

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 02.06.2021 15:55:41

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf5e043df4a48111a56df69

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ХИМИИ**

**ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
(часть I)  
p -ЭЛЕМЕНТЫ  
(индивидуальные домашние задания)**

**КУРСК 2007**

Составители: Бурыкина О.В.  
УДК 543

Химия элементов (часть I).р -Элементы. Методические указания к выполнению индивидуальных домашних заданий студентов 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 «р-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 p-элементов	5
Вопросы для самоподготовки	11
Индивидуальные задания	
Подгруппа галогенов	11
Кислород, пероксид водорода	18
Подгруппа серы	25
Азот	32
Подгруппа фосфора	38
Углерод	45
Подгруппа кремния	52
Подгруппа бора	59
Библиографический список	65

## 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., ФХ	Спец. ТС
1. Подгруппа галогены	1. Подгруппа галогены
2. Кислород, $H_2O_2$	2. Кислород, $H_2O_2$
3. Подгруппа серы	3. Подгруппа серы
4. Азот	4. Азот
5. Подгруппа фосфора	5. Углерод
6. Углерод	
7. Подгруппа кремния	

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 p- ЭЛЕМЕНТОВ

Общая электронная формула p-элементов  $\dots ns^2 np^{1-6}$ , где n-главное квантовое число. Большинство p-элементов относятся к неметаллам. Такие элементы, как Al, Ga, In, Tl, Ge, Sn, Pb, Sb, Bi, Po, условно рассматриваются как металлические, хотя они сохраняют многие свойства неметаллов.

По мере роста порядкового номера в пределах группы сверху вниз неметаллические свойства p-элементов уменьшаются и растут металлические, поэтому по подгруппе сверху вниз усиливаются основные свойства элементов. **Например:**

Рассмотрим VA группу:

Элемент	Высший оксид	Гидроксид	Свойство гидроксида
N	$N_2O_5$	$HNO_3$	Сильная кислота
P	$P_2O_5$	$H_3PO_4$	Кислота средней силы
As	$As_2O_5$	$H_3AsO_4$	Слабая кислота
Sb	$Sb_2O_3$	$Sb_2O_3 \cdot nH_2O$	Амфотерное вещество с признаками кислотности
Bi	$Bi_2O_3$	$Bi(OH)_3$	Амфотерное вещество с признаками основности

По мере роста порядкового номера в пределах периода слева на право неметаллические свойства элементов растут, а металлические падают, поэтому по периоду слева на право усиливаются кислотные свойства элементов. **Например:**

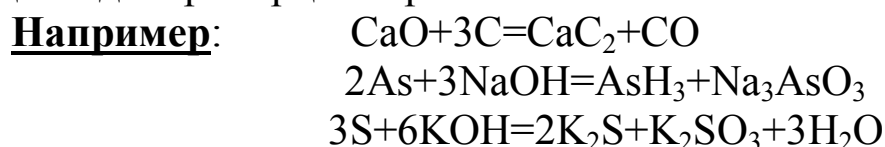
Рассмотрим III период:

Элемент	Высший оксид	Гидроксид	Свойства
Na	$Na_2O$	$NaOH$	Сильное основание
Mg	$MgO$	$Mg(OH)_2$	Основание средней силы
Al	$Al_2O_3$	$Al(OH)_3$	Амфотерное
Si	$SiO_2$	$H_2SiO_3$	Слабая кислота
P	$P_2O_5$	$H_3PO_4$	Кислота средней силы
S	$SO_3$	$H_2SO_4$	Сильная кислота
Cl	$Cl_2O_7$	$HClO_4$	Сильная кислота

Для элементов, имеющих переменную степень окисления кислотные свойства оксидов и гидроксидов усиливаются по мере увеличения степени окисления. **Например:** серная кислота (сера имеет

степень окисления +6) является сильной кислотой; сернистая кислота (сера имеет степень окисления +4) –слабая кислота.

По мере роста числа р -электронов в атомах элементов в периоде (от III-A до VII-A групп) уменьшается радиус атомов, увеличивается сродство к электрону, т.е. окислительные свойства. В отличие от элементов s-, d- и f- семейства, которые проявляют только восстановительные свойства, р -элементы, являясь окислителями, могут быть и восстановителями. Поэтому большинство р –элементов способны к реакциям диспропорционирования.



Атомы р –элементов проявляют положительные и отрицательные степени окисления. Устойчивая степень валентность в соединениях р-элементов определяется правилом «четности»: наиболее устойчивыми соединениями элементов четных групп являются соединения, где р-элемент имеет четную валентность, а для элементов нечетных групп – нечетную валентность. Так как по мере роста порядкового номера в пределах группы сверху вниз неметаллические свойства р- элементов уменьшаются и растут металлические, то наиболее характерная степень окисления уменьшается.

**Например:** характерная степень окисления элементов:

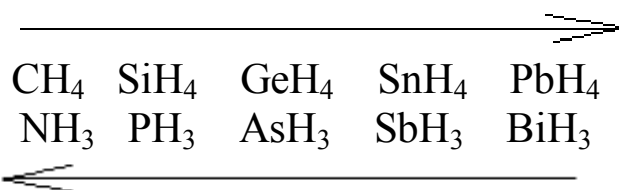
В третьем периоде  $\text{Al}^{+3}$   $\text{Si}^{+4}$   $\text{P}^{+5}$   $\text{S}^{+6}$

В шестом периоде  $\text{Tl}^{+1}$   $\text{Pb}^{+2}$   $\text{Bi}^{+3}$   $\text{Po}^{+4}$ .

Отсюда можно сделать вывод, что соединения  $\text{Tl}^{+3}$ ,  $\text{Pb}^{+4}$ ,  $\text{Bi}^{+5}$  – сильные окислители, а соединения  $\text{Ga}^{+1}$ ,  $\text{Ge}^{+2}$ ,  $\text{As}^{+3}$  - восстановители. Прочность водородных соединений в группах сверху вниз благодаря росту радиуса атома уменьшается, а их восстановительные свойства увеличиваются.

**Например:**

усиление восстановительных свойств

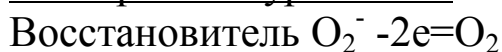


увеличение прочности

Окислительно–восстановительные свойства соединений р - элементов зависят, как правило от степени окисления их атомов, входящих в состав соединения. Соединения, в которых атом р–элемента имеет промежуточную степень окисления, могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства ( $\text{H}_2\text{O}_2^{-1}$ ,  $\text{N}_2^{2-}\text{H}_4$ ,  $\text{N}^{-1}\text{H}_2\text{OH}$ ,  $\text{HN}^{+3}\text{O}_2$ ,  $\text{H}_3\text{P}^{+1}\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3$  и т.п.).

Окислительно – восстановительные свойства пероксида водорода выражают электронными или электронно-ионными уравнениями:

Электронные уравнения



Электронно-ионные уравнения:



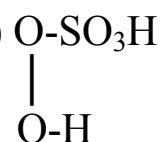
Электронные уравнения, отражающие окислительную способность озона:  $\text{O}_3 + e = \text{O}_3^{-}$ ;  $\text{O}_3 + 2e = \text{O}_2 + \text{O}^{2-}$ .

Пероксо- соединения содержат кислород в степени окисления -1 и проявляют сильные окислительные свойства. При замещении одного или обоих атомов водорода в пероксиде водорода металлами или кислотными остатками образуются пероксиды металлов, пероксокислоты или пероксодикислоты:

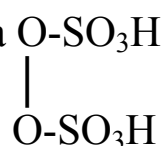
$\text{NaHO}_2$ -гидропероксид натрия



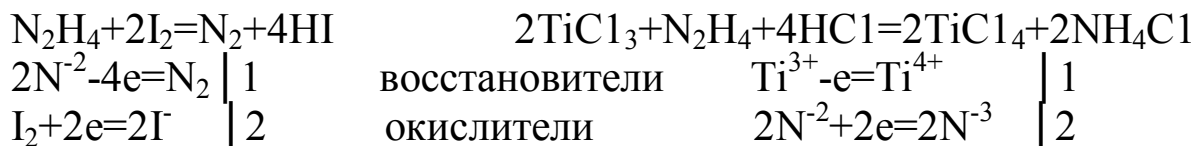
$\text{H}_2\text{SO}_5$ -пероксосерная кислота (кислота Каро)



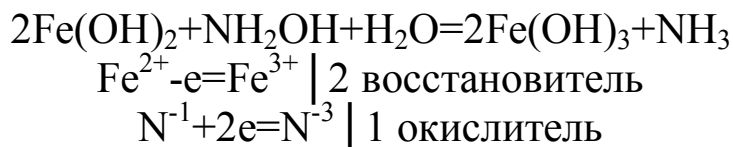
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  – преоксодисерная кислота



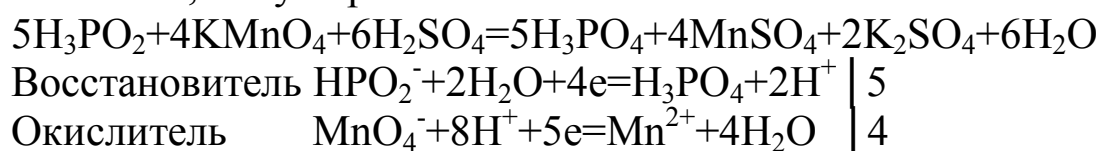
Каждый атом азота в молекуле гидразина имеет степень окисления -2, поэтому гидразин, являясь хорошим восстановителем, может проявлять слабые окислительные свойства. Гидразин обычно окисляется до азота, а восстанавливается до  $\text{NH}_4^{+}$ :



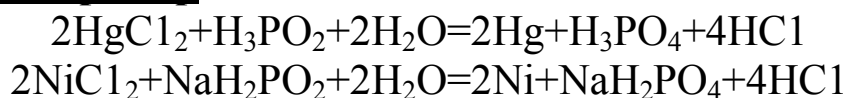
В гидроксиламине степень окисления азота равна -1. Поэтому для последнего наряду с восстановительными свойствами довольно характерна окислительная способность:



Фосфорноватистая и фосфористая кислоты, содержащие фосфор в промежуточной степени окисления, также являясь хорошими восстановителями, могут проявлять и окислительные свойства:



Фосфорноватистая кислота и её соли гипофосфиты способны восстанавливать ионы некоторых металлов ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^+$  и др.) из растворов их солей до свободного металла. **Например:**

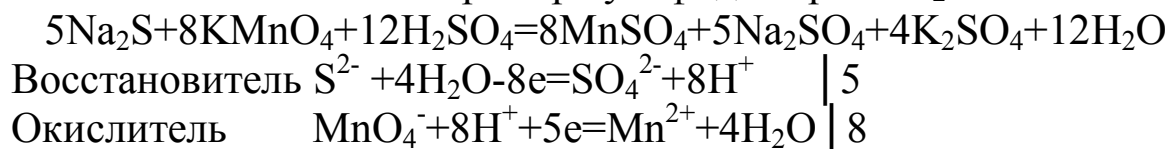


Фосфорноватистая кислота – слабый окислитель, но сильными восстановителями восстанавливается до  $\text{PH}_3$ :  $\text{H}_3\text{PO}_2 + 4\text{H} = \text{PH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

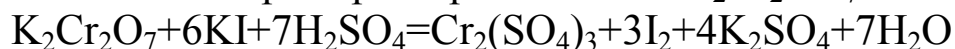
Вещества, содержащие в своем составе атом элемента, находящийся в промежуточной степени окисления подвергаются самоокислению – самовосстановлению:



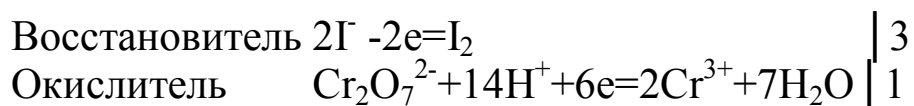
Если в состав вещества входит р-элемент в низшей степени окисления, то этот элемент, и вещество в целом, проявляет только свойства восстановителя. Например сульфид натрия  $\text{Na}_2\text{S}^{-2}$



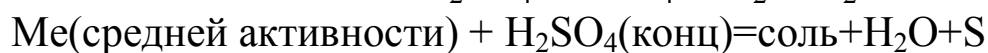
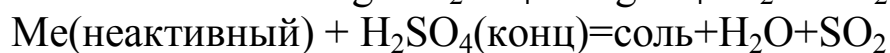
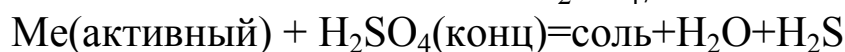
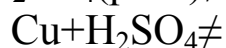
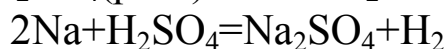
Если в состав вещества входит р-элемент в высшей степени окисления, то этот элемент, и вещество в целом, проявляет только свойства окислителя. Например бихромат калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2^{+6}\text{O}_7$



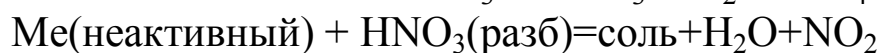
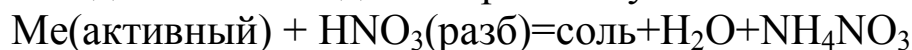




При изучении свойств азотной и серной кислот нужно учитывать, что если в разбавленной серной кислоте окислительную функцию несет ион  $\text{H}^+$ , а в концентрированной – ион  $\text{SO}_4^{2-}$ , то в азотной кислоте любой концентрации окислительную функцию несет ион  $\text{NO}_3^-$ . Поэтому в отличие от других разбавленных кислот из разбавленной азотной кислоты никакой металл не вытесняет водород. Характер восстановления азотной и серной кислот зависит от их концентрации, температуры и природы восстановителя.



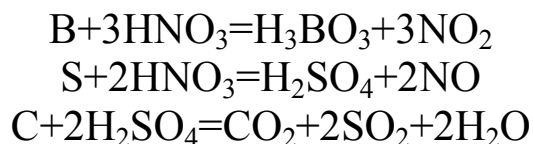
Для азотной кислоты взаимодействия более сложны, но можно привести два наиболее достоверных случая



В остальных случаях могут образовываться различные оксиды азота, азот и даже смеси вышеперечисленных веществ.

При обычной температуре концентрированные азотная и серная кислоты и очень разбавленная азотная пассивируют некоторые металлы (Al, Fe, Cr, Ti, Co, Ni и др). При этом на поверхности металла возникает защитная пленка оксида или соли, в результате чего реакция между металлом и кислотой прекращается. На этом свойстве основано то, что концентрированную серную кислоту можно перевозить в железных цистернах.

Концентрированные азотная и серная кислоты взаимодействуют со многими неметаллами. **Например:**



Направление окислительно-восстановительных реакций зависит от ряда факторов: концентрации, температуры, среды, сравнительной активности восстановителя и окислителя и др. Поэтому не всегда вещество, обладающее окислительными свойствами, взаимодействует с веществом, обладающим восстановительными свойствами. Для количественной характеристики окислительно-восстановительной способности веществ следует знать значения их окислительно-восстановительных потенциалов, которые рассчитываются по уравнению Нернста:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{c^x_{\text{ок}}}{c^y_{\text{вос}}}$$

где  $c^x_{\text{ок}}$ ,  $c^y_{\text{вос}}$  - концентрации (в моль/л) окисленной и восстановленной форм данного вещества;  $x$  и  $y$  - коэффициенты при окислителе и восстановителе;  $n$  - число электронов, потерянных восстановителем или присоединенных окислителем. Если  $c^x = c^y$ , то  $E = E^0$ . Величина  $E^0$  - стандартный потенциал (справочная величина), используется, только в том случае, если реакция протекает в стандартных условиях ( $25^\circ\text{C}$ ,  $C=1$  моль/л, парциальное давление газов 101,3 кПа).

Под окисленной формой следует понимать состояние данного вещества в более высокой степени окисления.

**Например:** Из ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  окисленной формой будет ион  $\text{Fe}^{3+}$ , а восстановленной - ион  $\text{Fe}^{2+}$ .

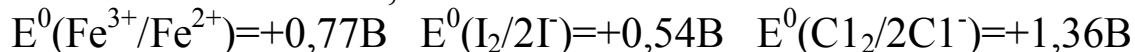
Чем больше алгебраическая величина потенциала данной окислительно-восстановительной системы, тем более активным окислителем она является

Чтобы процесс протекал должен выполняться термодинамический параметр  $\Delta G < 0$ . Это происходит в том случае, если ЭДС ( $\varepsilon$ ) окислительно-восстановительной реакции является величиной положительной, поскольку в электрохимии энергия Гиббса рассчитывается по уравнению:  $\Delta G = -nF\varepsilon$ , где  $F$  - число Фарадея,  $n$  - число передаваемых в элементарном процессе электронов. ЭДС будет положительной при следующем соотношении потенциалов окислителя и восстановителя:  $E_{\text{ок}} > E_{\text{вос}}$ .

**Например:** Известно, что ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{I}^-$  -восстановители, а ион  $\text{Fe}^{3+}$  -окислитель, но оказывается, что только ион  $\text{I}^-$  восстанавливает  $\text{Fe}^{3+}$ , а между ионами  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Fe}^{3+}$  окислительно-восстановительная реакция не идет:



Объясняется это тем, что



Так как  $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) > E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,54\text{В}$ , то окислительно восстановительный процесс (1) протекает. Следовательно, ион  $\text{Fe}^{3+}$  является окислителем по отношению к иону  $\text{I}^-$ .  $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) < E^0(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-)$ , то окислительно – восстановительный процесс (2) протекать в прямом направлении не может. Значит, ион  $\text{Fe}^{3+}$  не может быть окислителем по отношению к иону  $\text{Cl}^-$ , зато ион  $\text{Fe}^{2+}$  может быть восстановителем по отношению к молекулярному хлору, т.е. обратный процесс в системе (2) может идти.

### ***ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:***

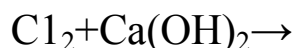
1. Как могут проявлять себя атомы p -элементов в окислительно-восстановительных реакциях? Почему? Приведите примеры.
2. Составьте общую формулу водородных и кислородных соединений для элементов IVA, VA, VIA, VIIA групп, отвечающих низшей и высшей степеням окисления.
3. Какую степень окисления проявляют p -элементы IIА, IVA, VA, VIA, VIIA групп? Какая степень окисления наиболее характерна для каждого из них?
4. Какие из p -элементов образуют тиосоли?
5. Как зависят кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов p -элементов от степени окисления их атомов?

### ***Индивидуальные задания*** **ПОДГРУППА ГАЛОГЕНОВ**

#### **Вариант 1**

1. Какие из веществ, формулы которых даны ниже, взаимодействуя попарно, образуют хлороводород:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Напишите уравнения возможных реакций.

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



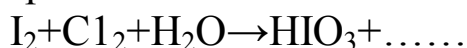
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите массу бромной воды, которая необходима для окисления 15,2 г сульфата железа (II) в сернокислом растворе, если в 100 г воды при 20<sup>0</sup>С растворяется 3,6 г брома. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 2

1. В одну пробирку налили соляную кислоту, а в другую хлорид натрия. Какими реактивами можно определить в какой пробирке соляная кислота, а в какой поваренная соль?

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



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

3. Какая масса иода выделится, если в реакцию вступило 0,3л раствора перманганата калия ( $\rho=1,04$  г/мл) с массовой долей 6%? Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 3

1. На чем основано дезинфицирующее и белящее действие хлорной извести? Дайте объяснение и приведите 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 молярную концентрацию эквивалента HCl, если из 0,2л HCl после прибавления AgNO<sub>3</sub> образовалось 0,574 г осадка. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 4

1. Исследуя соль белого цвета К. Шееле (1742-1786) обнаружил, что в темноте она не пахнет, а на свету начинает темнеть и появляется запах хлора. Что это за соль?

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 (%)  $KIO_3$ , если 6,5 г раствора, реагирует с избытком  $KI$  в сернокислом растворе, образуя 0,636 г иода. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 5

1. Почему можно получить хлорную воду, но нельзя получить фторную воду? Дайте обоснованный ответ.

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



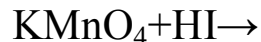
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. В 1 л раствора содержится 8 г  $HClO_4$ . Определите эквивалентную концентрацию кислоты, если реакция протекает по уравнению  $HClO_4 + SO_2 + H_2O \rightarrow HCl + H_2SO_4$

### Вариант 6

1. Водный раствора иодоводорода на воздухе быстро бурет, между тем как в отсутствии воздуха раствор остается бесцветным. Чем это объясняется? Напишите уравнения протекающих реакций.

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



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

3. Рассчитайте молярную концентрацию  $HCl$ , если в результате прибавления избытка нитрата серебра к 0,1 л  $HCl$  образовался 1 г осадка. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 7

1. В одной колбе содержится раствор хлорида натрия, в другой иодида натрия. Как определить, что где находится? 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. В результате реакции 6 г раствора  $\text{HClO}_3$  с избытком  $\text{HCl}$  образовалось 14,2 л хлора (н.у.). Вычислите массовую долю (%)  $\text{HClO}_3$  в растворе. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### Вариант 8

1. Какова относительная плотность иодоводорода по хлороводороду?

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

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

3. Рассчитайте объем брома вступившего в реакцию с 0,5 л 0,5 М раствора хлорноватистой кислоты, если один из продуктов  $\text{HBrO}_3$ ? Напишите уравнение соответствующего процесса.

### Вариант 9

1. Какая из галогенводородных кислот не образует свободного галогена при действии окислителей? Дайте обоснованный ответ.

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



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

3. Вычислите объем хлора (н.у.) и массу гидроксида калия, которые необходимы для получения 50 кг бертолетовой соли, если выход продукта составляет 87%.

### Вариант 10

1. В трех пробирках находятся хлорид натрия, бромид натрия, йодид натрия. Как определить в какой пробирке что находится? Приведите уравнения реакций.

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



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

3. Технический хлорат калия содержит 5% примесей. Определите массу хлората калия, необходимую для получения кислорода в объеме, достаточном для окисления 14 л аммиака (н.у.) без катализатора. Напишите уравнения соответствующих реакций.

### Вариант 11

1. Какие внешние изменения будут наблюдаться, если в сосуд с бромом ввести хлор? 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. Выделение иода из раствора, полученного выщелачиванием золы морских водорослей, производится путем добавления диоксида марганца и серной кислоты. Сколько тонн раствора содержащего 4,5% KI требуется для получения 1т иода?

### Вариант 12

1. В раствор смеси бромида и иодида натрия прибавили по каплям хлорной воды. Что происходит? Напишите уравнения соответствующих реакций.

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



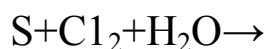
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем воды необходимо добавит к 30 мл 20%-ного раствора HCl, чтобы получить 1,5%-ный раствор?

### Вариант 13

1. Один из цилиндров заполнен хлором, другой хлороводородом, третий – бромоводородом. Как, не пользуясь какими-либо другими реактивами, узнать содержимое каждого из цилиндров?

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



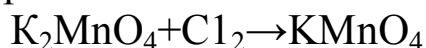
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько мл 6%-ного раствора бромата калия ( $\rho=1,04$  г/мл) потребуется для окисления в сернокислом растворе 50 мл 0,75М раствора  $\text{FeSO}_4$ ? Напишите уравнение соответствующей реакции.

#### Вариант 14

1. Газообразный иодоводород способен гореть в кислороде, отличаясь в этом отношении от других галогенводородов. Чем это объясняется? Дать обоснованный ответ.

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



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

3. Сколько граммов KI можно окислить в  $\text{KIO}_3$  током силой 13,4А за 2 часа? Написать электродные процессы.

#### Вариант 15

1. Чтобы освободить бром от примеси хлора поступают так: бром взбалтывают с водным раствором бромида натрия и, когда смесь расслоится, верхний слой(водный) сливают. Объясните что происходит?

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



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

3. Сколько KOH потребуется для взаимодействия с  $0,8\text{м}^3$  хлора (при  $7^\circ\text{C}$  и  $98,64\text{кПа}$ ), если реакция идет с горячим раствором щелочи? Напишите уравнение соответствующей реакции.

#### Вариант 16

1. Назовите два известных вам бесцветных газа, водные растворы которых при приливании раствора нитрата серебра дают желтоватый осадок. С помощью какой химической реакции эти два газа можно отличить друг от друга? Приведите уравнения соответствующих реакций.

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





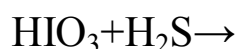
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. 1г металла соединяется с массой хлора, занимающей 336мл при 37<sup>0</sup>С и 98кПа. Вычислите эквивалентную массу металла.

### Вариант 17

1. Иодоводородную кислоту можно отличить от других галогенводородных кислот с помощью реакции, происходящей при добавлении раствора соли  $\text{Cu}^{2+}$ . Напишите уравнение данной реакции.

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



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

3. Соединение бора с фтором содержит 84,04% F. Плотность по воздуху 2,34. Найти истинную формулу соединения.

### Вариант 18

1. Приведите пример реакции горения, при которой кислород является одним из продуктов реакции.

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



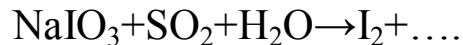
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При 40<sup>0</sup>С предельная растворимость  $\text{KClO}_3$  равна 14г. Вычислите процентное содержание  $\text{KClO}_3$  в растворе, насыщенном при этой температуре.

### Вариант 19

1. В четырех пробирках налиты растворы азотной кислоты; нитрата серебра; хлорида натрия; фосфата натрия. В какой пробирке что находится неизвестно, но установлено: 1) что при сливании растворов из 2-ой и 4-ой пробирок получается осадок, растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки; 2) при сливании растворов из 2-ой и 3-ей пробирок получается осадок, не растворяющийся при добавлении раствора из 1-ой пробирки. Определите в какой пробирке что содержится и напишите уравнения соответствующих реакций.

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



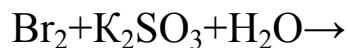
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. К 225 г 12%-ного раствора нитрата серебра прибавили 300 г 4%-ного раствора NaCl. Вычислите массу образовавшегося осадка.

### Вариант 20

1. Почему хлор перед наполнением им стальных баллонов или железнодорожных цистерн тщательно сушат? Дайте обоснованный ответ.

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



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

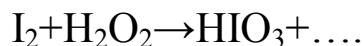
3. Какой объем HCl, измеренного при давлении 9,4 кПа и 22°C, потребуется для реакции солеобразования с 50 мл 22,4%-ного раствора KOH ( $\rho = 1,2$  г/мл)?

## КИСЛОРОД, ОЗОН, ПЕРОКСИД ВОДОРОДА

### Вариант 1

1. Молекула кислорода согласно значению магнитного момента имеет два неспаренных электрона и, следовательно, связь между атомами должна осуществляться только одной общей электронной парой. Однако энергия и длина связи соответствует двойной. Как объясняются эти несоответствия методами ВС и МО?

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



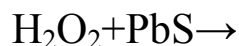
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При сжигании бензола образуются двуокись углерода и водяные пары. Вычислить объем воздуха, измеренного при 25°C и 750 мм. рт. ст., требуемый для сжигания 1 кг бензола, а также объем двуокиси углерода, измеренной при тех же условиях.

**Вариант 2**

1. Какое применение находит кислород в промышленности? Где находит применение озон? Напишите примеры химических реакций.

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



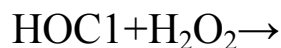
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какова масса 1 л кислорода, озонированного на 5% (н.у.).

**Вариант 3**

1. При каких условиях из кислорода образуется озон? Какие свойства для него характерны? Напишите уравнения соответствующих реакций.

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



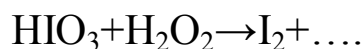
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько граммов хлората калия, содержащего 4% посторонних примесей, следует взять для получения 25 л кислорода при 27<sup>0</sup>С и 101,3 кПа?

**Вариант 4**

1. При действии озона на твердые гидроксиды щелочных металлов образуются озониды. Напишите уравнения их получения, взаимодействия с водой и разложения.

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



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

3. Для сжигания 3 л водорода потребовалось 1,45 л озонированного кислорода. Объемы газов измерены при одинаковых условиях. Найдите содержание озона в кислороде в объемных процентах.

**Вариант 5**

1. Дайте краткую характеристику бинарных соединений кислорода: оксидов, пероксидов, и надпероксидов.

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



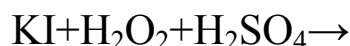
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Взорвали 5 г смеси водорода с кислородом, имеющей плотность 1,12 г/л (н.у.). Какое количество тепла при этом выделилось?  $\Delta H(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ кДж/моль}$ .

**Вариант 6**

1. В какой реакции пероксид водорода проявляет одновременно окислительную и восстановительную функции? 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. Какой объем кислорода (15<sup>0</sup>С и 110кПа) выделится при взаимодействии 50 мл раствора пероксида водорода с таким же объемом 0,005М раствора перманганата калия в солянокислой среде?

**Вариант 7**

1. Что происходит при внесении пероксида натрия в водный раствор NaI? Какие признаки реакции? Составьте 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. Рассчитайте объемную долю озона в кислороде, если при пропускании 11,2 л озонированного кислорода через раствор KI выделилось 1,016 г иода.

**Вариант 8**

1. Докажите с помощью химических реакций, что озон является более сильным окислителем, чем кислород.

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



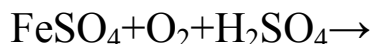
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Технический хлорат калия содержит 5% примесей. Определите массу хлората калия, необходимую для получения кислорода в объеме, достаточном для окисления 14 л аммиака (н.у.) без катализатора.

**Вариант 9**

1. Предложите несколько способов, доказывающих, что кислород и озон состоят из одного и того же элемента.

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



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

3. Определите тепловой эффект реакции:

$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ , если в реакции участвует 59,2 г  $\text{FeS}_2$ , а теплоты образования реагирующих веществ равны:

$\Delta H^0(\text{FeS}_2) = -148,5 \text{ кДж/моль}$ ;  $\Delta H^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -803,3 \text{ кДж/моль}$ ;  
 $\Delta H^0(\text{SO}_2) = -297,4 \text{ кДж/моль}$ .

**Вариант 10**

1. Приведите примеры реакций, которые доказывают: а) восстановительные свойства пероксида водорода; б) его окислительные свойства.

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



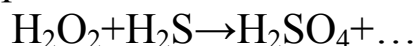
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Что имеет больший объем при одинаковых условиях – 1 кг кислорода или 1 кг озона? Во сколько раз?

**Вариант 11**

1. Является ли реакция образования озона из кислорода обратимой? Дайте обоснованный ответ.

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



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

3. Объемная доля озона в озонированном кислороде 7%. Рассчитайте объем озонированного кислорода (н.у.), необходимого для взаимодействия с 250г раствора пероксида водорода ( $\omega=6,5\%$ ).

**Вариант 12**

1. Озон окисляет иодид калия в водном растворе. Составьте уравнение соответствующей реакции. Укажите признаки реакции.

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



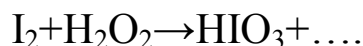
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Через озонатор был пропущен кислород объемом 30л(н.у.). Вышедший газ занял объем 25л при тех же условиях. Чему равна объемная доля кислорода, превращенного в озон?

**Вариант 13**

1. В чем сходны между собой озон и пероксид водорода по химическим свойствам? Ответ пояснить уравнениями реакций.

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



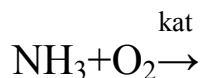
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Найдите массовую долю пероксида водорода в растворе, если при действии перманганата на 200г раствора пероксида водорода выделилось 16,8 л кислорода (н.у.). Реакция проводилась в сернокислом растворе.

**Вариант 14**

1. Должны ли отличаться между собой температуры кипения жидкого кислорода и жидкого озона? Дайте обоснованный ответ.

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



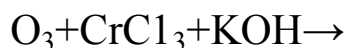
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какая масса кислорода находится в воздухе, занимающем объем  $36\text{ м}^3$  ( $25^\circ\text{С}$  и  $200\text{ кПа}$ )?

### Вариант 15

1. Какие соединения называются пероксикислотами? Каково их строение? Изобразите графически формулы пероксифосфорной и пероксидсерной кислот.

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



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

3. Чему равен объем кислорода ( $25^\circ$  и  $750\text{ мм.рт.ст.}$ ), полученного из  $1\text{ кг KClO}_3$ ?

### Вариант 16

1. Как построена молекула пероксида водорода? Чем отличаются по строению пероксиды от оксидов? Какой реакцией можно доказать, что  $\text{BaO}_2$  – пероксид, а  $\text{PbO}_2$  – оксид?

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 (н.у.) должен быть лишен кислорода для обжига цинковой обманки, содержащей  $\text{ZnS}$  массой  $1\text{ т}$ ?

### Вариант 17

1. Пероксид водорода получают гидролизом пероксидсерной кислоты. Напишите уравнение этой реакции и изобразите графическую формулу пероксидсерной кислоты и пероксида водорода.

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



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

3. Чему равен объем кислорода (25° и 750 мм.рт.ст.), полученного из 1 кг  $\text{KMnO}_4$ ?

### Вариант 18

1. Каков характер связей в соединениях: вода, пероксид водорода, пероксид натрия, надпероксид калия, оксид серы(IV), оксид цезия? Сравните свойства водородных соединений кислорода  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

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



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

3. Какой объем (н.у.) кислорода был пропущен через озонатор, если вышедший газ занял 16л при тех же условиях?

### Вариант 19

1. Чему равна степень окисления кислорода в соединениях: кислород, озон, оксид натрия, пероксид водорода, надпероксид натрия, озонид натрия? Пероксид натрия поглощает аммиак, максимально его окисляя. Составьте уравнение соответствующей реакции.

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



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

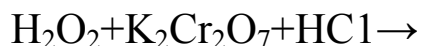
3. 50 мл пероксида водорода реагирует с таким же объемом 0,0005М раствора перманганата калия в солянокислой среде. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора пероксида водорода.

### Вариант 20

1. На бумажку пропитанную раствором крахмала и иодида калия капнули немного пероксида водорода. Что происходит? 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. Баллон емкостью 20 л содержит кислород, находящийся при 20°C под давлением 100 атм. Какой объем ацетилена, измеренный при нормальных условиях, может вступить в реакцию с этим количеством кислорода?

## ПОДГРУППА СЕРЫ

### Вариант 1

1. Известно, что сера нерастворима в воде, но растворяется при нагревании в водных растворах сульфита и сульфида натрия. Чем это объясняется?

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



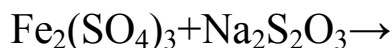
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какую реакцию имеют растворы  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и  $\text{NaHSO}_3$ ? Вычислите константу гидролиза для сульфит и гидросульфит-ионов, пользуясь значением констант диссоциации  $\text{H}_2\text{SO}_3$  по I и II ступеням.

### Вариант 2

1. Почему сероводородная вода при стоянии мутнеет? 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  $\text{SO}_2$  (н.у.) потребуется для полного обесцвечивания раствора  $\text{KMnO}_4$  объемом 250 мл, если его молярная концентрация эквивалента составляет 0,1 моль/л?

### Вариант 3

1. Как избавиться от примеси сульфита в сульфате калия? 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. Раствор, содержащий 5,12 г серы в 100 г сероуглерода, кипит при  $46,67^\circ\text{C}$ . Температура кипения чистого сероуглерода  $46,20^\circ\text{C}$ . Эбуллиоскопическая константа сероуглерода 2,37. Вычислить молекулярный вес серы и установить, из скольких атомов состоит молекула серы.

#### Вариант 4

1. Какие из перечисленных ниже газов нельзя сушить пропусканием их через концентрированную серную кислоту:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ? Объясните почему?

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



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

3. При  $900^\circ\text{C}$  плотность паров серы по воздуху равна 2,207. Сколько атомов серы входит в состав серы в этом состоянии?

#### Вариант 5

1. Как получить сероводород, имея в своем распоряжении цинк, серу и разбавленную серную кислоту? Напишите уравнения соответствующих реакций.

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



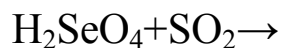
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. В 1 л воды растворены 2,2 л сероводорода при 750 мм. рт. ст. и  $25^\circ\text{C}$ . Вычислите процентную концентрацию раствора.

#### Вариант 6

1. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$ ?

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



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

3. Хлорангидрит серной кислоты массой 0,675 г растворен в воде. Масса осажденного из этого раствора сульфата бария была равна 1,167 г. Сульфат бария был отфильтрован. К фильтрату прибавили раствор  $\text{AgNO}_3$  в избытке. Масса выпавшего осадка 1,433 г. Найти состав и формулу хлорангидрида.

### Вариант 7

1. Как изменяется электропроводность раствора серной кислоты по мере прибавления воды к концентрированной серной кислоте? Дать обоснованный ответ.

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



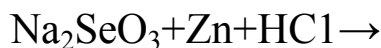
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Сколько мл 0,5 н. раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  потребуется, чтобы осадить весь цинк, содержащий в 20 мл 0,15 М раствора  $\text{ZnSO}_4$ ?

### Вариант 8

1. Почему нельзя сушить сероводород пропуская его через концентрированную серную кислоту? Ответ мотивируйте.

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



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

3. К 100 мл 0,2 М раствора сульфита натрия, прибавили такой же объем 0,2 М раствора хлорида кальция. Выпадает ли осадок и какова будет его масса?

### Вариант 9

1. Почему нельзя путем выпаривания или перегонки раствора сернистой кислоты получить безводную сернистую кислоту? Дать мотивированный ответ.

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



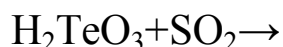
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При обезвоживании кристаллического сульфата натрия из 1,288 г его получено 0,568 г безводной соли. Сколько молекул кристаллизационной воды содержится в молекуле кристаллогидрата?

### Вариант 10

1. Приведите примеры известных вам реакций сернистого газа, в которых степень окисления серы: а) не меняется; б) повышается; в) понижается.

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



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

3. 2 г кристаллического сульфата магния растворили в воде. Сколько миллилитров 0,5н. раствора  $\text{BaCl}_2$  требуется для осаждения всех ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , содержащихся в приготовленном растворе.

### Вариант 11

1. Слякка, почти доверху заполнена концентрированной серной кислотой, была оставлена открытой. Через несколько дней часть жидкости перелилась через край слякки. Чем это объясняется?

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



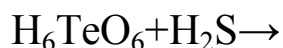
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите массу сульфата свинца, осажденного из 100 мл 0,2876н. раствора сульфата алюминия.

### Вариант 12

1. Образец сульфата бария содержит в виде примеси карбонат бария. Как можно удалить эту примесь? 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 получится двуххлористой серы в результате соединения однохлористой серы с 250 мл хлора при 30<sup>0</sup>С и 750 мм. рт. ст.?

### **Вариант 13**

1. Какие изменения происходят с серой при её нагревании до температуры кипения? Чем они обусловлены?

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



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

3. На нейтрализацию раствора, полученного взаимодействием 0,3495 г хлорангидрида серной кислоты с водой израсходовано 20 мл 0,45 н. раствора NaOH. Что представляет собой исходный хлорангидрид – хлористый сульфурил или хлорсульфоновую кислоту?

### **Вариант 14**

1. Какие соединения серы называются полисульфидами? Напишите общую формулу полисульфидов и графические формулы поли или персульфидов натрия Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, кальция CaS<sub>2</sub> и железа (II) FeS<sub>2</sub>. Какой из них является природным соединением и как его используют в промышленности?

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс: H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>S→

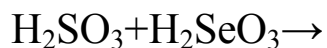
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На окисление содержащегося в растворе FeSO<sub>4</sub> израсходовано 49,0 мл 0,1082 н. раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Сколько грамм FeSO<sub>4</sub> в растворе?

### **Вариант 15**

1. Дайте характеристику физических и химических свойств серной кислоты: плотность, температура разложения, гигроскопичность и водоотнимающая способность, сила кислоты, окислительная способность, взаимодействие с простыми веществами.

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



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

3. Сколько мл 0,5 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  потребуется, чтобы осадить все железо, содержащееся в 10 мл 0,2 н. раствора  $\text{FeSO}_4$ ?

### Вариант 16

1. При нагревании концентрированной серной кислоты с углем образуются два газа, каждый из которых способен давать осадок с известковой водой. Напишите уравнения происходящих процессов.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:  $\text{Te} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

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

3. На нейтрализацию раствора, содержащего продукты гидролиза хлорангидрида серной кислоты, израсходовано 25 мл 0,50 н. раствора щелочи, а на осаждение хлора из полученного нейтрального раствора израсходовано 50 мл 0,125 н. раствора  $\text{AgNO}_3$ . Что представляет собой исходный хлорангидрид?

### Вариант 17

1. Что является окислителем металлов в разбавленных и концентрированных растворах серной кислоты? Возможно ли окисление серной кислотой неметаллов? Приведите примеры и напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно-ионный баланс:  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{KI} \rightarrow$

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

3. Напишите уравнение реакции окисления арсенита натрия перманганатом калия в щелочной среде и определите объем 0,1 н.  $\text{KMnO}_4$ , необходимый для окисления 2,5 г  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ .

### Вариант 18

1. Какие кислоты называются полисерными? Что представляет собой олеум? Что называют моногидратом? Напишите графическую формулу дисерной (пирсерной) кислоты.

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

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

3. Определите массу бромной воды, которая необходима для окисления 15,2 г сульфата железа (II) в сернокислом растворе, если в 100г воды при 20<sup>0</sup>С растворяется 3,6 г брома?

### Вариант 19

1. На какой реакции основано использование тиосульфата натрия для ликвидации остатков хлора? Как протекает реакция с более мягким окислителем – иодом? Какое применение находит эта реакция в аналитической химии? 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. Смесь угля и серы массой 10,32 сожгли в избытке кислорода (сера при этом окисляется до SO<sub>2</sub>). Полученная смесь газов была поглощена 1 л 1,2М раствора NaOH. На нейтрализацию оставшейся щелочи было израсходовано 9,8 г серной кислоты. Рассчитайте массовые доли(%) компонентов в исходной смеси.

### Вариант 20

1. Как построена молекула S<sub>8</sub>? В каких аллотропических модификациях может находиться сера в свободном состоянии? При каких условиях возможны их взаимные превращения?

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



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

3. Вычислите в каком объемном соотношении надо смешать растворы серной кислоты с массовой долей 25% (ρ=1,180 г/мл) и с массовой долей 60%(ρ=1,505 г/мл), чтобы получить 2,5 л раствора серной кислоты с массовой долей 40%(ρ1,31 г/мл).

## АЗОТ

### Вариант 1

1. Какими способами получают азот в промышленности и в лаборатории? Приведите уравнения реакций.

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



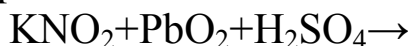
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем азота (н.у.) и сколько кг карбида кальция необходимо для получения 1 т технического цианмида кальция, содержащего 69%  $\text{CaCN}_2$ ?

### Вариант 2

1. Какие вещества следует брать в качестве осушителей для получения сухого газообразного аммиака? Можно ли для этих целей применять серную кислоту, хлорид кальция, оксид фосфора (V)? Ответ мотивировать.

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 (21%  $\text{O}_2$ ) теоретически необходим для окисления в  $\text{NO}$   $100\text{ м}^3 \text{ NH}_3$  при  $25^\circ\text{C}$  и  $101,3 \text{ кПа}$ ?

### Вариант 3

1. Чем объясняется легкая димеризация молекул диоксида азота? Почему подобный процесс не характерен для сернистого газа?

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



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

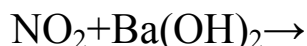
3. Каким объемом 20%-ного раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $\rho = 1,06 \text{ г/мл}$ ) можно заменить 1 л 14%-ного раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,08 \text{ г/мл}$ ) для получения равных количеств аммиака при действии  $\text{KOH}$  на растворы этих солей?



**Вариант 4**

1. Имеются три склянки без надписей с разбавленными растворами соляной, серной, и азотной кислот. Как определить где что находится? Напишите уравнения соответствующих реакций.

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



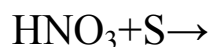
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите концентрацию  $\text{NH}_4^+$  (в моль/л) в растворе сульфата аммония, если при окислении 50 мл его раствора гипоброматом натрия в щелочной среде образовалось 56 мл  $\text{N}_2$ (н.у.).

**Вариант 5**

1. Как получить ценное удобрение – нитрат аммония, воспользовавшись в качестве исходных веществ только атмосферным азотом и водой? Напишите уравнения соответствующих реакций.

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



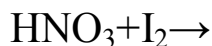
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Константа диссоциации  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{OH}$  равна  $2 \cdot 10^{-8}$ . Вычислите константу и степень гидролиза  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl}$  в 0,2 М растворе соли. Каков pH раствора?

**Вариант 6**

1. Напишите уравнения принципиально отличающихся реакций термического разложения солей аммония.

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



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

3. pH 0,1 М раствора азидата натрия составляет 8,85. Вычислите константу диссоциации азидоводородной кислоты.

**Вариант 7**

1. Как из воздуха, угля, воды и известняка получить азотную кислоту, нитраты аммония и кальция, карбонат аммония?

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



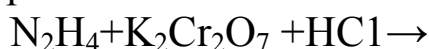
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 4н. KOH потребуется для поглощения 23 г  $\text{NO}_2$ ?

### Вариант 8

1. Напишите уравнения реакций, в которых азотистая кислота подвергается самоокислению и самовосстановлению.

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



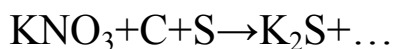
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. При  $27^\circ\text{C}$  установилось определенное состояние равновесия в системе  $2\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ . 1 г вещества при указанной температуре и 101,3 кПа занял объем, равный 0,321 л. Вычислите какая доля грамма вещества находится в виде простейших молекул и какая в виде димера.

### Вариант 9

1. На некоторую соль аммония подействовали концентрированной серной кислотой. Выделившиеся при этом газообразные продукты окрашены в бурый цвет и полностью поглощаются раствором щелочи. Определите исходную соль и 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 граммов йода и сколько мл 36%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,22$  г/мл) следует взять для получения 1 л 21%-ного раствора  $\text{HIO}_3$  ( $\rho = 1,21$  г/мл)?

### Вариант 10

1. Пять стеклянных цилиндров заполнены газами. В одном находится хлор, в другом – азот, в третьем – оксид серы (IV), в

четвертом – кислород, в пятом – оксид углерода (IV). Как определить, в каком цилиндре находится азот?

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



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

3. Сколько гр  $\text{KNO}_2$  потребуется для выделения всего иода из 10 мл 15%-ного раствора  $\text{KI}$  ( $\rho = 1,12$  г/мл), подкисленного разбавленной серной кислотой?

### Вариант 11

1. Один из шести стеклянных цилиндров заполнен аммиаком, другой – углекислым газом, третий – хлором, четвертый – кислородом, пятый – азотом, шестой – воздухом. Как определить какой газ находится в каждом цилиндре?

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



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

3. Сколько мл 0,05M раствора  $\text{KMnO}_4$  потребуется для окисления в сернокислом растворе 25мл 0,1M раствора  $\text{KNO}_2$ ?

### Вариант 12

1. Изменится ли электрическая проводимость воды при растворении в ней а) азота; б) оксида азота (IV)? Дайте обоснованный ответ.

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



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

3. При прокаливании 7,28 г смеси нитритов калия и натрия образовалось 6 г смеси нитритов. Определите процентный состав исходной смеси.

### Вариант 13

1. При работе в химической лаборатории ученик собирал оксид азота (II) в открытый цилиндр. На основании опыта он пришел

к выводу, что оксид азота (II) – бурый газ. Прав ли ученик? Если нет то что произошло?

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



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

3. При прокаливании 6,05 г кристаллогидрата нитрата меди (II) получено 2,00г остатка. Определите формулу исходной смеси.

#### **Вариант 14**

1. Для определения состава двух бесцветных оксидов азота определенный объем каждого из них нагревали с металлическим калием. При этом из одного оксида был получен равный объем азота, а из другого – вдвое меньший объем, чем тот, который он занимал сам. Напишите формулы обоих оксидов, зная, что с калием азот в данных условиях не реагирует.

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



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

3. Сколько тепла выделится при растворении в воде аммиака, полученного из 1 кг хлорида аммония, если теплота растворения аммиака равна -35,18 кДж?

#### **Вариант 15**

1. Оксид азота (II) и озон, вступая в реакцию в отсутствие растворителя, образуют два других газа, а при участии воды они дают кислоту. Составьте уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение окислительно-восстановительного процесса, составив электронно- ионный баланс:  $\text{KNO}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow$

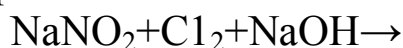
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. На реакцию с продуктами, полученными в результате взаимодействия 0,9198 г нитрида металла с водой, израсходовано 48,5 мл 1,025н. раствора HCl. Чем является этот нитрид – нитридом магния или нитридом кальция?

**Вариант16**

1. Раскаленный уголь, брошенный в концентрированную серную кислоту, продолжает гореть; при этом выделяется бурый газ и газ. Образующий с известковой водой белый осадок. 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. Исходя из уравнения реакции:  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} - 767,6 \text{ кДж}$  вычислите теплоту образования закиси азота.

**Вариант17**

1. Напишите уравнения реакций, отвечающие следующим превращениям: азот-аммиак-оксид азота (II)-оксид азота (IV)-азотная кислота - аммиачная селитра. Укажите условия протекания реакций.

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



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

3. На нейтрализацию продуктов гидролиза амида натрия израсходовано 23,5 мл 0,5 н. раствора HCl. Найти массу амида натрия.

**Вариант18**

1. Как можно получить гидразин, какого его строение и химические свойства? Напишите уравнения его взаимодействия с а) кислородом; б) хлоридом олова (II).

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



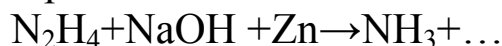
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. В результате обезвоживания 2,47 г кристаллического нитрата марганца было получено 1,55 г безводной соли. Определите количество молекул кристаллизационной воды.

**Вариант 19**

1. Какие соединения называют нитридами, имидами, амидами? Составьте уравнения реакций получения гидроксилamina и его взаимодействие с HI.

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



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

3. Аммиак, полученный из 100 г хлорида аммония, растворили в воде. До какого объема надо довести раствор, чтобы концентрация его стала 1M?

**Вариант 20**

1. Как можно получить азотоводородную кислоту? Каковы её свойства? Составьте уравнение реакции её взаимодействия с HI, учитывая, что центральный азот в ионе  $\text{N}_3^-$  (степень окисления +5) восстанавливается до азота, а два остальных азота (степень окисления -3) образуют аммиак.

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



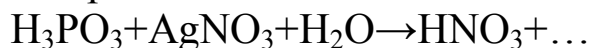
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите pH 2н. раствора аммиака

**ПОДГРУППА ФОСФОРА****Вариант 1**

1. В каких аллотропических модификациях может находиться фосфор в виде простого вещества? Чем отличаются они друг от друга по физическим свойствам и химической активности?

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



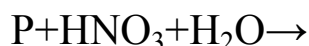
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Плотность паров мышьяка при  $700^{\circ}\text{C}$  по водороду равна 150. Какова формула мышьяка? Каков процентный состав элементов в соединении?

### Вариант 2

1. Какие соединения фосфора называются фосфидами? Какие из них солеподобны и химически активны, легко разлагаются водой? Приведите примеры.

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



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

3. Сколько требуется сурьмяного блеска, содержащего 80%  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  для получения 1т сурьмы, если выход продукта составляет 80%?

### Вариант 3

1. Какова основность фосфорной, фосфористой и фосфорноватистой кислот? Изобразите графически строение молекул этих кислот и определите валентность и степень окисления фосфора в каждой из них.

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



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

3. Теплота образования  $\text{SbCl}_3$  равна  $-383,5$  кДж, а реакция взаимодействия  $\text{SbCl}_3$  с хлором протекает по уравнению:



Вычислите теплоту образования  $\text{SbCl}_5$

### Вариант 4

1. В каких соединениях степень окисления фосфора соответственно равна +5, +4, +3, +1, -3? Приведите примеры. Напишите уравнение реакции взаимодействия фосфида магния с водой.

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



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

3. Метаарсенит какой массы можно получить при растворении  $As_2O_3$  массой 1т в известковом молоке? Найдите массу гидроксида кальция, который при этом должен быть израсходован.

### **Вариант 5**

1. Каково строение и чему равна степень окисления фосфора в фосфорноватистой кислоте и её солях? Как называются её соли? Какие свойства может проявлять эта кислота в окислительно-восстановительных реакциях? Составьте уравнение реакции получения фосфорноватистой кислоты при взаимодействии  $PH_3$  с водной суспензией йода.

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



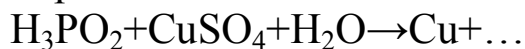
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой газ и в каком объеме выделится при взаимодействии металлического висмута с 200 мл азотной кислоты концентрацией 0,8 моль/л (раствор разбавленный)?

### **Вариант 6**

1. Как можно получить фосфористую кислоту? Чем объясняется её способность к диспропорционированию? Напишите что происходит при нагревании безводной фосфористой кислоты.

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



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

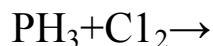
3. Какой газ и в каком объеме выделится при взаимодействии металлического висмута с 200 мл азотной кислоты с массовой долей 48% (раствор концентрированный)?

### **Вариант 7**

1. Чему равна степень окисления фосфора в фосфорноватистой кислоте и её солях? Дигидрогипофосфит натрия  $Na_2H_2P_2O_6$  получают обработкой красного фосфора смесью пероксида водорода с концентрированным раствором  $NaOH$ . Составьте уравнение реакции.



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



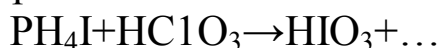
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Напишите уравнение реакции окисления арсенита натрия перманганатом калия в щелочной среде и определите объем 0,1 н.  $\text{KMnO}_4$ , необходимый для окисления 2,5 г арсенита натрия.

### Вариант 8

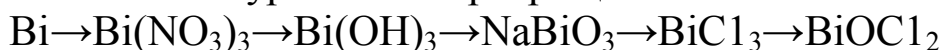
1. Какие кислоты могут образовываться при гидратации оксида фосфора (V)? Составьте уравнения реакций с помощью которых можно получить фосфорную кислоту исходя из: а) свободного фосфора; б) фосфата кальция.

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



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

3. Составьте уравнения превращений:



### Вариант 9

1. Напишите уравнения реакций а) растворения фосфора в хлорной кислоте, учитывая, что при этом фосфор приобретает максимальную степень окисления; б) взаимодействия фосфорноватистой и азотной кислот.

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  $\text{NaOH}$  концентрации 0,1 моль/л необходимо взять для нейтрализации  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , полученной из фосфата кальция массой 0,31 г?

### Вариант 10

1. Почему фосфин является хорошим восстановителем, а дифосфин может быть как окислителем, так и восстановителем? 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 сгорании фосфора массой 3г получен оксид массой 6,87г. Какова истинная формула этого оксида, если плотность его паров по воздуху равна 9,8?

### Вариант 11

1. Как взаимодействуют мышьяк, сурьма и висмут с кислотами? Составить уравнения реакций мышьяка и сурьмы с концентрированной серной кислотой, а висмута – с разбавленной азотной.

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



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

3. Сколько гр. потребуется фосфата кальция, угля и песка для получения 1кг фосфора?

### Вариант 12

1. Какие соединения называются арсенидами, антимонидами, висмутидами? Как из этих соединений получить арсин, стибин, висмутин? Привести уравнения реакций. Составить уравнение реакции горения стибина на воздухе.

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



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

3. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента фосфорной кислоты, полученной в результате смешения 0,5л 40%-ного раствора ( $\rho=1,254\text{г/мл}$ ) и 0,75л 8%-ного раствора ( $\rho=1,042\text{г/мл}$ ).

### Вариант 13

1. Какой из сульфидов  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  растворяется в сульфиде аммония? Что получается при взаимодействии продукта

этой реакции с соляной кислотой? 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 1,125 н. раствора щелочи потребуется для нейтрализации продуктов гидролиза 0,508 г  $\text{PCl}_5$ ?

#### Вариант 14

1. Сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома фосфора с массовым числом 31? Ответ мотивировать.

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



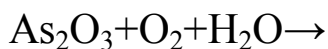
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. К раствору, содержащему 1,96 г фосфорной кислоты, прибавили раствор, содержащий 2,80 г едкого калия. Какие соли и в каком количестве образовались?

#### Вариант 15

1. Как можно получить фосфорную кислоту, имея в качестве исходного вещества фосфор? 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. На нейтрализацию продуктов гидролиза  $\text{PCl}_3$  израсходовано 27,5 мл 1,025 н. раствора щелочи. Определите массу  $\text{PCl}_3$ .

#### Вариант 16

1. Каков характер среды раствора фосфата натрия и дигидрофосфата натрия? Чем это объясняется? Составьте уравнения соответствующих реакций.

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



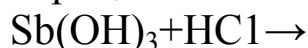
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Соединяясь с фосфором, 1,26 г кальция дают 1,91 г фосфида кальция. Найти состав и формулу соединения.

### Вариант 17

1. Сколько электронных пар участвует в образовании молекулы  $\text{AsH}_3$ ? Привести упрощенный вид молекулы.

2. Напишите уравнение процесса:



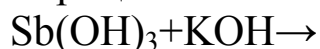
Определите эквивалентную массу кислоты и основания. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Плотность по воздуху пара одного из окислов фосфора равна 7,6. Содержание фосфора в окисле 56,4%. Найти молекулярную формулу окисла.

### Вариант 18

1. Составьте формулы нормальных и кислых бариевых солей фосфорной и пиррофосфорной кислот. Приведите название каждой соли.

2. Напишите уравнение процесса



Определите эквивалентную массу реагирующих веществ. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Раствор арсената натрия прибавлен к подкисленному раствору  $\text{KI}$ . На восстановление выделившегося иода израсходовано 27,20 мл 0,2082н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Сколько арсената содержалось в растворе?

### Вариант 19

1. Какими способами можно получить сурьму из хлорида сурьмы (III)? 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. Вычислите pH 0,1 н. раствора фосфорноватистой кислоты ( $K_d = 9 \cdot 10^{-2}$ ).

**Вариант 20**

1. Чем отличается друг от друга строение атомных ядер изотопов сурьмы  $\text{Sb}^{121}_{51}$  и  $\text{Sb}^{122}_{51}$ . Какое число электронных слоев и количество электронов в ионе  $\text{Sb}^{3+}$ ?

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



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

3. Исходя из уравнений:  $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{PCl}_3 - 635,4 \text{ кДж}$

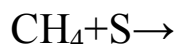


Вычислите теплоту образования пятихлористого фосфора.

**УГЛЕРОД****Вариант 1**

1. Сравните свойства графита и алмаза. Чем объясняется разница в их свойствах?

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



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

3. При растворении 0,5 г известняка в соляной кислоте получено 75 мл газа при  $23^\circ\text{C}$  и 104 кПа. Вычислите процентное содержание  $\text{CaCO}_3$  в известняке.

**Вариант 2**

1. Какую реакцию на лакмус имеют растворы карбонатов щелочных металлов? Чем это объясняется?

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 необходимо подать в известково-обжигательную печь, в которую загружена шихта, состоящая из 1 т  $\text{CaCO}_3$  и 120 кг угля? Каковы объемы (н.у.) и процентный состав газовой смеси, получающейся при обжиге этой массы?

**Вариант3**

1. Какие соединения называются карбидами? Как они классифицируются и какими свойствами обладают? Приведите уравнения соответствующих реакций.

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



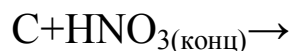
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Продуктами окисления щавелевой кислоты являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Сколько мл раствора щавелевой кислоты, содержащего 7%  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ( $\rho = 1,02$  г/мл), можно окислить в сернокислом растворе при действии 75 мл 0,08н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

**Вариант4**

1. Карбид кремния химически очень стойкое вещество. Однако в присутствии кислорода он взаимодействует с расплавленными щелочами. Составьте уравнение соответствующей реакции.

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



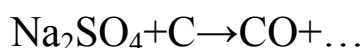
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислить объемы ( $25^\circ\text{C}$  и  $101,3$  кПа) аммиака и углекислого газа, необходимые для получения 0,6 т мочевины.

**Вариант5**

1. Как получается оксид углерода (II)? На каком свойстве основано его применение в металлургии? Приведите примеры соответствующих реакций. За счет чего эти молекулы образуют комплексные соединения с металлами? Как их называют и где используют?

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



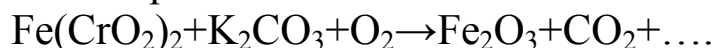
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определить термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Цианид калия при  $18^{\circ}\text{C}$  гидролизован на 1,2% в растворе концентрации 0,1 моль/л. Вычислите константу гидролиза этой соли.

### Вариант 6

1. Какую степень окисления имеет углерод в цианистой кислоте и цианидах? Цианид натрия получают при восстановлении соды углеродом в присутствии аммиака. 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. Какой объем (н.у.)  $\text{CO}_2$  можно получить из 12467 г мрамора, в котором массовая доля  $\text{CaCO}_3$  составляет 89,6%? Какой объем соляной кислоты с массовой долей 20% для этого потребуется?

### Вариант 7

1. Роданид калия можно получить: а) при взаимодействии цианида калия с дисульфидом аммония; б) при кипячении цианида калия с серой. Как изменяется степень окисления углерода и серы в каждом случае?

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



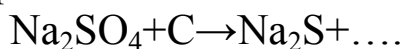
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Раствор  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  объемом 100 мл был приготовлен растворением кристаллогидрата массой 0,0630 г. На титрование 10,3 мл этого раствора был затрачен раствор  $\text{KMnO}_4$  объемом 8,3 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента  $\text{KMnO}_4$ .

### Вариант 8

1. Какого типа гибридизация орбиталей в атоме углерода сопровождается образованием: а) простых веществ, как алмаз, графит, карбин; б) углеводородов  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ?

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



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

3. Какой объем 0,1 н раствора.  $\text{KMnO}_4$  потребуется для реакции с 10 мл раствора щавелевой кислоты с массовой долей 7% ( $\rho=1,02$  г/мл)?

### Вариант 9

1. Какую геометрическую конфигурацию имеют молекулы  $\text{CH}_4$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ; ион  $\text{CO}_3^{2-}$ ? Сколько  $\sigma$  и  $\pi$  связей образует атом углерода 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. Через раствор, содержащий 112 г гидроксида калия, пропустили диоксид углерода, полученный при действии избытка соляной кислоты на 300 г карбоната кальция. Какая соль при этом образовалась и какова её масса?

### Вариант 10

1. Как получают оксид углерода (II) в лаборатории и промышленности? Дайте его краткую характеристику. Чем объясняется высокая  $E_{\text{св}}$  в молекуле CO?

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

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

3. Вычислите количество тепла, требуемого для разложения 1 кг  $\text{CaCO}_3$ , если теплота реакции равна -141,9 кДж.

### Вариант 11

1. Какими реакциями можно получить оксид углерода (IV)? Дайте краткую характеристику его физических и химических свойств. Какая равновесная система образуется при растворении  $\text{CO}_2$  в воде и как смещается равновесие при нагревании раствора, добавлении щелочи или кислоты?

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





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

3. Какой объем аммиака должен быть пропущен через раствор NaCl при производстве соды по аммиачному способу, чтобы превратить в соду всю поваренную соль, содержащуюся в 1 м<sup>3</sup> 25%-ного раствора её ( $\rho=1,119\text{г/мл}$ )?

### Вариант 12

1. Чем выгоднее пользоваться для большего поглощения CO<sub>2</sub>: водой или раствором щелочи? Как можно разделить оксиды CO и CO<sub>2</sub>, смесь которых получается при нагревании щавелевой кислоты с концентрированной серной кислотой? Ответ обосновать.

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



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

3. На нейтрализацию продуктов гидролиза фосгена израсходовано 27,50 мл 0,524 н. раствора щелочи. Вычислить объем (н.у.) подвергшегося гидролизу фосгена.

### Вариант 13

1. Дайте характеристику угольной кислоты по таким параметрам: прочность, основность, сила кислоты, возможность образования гидросолей. Какая из гидросолей может быть выделена в свободном состоянии и почему её растворы имеют слабощелочную реакцию? Назовите малорастворимые карбонаты.

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



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

3. Константа равновесия системы:  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$  при 700<sup>0</sup>С равна 1,7. Сколько процентов водяного пара прореагирует к моменту наступления равновесия, если исходные концентрации были (моль/л):  $[\text{H}_2\text{O}]=0,01, [\text{CO}]=0,004$ ?

**Вариант14**

1. Какие из солей угольной кислоты имеют наибольшее практическое значение? Как получают в промышленности карбонат и гидрокарбонат натрия?

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



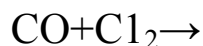
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем двуокиси углерода (н.у.) должен быть пропущен через аппаратуру при производстве соды по аммиачному способу, чтобы получить 1 т кальцинированной соды

**Вариант15**

1. К каким классам относятся соединения углерода с галогенами, серой, металлами? Какие из последних называются метанидами и ацетеленидами? Покажите их взаимодействие с водой на примере карбида кальция и алюминия.

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



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

3. Какой объем  $\text{CO}_2$  (н.у.) может дать огнетушитель, содержащий 20л 5%-ного раствора  $\text{NaHCO}_3$ ?

**Вариант16**

1. Какого типа гибридизации орбиталей осуществляется в атоме углерода при образовании им  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей, число которых соответственно равно 4 и 0; 3 и 1; 2и2? Чему равно координационное число углерода в каждом из этих случаев?

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

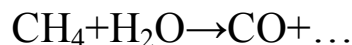
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислить объем 0,250н раствора нитрата серебра требуемый для осаждения ионов хлора, получаемых в результате гидролиза 200 мл фосгена.

**Вариант17**

1. Какие соединения углерода называются тиокарбонатами? Как можно их получить? На какие продукты разлагается водой тиоугольная кислота? Приведите уравнения соответствующих реакций.

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



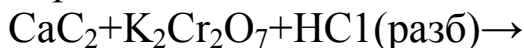
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислить количество тепла, которое может быть получено при сжигании  $1\text{ м}^3$  газовой смеси, содержащей 40% CO; 50%  $\text{H}_2$  и 10% негорючих примесей (н.у.).

**Вариант18**

1. Карбамид (мочевина) получают взаимодействием  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$  под давлением 10-40 МПа при 160-200<sup>0</sup>С. Напишите уравнение этой реакции и объясните, почему процесс ведется под давлением. Где карбамид находит большое применение?

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



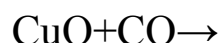
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. 146 г смеси карбоната и гидрокарбоната натрия нагревали до тех пор, пока не прекратилось уменьшение массы. Масса остатка после нагревания составила 137 г. Какова массовая доля карбоната в исходной смеси?

**Вариант19**

1. В каких двух таутомерных формах существует в водном растворе циановая кислота? Как гидролизуются её соли? При каких условиях из цианида калия можно получить ционат калия.

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



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

3. Из 54 г кристаллической соды необходимо приготовить 10%-ный раствор соды. Сколько гр. для этого надо взять воды?

### Вариант20

1. При каких условиях из цианида калия можно получить роданид калия? Напишите графическую формулу роданид иона. За счет каких атомов он может проявлять свойства лигандов? Дайте краткую характеристику роданистоводородной кислоты.

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



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

3. 11,44 г кристаллического карбоната натрия образуют 4,24 г безводной соли. Вычислите число молекул воды в формуле кристаллогидрата.

## ПОДГРУППА КРЕМНИЯ

### Вариант1

1. Можно ли металлический свинец отличить от германия и олова, пользуясь азотной кислотой? В какое соединение переходит свинец при действии азотной кислоты любой концентрации? Написать уравнения соответствующих реакций

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

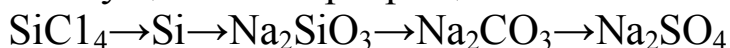


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определить термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какие газы и в каком объеме (н.у.) выделяются при прокаливании 100 г нитрата свинца (II)?

### Вариант2

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. Раствор содержит ионы  $\text{Sn}^{2+}$  и, кроме того, ионы  $\text{Pb}^{2+}$  количеством вещества 0,05 моль. Для разделения ионов взят раствор иодида калия концентрации 2 моль/л. Какой объем этого раствора потребуется?

### Вариант3

1. Каков состав обычного силикатного стекла? Какие вещества исходные для его получения? Напишите уравнения реакции, лежащей в основе получения стекла. За счет чего стеклу придают различную окраску?

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



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

3. Найдите объем раствора 20%-ного раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,115$  г/мл), который потребуется для растворения 100 г олова.

### Вариант4

1. К какому классу соединений относятся  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  и  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ? Изобразите графически их формулы. Составьте уравнения реакции сурика: а) с разбавленной азотной кислотой; б) с раствором KI в сернокислй среде.

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



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

3. Определите pH 0,01н раствора  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ .

### Вариант5

1. Чем можно объяснить восстановительные свойства соединений германия(II) и олова (II)? Ответ подтвердить уравнениями реакций.

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



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

3. Сколько кг кремния и какой объем 32%-ного раствора NaOH( $\rho=1,35$  г/мл) потребуется для получения  $15\text{ м}^3$  водорода ( $17^\circ\text{C}$  и  $98,64$  кПа)?

### Вариант 6

1. Олово растворяется в концентрированной соляной кислоте, тогда как растворение в ней свинца идет с трудом. Чем это можно объяснить? Составьте уравнения реакций растворения свинца: а) в концентрированном растворе NaOH; б) олова в концентрированной азотной кислоте.

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



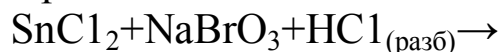
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой из оксидов  $\text{V}_2\text{O}_3$  или  $\text{SiO}_2$  – легче восстанавливается углем? Ответ подтвердить расчетом энергии Гиббса.

### Вариант 7

1. Почему германий не взаимодействует с разбавленной серной кислотой, тогда как в концентрированной он растворяется? Составьте уравнения реакций германия с: а) концентрированной серной кислотой; б) с концентрированным раствором NaOH в присутствии  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

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



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

3. Какую массу  $\text{PbCl}_2$  можно растворить в  $0,5$  л воды при  $25^\circ\text{C}$ , если при этой температуре  $\text{PP}(\text{PbCl}_2) = 1,7 \cdot 10^{-5}$ ?

### Вариант 8

1. Природный диоксид олова переводят в растворимое состояние сплавлением его со смесью соды с серой, при котором образуется тиостаннат натрия. Составьте уравнение данной реакции. К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится данный процесс.

2. Напишите уравнение процесса



Определите эквивалентную массу каждого вещества.

3. Определите тепловой эффект реакции  $2\text{PbS} + 3\text{O}_2 = \text{PbO} + \text{SO}_2$ /

### Вариант 9

1. Ортоплюмбат свинца (сурик) образуется при сплавлении его оксидов (II) и (IV). Какие свойства проявляют эти оксиды в данной реакции? Написать уравнение данной реакции.

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



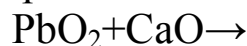
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Какой объем 1н. KOH необходимо добавить к раствору хлорида олова (II) с массовой долей соли 4% и плотностью 1,03 г/мл, чтобы перевести  $\text{SnCl}_2$  в тетрагидроксостаннат калия?

### Вариант 10

1. Чем отличается взаимодействие германия и свинца с концентрированной азотной кислотой? Приведите уравнение соответствующих реакций.

2. Напишите уравнение процесса:



Определите эквивалентную массу каждого вещества.

3. Вычислите массу сульфата свинца (II), полученного при взаимодействии 150 г раствора нитрата свинца (II) с массовой долей соли 8% и 70 г раствора сульфида натрия с массовой долей соли 6%.

### Вариант 11

1. Сплав свинца с оловом полностью растворили в концентрированной азотной кислоте. Нерастворимый осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Каков состав осадка и какое вещество осталось в растворе? Составить уравнения соответствующих реакций.

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

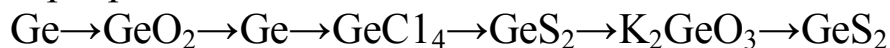


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3.  $\text{PP}(\text{PbI}_2)$  при  $15^\circ\text{C}$  равно  $8,7 \cdot 10^{-9}$ . Вычислите концентрацию ионов  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\Gamma$  в насыщенном растворе.

### Вариант 12

1. Составить уравнение реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



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



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

3. Исходя из реакции:  $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$ ;  $\Delta H^0 = -372$  кДж вычислите  $\Delta H^0(\text{SiO}_2)$ , приняв  $\Delta H^0(\text{MgO}) = -611$  кДж/моль

### Вариант 13

1. Составить уравнение реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



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



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

3. Восстановление диоксида свинца водородом происходит по уравнению:  $\text{PbO}_2 + \text{H}_2 = \text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\Delta H^0 = -182,8$  кДж. Определите стандартную теплоту образования  $\text{PbO}_2$

### Вариант 14

1. Опишите свойства оксида и гидроксида свинца (II). Привести примеры характерных реакций.

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



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

3. Вычислите pH 0,1 н. раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

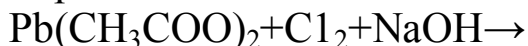
### Вариант 15

1. Как из растворимых силикатов получают кремневую кислоту в виде геля и золя? Какой вывод следует сделать о сравни-



тельной силе угольной и кремневых кислот, если последняя выделяется при пропускании  $\text{CO}_2$  в раствор «жидкого стекла»?

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



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

3. ПР( $\text{PbF}_2$ ) при  $18^\circ\text{C}$  составляет  $3,2 \cdot 10^{-8}$ . Какое количество свинца содержится в 0,4 л насыщенного раствора? Какая масса свинца в виде ионов содержится в 5 л этого раствора?

### Вариант 16

1. Каков состав кварцевого и обычного стекла? Какие свойства кварцевого стекла лежат в основе его использования? Как получают окрашенные стекла (красное, зеленое, фиолетовое, синее и др.)? Чем отличается состав стекла, называемого хрусталем? Какие свойства придает стеклу введение в его состав оксида бора?

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



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

3. Вычислить молярность раствора неэлектролита, изотонного 0,05н. раствору  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Кажущаяся степень диссоциации соли в растворе 0,72.

### Вариант 17

1. Объясните причину направленности реакций: а)  $\text{CO}_2$  с водным раствором  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , б)  $\text{SiO}_3$  с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при прокаливании.

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



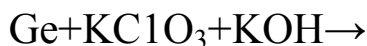
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. В 6 л насыщенного раствора  $\text{PbSO}_4$  содержится в виде ионов 0,186 г свинца. Вычислить произведение растворимости  $\text{PbSO}_4$ .

**Вариант18**

1. Как можно получить карбид кремния? Приведите уравнения соответствующих реакций. Где он находит применение? Каким единственным способом можно разрушить это соединение?

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



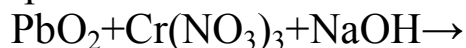
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите Кд( $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ), если рН 0,1 М раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  равен 2.

**Вариант19**

1. Каково отношение германия, олова, свинца к воздуху, воде, кислотам и щелочам? Напишите уравнения возможных реакций.

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



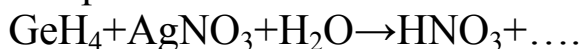
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Найдите объем раствора 20%-ного раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,115$  г/мл), который потребуется для растворения 100 г припоя, в котором массовые доли олова и свинца соответственно равны 70% и 30%.

**Вариант20**

1. Перечислите известные вам способы получения кристаллического и аморфного кремния. Приведите уравнения реакций.

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



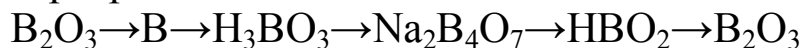
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислите ПР  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ , если в 1 л насыщенного раствора содержится  $1,2 \cdot 10^{-6}$  г растворенного вещества.

## ПОДГРУППА БОРА

### Вариант 1

1. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления превращений:



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



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

3. Определите тепловой эффект сгорания 6,05 л (н.у.) дибора на воздухе (образуются только конденсированные фазы). Установите является ли эта реакция обратимой в закрытой системе при 298К.

### Вариант 2

1. Метаборат можно получить растворением аморфного бора в концентрированном растворе щелочи или взаимодействием его со щелочным раствором пероксида водорода. Составить 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 рН водного раствора при 25<sup>0</sup>С, приготовленного из 0,185 г гидроксида бора в мерной колбе объемом 200мл.

### Вариант 3

1. Какой процесс называют алюмотермией? Что представляет собой термит? Составить уравнение реакции, на которой основано применение термита.

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



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

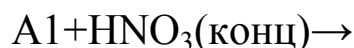
3. К 100 мл 0,15М раствора сульфата алюминия добавляют 0,15М раствор гидроксида бария до прекращения образования

осадка. Определите объем гидроксида бария, затраченный на реакцию и массу осадка.

#### **Вариант4**

1. Какая степень окисления характерна для таллия? Почему? Почему при действии сероводорода на хлорид таллия(III) выделяется черный осадок  $Tl_2S$ ? Составьте уравнения соответствующей реакции.

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



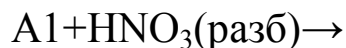
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Вычислить молярную концентрацию эквивалента соляной кислоты, если на реакцию с 0,19062 г  $Na_2B_2O_7 \cdot 10H_2O$  израсходовано 0,0205 л раствора  $HCl$ .

#### **Вариант5**

1. Какая степень окисления наиболее характерна для солей галлия? Почему при растворении в воде хлорида галлия (II) выделяется водород? Напишите уравнение соответствующей реакции.

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



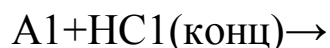
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите теплоту образования борного ангидрида исходя из реакции:  $B_2O_3 + 3Mg = 3MgO + 2B + 422,9 \text{ кДж}$

#### **Вариант6**

1. При непосредственном взаимодействии алюминия с фтором образуется малорастворимый и тугоплавкий фторид. Последний с фторидами щелочных металлов образует комплексный фторид. В промышленности криолит можно получить обработкой гидроксида алюминия плавиковой кислотой и содой. Составьте уравнения всех указанных реакций.

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

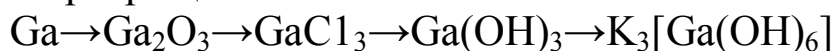


Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

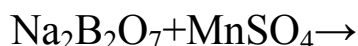
3. Растворимость ГП составляет при 20<sup>0</sup>С 12\*10<sup>-3</sup>г на 200г воды. Вычислить произведение растворимости этой соли.

### Вариант7

1. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления превращений:



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



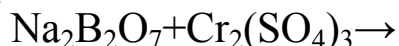
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Если  $c(\text{NH}_4\text{OH})=2$  моль/л, то какой объем этого раствора был взят для осаждения  $\text{Al}(\text{OH})_3$  из раствора ( $\rho 1,3$  г/л) объемом 200 мл, в котором массовая доля  $\text{AlCl}_3$  составляет 30%?

### Вариант8

1. Составьте уравнения реакции: а) бора с концентрированной азотной кислотой; б) алюминия с раствором  $\text{NaOH}$ .

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



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

3. Сколько бора содержится в 1м<sup>3</sup> 3%-ного раствора борной кислоты ( $\rho=1,011$  г/мл)?

### Вариант9

1. Тетрафторборная кислота в свободном виде не получена. Она устойчива только в водных растворах. Составьте уравнения реакции получения этой кислоты а) при гидролизе  $\text{BF}_3$ ; б) исходя из  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

2. Что получится при взаимодействии фосфида алюминия с: а) водой; б) серной кислотой; в) гидроксидом натрия? Написать уравнения соответствующих реакций.

3. Считая диссоциацию полной, вычислить концентрации ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в 0,125М растворе  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

**Вариант10**

1. Соединения таллия (III) могут быть получены окислением таллия концентрированной азотной кислотой или окислением соединений таллия (I) сильным окислителем. Приведите примеры таких реакций.

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



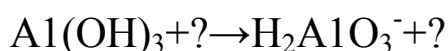
Определите эквивалентную массу окислителя и восстановителя. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите pH 0,1 М раствора бората натрия.

**Вариант11**

1. Для очистки боксита  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  от примесей  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  боксит сплавляют с  $\text{NaOH}$ , обрабатывают сплав водой, фильтруют полученный раствор и пропускают через него  $\text{CO}_2$ . Образовавшийся осадок отфильтровывают и прокаливают. Напишите уравнения всех происходящих реакций и укажите, в какой стадии происходит отделение  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

2. Приведите примеры реакций, выражаемых следующей схемой:



3. Сколько бора содержится в 1 л 2%-ного раствора тетрабората натрия ( $\rho 1,018$  г/мл)?

**Вариант12**

1. Сравните свойства простых веществ, оксидов, гидроксидов первого и последнего р-элемента III группы.

2. Может ли сульфат таллия окислить а) соляную кислоту; б) KI. Написать уравнения возможных процессов.

3. Какая масса борной кислоты и какой объем водорода (н.у.) образовались при взаимодействии 15 л диборана с водой?

**Вариант13**

1. За счет чего молекула  $\text{BF}_3$  может присоединять к себе другие молекулы или ионы, например молекулы воды или аммиака? Почему невозможно присоединение таких молекул, как  $\text{CH}_4$ ?

2. Напишите уравнения гидролиза  $\text{BCl}_3$  и  $\text{BF}_3$ . Чем отличается гидролиз фторида бора от гидролиза его хлорида?

3. На реакцию с 0,3824 г буры израсходовано 20,50 мл раствора HCl. Какова нормальность соляной кислоты?

#### **Вариант14**

1. Почему в обычных условиях не существует простое соединение  $BH_3$ , а образуется димер  $B_2H_6$ ? На примере этого соединения покажите, что гидриды бора (бораны) отличаются дефицитом электронов.

2. При взаимодействии боратов с концентрированной серной кислотой и метиловым спиртом освобождающаяся борная кислота образует борнометиловый эфир  $B(OCH_3)_3$ . Напишите уравнение реакции. Определите термодинамическую вероятность этой реакции.

3. Определите константу борной кислоты, если pH 0,1 M раствора бората натрия равен 11.

#### **Вариант15**

1. Какое место занимает алюминий по распространению на Земле? Назовите важнейшие природные соединения алюминия. Как получают металлический алюминий, и где он находит применение?

2. Фторид бора получают нагреванием оксида бора с фторидом кальция и концентрированной серной кислотой. Напишите уравнение реакции.

3. Вычислите теплоту образования  $Al_2O_3$ , исходя из уравнения реакции  $2Al + Fe_2O_3 = 2Fe + Al_2O_3 - 829 \text{ кДж}$

#### **Вариант16**

1. Чем определяется большая коррозионная стойкость алюминия? Как относится этот металл к кислотам и щелочам? Чем объясняется его пассивация в азотной кислоте и концентрированной серной кислоте на холоду? Привести уравнения соответствующих реакций.

2. Приведите примеры реакций, выражаемых следующей схемой:  $Al(OH)_3 + ? \rightarrow Al^{3+} + ?$

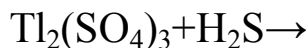
3. Определите pH 0,1 н. раствора сульфата алюминия.

#### **Вариант17**

1. Сульфид  $Al_2S_3$  получают только сухим путем, например действием водорода на безводный сульфат алюминия при нагрева-

нии. Напишите уравнение данной реакции. Покажите, что произойдет с полученными кристаллами при их контакте с водой.

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



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

3. При взаимодействии 876 мл 2М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  с 200 мл 30%-ного раствора  $\text{AlCl}_3$  ( $\rho = 1,3$  г/л) образовался осадок. К полученному осадку до его полного растворения прибавлен раствора  $\text{NaOH}$  концентрации 0,5 моль/л. Сколько (мл) потребовалось щелочи?

### Вариант 18

1. Почему для осаждения гидроксида алюминия используется не щелочь, а раствор аммиака? Допишите уравнения реакций: а)  $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  б)  $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

2. Для получения бора обрабатывают при нагревании : а) натрием – тетрафтороборат (III) калия; б) магнием - триоксид дибора. Составьте уравнения реакций и расчетом подтвердить термодинамическую возможность их протекания в закрытой системе при 298К.

3. Сколько кг ортоборной кислоты и какой объем 23%-ного раствора соды ( $\rho = 1,25$  г/мл) необходимо затратить для получения 1 т буры  $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?

### Вариант 19

1. Реакция образования оксида бора характеризуется высокими значениями  $\Delta H$  и  $\Delta G$  (-1461 и -1178 кДж/моль соответственно). Как это объясняет возможность взаимодействия бора с такими устойчивыми оксидами, как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  и др.?

2. Составьте уравнения следующих реакций: а)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; б)  $\text{Al} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ ; в)  $\text{Al} + \text{HNO}_3$  (оч. разб)  $\rightarrow$

3. Вычислить активные концентрации ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,06н. растворе  $\text{AlCl}_3$ .

### Вариант 20

1. Приведите примеры соединений, образованных атомами бора за счет: а) только валентных электронов; б) всех валентных орбиталей. Какие из них будут координационно насыщенными?



Укажите для того и другого случая координационное число атомов бора, тип гибридизации его АО и соответствующую форму молекул или ионов.

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



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

3. Определите количество теплоты, которое выделится при сгорании 56,0 л диборана (н.у.), если известно, что  $\Delta H^0 \text{B}_2\text{O}_3(\text{к})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  и  $\text{B}_2\text{H}_6(\text{г})$  соответственно равны (кДж/моль): -1264,0; -285,84; +31,4.

### 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.