

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ХИМИЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ И ОРГАНИЧЕСКАЯ

Раздел «Неорганическая химия»
Лабораторный практикум для студентов специальностей
1-50 02 02 «Производство кожи и меха»,
1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи»,
дневной формы обучения.

Витебск
2014

УДК 546 (07), 678 (07)

Химия неорганическая и органическая. Раздел «Неорганическая химия»: лабораторный практикум для студентов специальностей 1-50 02 02 «Производство кожи и меха», 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» дневной формы обучения.

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2014.

Составители: к.х.н., доц. Соколова Т.Н.,
к.х.н., доц. Платонов А.П.,
к.т.н., доц. Ясинская Н.Н.
к.х.н., доц. Стёпин С.Г.

Лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных работ и домашних заданий по дисциплине «Химия неорганическая и органическая».

Одобрено кафедрой химии УО «ВГТУ»
Протокол № 10 от 23 апреля 2014 г.

Рецензент: ст. преп. Сергеев В. Ю.
Редактор: методист Дрюкова Г.Н.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ». Протокол № 5 от 16.06 2014 г.

Ответственный за выпуск: Попко Е.П.

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.-изд. лист. _____
Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ _____ Цена _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12.02.2014

210035 , Витебск, Московский проспект, 72.

СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания	5
Тема 1. Основные законы химии	6
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	6
Лабораторная работа «Определение эквивалентной массы металла»	8
Тема 2. Скорость химических реакций. Химическое равновесие	9
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	9
Лабораторная работа «Скорость химических реакций. Химическое равновесие»	13
Тема 3. Растворы неэлектролитов. Концентрация растворов	15
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	16
Тема 4. Растворы электролитов	19
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	19
Лабораторная работа «Электролитическая диссоциация»	22
Тема 5. Водородный показатель. Гидролиз солей	24
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	24
Лабораторная работа «Гидролиз солей»	27
Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции	28
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	28
Лабораторная работа «Окислительно-восстановительные реакции»	31
Тема 7. Гальванический элемент	32
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	33
Лабораторная работа «Гальванический элемент»	35
Тема 8. Коррозия металлов	36
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	36
Лабораторная работа «Коррозия металлов»	39
Тема 9. Электролиз расплавов и растворов	40
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	40
Лабораторная работа «Электролиз растворов»	42
Тема 10. Комплексные соединения	43
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	43
Лабораторная работа «Комплексные соединения»	46
Тема 11. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева	47
Строение атома. Химическая связь	
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	47

Тема 12. Общие свойства металлов. Металлы I-II групп и их соединения	51
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	51
Лабораторная работа «Металлы I-II групп и их соединения»	54
Тема 13. Металлы III группы и их соединения	55
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	55
Лабораторная работа «Алюминий»	58
Тема 14. Железо, кобальт, никель и их соединения	59
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	59
Лабораторная работа «Железо, кобальт, никель и их соединения»	61
Тема 15. Хром и его соединения	62
Теоретические вопросы	62
Лабораторная работа «Хром и его соединения»	62
Тема 16. Марганец и его соединения	64
Теоретические вопросы	64
Лабораторная работа «Марганец и его соединения»	64
Литература	66

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Среди дисциплин, составляющих базовую подготовку инженеров-технологов текстильной и легкой промышленности, важное место занимает неорганическая и органическая химия. Знание этой дисциплины необходимо для понимания основ создания новых материалов и технологических процессов, а также при изучении специальных дисциплин.

Цель преподавания дисциплины – дать студентам теоретическую и практическую базу по неорганической и органической химии, сформировать системные знания о закономерностях химического поведения важнейших классов неорганических и органических соединений.

В результате изучения дисциплины студент должен иметь представление о веществе и его строении, должен знать основные понятия и законы химии, характер изменения свойств элементов по периодам и группам периодической системы, знать закономерности поведения веществ в растворе и основы электрохимии, основные классы органических соединений, их строение, номенклатуру и свойства.

Студент должен уметь: читать и записывать химические уравнения и производить расчеты; с помощью качественных реакций устанавливать принадлежность органического соединения к тому или иному классу; на основе современных представлений о строении атома ориентироваться в структуре периодической системы Д.И. Менделеева; использовать при изучении специальных дисциплин навыки самостоятельного выполнения химического эксперимента.

Для успешной подготовки к лабораторному занятию рекомендуется использовать конспект лекций, а также литературу, список которой приведен в настоящем пособии.

Отчет о проделанной лабораторной работе должен содержать следующие сведения:

- дату, номер и название лабораторной работы;
- краткое описание работы;
- схему прибора;
- уравнения реакций;
- расчеты;
- выводы.

После окончания работы отчет должен быть подписан преподавателем.

По каждой теме проводится контроль усвоения программного материала в виде письменного теста на лабораторном занятии.

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ

Теоретические вопросы

1. Основные положения атомно-молекулярного учения. Атом, молекула, химический элемент, атомная масса, молекулярная масса, моль.
2. Закон сохранения массы и энергии, закон постоянства состава, закон кратных отношений. Закон объемных отношений.
3. Закон Авогадро и его следствия.
4. Эквивалент и эквивалентная масса. Эквивалентная масса сложных веществ: оксидов, гидроксидов, кислот, солей. Закон эквивалентов.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: NaOH, H₃PO₄, Fe₂(SO₄)₃.
2. При растворении в разбавленной серной кислоте 18 г трёхвалентного металла выделилось 22,4 дм³ водорода (н.у.). Определите атомную массу металла.
3. Вычислите массу азота, заполняющего баллон ёмкостью 20 дм³, при 380 кПа и 19°C.

Вариант 2

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: H₂SO₄, Mg(OH)₂, Al₂O₃.
2. Вычислите эквивалентную массу хлора, если 0,824 г меди (II) соединяется с 291 см³ хлора.
3. Определите мольную массу газа, если при температуре 27°C и давлении 103,7 кПа масса газа равна 2,86 г.

Вариант 3

1. Рассчитайте эквивалентные массы следующих веществ: Fe(OH)₃, HCl, CuSO₄.
2. На нейтрализацию 3,375 г кислоты расходуется 3,0 г гидроксида натрия. Вычислите эквивалентную массу кислоты.
3. Баллон ёмкостью 20 дм³ содержит 1 кг углекислого газа. Вычислите давление в баллоне, при 25°C.

Вариант 4

1. Чему равна эквивалентная масса железа в оксиде, если в 40 г оксида содержится 28 г железа?
2. Рассчитайте эквивалентные массы следующих веществ: Ca(OH)₂, HNO₃, FeSO₄.
3. Вычислите плотность газа по воздуху, если масса 327 см³ газа при 13°C и 101,2 кПа равна 0,828 г.

Вариант 5

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: Na₃PO₄, H₂SO₄, KCl.
2. Вычислите эквивалентную массу азота в соединении с кислородом, содержащим 36,86% азота, и в соединении с водородом, содержащим 17,74% водорода.
3. Вычислите массу азота, заполняющего баллон ёмкостью 20 дм³ при давлении 425 кПа и температуре 20°C.

Вариант 6

1. Определите эквивалентную массу марганца в оксидах: MnO_2 , MnO_3 , Mn_2O_7 .
2. 0,05 г металла вытесняют из кислоты 28 см^3 водорода (н.у.). Чему равна эквивалентная масса металла?
3. Масса 87 см^3 паров вещества при 62°C и $101,3 \text{ кПа}$ равна $0,240 \text{ г}$. Вычислите мольную массу вещества.

Вариант 7

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: KOH , Na_2SO_4 , H_3PO_4 .
2. 1 г калия соединяется с $0,9 \text{ г}$ хлора, а также с $2,0 \text{ г}$ брома. Найдите эквивалентные массы калия и брома, если эквивалентная масса хлора равна $35,5 \text{ г/моль}$.
3. Вычислите, при каком давлении 3 кг азота займут объем 29 дм^3 , если температура равна 450°C .

Вариант 8

1. Чему равны эквиваленты и эквивалентные массы металлов в оксидах: Na_2O , MgO , Cr_2O_3 ?
2. На нейтрализацию $3,375 \text{ г}$ кислоты расходуется $3,0 \text{ г}$ гидроксида натрия. Вычислите эквивалентную массу кислоты.
3. Масса $85,5 \text{ см}^3$ паров метанола при 91°C и $102,4 \text{ кПа}$ равна $0,0925 \text{ г}$. Вычислите мольную массу метанола.

Вариант 9

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: K_2CrO_4 , HNO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
2. При окислении $1,40 \text{ г}$ кадмия получено $1,60 \text{ г}$ оксида. Вычислите эквивалентную массу кадмия в оксиде.
3. Баллон емкостью 20 дм^3 содержит $2,5 \text{ кг}$ кислорода. Вычислите давление в баллоне при 20°C .

Вариант 10

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: H_3PO_4 , NaCl , Cr_2O_3 .
2. Вычислите эквивалентную массу олова, если при нагревании $0,92 \text{ г}$ олова в токе кислорода образуется $1,17 \text{ г}$ оксида олова.
3. Вычислите плотность газа по кислороду, если масса 327 см^3 газа при 13°C и давлении $102,1 \text{ кПа}$ равна $0,828 \text{ г}$.

Вариант 11

1. Определите эквивалентную массу серы в соединениях: SO_3 , H_2SO_4 , K_2S .
2. На нейтрализацию $0,728 \text{ г}$ щелочи израсходовано $0,535 \text{ г}$ азотной кислоты. Вычислите эквивалентную массу щелочи.
3. Масса 300 см^3 газа (н.у.) равна $0,86 \text{ г}$. Вычислите плотность газа по водороду.

Вариант 12

1. Определите эквивалентную массу железа в соединениях: FeO , FeCl_2 , Fe_2O_3 .
2. На осаждение хлора, содержащегося в $0,3333 \text{ г}$ соли, израсходовано $0,544 \text{ г}$ AgNO_3 . Вычислите эквивалентную массу соли.
3. Плотность газа по воздуху равна $0,9$. Определите массу 1 дм^3 газа.

Вариант 13

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: MgSO_4 , Al_2O_3 , CuO .
2. На нейтрализацию 0,943 г фосфористой кислоты H_3PO_3 израсходовано 1,288 г КОН. Вычислите основность кислоты.
3. Масса 500 см^3 (н.у.) газа равна 0,903 г. Определите молярную массу газа и её плотность по кислороду.

Вариант 14

1. Вычислите эквивалентные массы соединений: Cr_2O_3 , AlCl_3 , Na_2CO_3 .
2. Какой объем водорода (н.у.) выделится при растворении 3 г цинка в HCl ?
3. Вычислите молярную массу ацетона, если масса 500 см^3 его паров при 87°C и давлении 96 кПа равна 0,93 г.

Вариант 15

1. Чему равны эквивалентные массы металлов в оксидах: MgO , K_2O , Al_2O_3 ?
2. Какой объем при н.у. занимают 5×10^{12} молекул газа?
3. Масса колбы, вместимостью 750 см^3 , наполненной при 27°C кислородом, равна 83,3 г. Масса пустой колбы составляет 82,1 г. Определить давление O_2 в колбе.

Лабораторная работа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МАССЫ МЕТАЛЛА»

Выполнение работы. Прибор для определения эквивалента металла состоит из бюретки, соединенной резиновым шлангом с воронкой большого диаметра. Прибор заполнен водой. К бюретке присоединена пробирка.

Перед выполнением опыта убедитесь в герметичности прибора: плотно присоедините пустую пробирку к пробке, соединенной с бюреткой, воронку поднимите на 10-15 см и наблюдайте в течение 1-2 минут за положением уровня воды в бюретке. Если уровень воды остается неизменным, следовательно, прибор герметичен, и можно приступать к выполнению работы.

В пробирку, держа ее наклонно, налейте 5-6 см^3 10%-ной соляной кислоты так, чтобы одна из внутренних стенок пробирки оставалась сухой. Возьмите навеску металла, предварительно записав ее массу (масса указана в граммах), удалите лишнюю бумагу и, держа пробирку под углом $\sim 45^\circ$, опустите навеску на внутреннюю сухую стенку пробирки. С помощью стеклянной палочки подвиньте ее так, чтобы она была на 2-3 см ниже пробки и не касалась кислоты. Не меняя положения пробирки, аккуратно закройте ее пробкой и еще раз убедитесь в герметичности прибора. Затем установите воронку так, чтобы уровни воды в воронке и бюретке совпали. Отметьте и запишите положение мениска в бюретке (для того чтобы правильно снять показания, глаз должен находиться на линии касательной к мениску). Отпустите пробирку, металл из упавшей навески быстро реагирует с кислотой, и выделяющийся водород вытесняет воду из бюретки. После растворения всего металла и остывания реакционной смеси, приведите положение воды в бюретке и воронке к одному уровню и отметьте положение мениска в бюретке. Раз-

ность двух отсчетов дает объем выделившегося водорода $V(\text{см}^3)$. Отметьте и запишите показания термометра и барометра во время опыта.

Запись данных опыта и расчеты. Результаты измерений запишите по следующей форме:

- масса металла, m , г
- начальный уровень воды в бюретке, V_1 , см^3
- уровень воды в бюретке после растворения металла, V_2 , см^3
- объем выделившегося водорода, $V=V_2-V_1$, см^3
- температура, t , $^{\circ}\text{C}$
- абсолютная температура, $T=(t+273)$, К
- атмосферное давление, P , мм. рт. ст.
- давление насыщенного пара при данной температуре, $P_{\text{H}_2\text{O}}$, мм. рт. ст.
- парциальное давление водорода, $P_{\text{H}_2}=P-P_{\text{H}_2\text{O}}$, мм. рт. ст.

Таблица - Давление насыщенного пара при различных температурах

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Давление пара, мм. рт. ст.	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Давление пара, мм. рт. ст.
1	2	3	4
1	2	3	4
10	9,2	20	17,53
15	12,79	21	18,65
16	13,63	22	19,83
17	14,53	23	21,09
18	15,48	24	22,38
19	16,48	25	23,75

Приведите объем выделившегося H_2 к нормальным условиям по уравнению:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{\text{H}_2} V}{T}; \text{отсюда: } V_0 = \frac{P_{\text{H}_2} V T_0}{T P_0}, \text{ где } T_0=273\text{K}, P_0=760 \text{ мм. рт. ст.}$$

Исходя из закона эквивалентов, определите эквивалентную массу металла:

$$\frac{m}{m_{\text{Э}}} = \frac{V}{V_{\text{Э}}}; \text{отсюда: } m_{\text{Э}} = \frac{m V_{\text{Э}}}{V}, \text{ где } V_{\text{Э}}=11200 \text{ см}^3 \text{- водорода.}$$

Определите относительную ошибку опыта: $\Delta_{\text{отн.}} = \frac{|m_{\text{Этеор.}} - m_{\text{Ээксп.}}|}{m_{\text{Этеор.}}} \cdot 100\%$

Тема 2. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

Теоретические вопросы

1. Понятие о химической кинетике. Скорость химических реакций.
2. Факторы, влияющие на скорость химической реакции: природа реагирующих веществ, концентрация (давление), температура, катализатор.

- Закон действия масс. Константа скорости реакции, ее физический смысл.
- Влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации.
- Катализ и катализаторы. Гомогенный и гетерогенный, положительный и отрицательный катализ.
- Химическое равновесие. Константа химического равновесия и факторы, влияющие на ее значение. Принцип Ле-Шателье. Смещение химического равновесия.

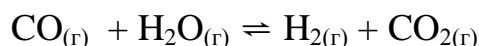
Индивидуальные задания

Вариант 1

- Гомогенная газовая реакция между веществами А и В выражается уравнением: $A + 2B = C$. Начальные концентрации были: $[A]=0,4$ моль/дм³; $[B]=0,5$ моль/дм³. Начальная скорость реакции: $0,03$ моль/дм³·с. Определите константу скорости реакции и скорость реакции по истечении некоторого времени, когда концентрация вещества А уменьшилась на $0,2$ моль/дм³.
- При повышении температуры от 50°C до 100°C скорость реакции увеличилась в 1000 раз. Определите температурный коэффициент скорости реакции.
- В каком направлении сместится равновесие $\text{PCl}_{5(\text{r})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$, $\Delta H^{\circ} > 0$ при повышении температуры?

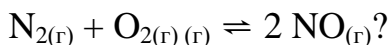
Вариант 2

- Реакция идет по уравнению $\text{H}_{2(\text{r})} + \text{I}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{r})}$. Константа скорости этой реакции при 508°C равна $0,16$. Исходные концентрации реагирующих веществ были: $[\text{H}_2]=0,04$ моль/дм³; $[\text{I}_2]=0,05$ моль/дм³. Вычислите начальную скорость реакции и скорость ее, когда $[\text{H}_2]=0,03$ моль/дм³.
- Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры от 10°C до 50°C скорость реакции увеличилась в 81 раз.
- В каких системах увеличение давления вызовет смещение равновесия и в какую сторону?



Вариант 3

- Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 40°C , если температурный коэффициент скорости равен 3 ?
- Вычислите константу равновесия реакции $\text{A}_{(\text{r})} + 2\text{B}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{C}_{(\text{r})} + \text{D}_{(\text{r})}$, если исходные концентрации веществ равны: $[A]=6$ моль/дм³; $[B]=5$ моль/дм³ и к моменту равновесия прореагировало 60% вещества В.
- Почему при изменении давления смещается равновесие системы



Вариант 4

1. Написать выражение для скорости реакции: $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow A_2B_{(г)}$. Как изменится скорость данной реакции при увеличении концентрации исходных веществ в 3 раза?
2. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры от 10°C до 50°C скорость реакции увеличилась в 16 раз.
3. При некоторой температуре состав равновесной смеси в объеме 10 дм^3 был следующий: $\text{CO} - 11,2 \text{ г}$; $\text{Cl}_2 - 14,2 \text{ г}$; $\text{COCl}_2 - 19,8 \text{ г}$. Определите константу равновесия реакции $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(г)}$.

Вариант 5

1. Реакция идет по уравнению $\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(г)}$. Концентрации исходных веществ до начала реакции были: $[\text{N}_2] = 0,049 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{O}_2] = 0,01 \text{ моль/дм}^3$. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда $[\text{NO}]$ стала $0,005 \text{ моль/дм}^3$.
2. Температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 50°C ?
3. В какую сторону сместится равновесие при уменьшении объема в системах:
 $\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$; $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(г)}$.

Вариант 6

1. При повышении температуры на 50°C скорость реакции увеличилась в 2500 раз. Вычислите температурный коэффициент реакции.
2. Вычислите константу равновесия реакции $A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons C_{(г)}$ и исходные концентрации веществ А и В, если равновесные концентрации их были: $[\text{A}] = 0,12 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{B}] = 0,24 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{C}] = 0,32 \text{ моль/дм}^3$.
3. В какую сторону сместится равновесие при понижении температуры в системах:
 $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(г)}$, $\Delta H^\circ < 0$; $\text{NH}_4\text{Cl}_{(т)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)} + \text{HCl}_{(г)}$, $\Delta H^\circ > 0$.

Вариант 7

1. На сколько градусов необходимо повысить температуру, чтобы скорость химической реакции увеличилась в 8 раз, если температурный коэффициент скорости равен 2?
2. Равновесие в системе $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$ установилось при следующих концентрациях: $[\text{NO}] = 0,004 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{O}_2] = 0,04 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{NO}_2] = 0,004 \text{ моль/дм}^3$. Определите константу равновесия реакции и исходные концентрации O_2 и NO .
3. В какую сторону сместится равновесие при повышении давления в системах:
а) $\text{CO}_{2(г)} + \text{C}_{(т)} \rightleftharpoons 2 \text{CO}_{(г)}$; б) $\text{CaCO}_{3(т)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(т)} + \text{CO}_{2(г)}$?

Вариант 8

1. При повышении температуры на 40°C скорость реакции увеличивается в 1500 раз. Вычислите температурный коэффициент реакции.

2. Вычислите константу равновесия реакции $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$, если равновесная концентрация $[\text{SO}_3]=0,04$ моль/дм³, а исходные концентрации веществ: $[\text{SO}_2]=1$ моль/дм³; $[\text{O}_2]=0,8$ моль/дм³.
3. В каком направлении сместится равновесие в системах при повышении температуры: а) $2\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{H}_{2(\text{r})} + \text{S}_{2(\text{r})}$ $\Delta H^\circ > 0$; б) $2\text{NO}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{r})}$ $\Delta H^\circ < 0$?

Вариант9

1. На сколько градусов необходимо повысить температуру, чтобы скорость реакции увеличилась в 14 раз, если температурный коэффициент скорости равен 2,5?
2. Реакция идет по уравнению $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{r})}$. Концентрации исходных веществ до начала реакции были: $[\text{N}_2]=0,08$ моль/дм³; $[\text{H}_2]=1,5$ моль/дм³. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда $[\text{NH}_3]$ стала 0,4 моль/дм³.
3. В какую сторону сместится равновесие реакций при понижении давления:
а) $2\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} \rightleftharpoons \text{S}_{2(\text{r})} + 2\text{H}_{2(\text{r})}$; б) $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{r})}$?

Вариант10

1. Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 50°C, если температурный коэффициент скорости равен 3?
2. Реакция идет по уравнению: $4\text{HCl}_{(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})}$. Через некоторое время после начала реакции концентрации веществ были: $[\text{HCl}]=0,75$ моль/дм³; $[\text{O}_2]=0,42$ моль/дм³; $[\text{Cl}_2]=0,2$ моль/дм³. Какими были концентрации этих веществ в начале реакции?
3. Вычислите константу равновесия реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}_{(\text{r})}$ при 716°C, если известно, что константа образования иодоводорода при этой температуре равна $1,6 \cdot 10^{-2}$ дм³/моль·с, а константа скорости термической диссоциации равна $3 \cdot 10^{-4}$ дм³/моль·с.

Вариант11

1. Напишите выражение для скорости реакции $\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightarrow 2\text{NH}_{3(\text{r})}$. Как изменится скорость прямой реакции при увеличении концентрации исходных веществ в 3 раза?
2. При повышении температуры на 60°C скорость реакции увеличилась в 4000 раз. Вычислите температурный коэффициент реакции.
3. Вычислите константу равновесия реакции $\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{CO}_{(\text{r})}$ и исходные концентрации, если при равновесии концентрации веществ составили: $[\text{CO}_2]=0,02$ моль/дм³; $[\text{H}_2]=0,004$ моль/дм³; $[\text{CO}]=0,01$ моль/дм³; $[\text{H}_2\text{O}]=0,015$ моль/дм³.

Вариант12

1. Во сколько раз следует увеличить давление в системе, чтобы скорость прямой реакции $2\text{N}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{r})}$ возросла в 1000 раз?

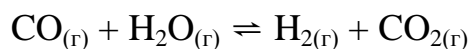
2. При повышении температуры на 10°C скорость некоторой реакции увеличилась в 2 раза. Во сколько раз увеличится скорость этой реакции при повышении температуры на 40 и на 90°C?
3. Вычислите начальные концентрации хлора и оксида углерода, а также константу равновесия реакции $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = \text{COCl}_{2(г)}$, если равновесные концентрации: $[\text{CO}] = 0,2$ моль/дм³; $[\text{Cl}_2] = 0,3$ моль/дм³; $[\text{COCl}_2] = 1,5$ моль/дм³.

Вариант 13

1. Во сколько раз необходимо увеличить концентрацию углекислого газа, чтобы скорость реакции $\text{CO}_{2(г)} + \text{C}_{(тв)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(г)}$ возросла в 3 раза?
2. Скорость химической реакции возросла в 243 раза. Температурный коэффициент скорости равен 3. На сколько градусов была повышена температура?
3. Действием каких факторов можно сместить равновесие указанных реакций вправо: а) $\text{C}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(г)} + \text{H}_{2(г)}$ $\Delta H > 0$; б) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ $\Delta H < 0$.

Вариант 14

1. Константа скорости реакции $\text{A}_{(г)} + 2\text{B}_{(г)} \rightarrow \text{AB}_{2(г)}$ равна 0,001 дм³/моль·с. Какова скорость реакции в начальный момент, если $[\text{A}] = [\text{B}]$ и составляют 0,3 моль/дм³?
2. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если при повышении температуры от 10°C до 60°C скорость реакции увеличилась в 64 раза?
3. В каких системах увеличение давления вызовет смещение равновесия и в какую сторону? $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(г)}$, $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(г)}$



Вариант 15

1. В реакции $\text{C}_{(тв)} + 2\text{H}_{2(г)} \rightarrow \text{CH}_{4(г)}$ концентрация водорода увеличена в 2 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
2. На сколько градусов следует повысить температуру, чтобы скорость реакции увеличилась в 27 раз, если температурный коэффициент скорости равен 3?
3. Вычислите константу равновесия реакции $\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$, если при некоторой температуре и давлении в сосуд объемом 10 дм³ введено 1,4 г азота и 1 г водорода, а к моменту равновесия образовалось 0,85 г аммиака.

Лабораторная работа «СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакции в гомогенной системе. Взаимодействие тиосульфата натрия с серной кислотой

Выполнение опыта. Реакция тиосульфата натрия с серной кислотой протекает по уравнению: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Предварительно проделайте качественный опыт, для чего в пробирку внесите 2 см^3 $0,15\text{M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 2 см^3 $0,5\text{н H}_2\text{SO}_4$. Наблюдайте появление слабой опалесценции и дальнейшее помутнение раствора от выпавшей в осадок свободной серы.

Для проведения опыта приготовьте в трех пробирках равные объемы растворов тиосульфата натрия различной концентрации, добавив в две пробирки воду, как указано в таблице.

№ проб	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, см^3	Объем H_2O , см^3	Объем раствора H_2SO_4 , см^3	Условная концентрация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Время течения реакции, с	Скорость реакции $\frac{1}{t}$, у.е.
1	1	2	1	C		
2	2	1	1	2C		
3	3	-	1	3C		

После приливания поочередно в каждую из трех пробирок по 1 см^3 серной кислоты, отметить по секундомеру время от момента добавления кислоты до помутнения раствора.

Запись данных опыта. Данные опыта занесите в таблицу. Начертите график зависимости скорости реакции от концентрации тиосульфата натрия. Для этого на оси абсцисс отложите относительные концентрации тиосульфата натрия, а на оси ординат – отвечающие им скорости (в условных единицах). Запишите выражение закона действия масс для исследуемой реакции. Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Опыт 2. Влияние температуры на скорость химической реакции

№ проб	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, см^3	Объем раствора H_2SO_4 , см^3	Температура опыта, $^\circ\text{C}$	Время течения реакции, с	Скорость реакции $\frac{1}{t}$, у.е.
1	2	2			
2	2	2			
3	2	2			

Выполнение опыта. Проведите реакцию взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой при трех различных температурах: 1) – при комнатной температуре; 2) – при температуре на 10° выше комнатной; 3) – при температуре на 20° выше комнатной. Для этого необходимо взять шесть пробирок: в первые три налить по 2 см^3 раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, а во вторые – по 2 см^3 раствора H_2SO_4 и разделить их на три пары так, чтобы в каждой паре была пробирка с тиосульфатом натрия и серной кислотой. Слейте вместе растворы первой пары пробирок и по секундомеру отметьте время от момента сливания до момента появления мути. Вторую пару пробирок поместите в химический стакан с водой, подогретой до температуры на 10°C выше комнатной. Через 5 мин. содержимое пробирок слейте вместе и от-

метьте время появления мути. Аналогично проведите опыт с третьей парой пробирок при температуре на 20° С выше комнатной.

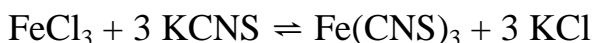
Запись данных опыта. Данные опыта занести в таблицу.

Подсчитайте значение температурного коэффициента для изученной реакции. Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства реакций? Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от $t^{\circ}\text{C}$.

Опыт 3. Химическое равновесие и его смещение

Выполнение опыта. В небольшой колбе смешайте по 10 см³ разбавленных растворов хлорида железа (III) и роданида калия. Полученный раствор разлейте в четыре пробирки, находящиеся в штативе. Одну пробирку сохраните в качестве контрольной для сравнения результатов опыта. В одну из пробирок добавьте насыщенный раствор хлорида железа, в другую – кристаллы роданида калия, в третью – кристаллы хлорида калия. Размешайте растворы во всех пробирках и отметьте изменение интенсивности окраски в каждом случае (сравните с раствором в контрольной пробирке).

Запись данных опыта. В растворе протекает обратимая реакция:



Роданид железа придает раствору красную окраску. По изменению интенсивности окраски можно судить об изменении концентрации роданида железа, т.е. о смещении равновесия в сторону прямой или обратной реакции. Запишите свои наблюдения. Напишите выражение константы равновесия данной реакции через константы скорости прямой и обратной реакции и через равновесные концентрации продуктов и исходных веществ. В каком направлении смещается равновесие при добавлении исходных веществ и продуктов реакции? Сформулируйте принцип Ле-Шателье. Сделайте вывод о влиянии концентрации реагирующих веществ на смещение химического равновесия.

Тема 3. РАСТВОРЫ. КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРОВ. РАСТВОРЫ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

Теоретические вопросы

1. Общие понятия о растворах и других дисперсных системах. Химическая теория растворов Д.И. Менделеева. Гидраты и кристаллогидраты.
2. Растворимость. Коэффициент растворимости. Тепловые явления при растворении. Зависимость растворимости твердых веществ и газов в воде от различных факторов. Ненасыщенные, насыщенные и пересыщенные растворы.
3. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля (процентная); молярная; моляльная; молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация); титр; мольная доля.
4. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

5. Давление пара растворов. Замерзание и кипение растворов. Законы Рауля для растворов неэлектролитов. Физический смысл криоскопической и эбулиоскопической констант.
6. Применение законов Вант-Гоффа и Рауля для вычисления молярной массы растворенного вещества.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Определите концентрации: молярную, моляльную и молярную концентрацию эквивалента 19,8%-ного раствора $MgSO_4$, плотность которого $1,215 \text{ г/см}^3$.
2. Давление пара воды при 55°C равно $84,48 \text{ мм. рт. ст.}$. Вычислите давление пара раствора, содержащего 29 г фенола в 900 г воды.
3. Раствор, содержащий $0,6 \text{ г}$ растворенного вещества в 40 г эфира, кипит при $36,13^\circ\text{C}$. Температура кипения эфира $35,6^\circ\text{C}$, эбулиоскопическая константа $2,12$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 2

1. Сколько 80%-ного раствора серной кислоты (плотность $1,72 \text{ г/см}^3$) нужно взять для приготовления 500 см^3 2н раствора?
2. Давление пара воды при 25°C составляет $3,14 \text{ кПа}$. Вычислите для той же температуры давление пара раствора, в 450 г которого содержится 90 г $C_6H_{12}O_6$.
3. При 0°C осмотическое давление раствора, содержащего $0,046 \text{ г}$ растворенного вещества в 100 см^3 раствора, равно $11,345 \text{ кПа}$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 3

1. Определите молярность, моляльность и молярную концентрацию эквивалента 40%-ного раствора гидроксида натрия плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$.
2. Давление пара воды при 20°C составляет $17,54 \text{ мм. рт. ст.}$. Сколько граммов сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ следует растворить в 720 г воды для получения раствора, давление пара которого на $0,14 \text{ мм. рт. ст.}$ ниже давления пара воды.
3. При 0°C осмотическое давление раствора, содержащего $0,4 \text{ г}$ растворенного вещества в 1 дм^3 раствора, равно $28,36 \text{ кПа}$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 4

1. Рассчитайте молярность, моляльность и молярную концентрацию эквивалента 20%-ного раствора фосфорной кислоты плотностью $1,1 \text{ г/см}^3$.
2. Вычислите температуру замерзания 10%-ного раствора глюкозы $C_6H_{12}O_6$.
3. При 0°C осмотическое давление раствора, содержащего $3,04 \text{ г}$ дифениламина в 600 см^3 раствора, равно $68,07 \text{ кПа}$. Вычислите молярную массу дифениламина.

Вариант 5

1. Рассчитайте молярность, моляльность и молярную концентрацию эквивалента 70%-ного раствора серной кислоты плотностью $1,6 \text{ г/см}^3$.

2. Сколько глицерина $C_3H_5(OH)_3$ нужно растворить в 200 г воды, чтобы раствор замерзал при $-1^\circ C$?
3. Давление водяного пара при $70^\circ C$ равно 133,80 мм. рт. ст. Давление пара раствора, содержащего в 270 г воды 12 г растворенного вещества, равно 130,68 мм. рт. ст. Определите мольную массу растворенного вещества.

Вариант 6

1. К 100 см³ 96%-ной серной кислоты (плотность 1,84 г/см³) прибавили 400 см³ воды. Получился раствор с плотностью 1,225 г/см³. Найдите процентную и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.
2. Рассчитайте температуру кипения 15%-ного водного раствора сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$.
3. Определите мольную массу анилина, если при $30^\circ C$ давление пара раствора, содержащего 3,09 г анилина в 370 г эфира $C_4H_{10}O$, равно 643,6 мм. рт. ст., а давление пара чистого эфира при той же температуре равно 647,9 мм. рт. ст.

Вариант 7

1. Определите процентную, молярную и моляльную концентрации 4,9 н раствора серной кислоты плотностью 1,15 г/см³.
2. Рассчитайте осмотическое давление 0,02 М раствора неэлектролита при $0^\circ C$.
3. Раствор, содержащий 1,74 г растворенного вещества в 45 г воды, замерзает при $-1,2^\circ C$. Вычислите мольную массу растворенного вещества.

Вариант 8

1. Рассчитайте моляльную и процентную концентрации 0,9 М раствора азотной кислоты плотностью 1,03 г/см³.
2. Водный раствор сахара замерзает при $-1,05^\circ C$. Сколько процентов сахара содержит этот раствор, если молярная масса сахара 342 г/моль?
3. При $25^\circ C$ осмотическое давление раствора, содержащего 0,7 г растворенного вещества в 250 см³ раствора, равно 20,26 кПа. Вычислите мольную массу растворенного вещества.

Вариант 9

1. Определите молярную концентрацию эквивалента, молярную и моляльную концентрации 40%-ного раствора серной кислоты плотностью 1,3 г/см³.
2. Вычислите температуру кипения раствора, содержащего 0,5 моль растворенного вещества в 1000 г ацетона ($E_{\text{ацетона}}=1,5^\circ$). Температура кипения ацетона $56^\circ C$.
3. Понижение давления пара над раствором бензойной кислоты, содержащем 0,1 моль бензойной кислоты в 760 г сероуглерода, при некоторой температуре равно 1,003 кПа. Давление пара сероуглерода при той же температуре равно 101,3 кПа. Вычислите мольную массу сероуглерода.

Вариант 10

1. Чему равна молярная концентрация эквивалента, молярная и моляльная концентрации 18%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1,09 г/см³.
2. Давление пара воды при $100^\circ C$ равно 101,3 кПа. Вычислите давление пара над 4%-ным раствором мочевины $CO(NH_2)_2$ при этой температуре.

3. Раствор, содержащий 5,4 г неэлектролита в 200 г воды, кипит при $100,078^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 11

1. Смешали 800 см^3 3н раствора КОН и $1,2\text{ дм}^3$ 12%-ного раствора КОН с плотностью $1,1\text{ г/см}^3$. Чему равна C_n концентрация полученного раствора?
2. Вычислите $P_{\text{осм}}$ раствора, содержащего в 1 дм^3 3,1 г анилина $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ при 21°C .
3. Раствор, содержащий 10 г антрацена в 154 г уксусной кислоты, кипит при $119,53^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу антрацена, если температура кипения уксусной кислоты $118,4^{\circ}\text{C}$, а эбуллиоскопическая константа ее равна $3,1^{\circ}\text{C}$.

Вариант 12

1. Вычислите молярную концентрацию эквивалента, молярную и моляльную концентрации 20%-ного раствора хлорида цинка плотностью $1,186\text{ г/см}^3$.
2. Вычислите осмотическое давление 4%-ного раствора сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ при 20°C , если плотность раствора равна $1,014\text{ г/см}^3$.
3. Раствор, содержащий 6,15 г растворенного вещества в 150 г воды, замерзает при $-0,93^{\circ}\text{C}$. Определите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 13

1. Рассчитайте молярность, моляльность и молярную концентрацию эквивалента 16%-ного раствора сульфата меди плотностью $1,8\text{ г/см}^3$.
2. Сколько граммов глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ содержится в 200 см^3 раствора, осмотическое давление которого при 37°C равно $810,4\text{ кПа}$?
3. Раствор, содержащий 2 г растворенного вещества в 200 г воды, замерзает при $-0,547^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Вариант 14

1. Какой объем см^3 0,1н раствора гидроксида натрия потребуется для нейтрализации 20 см^3 0,15н раствора серной кислоты?
2. Найти при 65°C давление пара над раствором, содержащим 13,68 г сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ в 90 г воды, если давление пара над водой при 65°C равно 25 кПа .
3. 60 г неэлектролита растворено в 1500 г воды. Раствор замерзает при $-1,86^{\circ}\text{C}$. Какова молярная масса растворенного вещества?

Вариант 15

1. Сколько соли необходимо взять для приготовления 2 дм^3 0,5 н раствора AlCl_3 ?
2. К 100 см^3 0,5 М раствора сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ добавили 300 см^3 воды. Чему равно осмотическое давление полученного раствора?
3. Раствор, содержащий 0,512 г неэлектролита в 100 г бензола, кристаллизуется при $5,296^{\circ}\text{C}$. Температура кристаллизации бензола $5,5^{\circ}\text{C}$. Криоскопическая константа $5,1^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу растворенного вещества.

Тема 4. РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Теоретические вопросы

1. Основные положения теории электролитической диссоциации. Диссоциация кислот, солей, оснований.
2. Степень диссоциации. Зависимость степени диссоциации электролита от концентрации и температуры. Закон разбавления Оствальда.
3. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации.
4. Ионное равновесие и условия его смещения.
5. Отклонения растворов электролитов от законов Вант-Гоффа и Рауля. Изотонический коэффициент и его физический смысл.
6. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Понятие об активности. Коэффициент активности и его физический смысл.
7. Ионные уравнения и правила их составления.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Степень диссоциации H_3PO_4 по первой ступени в 0,1М растворе равна 17%. Пренебрегая диссоциацией по другим ступеням, вычислите рН раствора.
2. Кажущаяся степень диссоциации Na_2CO_3 в растворе, содержащем 0,01 моль Na_2CO_3 в 200 г воды, равна 0,7. Вычислите температуру замерзания раствора.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$; $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Вариант 2

1. Определите концентрацию ионов водорода в 0,5 М растворе уксусной кислоты.
2. Температура кипения раствора, содержащего 9,09 г нитрата калия в 100 г воды, равна 100,8°C. Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.
3. Напишите уравнения реакций в молекулярной форме, исходя из следующих ионных уравнений: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2$; $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{HgS}$.

Вариант 3

1. Определите концентрацию ионов водорода в 0,1М растворе HCN.
2. Раствор, содержащий 3г хлорида магния в 125 г воды, замерзает при -1,23°C. Вычислите кажущуюся степень диссоциации этой соли в растворе.
3. Напишите уравнения реакций в молекулярной форме, исходя из следующих ионных уравнений: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$; $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$.

Вариант 4

1. Определите концентрацию гидроксильных ионов в 1 М растворе гидроксида аммония.
2. 5%-ный водный раствор гидроксида калия кипит при 100,86°C. Вычислите кажущуюся степень диссоциации KOH в растворе.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:
 $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$; $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$.

Вариант 5

1. Вычислите степень диссоциации 0,01М раствора уксусной кислоты.
2. Кажущаяся степень диссоциации K_2SO_4 в растворе, содержащем 0,026 моль соли в 50 г воды, равна 53%. Вычислите повышение $t_{кип}$ раствора.
3. Напишите ионные уравнения реакций:
 $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$; $Ca(OH)_2 + HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$.

Вариант 6

1. Вычислите, при какой концентрации муравьиной кислоты степень ее диссоциации будет равна 0,1?
2. Кажущаяся степень диссоциации хлорида кальция в растворе, содержащем 0,666 г $CaCl_2$ в 125 г воды, равна 0,75. Вычислите $t_{замер}$ раствора.
3. Напишите ионные уравнения реакций:
 $NH_4OH + HCN \rightarrow NH_4CN + H_2O$; $Ba(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + H_2O$.

Вариант 7

1. Определите степень диссоциации и концентрацию ионов водорода в 0,1М растворе H_2S (диссоциацией по второй ступени пренебречь).
2. Вычислите при 100°C давление насыщенного пара воды над раствором, содержащим 4 г гидроксида калия в 180 г воды. Кажущаяся степень диссоциации KOH равна 0,82. $P_{o(H_2O)}=101,3$ кПа.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме :
 $(NH_4)_2SO_4 + KOH \rightarrow$; $(NH_4)_2S + HCl \rightarrow$.

Вариант 8

1. Определите степень диссоциации уксусной кислоты в растворе, если известно, что в 1см³ этого раствора содержится $5,94 \cdot 10^{19}$ молекул и $1,2 \cdot 10^{18}$ ионов.
2. Кажущаяся степень диссоциации HCl в 0,02М растворе равна 0,922. Вычислите осмотическое давление раствора при 0°C.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:
 $Pb(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow$; $AgNO_3 + FeCl_3 \rightarrow$.

Вариант 9

1. Какой объем воды следует добавить к 500 см³ 0,1 М раствора уксусной кислоты, чтобы степень ее диссоциации увеличилась в 2 раза?
2. Кажущаяся степень диссоциации KCl в растворе, содержащем 0,02 моль KCl в 10 дм³ воды, равна 0,969. Вычислите осмотическое давление раствора при 18°C.
3. Напишите ионные уравнения реакций:
 $CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CH_3COOH$;
 $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$.

Вариант 10

1. Имеются 0,1М растворы муравьиной и уксусной кислот. В каком растворе концентрация ионов водорода больше и во сколько раз?
2. Раствор, содержащий 0,636 г Na_2CO_3 в 120 г воды, замерзает при $-0,225^\circ C$. Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли.

3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:
 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$; $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{CaCl}_2 \rightarrow$.

Вариант 11

1. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты HNO_2 будет равна 0,2?
2. При 100°C давление пара раствора, содержащего 0,04 моль Na_2SO_4 в 360 г воды, равно 100,8 кПа. Определите кажущуюся степень диссоциации соли.
3. Напишите ионные уравнения реакций:
 $\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS}\downarrow + 2\text{KNO}_3$.

Вариант 12

1. Найти степень диссоциации хлорноватистой кислоты HOCl в 0,2 н растворе.
2. Определить моляльную концентрацию бинарного электролита, если его водный раствор начинает замерзать при температуре $-0,298^\circ\text{C}$, а кажущаяся степень диссоциации равна 0,6.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$; $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Вариант 13

1. Вычислите концентрацию гидроксильных ионов в растворе, содержащем 0,1 М NH_4OH и 1 М NH_4Cl .
2. В 500 см^3 воды растворили 0,71 г Na_2SO_4 . Найти, при какой температуре начнет замерзать раствор, если кажущаяся степень диссоциации соли равна 0,7.
3. Напишите ионные уравнения реакций:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Вариант 14

1. В 500 см^3 0,25 М раствора муравьиной кислоты растворили 20 г муравьинокислого натрия. Вычислите концентрацию ионов водорода в полученном растворе.
2. Найти температуру кипения раствора хлорида аммония, если в 200 г воды растворено 1,07 г NH_4Cl . Степень диссоциации соли принять равной 80%.
3. Закончите уравнения реакций, написав их в молекулярной и ионной форме:



Вариант 15

1. Константа диссоциации муравьиной кислоты при 18°C равна $1,8 \cdot 10^{-4}$. Найти степень диссоциации HCOOH при данной температуре и концентрацию ионов H^+ в 0,04 н растворе.
2. При 0°C осмотическое давление 0,1 н раствора карбоната калия равно 272,6 кПа. Определить кажущуюся степень диссоциации K_2CO_3 .
3. Напишите уравнения реакций в молекулярной форме, исходя из следующих ионных уравнений: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$; $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HNO}_2$.

Таблица - Константы диссоциации (K) некоторых слабых электролитов в водных растворах при 25°C

Электролит	Формула	K	pK=-lgK
Азотистая кислота	HNO_2	$4 \cdot 10^{-4}$	3,40
Аммоний гидроксид	NH_4OH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Муравьиная кислота	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,74
Сероводородная кислота	H_2S	$K_1=6 \cdot 10^{-8}$	7,22
		$K_2=1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Уксусная кислота	CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Хлорноватистая кислота	HOCl	$5 \cdot 10^{-8}$	7,30
Синильная кислота	HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,10
Ортофосфорная кислота	H_3PO_4	$K_1=7,5 \cdot 10^{-3}$	2,12
		$K_2=6,3 \cdot 10^{-8}$	7,20
		$K_3=1,3 \cdot 10^{-12}$	11,89

Лабораторная работа «ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ»

Опыт 1. Электропроводность растворов

Выполнение опыта. Угольные электроды опустите в стакан емкостью 100 см³ и включите их в цепь последовательно с электрической лампочкой. Об электропроводности раствора можно судить по яркости свечения лампочки: чем ярче светит лампочка, тем больше электропроводность раствора.

В стакан с электродами налейте 30-50 см³ дистиллированной воды. Включите ток. Загорится ли лампочка? Проводит ли вода электрический ток?

На дно стакана насыпьте сухую поваренную соль. Опустите в нее электроды. Проводит ли ток сухая соль? Аналогичный опыт проведите с раствором NaCl.

Объясните, почему чистая вода и сухая поваренная соль не проводят ток, а раствор соли является проводником тока.

Затем погрузите электроды поочередно в растворы: NaOH, NH₄OH, H₂SO₄, CH₃COOH, раствор сахара, в сахар кристаллический. Во время опыта следите за накалом лампочки, и по степени ее накала сделайте качественный вывод о силе исследуемых кислот и оснований.

Запись данных опыта. Ответьте на все поставленные вопросы. Сделайте вывод, какие из предложенных веществ являются сильными электролитами, какие – слабыми, а какие – неэлектролитами. Напишите уравнения диссоциации электролитов в молекулярном и ионном виде.

Опыт 2. Влияние разбавления на степень электролитической диссоциации

Выполнение опыта. В стакан с CH₃COOH_(к) опустите графитовые электроды. Включите ток. Хорошо ли проводит ток концентрированная уксусная кислота? Добавляйте постепенно в раствор дистиллированную воду. Что наблюдаете?

Запись данных опыта. Объясните результаты опыта. Напишите выражение для константы диссоциации уксусной кислоты. Как зависит степень диссоциации уксусной кислоты от разбавления раствора?

Опыт 3. Смещение ионного равновесия

Выполнение опыта. а) Налейте в две пробирки по 1-2 см³ 0,1н раствора уксусной кислоты и по 1-2 капли метилоранжа. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического ацетата натрия CH₃COONa. Содержимое пробирки перемешайте. Сравните цвет и интенсивность окраски в пробирках.

б) Налейте в две пробирки по 1-2 см³ 0,1н раствора гидроксида аммония и по 1-2 капли фенолфталеина. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического хлорида аммония и хорошо перемешайте. Сравните цвет и интенсивность окраски в пробирках. Объясните причину изменения окраски раствора.

Запись данных опыта. Напишите уравнение диссоциации уксусной кислоты. На изменение концентрации каких ионов указывает изменение окраски индикатора? Объясните, как смещается равновесие уксусной кислоты при добавлении к ней ацетата натрия. Как меняется при этом степень диссоциации кислоты?

Напишите уравнение диссоциации гидроксида аммония. Объясните, как смещается равновесие в растворе гидроксида аммония при добавлении к нему хлорида аммония. Как меняется при этом степень диссоциации основания?

Сделайте вывод о смещении ионного равновесия при увеличении концентрации одноименных ионов (анионов или катионов).

Опыт 4. Получение гидроксидов металлов и установление их характера

Выполнение опыта. В четыре пробирки налейте по 2 см³: в первую - CuSO₄, во вторую - ZnSO₄, в третью - MnSO₄, в четвертую - Al₂(SO₄)₃. В каждую пробирку добавьте по каплям раствор NaOH до образования осадков. Отметьте цвет осадков. Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

Каждый из полученных осадков разделите на две части. На одну часть подействуйте соляной кислотой, а на другую - раствором щелочи.

Запись данных опыта. Полученные данные занести в таблицу:

Формула взятой соли	Формула полученного гидроксида	Растворимость гидроксида		Заключение о характере гидроксида
		в кислоте	в щелочи	
CuSO ₄				
ZnSO ₄				
MnSO ₄				
Al ₂ (SO ₄) ₃				

Какие электролиты называются амфотерными? Растворение гидроксидов в кислоте или в щелочи выразите молекулярными и ионными уравнениями.

Тема 5. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ. ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ

Теоретические вопросы

1. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие об индикаторах.
2. Гидролиз солей. Различные случаи гидролиза солей. Смещение гидролитического равновесия.
3. Степень гидролиза. Константа гидролиза. Зависимость степени гидролиза соли от концентрации и температуры.
4. Произведение растворимости. Связь между произведением растворимости и растворимостью соли. Условия образования или растворения осадков различных солей.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Во сколько раз концентрация гидроксид-ионов в растворе с $\text{pH}=12$ больше концентрации ионов водорода?
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: CrCl_3 , Na_2S , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{SO}_4)=7,7 \cdot 10^{-5}$. Образуется ли осадок, если к $0,02\text{M}$ раствору AgNO_3 прибавить равный объем 1M раствора серной кислоты?

Вариант 2

1. Вычислите pH $0,1\text{ M}$ раствора соляной кислоты, считая ее диссоциацию полной.
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: K_3PO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, KNO_2 . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. Растворимость As_2S_3 равна $8,1 \cdot 10^{-7}$ моль/дм³ при 20°C . Вычислите PP этой соли.

Вариант 3

1. Вычислите pH $0,1\text{ M}$ раствора гидроксида калия, считая диссоциацию полной.
2. Какие из перечисленных солей будут подвергаться гидролизу: KCN , Na_2SO_3 , K_2SO_4 , NaBr , CH_3COONa . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. $\text{PP}(\text{BaC}_2\text{O}_4)=1,62 \cdot 10^{-7}$. Вычислите растворимость этой соли в воде.

Вариант 4

1. Вычислите pH $0,1\text{ M}$ раствора серной кислоты, если кажущаяся степень ее диссоциации равна $0,9$.
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , FeCl_3 . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. Вычислить объем воды, необходимый для растворения $0,5\text{ г}$ BaSO_4 при 25°C .
 $\text{PP}(\text{BaSO}_4)=1,1 \cdot 10^{-10}$

Вариант 5

1. Определите pH $0,1\text{ M}$ раствора уксусной кислоты.

2. Укажите реакцию среды в растворах солей: AlCl_3 , NaCNS , ZnSO_4 . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. $\text{PP}(\text{AgCl})=1,6 \cdot 10^{-10}$. Выпадет ли осадок, если смешать 20 см^3 $0,1 \text{ М}$ раствора KCl с 5 см^3 $0,001 \text{ М}$ раствора AgNO_3 ?

Вариант 6

1. Как изменится рН раствора после прибавления к 300 см^3 $0,3 \text{ М}$ раствора KOH 200 см^3 воды?
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: ZnCl_2 , KCN , NH_4Cl . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. Будет ли выпадать осадок при добавлении к 100 см^3 $0,02 \text{ М}$ раствора сульфата калия 100 см^3 $0,01 \text{ М}$ раствора хлорида кальция? $\text{PP}(\text{CaSO}_4)=6 \cdot 10^{-5}$.

Вариант 7

1. Сколько воды следует добавить к 200 см^3 соляной кислоты с $\text{pH}=2$, чтобы изменить величину рН на единицу?
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: CuSO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. $\text{PP}(\text{CuS})=4 \cdot 10^{-38}$. Сколько дм^3 воды понадобилось бы для растворения 1 г CuS ?

Вариант 8

1. Вычислите рН растворов, в которых концентрация ионов OH^- (моль/ дм^3) равна: $5 \cdot 10^{-6}$; $9,2 \cdot 10^{-4}$.
2. Укажите реакцию среды в растворах солей: K_2CO_3 , Na_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей.
3. Сколько дм^3 воды понадобилось бы для растворения 1 г карбоната бария? $\text{PP}(\text{BaCO}_3)=1,9 \cdot 10^{-9}$.

Вариант 9

1. Вычислите концентрацию ионов водорода в растворе, рН которого $12,5$.
2. При смешении растворов сульфата алюминия и кальцинированной соды в осадок выпадает гидроксид алюминия. Почему не образуется карбонат алюминия? Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции.
3. Растворимость $\text{Fe}(\text{OH})_3$ равна $1,9 \cdot 10^{-10}$ моль/ дм^3 при 20°C . Вычислите $\text{PP}(\text{Fe}(\text{OH})_3)$

Вариант 10

1. Вычислите рН $3,12\%$ -ного раствора HCl ($\rho=1,015 \text{ г/см}^3$), считая диссоциацию полной.
2. Составьте молекулярное и ионное уравнения совместного гидролиза солей $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ и K_2S .
3. Сколько граммов PbSO_4 можно растворить в 1 дм^3 воды при 20°C , если PP этой соли равна $2,3 \cdot 10^{-8}$?

Вариант 11

1. Вычислите молярную концентрацию раствора муравьиной кислоты с $\text{pH}=3$.

2. Составьте молекулярное и ионное уравнения совместного гидролиза солей CrCl_3 и Na_2S .
3. Растворимость AgI равна $1,2 \cdot 10^{-8}$ моль/дм³ при 20°C. Вычислите ПР этой соли.

Вариант 12

1. Сколько ионов H^+ и OH^- содержится в 1 см³ раствора с $\text{pH}=3$?
2. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; MnCl_2 . Укажите pH среды.
3. ПР карбоната серебра при 20°C равна $6,15 \cdot 10^{-12}$. Вычислите растворимость этой соли в моль/дм³.

Вариант 13

1. К 500 см³ воды добавили 20 см³ 0,1М раствора соляной кислоты. Найти pH полученного раствора (диссоциацию кислоты считать полной).
2. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; NaHS ; NaNO_2 . Укажите pH среды.
3. Вычислите ПР иодида свинца, если известно, что при некоторой температуре в 100 г воды растворяется 0,058 г соли.

Вариант 14

1. Вычислить pH 0,1 н раствора HCN , если степень диссоциации ее равна 0,01%.
2. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей: K_2HPO_4 ; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; ZnCl_2 . Укажите pH среды.
3. $\text{ПР}(\text{ZnS})=1,6 \cdot 10^{-24}$; $\text{ПР}(\text{CdS})=7,9 \cdot 10^{-27}$. При растворении какой из указанных солей создается в растворе большая концентрация ионов S^{2-} и во сколько раз?

Вариант 15

1. Рассчитать концентрацию ионов H^+ и pH в растворе, если концентрация OH^- ионов равна 10^{-8} моль/дм³.
2. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей: SnCl_2 ; $(\text{Li})_2\text{CO}_3$; $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$. Укажите pH среды.
3. В 100 см³ насыщенного раствора сульфата бария при комнатной температуре содержится $2,45 \cdot 10^{-4}$ г BaSO_4 . Вычислить $\text{ПР}(\text{BaSO}_4)$.

Таблица - Произведение растворимости малорастворимых электролитов при 25°C

Формула	ПР	Формула	ПР
Ag_2SO_4	$7,7 \cdot 10^{-5}$	CaSO_4	$1,6 \cdot 10^{-5}$
AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$	CuS	$4,1 \cdot 10^{-38}$
AgI	$1,2 \cdot 10^{-16}$	CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$
Ag_2CO_3	$6,15 \cdot 10^{-12}$	ZnS	$6,1 \cdot 10^{-24}$
BaSO_4	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbI_2	$9,8 \cdot 10^{-9}$
BaC_2H_4	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$3,8 \cdot 10^{-38}$
BaCO_3	$1,9 \cdot 10^{-9}$	PbSO_4	$2,3 \cdot 10^{-8}$

Лабораторная работа «ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ»

Опыт 1. Реакция среды в растворах различных солей

Выполнение опыта. В семь пробирок до 1/3 их объема налейте: в первую - дистиллированную воду, во вторую – раствор соляной кислоты, в третью – раствор гидроксида натрия, в четвертую – раствор ацетата натрия, в пятую – раствор нитрата алюминия, в шестую – раствор хлорида калия, в седьмую – раствор карбоната аммония. В каждую пробирку добавьте по 2-3 капли лакмуса. Первые три пробирки используйте в качестве контрольных.

По изменению окраски лакмуса сделайте вывод о реакции среды в растворе.

Запись данных опыта. Полученные результаты свести в таблицу:

№ пробирки	Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды	РН раствора (pH<7, pH=7, pH>7)
1	H ₂ O	фиолетовый	нейтральная	
2	HCl	красный	кислая	
3	NaOH	синий	щелочная	
4	CH ₃ COONa			
5	Al(NO ₃) ₃			
6	KCl			
7	(NH ₄) ₂ CO ₃			

Какие из исследуемых солей подверглись гидролизу? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций их гидролиза. Сделайте общие выводы о реакции среды в растворах солей, образованных: а) сильным основанием и слабой кислотой; б) слабым основанием и сильной кислотой; в) слабым основанием и слабой кислотой; г) сильным основанием и сильной кислотой.

Опыт 2. Совместный гидролиз двух солей

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2-3 см³ раствора нитрата алюминия. Добавьте такое же количество раствора карбоната натрия. Что наблюдается?

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции совместного гидролиза двух солей, приведшее к образованию гидроксида алюминия, в ионной и молекулярной форме. Почему не образовалось карбоната алюминия?

Опыт 3. Факторы, влияющие на степень гидролиза

а) Влияние температуры на степень гидролиза соли

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1/2 ее объема дистиллированной воды и внесите 1-2 микрошпателя ацетата натрия. Туда же добавьте 2-3 капли фенолфталеина и нагрейте раствор до кипения. Наблюдайте, как меняется окраска фенолфталеина в растворе.

Запись данных опыта. Напишите молекулярное и ионное уравнения гидролиза этой соли. На основании изменения окраски фенолфталеина сделайте вывод, как изменилась концентрация ионов OH⁻ в растворе? В каком направлении смеща-

ется равновесие гидролиза? Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза соли.

б) Влияние силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза

Выполнение опыта. В две пробирки до $\frac{1}{2}$ их объема налейте дистиллированной воды. В одну внесите 1-2 микрошпателя кристаллов сульфита натрия, а в другую – столько же кристаллов карбоната натрия. В каждую пробирку добавьте по 2-3 капли фенолфталеина. Отметьте, в растворе какой соли окраска фенолфталеина более интенсивна?

Запись данных опыта. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза каждой соли (по первой ступени). В растворе какой соли концентрация ионов OH^- более высокая? Степень гидролиза какой соли больше? Почему? Сделайте вывод о влиянии силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза.

Тема 6. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ (ОВР)

Теоретические вопросы

1. Степень окисления элементов в соединениях. Компоненты ОВР: восстановитель, окислитель, среда. Процессы окисления-восстановления.
2. Окислительные и восстановительные свойства простых веществ и химических соединений. Важнейшие окислители и восстановители.
3. Типы окислительно-восстановительных реакций. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Исходя из степени окисления азота, серы, марганца в соединениях NH_3 , HNO_2 , HNO_3 , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , MnO_2 , KMnO_4 , определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями, а какие - проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
б) $\text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + \text{BaI}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 2

1. Исходя из степени окисления иода, хрома, фосфора в соединениях HI , HIO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, PH_3 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями, а какие - проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$;
б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 3

1. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) $K_2Cr_2O_7$ и KI ; б) $K_2Cr_2O_7$ и $KMnO_4$; в) HCl и H_2S . Почему?
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $NaNO_3 \rightarrow NaNO_2 + O_2$;
б) $K_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + S + K_2SO_4 + H_2O$.

Вариант 4

1. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) HI и H_2S ; б) H_2S и H_2SO_3 ; в) H_2SO_3 и $HClO_4$. Почему?
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$; б) $I_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HIO_3 + HCl$.

Вариант 5

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисления или восстановления – происходит при следующих превращениях:
а) $As^{-3} \rightarrow As^{+5}$; б) $N^{+3} \rightarrow N^{-3}$; в) $S^{-2} \rightarrow S^0$; г) $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow CrCl_3 + Cl_2 + KCl + H_2O$; б) $H_2O_2 \rightarrow O_2 + H_2O$.

Вариант 6

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисления или восстановления – происходит при следующих превращениях:
а) $Cl_2^0 \rightarrow 2 Cl^{-1}$; б) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$; в) $Na^0 \rightarrow Na^{+1}$; г) $Ni^{+2} \rightarrow Ni^0$.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$; б) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$.

Вариант 7

1. Какие из указанных ниже ионов могут быть окислителями, а какие - не могут и почему: Ag^+ ; Cu^{+2} ; S^{-2} ; Cr^{+3} ; I^- . Напишите электронные уравнения превращения ионов-окислителей в электронейтральные атомы.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите тип ОВР:
а) $AsH_3 + HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + NO_2 + H_2O$; б) $KClO_3 \rightarrow KClO_4 + KCl$.

Вариант 8

1. Какие из указанных ниже ионов могут быть восстановителями, а какие - не могут и почему: Sn^{+2} ; Cl^- ; Ag^+ ; Al^{+3} ; Zn^{+2} ; Ni^{+3} ; Ti^{+3} . Напишите электронные уравнения превращения ионов-восстановителей в электронейтральные атомы.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $Ca(OH)_2 + NO_2 \rightarrow Ca(NO_2)_2 + Ca(NO_3)_2 + H_2O$;



Вариант 9

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисления или восстановления – происходит при следующих превращениях:
а) $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+6}$; б) $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2}$; в) $\text{K}^0 \rightarrow \text{K}^{+1}$; г) $2\text{Br}^{-1} \rightarrow \text{Br}_2^0$.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_2)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
б) $\text{KOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 10

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисления или восстановления – происходит при следующих превращениях:
а) $\text{H}_2^0 \rightarrow 2\text{H}^{+1}$; б) $\text{V}^{+2} \rightarrow \text{V}^{+5}$; в) $\text{I}_2^0 \rightarrow 2\text{I}^{+5}$; г) $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+6}$.
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; б) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 11

1. Определите степень окисления хрома в следующих соединениях: K_2CrO_4 , Cr_2O_3 , $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$. Какие из этих соединений могут быть только окислителями и почему?
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
б) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 12

1. Определите степень окисления серы в следующих соединениях: SO_2 , H_2S , CS_2 , Na_2SO_3 , H_2SO_4 , As_2S_3 , $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Какие из этих соединений могут быть только восстановителями и почему?
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
б) $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 13

1. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) H_2SO_4 и S ; б) KI и CuCl_2 ; в) K_2MnO_4 и K_2S . Почему?
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
а) $\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
б) $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Вариант 14

1. Какие из перечисленных веществ и за счет каких элементов проявляют только окислительные свойства, а какие – только восстановительные? Указать те из них, которые обладают окислительно-восстановительной двойственностью: H_2S , SO_2 , CO , Zn , F_2 , NaNO_2 , KMnO_4 , HOCl .
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
 - а) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - б) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Вариант 15

1. Какие из перечисленных веществ и за счет каких элементов проявляют только окислительные свойства, а какие – только восстановительные? Укажите те из них, которые обладают окислительно-восстановительной двойственностью: H_2O_2 , NaI , SO_3 , Al , Br_2 , KClO_4 , MnO_2 , SnCl_2 .
2. На основании электронного баланса уравняйте окислительно-восстановительные реакции, укажите окислитель и восстановитель, тип ОВР:
 - а) $\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - б) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

Лабораторная работа «ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ»

Опыт 1. Окислительные свойства KMnO_4

Выполнение опыта. В три пробирки налейте по 1-2 см³ раствора перманганата калия. В первую пробирку добавьте 1-2 см³ 2 н раствора серной кислоты, во вторую – столько же 2 н раствора гидроксида натрия, в третью – такое же количество воды. Во все три пробирки внесите по два микрошпателя кристаллического сульфита натрия (Na_2SO_3) и перемешайте растворы до полного растворения кристаллов. Отметьте изменение окраски во всех трех случаях.

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций восстановления KMnO_4 в кислой, щелочной и нейтральной средах. До какой степени окисления восстанавливается KMnO_4 в растворах с $\text{pH} < 7$, $\text{pH} = 7$, $\text{pH} > 7$? (соединения марганца в различных степенях имеют различные окраски: ион MnO_4^- - имеет фиолетовую окраску, ион MnO_4^{2-} - зеленую, ион Mn^{2+} - в слабо концентрированных растворах практически бесцветен, MnO_2 и $\text{Mn}(\text{OH})_2$ являются трудно растворимыми веществами бурого цвета). Сделайте вывод, чем является KMnO_4 в ОВР и почему?

Опыт 2. Восстановительные свойства иодида калия

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2 см³ раствора KI , прилейте 1-2 см³ 2 н раствора H_2SO_4 и добавьте 1-2 см³ раствора KMnO_4 . Отметьте исчезновение окраски раствора KMnO_4 .

Запись данных опыта. Напишите окислительно-восстановительное уравнение реакции. Сделайте вывод, чем является KI в ОВР и почему?

Опыт 3. Окислительные свойства $K_2Cr_2O_7$

Выполнение опыта. К 2 см³ раствора $K_2Cr_2O_7$ прилейте 1-2 см³ 2 н раствора H_2SO_4 и прибавьте немного кристаллического сульфита натрия (Na_2SO_3). Как изменилась окраска раствора?

Запись данных опыта. Напишите соответствующее окислительно-восстановительное уравнение реакции. Укажите, что является в ОВР восстановителем и окислителем и почему?

Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства солей азотистой кислоты

Выполнение опыта. а) К 1-2 см³ раствора KI прилейте 1-2 см³ 2 н раствора H_2SO_4 , добавьте несколько капель раствора KNO_2 . Отметьте изменения.

б) К 1-2 см³ раствора $KMnO_4$ прилейте 1-2 см³ 2 н раствора серной кислоты и 1-2 см³ раствора KNO_2 . Отметьте происходящие изменения.

Запись данных опыта. Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций. Укажите, что является восстановителем и окислителем. Сделайте вывод, почему KNO_2 обладает окислительно-восстановительной двойственностью?

Тема 7. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Теоретические вопросы

1. Гетерогенные окислительно-восстановительные реакции. Понятие об электродных потенциалах. Строение двойного электрического слоя на границе электрод-раствор.
2. Измерение электродных потенциалов. Водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов.
3. Гальванические элементы (ГЭ), типы гальванических элементов; устройство: анод, катод; процессы, протекающие при работе ГЭ ; схема ГЭ, расчет э.д.с. ГЭ.
4. Химические источники электрического тока: гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы.

Электрохимический ряд активности металлов

Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H₂), Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Таблица - Стандартные электродные потенциалы ε^0 (В) в водных растворах 25⁰С

Катион/металл	ε^0	Катион/металл	ε^0
Ba ²⁺ /Ba	-2,90	Ni ²⁺ /Ni	-0,25
Ca ²⁺ /Ca	-2,87	Sn ²⁺ /Sn	-0,14

Na^+/Na	-2,71	Pb^{2+}/Pb	-0,13
Mg^{2+}/Mg	-2,36	Fe^{3+}/Fe	-0,04
Al^{3+}/Al	-1,66	$2\text{H}^+/\text{H}_2$	0,000
Zn^{2+}/Zn	-0,76	Bi^{3+}/Bi	0,21
Cr^{3+}/Cr	-0,74	Cu^{2+}/Cu	0,34
Fe^{2+}/Fe	-0,44	$\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}$	0,79
Cd^{2+}/Cd	-0,40	Ag^+/Ag	0,80
Co^{2+}/Co	-0,28	Pt^{2+}/Pt	1,19
		Au^{3+}/Au	1,50

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Никелевые пластинки опущены в растворы сульфата магния, хлорида натрия, сульфата меди, хлорида цинка, нитрата свинца (II). С какими солями никель будет реагировать? Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.
2. Составьте схему и определите э.д.с. гальванического элемента, состоящего из цинкового электрода, погруженного в 0,001 М раствор сульфата цинка, и медного электрода, погруженного в 2,0 М раствор сульфата меди.

Вариант 2

1. Составьте два гальванических элемента, в одном из которых никель являлся бы анодом, а в другом – катодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих гальванических элементов.
2. Потенциал серебряного электрода в растворе нитрата серебра составил 80% от величины его стандартного электродного потенциала. Чему равна концентрация ионов серебра в растворе?

Вариант 3

1. Гальванический элемент состоит из магниевой и железной пластинок, погруженных в одномолярные растворы своих солей. Составьте схему гальванического элемента и напишите уравнения реакций, происходящих при его работе, в ионном и молекулярном виде. Определите э.д.с. гальванического элемента.
2. При какой концентрации Zn^{2+} (моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,045 В меньше его стандартного электродного потенциала?

Вариант 4

1. Составьте два гальванических элемента, в одном из которых медь являлась бы анодом, а в другом – катодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих гальванических элементов.
2. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из магниевой пластинки, погруженной в 0,1 М раствор сульфата магния, и никелевой пластинки, по-

груженной в 0,5 М раствор сульфата никеля (II). Определите э.д.с. гальванического элемента.

Вариант 5

1. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых кадмий являлся бы анодом, а в другом – катодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих гальванических элементов.
2. При какой концентрации ионов меди Cu^{2+} значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода?

Вариант 6

1. Какие процессы будут происходить при работе гальванического элемента, состоящего из медной и серебряной пластинок, погруженных в одномолярные растворы нитрата меди (II) и нитрата серебра соответственно. Вычислите э.д.с. этого элемента, составьте схему ГЭ.
2. Рассчитайте потенциал кадмиевого электрода, погруженного в 0,001 М раствор соли кадмия.

Вариант 7

1. Определите э.д.с. гальванического элемента, состоящего из пластинки алюминия и серебра, погруженных в одномолярные растворы своих солей. Составьте схему ГЭ, уравнения химических процессов, протекающих на электродах.
2. При какой концентрации ионов меди Cu^{2+} значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу никелевого электрода?

Вариант 8

1. Гальванический элемент состоит из медного электрода, погруженного в 1 М раствор сульфата меди, и нормального водородного электрода. Какие химические процессы будут протекать на электродах? Рассчитайте э.д.с. ГЭ.
2. При какой концентрации ионов железа Fe^{2+} равновесный потенциал железного электрода будет равен стандартному потенциалу цинкового электрода?

Вариант 9

1. Железная и цинковая пластинки, погруженные отдельно в разбавленную серную кислоту, растворяются с выделением водорода. Что произойдет, если эти пластинки соединить между собой проводником? У какой пластинки будет выделяться водород?
2. Рассчитайте значение потенциала водородного электрода при $\text{pH}=4$. Как устроен стандартный водородный электрод?

Вариант 10

1. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых цинк являлся бы катодом, а в другом – анодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих гальванических элементов.
2. Магниевую пластинку опустили в раствор соли магния. При этом электродный потенциал оказался равным $-2,04$ В. Вычислите концентрацию Mg^{2+} в растворе.

Вариант 11

1. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов гальванического элемента, состоящего из медной и кадмиевой пластин, опущенных в одномолярные растворы солей этих металлов. Рассчитайте э.д.с. ГЭ.
2. Принимая нормальный потенциал водородного электрода равным нулю, рассчитайте потенциал водородного электрода, погруженного в чистую воду.

Вариант 12

1. Какие процессы будут протекать на электродах при работе гальванического элемента, состоящего из пластин алюминия и меди, погруженных в 1 М растворы солей этих металлов. Напишите схему ГЭ и рассчитайте э.д.с. ГЭ.
2. Потенциал кадмиевого электрода в растворе его соли равен $-0,48$ В. Рассчитайте концентрацию ионов Cd^{2+} в растворе.

Вариант 13

1. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых цинк являлся бы катодом, а в другом – анодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих гальванических элементов.
2. Потенциал кадмиевого электрода в растворе его соли равен $-0,88$ В. Рассчитайте концентрацию ионов цинка в растворе.

Вариант 14

1. Какие процессы будут протекать на электродах при работе гальванического элемента, состоящего из пластин хрома и магния, погруженных в 1 М растворы солей этих металлов. Напишите схему ГЭ и рассчитайте э.д.с. этого элемента.
2. Принимая нормальный потенциал водородного электрода равным нулю, рассчитайте потенциал водородного электрода, погруженного в раствор с $\text{pH}=9$.

Вариант 15

1. В два сосуда с голубым раствором медного купороса поместили в первый цинковую пластинку, а во второй - серебряную. В каком сосуде цвет раствора постепенно пропадает? Почему? Составьте электронное и молекулярное уравнения соответствующей реакции.
2. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал $-1,23$ В. Вычислите концентрацию ионов Mn^{2+} .

Лабораторная работа «ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ»

Опыт 1. Приготовление гальванического элемента

Выполнение опыта. В один стакан, доверху заполненный 1 М раствором сульфата меди, опустите медную пластинку, а во второй, заполненный 1 М раствором сульфата цинка, - цинковую пластинку. Оба раствора соедините между собой с помощью электролитного мостика. С помощью проводников присоедините пластинки к вольтметру. Наблюдайте отклонение стрелки вольтметра.

Запись данных опыта. Рассчитайте значения электродного потенциала по преобразованному уравнению Нернста для каждого из электродов, определите

анод и катод. Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах, напишите схемы? Напишите ионное и молекулярное уравнения реакции, протекающей при работе гальванического элемента. Составьте схему гальванического элемента, вычислите его э.д.с. В каком направлении перемещаются электроны во внешней цепи?

Опыт 2. Составление концентрационного гальванического элемента

Выполнение опыта. В два стакана с 1 М и 0,01 М растворами сульфата меди опустите в каждый медную пластинку, соедините оба раствора между собой электролитным мостиком. С помощью проводников подсоедините медные пластинки к гальванометру. Отклоняется ли стрелка гальванометра?

Запись данных опыта. Вычислите электродный потенциал каждого электрода, определите анод и катод. Какие окислительно-восстановительные процессы протекают на электродах, запишите их? Напишите ионное и молекулярное уравнения реакции, протекающей при работе гальванического элемента. Составьте схему гальванического элемента, вычислите его э.д.с. В каком направлении перемещаются электроны во внешней цепи?

Опыт 3. Значение гальванических пар при растворении металлов в кислоте

Выполнение опыта. В пробирку с 2 н серной кислотой опустите гранулу цинка. Что наблюдаете? Коснитесь медной проволокой кусочка цинка в пробирке. Как изменяется интенсивность выделения водорода, и на каком из металлов он выделяется? Что происходит при нарушении контакта между металлами?

Запись данных опыта. Опишите наблюдаемые явления и объясните их. Составьте схему образовавшегося микрогальванического элемента и напишите процессы, протекающие при его работе. Указать направление перехода электронов в паре медь-цинк.

Тема 8. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Теоретические вопросы

1. Коррозия металлов. Основные виды коррозии.
2. Электрохимическая коррозия металлов. Контактная коррозия с водородной и кислородной деполяризацией.
3. Методы защиты металлов от коррозии: защитные покрытия, воздействие на среду с целью снижения ее коррозионной активности, изменение состава или структуры металлов, электрохимические методы (протекторная, анодная и катодная защита).

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Как протекает атмосферная коррозия луженого (покрытого оловом) и оцинкованного железа при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, схему химической реакции коррозии.

2. В чем заключается сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите примеры.

Вариант 2

1. Как протекает атмосферная коррозия луженой (покрытой оловом) меди при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, схему химической реакции коррозии.
2. Что называется коррозией? От каких факторов зависит скорость коррозии?

Вариант 3

1. Железное изделие покрыли кадмием. Какое это покрытие – анодное или катодное? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии при нарушении покрытия во влажном воздухе, а также схему химической реакции коррозии.
2. Какие важнейшие случаи коррозии Вам известны? В чем заключается их сущность?

Вариант 4

1. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа, покрытого медью, во влажном воздухе, а также схему химической реакции коррозии.
2. Перечислите методы защиты от электрохимической коррозии.

Вариант 5

1. Как протекает коррозия железа, покрытого слоем никеля, при нарушении покрытия во влажном воздухе и в кислой среде? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов и схему химической реакции коррозии.
2. Какие виды коррозии относятся к электрохимической?

Вариант 6

1. Две железные пластинки соединены алюминиевыми заклепками. Какой из металлов будет подвергаться атмосферной коррозии в первую очередь? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, а также схему химической реакции коррозии.
2. Что называется атмосферной коррозией? От каких факторов зависит ее скорость?

Вариант 7

1. Какие процессы происходят при коррозии стального изделия, покрытого слоем серебра, при нарушении покрытия во влажном воздухе и в кислой среде? Напишите также схемы химической реакции коррозии. Как влияют включения инородного металла на скорость коррозии? Приведите примеры.
2. Как влияют включения инородного металла на скорость коррозии? Примеры.

Вариант 8

1. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии железного изделия, покрытого цинком. Напишите схему химической реакции коррозии.

2. Что называется газовой коррозией? Приведите примеры.

Вариант 9

1. В раствор соляной кислоты поместили кадмиевую пластинку и кадмиевую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии кадмия происходит интенсивнее? Составьте уравнения анодного и катодного процессов, а также схему химической реакции коррозии.
2. Какова сущность защиты металлов от газовой коррозии?

Вариант 10

1. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Напишите схему химической реакции коррозии.
2. Что называется контактной коррозией? Приведите примеры.

Вариант 11

1. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа, покрытого оловом, во влажном воздухе и в кислой среде. Напишите схему химической реакции коррозии.
2. В чем заключается сущность воздействия на среду с целью снижения ее коррозионной активности?

Вариант 12

1. Какие катодные процессы в основном протекают при электрохимической коррозии? Напишите уравнения этих процессов. Приведите примеры коррозии металлов с различными катодными процессами.
2. Какие методы защиты от коррозии относятся к электрохимическим?

Вариант 13

1. В каком случае коррозия железа при повреждении покрытия будет протекать быстрее: хромированного или никелированного? Ответ мотивировать.
2. Назовите несколько металлов, которые могут служить для анодного и катодного покрытия железа.

Вариант 14

1. Железное изделие покрыли никелем. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия в соляной кислоте. Напишите схему химической реакции коррозии. Назовите продукты коррозии.
2. Какое покрытие металла называют катодным? Назовите несколько металлов, которые могут служить для катодного покрытия олова.

Вариант 15

1. Как происходит коррозия цинка, находящегося в контакте с кадмием, в нейтральном и кислом растворах. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите схему химической реакции коррозии. Каков состав продуктов коррозии?

2. Какое покрытие металла называют анодным? Назовите несколько металлов, которые могут служить для анодного покрытия меди.

Лабораторная работа «КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ»

Опыт 1. Электрохимическая коррозия железа

Выполнение опыта.

Качественная реакция на ионы Fe^{2+}

В пробирку налейте 5 см^3 дистиллированной воды, прибавьте по 1 см^3 раствора сульфата железа (II) и гексацианоферрата (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Гексацианоферрат (III) калия является чувствительным реактивом на ионы Fe^{2+} , с которым дает синее окрашивание за счет образования осадка турнбулевой сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$. Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

Электрохимическая коррозия в кислой среде

$\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Zn}$ и $\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Sn}$

В две пробирки налейте по 5 см^3 дистиллированной воды и добавьте по 1 см^3 раствора серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия. Возьмите две железные скрепки – одну с цинком, а другую с оловом и опустите их в приготовленные растворы. Через несколько минут наблюдайте посинение раствора с парой металлов железо-олово. Объясните появление ионов Fe^{2+} в растворе. Почему в растворе с парой железо-цинк синее окрашивание не появляется?

Электрохимическая коррозия в нейтральной среде - атмосферная коррозия

$\text{Fe}/\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{Zn}$ и $\text{Fe}/\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{Sn}$ (разберите теоретически)

Опишите наблюдаемые явления и ответьте на поставленные вопросы. Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии в обоих случаях. Почему оцинкованное железо более устойчиво к коррозии, чем луженое? Напишите химические уравнения коррозии, назовите продукты коррозии в кислой среде и при атмосферной коррозии.

Опыт 2. Активирующее действие ионов хлора на коррозию алюминия

Выполнение опыта. В две пробирки налейте по 2 см^3 30%-ного раствора сульфата меди, добавьте по 2-3 капли раствора серной кислоты и опустите в каждую гранулу алюминия. Затем в первую пробирку прилейте 1 см^3 раствора хлорида натрия. Отметьте различный результат в обоих случаях: в то время как в первой пробирке алюминий быстро покрывается налетом меди, то во второй пробирке он остается практически без изменения.

Запись данных опыта. Объясните наблюдаемые явления. Составьте уравнения анодного и катодного процессов, протекающих при коррозии алюминия. Влияет ли присутствие ионов хлора на коррозию алюминия?

Тема 9. ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСПЛАВОВ И РАСТВОРОВ

Теоретические вопросы

1. Сущность электролиза. Электролиз расплавов и растворов веществ.
2. Последовательность разрядки ионов. Анодное окисление и катодное восстановление.
3. Электролиз с нерастворимым и растворимым анодом.
4. Вторичные процессы при электролизе. Явление перенапряжения.
5. Законы Фарадея.
6. Применение электролиза. Электролитическое получение металлов. Нанесение металлических покрытий.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водных растворов: а) NaNO_3 , б) CuSO_4 , если анод угольный?
2. Какое вещество и в каком количестве образуется на катоде при пропускании через раствор нитрата серебра тока силой 8 А в течение 10 минут?

Вариант 2

1. Составьте схему электролиза водных растворов солей: а) CuCl_2 , б) K_2SO_4 , если анод угольный.
2. Какие вещества и в каком количестве образуются при пропускании тока силой 5 А в течение 30 минут через раствор гидроксида калия?

Вариант 3

1. Составьте схему электролиза водных растворов солей: а) NiCl_2 , б) MgSO_4 , если анод угольный.
2. Сколько электричества надо пропустить через раствор хлорида натрия, чтобы получить 300 г гидроксида натрия?

Вариант 4

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водных растворов: а) K_2SO_4 , б) KBr , если анод угольный?
2. Какие вещества и в каком количестве образуются на электродах при прохождении 50480 Кл электричества через расплав хлорида магния?

Вариант 5

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водного раствора NiCl_2 , если: а) анод никелевый, б) если анод угольный?
2. При прохождении тока силой 5А через раствор электролита за 2 часа 2 мин. 2 сек. выделилось 12,4 г металла. Определите эквивалентную массу металла.

Вариант 6

1. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах, при электролизе растворов: а) нитрата серебра с серебряными электродами; б) хлорида меди с медными электродами.

2. При электролизе раствора сульфата меди на аноде выделилось 560 см^3 кислорода (н.у.). Сколько граммов меди выделилось на катоде?

Вариант 7

1. Напишите уравнения реакций катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе растворов: а) нитрата кальция; б) гидроксида натрия с угольными электродами.
2. Какие вещества и в каком количестве образуются при пропускании тока силой 10 А в течение 50 минут через раствор серной кислоты?

Вариант 8

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водных растворов: а) серной кислоты, б) нитрата серебра, если анод угольный?
2. Сколько разложится воды при пропускании через раствор сульфата натрия тока силой 5 А в течение 1 часа?

Вариант 9

1. Какие продукты будут выделяться на катоде и аноде в первую очередь при электролизе водных растворов на угольных электродах, если в электролизере находится смесь солей: а) CuSO_4 и KCl ; б) NiSO_4 и NaCl .
2. Вычислите эквивалентную массу брома исходя из того, что при пропускании через раствор бромида калия тока силой $1,5 \text{ А}$ в течение 10 мин. 43 сек. на аноде выделилось $0,799 \text{ г}$ брома.

Вариант 10

1. Составьте схему электролиза расплавов веществ, протекающих с инертными электродами: а) NiCl_2 , б) NaOH .
2. Какое количество гидроксида натрия образовалось у катода, если на катоде выделилось $5,6 \text{ дм}^3$ водорода (н.у.)?

Вариант 11

1. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах, при электролизе водных растворов: а) BaCl_2 ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с угольными электродами.
2. Рассчитайте объем дм^3 хлора (н.у.), выделившегося при электролизе раствора хлорида натрия током 8 А в течение 1 часа.

Вариант 12

1. В какой последовательности будут выделяться металлы при электролизе водного раствора, содержащего в одинаковой концентрации сульфаты никеля, серебра, меди?
2. При электролизе расплава медного купороса с медными электродами масса катода увеличилась на 10 г . Какое количество электричества пропущено через расплав?

Вариант 13

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водных растворов: а) гидроксида бария, б) нитрата олова, если анод угольный?

2. Вычислите время, в течение которого нужно пропускать ток силой 3 А через раствор соли никеля, чтобы выделить на катоде 30 г никеля.

Вариант 14

1. Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе водного раствора AgNO_3 , если: а) анод серебряный, б) анод угольный?
2. Рассчитайте силу тока при электролизе раствора хлорида натрия в течение 1 часа 40 мин. 25 сек., если на катоде выделилось 1 дм^3 водорода (н.у).

Вариант 15

1. Какие продукты будут выделяться на катоде и аноде в первую очередь при электролизе водных растворов на угольных электродах, если в электролизере находится смесь солей: а) K_2SO_4 и MgCl_2 ; б) NiCl_2 и Na_2SO_4 .
2. Определите, чему равна эквивалентная масса висмута, если для выделения 10 г висмута из раствора его соли надо пропустить через раствор 13850 Кл электричества.

Лабораторная работа «ЭЛЕКТРОЛИЗ РАСТВОРОВ»

Опыт 1. Электролиз водного раствора сульфата натрия

Выполнение опыта. Заполните электролизер 1М раствором сульфата натрия. В оба колена добавьте по 3-4 капли метилоранжа и опустите графитовые электроды, соединенные с электросетью через трансформатор и выпрямитель. Включите ток и наблюдайте за процессом электролиза. Как изменяется окраска метилоранжа в обоих коленах электролизера?

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата натрия. Какие вещества выделяются на катоде и аноде? Объясните изменение окраски в прикатодном и прианодном пространствах.

Опыт 2. Электролиз водного раствора медного купороса

Выполнение опыта. Заполните электролизер 30%-ным раствором медного купороса и опустите графитовые электроды, соединенные с электросетью через трансформатор и выпрямитель. Включите ток и наблюдайте за процессом электролиза. Отметьте на катоде красный налет меди.

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди. Какой газ выделяется на аноде?

Опыт 3. Электролиз водного раствора иодида калия

Выполнение опыта. Заполните электролизер 1 М раствором иодида калия. В оба колена добавьте по 3-4 капли фенолфталеина и опустите графитовые электроды. Включите постоянный ток и наблюдайте за процессом электролиза. Отметьте изменение цвета у катода и анода.

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе иодида калия. Какие вещества выделяются на катоде и аноде? Объясните, почему окрасились растворы в катодном и анодном пространствах?

Опыт 4. Электролиз водного раствора CuSO_4 с растворимым анодом

Выполнение опыта. Заполните электролизер 30%-ным раствором медного купороса и опустите графитовые электроды, пропускайте постоянный электрический ток. Через 5 мин. прекратите электролиз и отметьте на катоде красный налет меди. Отключив электролизер от источника тока, поменяйте полюса электродов, вследствие чего электрод, покрывшийся вначале медью, окажется анодом. Опять пропускайте постоянный электрический ток. Что происходит с медью на аноде?

Запись результатов опыта. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди с медным анодом. Какое вещество выделяется на катоде?

Тема 10. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Структура комплексных соединений. Атомы и ионы как комплексообразователи. Различные типы лигандов. Номенклатура комплексных соединений.
2. Природа химической связи в комплексных соединениях. Донорно-акцепторная связь.
3. Соединения комплексных анионов. Соединения комплексных катионов. Нейтральные комплексы.
4. Свойства комплексных соединений. Равновесие в растворах комплексных соединений. Устойчивость комплексных соединений. Константа нестойкости комплексного иона.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Определите степень окисления, координационное число комплексообразователя и назовите следующие комплексные соединения:
а) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$; б) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$; в) $\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_5]$.
2. Константы нестойкости ионов $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$ соответственно равны: $1,4 \cdot 10^{-17}$; $3 \cdot 10^{-16}$; $4 \cdot 10^{-14}$. В растворе какого комплексного иона будет содержаться больше ионов CN^- при одинаковой молярной концентрации комплексных ионов?

Вариант 2

1. Определите величину и знак заряда комплексных ионов, составьте формулы комплексных соединений, содержащих следующие ионы:
а) $[\text{Cr}^{3+}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]$; б) $[\text{Co}^{3+}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$; в) $[\text{Fe}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Br}]$.
Назовите эти комплексные соединения.

2. Гидроксид алюминия растворяется в концентрированном растворе гидроксида натрия с образованием комплексного соединения. Напишите уравнение этой реакции и определите заряд иона-комплексообразователя. Назовите полученное комплексное соединение.

Вариант 3

1. Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений:
а) $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$; б) $\text{KCl} \cdot \text{PtCl}_4 \cdot \text{NH}_3$; в) $\text{Cd}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{NH}_3$
Назовите эти комплексные соединения.
2. Напишите уравнения диссоциации следующих комплексных соединений:
а) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$; б) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]\text{Cl}$; в) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$.
Назовите эти комплексные соединения.

Вариант 4

1. Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений и назовите эти соединения: а) $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$; б) $\text{PtCl}_4 \cdot 5\text{NH}_3$; в) $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$
2. Назовите следующие комплексные соединения, напишите уравнения их диссоциации в водных растворах: а) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; б) $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$; в) $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$.

Вариант 5

1. Учитывая, что координационное число кобальта равно шести, напишите координационные формулы следующих комплексных соединений и назовите их:
а) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 6\text{NH}_3$; б) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{KNO}_2 \cdot 2\text{NH}_3$; в) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{NH}_3$.
2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: гекса-цианоферрата (III) калия, сульфата тетраамминмеди (II), тетраиодоплюмбата (II) калия. Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

Вариант 6

1. Напишите уравнение диссоциации в растворе следующих соединений и выражение констант нестойкости комплексных ионов: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_6]$. Назовите эти соединения.
2. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях:
а) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; б) $\text{K}_4[\text{TiCl}_8]$; в) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$. Назовите эти соединения.

Вариант 7

1. Определите величину и знак заряда комплексных ионов. Составьте формулы комплексных соединений, содержащих следующие ионы:
а) $[\text{Ag}^+(\text{CN})_2]$; б) $[\text{Fe}^{3+}\text{F}_6]$; в) $[\text{Cr}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$. Назовите полученные соединения.
2. Напишите выражения для констант нестойкости комплексных ионов:
а) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$; б) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$; в) $[\text{PtCl}_6]^{2-}$. Составьте формулы комплексных соединений, содержащие эти ионы, назовите их.

Вариант 8

1. Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений и назовите эти соединения: а) $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) $3\text{KCN} \cdot \text{Fe}(\text{CN})_3$; в) $3\text{NaCl} \cdot \text{IrCl}_3$.

2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: нитрат тетраамминмеди(II), хлорид хлоротриамминпалладия(II), бромид цианоакватриамминкобальта(II). Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

Вариант 9

1. Напишите уравнение диссоциации в растворе следующих соединений и выражение констант нестойкости комплексных ионов: а) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_3$; б) $\text{Na}_2[\text{MoF}_6]$; в) $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$. Назовите эти соединения.
2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: а) хлорид гексаамминникеля(II); б) нитрат диакватетраамминкобальта(II); в) трифторогидроксобериллат магния. Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

Вариант 10

1. Напишите графические формулы цис- и транс- изомеров тетрахлордиамминплатины (IV).
2. Определите степень окисления и координационное число комплексообразователя и назовите следующие комплексные соединения:
а) $\text{K}_2[\text{Pd}(\text{NH}_3)(\text{CN})_4]$; б) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$; в) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})\text{CN}]\text{Br}_2$.

Вариант 11

1. Какие ионы являются комплексообразователями в следующих соединениях? Назовите эти соединения: а) $\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_5]$; б) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$; в) $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
2. Определите, чему равен заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях:
а) $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$; б) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4$; в) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$. Напишите уравнения диссоциации этих соединений.

Вариант 12

1. Напишите уравнения диссоциации следующих комплексных соединений кобальта, учитывая, что координационное число кобальта равно 6:
а) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{KNO}_2$; б) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{KNO}_2 \cdot 2\text{NH}_3$; в) $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$.
2. Хлорид серебра растворяется в растворах аммиака и тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения соответствующих реакций.

Вариант 13

1. Составьте формулы комплексных соединений, содержащих следующие ионы:
а) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]^{2+}$; б) $[\text{HgI}_4]^{2-}$. Определите величину и знак заряда комплексообразователя; назовите эти соединения.
2. Написать уравнение диссоциации комплексных соединений и выражение констант нестойкости комплексных ионов:
а) $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{OH})_6]$; б) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]\text{Cl}_2$; в) $\text{Cs}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$.

Вариант 14

1. Определите величину и знак заряда комплексных ионов. Составьте формулы комплексных соединений, содержащих следующие ионы: а) $[\text{Ag}^+(\text{CN})_2]$; б) $[\text{Fe}_3\text{F}_6]$; в) $[\text{Cr}_3+(\text{H}_2\text{O})_4\text{C}_{12}]$. Назовите полученные соединения.
2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: гекса-цианоферрата (III) калия, сульфата тетраамминмеди (II), тетраиодоплюмбата (II) калия. Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

Вариант 15

1. Координационное число Pt^{4+} равно 6. Напишите возможные комплексные соединения, образованные ионом Pt^{4+} в качестве комплексообразователя, молекулами NH_3 и ионами Cl^- в качестве лигандов.
2. Составьте координационные формулы следующих комплексных соединений: а) $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3$; б) $\text{AgCN} \cdot \text{KCN}$; в) $\text{AgNO}_2 \cdot \text{NaNO}_2$. Координационное число серебра равно 2. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах.

Лабораторная работа «КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

Опыт 1. Получение комплексных соединений

Выполнение опыта. а) Налейте в пробирку 1-2 см³ раствора медного купороса и прибавьте по каплям раствор гидроксида аммония до образования голубого осадка гидроксида меди. Затем прилейте в пробирку концентрированного раствора аммиака. Наблюдайте растворение осадка и изменение окраски раствора вследствие образования комплексного иона тетраамминмеди(II).

б) В три пробирки налейте по 1-2 см³ растворов сульфата цинка, сульфата хрома, нитрата алюминия. В каждую пробирку добавьте по каплям раствор гидроксида натрия. Вначале происходит выпадение осадков, но при дальнейшем добавлении щелочи осадки растворяются с образованием комплексных анионов: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$.

Запись данных опыта. Напишите уравнения проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. К какому типу комплексных соединений относятся полученные комплексные соединения? Назовите эти соединения.

Опыт 2. Различие между простыми и комплексными ионами трехвалентного железа

Выполнение опыта. а) В три пробирки налейте по 1-2 см³ раствора FeCl_3 . В одну пробирку добавьте раствор сульфида натрия, в другую – гидроксида натрия, в третью – роданида калия. Наблюдайте выпадение черного осадка Fe_2S_3 в первой пробирке, во второй – бурого осадка $\text{Fe}(\text{OH})_3$, в третьей – темно-красного раствора $\text{Fe}(\text{CNS})_3$.

б) Проведите аналогичные опыты, взяв вместо FeCl_3 раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Убедитесь в том, что ион $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ не дает реакций, характерных для иона Fe^{3+} .

в) Налейте в одну пробирку 1-2 см³ раствора FeCl₃, а в другую - K₃[Fe(CN)₆] и добавьте в каждую пробирку одинаковое количество раствора FeSO₄. Наблюдайте отсутствие изменений в первой пробирке и образование осадка турнбулевой сини Fe₃[Fe(CN)₆]₂ - во второй.

Запись данных опыта. Напишите уравнения всех проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. Почему комплексные ионы трехвалентного железа не дают качественных реакций на Fe³⁺?

Опыт 3. Комплексные соединения никеля

Выполнение опыта. В пробирку налейте 1-2 см³ раствора сульфата никеля и прибавьте такой же объем гидроксида натрия. К полученному осадку гидроксида никеля(II) добавьте 1-2 см³ концентрированного раствора аммиака. Наблюдайте растворение осадка. Как изменяется окраска раствора?

Запись данных опыта. Напишите уравнения проделанных реакций в молекулярном и ионном виде. Напишите уравнение диссоциации образовавшегося комплексного основания (координационное число никеля принять равным шести), выражение для константы нестойкости комплексного иона.

Тема 11. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. СТРОЕНИЕ АТОМА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Теоретические вопросы

1. Основные сведения о строении атома. Состав атомных ядер. Изотопы. Изобары.
2. Характеристика поведения электрона в атоме. Теория Бора. Квантовые числа, типы электронных орбиталей.
3. Принцип Паули, правило Гунда, правила Клечковского. Порядок заполнения электронных уровней.
4. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Периодическое изменение свойств химических элементов в соответствии с электронной структурой атомов.
5. Энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность.
6. Основные виды и характеристика химической связи.
7. Методы валентных связей и молекулярных орбиталей.
8. Ковалентная полярная и неполярная связь.
9. Донорно-акцепторная связь.
10. Межмолекулярное взаимодействие, силы Ван-дер-Ваальса.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Запишите электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра 8, 23, 63. Составьте графические схемы заполнения электронами валентных орбиталей

атомов.

- Исходя из положения мышьяка, молибдена и рения в периодической системе, составьте формулы водородного соединения мышьяка, оксида молибдена и рениевой кислоты, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.
- Укажите тип химической связи в молекулах H_2 , Cl_2 , HCl . Приведите схему перекрывания электронных облаков.

Вариант 2

- Какой подуровень заполняется в атомах после заполнения 4s-подуровня? После заполнения 5p-подуровня?
- Составьте формулу оксидов и гидроксидов элементов второго периода, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от лития к фтору. Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида бериллия.
- Какой способ образования ковалентной связи называют донорно-акцепторным? Какие химические связи имеются в ионах NH_4^+ и BF_4^- ? Укажите донор и акцептор.

Вариант 3

- У какого из перечисленных элементов будет наибольшая и у какого наименьшая энергия ионизации: K, Ca, Cu, Ag?
- У какого элемента начинает заполняться подуровень 4d, 4f?
- Пользуясь таблицей относительных электроотрицательностей, вычислите их разность для связей K-Cl, Ca-Cl, Fe-Cl. Какая из связей характеризуется наибольшей степенью ионности?

Вариант 4

- Какой из элементов 5 периода - молибден или теллур - обладает более выраженными металлическими свойствами? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Напишите его формулу.
- Запишите электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра 9, 18, 54. Укажите их валентные электроны.
- Вычислите разность относительных электроотрицательностей атомов для связей H-O и O-As. Какая из связей более полярна? К какому классу гидроксидов относится $As(OH)_3$?

Вариант 5

- Хром образует соединения, в которых он проявляет степень окисления +2, +3, +6. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Для амфотерного гидроксида напишите уравнения реакций с едким натром и серной кислотой.
- Сколько вакантных 3d-орбиталей имеют возбужденные атомы: Cr, V и Mn?
- Пользуясь таблицей относительных электроотрицательностей, вычислите их разность для связей H-O, O-Al, O-Mg. На основании полученных данных опре-

делите, какой характер диссоциации $Mg(OH)_2$ и $Al(OH)_3$ в водных растворах.

Вариант 6

1. Какую низшую степень окисления проявляет хлор, сера, азот? Почему? Составьте формулы соединений кальция с данными элементами, назовите их.
2. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3d; 5s или 4p? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 21.
3. Что называется электрическим моментом диполя? Какая из молекул HCl , HBr или HI имеет наибольший момент диполя? Почему?

Вариант 7

1. Какую низшую и высшую степень окисления проявляет углерод, азот, мышьяк? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.
2. Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом $n=4$?
3. Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими? Кристаллы каких веществ - алмаз, хлорид калия, диоксид углерода, медь - имеют указанные структуры?

Вариант 8

1. У какого элемента четвертого периода - Cr или Se - сильнее выражены металлические свойства? Почему? Какой из них образует соединение с водородом?
2. Структура валентного электронного слоя атома элемента выражается формулой: а) $5s^2 5p^4$; б) $3d^5 4s^1$. Определите порядковый номер и название элемента.
3. Какой характер имеют связи в молекулах PCl_3 , CS_2 , ICl_5 , OF_2 , ClF , CO_2 ? Укажите для каждой из них направление смещения общей электронной пары.

Вариант 9

1. Какую низшую и высшую степень окисления проявляет марганец? Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Укажите, как они относятся к действию серной кислоты.
2. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 14 и 28. Чему равен максимальный спин p-электронов у атомов первого и d-электронов у атомов второго элемента?
3. Опишите электронное строение молекулы CO с позиций метода ВС и МО.

Вариант 10

1. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от натрия к хлору? Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида алюминия.
2. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 17 и 40. Сколько свободных d-орбиталей у атомов последнего элемента?
3. Какой тип гибридизации в молекуле BCl_3 ? Какую форму имеет молекула этого

соединения?

Вариант 11

1. Что такое электроотрицательность? Как изменяется электроотрицательность в подгруппе галогенов?
2. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 32 и 42. К какому электронному семейству относится каждый из элементов?
3. Как изменяется прочность связи в ряду $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{S} - \text{H}_2\text{Se} - \text{H}_2\text{Te}$. Указать причины этих изменений.

Вариант 12

1. Какие элементы периодической системы способны образовывать летучие соединения с водородом? Как зависит формула этих соединений от положения элемента в ПСЭ? Составьте формулы соединений для элементов 3 периода.
2. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4d или 5s; 6s или 5p? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 49.
3. Объясните с позиций метода МО возможность существования молекулярного He_2^+ и невозможность существования молекулы He_2 .

Вариант 13

1. На основании положения элементов в периодической системе расположите в ряд по возрастанию металлических свойств: As, Mn, K, Se, Zn, Br.
2. Запишите электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра 7, 25, 42. Укажите их валентные электроны.
3. Укажите тип химической связи в соединениях NaCl, HI, NH_4Br . Какое из них наиболее прочное?

Вариант 14

1. Какую высшую степень окисления проявляют германий, сурьма, хром, марганец? Почему? Составьте формулы оксидов данных элементов, отвечающих этой степени окисления.
2. Внешний и предвнешний уровень атома имеет вид: $4s^2 4p^6 4d^2 5s^2$. В каком периоде и в какой группе находится этот элемент? Определите порядковый номер и название этого элемента. К какому электронному семейству относится данный элемент?
3. Что такое направленность ковалентной связи? Почему молекула BF_3 имеет симметричную треугольную форму?

Вариант 15

1. Какую низшую степень окисления проявляют фосфор, кремний, кислород и фтор? Почему? Составьте формулы водородных соединений этих элементов и назовите их.
2. Внешний и предвнешний уровень атома имеет вид: $3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$. В каком периоде и в какой группе находится этот элемент? Определите порядковый номер и название этого элемента. К какому электронному семейству относится данный элемент?

3. Что такое гибридизация атомных орбиталей? Как метод ВС объясняет линейное строение молекулы BeCl_2 ?

Тема 12. ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ. МЕТАЛЛЫ I-II ГРУПП ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Металлы. Классификация металлов (по химическим свойствам, по физическим свойствам, по электронным семействам, по распространенности в земной коре, по применимости в технике, по историческим признакам).
2. Нахождение в природе. Способы получения.
3. Физические свойства металлов (электрические, механические, тепловые, магнитные).
4. Химические свойства металлов. Взаимодействие металлов с водой; с кислотами; их способность замещать в солях ионы других металлов; образовывать оксиды и гидроксиды. Ряд напряжения металлов. Сплавы. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Правило фаз Гиббса.
5. Общая характеристика металлов I-II групп периодической системы Д.И. Менделеева.
6. Щелочные металлы. Природные соединения калия и натрия. Способы получения, химические свойства и применение щелочных металлов и их соединений.
7. Магний, кальций. Природные соединения кальция и магния. Получение, свойства и применение магния и кальция и их соединений.
8. Жесткость воды и способы ее устранения.

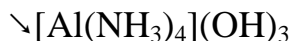
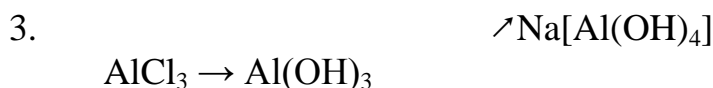
Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Составьте электронные схемы строения атомов калия и рубидия. Какой из этих элементов является более сильным восстановителем? Почему?
2. Получите кальцинированную соду, исходя из металлического натрия, HCl , мрамора и воды.
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:
 $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NiCl}_3$

Вариант 2

1. Напишите электронные формулы атомов меди и серебра. Почему восстановительные свойства у них выражены слабее, чем у щелочных металлов?
2. Какое свойство кальция позволяет применять его в металлотермии для получения некоторых металлов из их соединений? Составьте электронное и молекулярное уравнение реакции Ca с V_2O_5 , учитывая, что окислитель восстанавливается максимально, приобретая низшую степень окисления.



Осуществите превращения, дайте названия комплексным соединениям.

Вариант 3

1. Как изменяются металлические свойства в ряду Be – Mg – Ca – Sr – Ba? Дать обоснованный ответ.
2. Как получают щелочные металлы? Составьте схему электролиза расплава NaOH.
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:
 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)$

Вариант 4

1. На основе электронного строения атомов докажите правомерность расположения K и Cu в первой группе.
2. Едкий натр можно получить, прокаливая безводную соду с окисью железа с последующей обработкой полученного сплава водой. Дайте объяснение этого способа получения NaOH и напишите уравнения соответствующих реакций.
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:
 $\text{Zn} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

Вариант 5

1. Чем можно объяснить большую восстановительную способность щелочных металлов? При сплавлении NaOH с металлическим натрием последний восстанавливает водород щелочи в гидрид-ион? Составьте электронное и молекулярное уравнение реакции.
2. Напишите формулы природных соединений Ca (доломит, гипс, плавиковый шпат, фосфорит, известняк).
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:
 $\text{Be} \rightarrow \text{Be}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{K}_2\text{BeO}_2$

Вариант 6

1. Строение атома кальция. Природные соединения кальция (гипс, алебастр, доломит, фосфорит, известняк).
2. Составьте уравнения реакций восстановления высшего оксида олова: а) углеродом; б) оксидом углерода (II). Как называется данный способ получения металлов?
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:
 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$

Вариант 7

1. Напишите электронные формулы атомов Be и Mg. Какую степень окисления принимают атомы этих элементов в невозбужденном состоянии. Гидроксид какого из этих металлов более сильное основание?

2. Сплавы алюминия (магналий, силумин, дуралюминий): состав металлов, применение. Что такое алитирование, пассивирование?
3. Составьте уравнения, которые надо провести для осуществления превращений:

$$\text{Be} \rightarrow \text{Be}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{K}_2\text{BeO}_2.$$

Вариант 8

1. Напишите электронную формулу атома алюминия. Какие степени окисления может проявлять Al в своих соединениях? Составьте формулы оксида и гидроксида алюминия, соответствующие высшей степени окисления, какой характер они носят?
2. Основные способы получения металлов: пирометаллургия, металлотермия, электрометаллургия (дать краткую характеристику).
3. Составьте уравнения реакций, при которых можно осуществить переходы:

$$\text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2.$$

Вариант 9

1. Составьте электронные схемы строения атомов кальция и стронция. Какой из этих элементов является более сильным восстановителем? Почему?
2. Какой процесс называется алюмотермией? Составьте электронное и молекулярное уравнение реакции, на основе которой основано применение термита (смесь Al и Fe_3O_4).
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:

$$\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeCl}_3.$$

Вариант 10

1. Как и почему изменяются основные свойства в ряду LiOH – CsOH?
2. Сплавы алюминия (магналий, силумин, дуралюминий): состав металлов, применение.
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений: $\text{Li} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Вариант 11

1. Напишите электронную формулу атома меди. Какие степени окисления может проявлять медь в своих соединениях? Составьте формулы оксида и гидроксида меди, соответствующие высшей степени окисления, какой характер они носят?
2. Природные соединения Ca (доломит, гипс, плавиковый шпат, фосфорит, известняк).
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:

$$\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4.$$

Вариант 12

1. Основываясь на электронном строении атомов элементов, объясните различие в свойствах калия и серебра.
2. Алюминий, природные соединения, сплавы на основе алюминия.

3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений: $\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CdSO}_4 \rightarrow [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

Вариант 13

1. Напишите электронные формулы бериллия, магния, кальция. Какую валентность проявляют атомы этих элементов в основном состоянии?
2. Природные соединения натрия и калия.
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений: $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow \text{AgCl}$.

Вариант 14

1. Составьте электронные формулы атомов калия и цезия. Какой из этих металлов является более сильным восстановителем и почему?
2. Какие соединения называются негашеной и гашеной известью? Какое соединение образуется при прокаливании негашеной извести с углем? Что является окислителем и восстановителем в последней реакции? Составьте электронные и молекулярные уравнения.
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений: $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeCl}_3$.

Вариант 15

1. Чему равна высшая степень окисления марганца? Приведите пример соединения марганца в высшей степени окисления. Как она изменяется в зависимости от кислотности среды? Напишите электронные уравнения.
2. Какие соединения кальция и магния применяют в качестве вяжущих строительных материалов? Чем обусловлены их вяжущие свойства?
3. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений: $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{ZnSO}_4$.

Лабораторная работа «МЕТАЛЛЫ I-II ГРУПП ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ»

Опыт 1. Открытие ионов щелочных металлов по окрашиванию пламени

Выполнение опыта. Подержите некоторое время нихромовую проволоку в концентрированной соляной кислоте и прокалите в пламени горелки до обесцвечивания пламени. Окуните проволоку в склянку с насыщенным раствором соли лития и опять внесите в пламя горелки. Отметьте цвет пламени. Опыт повторите с насыщенными растворами солей натрия и калия. Перед каждым опытом проволоку следует очищать, погружая ее в концентрированную соляную кислоту и прокаливая в пламени горелки.

Запись данных опыта. Запишите, в какой цвет окрашивают пламя ионы лития, калия, натрия.

Опыт 2. Получение и свойства гидроксида меди (II)

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1-2 см³ 30%-ного раствора медного купороса и добавьте такой же объем раствора гидроксида натрия. Что наблюдаете? Осторожно нагрейте содержимое пробирки. Как изменяется цвет осадка?

Запись данных опыта. Напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод о термической устойчивости гидроксида меди (II).

Опыт 3. Окрашивание пламени солями щелочноземельных металлов

Выполнение опыта. Погрузите нихромовую проволоку в концентрированную соляную кислоту, затем прокалите ее в пламени спиртовки, окуните проволоку в насыщенный раствор соли кальция и внесите ее в пламя горелки. Отметьте цвет пламени. Опыт повторите с насыщенными растворами солей бария и стронция. Перед каждым опытом проволоку следует очищать, погружая ее в концентрированную соляную кислоту и прокаливая в пламени горелки.

Запись данных опыта. Запишите, в какой цвет окрашивают пламя ионы кальция, стронция и бария.

Опыт 4. Соли щелочноземельных металлов

Выполнение опыта. В три пробирки налейте по 1-2 см³ раствора хлорида кальция. Затем в первую пробирку добавьте раствор карбоната натрия, во вторую – раствор фосфата калия, в третью – раствор сульфата натрия. Отметьте изменения в пробирках. Аналогично проведите опыты с растворами солей стронция и бария.

Запись данных опыта. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном виде. Сделайте вывод о растворимости карбонатов, фосфатов, сульфатов кальция, стронция и бария.

Тема 13. ЭЛЕМЕНТЫ III ГРУППЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Общая характеристика элементов III групп ПСЭ Д.И. Менделеева.
1. Алюминий. Природные соединения алюминия. Способы получения алюминия.
2. Химические свойства и применение алюминия и его соединений.
3. Гидроксид алюминия и его свойства.
4. Сплавы на основе алюминия.

Металлы I-III групп.

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Напишите уравнения реакций, при которых можно осуществить переходы:
 $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3$.

2. Вычислите объем кислорода (н.у.), выделяющийся при получении 1 кг металлического натрия электролизом расплава гидроксида натрия.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия алюминия с разбавленными серной и азотной кислотами.

Вариант 2

1. Какова реакция среды в растворах солей KNO_3 , K_2S , CH_3COONa ? Напишите уравнения гидролиза соответствующих солей.
2. Какой объем 10%-ного гидроксида натрия ($\rho=1,11 \text{ г/см}^3$) требуется для осаждения всей меди из раствора, содержащего 0,64 г CuCl_2 ?
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия алюминия с концентрированными серной и азотной кислотами.

Вариант 3

1. Какие вещества получаются при насыщении раствора гидроксида натрия: а) хлором; б) сернистым газом; в) углекислым газом; г) сероводородом? Составьте уравнения происходящих реакций.
2. При растворении в кислоте 5 г извести, содержащей примесь карбоната кальция, выделилось 140 см^3 газа (н.у.). Сколько % CaCO_3 содержала известь?
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия алюминия с разбавленной соляной кислотой и водным раствором едкого натра.

Вариант 4

1. Составьте молекулярное и ионное уравнения взаимодействия карбоната натрия с гашеной известью.
2. Сколько магния можно получить из 1 т доломита, содержащего 10% примесей?
3. Почему алюминий растворяется в водном растворе карбоната натрия? Напишите уравнение соответствующей реакции.

Вариант 5

1. Почему горящий магний нельзя тушить водой? Напишите соответствующие реакции?
2. При прокаливании 30 г кристаллогидрата сульфата кальция выделяется 6,28 г воды. Какова формула кристаллогидрата?
3. Какой раствор нельзя кипятить в алюминиевом сосуде: нитрата натрия, нитрата ртути, соды, хлорида калия? Ответ обосновать, написав соответствующие уравнения реакций.

Вариант 6

1. Какая соль – $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ или $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ при одинаковых условиях в большей степени подвергается гидролизу? Ответ обоснуйте. Напишите уравнения гидролиза обеих солей.
2. Сколько граммов $\text{Ca}(\text{OH})_2$ необходимо прибавить к 1000 дм^3 воды, чтобы устранить временную жесткость, равную $2,86 \text{ мэкв/ дм}^3$?

3. Корунд нерастворим в кислотах, а продукт сплавления его со щелочью легко растворяется в кислоте. Напишите уравнения реакций: сплавления корунда со щелочью и взаимодействия полученного продукта с серной кислотой.

Вариант 7

1. Гидрид кальция горит на воздухе, а с водой взаимодействует с выделением водорода. Выразите уравнениями происходящие при этом реакции.
2. Чему равна временная жесткость воды, в 1 дм³ которой содержится 0,146 г гидрокарбоната магния?
3. Как практически убедиться в амфотерных свойствах гидроксида алюминия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Вариант 8

1. Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции, происходящей при растворении бериллия с гидроксидом натрия.
2. В 1 дм³ воды содержится 38 мг ионов Mg²⁺ и 108 мг ионов Ca²⁺. Вычислите общую жесткость воды.
3. Действием какого реактива можно перевести ионы Al³⁺ в ионы [Al(OH)₄]⁻? Напишите соответствующие молекулярное и ионное уравнения.

Вариант 9

1. Напишите уравнение взаимодействия нитрида магния с водой.
2. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии с водой 1 г сплава, состоящего из 20% по массе калия и 80% натрия?
3. Как из Na[Al(OH)₄] в растворе получить сульфат алюминия? Напишите соответствующее уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

Вариант 10

1. Составьте схему электролиза расплава NaCl и раствора KCl .
2. Из навески NaCl и KCl общей массой 0,1225 г получили осадок AgCl массой 0,285 г. Вычислите процентное содержание NaCl и KCl в навеске.
3. Раствор, содержащий сульфат алюминия и ацетат натрия, прокипятили. Какое вещество выпало при этом в осадок? Напишите уравнение реакции в ионном и молекулярном виде.

Вариант 11

1. Напишите уравнения реакций, при которых можно осуществить переходы:
Ca → Ca(OH)₂ → CaCO₃ → Ca(HCO₃)₂.
2. Вычислите сколько граммов 20%-ной соляной кислоты потребуется для растворения 2 г карбоната магния.
3. Почему алюминий вытесняет водород только при добавлении щелочи? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Вариант 12

1. Составьте схему электролиза расплава MgCl₂ и раствора CaCl₂.
2. Сколько гашеной извести можно получить из 10 кг известняка, содержащего 90% карбоната кальция?

3. Составьте уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления следующих превращений: $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

Вариант 13

1. Составьте молекулярное и электронные уравнения реакции взаимодействия магния с концентрированной серной кислотой, учитывая, что окислитель принимает низшую степень окисления.
2. Сколько граммов 10%-ной соляной кислоты пойдет на растворение 3,68 г доломита?
3. Алюминий реагирует с селеном так же, как с серой и кислородом. Составьте соответствующее уравнение реакции.

Вариант 14

1. При сплавлении оксид бериллия взаимодействует с диоксидом кремния и с оксидом натрия. Напишите уравнения соответствующих реакций. О каких свойства BeO говорят эти реакции?
2. Сколько карбоната натрия надо прибавить к 5 дм^3 воды, чтобы устранить общую жесткость, равную 4,6 мэкв/ дм^3 ?
3. Напишите уравнение реакции взаимодействия нитрида алюминия с водой.

Вариант 15

1. Какова реакция среды в растворах солей $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, BaS , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$? Напишите уравнения гидролиза соответствующих солей.
2. При кипячении 250 см^3 воды, содержащей гидрокарбонат кальция, выпал осадок массой 3,5 мг. Чему равна жесткость воды?
3. Напишите уравнение реакции взаимодействия сульфида свинца (II) с алюминием. Что в этой реакции окисляется и что восстанавливается?

Лабораторная работа «АЛЮМИНИЙ»

Опыт 1. Взаимодействие алюминия с кислотами

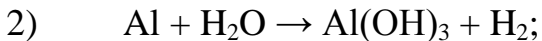
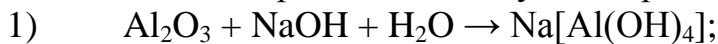
Выполнение опыта. В три пробирки налейте растворы 2н кислот: в одну – соляной, в другую – серной, в третью – азотной. Опустите в каждую пробирку гранулу алюминия. Во всех ли случаях протекают реакции? Как протекают реакции без нагревания? Нагрейте пробирки на водяной бане. Что наблюдаете?

Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите молекулярные и электронные уравнения реакций. Какой газ выделяется при взаимодействии алюминия с разбавленной азотной кислотой? С разбавленными серной и соляной?

Опыт 2. Взаимодействие алюминия со щелочами

Выполнение опыта. Внесите в пробирку гранулу алюминия и добавьте 1-2 см^3 дистиллированной воды. Нагрейте пробирку на водяной бане. Наблюдается ли выделение водорода? Добавьте в пробирку 1-2 см^3 2н раствора гидроксида натрия. Отметьте интенсивное выделение газа.

Запись данных опыта. Запишите результаты опыта. Отсутствие реакции алюминия с водой объясняется наличием на его поверхности плотной оксидной пленки, которая легко растворяется в щелочи с образованием гидроксоалюмината, после чего алюминий непосредственно вступает в реакцию с водой:



Подберите коэффициенты к данным реакциям.

Тема 14. ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Общая характеристика элементов: железо, кобальт, никель на основании их положения в периодической системе.
2. Нахождение железа в природе, выделение в свободном виде и применение в технике. Выплавка чугуна и стали.
3. Физические и химические свойства железа. Свойства оксидов и гидроксидов железа. Соли железа.
4. Свойства кобальта и его соединений. Соединения кобальта (II). Соединения кобальта (III) и их окислительные свойства.
5. Свойства никеля и его соединений. Соединения никеля (II). Соединения никеля (III) и их окислительные свойства.
6. Сплавы никеля. Применение в технике.

ЭЛЕМЕНТЫ d-ЭЛЕКТРОННОГО СЕМЕЙСТВА

Индивидуальные задания

Вариант 1

1. Какой объем 0,5н раствора Na_2S потребуется, чтобы осадить все железо, содержащееся в 10 см^3 0,2н раствора FeSO_4 ?
2. Как получить сульфат марганца из перманганата калия? Составьте уравнение реакции.

Вариант 2

1. Сколько литров сернистого газа, в расчете на нормальные условия, можно получить при обжиге 1 кг FeS_2 ?
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия оксида марганца (IV) с концентрированной соляной кислотой. Укажите окислитель и восстановитель.

Вариант 3

1. Вычислите эквивалентную массу хрома, исходя из того, что при пропускании через раствор $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ тока силой 10 А в течение 30 мин. на катоде выделяется 3,25 г хрома.
2. Напишите уравнения реакций, в которых соединение марганца (IV) является: а) восстановителем; б) окислителем.

Вариант 4

1. Сколько граммов оксида свинца (IV) можно восстановить 300 см³ 0,1 н раствора хромита калия в щелочной среде?
2. К раствору сульфата марганца на воздухе добавили гидроксид калия. Какое соединение марганца получится? Напишите уравнение реакции.

Вариант 5

1. Сколько граммов йода можно получить при взаимодействии раствора иодида калия с 250 см³ 0,1 н раствора бихромата калия в кислой среде?
2. Окислителем или восстановителем является ион Fe³⁺ в химических реакциях?

Вариант 6

1. Какой объем воздуха, измеренного при нормальных условиях, потребуется для сжигания 0,5 т пирита, содержащего 92% FeS₂?
2. Как получить из оксида хрома (III): а) хромит калия; б) хромат калия? Напишите соответствующие уравнения реакций.

Вариант 7

1. К раствору, содержащему 0,2 моль FeCl₃, прибавили 0,24 моль NaOH. Сколько молей Fe(OH)₃ образовалось в результате реакции и сколько молей FeCl₃ осталось в растворе?
2. Почему при взаимодействии растворов Cr₂(SO₄)₃ и (NH₄)₂S в осадок выпадает гидроксид хрома(III)? Напишите уравнение реакции.

Вариант 8

1. Сколько железа можно получить из 2 т руды, содержащей 90% Fe₂O₃ при 85% выходе?
2. Напишите в молекулярной и ионной форме уравнения реакций взаимодействия гидроксида хрома(III) с: а) раствором серной кислоты; б) раствором гидроксида калия.

Вариант 9

1. Какой объем сернистого газа (н.у.) нужно пропустить через 250 см³ 0,5М раствор KMnO₄, чтобы раствор обесцветился в кислой среде?
2. Как осуществить следующие переходы: Fe → Fe₂O₃ → Fe(OH)₃ → Fe₂(SO₄)₃?

Вариант 10

1. Какой объем водорода (н.у.) потребуется для восстановления 212 кг Fe₂O₃?
2. Напишите формулы комплексных соединений хрома и определите координационное число комплексообразователя: а) хлоридаквипентаамминхрома(III); б) гексагидроксохромат(III) калия.

Вариант 11

1. Сколько чугуна, содержащего 94% железа, можно получить из 2 т оксида железа(III), содержащего 18% примесей?
2. Напишите молекулярное ионное уравнение гидролиза Cr₂(SO₄)₃.

Вариант 12

1. При производстве серной кислоты контактным способом из 8 т колчедана, содержащего 85% FeS_2 , получено 9 т серной кислоты. Каков выход кислоты?
2. Напишите координационные формулы и названия следующих комплексных соединений: а) $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; б) $3\text{KCN} \cdot \text{Cr}(\text{CN})_3$.

Вариант 13

1. 5 г образца стали при сжигании в токе кислорода дали 0,1 г углекислого газа. Сколько процентов углерода содержалось в стали?
2. Как перевести хлорид железа(II) в хлорид железа(III)? Как осуществить обратный переход? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Вариант 14

1. Наиболее распространенной рудой, из которой получается хром, является хромистый железняк $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$. Вычислите, сколько процентов примесей содержится в руде, если из 1 т ее при выплавке получилось 240 кг феррохрома (сплава железа с хромом), содержащего 65% хрома.
2. Как можно из металлического железа получить соль железа(II), соль железа(III)? Напишите уравнения реакций.

Вариант 15

1. В чистом виде минерал гематит содержит 69,9% Fe и 30,1% O. Выведите формулу гематита и укажите его химическое название.
2. Почему при взаимодействии растворов FeCl_3 и Na_2S в осадок выпадает гидроксид железа(III)? Напишите уравнение реакции.

Лабораторная работа «ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ»

Опыт 1. Действие кислот на железо

Выполнение опыта. Налейте в одну пробирку 1-2 см³ разбавленной соляной кислоты, в другую – 1-2 см³ разбавленной серной кислоты, в третью – 1-2 см³ концентрированной соляной, в четвертую – 1-2 см³ концентрированной серной кислоты. В каждую пробирку опустите по кусочку железа. Какой газ выделяется в первых трех пробирках? Четвертую пробирку слегка нагрейте. Какой газ выделяется при нагревании?

Запись данных опыта. Составьте уравнения реакций растворения железа: в соляной кислоте, в разбавленной и концентрированной серной кислоте.

Опыт 2. Получение гидроксида железа(II)

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1-2 см³ свежеприготовленного раствора FeSO_4 и добавьте такой же объем щелочи. Наблюдайте образование почти белого осадка $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Почему его окраска быстро меняется на воздухе от почти белой до красно-бурой?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций получения гидроксида железа (II) и его окисления на воздухе.

Опыт 3. Получение гидроксида кобальта(II) и его окисление

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1-2 см³ раствора CoSO₄ и добавьте такой же объем щелочи. Наблюдайте образование почти голубого осадка основной соли (CoOH)₂SO₄. Нагрейте содержимое пробирки. Голубой цвет постепенно переходит в розовый, что указывает на образование гидроксида кобальта(II). Осадок перемешайте стеклянной палочкой и разделите на две пробирки. Одну оставьте на воздухе, а в другую добавьте 1-2 см³ бромной воды. Есть ли изменения в первой пробирке? Происходит ли окисление Co(OH)₂ кислородом воздуха? Что указывает на образование Co(OH)₃ во второй пробирке?

Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 4. Получение и свойства гидроксида никеля(II)

Выполнение опыта. Налейте в пробирку 1-2 см³ раствора NiSO₄ и добавьте такой же объем щелочи. Каков цвет образовавшегося осадка? Осадок перемешайте стеклянной палочкой и разделите на две пробирки. Одну оставьте на воздухе, а в другую добавьте 1-2 см³ бромной воды. Есть ли изменения в первой пробирке? Происходит ли окисление Ni(OH)₂ кислородом воздуха? Что происходит во второй пробирке?

Запись данных опыта. Ответьте на поставленные вопросы. Напишите соответствующие уравнения реакций. Сравните восстановительные свойства гидроксидов железа, кобальта, никеля в степени окисления +2.

Тема 15. ХРОМ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Хром. Положение в периодической системе. Электронное строение. Нахождение хрома в природе, получение.
2. Физические свойства. Химические свойства хрома и его соединений.
3. Соединения хрома (III).
4. Соединения хрома (VI) и их окислительные свойства.
5. Сплавы хрома. Применение в технике.

Лабораторная работа «ХРОМ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ»

Опыт 1. Получение и свойства оксида хрома(III)

Выполнение опыта. В сухую пробирку на 1/3 объема насыпьте кристаллический бихромат аммония. Закрепите пробирку в держателе и, держа ее наклонно, направляя отверстие пробирки в сторону от себя и других работающих, осторожно нагрейте верхний слой до начала реакции, после чего нагревание прекратите.

Объясните происходящие явления. На полученный зеленый порошок оксида хрома подействуйте водой и разбавленной серной кислотой. Растворяется ли оксид хрома в воде и разбавленных кислотах?

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции разложения, учитывая, что образуется азот и вода. Укажите окислитель и восстановитель. К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится данная реакция?

Опыт 2. Получение и свойства гидроксида хрома(III)

Выполнение опыта. В пробирку с раствором сульфата хрома по каплям прибавьте 2 н NaOH до образования серо-зеленого осадка гидроксида хрома(III). Полученный осадок разделите на две пробирки. В одну из них прибавьте разбавленную соляную кислоту, а в другую – избыток щелочи до растворения осадка (раствор во второй пробирке сохраните до следующего опыта).

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций: а) получения гидроксида хрома (III); б) взаимодействия гидроксида хрома(III) с кислотой и со щелочью. Сделайте вывод о химическом характере гидроксида хрома(III).

Опыт 3. Восстановительные свойства солей хрома(III)

Выполнение опыта. К полученному в опыте 2 раствору $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ добавьте 1 см³ щелочи и немного бромной воды. Нагрейте смесь на водяной бане до образования в растворе хромата натрия, на что указывает переход зеленой окраски в желтую.

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции окисления $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ в Na_2CrO_4 . Укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 4. Окислительные свойства солей хрома (VI)

Выполнение опыта. а) К 1-2 см³ раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, подкисленному серной кислотой, добавить 1-2 см³ раствора KNO_3 . Наблюдайте изменение окраски от оранжевой, обусловленной ионом $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, до зеленой, обусловленной ионом Cr^{3+} .

б) К 1-2 см³ раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, подкисленному серной кислотой, добавьте 1-2 см³ раствора сернистого натрия. Наблюдайте образование серо-зеленого осадка гидроксида хрома (III).

Запись данных опыта. Напишите соответствующие уравнения реакций. Укажите окислитель и восстановитель. Чем (окислителем или восстановителем) в данных реакциях выступает $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и почему?

Опыт 5. Переход хромата калия в бихромат и обратно

Выполнение опыта. а) К 1-2 см³ раствора K_2CrO_4 прибавьте 1-2 см³ разбавленной серной кислоты. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

б) К 1-2 см³ раствора K₂Cr₂O₇ прилейте 1-2 см³ раствора щелочи. Наблюдайте изменение окраски. Объясните происходящее явление.

Запись данных опыта. Напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

Тема 16. МАРГАНЕЦ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Теоретические вопросы

1. Марганец. Положение в периодической системе элементов. Электронное строение. Нахождение марганца в природе, получение.
2. Физические свойства. Химические свойства марганца и его соединений.
3. Оксиды и гидроксиды марганца.
4. Окислительные свойства перманганатов.

Лабораторная работа «МАРГАНЕЦ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ»

Опыт 1. Получение и свойства гидроксида марганца(II)

Выполнение опыта. К 1-2 см³ раствора сульфата марганца по каплям прибавьте раствор гидроксида натрия. Образуется белый осадок гидроксида марганца(II). Полученный осадок разделите на три пробирки. Первую пробирку оставьте стоять на воздухе. Осадок постепенно темнеет вследствие окисления марганца(II) до Mn(IV). Во вторую пробирку добавьте разбавленную серную кислоту. В третью пробирку – раствор щелочи. В обоих ли случаях происходит растворение осадка?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций: а) получения гидроксида марганца (II) и его окисления кислородом воздуха в присутствии воды; б) взаимодействия гидроксида марганца с серной кислотой в молекулярном и ионном виде.

Опыт 2. Получение сульфида марганца

Выполнение опыта. К 1-2 см³ раствора сульфата марганца прибавьте раствор сульфида натрия. Что наблюдаете? Исследуйте отношение полученного осадка к действию разбавленных кислот.

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде: а) получения сульфида марганца; б) растворения сульфида марганца в кислоте.

Опыт 3. Восстановительные свойства солей марганца (II)

Выполнение опыта. К 1-2 см³ раствора сульфата марганца прилить 1-2 см³ раствора едкого натра. К образовавшемуся осадку добавьте и 1-2 см³ бромной воды. Отметьте изменение цвета осадка.

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции, учитывая, что Mn (II) переходит в Mn (IV). Укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 4. Разложение перманганата калия при нагревании

Выполнение опыта. На дно сухой пробирки поместите немного кристалликов перманганата калия. Пробирку закрепите в держателе, и держа ее горизонтально, нагрейте до полного разложения перманганата на диоксид марганца, манганат калия и кислород. (Выделение кислорода и полноту разложения перманганата установите с помощью тлеющей лучинки). После охлаждения пробирки к сухому остатку прибавить 1 см³ воды. Отметьте цвет полученного раствора. Какое вещество находится в растворе, а какое - в осадке?

Запись данных опыта. Напишите уравнение реакции разложения перманганата калия. Укажите окислитель и восстановитель. К какому типу относится данная окислительно-восстановительная реакция?

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для студ. нехим. спец. вузов / Н. Л. Глинка. – Санкт-Петербург : Химия, 2005. – 519 с.
2. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие для студ. нехим. спец. вузов / Н. Л. Глинка. - Санкт-Петербург : Химия, 2002. – 270 с.
3. Коржуков, Н. Г. Общая и неорганическая химия : учебник для студ. нехим. спец. вузов / Н. Г. Коржуков. – Москва : МИСИС, 2004. – 510 с.
4. Коровин В. Общая химия : учебник для студ. нехим. спец. вузов / Н. В. Коровин. – Москва : Высшая школа, 2007. – 557 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания	5
Тема 1. Основные законы химии	6
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	6
Лабораторная работа «Определение эквивалентной массы металла»	8
Тема 2. Скорость химических реакций. Химическое равновесие	9
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	9
Лабораторная работа «Скорость химических реакций. Химическое равновесие»	13
Тема 3. Растворы неэлектролитов. Концентрация растворов	15
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	16
Тема 4. Растворы электролитов	19
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	19
Лабораторная работа «Электролитическая диссоциация»	22
Тема 5. Водородный показатель. Гидролиз солей	24
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	24
Лабораторная работа «Гидролиз солей»	27
Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции	28
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	28
Лабораторная работа «Окислительно-восстановительные реакции»	31
Тема 7. Гальванический элемент	32
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	33
Лабораторная работа «Гальванический элемент»	35
Тема 8. Коррозия металлов	36
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	36
Лабораторная работа «Коррозия металлов»	39
Тема 9. Электролиз расплавов и растворов	40
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	40
Лабораторная работа «Электролиз растворов»	42
Тема 10. Комплексные соединения	43
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	43
Лабораторная работа «Комплексные соединения»	46
Тема 11. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева	47
Строение атома. Химическая связь	
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	47
Тема 12. Общие свойства металлов. Металлы I-II групп и их соединения	51
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	51
Лабораторная работа «Металлы I-II групп и их соединения»	54

Тема 13. Металлы III группы и их соединения	55
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	55
Лабораторная работа «Алюминий»	58
Тема 14. Железо, кобальт, никель и их соединения	59
Теоретические вопросы. Индивидуальные задания	59
Лабораторная работа «Железо, кобальт, никель и их соединения»	61
Тема 15. Хром и его соединения	62
Теоретические вопросы	62
Лабораторная работа «Хром и его соединения»	62
Тема 16. Марганец и его соединения	64
Теоретические вопросы	64
Лабораторная работа «Марганец и его соединения»	64
Литература	66