^-$ ;  $\text{N}^{3-} \rightarrow \text{N}^{5+}$
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из меди и серебра в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов серебра в растворе составит 0,001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе водного раствора сульфата хрома током силой 2 А масса катода увеличилась на 8 г. В течение какого времени проводили процесс? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 3**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хрома, йода и серы в соединениях  $K_2Cr_2O_7$ ,  $KI$  и  $H_2SO_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $S^{-2} \rightarrow S^0$ ;  $N^{+2} \rightarrow N^{+3}$ ;  $P^0 \rightarrow P^{+5}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из цинка и хрома в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов цинка в растворе составит 10 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При прохождении тока силой 1,5 А через раствор хлорида трехвалентного металла в течение 30 мин. На катоде выделилось 1,071 г. металла. Вычислите атомную массу металла. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 4**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления азота в соединениях  $NH_3$ ,  $NO$ ,  $HNO_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Mn}^{+4} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ ;  $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^{+3}$ ;  $\text{N}^0 \rightarrow \text{N}^{+5}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из марганца и железа в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов железа в растворе составит 0,1 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Через раствор серной кислоты в течение 5 минут пропускается ток силой 0,2 А. Какие вещества и в каком объеме выделяться на катоде и аноде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 5**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления серы в соединениях  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{N}^0 \rightarrow \text{N}^{+4}$ ;  $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^{+2}$ ;  $\text{C}^0 \rightarrow \text{C}^{+4}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются стандартный водородный и пластинка из свинца в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов свинца в растворе составит 0,001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе раствора хлорида меди на аноде выделилось 560 мл газа. Какой это газ? Определите массу меди, выделившейся на катоде. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 6**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления кислорода в соединениях  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ ,  $O_2$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $Al^0 \rightarrow Al^{+3}$ ;  $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ ;  $J^{-1} \rightarrow J^{+5}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из марганца и хрома в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов марганца в растворе составит 1,0 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе хлорида олова (II) на аноде выделилось 4,48 л газа. Какой это газ? Найдите массу олова, выделившегося на катоде. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 7**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления марганца в соединениях  $KMnO_4$ ,  $MnO_2$ ,  $MnO$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Mn}^{+2} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ ;  $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+2}$ ;  $\text{P}^{+5} \rightarrow \text{P}^{+3}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинка из серебра в стандартных условиях и водородный электрод сравнения. Что изменится, если концентрация ионов серебра в растворе составит 10 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе водного раствора гидроксида натрия на аноде выделилось 2,8 л газа. Что и в каком количестве выделилось при этом процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 8**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления азота в соединениях  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_2$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{J}^{+7} \rightarrow \text{J}^{+5}$ ;  $\text{Cu}^{+1} \rightarrow \text{Cu}^{+2}$ ;  $\text{N}^{+2} \rightarrow \text{N}^{+4}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из никеля и цинка в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов цинка в растворе составит 0,1 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. При электролизе водного раствора хлорида меди (II) масса катода увеличилась на 3,2 г. Что произошло на аноде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 9**

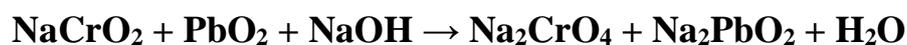
1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хрома в соединениях  $Cr_2O_3$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $Ca^{+2} \rightarrow Ca^0$ ;  $N^0 \rightarrow N^{-3}$ ;  $Cr^{+6} \rightarrow Cr^{+3}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из свинца и магния в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов каждого электролита в растворе составит 0,1 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Вычислите массу серебра, выделившегося на катоде при пропускании тока силой 6 А через раствор нитрата серебра в течение 30 мин. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант №10**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



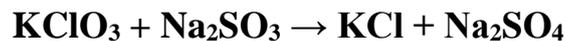
2. Исходя из степени окисления свинца в соединениях  $Na_2PbO_2$ ,  $PbO_2$ ,  $PbO$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстанови-

телем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $V^{+5} \rightarrow V^0$ ;  $O^{-2} \rightarrow O^{+2}$ ;  $Si^0 \rightarrow Si^{+4}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из олова и меди в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов меди в растворе составит 0,0001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Найдите объем кислорода, который выделится при пропускании тока силой 6 А через водный раствор гидроксида калия в течение 30 мин. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант №11**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:

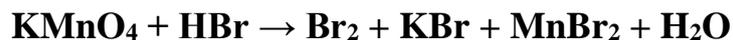


2. Исходя из степени окисления хлора в соединениях  $KClO_3$ ,  $KCl$ ,  $Cl_2$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $S^{-2} \rightarrow S^{+6}$ ;  $N^0 \rightarrow N^{-3}$ ;  $Cl^0 \rightarrow Cl^{-1}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из магния и никеля при концентрации ионов электролита 0,001 моль/л. Что изменится, если концентрация ионов никеля в растворе останется прежней, а другой элемент будет в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. Рассчитайте какой газ и в каком объеме выделится на катоде при электролизе серной кислоты, если процесс происходит при силе тока 3 А в течение 1 часа. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 12**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления брома в соединениях HBr, Br<sub>2</sub>, HBrO определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+6}$ ;  $Br^{+5} \rightarrow Br^{-1}$ ;  $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из свинца и железа в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов железа в растворе составит 0,1 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какой объем газа (укажите формулу газа) выделится на катоде при электролизе сульфата натрия при пропускании тока силой 2 А в течение 4 часов? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 13**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления мышьяка в соединениях H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, AsH<sub>3</sub> определите, какое из них является только окислителем, только восстанови-

телем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Mg}^0 \rightarrow \text{Mg}^{+2}$ ;  $\text{As}^{+5} \rightarrow \text{As}^{-3}$ ;  $\text{Hg}^{+1} \rightarrow \text{Hg}^{+2}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из никеля и меди в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов никеля в растворе составит 0,00001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе водного раствора гидроксида натрия на аноде выделилось 22,4 л газа. Какой это газ? Что и в каком количестве выделилось при этом процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

#### **Вариант № 14**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



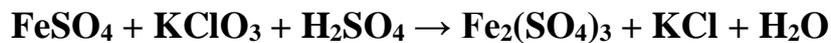
2. Исходя из степени окисления водорода в соединениях  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{AlH}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{N}^{-3} \rightarrow \text{N}^0$ ;  $\text{Cl}^{+7} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ ;  $\text{Na}^0 \rightarrow \text{Na}^{+1}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из хрома и кадмия в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов кадмия в растворе составит

0,001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. При электролизе расплава хлорида натрия током силой 10 А на катоде выделилось 69 г натрия. Сколько времени длился процесс? Что и в каком количестве выделилось на аноде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 15**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления железа в соединениях  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$ ;  $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$ ;  $\text{Mn}^{+6} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из олова и свинца в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов олова в растворе составит 0,0001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Определите, какая масса никеля выделилась на катоде при электролизе сульфата никеля в течение 10 часов при силе тока 1,05 А. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 16**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



- Исходя из степени окисления серы в соединениях  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
- Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}^{+1}$ ;  $\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^0$ ;  $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2}$ .
- Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются стандартный водородный электрод и пластинка из меди в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов водорода в растворе составит 0,1 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
- Какие вещества и в каком количестве выделятся на электродах при электролизе раствора хлорида калия током силой 2 А в течение 2 ч. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 17**

- Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



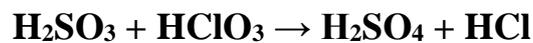
- Исходя из степени окисления углерода в соединениях  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
- Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{+2}$ ;  $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ ;  $\text{N}^{+3} \rightarrow \text{N}^{+5}$ .
- Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из цинка и кобальта в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов кобальта в растворе составит

0,0001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. Какие вещества и в каком количестве выделятся на катоде и аноде при электролизе раствора хлорида цинка при силе тока 15 А в течение 1 ч? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 18**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хлора в соединениях  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Sn}^0 \rightarrow \text{Sn}^{+4}$ ;  $\text{F}^0 \rightarrow \text{F}^{-1}$ ;  $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^{+6}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из серебра и золота в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов золота в растворе составит 10 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Чему равна сила тока, если в течение 1 ч 15 мин 20 с при электролизе гидроксида калия на катоде выделилось 6,4 л газа. Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 19**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления кислорода в соединениях  $\text{OF}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Br}^0 \rightarrow \text{Br}^{-1}$ ;  $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ ;  $\text{P}^0 \rightarrow \text{P}^{+3}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из цинка и марганца в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов марганца в растворе составит 0,01 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Сколько литров газа выделилось на аноде при электролизе водного раствора хлорида калия, если процесс проводился в течение 30 мин при силе тока 0,5 А? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 20**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:
 
$$\mathbf{KBrO + MnCl_2 + KOH = KBr + MnO_2 + KCl + H_2O}$$
2. Исходя из степени окисления марганца в соединениях  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{MnO}_4$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{H}^{-1} \rightarrow \text{H}^{+1}$ ;  $\text{O}^0 \rightarrow \text{O}^{-2}$ ;  $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из кобальта и кадмия в стандартных усло-

виях. Что изменится, если концентрация ионов кобальта в растворе составит 0,0001 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

- При электролизе соли некоторого металла в течение 1,5 ч при силе тока 1,8 А на катоде выделилось 1,75 г этого металла. Вычислите эквивалентную массу этого металла.

### **Вариант № 21**

- Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



- Исходя из степени окисления азота в соединениях  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
- Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Sn}^{+2} \rightarrow \text{Sn}^{+4}$ ;  $\text{C}^{+4} \rightarrow \text{C}^0$ ;  $\text{J}^0 \rightarrow \text{J}^{+5}$ .
- Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются стандартный водородный электрод и пластинка из железа в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов железа в растворе составит 0.01 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
- При электролизе сульфата металла при силе тока 6 А в течение 45 мин на катоде выделилось 5,49 г металла. Какова эквивалентная масса металла? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 22**

- Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



- Исходя из степени окисления фтора в соединениях  $\text{F}_2$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{HF}$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
- Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{J}^{-1} \rightarrow \text{J}^{+3}$ ;  $\text{O}^{-1} \rightarrow \text{O}^{+2}$ ;  $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^0$ .
- Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из железа в стандартных условиях, если в растворе находятся ионы  $\text{Fe}^{+2}$  и  $\text{Fe}^{+3}$ . Что изменится, если концентрация ионов  $\text{Fe}^{+2}$  в растворе составит 0,01 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
- При электролизе водного раствора гидроксида натрия на аноде выделилось 5,6 л газа. Какой это газ? Что и в каком количестве выделилось при этом процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 23**

- Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



- Исходя из степени окисления азота в соединениях  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
- Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^{+1}$ ;  $2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2^0$ ;  $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ .
- Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, работающего в стандартных условиях, электроды для которого изготовлены из марганца и

алюминия. Что изменится, если концентрация ионов марганца в растворе составит 0,01 моль/л, а алюминия – 0,001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. При электролизе водного раствора хлорида магния на аноде выделилось 56 л газа. Какой это газ? Что и в каком количестве выделилось при этом процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 24**

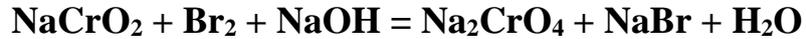
1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления кислорода в соединениях  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Cl}^{+3} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ ;  $\text{O}_2^0 \rightarrow 2\text{O}^{+2}$ ;  $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+2}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из свинца и олова в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов свинца в растворе составит 0,01 моль/л, а олова – 0,0001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какие вещества и в каком количестве выделяются при электролизе водного раствора нитрата алюминия, если процесс протекает в течение 2 часов при силе тока 1 А? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 25**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хрома в соединениях  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Al}^{+3} \rightarrow \text{Al}^0$ ;  $2\text{O}^- \rightarrow \text{O}_2^0$ ;  $\text{Cl}_2^0 \rightarrow 2\text{Cl}^{+5}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, работающего в стандартных условиях, электроды для которого изготовлены из серебра и никеля. Что изменится, если концентрация ионов никеля в растворе составит 0,01 моль/л, а серебра – 0,001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе водного раствора нитрата железа на аноде выделилось 112 л газа. Какой это газ? Что и в каком количестве выделилось при этом процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 26**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления кислорода в соединениях  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Cl}^{+3} \rightarrow \text{Cl}^{+1}$ ;  $\text{O}_2^0 \rightarrow 2\text{O}^{-2}$ ;  $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+3}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из меди и олова в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов олова в растворе составит 0,01 моль/л, а меди – 0,0001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какие вещества и в каком количестве выделяются при электролизе водного раствора хлорида меди, если процесс протекает в течение 10 часов при силе тока 5 А? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 27**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:

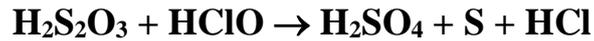


2. Исходя из степени окисления фосфора, хлора и азота в соединениях  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{NH}_3$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^0$ ;  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$ ;  $\text{O}_2^0 \rightarrow 2\text{O}^{-2}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, работающего в стандартных условиях, электроды для которого изготовлены из никеля и магния. Что изменится, если концентрация ионов никеля в растворе составит 0.01 моль/л, а магния – 0,001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. При электролизе водного раствора хлорида натрия на катоде выделилось 56 л газа. Какой это газ? Что и в каком количестве выделилось при этом

процессе на катоде? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 28**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления водорода в соединениях LiH, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях: Cl<sup>+3</sup> → Cl<sup>-1</sup>; H<sub>2</sub><sup>0</sup> → 2H<sup>+</sup>; Fe<sup>+3</sup> → Fe<sup>0</sup>.
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из свинца и цинка в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов цинка в растворе составит 0,01 моль/л, а свинца – 0,0001 моль/л? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какие вещества и в каком количестве выделяются при электролизе водного раствора иодида лития, если процесс протекает в течение 10 часов при силе тока 5 А? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

**Вариант № 29**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления хлора в соединениях HCl, HClO, Cl<sub>2</sub>, определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем, а

какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $Al^{3+} \rightarrow Al^0$ ;  $N^{3+} \rightarrow N_2$ ;  $S^{4+} \rightarrow S^0$
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из алюминия и никеля в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов никеля в растворе составит 0,01 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.
5. Какова сила тока, пропущенного через раствор хлорида железа (II) в течение 2 часов, если на аноде выделилось 44,8 л газа? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

### **Вариант № 30**

1. Расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса в реакции, идущей по схеме:



2. Исходя из степени окисления брома в соединениях  $KBrO_3$ ,  $HBr$ ,  $Br_2$  определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое из них может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.
3. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:  $Mg^{+2} \rightarrow Mg^0$ ;  $Br^{+3} \rightarrow Br_2$ ;  $N^{+5} \rightarrow N^{3-}$ .
4. Рассчитайте ЭДС и составьте схему гальванического элемента, электродами для которого являются пластинки из олова и цинка в стандартных условиях. Что изменится, если концентрация ионов цинка в растворе составит 0,1 моль/л, а другой элемент останется в стандартных условиях? Составьте схему нового гальванического элемента.

5. Какой объем газа (укажите формулу газа) выделится на катоде при электролизе нитрата кальция при пропускании тока силой 10 А в течение 300 с? Составьте уравнения процессов, происходящих на инертных катоде и аноде.

## ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Стехиометрические законы химии (закон сохранения массы, постоянства состава, эквивалентов). Области их применения.
2. Квантово-механическая модель атома. Корпускулярно-волновая природа элементарных частиц. Дискретность энергии электрона. Принцип неопределенности. Квантовые числа, их физический смысл и значения. Принцип Паули.
3. Порядок заполнения электронных уровней в многоэлектронных атомах. Правила Клечковского, исключения из них. Нормальные и возбужденные состояния атомов электронов. Правило Гунда (Хунда).
4. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева и ее связь со строением атомов. Особенности строения атомов в главных и побочных подгруппах.
5. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений в соответствии с электронной структурой атомов. Энергия ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Изменение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств элементов и их соединений в группах и периодах.
6. Ковалентная химическая связь и механизмы ее образования. Свойства ковалентной связи: длина, энергия, направленность, насыщаемость, поляризуемость. Полярно-ковалентная связь: длина диполя и дипольный момент, влияние их величин на свойства химической связи. Кратность ковалентной связи. Образование сигма- и пи- связей.
7. Гибридизация атомных орбиталей. Условия и типы гибридизации. Роль гибридизации в образовании молекул.
8. Ионная химическая связь. Механизм образования, свойства ионной связи (отличие от ковалентной связи). Степень окисления атомов. Поляризация и поляризующее действие ионов, влияние их на свойства вещества.
9. Межмолекулярные взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса, водородная связь).
10. Металлическая связь, механизм образования и свойства.

11. Энергетические эффекты химических реакций. Химическая термодинамика. Химические системы. Изобарные и изохорные процессы. Гомогенные и гетерогенные системы. Понятие «фаза» в гетерогенных системах.
12. Понятие внутренней энергии и энтальпии. Энтальпия химических процессов и фазовых превращений. Энтальпия образования вещества. Закон Гесса и следствие из него, значение в расчете тепловых балансов.
13. Понятие энтропии. Изменение энтропии при фазовых переходах и химических реакциях. Стандартная энтропия вещества.
14. Энергия Гиббса: изменение при химических изобарных процессах. Химическое сродство веществ и направленность химической реакции.
15. Химическая кинетика. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ, температуры, давления. Энергия активации и активные молекулы. Уравнение Вант-Гоффа. Закон действующих масс, области его применения. Константа скорости химической реакции.
16. Влияние на скорость реакций природы и величины поверхности реагирующих веществ. Применение закона действующих масс к гетерогенным системам. Понятие о катализе.
17. Необратимые и обратимые процессы. Химическое равновесие (с кинетической и термодинамической точек зрения). Константа равновесия в гомогенных и гетерогенных процессах и ее связь с энергией Гиббса. Принцип Ле Шателье.
18. Определение и классификация растворов. Растворимость. Влияние на растворимость природы компонентов, температуры, давления. Изменение энтальпии и энтропии при растворении.
19. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Изменение температур кипения и замерзания (кристаллизации) растворов. Идеальные и реальные растворы. Применение к ним закона Рауля.
20. Понятие осмотического давления. Закон Вант-Гоффа.

21. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Роль молекул растворителя в процессе диссоциации. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты.
22. Слабые электролиты. Константа диссоциации. Ступенчатая диссоциация слабых электролитов.
23. Сильные электролиты. Активность ионов. Влияние концентрации сильных электролитов на их химическую активность.
24. Вода. Особенности воды как растворителя. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель среды. Понятие об индикаторах.
25. Гидролиз солей. Механизм гидролиза. Типы. Гидролиза. Степень гидролиза, ее зависимость от природы соли, концентрации и температуры.
26. Дисперсность и дисперсные системы, их классификация. Коллоидные системы. Золи и гели, их свойства.
27. Электрохимические процессы. Возникновение потенциала на границе фаз «электролит – электрод». Измерение электродных потенциалов. Стандартный электродный потенциал. Зависимость величины электродных потенциалов от природы электродов и электролитов, концентрации электролитов. Формула Нернста. Понятие о контактном и диффузионном потенциалах.
28. Химические источники электрической энергии (ХИЭЭ). Принцип действия гальванических элементов. ЭДС и ее измерение. Окислительно-восстановительные потенциалы, их зависимость от концентрации растворов.
29. Электродная и концентрационная поляризация. Принцип действия концентрационных гальванических элементов, аккумуляторов, топливных элементов.
30. Электролиз. Закон Фарадея. Физический смысл числа Фарадея. Потенциал разложения. Электродная и концентрационная поляризация. Перенапряжение. Выход по току.

31. Последовательность восстановления на катоде и окисления на аноде (электролиз расплавов и растворов, электролиз с нерастворимыми и растворимыми анодами). Практическое применение электролиза.
32. Коррозия металлов. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия (газовая и жидкостная). Электрохимическая коррозия. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Защита металлов от коррозии.
33. Металлы. Строение атомов металлов главных и побочных подгрупп. Типы связи в твердом и жидком состоянии. Распространенность и состояние металлов в природе. Основные способы извлечения металлов из природных соединений.
34. Металлы, физические и химические свойства. Применение в энергетике. Типы металлических сплавов.
35. Неметаллы. Строение атомов неметаллов. Распространенность в природе. Природные соединения неметаллов, получение в свободном состоянии. Физические и химические свойства водорода, углерода и кремния, азота и фосфора, кислорода и серы, галогенов.
36. Полимеры. Строение. Методы получения. Свойства полимеров. Применение.

## ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ТЕСТА

### Вариант 1

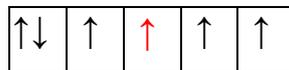
**1. Гидроксид кальция может реагировать ...**

- |                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| 1) с кислотами | 4) с водой                        |
| 2) со щелочами | 5) с кислотами и со щелочами      |
| 3) с солями    | 6) ни с кислотами, ни со щелочами |

**2. Установите соответствие между названием соединения и его формулой:**

- |                          |                                |                                 |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| А) Сульфид бария         | 1) $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ | 6) $\text{BaSO}_3$              |
| Б) Сульфат бария         | 2) $\text{Ba}(\text{HS})_2$    | 7) $(\text{BaOH})_2\text{SO}_4$ |
| В) Сульфит гидроксобария | 3) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ | 8) $(\text{BaOH})_2\text{S}$    |
| Г) Гидросульфит бария    | 4) $\text{BaS}$                | 9) $(\text{BaOH})_2\text{SO}_3$ |
|                          | 5) $\text{BaSO}_4$             |                                 |

**3. Определите значение квантовых чисел для электрона на 3d-подуровне**



- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1) $n=3; l=2; m=-2; S=1/2;$ | 4) $n=3; l=2; m=0; S=1/2$  |
| 2) $n=5; l=3; m=3; S=1/2;$  | 5) $n=4; l=3; m=3; S=1/2;$ |
| 3) $n=3; l=1; m=0; S=1/2;$  | 6) $n=5; l=4; m=3; S=1/2;$ |

**4. Молярная концентрация эквивалентов равна молярности для раствора ...**

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| 1) $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4) $\text{HF}$     |
| 2) $\text{CaCl}_2$         | 5) $\text{ZnSO}_4$ |
| 3) $\text{NaOH}$           | 6) $\text{KNO}_3$  |

**5. Объем 0,5М раствора соляной кислоты, необходимый для полной нейтрализации 50 мл 0,1М раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  равен \_\_\_\_ мл.**

- |       |        |
|-------|--------|
| 1) 40 | 3) 10  |
| 2) 20 | 4) 100 |

5) 125

6) 80

**6. Раствор азотной кислоты имеет  $pH = 2$ . Концентрация кислоты в растворе при 100% диссоциации равна \_\_\_\_\_ моль/л**

1) 0,001

4) 0,2

2) 0,05

5) 0,02

3) 0,01

6) 0,1

**7. Как изменится скорость обратной реакции  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ ;  $\Delta H = 112,5 \text{ кДж}$ , если давление в системе увеличить в 3 раза?**

1) увеличится в 3 раза

2) уменьшится в 3 раза

3) не изменится

4) увеличится в 6 раз

5) уменьшится в 6 раз

6) увеличится в 9 раз

7) уменьшится в 9 раз

8) изменится неоднозначно

9) скорость реакции такого типа не зависит от давления

**8. Укажите все факторы, которые приведут к смещению равновесия в сторону прямой реакции (см. задание 7):**

1) повышение давления

2) понижение давления

3) повышение температуры

4) понижение температуры

5) увеличение концентрации CO

6) уменьшение концентрации CO

**9. Укажите реакции, в которых повышение давления приведет к смещению равновесия в сторону обратной реакции (все компоненты находятся в газообразном состоянии):**

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1) $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH};$          | $\Delta H = 193,3 \text{ кДж}$  |
| 2) $2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2;$            | $\Delta H = -163,1 \text{ кДж}$ |
| 3) $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl};$                   | $\Delta H = -73,6 \text{ кДж}$  |
| 4) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2;$ | $\Delta H = -41,2 \text{ кДж}$  |
| 5) $2\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Br}_2;$                    | $\Delta H = 72,5 \text{ кДж}$   |
| 6) $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2;$                  | $\Delta H = 196,6 \text{ кДж}$  |

**10. Температурный коэффициент реакции равен 2. При повышении температуры на 30 °С скорость реакции:**

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза
- 5) останется неизменной
- 6) будет периодически изменяться

**11. В каком случае всегда возможно протекание прямой реакции:**

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1) $\Delta H < 0; \Delta S < 0$ | 4) $\Delta H > 0; \Delta S < 0$ |
| 2) $\Delta H > 0; \Delta S > 0$ | 5) $\Delta H < 0; \Delta S = 0$ |
| 3) $\Delta H < 0; \Delta S > 0$ | 6) $\Delta H > 0; \Delta S = 0$ |

**12. Укажите правильную формулировку закона Авогадро:**

- 1) Соотношения между массами элементов, входящих в состав данного вещества, постоянны и не зависят от способа получения этого вещества
- 2) В равных объемах любых газов, взятых при одной и той же температуре и при одинаковом давлении, содержится одно и то же число молекул
- 3) При химических реакциях сохраняется не только общая масса веществ, но и масса каждого из элементов, входящих в состав взаимодействующих веществ
- 4) Объемы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу и объемам образующихся газообразных продуктов реакции как небольшие целые числа

**13. Учитывая термохимическое уравнение  $C(к) + O_2(г) = CO_2(г) + 412 \text{ кДж}$ , определите, какая масса углерода сожжена, если выделилось 206 кДж теплоты:**

- |          |          |
|----------|----------|
| 1) 12 г  | 4) 12 мг |
| 2) 6 г   | 5) 24 г  |
| 3) 12 кг | 6) 24 кг |

**14. Для характеристики пространственного расположения орбиталей применяется:**

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1) Главное квантовое число     | 3) Магнитное квантовое число |
| 2) Орбитальное квантовое число | 4) Спиновое квантовое число  |

**15. Максимальной реакционной способностью обладает:**

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1) азот  | 4) углерод  |
| 2) аргон | 5) кислород |
| 3) хлор  | 6) сера     |

**16. Линейное строение имеет молекула, формула которой ...**

- |            |           |
|------------|-----------|
| 1) $H_2S$  | 4) $NH_3$ |
| 2) $SO_2$  | 5) $BF_3$ |
| 3) $BeF_2$ | 6) $H_2O$ |

**17. В каком ряду располагаются соединения с ионной, ковалентной полярной и ковалентной неполярной связью, соответственно:**

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) $Cl_2, NH_3, KCl$ ;    | 4) $NO_2, KNO_3, N_2$ ;   |
| 2) $CaCl_2, I_2, Cl_2O$ ; | 5) $CS_2, SiO_2, CCl_4$ ; |
| 3) $NaBr, H_2SO_4, H_2$ ; | 6) $CH_3OH, FeSO_4, LiF$  |

**18. Расположите в порядке возрастания степени полярности связи:**

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1) $B-Cl$ ;  | 3) $Ca-Cl$ ; |
| 2) $Na-Cl$ ; | 4) $Be-Cl$   |

**19. В молекуле какого вещества все связи  $\sigma$ -типа:**

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) $SO_2$ | 2) $NH_3$ |
|-----------|-----------|



**26. Вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из железного электрода ( $E^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ В}$ ), погруженного в 0,01 М раствор соли  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  и серебряного электрода ( $E^{\circ}_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0,80 \text{ В}$ ), погруженного в 0,001 М раствор нитрата серебра:**

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1) $-0,128$ ; | 4) $+1,122$ ; |
| 2) $+0,128$ ; | 5) $+1,240$   |
| 3) $-1,122$ ; | 6) $-1,240$   |

**27. Какой продукт образуется на катоде при электролизе раствора сульфата калия:**

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| 1) калий    | 4) сера           |
| 2) водород  | 5) оксид серы(VI) |
| 3) кислород | 6) оксид серы(IV) |

**28. Между какими ионами, формулы которых приведены ниже, в водном растворе нет химического взаимодействия?**

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1) $\text{Na}^+$ и $\text{HS}^-$         | 3) $\text{Cu}^{2+}$ и $\text{OH}^-$ |
| 2) $\text{Ba}^{2+}$ и $\text{SO}_4^{2-}$ | 4) $\text{NH}_4^+$ и $\text{OH}^-$  |

**29. Какая из перечисленных солей гидролизу не подвергается?**

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1) $\text{BiCl}_3$            | 4) $\text{CH}_3\text{COONa}$ |
| 2) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 5) $\text{KNO}_2$            |
| 3) $\text{NH}_4\text{Cl}$     | 6) $\text{BaSO}_4$           |

**30. Установите соответствие между формулой соли и средой раствора при гидролизе данной соли**

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1) $\text{KCl}$             | А) кислая        |
| 2) $\text{NH}_4\text{Cl}$   | Б) щелочная      |
| 3) $\text{KNO}_2$           | В) нейтральная   |
| 4) $\text{BiCl}_3$          | Г) слабокислая   |
| 5) $\text{NH}_4\text{NO}_2$ | Д) слабощелочная |
| 6) $\text{AlCl}_3$          |                  |

**31. Добавление каких веществ может уменьшить степень гидролиза карбоната натрия?**

- |         |                        |
|---------|------------------------|
| 1) HCl; | 4) NaOH                |
| 2) HON; | 5) KNO <sub>2</sub>    |
| 3) KCl; | 6) Be(OH) <sub>2</sub> |

**32. На титрование 25 мл раствора соляной кислоты затрачено 20 мл раствора гидроксида калия с  $C_n = 0,15$  моль/л. Масса хлороводорода, растворенного в 500 мл такого раствора соляной кислоты, равна**

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 6,57 г; | 3) 4,38 г; |
| 2) 1,09 г; | 4) 2,19 г  |

**33. Молекулы полимеров, состоящие из множества повторяющихся звеньев, называются \_\_\_\_\_ (запишите ответ)**

**34. Полиизопрену соответствует структура...**

- 1)  $[-CH_2-C(CH_3)_2-]_n$
- 2)  $[-CH_3-C(CH_3)(COOCH_3)-]_n$
- 3)  $[CH_2-CH(CN)-]_n$
- 4)  $[-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-]_n$

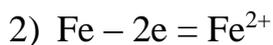
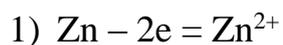
**35. При нагревании белков в водных растворах кислот и щелочей происходит их**

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1) окисление   | 4) конденсация  |
| 2) высаливание | 5) коагуляция   |
| 3) гидролиз    | 6) седиментация |

**36. Осмотическое давление раствора глюкозы с молярной концентрацией 0,1 моль/л при 25 °С равно \_\_\_\_ кПа**

- |          |          |
|----------|----------|
| 1) 247,6 | 3) 61,9  |
| 2) 51,6  | 4) 123,8 |

**37. В ходе электрохимического процесса при нарушении защитного покрытия в оцинкованном железе катодный процесс имеет вид:**



**38. Степень диссоциации сульфита калия в водном растворе с концентрацией 1 моль/л равна 0,75. Вычислите концентрацию ионов калия в растворе.**

1) 0,75 моль/л

4) 2 моль/л

2) 2,25 моль/л

5) 1,75 моль/л

3) 1,5 моль/л

6) 2,5 моль/л

**39. Укажите степень диссоциации электролита (%), если из двух моль продиссоциировало 0,2 моль:**

1) 2

5) 60

2) 10

6) 80

3) 20

7) 100

4) 40

8) 0

**40. При взаимодействии серы с концентрированной азотной кислотой продуктами реакции будут**

1) сероводородная кислота

5) оксид серы (IV)

2) азотистая кислота

6) оксид азота (II)

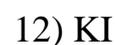
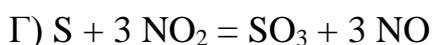
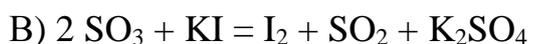
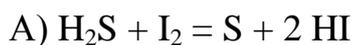
3) серная кислота

7) оксид азота (IV)

4) сернистая кислота

8) азот

**41. Установите соответствие между уравнением реакции и формулой вещества, которой в данной реакции является окислителем**



42. Установите пары «металл – соль», между которыми возможно взаимодействие:

<b>Соль</b>	<b>Металл</b>
1) сульфат железа	А) медь
2) сульфат меди	Б) цинк
3) нитрат свинца	В) свинец
4) хлорид цинка	Г) серебро
5) фосфат натрия	Д) железо

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

Таблица растворимости оснований, кислот и солей в воде

Анионы	Катионы																	
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H
F <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	M	H	H	P	H	H	H	M	P	P	M	H	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	P	M	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	M	M	?	-	M	?	?	M	H	H	H	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	?	?	H	?	H	H	H	?	H	H
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P
SiO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	H	P	P	P	?	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?

P – растворяется (>1г на 100г H<sub>2</sub>O); M – мало растворяется (от 0,1г до 1г на 100г H<sub>2</sub>O); H – не растворяется (<0,1г на 100г H<sub>2</sub>O); - – не растворяется в водной среде; ? – нет достоверных сведений о существовании соединения.

**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА**

		<b>ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ</b>																	
Периоды	Ряды	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(H)	Символ элемента				
I	1	H 1.00797 Водород																He 4.0026 Гелий	
	2	Li 6.941 Литий	Be 9.0122 Бериллий	B 10.811 Бор	C 12.011 Углерод	N 14.0067 Азот	O 15.9994 Кислород	F 18.9984 Фтор	Ne 20.179 Неон	Na 22.9898 Натрий		Mg 24.305 Магний		Al 26.9815 Алюминий		Si 28.086 Кремний		Ar 39.948 Аргон	
II	3	Na 22.9898 Натрий	Mg 24.305 Магний	Al 26.9815 Алюминий	Si 28.086 Кремний	P 30.9738 Фосфор	S 32.064 Сера	Cl 35.453 Хлор	Ar 39.948 Аргон	K 39.0983 Калий		Ca 40.08 Кальций		Sc 44.956 Скандий		Ti 47.88 Титан		V 50.942 Ванадий	
	4	K 39.0983 Калий	Ca 40.08 Кальций	Sc 44.956 Скандий	Ti 47.88 Титан	V 50.942 Ванадий	Cr 51.996 Хром	Mn 54.938 Марганец	Fe 55.847 Железо	Co 58.9332 Кобальт	Ni 58.69 Никель	Cu 63.546 Медь		Zn 65.38 Цинк		Ga 69.72 Галлий		Ge 72.59 Германий	
III	5	Cu 63.546 Медь	Zn 65.38 Цинк	Ga 69.72 Галлий	Ge 72.59 Германий	As 74.9216 Мышьяк	Se 78.96 Селен	Br 79.904 Бром	Kr 83.80 Криптон	Rb 85.4678 Рубидий		Sr 87.62 Стронций		Y 88.9059 Иттрий		Zr 91.22 Цирконий		Nb 92.9064 Ниобий	
	6	Rb 85.4678 Рубидий	Sr 87.62 Стронций	Y 88.9059 Иттрий	Zr 91.22 Цирконий	Nb 92.9064 Ниобий	Mo 95.94 Молибден	Tc 98 Технеций	Ru 101.07 Рутений	Rh 102.905 Родий	Pd 106.42 Палладий	Ag 107.868 Серебро		Cd 112.40 Кадмий		In 114.82 Индий		Sn 118.69 Олово	
IV	7	Ag 107.868 Серебро	Cd 112.40 Кадмий	In 114.82 Индий	Sn 118.69 Олово	Sb 121.75 Сурьма	Te 127.60 Теллур	I 126.9044 Йод	Xe 131.30 Ксенон	Cs 132.905 Цезий		Ba 137.34 Барий		La* 138.905 Лантан		Ce 140.12 Церий		Pr 140.907 Прометий	
	8	Cs 132.905 Цезий	Ba 137.34 Барий	La* 138.905 Лантан	Hf 178.49 Гафний	Ta 180.948 Тантал	W 183.85 Вольфрам	Re 186.207 Рений	Os 190.2 Осмий	Ir 192.22 Иридий	Pt 195.09 Платина	Au 196.967 Золото		Hg 200.59 Ртуть		Tl 204.383 Таллий		Pb 207.19 Свинец	
V	9	Au 196.967 Золото	Hg 200.59 Ртуть	Tl 204.383 Таллий	Pb 207.19 Свинец	Bi 208.980 Висмут	Po [209] Полоний	At [210] Астат	Rn [222] Радон	Fr [223] Франций		Ra [226] Радий		Ac** [227] Актиний		Th 232.038 Торий		Pa [231] Протактиний	
	10	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	Ac** [227] Актиний	Rf [261] Резерфордий	Db [262] Дубний	Sg [266] Сиборгий	Bh [264] Борий	Hs [269] Хассий	Mt [268] Мейтнерий	Lu 174.967 Лютеций		Yb 173.04 Иттербий		Tm 168.934 Тулий		Er 167.26 Эрбий		Gd 157.25 Гадолиний
VI	59	Ce 140.12 Церий	Pr 140.907 Прометий	Nd 144.24 Неодим	Eu 151.96 Европий	Gd 157.25 Гадолиний	Tb 158.924 Тербий	Dy 162.50 Диспрозий	Ho 164.930 Гольмий	Er 167.26 Эрбий	Tm 168.934 Тулий	Yb 173.04 Иттербий	Lu 174.967 Лютеций	Ce 140.12 Церий		Pr 140.907 Прометий		Nd 144.24 Неодим	
	90	Th 232.038 Торий	Pa [231] Протактиний	U 238.03 Уран	Np [237] Нептуний	Pu [243] Плутоний	Am [243] Америций	Cm [247] Кюрий	Bk [247] Берклий	Cf [251] Эйнштейний	Es [252] Фермий	Fm [257] Менделевий	Md [260] Нобелий	Lr [262] Лоуренсий	Th 232.038 Торий		Pa [231] Протактиний		U 238.03 Уран

## Термодинамические константы некоторых веществ

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta G^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta S^{\circ}_{298}$ Дж/(моль·К)
Ag (к)	0	0	42,69
AgBr (к)	-99,16	-95,94	107,1
AgCl (к)	-126,8	-109,7	96,07
AgI (к)	-64,2	-66,3	114,2
AgF (к)	-202,9	-184,9	83,7
AgNO <sub>3</sub> (к)	-120,7	-32,2	140,9
Ag <sub>2</sub> O(к)	-30,56	-10,82	121,7
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-506,1	-437,1	167,4
Al (к)	0	0	28,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1675,0	-1576,4	50,94
Al(OH) <sub>3</sub> (к)	-1275,7	-1139,72	71,1
AlCl <sub>3</sub> (к)	-697,4	-636,8	167,0
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (к)	-3434,0	-3091,9	239,2
As (к)	0	0	35,1
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-656,8	-575,0	107,1
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (к)	-918,0	-772,4	105,4
Au (к)	0	0	47,65
AuF (к)	-74,3	-58,6	96,4
AuF <sub>3</sub> (к)	-348,53	-297,48	114,2
Au(OH) <sub>3</sub> (к)	-418,4	-289,95	121,3
AuCl <sub>3</sub> (к)	-118,4	-48,53	146,4
B (к)	0	0	5,87
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1264,0	-1184,0	53,85
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	31,4	82,8	232,9
Ba (к)	0	0	64,9
BaCO <sub>3</sub> (к)	-1202,0	-1138,8	112,1
Be (к)	0	0	9,54
BeO (к)	-598,7	-581,6	14,10
BeCO <sub>3</sub> (к)	-981,57	-944,75	199,4
Bi (к)	0	0	56,9
BiCl <sub>3</sub> (г)	-270,7	-260,2	356,9
BiCl <sub>3</sub> (к)	-379,1	-318,9	189,5
B <sub>Г2</sub> (г)	30,92	3,14	245,35
НВГ (г)	-36,23	-53,22	198,48
С (алмаз)	1,897	2,866	2,38
С (графит)	0	0	5,74

## Продолжение приложения 3

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta G^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta S^{\circ}_{298}$ Дж/(моль·К)
CO (г)	-110,5	-137,27	197,4
CO <sub>2</sub> (г)	-393,51	-394,38	213,6
COCl <sub>2</sub> (г)	-223,0	-210,5	289,2
CS <sub>2</sub> (г)	115,3	65,1	237,8
CS <sub>2</sub> (ж)	87,8	63,6	151,0
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,75	209,2	200,8
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,28	68,12	219,4
CH <sub>4</sub> (г)	-74,85	-50,79	186,19
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	-84,67	-32,89	229,5
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж)	49,04	124,50	173,2
CH <sub>3</sub> OH (ж)	-238,7	-166,31	126,7
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (ж)	-227,6	-174,77	160,7
CH <sub>3</sub> COOH (ж)	-484,9	-392,46	159,8
Ca (к)	0	0	41,62
CaO (к)	-635,1	-604,2	39,7
CaF <sub>2</sub> (к)	-1214,0	-1161,0	68,87
CaCl <sub>2</sub> (к)	-785,8	-750,2	113,8
CaC <sub>2</sub>	-62,7	-67,8	70,3
Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub> (к)	-431,8	-368,6	104,6
Ca(OH) <sub>2</sub> (к)	-986,2	-896,76	83,4
CaSO <sub>4</sub> (к)	-1424,0	-1320,3	106,7
CaSiO <sub>3</sub> (к)	-1579,0	-1495,4	87,45
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (к)	-4125,0	-3899,5	240,9
CaCO <sub>3</sub> (к)	-1206,0	-1128,8	92,9
Cl <sub>2</sub> (г)	0	0	223,0
HCl (г)	-92,30	-95,27	186,7
HCl (ж)	-167,5	-131,2	55,2
HClO (ж)	-116,4	80,0	129,7
Cr (к)	0	0	23,76
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1141,0	-046,84	81,1
Cr(CO) <sub>6</sub> (к)	-1075,62	-982,0	359,4
Cs (к)	0	0	84,35
Cs <sub>2</sub> O (к)	-317,6	-274,5	123,8
CsOH (к)	-406,5	-355,2	77,8
Cu (к)	0	0	33,3
Cu <sub>2</sub> O (к)	-167,36	-146,36	93,93

## Продолжение приложения 3

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta G^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta S^{\circ}_{298}$ Дж/(моль·К)
CuO (к)	-165,3	-127,19	42,64
Cu(OH) <sub>2</sub> (к)	-443,9	-356,90	79,50
CuF <sub>2</sub> (к)	-530,9	-485,3	84,5
CuCl <sub>2</sub> (к)	-205,9	-166,1	113,0
CuBr (к)	-141,42	-126,78	142,34
CuI <sub>2</sub> (к)	-21,34	-23,85	159,0
Cu <sub>2</sub> S (к)	-82,01	-86,19	119,24
CuS (к)	-48,5	-48,95	66,5
CuSO <sub>4</sub> (к)	-771,1	-661,91	133,3
CuCO <sub>3</sub> (к)	-594,96	-517,98	87,9
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (к)	-307,11	-114,22	193
Fe (к)	0	0	27,15
FeO (к)	-263,68	-244,35	58,79
FeCl <sub>2</sub>	-341,0	-302,08	119,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-821,32	-740,99	89,96
Fe(OH) <sub>3</sub> (к)	-824,25	-694,54	96,23
FeCl <sub>3</sub> (к)	-405,0	-336,39	130,1
FeSO <sub>4</sub> (к)	-922,57	-829,69	107,51
FeCO <sub>3</sub> (к)	-744,75	-637,88	92,9
GeO (к)	-305,4	-276,1	50,2
GeO <sub>2</sub> (к)	-539,74	-531,4	52,30
H <sub>2</sub> (г)	0	0	130,6
H <sub>2</sub> O (г)	-241,84	-228,8	188,74
H <sub>2</sub> O (ж)	-285,84	-237,5	69,96
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ж)	-187,36	-117,57	105,86
Hg (к)	0	0	76,1
HgCl <sub>2</sub> (к)	-230,12	-185,77	144,35
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (к)	-264,85	-210,66	185,81
I <sub>2</sub> (к)	0	0	116,73
I <sub>2</sub> (г)	62,24	19,4	260,58
HI (г)	25,94	1,30	206,33
HIО (ж)	-158,9	-98,7	24,32
K (к)	0	0	64,35
K <sub>2</sub> O(к)	-361,5	-193,3	87,0
KOH (к)	-425,93	-374,47	59,41
KNO <sub>3</sub> (к)	-492,71	-393,13	123,93
KNO <sub>2</sub> (к)	-370,28	-281,58	117,17

## Продолжение приложения 3

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta G^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta S^{\circ}_{298}$ Дж/(моль·К)
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (к)	-1433,44	-1316,37	175,73
KHSO <sub>4</sub> (к)	-1158,1	-1043,49	187,89
KH (к)	-56,9	-38,49	67,95
Li (к)	0	0	28,03
Li <sub>2</sub> O (к)	-595,8	-560,2	37,9
NiOH (к)	-487,8	-443,1	42,81
Mg (к)	0	0	32,55
MgO (к)	-601,24	-569,6	26,94
Mg(OH) <sub>2</sub> (к)	-924,66	-833,7	63,14
MgCO <sub>3</sub>	-1096,21	-1029,3	65,69
MnSO <sub>4</sub>	-1063,74	-955,96	112,13
N <sub>2</sub> (г)	0	0	191,5
N <sub>2</sub> O (г)	81,55	103,6	220,0
NO (г)	90,37	86,69	210,62
NO <sub>2</sub> (г)	33,89	51,84	240,45
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г)	9,37	98,29	304,3
NH <sub>3</sub> (г)	-46,19	16,64	192,5
HNO <sub>3</sub> (ж)	-173,0	-79,91	156,16
NH <sub>4</sub> Cl (к)	-315,39	-343,64	94,56
NH <sub>4</sub> OH (ж)	-366,69	-263,8	179,9
Na (к)	0	0	51,42
Na <sub>2</sub> O (к)	-430,6	-376,6	71,1
NaOH (к)	-426,6	-377,0	64,18
NaCl (к)	-410	-384,0	72,36
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (к)	-1129,0	-1047,7	136,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (к)	-1384,0	-1266,8	149,4
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (к)	-1518,0	-1426,7	113,8
O <sub>2</sub> (г)	0	0	205,03
P (красный)	-18,41	-13,81	22,8
PCl <sub>3</sub> (г)	-277,0	-286,27	311,7
PCl <sub>5</sub> (г)	-369,45	-324,55	362,9
HPO <sub>3</sub> (ж)	-982,4	-902,91	150,6
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (ж)	-1271,94	-1147,25	200,83
Pb (к)	0	0	64,9
PbO (к)	-217,86	-188,49	67,4
PbO <sub>2</sub> (к)	-276,86	-218,99	76,44
PbCl <sub>2</sub> (к)	-359,2	-313,97	136,4

## Продолжение приложения 3

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta G^{\circ}_{298}$ кДж/моль	$\Delta S^{\circ}_{298}$ Дж/(моль•К)
PbSO <sub>4</sub> (к)	-918,1	-811,24	147,28
PbS (к)	-94,28	-92,68	91,20
Rb (к)	0	0	76,2
Rb <sub>2</sub> O (к)	-330,12	-290,79	109,6
RbOH (к)	-413,80	-364,43	70,7
S (ромб.)	0	0	31,88
SO <sub>2</sub> (г)	-296,9	-300,37	248,1
SO <sub>3</sub> (г)	-395,2	-370,37	256,23
H <sub>2</sub> S (г)	-20,15	-33,02	205,64
H <sub>2</sub> S (ж)	-39,33	-27,36	122,2
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ж)	-811,3	-724,0	156,9
H <sub>2</sub> Se (г)	85,77	71,13	221,3
SiO <sub>2</sub> (к)	-859,3	-803,75	42,09
SnO (к)	-286,0	-257,32	56,74
SnO <sub>2</sub> (к)	-580,8	-519,65	52,34
SrO (к)	-590,4	-559,8	54,4
SrCO <sub>3</sub> (к)	-1221,3	-1137,6	97,1
H <sub>2</sub> Te (г)	154,39	138,48	234,3
Zn (к)	0	0	41,59
ZnO (к)	-349,0	-318,19	43,5
ZnS (к)	-201,0	-198,32	57,7
ZnSO <sub>4</sub> (к)	-978,2	-871,75	124,6

## Плотность водных растворов кислот при 15°C

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %		
	<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>		<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>
1005	1,15	1,00	0,83	1195	38,16	31,62	26,68
1010	2,14	1,90	1,57	1200	39,11	32,36	27,32
1015	3,12	2,80	2,30	1205		33,09	27,95
1020	4,13	3,70	3,03	1210		33,82	28,58
1025	5,15	4,60	3,76	1215		34,55	28,84
1030	6,15	5,50	4,49	1220		35,28	29,21
1035	7,15	6,38	5,23	1225		36,03	30,48
1040	8,16	7,26	5,96	1230		36,78	31,11
1045	9,13	8,13	6,67	1235		37,53	31,70
1050	10,17	8,99	7,37	1240		38,29	32,28
1055	11,18	9,84	8,07	1245		39,05	32,86
1060	12,19	10,68	8,77	1250		39,82	33,43
1065	13,19	11,51	9,47	1255		40,58	34,00
1070	14,17	12,33	10,19	1260		41,34	34,57
1075	15,16	13,15	10,90	1265		42,10	35,14
1080	16,15	13,95	11,60	1270		42,87	35,71
1085	16,13	14,74	12,30	1275		43,64	36,29
1090	18,11	15,53	12,99	1280		44,41	36,87
1095	19,06	16,32	13,67	1285		45,18	37,45
1100	20,01	17,11	14,33	1290		45,95	38,03
1105	20,97	17,97	15,03	1295		46,72	38,61
1110	21,92	18,67	15,71	1300		47,49	39,19
1115	26,86	19,45	16,36	1305		48,26	39,77
1120	23,82	20,23	17,01	1310		49,07	40,35
1125	24,78	21,00	16,66	1315		49,89	40,93
1130	25,75	21,77	18,31	1320		50,71	41,50
1135	26,70	22,54	18,96	1325		51,53	42,08
1140	27,66	23,31	19,61	1330		53,37	42,66
1145	28,61	24,08	20,26	1335		53,22	43,20
1150	29,57	24,84	20,91	1340		54,07	43,07
1155	30,55	25,60	21,55	1345		54,93	44,28
1160	31,52	26,36	22,19	1350		55,79	44,82
1165	32,49	27,12	22,83	1355		56,66	45,35
1170	33,46	27,88	23,47	1360		57,57	45,88
1175	34,42	28,63	24,12	1365		58,48	46,41
1180	35,39	29,38	24,76	1370		59,39	46,94

## Продолжение приложения 4

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %		
	<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>		<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>
1185	36,31	30,13	24,40	1375		60,30	47,47
1190	37,23	30,38	26,04	1380		61,27	48,00
1385		62,24	48,53	1575			66,30
1390		63,23	49,06	1580			66,71
1395		64,25	49,59	1585			67,13
1400		65,30	50,11	1590			67,59
1405		66,40	50,63	1600			68,51
1410		67,50	51,15	1605			68,97
1415		68,63	51,66	1610			69,43
1420		69,80	52,15	1615			66,89
1425		70,98	52,63	1620			70,32
1430		72,17	53,11	1625			70,74
1435		73,39	53,59	1630			71,16
1440		74,68	54,07	1635			71,57
1445		75,98	54,55	1640			71,99
1450		77,28	55,03	1645			72,40
1455		78,60	55,50	1650			72,82
1460		79,98	55,97	1655			73,28
1465		81,42	51,43	1660			73,64
1470		82,90	56,90	1665			74,07
1475		84,45	57,37	1670			74,51
1480		86,05	57,83	1675			74,97
1485		87,70	58,28	1680			75,42
1490		86,60	58,74	1685			75,86
1495		91,60	59,22	1690			76,30
1500		94,09	59,70	1695			76,73
1505		96,39	60,18	1700			77,17
1510		98,10	60,65	1705			77,60
1515		99,08	61,12	1710			78,04
1520		99,67	61,59	1715			78,48
1525			62,66	1720			78,92
1530			62,53	1725			79,36
1535			63,00	1730			79,80
1540			63,43	1735			80,24
1545			63,85	1740			80,68
1550			64,26	1745			81,12
1555			64,67	1750			81,56

## Продолжение приложения 4

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %			$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %		
	<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>		<i>HCl</i>	<i>HNO<sub>3</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>
1560			65,08	1755			82,00
1565			65,49	1760			82,44
1570			65,90	1765			82,88
1770			83,83	1835			93,43
1775			83,90	1840			95,60
1780			84,50	1840,5			96,95
1785			85,10	1841			97,00
1790			85,70	1841,5			97,70
1800			86,90	1841			98,20
1805			87,60	1840,5			98,70
1810			88,30	1840			99,20
1815			89,05	1839,5			99,45
1820			90,05	1839			99,70
1825			91,00	1830,5			99,95
1830			92,10				

## Плотность водных растворов щелочей при 15°C

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %		$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля, %	
	<i>KOH</i>	<i>NaOH</i>		<i>KOH</i>	<i>NaOH</i>
1007	0,9	0,61	1263	28,0	23,67
1014	1,7	1,20	1274	28,9	24,81
1022	2,6	2,00	1285	29,8	25,80
1029	3,5	2,71	1297	30,7	26,83
1037	4,5	3,35	1308	31,8	27,80
1054	5,6	4,00	1320	32,7	28,83
1052	6,4	4,64	1332	33,7	29,93
1060	7,4	5,29	1345	34,9	31,22
1067	8,2	5,87	1357	35,9	32,47
1075	9,2	6,55	1370	36,9	33,69
1083	10,1	7,31	1383	37,8	34,96
1091	10,9	8,00	1397	38,9	36,25
1100	12,0	8,68	1410	39,9	37,47
1108	12,9	9,42	1424	40,9	38,80
1116	13,8	10,06	1438	42,1	39,99
1125	14,8	10,97	1453	43,4	41,41
1134	15,7	11,84	1468	44,6	42,83
1142	16,5	12,64	1483	45,8	44,88
1152	17,6	13,55	1498	47,1	46,15
1162	18,6	14,37	1514	48,3	47,60
1171	19,5	15,13	1530	49,4	49,02
1180	20,5	15,91	1546	50,6	
1190	21,4	16,77	1563	51,9	
1200	22,4	17,67	1580	53,2	
1231	25,1	20,59	1597	54,4	
1241	26,1	21,42	1615	55,9	
1252	27,0	22,64	1634	57,5	

### Константы диссоциации слабых электролитов

Название электролита	Формула	$K_d$
Азотистая кислота	$\text{HNO}_2$	$K = 5,1 \cdot 10^{-4}$
Борная кислота (орто)	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$K_1 = 5,83 \cdot 10^{-10}$
		$K_2 = 1,8 \cdot 10^{-13}$
		$K_3 = 1,6 \cdot 10^{-14}$
Борная кислота (тетра)	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$K = 1,8 \cdot 10^{-4}$
Муравьиная кислота	$\text{HCOOH}$	$K = 1,77 \cdot 10^{-4}$
Сернистая кислота	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$K_1 = 1,4 \cdot 10^{-2}$
		$K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$
Сероводородная кислота	$\text{H}_2\text{S}$	$K_1 = 1,1 \cdot 10^{-7}$
		$K_2 = 3,53 \cdot 10^{-12}$
Синильная кислота	$\text{HCN}$	$K = 5,0 \cdot 10^{-10}$
Угольная кислота	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$K_1 = 4,45 \cdot 10^{-7}$
		$K_2 = 4,69 \cdot 10^{-11}$
Уксусная кислота	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$K = 1,75 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная кислота (орто)	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$
		$K_2 = 6,34 \cdot 10^{-8}$
		$K_3 = 1,26 \cdot 10^{-12}$
Щавелевая кислота	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$K_1 = 5,6 \cdot 10^{-2}$
		$K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$
Гидроксид аммония	$\text{NH}_4\text{OH}$	$K = 1,77 \cdot 10^{-5}$
Вода	$\text{H}_2\text{O}$	$K = 1,86 \cdot 10^{-16}$

**Криоскопические и эбуллиоскопические константы растворителей**

<b>Растворитель</b>	<b>K</b>	<b>E</b>	<b>t<sub>пл</sub>°C</b>	<b>t<sub>кип</sub>°C</b>
Анилин	5,87	3,22	-5,96	184,4
Ацетон	2,40	1,48	-94,6	56,0
Бензол	5,10	2,57	5,4	80,2
Вода	1,85	0,52	0	100,0
Камфора	40,0	6,09	174,0	204,0
Нитробензол	6,90	5,27	5,7	210,9
Фенол	7,30	3,60	41,0	182,1
Хлороформ	4,90	3,88	-63,2	61,2
Четыреххлористый углерод	2,98	5,30	-23,0	76,7

## Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы при 25°C

Окисленная форма	Восстановленная форма	Уравнение реакции	$\varphi^0, \text{В}$
$\text{Li}^+$	$\text{Li (ТВ)}$	$\text{Li}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,02
$\text{K}^+$	$\text{K (ТВ)}$	$\text{K}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{K}$	-2,92
$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Ba (ТВ)}$	$\text{Ba}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2,90
$\text{Sr}^{2+}$	$\text{Sr (ТВ)}$	$\text{Sr}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sr}$	-2,89
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Ca (ТВ)}$	$\text{Ca}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,87
$\text{Na}^+$	$\text{Na (ТВ)}$	$\text{Na}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Mg (ТВ)}$	$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,34
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al (ТВ)}$	$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,67
$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mn (ТВ)}$	$\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1,05
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,90
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2 (\Gamma)$	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,85
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn (ТВ)}$	$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr (ТВ)}$	$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0,71
$\text{AsO}_4^{3-}$	$\text{AsO}_2^-$	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	-0,71
$\text{Fe(OH)}_3$	$\text{Fe(OH)}_2 (\text{ТВ})$	$\text{Fe(OH)}_3 + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe(OH)}_2 + \text{OH}^-$	-0,56
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe (ТВ)}$	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,44
$\text{Cd}^{2+}$	$\text{Cd (ТВ)}$	$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0,40
$\text{Co}^{2+}$	$\text{Co (ТВ)}$	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}$	-0,28
$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Ni (ТВ)}$	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,25
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO} (\Gamma)$	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 4\text{OH}^-$	-0,14
$\text{Sn}^{2+}$	$\text{Sn (ТВ)}$	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}$	$\text{Pb (ТВ)}$	$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0,13
$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{Cr(OH)}_3$	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cr(OH)}_3 + 5\text{OH}^-$	-0,12
$2\text{H}^+$	$\text{H}_2$	$2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$	$\pm 0,00$
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0,01
$\text{S (ТВ)}$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$	+0,14
$\text{Sn}^{4+}$	$\text{Sn}^{2+}$	$\text{Sn}^{4+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	+0,15
$\text{Co(OH)}_3$	$\text{Co(OH)}_2$	$\text{Co(OH)}_3 + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Co(OH)}_2 + \text{OH}^-$	+0,20
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,20
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Cu (ТВ)}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,34
$\text{Co}^{3+}$	$\text{Co (ТВ)}$	$\text{Co}^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}$	+0,43

Окисленная форма	Восстановленная форма	Уравнение реакции	$\varphi^{\circ}, \text{В}$
$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{S}$ (ТВ)	$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,45
$\text{Ni}(\text{OH})_3$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_3 + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0,49
$\text{ClO}_4^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	+0,51
$\text{I}_2$	$2\text{I}^-$	$\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0,53
$\text{MnO}_4^-$	$\text{MnO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_4^- + \bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}$	+0,54
$\text{MnO}_4^-$	$\text{MnO}_2$ (ТВ)	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,57
$\text{MnO}_4^{2-}$	$\text{MnO}_2$ (ТВ)	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,58
$\text{BrO}_3^-$	$\text{Br}^-$	$\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\bar{e} \rightleftharpoons \text{Br}^- + 6\text{OH}^-$	+0,60
$\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+0,68
$\text{H}_2\text{SeO}_3$	$\text{Se}$	$\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,74
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0,77
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2$ (Г)	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,81
$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,87
$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}$ (Г)	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
$\text{HNO}_2$	$\text{NO}$ (Г)	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+0,99
$\text{Br}_2$ (Ж)	$2\text{Br}^-$	$\text{Br}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	+1,08
$\text{IO}_3^-$	$\text{I}^-$	$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,09
$\text{MnO}_2$ (ТВ)	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,28
$\text{ClO}_4^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,34
$\text{Cl}_2$ (Г)	$2\text{Cl}^-$	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1,36
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$2\text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,36
$\text{ClO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,45
$\text{PbO}_2$ (ТВ)	$\text{Pb}^{2+}$	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,46
$\text{HClO}$	$\text{Cl}^-$	$\text{HClO} + \text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,50
$\text{MnO}_4^-$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,52
$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1,77
$\text{Co}^{3+}$	$\text{Co}^{2+}$	$\text{Co}^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	+1,84
$\text{F}_2$ (Г)	$2\text{F}^-$	$\text{F}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	+2,85



**Галина Генриховна Охотникова,**

*доцент кафедры химии и химической технологии АмГУ, канд. техн. наук.*

**Химия. Методические указания к самостоятельной работе студентов и задания для контроля по курсу химии.**

Изд-во АмГУ. Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 7,25.  
Тираж 50. Заказ \_\_\_\_.