

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 19.09.2023 17:34:43  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
«19» 09 2023 г.



**ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
Методические указания для практических занятий студентов  
направления подготовки 18.03.01

Курск - 2023

УДК 546 (076.5)

Составители: Е.А. Фатьянова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *Н.В. Кувардин*

**Общая и неорганическая химия:** методические указания для практических занятий студентов направления подготовки 18.03.01/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.А. Фатьянова. - Курск, 2023. – 36с. – Библиогр.: с. 36.

Методические указания предназначены для организации и проведения практических занятий студентов. Содержат задания для выполнения по изучаемым разделам химии.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60\*84 1/16.  
Усл.печ.л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ 885. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение  | 4  |
| Использование стехиометрических законов в химических расчетах | 5  |
| Проведение термодинамических расчетов                         | 7  |
| Кинетические расчеты. Химическое равновесие                   | 10 |
| Способы выражения концентраций                                | 11 |
| Коллигативные свойства растворов                              | 12 |
| Равновесия в растворах электролитов                           | 14 |
| Строение электронной оболочки атома                           | 16 |
| Окислительно-восстановительные реакции                        | 18 |
| Электрохимические процессы                                    | 19 |
| Галогены и их соединения                                      | 20 |
| Свойства соединений кислорода                                 | 23 |
| Свойства серы и ее соединений                                 | 24 |
| Свойства соединений VA-группы                                 | 26 |
| Свойства соединений IVA-группы                                | 27 |
| Свойства соединений p-элементов: бор, алюминий                | 28 |
| Свойства соединений s-элементов. Жесткость воды               | 30 |
| Свойства соединений марганца, хрома                           | 31 |
| Свойства элементов п/г железа, меди, цинка                    | 34 |
| Список рекомендуемой литературы                               | 36 |

## Введение

Методические указания предназначены для студентов специальности 18.03.01 Химическая технология.

Данные методические указания, в первую очередь, предназначены для работы студентов на практических занятиях. В указаниях предложены разноплановые задания: задачи, упражнения по разделам курса общей и неорганической химии.

Содержание методических указаний соответствуют темам практических занятий рабочей программы дисциплины «Общая и неорганическая химия» и полностью обеспечивает проведение практических занятий.

В указаниях приведен список рекомендуемой литературы, которая позволит пополнить теоретические знания в области химии.

В таблице 1 приведен план практических занятий по дисциплине «Общая и неорганическая химия», предусмотренный для направления 18.03.01 Химическая технология.

Таблица 1 – План практических занятий

| №                | Наименование практического занятия                            | Объем, час |
|------------------|---|------------|
| 1                | 2   | 3          |
| 1 семестр        |   |            |
| 1.               | Использование стехиометрических законов в химических расчетах | 2          |
| 2.               | Проведение термодинамических расчетов                         | 2          |
| 3.               | Кинетические расчеты. Химическое равновесие                   | 2          |
| 4.               | Способы выражения концентраций                                | 2          |
| 5.               | Коллигативные свойства растворов                              | 2          |
| 6.               | Равновесия в растворах электролитов                           | 2          |
| 7.               | Строение электронной оболочки атома                           | 2          |
| 8.               | Окислительно-восстановительные реакции                        | 2          |
| 9.               | Электрохимические процессы                                    | 2          |
| Итого за семестр |   | 18         |

| 2 семестр        |   |    |
|------------------|---|----|
| 1.               | Галогены и их соединения                        | 2  |
| 2.               | Свойства соединений кислорода                   | 2  |
| 3.               | Свойства серы и ее соединений                   | 2  |
| 4.               | Свойства соединений VA-группы                   | 2  |
| 5.               | Свойства соединений IVA-группы                  | 2  |
| 6.               | Свойства соединений р-элементов: бор, алюминий  | 2  |
| 7.               | Свойства соединений s-элементов. Жесткость воды | 2  |
| 8.               | Свойства соединений марганца, хрома             | 2  |
| 9.               | Свойства элементов п/г железа, меди, цинка      | 2  |
| Итого за семестр |   | 18 |

1 семестр

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

1. Укажите названия соединений, определите степени окисления элементов в соединениях. К какому классу они относятся?

- А  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$   
 Б  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuOHCl}$ ,  $\text{LiOH}$   
 В  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HNO}_2$   
 Г  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NaHSiO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{PH}_3$   
 Д  $\text{HF}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlOHSO}_4$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$

2. Запишите формулы соединений по названиям. К какому классу они относятся? Определите степени окисления элементов.

А) гидросульфат алюминия, хлороводородная кислота, гидроксид марганца (II), оксид кремния (IV)

Б) гидроксид меди (II), кремниевая кислота, гидрокарбонат хрома (III), оксид азота (I);

В) серная кислота, гидрокарбонат натрия, оксид марганца (VII);

Г) гидроксохлорид магния, сернистая кислота, оксид хрома (II), гидроксид олова (II);

Д) ортофосфорная кислота, перманганат калия, гидроксид никеля (II), оксид серы (IV);

3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения.

А) калий  $\rightarrow$  гидроксид калия  $\rightarrow$  гидрокарбонат калия  $\rightarrow$  карбонат калия  $\rightarrow$  сульфат калия. К каким типам относятся составленные уравнения реакций?

Б) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения: хлорид железа (II)  $\rightarrow$  гидроксид железа (II)  $\rightarrow$  сульфат железа (II)  $\rightarrow$  железо  $\rightarrow$  хлорид железа (II). К каким типам относятся составленные уравнения реакций?

В) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения: фосфор  $\rightarrow$  оксид фосфора (V)  $\rightarrow$  ортофосфорная кислота  $\rightarrow$  ортофосфат натрия  $\rightarrow$  ортофосфат кальция. К каким типам относятся составленные уравнения реакций?

Г) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения: азот  $\rightarrow$  аммиак  $\rightarrow$  сульфат аммония  $\rightarrow$  хлорид аммония  $\rightarrow$  аммиак  $\rightarrow$  нитрат аммония. К каким типам относятся составленные уравнения реакций?

Д) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения: бромид калия  $\rightarrow$  бром  $\rightarrow$  бромоводородная кислота  $\rightarrow$  бромид натрия  $\rightarrow$  бромид серебра. К каким типам относятся составленные уравнения реакций?

4. Для получения в лаборатории  $\text{CO}_2$  по реакции  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  было взято 50 г мрамора, содержащего 96%  $\text{CaCO}_3$ . Сколько литров  $\text{CO}_2$  (н.у.) при этом получится?

5. Определите, сколько железа можно получить из 1 т железной руды, содержащей 92% (по массе)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

6. При сжигании 3 кг каменного угля получилось 5,3 м<sup>3</sup> диоксида углерода (н.у.). Сколько процентов углерода по массе содержал уголь?

7. Сколько чугуна, содержащего 94% железа, можно получить из 1000 т оксида железа (III), содержащего 20% пустой породы?

8. При производстве серной кислоты контактным методом из 14 т колчедана  $\text{FeS}_2$ , содержащего 42,4% серы, получено 18 т серной кислоты. Вычислить процент выхода от теоретического.

9. Для получения гидрофосфата кальция было взято 49 кг  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Сколько потребовалось сухого  $\text{Ca(OH)}_2$ , содержащего 2% примесей?

10. Какой минимальный объём водорода (н. у.) потребуется для восстановления водородом концентрата руды массой 140 г, содержащего оксид вольфрама (VI) и невосстанавливающиеся примеси, массовая доля которых равна 15%?

## ПРОВЕДЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

1. Напишите термохимическое уравнение реакции образования кристаллического хлорида аммония при взаимодействии  $NH_3(g)$  и  $HCl(g)$ , вычислив энтальпию реакции из данных приложения. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака?

2. При сгорании 1 л ацетилена  $C_2H_2(g)$  (н. у.) с образованием паров воды и оксида углерода (IV) выделяется 56,056 кДж теплоты. Рассчитайте по этим данным мольную энтальпию горения ацетилена и запишите термохимическое уравнение реакции. Вычислите энтальпию образования  $C_2H_2(g)$ .

3. Напишите термохимическое уравнение реакции между  $CO(g)$  и водородом, в результате которой образуются  $CH_4(g)$  и  $H_2O(g)$  вычислив ее тепловой эффект на основе данных, приведенных в приложении. Сколько теплоты выделится в этой реакции при получении 67,2 л метана?

4. При получении эквивалентной массы гидроксида кальция из  $CaO(k)$  и  $H_2O(ж)$  выделяется 32,53 кДж теплоты. Найдите отсюда тепловой эффект получения 1 моль гидроксида кальция, запишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования оксида кальция.

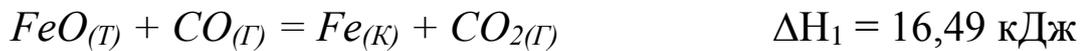
5. Напишите термохимическое уравнение реакции восстановления твердого оксида железа (III) металлическим алюминием, вычислив ее тепловой эффект по данным, приведенным в приложении. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 335,1 г железа?

6. При сгорании 1 л аммиака  $NH_3(g)$  (н.у.), в результате которого образуются газообразный азот и жидкая вода, выделяется 17,08 кДж теплоты. Найдите отсюда энтальпию горения 1 моль аммиака, запишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования  $NH_3(g)$ .

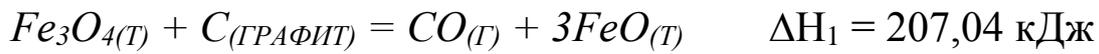
7. По данным приложения вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение горения 1 моль этана  $C_2H_6(g)$ , в результате которого образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 м<sup>3</sup> этана?

8. При сгорании 11,5 г этилового спирта  $C_2H_5OH_{(ж)}$ , в результате которого образуются пары воды и  $CO_2(g)$ , выделяется 308,73 кДж теплоты. Вычислите отсюда тепловой эффект реакции горения 1 моль спирта, запишите термохимическое уравнение и вычислите энтальпию образования  $C_2H_5OH_{(ж)}$ .

9. Напишите термохимическое уравнение образования оксида железа (II) из простых веществ, вычислив энтальпию этого процесса из следующих термохимических уравнений:



10. Напишите термохимическое уравнение образования оксида углерода (IV) из простых веществ, вычислив энтальпию этого процесса из следующих термохимических уравнений:



11. а) Вычислите и объясните изменение энтропии для реакции:  $C_{(ГРАФИТ)} + O_{2(T)} = CO_{2(T)}$ . б) Почему процесс неполного сгорания углерода по уравнению:  $2C_{(ГРАФИТ)} + O_{2(T)} = 2CO_{(T)}$  сопровождается большим увеличением энтропии.

12. Вычислите и объясните изменение энтропии при переходе воды в пар и графита в алмаз.

13. Сделайте прогноз изменения энтропии для реакций получения из простых веществ оксидов азота (II) и азота (IV). Рассчитайте  $\Delta S$  в этих реакциях по данным приложения. Объясните, почему резко различаются у них величины  $\Delta S$ .

14. Реакция горения метанола протекает по уравнению:  $CH_3OH_{(ж)} + 1\frac{1}{2}O_{2(T)} = CO_{2(T)} + 2H_2O_{(T)}$ . Вычислите и объясните изменение энтропии в этом процессе. Объясните, как будет отличаться от найденной величина изменения энтропии при получении по этой реакции жидкой воды?

15. Горение ацетилен:  $C_2H_2(g) + 2,5O_2(g) = 2CO_2(g) + H_2O_{(T)}$ . Вычислите и объясните изменение энтропии в этом процессе. Оце-



ните, как будет отличаться изменение энтропии при получении по этой реакции жидкой воды.

16. Вычислите изменение энтропии для реакции получения карбида кальция:  $CaO_{(K)} + 3C_{(ГРАФИТ)} = CaC_{2(K)} + CO_{(Г)}$ . Объясните изменение энтропии в этом процессе.

17. Вычислите изменение энтропии для реакции горения бороводорода, протекающей по уравнению:  $B_2H_{6(Г)} + 3O_{2(Г)} = B_2O_{3(K)} + 3H_2O_{(Г)}$ . Объясните изменение энтропии в этом процессе. Оцените, как будет отличаться величина изменения энтропии при получении по этой реакции жидкой воды.

18. Вычислите изменение энтропии в стандартных условиях для реакции горения водорода, протекающей по уравнению:  $H_{2(Г)} + \frac{1}{2}O_{2(Г)} = H_2O_{(Г)}$ . Объясните изменение энтропии в этом процессе. Оцените, как будет отличаться изменение энтропии при получении по этой реакции жидкой воды.

19. Вычислите изменение энтропии в стандартных условиях для реакции:  $NH_{3(Г)} + HCl_{(Г)} = NH_4Cl_{(K)}$ . Объясните изменение энтропии в этом процессе.

20. Каталитическое окисление аммиака выражается уравнением:  $4NH_{3(Г)} + 5O_{2(Г)} = 4NO_{(Г)} + 6H_2O_{(Г)}$ . Вычислите и объясните изменение энтропии в этом процессе. Оцените, как будет отличаться от найденной величина изменения энтропии при получении по этой реакции жидкой воды.

21. При каких температурах начинается восстановление железа  $Fe_2O_{3(K)} + 3C_{(ГРАФИТ)} = 2Fe_{(K)} + 3CO?$

22. При каких температурах начинается восстановление железа  $Fe_3O_{4(K)} + 4C_{(ГРАФИТ)} = 3Fe_{(K)} + 4CO?$

23. Пользуясь стандартными величинами  $\Delta G^0$  химических веществ (приложение), вычислите  $\Delta G$  реакций:  $Fe_2O_{3(K)} + Fe_{(K)} = 3FeO_{(K)}$  и  $PbO_{2(K)} + Pb_{(K)} = 2PbO_{(K)}$ . Какие степени окисления более характерны для железа и свинца?

24. Можно ли получить при н. у. кислород по реакциям:  $2Cl_{2(Г)} + 2H_2O_{(Г)} = O_{2(Г)} + 4HCl_{(Г)}$  и  $2F_{2(Г)} + 2H_2O_{(Г)} = O_{2(Г)} + 4HF_{(Г)}$ ? На основании полученных данных расположите  $F_2$ ,  $Cl_2$  и  $O_2$  в ряд по окисляющей способности при н.у.

25. Рассчитав  $\Delta G$  реакций, найдите, какие из карбонатов:  $BeCO_3$ ,  $CaCO_3$  или  $BaCO_3$  — можно получить по реакции взаимодей-

ствия соответствующих оксидов с  $CO_2$  при н.у.? Какая реакция идет наиболее энергично?

26. Проанализируйте энтальпийный и энтропийный факторы в реакции получения муравьиного альдегида  $H_2CO_{(г)}$  по реакции:  $CO_{(г)} + H_{2(г)} = H_2CO_{(г)}$  Возможна ли эта реакция при н.у.? При каких температурах реакция термодинамически разрешена? Реально ли осуществить эту реакцию при этих условиях?

27. Проанализируйте энтальпийный и энтропийный факторы в реакции  $FeO + Cu = CuO + Fe$ . Возможна ли эта реакция при н. у.? Можно ли подобрать температуру, выше или ниже которой реакция термодинамически была бы разрешена?

28. При каких температурах возможно самопроизвольное протекание реакции  $2CO_{(г)} + 2H_{2(г)} = CH_{4(г)} + CO_{2(г)}$ ?

29. При какой температуре меняется направление процесса в системе:  $4HCl_{(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)} + 2Cl_{2(г)}$ ? Хлор или кислород является более сильным окислителем при н. у.?

30. Пользуясь стандартными величинами  $\Delta G^0$  химических веществ (приложение), вычислите  $\Delta G$  реакций:  $PbO_{2(к)} + Pb_{(к)} = 2PbO_{(к)}$  и  $SnO_{2(к)} + Sn_{(к)} = 2SnO_{(к)}$ . Какие степени окисления более характерны для свинца и олова?

## КИНЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

1. Напишите выражение скорости реакций, протекающих между: а) азотом и кислородом; б) водородом и кислородом; в) оксидом азота (II) и кислородом; г) диоксидом углерода и раскаленным углем.

2. Напишите выражение скорости реакций, протекающих по схеме  $A + B = AB$ , если а) А и В – газы, б) А и В – жидкости, смешивающиеся в любых соотношениях; в) А и В – вещества, находящиеся в растворе; г) А – твердое вещество, В – газ или вещество, находящееся в растворе.

3. Написать выражение скорости химической реакции, протекающей в гомогенной системе по уравнению  $A + 2B = AB$  и определить, во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если: а) концентрация А увеличится в два раза; б) концентрация В увели-

чится в два раза; в) концентрация обоих веществ увеличится в два раза.

4. Во сколько раз следует увеличить концентрацию оксида углерода в системе  $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}$ , чтобы скорость реакции увеличилась в четыре раза?

5. Во сколько раз следует увеличить концентрацию водорода в системе  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ , чтобы скорость реакции возросла в 100 раз?

6. Во сколько раз следует увеличить давление, чтобы скорость образования  $\text{NO}_2$  по реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  возросла в 1000 раз?

7. Написать уравнение скорости реакции  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$  и определить, во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в три раза.

8. Реакция между оксидом азота (II) и хлором протекает по уравнению  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$ . Как изменится скорость реакции при увеличении: а) концентрации оксида азота в два раза; б) концентрации хлора в два раза; в) концентрации обоих веществ в два раза?

9. Во сколько раз увеличится константа скорости химической реакции при повышении температуры на  $40^\circ$ , если  $\gamma = 3,2$ ?

10. На сколько градусов следует повысить температуру системы, чтобы скорость протекающей в ней реакции возросла в 30 раз ( $\gamma = 2,5$ )?

11. При повышении температуры на  $50^\circ$  скорость реакции возросла в 1200 раз. Вычислить  $\gamma$ .

12. Вычислить температурный коэффициент реакции, если константа скорости ее при  $120^\circ\text{C}$  составляет  $5,88 \cdot 10^{-4}$ , а при  $170^\circ\text{C}$  равна  $6,7 \cdot 10^{-2}$ .

## СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ

1. Сколько миллилитров 0,2 н. раствора щелочи потребуется для осаждения в виде  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  всего железа, содержащегося в 100 мл 0,5 н. раствора  $\text{FeCl}_3$ ?

2. Какой объём 20%-ной серной кислоты ( $\rho=1,14$  г/мл) надо прибавить к 100 мл воды, чтобы получить 5%-ный раствор?

3. На нейтрализацию 20 мл раствора, содержащегося в одном литре 12 г щелочи, было израсходовано 24 мл 0,25 н. раствора кис-

лоты. Рассчитать эквивалент щелочи.

4. Какое количество буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  и сколько воды надо взять для приготовления 2 кг 5 %-ного раствора  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  (в расчете на безводную соль)?

5. Для нейтрализации 30 мл 0,1 н. раствора щелочи потребовалось 12 мл раствора кислоты. Определите нормальность кислоты.

6. К 500 мл 32%-ной азотной кислоты ( $\rho = 1,2$  г/мл) прибавили 1 литр воды. Чему равна массовая доля азотной кислоты в полученном растворе?

7. Сколько миллилитров 96%-ного раствора серной кислоты ( $\rho = 1,84$  г/мл) нужно взять для приготовления 200 мл 30%-ного раствора этой кислоты?

8. Для нейтрализации 20 мл 0,1 н. раствора кислоты потребуются 8 мл раствора КОН. Сколько граммов КОН содержит 1 литр этого раствора?

8. Сколько граммов  $\text{AgCl}$  выпадает в осадок, если к 400 мл 0,5 н. раствора  $\text{AgNO}_3$  прибавить избыток соляной кислоты?

10. До какого объёма надо разбавить 500 мл 20%-ного раствора  $\text{NaCl}$  ( $\rho = 1,152$  г/мл), чтобы получить 4,5%-ный раствор плотностью 1,029 г/мл?

11. Вычислить нормальность, молярность, титр 15%-ного раствора серной кислоты ( $\rho = 1,105$  г/мл).

12. Плотность 40%-ного раствора азотной кислоты равна 1,25 г/мл. Рассчитать молярность и нормальность этого раствора.

13. Сколько граммов глауберовой соли  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  потребуются для приготовления двух литров 0,5 н. раствора сульфата натрия?

14. Сколько литров 2,5%-ного раствора  $\text{NaOH}$  ( $\rho = 1,03$  г/мл) можно приготовить из 80 мл 35%-ного раствора ( $\rho = 1,38$  г/мл)?

15. Для осаждения всего хлора, содержащегося в 15 мл раствора  $\text{KCl}$ , израсходовано 25 мл 0,1 н. раствора нитрата серебра. Сколько граммов  $\text{KCl}$  содержит 1 л этого раствора?

### КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

1. К 100 мл 0,5 М водного раствора сахарозы  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  добавлено 300 мл воды. Чему равно осмотическое давление полученного раствора при 25°C?

2. При  $20^{\circ}\text{C}$  смешивают 1 л раствора неэлектролита, осмотическое давление которого 243,4 кПа, с 3 литрами раствора неэлектролита, осмотическое давление которого 486,8 кПа. Найти осмотическое давление смешанного раствора.

3. Давление пара воды при  $20^{\circ}\text{C}$  составляет 2338 Па. Сколько граммов сахара следует растворить в 720 г воды для получения раствора, давление пара которого на 18,7 Па меньше давления пара воды? Вычислить процентное содержание сахара в воде.

4. Давление пара воды при  $10^{\circ}\text{C}$  составляет 1228 Па. В каком количестве воды следует растворить 23 г глицерина  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  для получения раствора, давление пара которого составляет 1200 Па при той же температуре?

5. Вычислить процентное содержание глюкозы в водном растворе, если понижение давления пара составляет 2,5 % от давления чистого растворителя. Найти соотношение между числом молей растворенного вещества и растворителя.

6. В радиатор автомобиля налили 9 л воды и прибавили 2 л метилового спирта ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ( $\rho = 0,8$  г/мл). При какой наименьшей температуре можно после этого оставить автомобиль на открытом воздухе, не опасаясь, что вода в радиаторе замерзнет?

7. Водно-спиртовой раствор, содержащий 15% спирта ( $\rho = 0,97$  г/мл), кристаллизуется при  $-10,26^{\circ}\text{C}$ . Найти молярную массу спирта и осмотическое давление при 293К.

8. Сколько граммов карбамида  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  надо растворить в 250 г воды, чтобы повысить температуру кипения на  $2^{\circ}\text{C}$ ?

9. При растворении 3,24 г серы в 40 г бензола температура кипения последнего повысилась на 0,81 К. Из скольких атомов состоит молекула серы в растворе?

10. Кажущаяся степень диссоциации  $\text{HCl}$  в растворе, содержащем 7,3 г  $\text{HCl}$  в 200 г воды, равна 78%. Вычислить температуру кипения раствора.

11. Раствор содержит 3,38% нитрата кальция, кажущаяся степень диссоциации которого составляет 0,65. Вычислите осмотическое давление при  $0^{\circ}\text{C}$ , приняв плотность раствора равной 1,01 г/мл.

12. Вычислить осмотическое давление при  $18,5^{\circ}\text{C}$  раствора в 5 л которого содержится 62,4 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ . Кажущаяся степень диссоциации соли в растворе 0,38.

13. При  $100^{\circ}\text{C}$  давление пара раствора, содержащего 0,05 моля сульфата натрия в 450 г воды, равно 100,8 кПа. Определить кажущуюся степень диссоциации.

14. При растворении 0,4 г некоторого вещества в 10 г воды температура кристаллизации раствора понижается на  $1,24^{\circ}\text{C}$ . Вычислить молекулярную массу вещества.

15. При какой температуре кристаллизуется водный раствор, содержащий  $3 \cdot 10^{23}$  молекул неэлектролита в 1 литре воды?

### РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

1. Вычислить активность ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{4-}$  в  $1 \cdot 10^{-5}$  М растворе  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , считая, что их коэффициенты активности практически равны единице.

2. Активность иона  $\text{Al}^{3+}$  в растворе  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  составляет  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/л. Чему равны активность сульфат-иона и концентрация соли (в моль/л)?

3. Вычислить ионную силу растворов и активность ионов: а) 0,05 М  $\text{AgNO}_3$ ; б)  $1,25 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{CaSO}_4$ ; в)  $2,5 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{MgCl}_2$ .

4. Вычислить активности ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в  $1 \cdot 10^{-3}$  М растворе  $\text{CaSO}_4$ , содержащем, кроме того,  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $\text{HCl}$ .

5. 1 л раствора содержит по 0,01 моль  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{MgSO}_4$ . Вычислите ионную силу раствора и активность ионов. Как изменятся активность ионов после добавления к раствору 1 л воды?

6. Вычислить активность ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$  в 0,05 М растворе  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , содержащем, кроме того, 0,05 моль/л  $\text{HNO}_3$ .

7. Вычислить активность ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,01 М растворе  $\text{AlCl}_3$ , содержащем, кроме того, 0,04 моль/л  $\text{HCl}$ .

8. Вычислить ионную силу и активность ионов в 1%-ном растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

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

10. Вычислить ионную силу и активность ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в 0,1 н. растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , содержащем, кроме того, 0,1 моль/л.

11. Вычислить  $[\text{H}^+]$  в 0,1 М растворе  $\text{HCN}$  ( $K = 6,2 \cdot 10^{-10}$ ). Сколько граммов цианид-ионов содержится в 0,6 л указанного раствора?

12. При какой молярной концентрации уксусной кислоты и в растворе ее степень диссоциации равна 0,01? При какой концентрации степень диссоциации увеличится в два раза?  $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

13. Вычислить степень диссоциации и  $[H^+]$  в 0,05 М растворе азотистой кислоты ( $K_d = 5 \cdot 10^{-4}$ ).

14. При какой молярной концентрации муравьиной кислоты ( $K = 2 \cdot 10^{-4}$ ) 95% ее находится в недиссоциированном состоянии?

15. Вычислить  $[H^+]$  и  $\alpha$  в 1%-ном растворе уксусной кислоты ( $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

16. Во сколько раз уменьшится концентрация ионов  $HS^-$ , если к 1 л 0,1 М раствора  $H_2S$  ( $K = 1 \cdot 10^{-7}$ ) прибавить 0,1 моля  $HCl$ ? Коэффициенты активности ионов  $H^+ = 0,76$ .

17. Вычислить  $\alpha$  и  $[H^+]$  в 0,3 М растворе уксусной кислоты ( $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ). Какие значения примут эти величины после добавления к 1 л раствора кислоты 0,2 моля  $CH_3COONa$ ?

18. Вычислить pH 0,1 н. раствора  $HCN$  ( $K = 7,2 \cdot 10^{-10}$ ); к 1 л которого добавлено 0,1 моля  $KCN$  ( $f_{CN^-} = 0,76$ ).

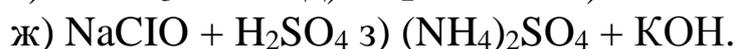
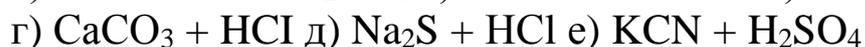
19. Сколько граммов  $KCN$  ( $f_{CN^-} \sim 1$ ) следует прибавить к 1 л 0,1 М  $HCN$  ( $K = 7,2 \cdot 10^{-10}$ ) для получения нейтрального раствора?

20. Вычислить pH 0,05 М раствора  $NH_4OH$  ( $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ), к 1 л которого прибавили 0,1 моля  $NH_4Cl$ .

21. Вычислить pH 0,01%-ного раствора  $HCl$ . Плотность раствора и считать равными единице.

22. Вычислите pH 0,05%-ного раствора  $NaOH$  (см. условие предыдущей задачи).

23. Напишите в молекулярной и молекулярно-ионной формах уравнения следующих реакций:



24. Какие из приведенных ниже солей гидролизуются? Для каждой из гидролизующихся солей написать в молекулярно-ионной форме уравнение гидролиза и указать реакцию водного раствора: а)  $NaBr$ ; б)  $KNO_2$ ; в)  $NaClO_3$ ; г)  $NH_4ClO_4$ ; д)  $HCOONH_4$ , е)  $(NH_4)_2SO_4$ ; ж)  $Ca(ClO)_2$ ; з)  $NaClO_4$ ; и)  $KBrO$ .

25. Вычислите константу гидролиза формиата натрия ( $HCOONa$ ).

26. Какова степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и рН раствора?

27. Вычислите константу гидролиза гипохлорита калия. Каковы степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и рН раствора?

28. Вычислите константу гидролиза хлорида аммония. Каковы степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и рН раствора?

## СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБОЛОЧКИ АТОМА

1. Опишите состояние электрона с помощью набора квантовых чисел:

- А. 5-ый электрон на 4p подуровне
- Б. 2-ый электрон на 3d подуровне
- В. 9-ый электрон на 4f подуровне
- Г. 1-ый электрон на 6s подуровне
- Д. 8-ой электрон на 5d-подуровне
- Е. 3-ий электрон на 5f подуровне
- Ж. 4-ый электрон на 6p подуровне

2. Укажите положение элементов в периодической системе Д.И. Менделеева (порядковый номер, номер периода, номер группы, подгруппа). Напишите электронные конфигурации атомов, подчеркните валентные электроны; укажите, к какому электронному семейству относятся данные элементы. Распределите валентные электроны подчеркнутого элемента по квантовым ячейкам в основном и возбужденном, объясните, какие валентности и степени окисления он может проявлять:

- А. литий, бром, цирконий;
- Б. магний, олово, кадмий;
- В. натрий, свинец, кобальт;
- Г. кальций, сурьма, марганец;
- Д. стронций, йод, титан;
- Е. рубидий, сера, вольфрам;
- Ж. цезий, алюминий, ванадий;
- З. бериллий, таллий, железо;
- И. барий, селен, ртуть;
- К. франций, фосфор, никель;



3. Охарактеризуйте изменение радиусов атомов, энергии ионизации, электроотрицательности в ряду элементов 3 периода.

4. Укажите взаимосвязь между величиной атомного радиуса и энергией ионизации. Исходя из периодической системы, расставьте следующие элементы в порядке возрастания этих величин: а) Cl, F, I, Br б) Li, F, B, C, Be, N, O.

5. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от натрия к хлору?

6. Для какого из двух элементов ионизационный потенциал должен быть большей величиной, если электронная структура их атомов выражается следующими формулами:



7. Охарактеризуйте изменение радиусов атомов, энергии ионизации, электроотрицательности в ряду элементов главных подгрупп 4-го периода:

8. Укажите взаимосвязь между величиной атомного радиуса и энергией ионизации. Исходя из периодической системы, расставьте следующие элементы в порядке понижения этих величин: А) O, S, Se, Te Б) Na, Cl, S, Al, Mg, P, Si.

9. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов главных подгрупп четвертого периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от калия к бромму?

10. Для какого из двух элементов ионизационный потенциал должен быть большей величиной, если электронная структура их атомов выражается следующими формулами:



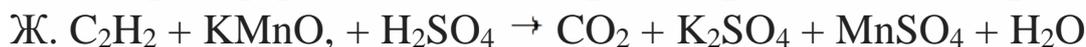
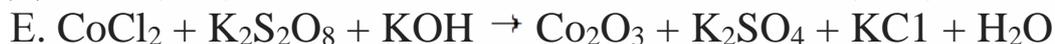
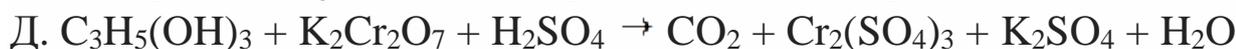
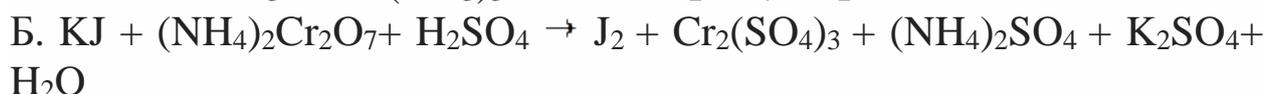
11. Охарактеризуйте изменение радиусов атомов, энергии ионизации, электроотрицательности в ряду элементов главных подгрупп 5-го периода:

12. Укажите взаимосвязь между величиной атомного радиуса и энергией ионизации. Исходя из периодической системы, рас-

ставьте следующие элементы в порядке повышения этих величин:  
 А) K, Br, Ca, Se, Ge, As, Ga.    Б) Li, Na, K, Rb, Cs.

### ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

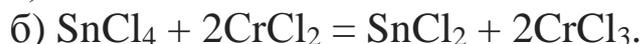
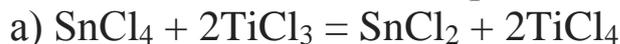
1. Уравнения, указанные ниже, разберите методом электронного баланса, расставьте коэффициенты, укажите элементы окислитель и восстановитель:



2. Уравнения, указанные в задании 1, разберите методом электронно-ионного баланса, расставьте коэффициенты. Рассчитайте стандартную ЭДС для данных реакций.

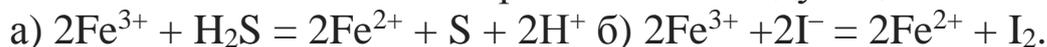
3. Вычислить константу равновесия реакции  $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

4. Вычислить константы равновесия реакций:



5. В какой из двух систем достигается более полное восстановление  $\text{Sn}^{4+}$  в  $\text{Sn}^{2+}$  и во сколько раз?

6. Сопоставить константы равновесия следующих систем:



В какой из них активность невосстановленных ионов  $\text{Fe}^{3+}$  меньше?

7. Какая кислота выполняет в реакции  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3$  функцию окислителя, а какая — восстановителя?

8. Можно ли восстановить сульфат железа (III) в сульфат железа (II): а) раствором  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ; б) железными опилками?

9. В какой из двух систем —  $\text{CuSO}_4 + \text{NaBr}$  или  $\text{CuSO}_4 + \text{NaI}$

— изменится степень окисления меди с образованием малорастворимого галогенида меди (I)?

10. При каком значении рН потенциал системы  $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}$  составит 0,1425 В, если  $[\text{MnO}_4^-] / [\text{Mn}^{2+}] = 1$ ?

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

1. Сколько граммов меди выделится на катоде при электролизе раствора  $\text{CuSO}_4$  в течение 40 мин при силе тока 1,2 А?

2. Сколько минут следует пропускать ток силой 0,5 А через раствор  $\text{AgNO}_3$  для выделения 0,27 г серебра?

3. Для выделения 1,75 г некоторого металла из раствора его соли потребовалось пропускать ток силой 1,8 А в течение 1,5 ч. Вычислить эквивалент металла.

4. Сколько минут потребуется для выделения всей меди из 40 мл 1/4 н. раствора  $\text{CuSO}_4$ ? Сила тока 1,93 А.

5. При какой силе тока можно получить на катоде 0,5 г Ni, подвергая электролизу раствор  $\text{NiSO}_4$  в течение 25 мин?

6. Сколько литров водорода выделится на катоде, если вести электролиз водного раствора KOH в течение 2,5 ч при силе тока 1,2 А? Газ измерен при 27°C и 101,8 кПа.

7. Ток последовательно проходит через ряд электролизеров, в которых содержатся водные растворы следующих электролитов: а)  $\text{CuSO}_4$ , б)  $\text{NiSO}_4$ , в)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ; г)  $\text{FeCl}_2$ . Какие количества металлов выделяются на катодах, если известно, что у анода последнего электролизера выделилось 1,4 л хлора (0°C и 101,3 кПа).

8. Ток силой 2,5 А выделил в течение 15 мин 0,72 г меди из раствора  $\text{CuSO}_4$ . Вычислить коэффициент полезного действия тока.

9. При электролизе водного раствора  $\text{NiSO}_4$  на аноде выделилось 3,8 л кислорода, измеренного при 27°C и 100 кПа. Сколько граммов Ni выделилось на катоде?

10. При электролизе в течение 30 мин раствора NaCl на аноде выделилось 2,8 л хлора при 0°C и 101,3 кПа. Какой объем 0,75 н. раствора  $\text{CuSO}_4$  можно подвергнуть химическому превращению при пропускании тока той же силы в течение 45 мин?

11. При электролизе раствора  $\text{AgNO}_3$  в течение 50 мин при силе тока 3 А на катоде выделилось 9,6 г серебра. Определить выход

серебра в процентах от теоретического/

12. Ток силой 10 А проходит через электролизер, в котором находится 0,5 л 4,5%-ного раствора NaOH ( $\rho = 1,05$ ). Через сколько часов концентрация NaOH в растворе достигнет 10%?

13. Через электролизер, содержащий 10 л 7,4%-ного раствора KOH ( $\rho = 1,06$ ), пропускали ток в течение двух суток, после чего оказалось, что концентрация KOH в растворе составляет 8%. Какова была сила тока?

14. Ток силой в 6,7 А пропущен через электролизер, содержащий 400 мл 0,7 н.  $H_2SO_4$ . Сколько часов должен длиться электролиз для достижения нормальной концентрации?

15. Сколько минут потребуется для выделения 250 мл гремучего газа при электролизе разбавленной серной кислоты? Сила, тока 0,5 А. Газ измерен при  $7^\circ C$  и 102,9 кПа.

16. Вычислить потенциал меди в растворе  $Cu(NO_3)_2$  с активностью ионов  $Cu^{2+}$  равной 0,12 моль/л.

17. Вычислить в милливольтгах потенциал водородного электрода в разбавленных растворах сильных кислот: а) 0,01 М  $HClO_4$ ; б) 0,005 М  $HCl$ ; в) 0,01%-ной  $HClO_4$ .

18. Вычислить в милливольтгах потенциал водородного электрода в следующих растворах: а) 0,1 М и 1%-ном растворах  $CH_3COOH$ ,  $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ; б) 0,001 М KOH; в) 0,04%-ном NaOH.

19. Вычислить активность ионов  $H^+$  в растворе, в котором потенциал водородного электрода равен  $-236$  мВ.

20. Как изменится активность водородных ионов при уменьшении потенциала водородного электрода от нуля до  $-100$  мВ?

21. Вычислить pH растворов, в которых потенциалы водородного электрода (в мВ) составляют: а)  $-201$ ; б)  $-431$ ; в)  $-183$ ; г)  $-413$ .

22. При какой активности  $Cu^{2+}$  (моль/л) потенциал медного электрода равен стандартному потенциалу водородного электрода?

## 2 семестр

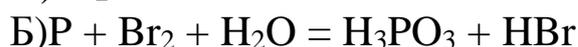
### **ГАЛОГЕНЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ**

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса

прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания: А)  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2 + 2\text{HCl}$ ;



2. Разберите уравнения окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса (или электронно-ионного баланса), расставьте коэффициенты:



3. Напишите схему диссоциации фтороводородной кислоты в водном растворе и вычислите водородный показатель ее десятичного раствора. Почему эта кислота, в отличие от соляной, бромоводородной и йодоводородной, является слабой?

4. В 100 мл 60%-й  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,37$ ) внесли 25,4 г йода, который полностью провзаимодействовал с азотной кислотой с выделением  $\text{NO}$ . Определите качественный и количественный состав образовавшегося раствора, считая, что его плотность практически не изменилась.

5. Какие фториды растворяются в воде, а какие относятся к малорастворимым веществам? Определите растворимость фторида кальция, произведение растворимости которого равно  $4,0 \cdot 10^{-11}$ . Ответ выразите молярной концентрацией насыщенного раствора и в граммах на 100 г воды.

6. Напишите уравнения реакций хлора с водой и растворами  $\text{KOH}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  – горячими и холодными. Укажите тип реакций и названия продуктов. Объясните, почему взаимодействие хлора с водой – обратимая, а со щелочами – практически необратимая реакция.

7. Какой объём хлора (н. у.) можно теоретически получить из 1 м<sup>3</sup> раствора ( $\rho = 1,23$ ), содержащего 20,7 %  $\text{NaCl}$  и 4,3 %  $\text{MgCl}_2$ ?

8. Опишите взаимодействие неметаллов с водой, поделив их на четыре группы: 1) окисляют воду, 2) восстанавливают воду, 3) диспропорционируют в воде, 4) не взаимодействуют с водой. Для реакции хлора с водой по стандартным значениям окислительно-

восстановительных потенциалов полуреакций вычислите энергию Гиббса и константу равновесия и сделайте вывод о полноте ее протекания.

9. Напишите уравнения реакций фтороводородной кислоты с гидроксидом алюминия, раствором КОН и газообразным аммиаком. Какой объем 20%-й HF ( $\rho = 1,07$ ) расходуется на взаимодействие с одним молем аммиака, какая масса гидрофторида аммония при этом образуется?

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

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

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

14. Через раствор хлорида калия пропустили электрический ток. При этом образовался раствор массой 200г с массовой долей КОН 2,8%. Какой объем хлора (н.у.) выделился в процессе электролиза?

15. Неизвестный металл массой 6,75 г соединяется с хлором, объемом 8,4 л (н.у.) Этот же металл может реагировать с йодом. В хлориде и йодиде металл проявляет одинаковую степень окисления. Какая масса йодида образуется при взаимодействии металла массой 6,75 г с йодом?

16. Хлороводород, полученный из образца технического хлорида натрия массой 12 г, использовали для получения концентрированной соляной кислоты. вся полученная кислота вступила в реакцию с оксидом марганца (IV). При этом образовался газ объемом 1,12 л (н.у.). Определите массовую долю хлорида натрия в исходном образце.

17. Морская вода содержит в среднем 3,5% различных солей, из которых около 80% приходится на долю NaCl. В каком количестве воды содержится 1 т NaCl?

18. Фтор получают электролизом раствора KF в безводной

плавиковой кислоте. Какова суточная производительность в м<sup>3</sup> (н.у.) электролитической ванны, работающей при нагрузке 1200 А с коэффициентом использования тока 96%?

19. Какой объем хлора (0°С и 104 кПа) требуется для взаимодействия с 10 л 3,75%-ного раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> (ρ= 1,04)?

20. Какова продолжительность электролитического окисления 1т 70%-ного раствора NaClO<sub>3</sub> в NaClO<sub>4</sub>, если сила тока 12 000 А, коэффициент использования тока 96%?

### СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ КИСЛОРОДА

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания: А)  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ; Б)  $\text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . В)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

2. На каких принципах основаны промышленные и лабораторные методы получения кислорода? Какие вещества из числа H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, KMnO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> можно использовать для получения кислорода в лаборатории? Напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Какую массу перманганата калия надо разложить, чтобы полученного кислорода хватило для окисления 89,6 л (н. у.) аммиака на платиновом катализаторе с образованием NO? Какой массой KClO<sub>3</sub> можно заменить эту массу KMnO<sub>4</sub>?

4. На окисление 2,0 г двухвалентного металла израсходовано 560 мл кислорода (н. у.). Какой металл был окислен?

5. Какой объём воды образуется при сгорании смеси, состоящей из 10 л водорода и 50 л воздуха? Какое вещество взято в избытке и чему равен объём избытка?

6. Как образуется озон в природе и как его получают в технике? Какой объём кислорода необходимо пропустить через озонатор, который даёт выход озона 10 %, чтобы получить 1 л озона?

7. 750 мл озонированного кислорода (0°С и 101,3 кПа) образовали после разложения содержащегося в нем озона 780 мл кислорода. Сколько граммов иода выделится из раствора KI при прохождении через него 1 л озонированного кислорода?

8. Сколько килограммов  $\text{BaO}_2$  и 20%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  требуется для получения 120 кг 30%-ного раствора пероксида водорода?

9. 0,8 г раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$  выделили из подкисленного раствора  $\text{KI}$  0,3 г иода. Вычислить процентное содержание  $\text{H}_2\text{O}_2$  в растворе.

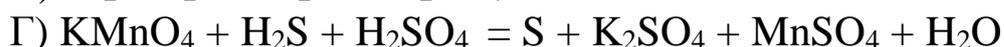
10. Для полного обесцвечивания 20 мл 0,02 М раствора  $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде потребовался равный объем раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

11. В один литр пергидроля (30%-й  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\rho = 1,12$ ) внесли 12,7 г йода, который полностью провзаимодействовал с  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Определите качественный и количественный состав образовавшегося раствора, считая, что его плотность практически не изменилась.

12. Сколько граммов хлората калия, содержащего 4% посторонних примесей, следует взять для получения 25 л кислорода при  $37^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа.

### СВОЙСТВА СЕРЫ И ЕЕ СОЕДИНЕНИЙ

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания: А)  $\text{HClO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ;



2. Какие объемы  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{SO}_2$  ( $0^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа) должны прореагировать друг с другом, чтобы масса образовавшейся серы составила 100 кг?

3. Какой объем печных газов ( $0^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа), содержащих 7%  $\text{SO}_2$ , получается при обжиге 1 т серного колчедана, содержащего 45% серы, если учесть, что при этом не сгорает 1,6% всего содержания серы?

4. Какова ежесуточная потребность в воздухе (21%  $\text{O}_2$ , при  $0^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа) колчеданной печи, сжигающей в сутки 12 т колчедана, если при этом воздух берется в избытке и с таким расчетом, чтобы печные газы содержали 10,5% неизрасходованного кислорода?



5. 20,16 л воздуха, содержащего  $\text{H}_2\text{S}$  и практически не содержащего других восстановителей, оказалось достаточным, чтобы восстановить 7,5 мл 0,12 н. раствора иода. Вычислить процентное содержание  $\text{H}_2\text{S}$  в воздухе.

6. Серный колчедан дает в среднем 70% колчеданного огарка, содержащего 2% невыгоревшей серы. Сколько тонн  $\text{H}_2\text{SO}_4$  теряет завод ежедневно из-за неполного выгорания серы, если производственная мощность печей составляет 80 т колчедана в сутки?

7. Сколько миллилитров раствора сернистой кислоты, содержащего 7,5%  $\text{SO}_2$  ( $\rho = 1,04$ ), можно окислить прибавлением 25 мл 6%-ного раствора  $\text{KClO}_3$  ( $\rho = 1,04$ )?

8. Для восстановления 80 мл 0,02 М раствора  $\text{KMnO}_4$  оказалось достаточным пропустить через раствор 17,9 л газа ( $0^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа), содержащего  $\text{SO}_2$  и не содержащего других восстановителей. Вычислить процентное содержание  $\text{SO}_2$  в газе.

9. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  способно вступить в реакцию с 250 мл 0,2 н. иода, если известно, что продуктами реакции являются тетраионат ( $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ) и иодид натрия?

10. Вычислить общее процентное содержание  $\text{SO}_3$  в олеуме, содержащем 20% свободного  $\text{SO}_3$ . Сколько килограммов моногидрата можно получить из 1 т олеума?

11. Для солеобразования с 1,2 г олеума потребовалось 50 мл 0,5 н.  $\text{KOH}$ . Вычислить общее процентное содержание  $\text{SO}_3$  в олеуме и процентное содержание свободного  $\text{SO}_3$ .

12. Смесь угля и серы массой 10,32 сожгли в избытке кислорода (сера окисляется до  $\text{SO}_2$ ). Полученная смесь газов была поглощена 1 л 1,2М раствора  $\text{NaOH}$ . На нейтрализацию оставшейся щелочи было израсходовано 9,8 г серной кислоты. Рассчитайте массовые доли (%) компонентов в исходной смеси.

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

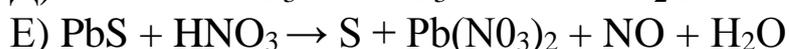
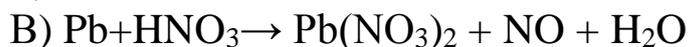
14. Вычислите степень диссоциации  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  и  $\text{H}_2\text{Te}$  в 0,1 М водных растворах; вычислите рН этих растворов. Как и почему изменяются основно-кислотные свойства этих соединений?

15. Высший оксид элемента (из числа оксидов селена, теллура,

полония) содержит 37,8 % кислорода. Определите этот элемент, напишите формулу оксида, опишите его свойства.

### СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ VA-ГРУППЫ

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания: А)  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{AsO}_4 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;



2. Исходя из уравнений:  $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{PCl}_3 - 635,4$  кДж,  $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 = \text{PCl}_5 - 137,4$  кДж. Вычислите теплоту образования пятихлористого фосфора.

3. Установлено, что при взаимодействии 48,4%-й  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,30$ ) с железом (при нагревании) выделяется оксид азота (II). Определите массу железных стружек, которая потребуется для получения 20 л  $\text{NO}$  по этой реакции при  $80^\circ\text{C}$  и  $101325$  Па.

4. Вычислите pH 0,1 н. раствора фосфорноватистой кислоты ( $K_d = 9 \cdot 10^{-2}$ ).

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

6. Азот получают: 1) разложением нитрата аммония; 2) взаимодействием сульфата аммония с азотной кислотой; 3) нагреванием смеси калийной селитры и железных опилок. Напишите уравнения реакций. Какая масса реагентов необходима в первом и третьем способах для получения 100 л  $\text{N}_2$  (н. у.)?

7. Если смешать и нагреть насыщенные растворы хлорида аммония и нитрита натрия, то выделится азот. Напишите уравнение реакции. Сколько граммов насыщенных растворов той и другой соли надо взять для получения 10 л азота (н. у.) если они приготовлены при температуре  $20^\circ\text{C}$ , при которой коэффициенты растворимости  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{NaNO}_2$  равны 37,2 и 84,5, соответственно?

8. В начале 20-го столетия (1904–1920 гг.) применялся цианамидный способ получения аммиака, основанный на цепочке следующих превращений:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ . Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их проведения. Почему в настоящее время этот способ не применяется? Где применяется сейчас цианамид кальция  $\text{CaCN}_2$ ?

9. Какой объём аммиака (н. у.) необходимо растворить в 5 л воды для получения 10%-го раствора?

10. На получение одной тонны сульфата аммония завод расходует 970 кг 78%-й серной кислоты и 270 кг аммиака. Каковы потери  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NH}_3$  на заводе?

11. Какую массу 60%-й азотной кислоты можно получить теоретически из одного м 3 аммиака, если объём измерен при н. у.?

12. Сколько граммов нитрита калия необходимо внести в 100 мл 20%-го раствора  $\text{KI}$  ( $\rho = 1,166$ ), подкисленного серной кислотой, для выделения всего йода в молекулярном виде?

13. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения) для осуществления данных цепочек превращений: 1)  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$  2)  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NaNH}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{NH} \rightarrow \text{Na}_3\text{N} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$ .

14. Образец серебряно-цинкового припоя массой 1,50 г обработали азотной кислотой. При этом образовалось 2,81 г смеси нитратов серебра и цинка. Вычислите массовые доли металлов в припое.

15. Сплав серебра с золотом вначале обработали азотной кислотой, при этом образовалось 1,57 г  $\text{AgNO}_3$ . Остаток сплава обработали царской водкой, при этом образовалось 1,72 г комплексной кислоты. Чему была равна общая масса сплава и массовые доли серебра и золота в этом сплаве?

### СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ IVA-ГРУППЫ

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

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

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

сталлогидрата.

4. Сколько тонн извести и оксида углерода (IV) дает ежедневно известково-обжигательная печь, перерабатывающая за сутки 75 т известняка с содержанием 96%  $\text{CaCO}_3$ , если расход угля, входящего в состав шихты, составляет 12% от массы известняка?

5. Продуктами окисления щавелевой кислоты являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Сколько миллилитров раствора щавелевой кислоты, содержащего 7%  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $\rho = 1,02$ ), можно окислить в сернокислом растворе при действии 75 мл 0,08 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

6. После прохождения 1 м<sup>3</sup> воздуха через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  образовалось 2,64 г  $\text{BaCO}_3$ . Вычислить процентное содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе.

7. Сколько килограммов кремния и какой объем 32% -ного раствора  $\text{NaOH}$  ( $\rho = 1,35$ ) потребуется для получения 1,5 м<sup>3</sup> водорода (17°C и 98,64 кПа)?

8. Состав стекла выражается формулой  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ . Вычислит теоретический расход сырья — соды, известняка и кремнезема — на 1 т стекла.

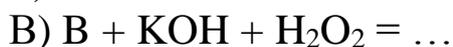
9. Написать уравнения реакций, с помощью которых можно последовательно из  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{KOH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  получить  $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$ .

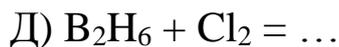
10. Написать уравнение реакции между германием и концентрированной азотной кислотой.

11. Напишите уравнения реакций, протекающих при кипячении олова: а) с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б) с раствором  $\text{NaOH}$  с образованием натрий гексагидроксостанната (IV).

## СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ Р-ЭЛЕМЕНТОВ: БОР, АЛЮМИНИЙ

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания:





2. Бор взаимодействует с щелочами при сплавлении в присутствии кислорода воздуха и окислителей. Он взаимодействует также с расплавленным пероксидом натрия и расплавленной смесью  $KNO_3 + Na_2CO_3$ . Напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Напишите уравнения реакций алюминия с раствором гидроксида натрия с образованием тетрагидроксиокомплексного и гексагидроксиокомплексного соединений и уравнение реакции алюминия с расплавом  $NaOH$  с образованием ортоалюмината натрия. Какая масса щёлочи (в чистом виде) расходуется на взаимодействие с 0,54 кг алюминия в каждом случае?

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

5. 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.

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

7. Определите энтальпию реакции сгорания диборана и вычислите теплотворную способность этого соединения. Сравните эту характеристику диборана с теплотворной способностью водорода, метана и ацетилена. Расположите эти топлива в ряд по увеличению теплотворной способности.

8. Опишите состав, строение и свойства оксида бора. Определить энтальпию его образования, исходя из энтальпии образования оксида магния ( $-601,8$  кДж/моль) и термохимического уравнения:  $B_2O_3(ам) + 3Mg(к) = 3MgO(к) + 2B(к)$ ;  $\Delta H^\circ = -551,4$  кДж.

9. Какое из определений применимо к ортоборной кислоте: 1) растворимая, 2) малорастворимая, 3) нерастворимая, 4) сильная, 5) слабая, 6) одноосновная, 7) двухосновная, 8) многоосновная, 9) не диссоциирует, 10) диссоциирует в одну ступень, 11) диссоциирует в три ступени, 12) окислитель, 13) восстановитель, 14) амфотерное соединение?

10. Молекулярная масса вещества равна 213. Массовые доли

алюминия, азота и кислорода в нём составляют 12,67 %, 19,72 % и 67,61 %. Определите формулу вещества.

11. Алюминий получают электролизом раствора глинозема в расплавленном криолите. Сколько алюминия получится при электролизе 1 т глинозема, содержащего 94,5%  $Al_2O_3$ , и какова продолжительность электролиза при силе тока в 30 000 А, если коэффициент использования тока составляет 95,5%.

12. Сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  получают обработкой каолинистых глин серной кислотой. Сколько тонн глины, содержащей 20%  $Al_2O_3$ , надо подвергнуть переработке для получения 1 т готового продукта, если при этом удастся извлечь из глины только 70%  $Al_2O_3$ ? Каков теоретический расход серной кислоты на 1 т готового продукта?

13. В одном литре воды растворено 400 г кристаллогидрата сульфата алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . Чему равна массовая доля сульфата алюминия в полученном растворе (в % с точностью до десятых долей)?

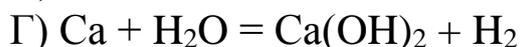
14. Молекулярная масса вещества равна 213. Массовые доли алюминия, азота и кислорода в нём составляют 12,67 %, 19,72 % и 67,61 %. Определите формулу вещества.

## **СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ S-ЭЛЕМЕНТОВ. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ**

1. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания: А)  $Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2S + H_2O$ ;



2. Разберите уравнения окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса (или электронно-ионного баланса), расставьте коэффициенты:



После реакции между пероксидом натрия и водой общий объем раствора составил 750 мл; 10 мл полученного раствора потребо-

валось для нейтрализации 15 мл 0,2 моль/л HCl. Сколько граммов Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> вошло в реакцию с водой?

10. При электролизе водного раствора хлорида натрия в течение 6 ч при силе тока 1000 А получено 70 л 10,6%-ного раствора NaOH (ρ=1,12). Вычислить к.п.д. тока.

11. Плотность 10,85%-ного раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> составляет 1,116. Вычислить процентное содержание кристаллической соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O в растворе. Сколько кг кальцинированной и кристаллической соды содержится в 1 м<sup>3</sup> указанного раствора?

12. Какой объем CO<sub>2</sub> (27° и 81 кПа) получится при нагревании 1,4 т NaHCO<sub>3</sub>? Сколько тонн кальцинированной соды получится при этом?

13. При взаимодействии 1 г смеси KCl и NaCl с раствором H<sub>2</sub>[PtCl<sub>6</sub>] образовалось 1,5 г малорастворимой соли K<sub>2</sub>[PtCl<sub>6</sub>]. Вычислить процентное содержание KCl в смеси.

14. Сколько килограммов гидрида кальция следует разложить водой, чтобы получить 1680 м<sup>3</sup> водорода (0°С и 101,3 кПа)?

Какой объем водорода (27°С и 99,7 кПа) получится при разложении водой 21 л гидрида кальция? Какой объем нормального раствора HCl необходим для нейтрализации полученного продукта?

16. Плотность известкового молока, 1 л которого содержит 300 г CaO, составляет 1,22. Вычислить процентное содержание оксида кальция и гидроксида кальция в известковом молоке.

17. Насыщенный раствор хлорида бария содержит при 20°С 26,3% BaCl<sub>2</sub>. Выразить в процентах концентрацию кристаллогидрата BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O в растворе.

18. Окислительно-восстановительный потенциал сопряженной пары  $Tl^{+} = Tl^{+} + 2e$  составляет 1,25 В. Может ли сульфат таллия (III) окислить: а) соляную кислоту; б) KI? Написать уравнение реакции.

## СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ МАРГАНЦА, ХРОМА

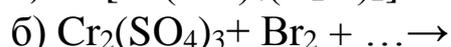
1. Сколько миллилитров 0,2 М раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> потребуется для окисления в сернокислом растворе 50 мл раствора сернистой кислоты, содержащей 4% SO<sub>2</sub> (ρ = 1,022)?

2. Почему происходит неполное осаждение малорастворимого

$\text{BaCrO}_4$ , при взаимодействии растворов  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ? Написать уравнение реакции. Что следует добавить к этой системе: а) для практически полного осаждения  $\text{BaCrO}_4$  и б) для предотвращения его образования?

3. Для получения  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  поступают следующим образом. Сначала получают сплав, содержащий хромат натрия, подвергая окислительном плавке с участием кислорода воздуха смесь хромита железа  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  и соды. Побочными продуктами этой реакции являются  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{CO}_2$ . Хромат натрия  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  извлекается из сплава, и полученный раствор обрабатывается серной кислотой. Вычислить расход сырья — 45%-ного хромита железа, соды и кислоты — на 1 т готового продукта, учитывая, что расход хромита на 15%, а расход соды и кислоты на 50% больше теоретического.

4. Закончить уравнения реакций окисления соединений хрома (III) в щелочной среде:



5. Закончить уравнения реакций окисления соединений хрома (III) в кислой среде:



6. Триоксид хрома получают разложением  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  концентрированной серной кислотой; побочный продукт реакции  $\text{NaHSO}_4$ . Каков выход продукта, если для получения 1 т его расходуется 1,85 т  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?

7. Какие соединения образует молибденовая кислота с кислотами серной, азотной? На какие свойства молибденовой кислоты указывают эти реакции?

8. Какое количество  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  получится из  $\rightarrow 100$  кг пиролюзита с содержанием 87%  $\text{MnO}_2$ , если выход  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  составляет 60% теоретического? Сколько часов следует пропускать ток в 1000 А для окисления полученного количества  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  в  $\text{KMnO}_4$ ?

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

10. Закончить уравнения реакций образования солей  $\text{MnO}_f$  ,



протекающих при щелочном сплавлении соединений марганца (II) и (IV):

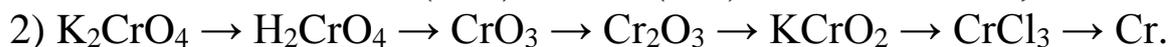


11. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при  $25^\circ\text{C}$  окислительно-восстановительной реакции в растворе:  $4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{KCl} + 16\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{KClO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 16\text{H}_2\text{O}$  а) при стандартных (1 М) концентрациях ионов, участвующих в реакции; б) при концентрациях  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 2 \text{ М}$ ;  $[\text{Cr}^{3+}] = 0,1 \text{ М}$ ;  $[\text{Cl}^-] = 0,2 \text{ М}$ ;  $[\text{ClO}_4^-] = 0,1 \text{ М}$ ;  $[\text{H}^+] = 5 \text{ М}$ .

12. Молярная концентрация эквивалента дихромата калия в растворе равна 0,1 моль эк/л. Какой объём этого раствора потребуется для выделения йода из 100 мл 1 М раствора KI, подкисленного серной кислотой?

13. Определите массу хромового ангидрида, образующегося при взаимодействии 10 кг  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  с концентрированной серной кислотой (побочные продукты реакции гидросульфат натрия и вода), если его выход равен 80 %. Почему этиловый спирт воспламеняется при соприкосновении с хромовым ангидридом?

14. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений: 1)  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}$ ;



15. Объясните возможность получения марганца электролизом водных растворов его солей. Какие соли лучше использовать и как уменьшить выделение водорода? Какое количество электричества потребуется для получения 100 кг марганца, если его выход по току составляет 60 %?

16. Какую массу железного купороса  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  можно окислить в сернокислом растворе при действии 50 мл 0,2 н раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

17. На титрование 25 мл раствора сульфита натрия было израсходовано 20 мл подкисленного раствора перманганата калия с эквивалентной концентрацией 0,05 н. Вычислите молярную концентрацию раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

## СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ П/Г ЖЕЛЕЗА, МЕДИ, ЦИНКА

1. Какие соединения образуют железо, кобальт и никель с оксидом углерода? Как объяснить различный состав этих соединений, исходя из электронных структур незаряженных атомов Fe, Co и Ni?

2. Напишите формулу соединения, состоящего из комплексного катиона и аниона и являющегося димером по отношению к триамминтринитрокобальту.

3. Рутенат калия  $K_2RuO_4$  образуется при сплавлении металлического рутения с  $KNO_3$  и  $KOH$  или при кипячении его с  $K_2S_2O_8$  в щелочной среде. Написать уравнения реакций.

4. Взаимные превращения  $K_2RuO_4$  и  $KRuO_4$  подобны соединениям марганца в тех же состояниях окисления. Закончить уравнения реакций: а)  $K_2RuO_4 + Cl_2 \rightarrow \dots$ ; б)  $K_2RuO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$ ; в)  $KRuO_4 + KOH \rightarrow \dots$

5. Для получения натрий гексахлорородиата (III) смесь измельченного металлического родия с  $NaCl$  подвергают хлорированию при высокой температуре. Написать уравнение реакций.

6. Какой металл платиновой группы в отличие от других практически растворяется в концентрированной азотной кислоте?

7. Написать уравнения реакций восстановления  $K_2[PdCl_4]$  до металла: а) муравьиной кислотой; б) оксидом углерода; в) гидразинсульфатом и г) оксалатом натрия.

8. Какие объемы 39%-ного раствора  $HCl$  ( $\rho = 1,19$ ) и 75%-ной азотной кислоты ( $\rho = 1,44$ ) теоретически необходимы для перевода 100 г платины в платинохлористоводородную кислоту, если исходить из предположения, что продуктом восстановления азотной кислоты является эквимольная смесь  $NO$  и  $NO_2$ ? Какова масса образовавшейся  $H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$ ?

9. Написать уравнение реакции термического разложения  $(NH_4)_2[PtCl_6]$ . Сколько молекул  $N_2$  образуется из одной молекулы соли за счет восстановления ее до металла? Какие газы дополнительно образуются при этом?

10. Какие реакции надо провести для получения меди из  $Cu_2S$  по схеме:  $Cu_2S \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu$ ? До какой температуры надо нагревать оксид меди (II) для получения меди в от-

сутствии восстановителя и при использовании восстановителей: углерода и водорода? Ответ подтвердите термодинамическими расчётами.

11. Напишите уравнения реакций меди с концентрированными серной и азотной кислотами. Какая масса меди потребуется для получения 10 л  $\text{SO}_2$  по первой реакции и 10 л  $\text{NO}_2$  – по второй?

12. Какую массу медного купороса можно получить из 1000 л 16%-го раствора сульфата меди ( $\rho = 1,18$ )?

13. В промышленном методе получения медного купороса медный лом окисляют при нагревании кислородом воздуха и на полученный оксид меди (II) действуют серной кислотой. Вычислите теоретический расход меди и 80%-й серной кислоты на получение одной тонны медного купороса.

14. Напишите уравнения и укажите условия протекания реакций для осуществления превращений:  $\text{CuS} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}$ .

15. Для реакции с золотом мольное соотношение  $\text{HNO}_3:\text{HCl}$  в царской водке должно быть равно 1:4 (реакция идёт с образованием тетрахлорозолотой кислоты,  $\text{NO}$  и воды). Разработайте рецептуру приготовления этого реактива, если имеется 1 л 60%-й  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,37$ ) и достаточный объём 37%-й  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,185$ ).

16. Какую массу цинка необходимо поместить в аппарат Киппа, чтобы получить 50 л водорода (н. у.)? Каким объёмом 20%-й  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,14$ ) потребуется заполнить аппарат, если кислота берётся в двукратном избытке?

17. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений:  $\text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}$

18. Широкое промышленное использование имеют цинковые сплавы. Один из таких сплавов содержит медь (10 %), алюминий (5 %) и магний (0,05 %). С помощью каких реакций можно разделить этот сплав на отдельные компоненты?

19. Кадмий извлекают из руд и отходов производства цинка серной кислотой и восстанавливают из сульфата кадмия цинком или проведением электролиза. Напишите уравнения соответствующих реакций. Вычислите массу цинка, необходимую для получе-

ния 1 кг кадмия по первому способу. Вычислите время электролиза при силе тока 500 А, за которое выделяется 1 кг кадмия при его получении электролизом.

### **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Коровин Н.В. Общая химия: учебник/ Н.В. Коровин. - М.: Высш. шк., 2007 г. – 557с.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник/ Н.С. Ахметов. - М.: Высш. шк., 2006 г. – 743 с.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие /под ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. - М.: Интеграл-Пресс, 2006 г. – 240с.
4. Общая химия. Избранные главы: учебное пособие / В. В. Вольхин. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Лань, 2008. - 384 с.
5. Лидин Р.А. Задачи по общей и неорганической химии: учебное пособие /Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.А. Андреева. -М.: Владос, 2004.-207с.