

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования**

**«Витебский государственный технологический университет»**

**ХИМИЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ, ОРГАНИЧЕСКАЯ И  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Методические указания и контрольные задания для студентов специальностей  
1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий»,  
1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи»  
заочной формы обучения (на базе ССУЗ)

Витебск

2010

УДК 546 (07), 678 (07)

Химия неорганическая, органическая и высокомолекулярных соединений: методические указания и контрольные задания для студентов специальностей 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий», 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» заочной формы обучения (на базе ССУЗ).

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2010.

Составители: доцент Платонов А.П.,  
доцент Соколова Т.Н.,  
доцент Ясинская Н.Н.

Настоящие методические указания предназначены для самостоятельного изучения теоретического материала и выполнения контрольной работы по дисциплине «Химия неорганическая, органическая и высокомолекулярных соединений».

Одобрено на заседании кафедры химии УО «ВГТУ»

« 6 » апреля 2010 г., протокол № 8

Рецензент: ст. преподаватель Дрюкова Г.Н.  
Редактор: доцент Солтовец Г.Н.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ»

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г., протокол №

Ответственный за выпуск: Сергеев В. Ю.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч. - изд лист \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ Заказ \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

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

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Цель преподавания дисциплины «Химия неорганическая, органическая и высокомолекулярных соединений» – дать студентам теоретические и практические знания, позволяющие ориентироваться в частных вопросах, возникающих при изучении специальных дисциплин или непосредственно в практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные понятия и законы химии; иметь представление о веществе, его строении и механизме превращения химических соединений; свойства полимерных материалов. Студент должен владеть техникой химических расчётов; уметь использовать при изучении специальных дисциплин навыки самостоятельного выполнения химического эксперимента и обобщения наблюдаемых фактов; уметь пользоваться справочной литературой.

В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить контрольную работу. Студенты, которые выполнили лабораторный практикум и получили зачёт по контрольной работе, допускаются к сдаче экзамена.

Перед выполнением контрольной работы необходимо тщательно изучить основные разделы курса по конспекту лекций и учебникам. Все задачи контрольной работы должны быть решены в системе СИ. При решении ряда задач необходимо использовать справочный материал, имеющийся в приложении сборника Н.Л.Глинки «Задачи и упражнения по общей химии» [2].

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена. Для замечаний рецензента необходимо оставить поля. Номера и условия задач нужно переписывать в том порядке, в котором они приведены в задании. Работа должна быть подписана студентом и представлена в университет на рецензирование.

Если контрольная работа не зачтена, она высылается студенту. Необходимо исправить все ошибки и прислать работу на повторное рецензирование. Исправления выполняются в конце тетради, а не в первоначальном тексте. Зачтённые контрольные работы остаются на кафедре, студенты их защищают во время сессии.

Каждый студент выполняет вариант контрольной работы по последней цифре номера студенческого билета. Например, студент, имеющий студенческий билет № 152232, выполняет вариант 2, а студент, имеющий студенческий билет № 152230, выполняет вариант 10.

# ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

## Лабораторная работа № 1

### СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

#### ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

**Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакции в гомогенной системе.**

**Взаимодействие тиосульфата натрия с серной кислотой**

**Материалы и реактивы:** штатив с бюретками, содержащими раствор тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )—0,15М, раствор серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – 0,5н, воды дистиллированной; секундомеры, штатив с пробирками.

**Выполнение опыта.** Реакция тиосульфата натрия с серной кислотой протекает по уравнению:



Предварительно проделайте качественный опыт, для чего в пробирку внесите 2мл 0,15М  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и 2мл 0,5н  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Объем $\text{H}_2\text{O}$ , мл	Объем раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	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	С		
2	2	1	1	2С		
3	3	-	1	3С		

После приливания поочередно в каждую из трех пробирок по 1 мл серной кислоты, отметьте 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

Материалы и реактивы: штатив с бюретками, содержащими раствор тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )–0,15М, раствор серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – 0,5н, воды дистиллированной; секундомеры, штатив с пробирками, химические стаканы с водой, электроплитка.

Выполнение опыта. Проведите реакцию взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой при трех различных температурах: 1) – при комнатной температуре; 2) – при температуре на  $10^\circ$  выше комнатной; 3) – при температуре на  $20^\circ$  выше комнатной. Для этого необходимо взять шесть пробирок: в первые три налейте по 2мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а во вторые – по 2мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и разделите 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 с химический стакан с водой, подогретой до температуры на  $10^\circ$  выше комнатной. Через 5 мин. содержимое пробирок слейте вместе и отметьте время появления мути. Аналогично проведите опыт с третьей парой пробирок при температуре на  $20^\circ$  выше комнатной.

Запись данных опыта. Данные опыта занести в таблицу.

№ проб	Объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Объем раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	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			

Подсчитайте значение температурного коэффициента для изученной реакции. Какие значения принимает температурный коэффициент для большинства реакций?

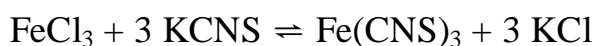
Сделайте вывод о зависимости скорости химической реакции от температуры.

### Опыт 3. Химическое равновесие и его смещение

Материалы и реактивы: колба на 100 мл, разбавленный и насыщенный растворы хлорида железа ( $\text{FeCl}_3$ ), кристаллы и раствор роданида калия ( $\text{KCNS}$ ), кристаллы хлорида калия ( $\text{KCl}$ ), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В небольшой колбе смешайте по 10мл 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 первую из оставшихся пробирок добавьте насыщенный раствор хлорида железа, во вторую – 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 ту или иную сторону. Запишите свои наблюдения. Напишите выражение константы равновесия данной реакции. В каком направлении смещается равновесие в каждой пробирке? Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

Сделайте вывод о влиянии концентрации реагирующих веществ на смещение химического равновесия.

## Лабораторная работа № 2

### *РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ*

#### Опыт 1. Электропроводность растворов

Материалы и реактивы: угольные электроды, электрическая лампочка с проводниками электрического тока, стаканы с кристаллическим сахаром, поваренной солью (NaCl), с 0,1н растворами сахара, соли (NaCl), серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), щелочи (NaOH), уксусной кислоты (CH<sub>3</sub>COOH), гидроксида аммония (NH<sub>4</sub>OH) и воды дистиллированной.

Выполнение опыта. Угольные электроды опустите в стакан емкостью 100мл 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 30-50мл 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, NH<sub>4</sub>OH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, раствора 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

Материалы и реактивы: угольные электроды, электрическая лампочка с проводниками электрического тока, стакан с концентрированной уксусной кислотой (CH<sub>3</sub>COOH), вода дистиллированная.

Выполнение опыта. В стакан с концентрированной уксусной кислотой 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

Материалы и реактивы: раствор уксусной кислоты (CH<sub>3</sub>COOH) – 0,1н, метилоранж, кристаллический ацетат натрия (CH<sub>3</sub>COONa), раствор гидроксида аммония (NH<sub>4</sub>OH) – 0,1н, фенолфталеин, кристаллический хлорид аммония (NH<sub>4</sub>Cl), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. А) Налейте в две пробирки по 1 мл 0,1н раствора уксусной кислоты и по 1 капле метилоранжа. Добавьте в одну пробирку немного кристаллического ацетата натрия CH<sub>3</sub>COONa. Содержимое пробирки перемешайте. Сравните интенсивность окраски в пробирках.

Б) Налейте в две пробирки по 1 мл 0,1н раствора гидроксида аммония и по 1 капли фенолфталеина. Добавьте в одну пробирку немного кристаллическо-

го хлорида аммония и хорошо перемешайте. Сравните 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 и установление их характера

Материалы и реактивы: 0,5н растворы сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ), цинка ( $\text{ZnSO}_4$ ), марганца ( $\text{MnSO}_4$ ), и алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), раствор гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ) — 2н, раствор соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) — 2н, штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В четыре пробирки налейте по 2 мл: в первую —  $\text{CuSO}_4$ , во вторую —  $\text{ZnSO}_4$  в третью —  $\text{MnSO}_4$ , в четвертую —  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . В каждую пробирку добавьте по каплям раствор гидроксида натрия 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 ( $\text{HCl}$ ), а на другую — раствором щелочи ( $\text{NaOH}$ ).

Запись данных опыта. Полученные данные занести в таблицу:

Формула взятой соли	Формула полученного гидроксида	Растворимость гидроксида		Заключение о характере гидроксида
		В кислоте	В щелочи	

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



## Лабораторная работа № 3

### **ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ**

#### Опыт 1. Окислительные свойства $\text{KMnO}_4$

Материалы и реактивы: раствор перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) – 1%, раствор серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – 2н, раствор гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ) – 2н, вода дистиллированная, кристаллический сульфит натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В три пробирки внести по 2 мл перманганата калия. В одну пробирку добавить 1 мл 2н раствора серной кислоты, во вторую – столько же 2н раствора гидроксида натрия, в третью – такое же количество воды. Во все три пробирки внести по два микрошпателя кристаллического сульфита натрия и перемешать растворы до полного растворения кристаллов. Отметить изменение окраски во всех трех случаях.

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций восстановления перманганата калия в кислой, щелочной и нейтральной средах. До какой степени окисления восстанавливается перманганат калия в растворах с  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{pH} > 7$ ? (Учесть, что соединения марганца в различных степенях имеют различные окраски: ион  $\text{MnO}_4^-$  имеет фиолетовую окраску, ион  $\text{MnO}_4^{2-}$  – зеленую, ион  $\text{Mn}^{2+}$  – в слабо концентрированных растворах практически бесцветен,  $\text{MnO}_2$  и  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  являются трудно растворимыми веществами бурого цвета).

Сделать вывод, чем является в окислительно-восстановительных реакциях  $\text{KMnO}_4$  и почему.

#### Опыт 2. Влияние кислотности среды на скорость окисления

Материалы и реактивы: раствор иодида калия (KI) – 10%, раствор серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – 2н, раствор уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) – 2н, раствор перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) – 1%, штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В две пробирки налейте по 2 мл раствора KI. В первую пробирку прилейте 1 мл 2н раствора серной кислоты, а во вторую – 1 мл 2н раствора уксусной кислоты. В обе пробирки добавьте 2 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Отметьте, в какой пробирке быстрее исчезает окраска  $\text{KMnO}_4$ .

Запись данных опыта. Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций.

Сделайте вывод о влиянии силы кислоты на скорость реакции.

### Опыт 3. Окислительные свойства $K_2Cr_2O_7$

Материалы и реактивы: раствор бихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ) – 10%, раствор серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) – 2н, кристаллический сульфит натрия ( $Na_2SO_3$ ), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. К 2 мл раствора  $K_2Cr_2O_7$  прилейте 1 мл 2н раствора серной кислоты и прибавьте немного кристаллического сульфита натрия. Как изменилась окраска раствора?

Запись данных опыта. Напишите соответствующее окислительно-восстановительное уравнение реакции.

Укажите, что является восстановителем и окислителем и почему.

### Опыт 4. Окислительно-восстановительные свойства солей азотистой кислоты

Материалы и реактивы: раствор KI – 10%, раствор серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) – 2н, раствор нитрита калия ( $KNO_2$ ) – 10%, раствор перманганата калия ( $KMnO_4$ ) – 1%, штатив с пробирками.

Выполнение опыта. А) К 2 мл раствора KI добавьте 1 мл серной кислотой, прилейте 1 мл раствора  $KNO_2$ . Отметьте происходящие изменения.

Б) К 2 мл раствора  $KMnO_4$  добавьте 1 мл серной кислотой, прилейте 1 мл раствора  $KNO_2$ . Отметьте происходящие изменения.

Запись данных опыта. Напишите соответствующие окислительно-восстановительные уравнения реакций. Укажите, что является восстановителем и окислителем.

Сделайте вывод, почему нитрит калия обладает окислительно-восстановительной двойственностью.

## **Лабораторная работа № 4**

### **АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ**

#### Опыт 1. Свойства алканов

Материалы и реактивы: бромная вода ( $Br_2$ ), раствор перманганата калия ( $KMnO_4$ ) – 1%, гексан ( $C_6H_{14}$ ), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В предварительно приготовленные отдельные пробирки с растворами бромной воды и  $\text{KMnO}_4$  прилейте по 2-3 капли гексана. Изменяется ли окраска этих растворов?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций. Подвергается ли бромированию и окислению гексан? Сделайте вывод о реакционной способности алканов.

### Опыт 2. Свойства алкенов

Материалы и реактивы: бромная вода ( $\text{Br}_2$ ), раствор перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) – 1%, скипидар ( $\text{R-CH=CH}_2$ , смесь алкенов  $\text{C}_{10}$  -  $\text{C}_{16}$ ), штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В предварительно приготовленные отдельные пробирки с растворами бромной воды и  $\text{KMnO}_4$  прилейте по 2-3 капли скипидара. Изменяется ли окраска этих растворов?

Запись данных опыта. Напишите уравнения происходящих реакций. Укажите, какой тип реакций характерен для гомологов этилена. Сделайте вывод о реакционной способности алкенов.

### Опыт 3. Свойства алкинов

Материалы и реактивы: карбид кальция ( $\text{CaC}_2$ ), вода дистиллированная ( $\text{H}_2\text{O}$ ), бромная вода ( $\text{Br}_2$ ), раствор перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) – 1%, аммиачный раствор закиси меди ( $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ), штатив с пробирками, держатель для пробирок, газоотводная трубка, спички.

Выполнение опыта. В сухую пробирку поместите 3-4 кусочка карбида кальция и добавьте воды так, чтобы её уровень был значительно выше слоя карбида в пробирке. Отверстие пробирки закройте пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите сначала в пробирку с бромной водой, с раствором  $\text{KMnO}_4$ , а затем с аммиачным раствором закиси меди. Изменяется ли окраска этих растворов? После этого подожгите выделяющийся газ у конца газоотводной трубки. Каким пламенем горит ацетилен?

Запись данных опыта. Напишите уравнения всех происходящих реакций. Укажите, какие типы реакций характерны для ацетилена. Сделайте вывод о реакционной способности алкинов.

### **Техника безопасности**

Все опыты выполнять в вытяжном шкафу, т.к. пары брома ядовиты.

## Лабораторная работа № 5

### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

(Спирты, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты)

#### **Опыт 1. Образование этилата натрия**

Материалы и реактивы: металлический натрий (Na), этиловый спирт (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), дистиллированная вода (H<sub>2</sub>O), фенолфталеин, фильтровальная бумага, пипетка, стеклянный шпатель, штатив с пробирками, спички.

Выполнение опыта. В сухую пробирку поместите небольшой кусочек (с рисовое зёрнышко) металлического натрия и добавьте 3-4 капли этилового спирта, отверстие пробирки закройте большим пальцем. По окончании реакции поднесите горящую спичку к отверстию пробирки и откройте её. Что Вы наблюдаете?

Затем в эту же пробирку добавьте 2-3 капли дистиллированной воды и 1-2 капли фенолфталеина. Что Вы наблюдаете?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций. Сделайте выводы: какое свойство спирта проявляется в этой реакции? Почему появилось окрашивание?

#### **Опыт 2. Взаимодействие одно- и многоатомных спиртов с гидроксидом меди в щелочной среде**

Материалы и реактивы: раствор сульфата меди (CuSO<sub>4</sub>) – 2%, раствор гидроксида натрия (NaOH) – 10%, реактив 1, реактив 2, штатив с пробирками.

Выполнение опыта. В пробирку налейте 1 мл 2%-ного раствора сульфата меди (CuSO<sub>4</sub>), добавьте 2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (NaOH) и встряхните пробирку. Образовавшийся студенистый осадок голубого цвета разделите на две пробирки. К одной из них добавьте 2-3 капли реактива 1, а к другой реактива 2. Что Вы наблюдаете?

Запись данных опыта. Напишите уравнения соответствующих реакций. Сделайте вывод: почему только в одной пробирке голубой осадок растворился? Какой из реактивов будет одноатомным, а какой многоатомным спиртом?

#### **Опыт 3. Получение хлористого этила**

Материалы и реактивы: хлористый натрий (NaCl), серновинная кислота (смесь концентрированной серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) с равным количеством эти-

лового спирта ( $C_2H_5OH$ )), штатив с пробирками, пробка с газоотводной трубкой, стеклянный шпатель, держатель для пробирок, спиртовка, спички.

Выполнение опыта. В сухую пробирку поместите 1 г хлористого натрия ( $NaCl$ ) и добавьте 1 мл серновинной кислоты. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой и нагрейте на пламени спиртовки до кипения. Затем конец газоотводной трубки внесите в пламя спиртовки. Отметьте, в какой цвет окрашивается пламя спиртовки.

Запись данных опыта. Напишите соответствующие уравнения реакций. Сделайте вывод: почему окрашивается пламя спиртовки и за счёт чего происходит эта реакция?

#### **Опыт 4. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта**

Материалы и реактивы: этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ), раствор серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) – 2н, раствор перманганата калия ( $KMnO_4$ ) – 0,1н, фуксиносернистая кислота, штатив с пробирками, держатель для пробирок, спиртовка, спички.

Выполнение опыта. В пробирку поместите 2 мл этилового спирта ( $C_2H_5OH$ ), добавьте 2 мл 2н раствора серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) и 2 мл 0,1 н раствора  $KMnO_4$  и слегка нагрейте на пламени спиртовки. С изменением окраски раствора появляется запах, характерный для уксусного альдегида, напоминающий запах антоновских яблок.

В сухую пробирку поместите 1 мл фуксиносернистой кислоты и прилейте 1-2 капли полученного раствора. Появление розово-фиолетового окрашивания (цветная реакция на альдегид) подтверждает наличие альдегида.

Запись данных опыта. Что Вы наблюдаете? Напишите соответствующие уравнения реакций.

#### **Опыт 5. Реакция с реактивом Фелинга**

Опыт проводите параллельно с альдегидом (глюкоза) и кетоном (ацетон).

Материалы и реактивы: реактив Фелинга, кетон (ацетон –  $C_2H_6CO$ ), альдегид (глюкоза), штатив с пробирками, держатель для пробирок, спиртовка, спички.

Выполнение опыта. В две пробирки поместите по 2 мл раствора Фелинга. В одну пробирку добавьте 1 мл альдегида, во вторую – 1 мл кетона. Пробирки нагрейте на пламени спиртовки. Что Вы наблюдаете?

Запись данных опыта. Напишите уравнения соответствующих реакций. Сделайте вывод: в какой пробирке наблюдается образование осадка и почему?

### Опыт 6. Реакция с гидросульфитом (бисульфитом) натрия

Материалы и реактивы: насыщенный раствор бисульфита натрия ( $\text{HSO}_3\text{Na}$ ), ацетон ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{CO}$ ), раствор соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ) – 2н, штатив с пробирками, стеклянная палочка.

Выполнение опыта. В пробирку налейте 2 мл насыщенного раствора бисульфита натрия ( $\text{HSO}_3\text{Na}$ ) и добавьте 1 мл ацетона ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ). Разогревшуюся смесь сильно встряхните и охладите в струе холодной воды. Если осадок сразу не образуется, то потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки.

Затем в пробирку с образовавшимся кристаллическим осадком прилейте разбавленной соляной кислоты. Что Вы наблюдаете?

Запись данных опыта. Напишите уравнения реакций. Сделайте вывод: почему образуется осадок и почему он исчезает?

### Опыт 7. Получение уксусноэтилового эфира (этилацетата)

Материалы и реактивы: концентрированная (ледяная) уксусная кислота ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), концентрированная серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), этиловый спирт ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), насыщенный раствор поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ), штатив с пробирками, держатель для пробирок, спиртовка, спички.

Выполнение опыта. В пробирке смешайте 2 мл этилового спирта ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), 2 мл концентрированной уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) и 0,5 мл концентрированной серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Смесь в пробирке хорошо перемешайте и нагрейте на водяной бане при температуре  $70^\circ\text{C}$  3-5 мин. После охлаждения раствора ощущается приятный запах этилацетата. Его можно выделить из смеси добавлением равного объема насыщенного раствора поваренной соли. При этом эфир всплывает вверх в виде бесцветной жидкости.

Запись данных опыта. Напишите уравнения происходящих реакций.

### **Техника безопасности**

1. Металлический натрий разъедает кожные ткани, поэтому брать его необходимо шпателем, просушивать фильтровальной бумагой.

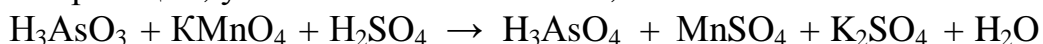
2. Соблюдайте правила нагревания. Нагревание растворов проводите осторожно, направив отверстие пробирки от себя и от соседа. Чтобы предотвратить выброс смеси из пробирки, добавьте кипяtilьные камешки.
3. Соблюдайте осторожность при работе с концентрированными кислотами.
4. Склянку с фуксиносернистой кислотой не оставляйте открытой и опыт проводите в вытяжном шкафу.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### Вариант 1

1. При окислении 2,81 г металла получено 3,21 г оксида металла. Вычислите массу эквивалентную металла, массу эквивалентную оксида металла и атомную массу металла, если валентность металла равна двум.
2. Равновесие реакции  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$  установилось при следующих концентрациях:  $C(N_2) = 0,5$  моль/дм<sup>3</sup>,  $C(H_2) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>,  $C(NH_3) = 1,6$  моль/дм<sup>3</sup>. Определите исходные концентрации азота и водорода.
3. Сколько граммов 20% раствора поваренной соли (NaCl) надо добавить к 400 г воды, чтобы получить 12% раствор соли?
4. Определите моляльную концентрацию (С<sub>м</sub>) бинарного электролита (AB), если его водный раствор замерзает при температуре – 0,298°С, а кажущаяся степень диссоциации  $\alpha_{AB}$  равна 0,6. Криоскопическая константа воды 1,86°С.
5. При смешивании растворов сульфата алюминия и соды (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) в осадок выпадает гидроксид алюминия. Объясните причину этого явления, составьте молекулярное, полное ионное и сокращенное ионное уравнения реакции гидролиза.
6. Исходя из степени окисления марганца в веществах KMnO<sub>4</sub>, MnO<sub>2</sub>, Mn, определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:



7. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых кадмий (Cd) является анодом, а в другом – катодом. Напишите уравнения электродных процессов.
8. Получите 2-метилбутан реакцией Вюрца и для него приведите уравнения реакций бромирования и нитрования.
9. Из соответствующего галогенпроизводного получите 3-метил-1-пентанол. Как полученный продукт вступает в реакции: а) с бромистым водородом; б) с металлическим натрием; в) окисления.

10. Напишите уравнения реакций полимеризации винилхлорида и хлоропрена. Назовите продукты реакций, их промышленное значение.

### Вариант 2

1. При взаимодействии 0,584 г цинка с кислотой выделилось 0,219 см<sup>3</sup> водорода, измеренного при 17° С и давлении 98,3 кПа. Определите массу эквивалентную цинка.
2. Скорость некоторой реакции при повышении температуры с 40°С до 70°С увеличилась в 8 раз. Определите температурный коэффициент реакции.
3. Сколько граммов 15% раствора KCl надо добавить к 2 кг 40% раствора этой соли, чтобы получить 30% раствор?
4. В 1 дм<sup>3</sup> воды растворили 1,42 г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Определите, при какой температуре начнёт замерзать полученный раствор. Кажущуюся степень диссоциации  $\alpha$  Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в этом растворе принять равной 0,7. Криоскопическая константа воды 1,86°С.
5. Напишите молекулярное и ионное уравнения гидролиза водных растворов солей: ZnCl<sub>2</sub>; KNO<sub>2</sub>. Укажите pH среды (больше или меньше 7).
6. Исходя из степени окисления хлора в веществах HClO<sub>4</sub>, HCl, Cl<sub>2</sub>, определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите, восстановитель, окислитель:  
$$\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$$
7. Электролиз раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2А в течение 4 часов. Сколько граммов серебра выделилось на катоде?
8. Получите пропен дегидратацией соответствующего спирта. Напишите реакции пропена: а) с бромной водой; б) с водным раствором KMnO<sub>4</sub>. Какое значение имеют эти реакции?
9. Получите изомаляновый альдегид из соответствующего спирта. Как полученный альдегид будет реагировать с аммиачным раствором серебра [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] OH ?
10. Напишите цепочку превращений: 2-метилбутан → изопрен → изопреновый каучук. Укажите реагенты, назовите реакции и дайте им определения.

### Вариант 3

1. При растворении в разбавленной серной кислоте 18 г трёхвалентного металла выделилось 22,4 дм<sup>3</sup> водорода (н.у.). Определите атомную массу этого металла.
2. Равновесие реакции  $2 \text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \leftrightarrow 2 \text{NO}_{2(г)}$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ:  $C(\text{NO}) = 0,004$  моль / дм<sup>3</sup>,



- $C(\text{O}_2) = 0,04$  моль / дм<sup>3</sup>,  $C(\text{NO}_2) = 0.004$  моль / дм<sup>3</sup>. Определите значение константы равновесия реакции и исходные концентрации оксида азота (II) и кислорода.
- Определите процентную концентрацию раствора соли, полученного при смешивании 400 г 35% раствора соли и 700 г 15% раствора соли.
  - 60 г неэлектролита растворено в 1500 г воды. Раствор замерзает при  $T = 1,86^\circ \text{C}$ . Определите мольную массу растворённого вещества. Криоскопическая константа воды  $1,86^\circ \text{C}$ .
  - Напишите молекулярное и ионное уравнения гидролиза водных растворов солей:  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Укажите pH среды (больше или меньше 7).
  - Исходя из степени окисления серы в веществах  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:
 
$$\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
  - Железное изделие покрыто медью. Какое это покрытие – анодное или катодное? Какие процессы происходят на поверхности металлов во влажном воздухе, если нарушена целостность покрытия?
  - Напишите уравнения реакций взаимодействия бутин-1: а) с  $\text{HBr}$ , б) с  $\text{H}_2\text{O}$  (реакция Кучерова). Назовите полученные соединения по заместительной номенклатуре.
  - Из бензола получите фенол кумольным способом и напишите для него уравнения реакций: а) с бромной водой; б) с водным раствором  $\text{NaOH}$ .
  - Напишите уравнения реакций полимеризации 2-метилпропена и 2-метилбутадиена-1,3. Назовите продукты реакций, дайте определение реакции полимеризации.

#### Вариант 4

- 48,6 г магния и 27,6 г неизвестного металла соединили с одним и тем же количеством кислорода. Определите массу эквивалентную металла и массу эквивалентную оксида металла.
- Реакция протекает по уравнению:  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{I}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{HI}_{(\text{г})}$ . Равновесие установилось при следующих концентрациях, участвующих в реакции веществ:  $C_{\text{H}_2} = C_{\text{I}_2} = 0,005$  моль / дм<sup>3</sup>,  $C_{\text{HI}} = 0.04$  моль / дм<sup>3</sup>. Определите значение константы равновесия реакции, а также исходную концентрацию йода.
- Определите молярную ( $C_M$ ) и нормальную ( $C_N$ ) концентрации 19,8% раствора  $\text{MgSO}_4$ , имеющего плотность  $1,215$  г / см<sup>3</sup>.
- Давление пара воды ( $P_0$ ) при  $100^\circ \text{C}$  равно  $101,3$  кПа. Вычислите давление пара ( $P$ ) над 4% водным раствором мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  при этой же температуре.

- Укажите характер среды (кислая, нейтральная, щелочная) в водных растворах солей: KCN, Na<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Составьте соответствующие молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей.
- Исходя из степени окисления хрома в веществах K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, CrCl<sub>3</sub>, Cr, определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:  

$$\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$$
- При электролизе водного раствора сульфата натрия получили 224 дм<sup>3</sup> водорода (н. у.). Напишите уравнения реакций, протекающих на инертных электродах и рассчитайте, сколько времени протекал электролиз, если сила тока была 40 А.
- Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетилена и метилацетилена с водой в присутствии солей ртути. Кто открыл эту реакцию?
- Из соответствующего галогенпроизводного получите 2-пентанол; для этого спирта напишите уравнения реакций: а) образования алкоголята натрия; б) окисления; в) образования сложного эфира.
- Какая реакция называется полимеризацией? Напишите уравнения реакций полимеризации пропилена и 1,3 – бутадиена.

### Вариант 5

- Сколько дм<sup>3</sup> кислорода (н.у.) расходуется при сгорании 4,8 г металла, масса эквивалентная которого 12 г/моль?
- Во сколько раз изменяется скорость химической реакции, если температуру повысить на 80° С, а температурный коэффициент скорости равен 2?
- Определите молярную (C<sub>м</sub>) и нормальную (C<sub>н</sub>) концентрации 10% водного раствора NaOH, имеющего плотность 1,1 г/см<sup>3</sup>.
- Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего 0,736 г глицерина C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub> в 400 см<sup>3</sup> раствора при 10°С.
- При смешивании растворов солей CrCl<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>S гидролиз обеих солей доходит до конца. Составьте молекулярное и ионное уравнения совместного гидролиза этих солей.
- Исходя из степени окисления азота в веществах HNO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:  

$$\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$$
- Как происходит атмосферная коррозия лужёной меди (покрытой оловом) при нарушении цельности покрытия? Составьте уравнения анодного и катодного процессов.

8. Напишите уравнения реакций и назовите продукты, образующиеся при взаимодействии ацетилен: а) с бромной водой; б) с аммиачным раствором гидроксида меди  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ; в) с водой в присутствии  $\text{HgSO}_4$ .
9. Напишите схему электронного строения молекулы бензола. В чём причина ароматических свойств бензола? Приведите уравнения реакций, подтверждающих ароматические свойства бензола: галогенирование, нитрование, сульфирование, метилирование.
10. Напишите цепочку превращений: ацетилен  $\rightarrow$  винилацетилен  $\rightarrow$  2-хлорбутадиен-1,3  $\rightarrow$  хлоропреновый каучук. Назовите реакции, дайте определение реакции полимеризации.

### Вариант 6

1. На нейтрализацию 14,6 г кислоты расходуется 200 г 11% раствора щёлочи, масса эквивалентная которой 56 г-моль. Определите массу эквивалентную кислоты.
2. Реакция идёт по уравнению:  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ . Концентрации реагирующих веществ были:  $C(\text{NO}) = 0,03$  моль/дм<sup>3</sup>,  $C(\text{O}_2) = 0,05$  моль/дм<sup>3</sup>. Как изменится скорость химической реакции при увеличении концентрации  $\text{NO}$  до 0,09 моль/дм<sup>3</sup>, а концентрации кислорода до 0,15 моль/дм<sup>3</sup>?
3. Определите молярную ( $C_M$ ), нормальную ( $C_N$ ) и молальную ( $C_m$ ) концентрации 70% водного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , имеющего плотность 1,62 г/см<sup>3</sup>.
4. Вычислите температуру замерзания 10% водного раствора глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Криоскопическая константа воды 1,86°C.
5. Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции, протекающей при совместном гидролизе двух солей:  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .
6. Исходя из степени окисления азота в веществах  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении, укажите восстановитель, окислитель:  

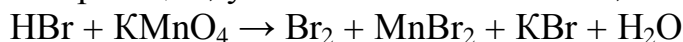
$$\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
7. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из медной и серебряной пластинок, опущенных в растворы их солей и соединённых проводником. Вычислите Э.Д.С. этого элемента, если концентрация каждой соли  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{AgNO}_3$  1 моль/дм<sup>3</sup>.
8. Напишите уравнения реакций присоединения к 2-метилпропену: а) бромной воды; б) водного раствора  $\text{KMnO}_4$ ; в) воды в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Назовите продукты реакций. Какие из них являются качественными на двойную связь и почему?
9. Из соответствующего кетона получите бутанол-2, напишите для него уравнения реакций взаимодействия: а) с  $\text{PCl}_5$ ; б) с уксусной кислотой; г) с металлическим натрием. Назовите продукты реакций.

10. Напишите цепочку превращений: этанол  $\rightarrow$  1,3-бутадиен  $\rightarrow$  бутадиеновый каучук. Укажите условия проведения реакций, назовите эти реакции. Приведите определение реакции полимеризации.

### Вариант 7

1. При взаимодействии 14г металла с водой выделилось 0,42 дм<sup>3</sup> водорода, измеренного при температуре 20° С и давлении 103, 9 кПа. Определите массу эквивалентную металла.
2. Константа равновесия химической реакции  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{J}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{HJ}_{(\text{г})}$  при некоторой температуре равна 4. Рассчитайте равновесную концентрацию HJ, если исходные концентрации  $\text{H}_2$  и  $\text{J}_2$  равны соответственно: 0,030 моль/дм<sup>3</sup> и 0,012 моль/дм<sup>3</sup>.
3. Определите массовую долю  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в процентах ( $\omega$  %) и нормальную концентрацию ( $C_N$ ) раствора, полученного смешиванием 100 см<sup>3</sup> 96% серной кислоты, плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup>, с 410 см<sup>3</sup> воды.
4. Сколько граммов глицерина  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  надо растворить в 200г воды, чтобы раствор замерзал при  $-1^\circ\text{C}$ . Криоскопическая константа воды 1,86°С.
5. Какие из солей:  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – при растворении в воде создают кислую реакцию среды? Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей.
6. Исходя из степени окисления брома в веществах  $\text{HBrO}_4$ ,  $\text{HBrO}$ ,  $\text{HBr}$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность.

На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:



7. Вычислите время, в течение которого должен пропускаться ток силой 5А через раствор  $\text{NiSO}_4$ , чтобы на катоде выделилось 30г никеля.
8. Используя соль соответствующей карбоновой кислоты, получите пропан и напишите уравнения реакций бромирования и горения пропана.
9. Из бензола через сульфопроизводные получите пара-ксилол. Для полученного вещества напишите уравнения реакций с: а) бромистым изопропилом; б) с водным раствором  $\text{NaOH}$ .
10. Дайте определение реакции поликонденсации. Напишите схему реакции получения лавсана из терефталевой кислоты и этиленгликоля. Какие свойства лавсана обуславливают его применение в лёгкой промышленности?

### Вариант 8

1. Вычислите массу эквивалентную азота в соединении с кислородом, содержащим 36,86% азота, и в соединении азота с водородом, содержащим 17,74% водорода.

2. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции  $A_{(r)} + 2B_{(r)} \rightarrow C_{(r)}$  при увеличении давления в системе в 3 раза? Как изменится скорость химической реакции при повышении температуры на  $30^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент скорости реакции равен 2?
3. Из 730г 48% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  выпарили 300г воды. Определите молярную ( $C_M$ ), нормальную ( $C_N$ ) моляльную ( $C_m$ ) концентрации полученного раствора, если его плотность равна  $1,65 \text{ г/см}^3$ .
4. Раствор, содержащий 1,74г растворённого вещества в 45г воды, замерзает при  $-1,20^{\circ}\text{C}$ . Криоскопическая константа воды  $1,86^{\circ}\text{C}$ . Вычислите молярную массу растворённого вещества.
5. Какие из солей в водном растворе подвергаются гидролизу:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ? Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей.
6. Исходя из степени окисления марганца в веществах  $\text{Mn}$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:  

$$\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$$
7. Сколько разложится воды при пропускании через раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  тока силой 5А в течение 2 часов?
8. Для пропена напишите схемы реакции: гидрирования, гидратации, окисления, полимеризации. Укажите условия и реагенты для проведения этих реакций. Для какой из реакций надо использовать правило Марковникова?
9. Напишите уравнения реакций получения уксусной и щавелевой кислот из этилена. Напишите уравнения диссоциации этих кислот и укажите, какая из них проявляет более сильные кислотные свойства.
10. Осуществите цепочку превращений: бензол  $\rightarrow$  1.4-диметилбензол  $\rightarrow$  терефталевая кислота  $\rightarrow$  полиэтилентерефталат.

### Вариант 9

1. При взаимодействии 3,24г трёхвалентного металла с кислотой выделилось  $4,03 \text{ дм}^3$  водорода (н.у.). Определите массу эквивалентную металла и атомную массу металла.
2. Вычислите константу равновесия реакции  $2\text{SO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)} \leftrightarrow 2\text{SO}_{3(r)}$ , если равновесная концентрация  $C(\text{SO}_3)=0,04 \text{ моль/дм}^3$ , а исходные концентрации:  $C(\text{SO}_2)=1 \text{ моль/дм}^3$ ;  $C(\text{O}_2)=0,8 \text{ моль/дм}^3$ .
3. Определите молярную ( $C_M$ ), нормальную ( $C_N$ ) и моляльную ( $C_m$ ) концентрации в 20% растворе ортофосфорной ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) плотностью  $1,12 \text{ г/см}^3$ .
4. Вычислите температуру кипения 6% водного раствора глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Эбуллиоскопическая константа воды  $0,52^{\circ}\text{C}$ .

5. Какое значение pH среды (больше или меньше 7) имеют растворы солей:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей.
6. Исходя из степени окисления серы в веществах  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:
 
$$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
7. Как происходит коррозия в кислой среде лужённого железа (покрытого оловом) при нарушении целостности покрытия? Составьте уравнения анодного и катодного процессов.
8. Для алкена  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  напишите структурные формулы всех изомеров и назовите их по заместительной номенклатуре. С помощью каких реакций можно доказать наличие двойной связи в соединении? Подтвердите соответствующими уравнениями.
9. Напишите для этилбензола уравнения реакций: а) нитрования; б) сульфирования; в) бромирования. Назовите полученные соединения.
10. Какие реакции используют для получения высокомолекулярных соединений? Приведите примеры реакции полимеризации и реакции поликонденсации. Назовите исходные и конечные продукты.

### Вариант 10

1. 1 г калия соединяется с 0,9 г хлора, а также с 2 г брома. Вычислите массу эквивалентную брома, если масса эквивалентная хлора 35,5 г/моль.
2. Вычислите константу химического равновесия для реакции  $\text{A}_{(г)} + 2\text{B}_{(г)} \leftrightarrow \text{C}_{(г)} + \text{D}_{(г)}$ , если исходные концентрации веществ равны  $\text{C}_\text{A} = 6$  моль/дм<sup>3</sup>,  $\text{C}_\text{B} = 5$  моль/дм<sup>3</sup> и к моменту наступления равновесия прореагировало 80% вещества В.
3. Определите массовую долю в процентах ( $\omega\%$ ) и молярную ( $\text{C}_\text{м}$ ) концентрации 4,9 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  плотностью 1,15 г/см<sup>3</sup>.
4. Вычислите молярную концентрацию раствора ( $\text{C}_\text{М}$ ), осмотическое давление которого 113,46 кПа при температуре 0°C.
5. Какое значение pH (больше или меньше 7) имеют водные растворы солей:  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей.
6. Исходя из степени окисления хрома в веществах  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , определите, какое из них может быть только восстановителем, только окислителем или проявляет окислительно-восстановительную двойственность. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите восстановитель, окислитель:
 
$$\text{KCrO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$$

7. Какой объём кислорода (н.у) выделится на аноде при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  током силой 3А в течение 1 часа?
8. Для алкина  $\text{C}_5\text{H}_8$  напишите структурные изомеры и назовите их по заместительной номенклатуре. Напишите реакцию 3-метилбутина-1 с избытком  $\text{HBr}$ , назовите продукт реакции.
9. Из бензола получите нитробензол, а затем введите его в реакцию с метилхлоридом. Для полученного продукта напишите уравнения реакций: а) восстановления – реакция Н.Н. Зинина; б) окисления.
10. Напишите схему реакции поликонденсации адипиновой кислоты (гександиовой кислоты-1,6) и гексаметилендиамина (гександиамина-1,6).

## РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

### Задача 1

На восстановление 7,09 г оксида двухвалентного металла требуется 2,24  $\text{дм}^3$  водорода (н.у.). Вычислите эквивалентную массу оксида и эквивалентную массу металла. Чему равна атомная масса металла?

Решение. Согласно закону эквивалентов, массы реагирующих друг с другом веществ  $m_1$  и  $m_2$  пропорциональны их эквивалентным массам:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_{\text{э}_1}}{m_{\text{э}_2}};$$

$$\frac{m_{\text{MeO}}}{m_{\text{э}_{\text{MeO}}}} = \frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{э}_{\text{H}_2}}}.$$

Если одно из веществ находится в газообразном состоянии, то его количество измеряется в объемных единицах. Мольный объём любого газа при н.у. равен 22,4  $\text{дм}^3$ . Эквивалентный объём водорода, молекула которого состоит из двух атомов, равен:

$$22,4 \text{ дм}^3 : 2 = 11,2 \text{ дм}^3.$$

Поэтому:

$$\frac{m_{\text{MeO}}}{m_{\text{э}_{\text{MeO}}}} = \frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{э}_{\text{H}_2}}},$$

$$\frac{7,09}{m_{\text{э}_{\text{MeO}}}} = \frac{2,24}{11,2},$$

$$m_{\text{эMeO}} = \frac{7,09 \times 11,2}{2,24} = 35,45 \text{ г / моль.}$$

Согласно закону эквивалентов:

$$m_{\text{эMeO}} = m_{\text{эMe}} + m_{\text{эO}_2},$$

$$m_{\text{эMe}} = m_{\text{эMeO}} - m_{\text{эO}_2} = 35,45 - 8 = 27,45 \text{ г / моль,}$$

$$m_{\text{эMe}} = \frac{A}{B},$$

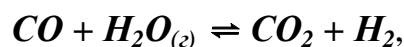
где:  $A$  – мольная масса металла;  $B$  – валентность металла.

$$A = m_{\text{эMe}} \times B = 27,45 \times 2 = 54,9 \text{ г / моль.}$$

Так как атомная масса в а.е.м. численно равна мольной массе, выраженной в г/моль, то искомая масса металла 54,9 а.е.м.

## Задача 2

Вычислите константу равновесия для обратимой реакции



исходя из того, что при состоянии равновесия  $[\text{CO}] = 0,004$  моль/дм<sup>3</sup>,  
 $[\text{H}_2\text{O}_{(г)}] = 0,064$  г/моль,  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,016$  моль/дм<sup>3</sup>.

Решение. Запишем выражение для вычисления константы равновесия:

$$K = \frac{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]},$$

$$K = \frac{0,016 \cdot 0,016}{0,004 \cdot 0,064} = 1.$$

## Задача 3

Какой объем воды необходимо прибавить к 200 мл 30%-ного (по массе) раствора  $\text{NaOH}$  ( $\rho = 1,33$  г/см<sup>3</sup>) для получения 10%-ного раствора щелочи?

Решение. Масса 200 см<sup>3</sup> раствора  $\text{NaOH}$  равна  $200 \cdot 1,33 = 266$  г. В этом растворе содержится 30%  $\text{NaOH}$ , т.е.  $266 \cdot 0,3 = 79,8$  г. По условию задачи эта



масса составит 10% от общей массы разбавленного раствора. Масса полученного раствора  $(79,8/10) \cdot 100 = 798$  г. Следовательно, к исходному раствору необходимо прибавить  $798 - 266 = 532$  г воды.

#### Задача 4

Определите моляльность, нормальность и молярность 15%-ного (по массе) раствора  $H_2SO_4$  ( $\rho=1,10$  г/см<sup>3</sup>).

Решение. Для вычисления моляльности найдем массу серной кислоты, приходящей на 1000 г воды:

$$1000 : 85 = x : 15; \quad x = 15 \cdot 1000/85 = 176,5 \text{ г.}$$

Молярная масса  $H_2SO_4$  равна 98 г/моль; следовательно,

$$C_m = 176,5/98 = 1,80 \text{ моль/кг } H_2O.$$

Для расчета нормальности и молярности раствора найдем массу серной кислоты, содержащуюся в 1000см<sup>3</sup>, т.е. в  $1000 \cdot 1,1 = 1100$  г раствора:

$$1100 : 100 = y : 15 \quad y = 1100 \cdot 15/100 = 165 \text{ г.}$$

Эквивалентная масса серной кислоты равна 49 г/моль. Следовательно,

$$C_n = 165/49 = 3,37 \text{ экв/ дм}^3; \quad C_m = 165/98 = 1,68 \text{ моль/ дм}^3.$$

#### Задача 5

Вычислите концентрацию ионов водорода в 0,1М растворе хлорноватистой кислоты  $HOCl$  ( $K=5 \cdot 10^{-8}$ ).

Решение. Найдем степень диссоциации  $HOCl$ :

$$a = \sqrt{K/C_M} = \sqrt{5 \cdot 10^{-8} / 0,1} = 7 \cdot 10^{-4},$$

$$[H^+] = a \cdot C_M = 7 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 = 7 \cdot 10^{-5} \text{ моль/ л.}$$

Задачу можно решить другим способом, воспользовавшись соотношением:

$$[H^+] = \sqrt{K \times C}.$$

Тогда:

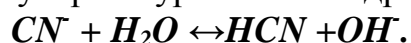
$$[H^+] = \sqrt{5 \times 10^{-8} \times 0,1} = 7 \times 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

### Задача 6

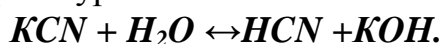
Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза цианида калия. Определите реакцию (рН) раствора соли.

Решение. Цианид калия  $KCN$  – соль слабой одноосновной кислоты и сильного основания. При растворении в воде молекулы  $KCN$  полностью диссоциируют на катионы  $K^+$  и анионы  $CN^-$ . Ионы  $K^+$  не могут связывать ионы  $OH^-$ , которые образуются при диссоциации воды, так как  $KOH$  – сильное основание (степень диссоциации равна 1). Анионы  $CN^-$  связывают катионы  $H^+$ , образуя слабодиссоциированные молекулы синильной кислоты  $HCN$  ( $K_{\text{дисс.}} = 7,2 \cdot 10^{-2}$ ).

Ионно-молекулярное уравнение гидролиза:



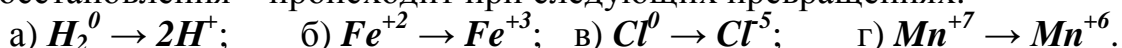
Молекулярное уравнение:



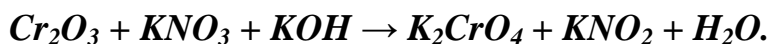
В результате гидролиза появляется избыток ионов  $OH^-$ , что дает щелочную реакцию среды ( $pH > 7$ ).

### Задача 7

Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисления или восстановления – происходит при следующих превращениях:

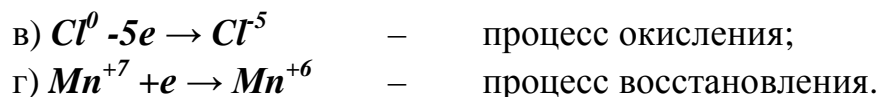


На основании электронного баланса расставьте коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции, укажите окислитель и восстановитель:

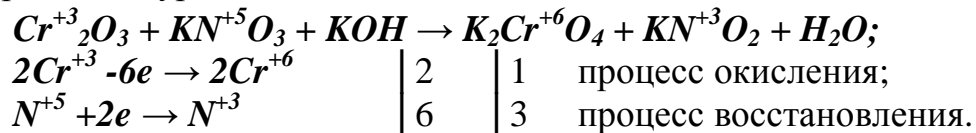


Решение. Окисление – процесс отдачи электронов, при котором степень окисления элемента повышается, а восстановление – процесс присоединения электронов, приводящий к понижению степени окисления. Вещество, в состав которого входит окисляющий элемент, называется восстановителем, а вещество, в состав которого входит восстанавливающий элемент, называется окислителем.

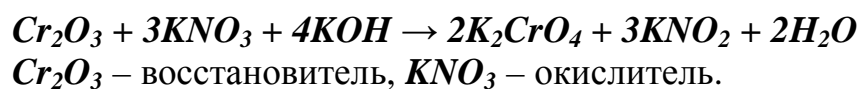




Для определения коэффициентов в окислительно-восстановительном уравнении определим элементы, меняющие степени окисления, и отразим это электронными уравнениями:



Общее число электронов, отданных восстановлением, должно быть равно числу электронов, которые присоединяет окислитель. Коэффициенты перед веществами, не меняющими степень окисления, находим методом подбора.



### Задача 8

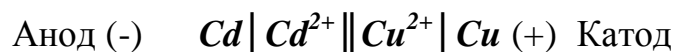
Составьте схему гальванического элемента, содержащего электроды  $Cd^{2+}/Cd$  и  $Cu^{2+}/Cu$ . Вычислите э.д.с. (E) гальванического элемента, если  $[Cd^{2+}] = 1$  моль/ дм<sup>3</sup>,  $[Cu^{2+}] = 0,01$  моль/ дм<sup>3</sup>. Запишите уравнения процессов, происходящих на электродах.

Решение. Стандартные потенциалы электродов:

$$e_{Cd^{2+}/Cd}^0 = -0,40B;$$

$$e_{Cu^{2+}/Cu}^0 = +0,34B.$$

Схема гальванического элемента:



$$E = e_{Cu^{2+}/Cu} - e_{Cd^{2+}/Cd}.$$

При концентрации ионов  $[Cd^{2+}] = 1$  моль/ дм<sup>3</sup>  $e_{Cd^{2+}/Cd}$  равен стандартному электродному потенциалу кадмия, т.е. -0,4В.

Электродные потенциалы рассчитываются по формуле Нернста:

$$e = e^0 + (0,058/z) \times \lg[Me^{z+}],$$

где  $e^0$  – стандартный электродный потенциал металла;

$z$  – заряд иона металла;

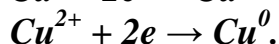
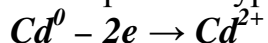
$[Me^{z+}]$  – концентрация ионов металла, моль/ дм<sup>3</sup>.

$$e_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34 + (0,058/2) \times \lg 10^{-2} = 0,282B.$$

$$e_{Cd^{2+}/Cd} = -0,40 + (0,058/2) \times \lg 1 = -0,40B.$$

$$E = 0,282 - (-0,40) = 0,682B.$$

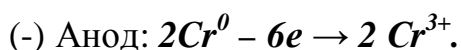
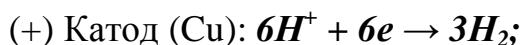
Электронные уравнения процессов, происходящих на электродах:



### Задача 9

Хром находится в контакте с медью. Какой металл будет окисляться при коррозии, если эта пара металлов попадет в кислую среду (**HCl**)? Составьте схему образующегося при этом гальванического элемента.

Решение. Исходя из положения металлов в ряду напряжений, находим, что хром является более активным металлом ( $e_{Cr^{3+}/Cr}^0 = -0,74B$ ) и в образующейся гальванической паре будет анодом. Медь является катодом ( $e_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0,337B$ ). Хромовый анод растворяется, а на медном катоде выделяется водород. Схема гальванического элемента:



### Задача 10

Ток силой 6 А пропускали через водный раствор серной кислоты в течение 1,5 ч. Вычислите массу разложившейся воды и объем выделившихся кислорода и водорода (условия нормальные).

Решение. Массу разложившейся воды находим из уравнения закона Фарадея, учитывая, что эквивалентная масса воды:

$$m_{H_2O} = \frac{M}{2} = \frac{18}{2} = 9g / \text{моль}$$

$$m_{H_2O} = I \times t \times m_e / F = 9g / \text{моль} \times 5400c \times 6A / 96500Kл = 3,02g.$$

Объемы выделившихся газов рассчитываем по уравнению:

$$V = I \times t \times V_e / F ,$$

где  $V_e$  – эквивалентный объем газа,  $\text{дм}^3/\text{моль}$ .

Поскольку при нормальных условиях эквивалентный объем водорода равен  $11,2 \text{ дм}^3/\text{моль}$ , а кислорода –  $5,6 \text{ дм}^3/\text{моль}$ :

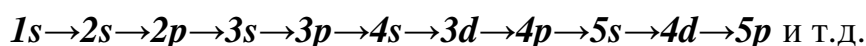
$$V_{H_2} = \frac{11,2 \cdot 6 \cdot 5400}{96500} = 3,76 \text{ л}$$

$$V_{O_2} = \frac{5,6 \cdot 6 \cdot 5400}{96500} = 1,88 \text{ л}$$

### Задача 11

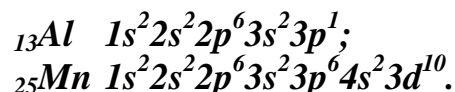
Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 13 и 25. К какому электронному семейству относятся элементы?

Решение. Заполнение энергетических уровней и подуровней идет в следующей последовательности:



Максимальное число электронов, находящееся на подуровне:  $s^2 p^6 d^{10}$ .

Так как число электронов равно его порядковому номеру в таблице Д.И.Менделеева, то для элементов №13 (*Al*) и №25 (*Mn*) электронные формулы имеют вид:



У атома алюминия не заполнен *p*-подуровень, поэтому алюминий относится к *p*-элементам. У атома марганца не заполнен *d*-подуровень, поэтому марганец относится к *d*-элементам.

### Задача 12

Вычислите заряды следующих комплексных ионов, образованных хромом (III): а)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]$ ; б)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$ ; в)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{SO}_4)_2]$ .

Решение. Заряд иона хрома (III) принимаем равным  $+3$ , заряд молекулы воды равен нулю, заряды хлорид- и сульфат-ионов соответственно равны  $-1$  и  $-2$ . Составляем алгебраические суммы зарядов для каждого из указанных соединений: а)  $+3 + (-1) = +2$ ; б)  $+3 + 2(-1) = +1$ ; в)  $+3 + 2(-2) = -1$ .

## 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. Грандберг, И. И. Органическая химия : учебник для студ. нехим. спец. вузов / И. И. Грандберг. – 6-е изд. стереотип. – Москва : Дрофа, 2004. – 672 с.
4. Писаренко, А. Н. Курс органической химии : учебник для студ. нехим. спец. вузов / А. Н. Писаренко, З. Я. Хавин. – Москва : Высшая школа, 1985. – 527 с.
5. Минченко, Т. В. Основы химии и физики полимеров : учебное пособие / Т. В. Минченко. – УО «ВГТУ». – Витебск, 2005. – 252 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания	3
Лабораторные работы	4
Контрольная работа	15
Решение типовых задач	23
Литература	30