

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 02.06.2021 15:22:35

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf5e945dfca4821da56df89

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ХИМИИ**

**ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
(часть II)  
СВОЙСТВА d-И s МЕТАЛЛОВ  
(индивидуальные домашние задания)**

**КУРСК 2007**

Составители: Бурыкина О.В.  
УДК 543

Химия элементов (часть II). Свойства d и s-металлов. Методические указания к выполнению индивидуальных домашних заданий студентов по темам d- и s-элементы по дисциплине «Неорганическая химия». Курск. гос. тех. ун-т, сост. Бурыкина О.В., Курск, 2007,

Излагаются методические материалы по выполнению индивидуальных домашних заданий по теме «d-и s-элементы» по дисциплине «Неорганическая химия».

Предназначены для студентов специальностей, изучающих неорганическую химию.

Рецензент кандидат химических наук, доцент Мальцева В.С.

ИД №06430 от 10.12.01

Подписано в печать                      Форма 60x84 1/16. Печать офсетная  
Усл. Пес. Л.      Уч.-изд.л.      Тираж 100 экз.      Заказ      Бесплатно

Курский государственный технический университет.  
Издательско-полиграфический центр Курского государственного технического университета. 305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение	4
Свойства d-элементов	5
Вопросы для самоподготовки	8
Индивидуальные задания	
Подгруппа хрома	8
Подгруппа марганца	15
Подгруппа железа	22
Подгруппа меди	29
Подгруппа цинка	35
Свойства s-элементов	42
Вопросы для самоподготовки	43
Индивидуальные задания	
s-элементы	43
Библиографический список	50

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для специальностей, изучающих неорганическую химию. В них представлены индивидуальные домашние задания, которые необходимо выполнить и сдать вместе с отчетом по лабораторной работе.

Ниже указаны темы индивидуальных заданий для каждой специальности:

Спец. ЗС, БЖ:

1. Подгруппа хрома
2. Подгруппа марганца
3. Подгруппа железа
4. Подгруппа меди
5. Подгруппа цинка

Спец. ТС

1. Подгруппа хрома
2. Подгруппа марганца

Студенты специальности ФХ выполняют все темы, представленные в методических указаниях.

Ответы на поставленные вопросы должны быть развернутыми и обоснованными.

Для составления уравнений окислительно –восстановительных реакций необходимо использовать метод электронного баланса, который выводят из а) электронных уравнений (если реакция протекает не в растворе); б) электронно-ионных уравнений (если реакция протекает в растворе).

## СВОЙСТВА d- ЭЛЕМЕНТОВ

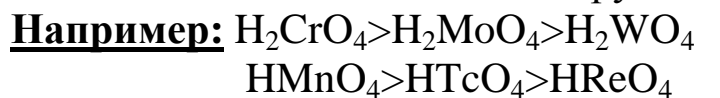
Общая электронная формула d-элементов  $\dots(n-1)d^{1-10}ns^{0-2}$ , где n – главное квантовое число. Единственный d-элемент палладий, находясь в пятом периоде, на пятом энергетическом уровне не содержит ни одного электрона. Все 32 d-элемента этого семейства металлы, в отличие от s- и p- элементов для атомов d- элементов за счет d и f – орбиталей характерен широкий набор валентных состояний. Их кислотно-основные свойства изменяются в более широких пределах.

Из-за наличия незавершенных конфигураций d-электронов соединения d-элементов чаще окрашены, чем соединения s- и p-элементов. Почти все элементы рассматриваемого семейства – хорошие комплексообразователи. В связи с особой устойчивостью наполовину и целиком заполненных уровней хром, например, имеет конфигурацию  $\dots 3d^5 4s^1$ , а не  $\dots 3d^4 4s^2$ ; медь -  $\dots 3d^{10} 4s^1$ , а не  $\dots 3d^9 4s^2$ . Стабильностью конфигурации  $3d^5$  можно объяснить сравнительно малую устойчивость соединений хрома (II) и марганца (III). В связи с этим все d-элементы можно разделить на две группы: одна с электронной конфигурацией  $d^1 s^2$  до  $d^5 s^2$  и вторая –  $d^6 s^2$  до  $d^{10} s^2$ . Для первой группы (Sc, Ti, V, Cr, Mn) характерны соединения, соответствующие высшей степени окисления атомов. Элементы второй группы (кроме Ru и Os) проявляют более низкие степени окисления. Поэтому, если  $TiO$ ,  $VO$ ,  $CrO$  – сильные восстановители (тенденция к повышению степени окисления), то  $CuO$ ,  $ZnO$ ,  $NiO$  восстановительными свойствами не обладают. Наоборот,  $Cu_2O_3$ ,  $Ni_2O_3$  проявляют сильно выраженные окислительные свойства. При сравнении элементов A и B подгрупп одной и той же группы обращает внимание близость свойств, когда элементы этих подгрупп проявляют высшую степень окисления и сильное различие свойств в низших степенях окисления.

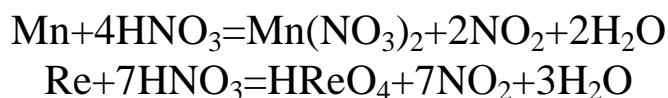
**Например:**  $Mn_2O_7$  и  $Cl_2O_7$  или  $HMnO_4$  и  $HClO_4$  близки по физическим и химическим свойствам, а  $MnO$  и  $Cl_2O$  общих свойств не имеют.

В отличие от p-элементов d-элементы не проявляют отрицательных степеней окисления. Они не образуют газообразных соединений с водородом. Если у p-элементов в группе сверху вниз уменьшается тенденция к проявлению высшей степени окисления, то у d-элементов, наоборот, такая тенденция увеличивается.

**Например:** если ванадий проявляет степень окисления +2, +3 и +4, то для ниобия и тантала такие степени окисления не характерны; для молибдена и вольфрама характерна степень окисления +6, тогда как хром устойчив в своих соединениях, где его степень окисления +3. Отсюда окислительная способность соединений в высшей степени окисления атомов d-элементов в группе сверху вниз уменьшается.



Если оксид марганца (VII)  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  неустойчив и разлагается со взрывом:  $2\text{Mn}_2\text{O}_7 = 4\text{MnO}_3 + \text{O}_2$ , то соответствующие оксиды технеция и рения устойчивые кристаллические вещества. По той же причине взаимодействия марганца и рения с азотной кислотой будут протекать различно:



Кислотно-основные свойства гидроксидов d-элементов также зависят от их степени окисления. С повышением степени окисления элемента свойства гидроксида изменяются от основных через амфотерные к кислотным.

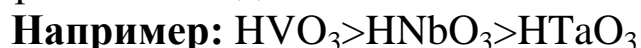


Гидроксиды d-элементов, где они проявляют высшую степень окисления так же могут проявлять амфотерные свойства. Но так как одноатомный катион с высоким зарядом как правило, в растворе не может существовать, то образуются сложные катионы, которые, как и анионы кислот, содержат кислород.

**Например:**

Катион			Анион	
$\text{TiO}^{2+}$	титанил	$\leftarrow \text{Ti}^{4+} \rightarrow$	$\text{TiO}_3^{2-}$	титанат
$\text{VO}^{2+}$	ванадил	$\leftarrow \text{V}^{4+} \rightarrow$	$\text{V}_4\text{O}_9^{2-}$	ванадит
$\text{VO}^{3+}; \text{VO}_2^+$	ванадил	$\leftarrow \text{V}^{5+} \rightarrow$	$\text{VO}_3^-$	ванадат
$\text{MoO}_2^{2+}$	молибденил	$\leftarrow \text{Mo}^{6+} \rightarrow$	$\text{MoO}_4^{2-}$	молибдат

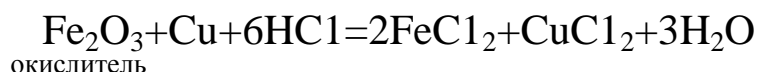
В группе аналогов сверху вниз кислотные свойства гидроксидов при проявлении одинаковой степени окисления падают.





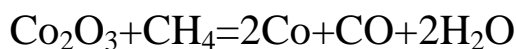
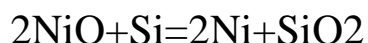
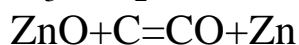
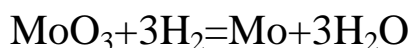
ослабление кислотных свойств

Соединения d-элементов, где они проявляют промежуточную степень окисления, обладают окислительно-восстановительной двойственностью.



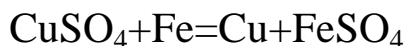
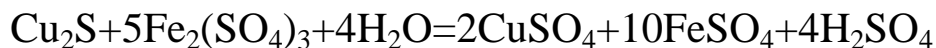
Для промышленного получения d-металлов из природных соединений применяют ряд методов, важнейшими из которых являются: а) пирометаллургия, б) гидрометаллургия, в) электрометаллургия.

А) восстановление оксидов водородом, углеродом, кремнием, метаном и др.



Для восстановления более прочных оксидов (титана, ванадия, хрома, марганца и др.) в качестве восстановителя применяют активные металлы: магний, кальция, алюминий. Процесс называется металлотермией.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Б) Природные соединения металлов растворяются в различных химических реагентах: серная кислота, сода, гидроксид натрия, аммиак, цианиды, тиосульфаты и др. Из полученных растворов соответствующий металл выделяется химическим или электрохимическим путем:



В) Электрохимически металлы получают как из растворов, так и из расплавов солей. Электролизом расплавов получают скандий и иттрий.

Малоактивные металлы – медь, серебро, золото, платина, рутений, осмий, иридий, ртуть, рений, палладий, родий - встречаются в самородном состоянии.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

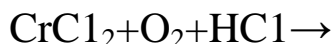
1. Как изменяется характерная степень окисления d-элементов в пределах одного периода по мере возрастания числа d-электронов?
2. Почему соединения титана (II), ванадия (II), хрома (II) проявляют восстановительные свойства, тогда как для меди (II) и никеля (II) они не характерны?
3. Какие соединения проявляют более сильные окислительные свойства:  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  или  $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ,  $\text{HMnO}_4$  или  $\text{HReO}_4$ ? Почему?
4. Как изменяются окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства гидроксидов d-элементов по мере увеличения их степени окисления?
5. Какие способы получения d-металлов в свободном виде известны?

## **Индивидуальные задания ПОДГРУППА ХРОМА**

### **Вариант 1**

1. Как значения стандартных электродных потенциалов определяют отношение металлов Cr, Mo, W к кислотам? Привести примеры.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

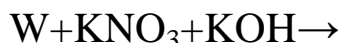
3. Какая масса нитрата серебра потребуется для осаждения хлорид ионов из раствора  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  объемом 200 мл, если концентрация его равна 0,1 моль/л?

### **Вариант 2**

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.



3. Какую массу  $\text{CrO}_3$  можно получить из  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  массой 147 г и какую массу этилового спирта можно им окислить до альдегида?

### Вариант3

1. Почему при растворении металлического хрома в соляной или разбавленной серной кислоте образуются растворы различной окраски в зависимости от того, проводится ли реакция в контакте с воздухом или в среде инертного газа? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

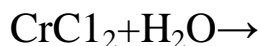
3. Какая масса хлорной извести потребуется для окисления сульфата хрома (III) массой 18г?

### Вариант4

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



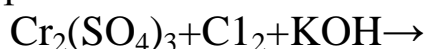
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 3%-ного раствора пероксида водорода ( $\rho=1\text{г/мл}$ ) потребуется для окисления  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$  в 0,5 л раствора, если концентрация соли 0,1 моль/л?

### Вариант5

1. Покажите различие в распределении электронов в атомах d и p -элементов VI группы. Совпадают ли для них: а) число валентных электронов, б) число АО, в) максимальная степень окисления?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

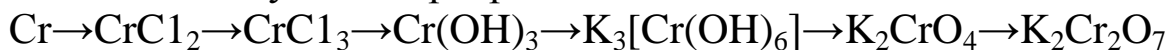


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

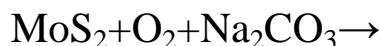
3. Какой объем водорода (н.у.) необходим для получения 92кг вольфрама (VI)? Выход продукта реакции 91%.

### Вариант6

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



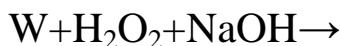
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем раствора KOH концентрации 2 моль/л расходуется при взаимодействии  $\text{Cl}_2$  объемом 5,6 л (н.у.) с  $\text{KCr(SO}_4)_2$ ?

### Вариант7

1. Какими реакциями можно получить оксиды хрома? Как меняется их характер с увеличением степени окисления хрома? Какова растворимость в воде и какому из них соответствует гидроксид, который нельзя выделить в свободном виде?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

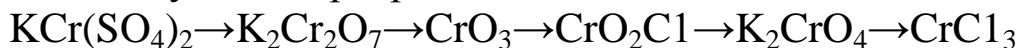


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Найдите объемы раствора KOH концентрации 2 моль/л и 3%-ного раствора пероксида водорода ( $\rho=1\text{г/мл}$ ), которые потребуются для реакции с сульфатом хрома (III) массой 200г.

### Вариант8

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Молярная концентрация эквивалента раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,25 моль/л. Какой объем этого раствора надо взять для реакции с KI в

подкисленном растворе, содержащем иодид ионы количеством 0,01 моль?

### Вариант9

1. Почему при введении в раствор солей хрома (III) сульфид- или карбонат –ионов выпадает осадок одинакового состава? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Выпадет ли осадок, если смешать растворы  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  и  $\text{BaCl}_2$  равных объемов и равных концентраций 0,01 моль/л?

### Вариант10

1. Как меняются окислительно-восстановительные свойства соединений хрома с увеличением степени его окисления? Привести примеры уравнений реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вольфрам растворяется в смеси расплавленных KOH и  $\text{KNO}_3$ . Образуется вольфрамат калия. Какую массу вольфрама надо растворить, чтобы получить 5,52 г вольфрамата калия?

### Вариант11

1. Какие оксиды получают при термическом разложении дихромата аммония и вольфрамата аммония? Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите различие в их характере.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

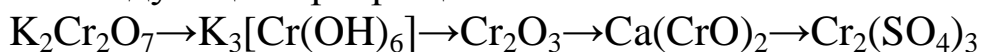


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

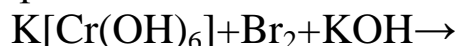
3. На осаждение ионов хлора, содержащихся в растворе  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ , израсходовано 22,6 мл 0,1034н. раствора  $\text{AgNO}_3$ . Определить массу  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  в растворе.

**Вариант12**

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



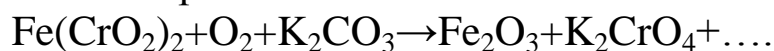
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Термодинамическим расчетом для закрытой системы при стандартных условиях подтвердите, что реакция  $\text{WO}_3(\text{т}) + \text{C}(\text{т}) = \text{W}(\text{т}) + 3\text{CO}(\text{г})$  протекает самопроизвольно. Обратима или необратима эта реакция при данных условиях.

**Вариант13**

1. Какая степень окисления для хрома очень неустойчива благодаря стремлению атома, находящегося в этом состоянии отдать электрон с разрыхляющей МО. Покажите сильные восстановительные свойства соответствующих соединений хрома.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:

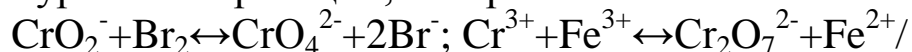


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

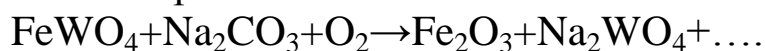
3. Сколько требуется бихромата калия для приготовления 2л 0,1 н. (по отношению к реакциям окисления в кислой среде) раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

**Вариант14**

1. Определите направление реакции и нужную среду, подберите коэффициенты с электронно-ионными уравнениями и напишите полное уравнение реакции, которая возможна в системах:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. К 5,88 г  $K_2Cr_2O_7$  добавляют избыток  $HCl$  (конц). Рассчитайте, какой объем (н.у.) газа при этом выделится. В полученный раствор вносят цинк. Наблюдают изменение окраски раствора. Что происходит при стоянии конечного продукта на воздухе?

### Вариант 15

1. Какую равновесную систему образуют хромат и дихромат-ионы в водном растворе? Как смещается равновесие кислотами и щелочами? Почему при добавлении  $K_2Cr_2O_4$  к растворам солей бария выпадает осадок  $BaCrO_4$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите pH 0,01 н. раствора  $Cr_2(SO_4)_3$ .

### Вариант 16

1. Дайте общую характеристику d-элементов VI группы ПЭС на основе электронной структуры их атомов. Чем объясняется большая близость свойств молибдена и вольфрама?

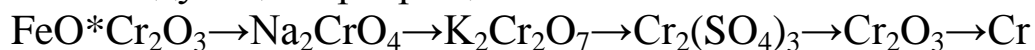
2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:  $[Cr(H_2O)]^{2+} + O_2 \rightarrow$

Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На окисление содержащегося в растворе  $FeSO_4$  израсходовано 49 мл 0,1082 н. раствора  $K_2Cr_2O_7$ . Определить массу сульфата железа (II) в растворе.

### Вариант 17

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Проведено термическое разложение 54,29 г  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , содержащего инертные примеси. После окончания реакции собрано 4,45 л газа при  $18^\circ\text{C}$  под давлением  $10^5\text{Па}$ . Определите массовую долю дихромата аммония в техническом продукте.

### Вариант18

1. С каким р-элементом 3-го периода проявляет сходство хром (III), благодаря близким размерам ионов  $\text{Э}^{3+}$ ? Покажите это формулами однопериодных соединений и уравнениями реакций характеризующих свойства оксидов, гидроксидов и солей этих катионов.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При сливании 200мл 0,1 М желтого раствора хромата калия и 200 мл 0,1 М бесцветного сульфида калия выпадает осадок. Каков его состав? Определите массу осадка, считая протекание реакции полным. Будет ли конечный продукт окрашен?

### Вариант19

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько гр дихромата калия и какой объем 36%-ной соляной кислоты ( $\rho=1,2$  г/мл) потребуется, чтобы выделившейся при их взаимодействии газ полностью прореагировал с 10,4 г хрома. (Кислоту следует брать с 50%-ным избытком)

### Вариант20

1. Переведите нерастворяющийся в воде, кислотах и щелочах  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в растворимое соединение, используя для этого сплавление с поташем и дисульфатом калия. Напишите уравнения реакций, на-

зовите полученные соединения и укажите, в виде каких ионов будет находиться хром в их растворе.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько мл 0,25 н. раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  следует прибавить к подкисленному серной кислотой раствору KI для выделения 0,01 моля атомов иода.

## ПОДГРУППА МАРГАНЦА

### Вариант 1

1. Дайте общую характеристику d-элементов VII группы ПЭС на основе электронного строения их атомов. Как изменяется устойчивость высоких и низких степеней окисления от Mn к Re и как это сказывается на свойствах их соединений?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Требуется приготовить 500 мл 0,1 н. раствора катионов  $\text{Mn}^{2+}$ . Определите необходимое количество сульфата марганца (II), если раствор будет использован для восстановительных свойств  $\text{Mn}^{2+}$  в кислой среде.

### Вариант 2

1. Сравните свойства  $\text{Re}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HReO}_4$  и  $\text{KReO}_4$  со свойствами аналогичных соединений марганца. Какой из реагентов  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{KReO}_4$  следует выбрать для реакции с веществом, которое надо окислить? Привести уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Чему равна масса  $\text{KNO}_3$ , которая расходуется на получение  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  из технического  $\text{MnO}_2$  массой 4,35 кг, содержащего 12% примесей?

### Вариант3

1. Какое положение в ряду напряжений занимают Mn, Tc, Re? Как это определяет их отношение к кислотам? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



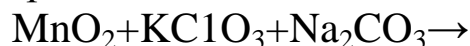
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите pH 0,1 н. раствора  $\text{MnCl}_2$

### Вариант4

1. Как изменяются свойства оксидов и гидроксидов d-элементов VII группы с увеличением степени их окисления? Устойчив ли белый осадок  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  во влажном состоянии к действию кислорода? Можно ли это обнаружить по какому-то внешнему признаку? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



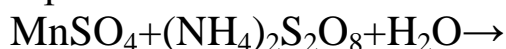
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Было приготовлено 200 мл сульфата железа (II) из навески  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  массой 27,8 г. Какой объем раствора  $\text{KMnO}_4$  для которого  $C_n = 0,1$  моль/л потребуется для окисления в кислой среде  $\text{FeSO}_4$ , содержащегося 50 мл приготовленного раствора?

### Вариант5

1. Дать краткую характеристику  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ . На какие продукты она разлагается? К какому типу относится эта реакция?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.



3. Сколько мл 0,1046н. раствора  $\text{KMnO}_4$  (при  $\text{pH} < 7$ ) потребуется для окисления  $\text{FeSO}_4$ , полученного растворением 0,1242 г Fe в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

### Вариант 6

1. Какое соединение марганца зеленого цвета можно получить при сплавлении  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MnO}_2$  или  $\text{MnSO}_4$  со смесью  $\text{KOH}$  и  $\text{KClO}_3$ ? Почему изменилась окраска полученного соединения после обработки хлором? Написать уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



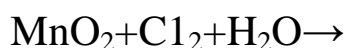
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На восстановление ионов  $\text{MnO}_4^-$ , содержащихся в подкисленном растворе  $\text{KMnO}_4$ , израсходовано 40,7 мл 0,208 н. раствора  $\text{FeSO}_4$ . Сколько гр.  $\text{KMnO}_4$  в исходном растворе?

### Вариант 7

1. За счет какой реакции идет разложение манганата калия в водном растворе? Как смещается равновесие при добавлении: а) щелочи; б) кислоты; в) пропускании в раствор  $\text{CO}_2$ ?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Произведение растворимости  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  равно  $4 \cdot 10^{-11}$ . Вычислить в мг массу ионов  $\text{OH}^-$ , извлеченных из осадка при промывании его 200 мл воды.

### Вариант 8

1. Как из минерала пиролюзита получают: металлический марганец, перманганат калия? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько гр  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  можно окислить в сернокислом растворе при действии 40 мл 0,12 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

### Вариант9

1. Какое соединение марганца можно получить действием  $\text{PbO}_2$  на  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$  в присутствии азотной кислоты? Почему в этой реакции менее удобно пользоваться серной кислотой? Привести уравнение соответствующей реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



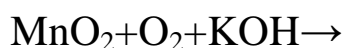
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Требуется приготовить 500мл 0,05н. раствора катионов  $\text{Mn}^{2+}$ . Определите необходимое количество пентагидрата сульфата марганца (II), если раствор будет использован для восстановительных свойств  $\text{Mn}^{2+}$  в кислой среде.

### Вариант10

1. Как из перманганата калия можно получить оксид марганца (VII)? Покажите свойства этого оксида уравнениями соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



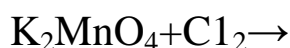
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Каким количеством гр  $\text{KMnO}_4$ , действующего в качестве окислителя в кислой среде, можно заменить 1 г  $\text{KClO}_3$ ?

### Вариант11

1. Как в лабораториях используют перманганат калия для получения кислорода? Предложите способ превращения оставшейся после реакции смеси снова в перманганат калия. Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Найти электродные потенциалы системы  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  при значениях рН 6, 3,1 и равенстве молярных концентраций ионов  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Mn}^{2+}$ . К какому выводу приводят результаты этих вычислений?

### Вариант12

1. В водном растворе между  $\text{MnSO}_4$  и  $\text{KMnO}_4$  возможна реакция обратного диспропорционирования. Какое соединение марганца является в этом случае продуктом реакции и по какому внешнему признаку оно обнаруживается? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал -1,23В. Вычислите концентрацию ионов  $\text{Mn}^{2+}$  в моль/л/

### Вариант13

1. По каким внешним признакам можно определить в какой среде проходила реакция восстановления  $\text{KMnO}_4$ ? Приведите примеры таких реакций и напишите их уравнения. Чему равна молярная масса эквивалента  $\text{KMnO}_4$  в каждом из этих случаев?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Под действием  $\text{HNO}_3$  манганаты диспропорционируют. Какой объем раствора  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,185$  г/мл) с массовой долей 30% необходим для того, чтобы получить 9,48г  $\text{KMnO}_4$ . Какая масса оксида марганца (IV) образуется?

### Вариант14

1. Как можно отделить содержащиеся в растворе ионы  $\text{Mn}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ ? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Рассчитайте молекулярную массу эквивалента  $\text{KMnO}_4$  в следующей реакции:

$\text{KMnO}_4 + \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Какая масса  $\text{H}_3\text{PO}_4$  образуется, если в реакции участвовало 17 г фосфина?

### Вариант15

1. Как можно получить  $\text{KMnO}_4$  из двуокиси марганца? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Требуется приготовить 500мл 1%-ного ( $\rho=1,102\text{г/мл}$ ) раствора катионов  $\text{Mn}^{2+}$ . Определите необходимое количество пентагидрата сульфата марганца (II) необходимо для приготовления данного раствора.

### Вариант16

1. Как можно получить марганец из  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Найдите  $S_n$  для раствора  $\text{KMnO}_4$  по следующим данным: 20 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  затрачено на титрование раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , взятого объемом 25 мл и с концентрацией 0,05 моль/л.

### Вариант17

1. Почему манганат калия окисляется до перманганата только сильными окислителями, в то время как одноптипные соединения технеция и рения легко окисляются кислородом воздуха? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какое количество  $K_2MnO_4$  получится из 100 г пиролюзита с содержанием 87%  $MnO_2$ , если выход  $K_2MnO_4$  составляет 60% от теоретического?

### **Вариант18**

1. При взаимодействии сероводорода с раствором перрената калия образуются сульфиды рения (VII) и калия, а в присутствии серной кислоты – сульфид рения (IV) и сера. Напишите уравнения реакций и сравнить их с поведением  $KMnO_4$  в аналогичных условиях.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:  $Mn_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow$

Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Выпадет ли осадок при сливании 100 мл 0,5М раствора  $MnSO_4$  и 200 мл 0,1М раствора  $Na_2S$ ?

### **Вариант19**

1. Что получается при насыщении  $CO_2$  раствора  $KMnO_4$ ? Привести уравнение соответствующей реакции. Каковы внешние признаки этой реакции?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



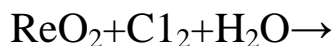
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Произведение растворимости  $MnS$  равно  $1,1 \cdot 10^{-15}$ . К 100мл 0,1н. раствора  $MnSO_4$  прибавили 50мл 0,2н. раствора  $(NH_4)_2S$ . Вычислить в массу ионов  $Mn^{2+}$ , оставшихся неосажденными.

### **Вариант20.**

1. Соли марганца (II) окисляются при нагревании бромом в щелочной среде, переходя при этом в ион  $MnO_4^-$  (реакции идут в присутствии катализатора – иона  $Cu^{2+}$ ). Привести уравнение соответствующей реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



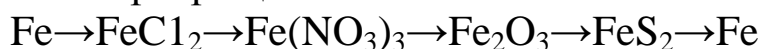
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите массовую долю  $\text{FeSO}_4$  в образце соли, частично окислившейся кислородом воздуха, если на титрование её раствора объемом 25 мл пошло 20 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  для которого  $C_{\text{H}}=0,025$  моль/л. Раствор соли был приготовлен из навески массой 0,38 г в мерной колбе объемом 100мл.

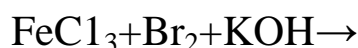
## ПОДГРУППА ЖЕЛЕЗА

### Вариант1

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



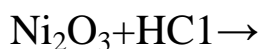
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем хлора (н.у.) требуется для окисления 1 т 25%-ного раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ?

### Вариант2

1. Какую степень окисления проявляет железо в соединениях? Напишите уравнения качественных реакций на ионы железа (II и III). Почему при растворении  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  в воде выделяется кислород? Напишите уравнение соответствующей реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

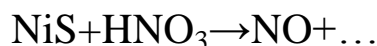
3. Вычислите константы равновесия реакций окисления гидроксидов железа (II), кобальта (II), никеля(II) бромом в щелочной среде. Какое из равновесий относительно более смещено вправо?

### Вариант3

1. Как взаимодействует гидроксид железа (III) с кислотами и концентрированными щелочами? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций. О каких свойствах  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

говорят эти реакции? Изобразите графически формулу магнетита  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , рассматривая последний как феррит железа (III).

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

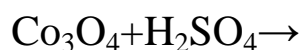
3. Какая часть эквивалента содержится в 250 мл раствора  $\text{FeSO}_4$ , содержащего 4% соли ( $\rho = 1,02$  г/мл)?

#### Вариант 4

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



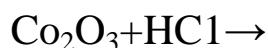
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какие объемы 39%-ного раствора  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,19$  г/мл) и 75%-ной азотной кислоты ( $\rho = 1,44$  г/мл) теоретически необходимы для перевода 100 г платины в платинохлористоводородную кислоту, если исходить из предположения, что продуктом восстановления азотной кислоты является эквимольная смесь  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ .

#### Вариант 5

1. Гексациано (III) феррат калия (красная кровяная соль) нельзя получить непосредственным взаимодействием соединений железа (III) с цианидом калия. Почему? Составьте уравнение реакции  $\text{FeCl}_3$  с  $\text{KCN}$ . Приведите уравнение реакции получения красной кровяной соли.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите ионную силу и активность ионов в 0,12 н. растворе  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , содержащем, кроме того, 0,01 моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Вариант 6**

1. Соединения иридия (VI) являются сильными окислителями, окисляя воду и даже хлор. В какую степень окисления переходит иридий? Составьте уравнения реакций IrF<sub>6</sub>: а) с H<sub>2</sub>O; б) с Cl<sub>2</sub>.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



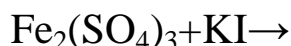
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. При электролиза водного раствора NiSO<sub>4</sub> на аноде выделилось 3,8 л газа, измеренного при 27<sup>0</sup>С и 100кПа. Сколько гр и какого вещества выделилось на катоде.

**Вариант 7**

1. Где в ряду напряжений находятся Fe, Co и Ni? Как это определяет отношение металлов к кислотам? При каких условиях и какими кислотами железо пассивируется? Объясните это явление. Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



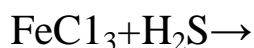
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какая масса железа и оксида никеля (III) расходуется при разрядку щелочного железно-никелевого аккумулятора для получения 6,7 А ч электричества?

**Вариант 8**

1. Дайте общую характеристику d-элементов VIII группы ПЭС на основе электронного строения их атомов.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите массу разложившегося пентакарбонила железа, если при этом образовалось 5,6 л (н.у.) газа .



**Вариант9**

1. Какие степени окисления возможны для железа, кобальта, никеля? Какие наиболее устойчивы? Приведите примеры соединений. Как изменяется устойчивость одготипных соединений от железа к никелю? Ответ доказать уравнениями реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



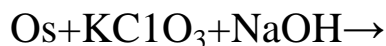
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На осаждение ионов  $\text{Fe}^{3+}$  из 50 мл раствора сульфата железа калия потребовалось 44,2 мл 1,008 н. раствора щелочи. Определить молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента в растворе  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

**Вариант10**

1. Растворы  $\text{FeCl}_3$  за счет гидролиза имеют желто-коричневую окраску. Почему при нагревании раствора окраска становится более темной и, наоборот, светлеет при добавлении кислоты. Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



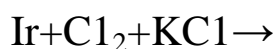
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Рассчитайте массу серебра, которая выделится при взаимодействии 10 л 8%-ного раствора  $\text{FeSO}_4$  ( $\rho = 1,078 \text{ г/мл}$ ) и нитратом серебра.

**Вариант11**

1. Объясните, почему гидроксид железа (II) нельзя получить действием щелочей на растворы его солей. Привести уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



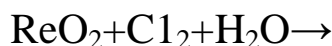
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какая часть эквивалента содержится в 200 мл 24%-ного раствора  $\text{FeSO}_4$  ( $\rho$  1,2 г/мл)?

### Вариант 12

1. В одинаковой ли степени выражены основные свойства оксида и гидроксида железа (II) и (III)? Чем это объясняется и как влияет на степень гидролиза солей? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



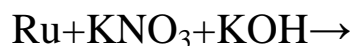
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Рассчитайте  $\Delta H^0$  реакции  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{k}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ , если тепловые эффекты реакций  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{k}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  и  $\text{FeO}(\text{k}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{Fe}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  соответственно равны -36,2 и -22,2 кДж.

### Вариант 13

1. Уравнениями реакций покажите, что происходит и какие соединения образуются при добавлении соды к растворам солей железа (II) и (III).

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем хлора (27<sup>0</sup>С и 96,5 кПа) необходим для окисления 2,79 г гидроксида никеля (II) в щелочной среде?

### Вариант 14

1. Кобальт, в отличие от железа и никеля, образует двухядерный карбонил аналогично марганцу. Как это объяснить?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Напишите уравнение реакции сплавления рутения со смесью гидроксида калия и хлората калия. Какая масса рутената калия

образуется, если в реакции участвует 3,24 г рутения, в котором массовая доля примесей 7%?

### Вариант15

1. Безводные соли никеля имеют желтую окраску, а их растворы – зеленую, которая сменяется синей при добавлении гидроксида аммиака. Чем объяснить эти изменения?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



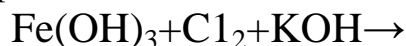
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На осаждение ионов  $\text{Fe}^{3+}$  из 150 мл раствора сульфата железа калия потребовалось 72 мл 2,15 н. раствора щелочи. Определить молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента в растворе  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$ .

### Вариант16

1. Почему  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  растворяется в растворах аммиака, а  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  нет? Напишите уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

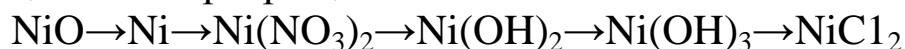


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите pH 0,1 н. раствора  $\text{FeCl}_3$ .

### Вариант17

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какая масса гексацианоферрата (III) калия получится при взаимодействии 14л хлора с 1кг раствора гексацианоферрата(II) калия с массовой долей 32%?

**Вариант18**

1. Дайте краткую характеристику свойств соединений кобальта (III) и никеля (III).

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. К раствору, содержащему 0,5008 г комплексной соли кобальта, состав которой выражается эмпирической формулой  $\text{CoCl}_2 \cdot 5\text{NH}_3$ , прибавили раствор  $\text{AgNO}_3$  в избытке. Масса выпавшего осадка 0,5735 г. Установите состав комплексной соли. Напишите уравнение диссоциации этой соли на ионы.

**Вариант19**

1. Почему при разбавлении водой синий раствор тетрародонида кобальта (II) становится розовым? При каких условиях он снова станет синим? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько мл 0,1н. раствора  $\text{FeCl}_3$  требуется, чтобы выделить из раствора  $\text{KI}$  0,04774 г иода?

**Вариант20**

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



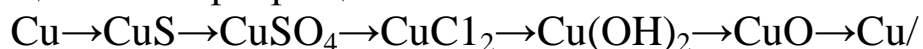
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем займет тетракарбонил никеля, если в реакцию его образования вступило 23,48 г никеля, а производственные потери составили 10%?

## ПОДГРУППА МЕДИ

### Вариант 1

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:  $\text{AuI} + \text{KI} \rightarrow$

Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При обезвоживании кристаллогидрата хлорида меди (II) из 2,046 г кристаллогидрата получено 1,614 г безводного хлорида меди (II). Определите число молекул воды в кристаллогидрате.

### Вариант 2

1. Через щелочной раствор, содержащий взвесь  $\text{Cu(OH)}_2$ , пропустить хлор, то раствор окрашивается в красный цвет, за счет образования купрат иона  $[\text{Cu(OH)}_4]^-$ . При дальнейшем прибавлении  $\text{Ba(OH)}_2$  выпадает красный осадок купрата бария, который быстро чернеет, выделяя пузырьки кислорода. Составьте уравнения всех происходящих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



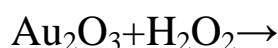
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько электричества необходимо для электрохимической очистки (рафинирования) 1 т черновой меди, если выход по току составляет 98,5%?

### Вариант 3

1. Какую степень окисления проявляют в соединениях медь, серебро, золото? Какая степень окисления наиболее характерна для каждого из них? Составьте уравнения реакций: а) золота с горячей безводной селеновой кислотой; б) меди с концентрированной азотной кислотой.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:

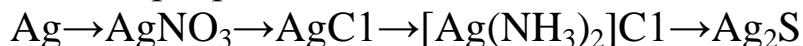


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

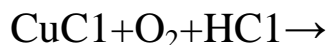
3. Чему равен потенциал серебряного электрода, опущенного в насыщенный раствор хлорида серебра? ( $\text{IP}(\text{AgCl})=10^{-10}$ ).

#### Вариант 4

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



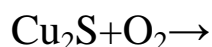
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какая масса золота растворилась в царской водке, если в результате реакции выделилось 28 л азота (II) ( $27^\circ$  и 97 кПа)?

#### Вариант 5

1. Почему хлорид серебра растворяется в концентрированных растворах аммиака, хлорида натрия и тиосульфата натрия? Написать уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

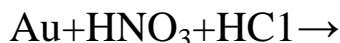
3. Пирометаллургический процесс извлечения меди из сернистых руд выражается схемой:

$\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSiO}_3 + \text{SO}_2$ . Какая масса меди получается из 5,8 г сульфида, содержащего 5% примесей, а выход реакции составляет 90% от теоретического? Какой объем (н.у.) займет выделившийся газ?

#### Вариант 6

1. Какая соль больше подвергается гидролизу  $\text{CuSO}_4$  или  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ? Ответ мотивировать.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При взаимодействии 3,92 г гидроксида меди (II) и 150 мл водного раствора аммиака с массовой долей 25% ( $\rho_0,907$  г/мл) об-

разовался раствор гидроксида тетрааминмеди (II). Определить массовую долю (%) этого вещества в полученном растворе.

### Вариант 7

1. Какое свойство проявляет золото (III) при взаимодействии  $\text{AuCl}_3$  с  $\text{H}_2\text{S}$ , в результате которого выпадает осадок  $\text{Au}_2\text{S}$ ? написать уравнение реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Чему равны  $[\text{Cu}^+]$  и  $[\text{Ag}^+]$  над осадками  $\text{CuCl}$  и  $\text{AgCl}$ ? Какая соль легче растворяется с образованием комплексов?

### Вариант 8

1. Почему осадки  $\text{AgCl}$  и  $\text{AgI}$  при добавлении раствора  $\text{NH}_3$  ведут себя неодинаково? Объясните и напишите уравнение реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. Какой объем раствора азотной кислоты с массовой долей 8% ( $\rho = 1,04$  г/мл) потребуется для растворения 24 г меди?

### Вариант 9

1. Какого состава выпадает осадок при добавлении щелочи к раствору  $\text{AgNO}_3$ ? На какое свойство полученного соединения указывает выделение газа при его взаимодействии с пероксидом водорода? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Черновая медь, в которой массовая доля примесей 4%, взята массой 1 т. Какая масса рафинированной меди может быть полу-

чена из неё, если выход по току составляет 92%? Где окажутся после электролиза серебро и железо, содержащиеся в примеси?

### Вариант10

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



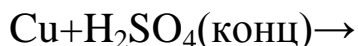
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите молярную концентрацию раствора  $\text{CuSO}_4$ , если этот раствор объемом 50 мл выделяет из  $\text{KI}$  свободный иод, на титрование которого затрачивается раствор тиосульфата натрия объемом 25 мл молярной концентрации 0,1 моль/л.

### Вариант11

1. Соединения серебра (I) являются хорошими окислителями, тогда как соединения золота (I) очень неустойчивы и в момент образования диспропорционируют. Напишите уравнения реакций а) взаимодействия  $\text{HCON}$  с  $\text{Ag}_2\text{O}$ ; б) диспропорционирования  $\text{AuCl}$ .

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Насыщенный раствор медного купороса содержит 27,06% пентагидрата сульфата меди. Выразите концентрацию раствора в процентах безводной соли.

### Вариант12

1. Дайте общую характеристику d-элементов I группы ПЭС на основе электронного строения из атомов. Чем объясняются эффект «провала» электрона для этих элементов и особая устойчивость степени окисления +1 для серебра?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

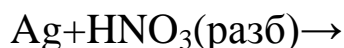


3. 25 мл раствора  $\text{CuCl}_2$  выделили из раствора  $\text{KI}$  0,3137 г иода. Какова молярность раствора  $\text{CuCl}_2$ ? Какова нормальность  $\text{CuCl}_2$  как окислителя?

### Вариант13

1. Где в ряду напряжений располагаются золото, серебро, медь? Как это определяет возможность их окисления кислотами? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



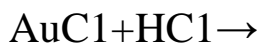
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите осмотическое давление при  $18,5^\circ\text{C}$  раствора, в 5 л которого содержится 62,4  $\text{CuSO}_4$ . Кажущаяся степень диссоциации соли в растворе 0,38.

### Вариант14

1. какими свойствами характеризуются оксиды и гидроксиды меди (I) и меди (II)? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

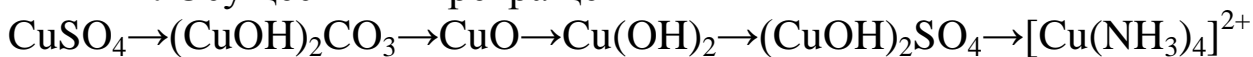


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При обезвоживании кристаллогидрата хлорида меди (II) из 1,023 г кристаллогидрата получено 0,807 г безводной соли. Определите формулу кристаллогидрата.

### Вариант15

1. Осуществить превращения



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Основной карбонат меди получают смешиванием 20%-ного раствора  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $\rho = 1,14$  г/мл) с 30%-ным раствором

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ( $\rho = 1,12$  г/мл). Какой объем раствора соды должен быть прибавлен к 250 мл раствора медного купороса, чтобы всю медь выделить в виде основного карбоната?

### **Вариант16**

1. Какие процессы происходят при постепенном прибавлении раствора аммиака к раствору медного купороса? Какие внешние признаки этих реакций? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



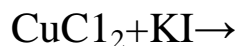
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько мл 10%-ного раствора едкого натра ( $\rho = 1,1$  г/мл) требуется для осаждения всей меди в виде  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  из 0,6458 г  $\text{CuCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ?

### **Вариант17**

1. Как окисляется золото смесью азотной и соляной кислот? Напишите уравнение реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



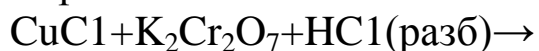
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. На осаждение всех ионов серебра, извлеченных из 100 г руды, израсходовано 18 мл 0,01 н. раствора  $\text{NaCl}$ . Сколько серебра содержится в 1 т руды?

### **Вариант18**

1. Напишите уравнение реакции, лежащей в основе применения тиосульфата натрия в качестве фиксирующего агента в фотографии.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



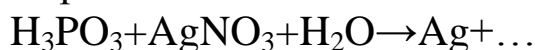
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько требуется 34%-ной азотной кислоты ( $\rho=1,21$  г/мл) для растворения 100г серебра? Какой газ и в каком количестве (н.у.) при этом выделится?

### Вариант19

1. Как можно получить хлорид меди (I)? Напишите уравнения реакций  $\text{CuCl}$  с концентрированными растворами а)соляной кислоты; б)аммиака.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

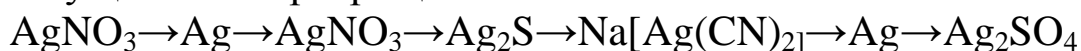


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. Определите pH 0,1М Раствора хлорида меди (II).

### Вариант20

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. Какой объем  $\text{NO}$ (н.у.) выделится при взаимодействии 754 мл 8%-ного раствора азотной кислоты с 24 г меди?

## ПОДГРУППА ЦИНКА

### Вариант1

1. Дайте общую характеристику d-элементов II группы ПЭС. В чем проявляется устойчивость электронной конфигурации  $(n-1)d^{10}$  в атомах этих элементов?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Образец ртути массой 24,08 г реагирует с  $\text{HNO}_3$  (разб); в растворе образуется соединение  $\text{Hg}$  (I). К нему добавляют избыток

$\text{HNO}_3$ , а затем избыток  $\text{HCl}$  – образуется ртутьсодержащее вещество. Определить массу этого вещества.

### Вариант 2

1. В каких свойствах ртути проявляется её отличие от цинка, кадмия, обусловленное высокой устойчивостью электронной конфигурации  $6s^2$ ? Привести уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:  $\text{Zn} + \text{N}_2 \rightarrow$

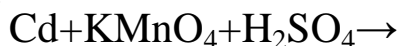
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем займет аммиак (н.у.), который может быть выделен из раствора, полученного при взаимодействии цинка массой 5,2 г и раствором азотной кислоты, в котором массовая доля кислоты 8%?

### Вариант 3

1. Какое место в ряду напряжений занимают цинк, кадмий и ртуть? Как это отражается на их взаимодействии с водой, кислотами? Может ли кадмий вытеснить цинк и ртуть из растворов их солей? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем воздуха расходуется при получении цинка массой 260 кг из цинковой обманки массой 1 т? Чему равна массовая доля сульфида цинка в используемой руде?

### Вариант 4

1. Слабее или сильнее выражены: а) окислительные свойства ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  по сравнению с ионами  $\text{H}^+$ ; в) восстановительные свойства тех же элементов в виде простых веществ по сравнению с газообразным водородом? Ответ мотивировать.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислить теплоту образования ZnO исходя из уравнения реакции  $ZnO + C = CO + Zn - 237 \text{ кДж}$ .

### Вариант 5

1. Покажите отношение цинка, кадмия, ртути к растворам кислот и щелочей. Привести уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. Вычислите в мг на литр растворимость  $Zn(OH)_2$  в воде.

### Вариант 6

1. До каких продуктов может восстанавливать цинк азотную кислоту по мере её разбавления? Написать уравнения реакций.

2. Напишите уравнение процесса:



Определите эквивалентную массу каждого вещества. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 1н раствора  $(NH_4)_2S$  требуется, чтобы осадить из раствора в виде сульфидов ионы цинка, кадмия, ртути (II), если общее содержание в растворе солей  $ZnSO_4$ ,  $CdSO_4$ ,  $Hg(NO_3)_2$  составляет 1г, а процентное содержание каждой из солей таково:  $ZnSO_4$  40%,  $CdSO_4$  10%,  $Hg(NO_3)_2$  50%.

### Вариант 7

1.  $\Delta G_{298}^0$  образования  $ZnO$ ,  $CdO$ ,  $HgO$  соответственно равны -318, -226 и -58,5 кДж/моль. Сопоставятся ли с этими данными значения температуры разложения оксидов: 1950, 1813, 400<sup>0</sup>С? На основе сделанных выводов объясните, почему при получении из сульфидных руд цинка используют последовательно две химические реакции, а при получении ртути – одна.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции

3. Определите массовую долю (%) полученной щелочи, если 80г амальгамы натрия, содержащей 25% натрия, обработано 1 л воды.

### Вариант8

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:  $\text{HgS} + \text{H}_2 \rightarrow$

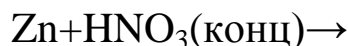
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Приготовлен 0,002М раствор хлорида цинка (II) в 0,1 М растворе HCl при 25<sup>0</sup>С. Затем через раствор пропускают сероводород пока его концентрация не достигнет 0,003 моль/л. Выпадет ли осадок в этих условиях?

### Вариант9

1. Какое из соединений, содержащих ион  $\text{Hg}_2^{2+}$ , хорошо растворимо в воде и почему при этом воду подкисляют азотной кислотой? Написать уравнение реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



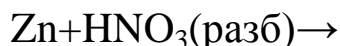
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите рН0,01н. Раствора  $\text{CdSO}_4$ .

### Вариант10

1. Какие соединения ртути называют сулемой, каломелью, киноварью? Покажите окислительно-восстановительные возможности каломели на примере реакции с  $\text{Cl}_2$  и  $\text{SnCl}_2$ .

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



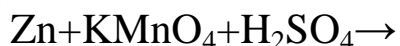
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Растворимость каломели при некоторой температуре составляет 3,24  $20^{-5}$  г в 100 мл этой соли. Рассчитайте произведение растворимости этой соли.

**Вариант11**

1. Приведите примеры реакций диспропорционирования, характерные для соединения  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Почему аммиачные производные ртути (I) получить практически невозможно?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Докажите расчетом, что при смешивании равных объемов 0,001М раствора нитрата ртути (II) и 0,001 М раствора иодида калия выпадает осадок. Растворимость осадка принять равной 4,55мг в 100мл раствора при температуре осаждения.

**Вариант12**

1. Почему гидроксид цинка растворяется и в щелочах и  $\text{NH}_4\text{OH}$ , тогда как гидроксид кадмия растворяется только в  $\text{NH}_4\text{OH}$ ? Написать уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Образец ртути массой 24,08 г реагирует с азотной кислотой (разб); в растворе образуется соединение ртути (I). К нему добавляют избыток  $\text{HCl}$  – выпадает осадок. Определите массу осадка, считая протекание всех реакций полным.

**Вариант13**

1. Как взаимодействуют цинк, кадмий и ртуть с водой, щелочами, разбавленной и концентрированной серной кислотой? Напишите уравнения реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 8н. раствора КОН способен прореагировать с 250 г оксида цинка, содержащего 18,6 % примесей, не растворяющихся в едких щелочах?

#### **Вариант14**

1. Являясь хорошим восстановителем, цинковая пыль при кипячении с сильнощелочными растворами нитратов восстанавливает их максимально. Напишите уравнение реакции.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

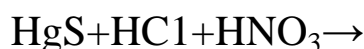
3. Значение pH 0,1 М раствора  $\text{H}_2\text{S}$  доведено до 1,98 при  $25^\circ\text{C}$ . Установите максимальное значение молярной концентрации ионов  $\text{Hg}^{2+}$ , которое может быть в этом растворе.

#### **Вариант15**

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:

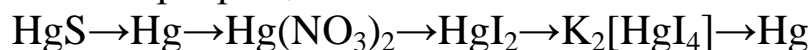


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Будет ли самопроизвольно протекать процесс  $2\text{Cd}(\text{т}) + \text{S}_2(\text{т}) = 2\text{CdS}(\text{т})$  в стандартных условиях в. При некоторой температуре система пришла в равновесие. Найдите эту температуру.

#### **Вариант16**

1. Осуществите превращения:



2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.



3. Какое количество технического цинка, содержащего 96% Zn и 27,5%-ного раствора HCl должно быть израсходовано для получения 1 т 45%-ного раствора хлорида цинка?

### **Вариант17**

1. Уравнениями реакций докажите, что соединения ртути (II) являются хорошими окислителями.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Растворимость каломели при некоторой температуре составляет  $3,24 \cdot 10^{-5}$  г в 100 мл раствора. Определите, какой объем (л) 0,1M раствора хлорида натрия потребуется, чтобы растворить в нем столько же каломели, сколько её содержится в 1 л насыщенного раствора в чистой воде.

### **Вариант18**

1. Что называют амальгамами? Изменяются ли химические свойства металлов, содержащихся в амальгаме? Как взаимодействует с водой амальгама натрия, почему её применяют в качестве восстановителя вместо металлического натрия?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



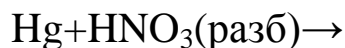
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите возможность реакции в стандартных условиях в закрытой системе:  $2\text{CdS}(\text{т}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CdO}(\text{т}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$ . При каких температурах возможна реакция?

### **Вариант19**

1. К какому классу соединений относятся вещества, полученные при действии избытка гидроксида натрия на растворы хлоридов цинка, кадмия, ртути (II)? Написать уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 8%-ного раствора азотной кислоты требуется для реакции с 5,2 г цинка? Какой объем 2М КОН потребуется для получения аммиака из нитрата аммония, который образуется при взаимодействии цинка и азотной кислоты?

### Вариант 20

1. Укажите возможные продукты восстановления серной кислоты цинком. Напишите уравнения реакций

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:



Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем раствора NaOH концентрацией 2 моль/л требуется для полного растворения  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  массой 2,2 г?

## СВОЙСТВА s-ЭЛЕМЕНТОВ

Общая электронная формула  $\dots ns^{1-2}$ , где n-главное квантовое число. Водород и гелий, являясь s-элементами, по своим свойствам ближе к p-элементам соответственно VIIA и VIIIA групп, где они и рассматриваются. S-металлы располагаются в IA и IIA группах ПЭС Д.И. Менделеева. Они, имея невысокие значения потенциала ионизации (4-9эВ), обладают высокой химической активностью.

Увеличение атомного радиуса и уменьшение потенциала ионизации приводят к усилению активности s-элементов по мере роста их порядкового номера, т.е. сверху вниз в группах ПЭС. По отношению к s-металлам все элементы с высокой электроотрицательностью – окислители, в том числе и водород. S-металлы IA группы называются щелочными металлами. Они образуют оксиды и гидроксиды – хорошо растворимые в воде щелочи. Степень окисления этих металлов во всех соединениях равна +1. Растворимость гидроксидов s-металлов IIA группы, названных щелочно-земельными металлами, значительно меньше, чем гидроксидов щелочных металлов. Плохо растворимы в воде  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и  $\text{Be}(\text{OH})_2$ . Гидроксиды  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  – сильные основания. Их растворимость и основные свойства увеличиваются в ряду Ca-Sr-Ba. В отличие от гидроксидов всех s-элементов

$\text{Be}(\text{OH})_2$  обладает амфотерными свойствами, что может объяснить наименьшим радиусом иона (0,034 нм) и наличием только двух электронов в (n-1) слое, тогда как у остальных s –металлов (n-1) слой содержит восемь электронов (кроме лития). Строение атома лития (небольшой радиус) обусловило большую гидратационную способность его иона и в связи с этим особое положение в ряду напряжений – левее всех s -металлов (-3,02В). Элементы IIА группы во всех соединениях имеют степень окисления +2.

S-металлы получают главным образом электролизом их расплавленных солей. За исключением бериллия и магния, s-металлы окрашивают пламя горелки в характерные цвета: литий – карминово-красный, натрий – желтый, калий – фиолетовый, рубидий – голубовато-красный, цезий – фиолетово-синий, Са – оранжевый, стронций – красный, барий – травянисто-зеленый.

Наличие в воде растворимых солей кальция и магния обуславливают жесткость воды. Жесткость измеряется в моль-экв/л.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:**

1. Какое свойство S-металлов характеризует их как активные восстановители? Как изменяется восстановительная способность элементов IA и IIА групп по мере увеличения порядкового номера?
2. Чем можно объяснить наименьшее значение стандартного электродного потенциала у лития по сравнению с другими s-металлами?
3. Гидроксид какого s-металла обладает амфотерными свойствами? Почему?
4. Составьте общую формулу нитридов, оксидов, пероксидов, сульфидов и гидроксидов s-металлов.

## ***Индивидуальные задания*** **S-ЭЛЕМЕНТЫ**

### **Вариант 1**

1. Какой из s-элементов I группы ПЭС в виде простого вещества является газом? В чем проявляется его сходство и различие с остальными элементами этой группы? Ответ мотивировать.
2. Какое из простых веществ элементов I-A группы будет наиболее сильным восстановителем в реакции с а) кислородом; б) водой;

в) разбавленной азотной кислотой. Привести уравнения соответствующих реакций. Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя в каждой реакции.

3. Какой объем  $\text{SO}_2$ (н.у.) потребуется для того, чтобы перевести в гидросульфит весь гидроксид кальция, содержащийся в его растворе объемом 4 л, если  $C_{\text{H}}=0,5$  моль/л?

### Вариант 2

1. Назовите изотопы водорода и покажите различие в строении их ядер. Какому соотношению D :H по числу атомов соответствует состав природных соединений водорода?

2. Какие простые вещества образуются при сгорании каждого простого вещества элементов IA группы на воздухе? Как эти продукты реакции реагируют с а) холодной водой; б) водой при кипячении? Привести уравнения соответствующих реакций. Определите эквивалентную массу продукта сгорания в каждой из реакций с водой.

3. Чему равна концентрация ионов  $\text{Ba}^{2+}$  над осадком, если концентрация ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  в этом растворе составляет  $10^{-2}$  моль/л? Был ли использован избыток серной кислоты для получения осадка?

### Вариант 3

1. Дайте краткую характеристику физических и химических свойств водорода. Как его получают в промышленности и лаборатории? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Составьте уравнения электролиза водных растворов а) фторида калия; б) гидроксида лития в случае а) инертных электродов и б) медных электродов.

3. Вычислите тепловой эффект реакции:  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{C}$ . Определите возможен ли процесс в стандартных условиях.

### Вариант 4

1. Чем объясняется возможность водорода проявлять не только восстановительные, но и окислительные свойства? Приведите примеры соответствующих реакций.

2. Какое соединение образуется при сгорании калия в избытке кислорода? Напишите взаимодействие этого соединения с водой и разбавленной серной кислотой. Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность протекания этого процесса.

3. Какой объем  $\text{CO}_2$  при  $17^\circ\text{C}$  и  $101,3$  кПа потребуется для получения кристаллической соды массой  $143$  кг из гидроксида натрия?

### Вариант 5

1. Какие окислительно-восстановительные свойства проявляют гидриды и вода при их взаимодействии? Приведите примеры реакций.

2. Порошок магния прокалили на воздухе. Образование какого продукта более выгодно с точки зрения термодинамики. Составьте уравнения реакций между этим продуктом и а) водой; б) разбавленной азотной кислотой.

3. Электролизом раствора хлорида натрия при силе тока  $1050\text{A}$  за  $12$  ч был выделен газ объемом  $4,48$  м<sup>3</sup>(н.у.). Найдите массу вещества, образовавшегося в прикатодном пространстве, если выход по току на катоде и аноде составляет одну и ту же величину.

### Вариант 6

1. Напишите электронные формулы и назовите все s-элементы II группы ПЭС. Какой из них радиоактивен и какие составляют триаду щелочно-земельных элементов? Объясните причину различия в химических свойствах бериллия и бария. С каким элементом барий проявляет диагональное сходство?

2. Осуществите превращения:



3. Какой массы потребуется карбонат натрия для нейтрализации раствора серной кислоты объемом  $100$  мл, если  $C_{\text{H}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2$  моль/л?

### Вариант 7

1. Назовите природные соединения s-элементов II группы ПЭС. Какими способами получают из них соответствующие простые вещества, для которых укажите их отношение к воде, кислотам, щелочам, действию кислорода воздуха. Привести примеры соответствующих реакций.

2. Составить уравнения электролиза водных растворов а) сульфата рубидия; б) смеси гидроксида и хлорида натрия в случае а) инертных электродов и б) медных электродов.

3. Определить концентрацию ионов в растворе, полученном при смешивании равных объемов  $0,3\text{M}$  раствора хлорида бария и  $0,4\text{M}$  раствора хромата натрия  $\text{PP}(\text{BaCrO}_4) = 2,3 \cdot 10^{-10}$

**Вариант8**

1. Какую максимальную ковалентность проявляет бериллий как s-элемент II периода? Приведите примеры его ковалентно насыщенных и ненасыщенных соединений.

2. Напишите уравнения реакций натрия с водородом, кислородом, азотом и серой. Какую степень окисления приобретают атомы окислителя в каждой из этих реакций? Что образуется при взаимодействии полученных соединений с водой?

3. В электролизере диафрагменного типа при силе тока 22000А за 22 ч получено 5440 электролитической щелочи, содержащей 138г/л NaOH. Определите выход по току для щелочи.

**Вариант9**

1. Какие из s-элементов II группы ПЭС образуют пероксиды, персульфиды и перкарбиды? Напишите графические формулы этих соединений.

2. Напишите уравнения реакций лежащих в основе аммиачного способа получения соды. Можно ли таким способом получить поташ? Почему?

3. Определите титр раствора соляной кислоты, если на нейтрализацию 20мл этого раствора израсходовано 10 мл КОН с титром 0,014г/мл.

**Вариант10**

1. Существует ли различие в отношении к гидролизу для катионов  $Be^{2+}$  и  $Ba^{2+}$  в водных растворах их солей? Почему?

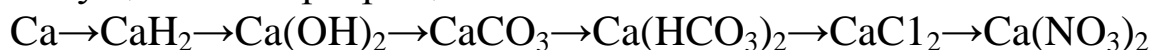
2. Написать уравнения реакций, протекающих при насыщении раствора  $Na_2CO_3$ : а) хлором; б) оксидом азота (V).

3. По значению ПР ( $CaCO_3$ ) вычислить растворимость  $CaCO_3$  в моль/л и г/л. В каком объеме насыщенного раствора содержится  $CaCO_3$ : количеством вещества 0,7 моль?

**Вариант11**

1. Приведите примеры образования внешней и внутримолекулярной водородной связи. Какое влияние она оказывает на свойства веществ? Покажите на примере воды и фтороводорода.

2. Осуществите превращения:



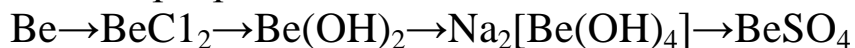
3. Рассчитайте массу нитрата калия, подвергшегося термическому разложению, если газ, выделившийся при этой реакции, зани-

мает такой же объем, как газы, полученные при термическом разложении 993г нитрата свинца.

### **Вариант12**

1. Кроме водорода S-элементы I группы в виде простых веществ являются металлами. Почему их называют щелочными? Из каких природных соединений и какими методами их получают? Привести уравнения реакций.

2. Осуществите превращения:



3. Через раствор, содержащий 29,6 г гидроксида кальция, пропустили 6 л смеси газов, в которой объемные доли  $\text{NO}_2$  и  $\text{N}_2$  соответственно равны 30 и 70%. Раствор выпарили. Определите состав сухого остатка в массовых долях(%).

### **Вариант13**

1. Каковы значения стандартных электродных потенциалов для щелочных металлов? Как объяснить, что в ряду напряжений, т.е. по значению электродного потенциала, литий имеет наибольшую, а по значению ионизационного потенциала наименьшую активность по сравнению с остальными щелочными металлами.

2. Составьте уравнения реакций а) бериллия с концентрированным раствором гидроксида натрия; б) магния с концентрированной серной кислотой.

3. Найдите объем газа, выделившегося при взаимодействии 60г магния с 500 мл раствора серной кислоты ( $\rho=1,455$  г/мл) с массовой долей кислоты 55,5% при  $18^\circ\text{C}$  и 96кПа.

### **Вариант14**

1. Какие кислородные соединения образуют щелочные металлы при горении на воздухе? Как получают нормальные оксиды щелочных металлов? Приведите примеры соответствующих реакций.

2. Являясь сильными восстановителями магний, кальция и барий применяются в металлотермии для получения металлов из их оксидов. Составьте уравнения реакций Mg с  $\text{CaSO}_4$  и Ca с  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

3. В 100 мл насыщенного раствора содержится  $\text{BaCrO}_4$  массой  $1,5 \cdot 10^{-6}$  г. Найдите ПР этой соли.

### **Вариант15**

1. Сравните щелочные металлы с другими элементами по следующим параметрам: радиусы атомов, ионизационные потенциалы,

электроотрицательность. Как изменяются эти величины для s-элементов в пределах группы?

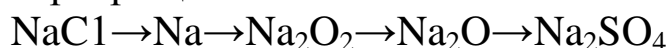
2. Напишите уравнение гидролиза пероксида бария и уравнение реакции его взаимодействия с KI и KMnO<sub>4</sub>. (Обе реакции протекают в сернокислой среде).

3. Какой объем раствора соды потребуется для полной нейтрализации ортофосфорной кислоты, содержащейся в её растворе объемом 200мл, если C<sub>n</sub>(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)=2 моль/л, а C<sub>m</sub>(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)=3 моль/л?

### Вариант16

1. Почему металлы Ca, Sr, Ba, Ra носят название щелочно-земельных? На основании сопоставления атомных радиусов и зарядов ядер элементов главных подгрупп первых и вторых групп обоснуйте более слабые металлические свойства элементов главной подгруппы второй группы.

2. Осуществите превращения:

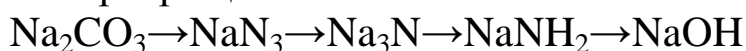


3. Какая соль образуется, если через 250 мл гидроксида натрия ( $\rho=1,438$  г/мл) с массовой долей щелочи 40% пропустили CO<sub>2</sub>, полученный при сжигании 20л метана(н.у.). Рассчитайте массу полученной соли.

### Вариант17

1. Взаимодействует ли при сплавлении: а) оксиды BeO и CaO с оксидами Na<sub>2</sub>O и SiO<sub>2</sub>; б) сульфиды BeS и CaS с сульфидами Na<sub>2</sub>S и SiS<sub>2</sub>? Сделайте вывод о различии в характере бинарных соединений бериллия и кальция. Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Осуществите превращения:

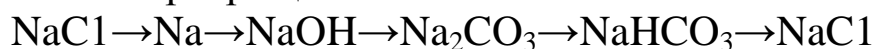


3. Смесь хлоридов натрия и калия массой 0,245 г растворили в воде и на полученный раствор подействовали нитратом серебра. В результате реакции образовался осадок массой 0,57 г. Вычислить массовые доли (%) NaCl и KCl в смеси.

### Вариант18

1. Как при нагревании взаимодействует фторид бериллия с основными и кислотными фторидами, например с KF и SiF<sub>4</sub>? Привести уравнения реакций и назвать полученные соединения.

2. Осуществите превращения:





3. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при  $25^{\circ}\text{C}$  при взаимодействии 12 г гидрида калия с водой.

**Вариант 19**

1. Приведите примеры реакций, иллюстрирующих большую химическую активность щелочных металлов. В каком направлении она усиливается и по каким причинам?

2. Составьте уравнения электролиза водных растворов а) хлорида кальция калия; б) сульфата магния в случае а) инертных электродов и б) медных электродов.

3. Какой объем при  $17^{\circ}\text{C}$  и 121 кПа займет  $\text{CO}_2$ , который потребуется для насыщения раствора  $\text{KOH}$ , объемом 5 л и концентрацией 8 моль/л, с целью получения гидрокарбоната.

**Вариант 20**

1. Что такое поташ? Как он получается и в каких производствах применяется? Как получить поташ, имея в распоряжении вещества  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ? Составьте уравнения соответствующих реакций.

2. Осуществите превращения:



3.  $\text{PP}(\text{SrSO}_4) = 2,8 \cdot 10^{-7}$ . Образуется ли осадок этой соли, если смешать равные объемы 0,004 н. растворов  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Н.Н. Павлов Неорганическая химия: Учеб. для технол. спец. вузов. -М.: Высш. шк., 1986.-336 с.
2. Общая и неорганическая химия: Методические указания, программа, элементы теории, вопросы для самопроверки и контрольные задания для студентов–заочников химико-технологических специальностей вузов/И.Л. Шиманович. -М.: Высш.шк.,1990.-159с.
3. А.И. Ефимов, Л.А. Карцова, И.М. Луцкая Задачи по химии: Учеб. пособие / под ред. А.В. Суворова. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986.-120с.
4. З.Е. Гольбрайх Сборник задач и упражнений по химии. Учеб. пособие для вузов. -М.: Высш. шк., 1990.-223с.
5. Л.М Романцева. и др. Сборник задач и упражнений по общей химии: Учеб. пособие для нехим. спец. вузов /Л.М. Романцева, З.Л. Лещинская, В.А. Суханова. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш. шк., 1991.-288с.
6. Любимова Н.Б. Вопросы и задачи по общей и неорганической химии: Учеб. пособие для нехим. спец. вузов. -М.: Высш. шк., 1990.-351с.
7. Г.Л. Абкин Задачи и упражнения по общей химии. Учеб. пособие для вузов. -М.: Высш. шк., 1971.- 264с.
8. Р.А. Лидин и др. Задачи по неорганической химии: Учеб. пособие для хим. Технол. Вузов/ Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева; под ред. Р.А. Лидина. - М.: Высш. шк., 1990.-319с.