

# **НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Методические указания к выполнению  
индивидуального задания (II семестр)**

**Для студентов I курса химических  
специальностей**

**Санкт-Петербург  
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ»

---

Кафедра общей и неорганической химии

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к выполнению  
индивидуального задания (II семестр)

Для студентов I курса химических  
специальностей

*Издание 3-е  
исправленное и дополненное*

Санкт-Петербург  
2014

УДК 54(07)

Неорганическая химия: методические указания к выполнению индивидуального задания (II семестр) /сост. Л.П.Ардашева, Т.Л.Луканина, И.С.Михайлова. - Изд-е 3-е испр. и доп.- СПб.: СПбГТУРП. - 2014.- 45 с.

Методические указания содержат данные, необходимые студентам для выполнения индивидуальных заданий. Предназначены для формирования у студентов навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой, а также могут быть использованы в практических и лабораторных работах по курсу общей и неорганической химии. Разработаны для студентов I курса химических специальностей всех форм обучения.

Рецензент: канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии РГПУ им. А.И. Герцена Борисов А.Н.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой общей и неорганической химии СПбГТУРП (протокол № 5 от 7.04.2014).

Утверждены к изданию методической комиссией химико-технологического факультета СПбГТУРП (протокол № 5 от 30.04.2014).

Корректор Т.А.Смирнова  
Техн. редактор Л.Я.Титова

Темплан 2014 г., поз. 60

---

Подп. к печати 22.09.14 .	Формат 60x84/16.	Бумага тип.№ 1.
Печать офсетная.	Объем 3,0 печ.л., 3,0 уч.-изд.л.	Тираж 100 экз.
Изд.№ 60 .	Цена “С.”	Заказ

---

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, СПб., ул .Ивана Черных, 4

© Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, 2014

## Содержание

Введение.....	4
Выбор тем индивидуального задания.....	5
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	6
Приложение 1. Темы.....	6
Приложение 2. Титульный лист.....	9
Приложение 3. Примеры библиографических описаний.....	10
Приложение 4. Задачи к индивидуальным заданиям по теме «Галогены».....	11
Задачи к индивидуальным заданиям по теме «Подгруппа кислорода».....	16
Задачи к индивидуальным заданиям по теме «Подгруппа азота».....	21
Задачи к индивидуальным заданиям по теме «Подгруппа углерода».....	24
Задачи к индивидуальным заданиям по теме « <i>s</i> - и <i>p</i> -металлы».....	32
Задачи к индивидуальным заданиям по теме « <i>d</i> -металлы».....	38
Варианты домашнего задания (для всех тем).....	43
Рекомендуемая литература (к Приложению 4).....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Цель индивидуального задания - более углубленное изучение студентами данной дисциплины, овладение основными навыками исследовательской деятельности, творческий подход к использованию полученных знаний, а также выработка самостоятельного подхода к решению поставленных задач, в частности, к составлению окислительно-восстановительных уравнений.

Предполагается, что в ходе выполнения индивидуального задания студенты должны научиться самостоятельно ориентироваться во всем многообразии научно-технической литературы, уметь отбирать необходимые источники, грамотно перерабатывать полученную информацию. Студенты должны уметь кратко и своими словами сформулировать главную мысль по теме своей работы, отразить цель работы и ее актуальность.

В настоящих методических указаниях излагаются требования к содержанию и оформлению индивидуального задания, порядок и сроки его выполнения, даются рекомендации по работе с научно-технической литературой и по проведению защиты индивидуального задания. В Приложении приводятся темы теоретической и расчетной части, а также примеры библиографических описаний. При выборе тем, предпочтение отдается неорганическим веществам и процессам, в которых эти вещества участвуют.

## **Выбор тем индивидуального задания**

### **Правила оформления**

Реферат выполняется строго по правилам: на листах формата А-4, от руки или в напечатанном виде.

Размер реферата ограничен 15 -20 страницами печатного текста.

Формат: Times New Roman, высота шрифта - 14, через 1 интервал.

Текст необходимо выравнивать на странице, рамки ограничены: 3 см – слева, 1,5 см – справа, по 2 см – сверху и снизу.

Абзацы отделяются «красной строкой».

Пропуски и пробелы более двух строк без необходимости не допускаются!

#### **Реферат обязательно включает в себя следующие разделы:**

1. Содержание или оглавление с указанием страниц разделов.
2. Введение (цель работы, актуальность, краткая аннотация) – 1 стр.
3. Основное содержание, состоящее из отдельных разделов. Включает в себя рисунки, графики, схемы, химические формулы и уравнения. Кроме того, текст должен содержать ссылки на литературные источники с указанием номера страницы, соответствующие списку используемой литературы. Правила оформления ссылок можно найти в любой книге (авторы, название, издательство, год издания, страница, если ссылка на статью в журнале или общее число страниц, если книга и т.п.) Ссылки на сайт – НЕ ДОПУСКАЮТСЯ!
4. Выводы по содержанию
5. Список используемой литературы. Количество ссылок - не менее 5, причем издания должны быть не ранее 2002 г.

# П Р И Л О Ж Е Н И Я

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Темы

1. Адсорбционные методы защиты атмосферы от загрязнения.
2. Актуальность цветной и чёрно-белой фотографии в современных условиях.
3. Антиоксиданты, химический состав, применение, польза и вред для организма человека.
4. Бытовые моющие средства, их особенности и состав.
5. Бытовые отбеливающие средства и химизм их воздействия.
6. Бытовые отходы и современные способы переработки.
7. Виды древесины для комплексной химической переработки.
8. Виды коррозии, химизм процессов коррозии, методы защиты от коррозии.
9. Виды современного топлива и перспективы его развития.
10. Влияние ядовитых газов (сероводород, угарный газ, хлор) на организм человека. Способы обеззараживания.
11. Вода. Тяжелая вода. Сверхтяжелая вода. Свойства. Применение.
12. Глинозем. Применение глиноземсодержащего сырья в керамической и огнеупорной промышленности.
13. Драгоценные металлы, их природные источники, способы очистки и применение.
14. Диэлектрики. Классификация. Физические и химические свойства. Применение.
15. Железо, его химические превращения и роль в организме человека.
16. Жидкие кристаллы, их виды, состав, химические особенности и применение.
17. Замкнутые системы водоснабжения промышленных предприятий и их роль в защите окружающей среды.
18. Интерметаллиды. Получение. Строение. Свойства. Применение.
19. Использование озона для обеззараживания воды. Состояние и перспективы производства озона.
20. Использование радиоактивных материалов в городском хозяйстве.
21. Использование химических и физико-химических методов анализа при контроле качества строительных материалов.
22. Канцерогенные вещества, их особенности и характер воздействия на человека.
23. Квазикристаллы. Получение. Свойства. Перспективы использования.
24. Кислотно-основные свойства неводных растворителей и особенности их применения.
25. Клеящие, гидроизоляционные и герметизирующие материалы, их использование в быту, коммунальном и городском хозяйстве.

26. Комплексная химическая переработка древесины.
27. Композиционные материалы (композиты), их состав, свойства и применение.
28. Конструкционные металлы, их особенности, химическая активность и применение.
29. Координационные соединения, их особенности, области использования.
30. Коррозионная стойкость сталей.
31. Лазеры. Принцип работы. Состав. Классификация. Использование.
32. Лакокрасочные материалы и покрытия. Состав, свойства и применение.
33. Лигносульфونات и пути их использования.
34. Люминофоры. Классификация. Свойства. Применение.
35. Марки автомобильного топлива, химический состав и экология.
36. Металлические сплавы, используемые при производстве металлических изделий.
37. Металлы и сплавы как основа современных конструкционных материалов.
38. Методы подготовки воды для коммунальных нужд.
39. Минеральные удобрения, их химический состав и характер воздействия на развитие растений.
40. Молекулярные проводники. Классификация. Свойства. Применение и перспективы.
41. Полимерные нанокомпозиты – новые композиционные материалы. Классификация. Свойства. Перспективы использования.
42. Неорганические вещества, используемые в пищевой промышленности.
43. Неорганические вещества, применяемые в косметологии.
44. Новые аллотропные модификации углерода – фуллерен, нанотрубки, графен. Синтез, свойства и перспективы использования.
45. Общие требования к химическим веществам, материалам и изделиям, применяемым в быту и коммунальном хозяйстве.
46. Особо чистые материалы. Получение. Области применения.
47. Пектины их использование в качестве пищевых добавок.
48. Переработка отходов металлов.
49. Переработка отходов пластмасс, резины.
50. Переработка отходов стекла и стройматериалов.
51. Перспектива применения химических отходов в строительстве (источники сырья и технология переработки).
52. Перспективы внедрения мембранных технологий в пищевой промышленности.
53. Пластмассы, их применение в технике, промышленности и производстве изделий бытового назначения.



54. Поверхностно-активные вещества. Их химический состав, строение и применение.
55. Полимеры, применяемые при производстве строительных отделочных материалов.
56. Применение ртути и ее производных. Способы демеркуризации.
57. Применение серы в быту, промышленности и сельском хозяйстве.
58. Применение химических добавок для получения сверхбыстродействующих цементов.
59. Продукты переработки древесины.
60. Промышленные красители для бумаги и тканей.
61. Промышленные отходы растительного сырья и методы его использования.
62. Радиоактивные отходы, проблемы их переработки и захоронения.
63. Роль металлов и их химические реакции в организме человека.
64. Свойства резины, использование изделий из резины в технике, производстве изделий бытового назначения.
65. Современное производство серной кислоты.
66. Современное целлюлозно-бумажное производство и его перспективы.
67. Современные гальванические элементы и аккумуляторы, их особенности и области использования.
68. Современные методы исследования химического состава веществ.
69. Современные способы защиты металлов от коррозии и их роль в защите конструкций и городских коммуникаций.
70. Современные способы очистки бытовых и промышленных сточных вод.
71. Современные способы производства азотной кислоты.
72. Сравнительный баланс запасов и потребления твердых топлив, газа и нефти для производства энергии и химического сырья.
73. Стеклокристаллические материалы (ситаллы и шлакоситаллы). Получение. Свойства. Применение.
74. Сырье для производства пектиновых веществ и их применение.
75. Токсичные вещества: неорганические соединения, токсины, яды небелковой природы. Их состав, действие и применение.
76. Утилизация осадков сточных вод.
77. Физико-химические основы моющего действия моющих средств и их использование в коммунальном хозяйстве.
78. Физико-химические принципы построения современных индикаторов.
79. Химические волокна, их свойства и применение в технике и изделиях бытового назначения.
80. Химические источники тока и их роль в современном мире.
81. Химические соединения, используемые в производстве продуктов питания: консерванты, пищевые заменители, пищевые добавки.
82. Химические способы переработки древесины.
83. Химический состав природных вод. Требования к питьевой воде.
84. Химический состав атмосферы. Реакционная способность веществ в атмосфере. Первичный и вторичный смог.
85. Химический состав литосферы. Механизмы химического выветривания. Методы борьбы с загрязнениями наземной среды.
86. Химия парфюмерно-косметических изделий.
87. Целлюлоза и химические продукты на ее основе.
88. Щелочные металлы, их роль в организме человека и химические превращения.

**Титульный лист**

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
ПОЛИМЕРОВ»**

---

Индивидуальное задание по общей и неорганической химии

Тема:

Проблемы комплексного использования древесного сырья  
в современном мире

Выполнил:

Иванов И.В.  
студент гр.113

Преподаватель:

Санкт Петербург  
2014

**Примеры библиографических описаний**

Книга под фамилией одного автора: Евилевич А.З. Утилизация осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1988. – 146 с.

Книга под заглавием (так составляются описания на книгу с четырьмя и более авторов, а также на книгу без указания автора): Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении/ А.М. Кагановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко и др. – М.: Химия, 1983. – 287 с.

Фотополимеры. – М.: Химия, 1975. – 448 с.

Книга издана в установленном издательстве (университета, института): Аксенов В.И., Шанинов А.Г. Очистка производственных сточных вод и их использование. – Свердловск.: Изд-во Уральск. политехнич. ин-та, 1986. – 94 с.

Часть книги или статьи в сборнике: Ростунов В.Н., Сенин В.Н. Охрана водных бассейнов от загрязнения сточными водами химической промышленности // Проблема водного хозяйства СССР в отдаленной перспективе. – М.: Химия, 1979. – С.140-149.

Статья в журнале: Федоров Е.К., Новик И.В. Проблемы взаимодействия человека с природой // Вопросы философии, 1976. № 12. С.11-15.

Статья в газете: Станет ли Россия большой свалкой ядовитых отходов?// Санкт-Петербургские ведомости, 1994, 30 марта.

Сборник научных трудов: Ицкович В.А. Использование синтетических топлив из угля в транспортной энергетике// Исследование в области химии и технологии переработки продуктов горных ископаемых: межвуз. сб. науч. тр./ отв. ред. А.Н.Чистяков / ЛТИ. – Л., 1989. С. 58-61.

Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«Галогены»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

1	a) $F_2 + NaOH \rightarrow OF_2 \uparrow + O_2 \uparrow + \dots$	б) $I_2 + Na_2SO_3 \rightarrow S_4O_6^{2-} + \dots$
2	a) $Cl_2 + NaOH_{(хол.)} \rightarrow$	б) $HClO_4 + C_{\text{графит}} \rightarrow CO_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + \dots$
3	a) $Cl_2 + NaOH_{(комн.)} \rightarrow$	б) $Br_2 + AgBrO_3 + H_2O \rightarrow HBrO_3 + Br^- + \dots$
4	a) $Cl_2 + AgClO_3 \rightarrow Cl^- + CO_2 \uparrow + O_2 \uparrow + \dots$	б) $Br_2 + Na_2SO_3 + NaOH \rightarrow \dots$
5	a) $HCl + HNO_{3(конц.)} \rightarrow NO \uparrow + Cl_2 \uparrow + \dots$	б) $HBr + K_2Cr_2O_7 \rightarrow Br_2 + Br^- \dots$
6	a) $HCl + MnO_2 \rightarrow \dots$	б) $NaBrO_3 + H_2SO_4 + NaBr \rightarrow \dots$
7	a) $HCl + KMnO_4 \rightarrow \dots$	б) $I_2 + NaClO + OH^- \rightarrow IO_3^- + \dots$
8	a) $Ca(ClO)_2 + HCl \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$	б) $KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + ClO_2 \uparrow + ClO_4^-$
9	a) $HCl + KClO_3 \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$	б) $I_2 + H_2O_2 \rightarrow IO_3^- + \dots$
10	a) $Cl_2O + H_2O + AgNO_3 \rightarrow Cl^- + ClO_3^- + HNO_3$	б) $I_2O_5 + HCl + KCl \rightarrow K[ICl_4] + Cl_2 \uparrow + \dots$
11	a) $ClO_2 + H_2O_2 + NaOH \rightarrow ClO_2^- + O_2 + \dots$	б) $F_2 + NaOH \rightarrow OF_2 \uparrow + O_2 \uparrow + \dots$
12	a) $ClO_2 + C_{\text{гп}} + Ca(OH)_2 \rightarrow ClO_2^- + CO_3^{2-} + \dots$	б) $Cl_2 + NaOH_{(хол.)} \rightarrow \dots$
13	a) $ClO_3 + NaOH \rightarrow ClO_3^- + ClO_2^- + \dots$	б) $Cl_2 + NaOH_{(комн.)} \rightarrow \dots$
14	a) $Ca(ClO)_2 + HCl \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$	б) $Cl_2 + AgClO_3 \rightarrow Cl^- + ClO_2 \uparrow + O_2 \uparrow +$
15	a) $Ca(ClO)_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cl^- + O_2 \uparrow + \dots$	б) $HCl + MnO_2 \rightarrow \dots$
16	a) $KClO_2 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow ClO_3^- +$	б) $HCl + HNO_3 \rightarrow NO \uparrow + Cl_2 \uparrow + \dots$
17	a) $HClO_3 \rightarrow ClO_2 + Cl_2O_7 + \dots$	б) $HCl + KMnO_4 \rightarrow \dots$
18	a) $HClO_3 \rightarrow ClO_2 + Cl_2O_7 + \dots$	б) $Ca(ClO)_2 + HCl \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$
19	a) $HClO_3 + HClO_2 \rightarrow ClO_2 + \dots$	б) $HCl + KClO_3 \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$
20	a) $ClO_2 + C_{\text{граф}} + Ca(OH)_2 \rightarrow ClO_2^- + CO_3^{2-} + \dots$	б) $Cl_2O + H_2O + AgNO_3 \rightarrow Cl^- + ClO_3^- + HNO_3$
21	a) $KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + ClO_2 + ClO_4^-$	б) $ClO_2 + H_2O_2 + NaOH \rightarrow ClO_2^- + O_2 + \dots$
22	a) $HClO_3 + C_{\text{граф}} \rightarrow CO_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + \dots$	а) $HClO_3 + HI \rightarrow \dots$
23	a) $Br_2 + AgBrO_3 + H_2O \rightarrow HBrO_3 + Br^-$	б) $ClO_3 + NaOH \rightarrow ClO_3^- + ClO_2^- + \dots$
24	a) $Br_2 + Na_2SO_3 + NaOH \rightarrow \dots$	б) $Ca(ClO)_2 + HCl \rightarrow Cl^- + Cl_2 \uparrow + \dots$
25	a) $HBr + K_2Cr_2O_7 \rightarrow Br_2 + Br^- \dots$	б) $Ca(ClO)_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cl^- + O_2 \uparrow + \dots$
26	a) $NaBrO_3 + H_2SO_4 + NaBr \rightarrow \dots$	б) $KClO_2 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow ClO_3^- + \dots$

27	а) $I_2 + NaClO + OH^- \rightarrow IO_3^- + \dots$	б) $HClO_3 \rightarrow ClO_4^- + Cl_2 \uparrow + O_2 \uparrow + \dots$
28	а) $I_2 + Na_2SO_3S \rightarrow S_4O_6^{2-} + \dots$	б) $HClO_3 \rightarrow ClO_2 + Cl_2O_7 + \dots$
29	а) $I_2 + H_2O_2 \rightarrow IO_3^- + \dots$	б) $HClO_3 + HClO_2 \rightarrow ClO_2 + \dots$
30	а) $I_2O_5 + HCl + KCl \rightarrow K[ICl_4] + Cl_2 + \dots$	б) $HClO_3 + HI \rightarrow \dots$

## 2. Решить задачи

- Найти процентную концентрацию хлора в воде, приготовленном из 2,3 объёма (25°C,  $p = 190$  кПа) газа и 1 объёма воды. Взаимодействие хлора с водой не учитывать.
- При взаимодействии пероксида водорода, содержащегося в 200 мл раствора ( $\rho = 1,054$  г/см<sup>3</sup>), с иодид-ионами в сернокислой среде получено 205,4 г осадка. Установите процентную концентрацию, титр и нормальную концентрацию в исходном растворе пероксида водорода.
- Состояние равновесия в системе  $5CO_{(г)} + I_2O_{5(г)} \rightleftharpoons 5CO_{2(г)} + I_{2(г)}$  установилось при концентрациях 0,1; 7,19; 0,2 и 0,6 моль/л соответственно. Составьте выражение для константы равновесия, рассчитайте её значение и укажите преимущественное направление реакции.
- Смешали 78,15 г хлората калия с избытком концентрированной соляной кислоты. Определите объём выделившегося газа (30°C,  $p = 98$  кПа), если практический выход составил 65 %.
- При 270°C перхлорат аммония разлагается с выделением смеси азота, хлора и кислорода. Определите общий объём газов (л, н.у.), массовую и объёмные доли выделившихся газов, если было взято 18,5 г исходного вещества.
- Возможно ли при нормальных условиях образование газообразных  $Cl_2O$ ,  $ClO_2$ ,  $Cl_2O_7$  из простых веществ? Ответ подтвердите расчётом величины изобарно-изотермического потенциала.
- Смешали 200 мл 0,5 %-го раствора бромоводородной кислоты и 200 мл 0,5%-го раствора гидроксида натрия (считать плотности растворов 1 г/см<sup>3</sup>). Рассчитайте водородный показатель конечного раствора.
- В земной коре содержится всего 30 г астата. Какое количество вещества  $At_2$  (моль) и число атомов изотопа <sup>210</sup>At соответствует этой массе? Найдите также объём (л, н.у.) астатоводорода, который было бы можно получить из половины массы мирового запаса астата.
- Бромоводород объёмом 5,6 л (н.у.) поглощён 6 %-ным раствором бромоводородной кислоты массой 85 г. Вычислите процентную концентрацию, мольную долю и молярную концентрацию вещества в конечном растворе.
- Избытком концентрированной серной кислоты при кипячении обработали 55,9 смеси твёрдых хлорида и фторида натрия. В результате получили 18,62 л (н.у.) газообразных продуктов. Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в исходной смеси.

41. Смешали 850 мл 0,1 М иодоводородной кислоты и 850 мл 0,1 М раствора иодноватой кислоты. Определить массу выпавшего осадка и рассчитать константу равновесия процесса.
42. Солевая масса, полученная из вод Балтийского моря содержит в среднем по массе 84,7 % NaCl и 9,7 % MgCl<sub>2</sub>. Сколько тонн солевой массы следует подвергнуть переработке для получения 2000 кг хлора?
43. 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 %.
44. При электролизе расплава хлорида натрия током в 1050 А в течение суток выделилось 30,5 кг хлора. Вычислить: а) коэффициент полезного действия тока; б) массы водорода и гидроксида натрия, образующихся одновременно с хлором.
45. Какой объём хлора (0°C, p = 104 кПа) требуется для взаимодействия с 10 л 3,75 %-го раствора гидроксида бария ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ )
46. При взаимодействии брома с раствором соды при нагревании образуется бромид натрия и бромат натрия. Сколько килограммов брома пойдёт на взаимодействие с 1 м<sup>3</sup> 14 %-го раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ( $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ )? Какой объём CO<sub>2</sub> (н.у.) выделится при этом?
47. Сколько килограммов 39 %-го раствора HCl можно получить из 1 тонны технической поваренной соли, содержащей 8 % посторонних, не содержащих хлора примесей?
48. Сколько килограммов плавикового шпата, содержащего 97,5 % CaF<sub>2</sub> и сколько литров 98 %-ной серной кислоты ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для получения 1 кг HF?
49. Сколько кубических метров (н.у.) технического водорода, содержащего 96 % H<sub>2</sub> (по массе), и сколько тонн технического хлора, содержащего 92 % (по массе) Cl<sub>2</sub>, расходуется на образование хлороводорода, учитывая, что для полного использования хлора объём водорода берётся на 10 % больше теоретического?
50. Выделение иода из раствора, полученного после выщелачивания золы морских водорослей, производится путём добавления оксида марганца(IV) и серной кислоты. Сколько тонн раствора, содержащего 4,5 % KI, и сколько килограммов MnO<sub>2</sub> требуется для получения 1,5 тонн иода?
51. Вычислить процент разложения молекулярного хлора на атомы, если константа равновесия составляет  $4,2 \cdot 10^{-4}$ , а исходная концентрация хлора 0,04 моль/л.
52. Определите, в каком объёмном отношении следует смешать растворы, в равных объёмах которых содержится соответственно 19,38 г HClO<sub>4</sub> и 21,6 г КОН, чтобы нейтрализация была полной (до pH = 7).
53. Рассчитайте значение pH 0,1 М растворов (с.у.): а) фтороводородной кислоты; б) хлороводородной кислоты.

54. Рассчитайте значение pH 0,1 М растворов (с.у.): а) гипохлорита натрия; б) гипохлорита аммония. Написать уравнения гидролиза.
55. Раствор иодноватой кислоты объёмом 500 мл и молярной концентрацией 0,2 М поглощает 5,6 л (н.у.) иодоводорода. Найдите массу осадка (г), выпавшего после полного протекания реакции.
56. Массовая доля кислорода в оксиде хлора 47,72 % . Установите формулу этого оксида, если плотность его паров по водороду 33,73. Напишите уравнение взаимодействия его с гидроксидом калия.
57. Фтороводород с концентрацией в водном растворе 0,1 М диссоциирует на 8 %. Вычислите константу диссоциации фтороводородной кислоты.
58. Найти массу оксида кремния(IV), прореагировавшего с раствором плавиковой кислоты объёмом 500 мл, если её концентрация равна 2 М.
59. Выпадет ли осадок  $\text{AgClO}_3$ , если смешать в равных объёмах растворы нитрата серебра и хлората калия, концентрации которых соответственно равны 0,1 и 0,01М. ( $\text{IP}(\text{AgClO}_3) = 5 \cdot 10^{-2}$ ).
60. Найдите массу иода, который растворится в 200 мл раствора иодида калия с массовой долей KI, равной 24 % ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ )

3. *Написать уравнения реакций, соответствующих предложенным переходам. Предпочтение отдается реакциям, проходящим в растворах, промышленным способам получения веществ, взаимодействию металлов с кислотами и щелочами. Возможны ступенчатые процессы. Расставить коэффициенты:*

61.  $\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2 \rightarrow \text{NaClO} \rightarrow \text{NaIO}_3 \rightarrow \text{NaIO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{H}_2\text{IO}_6$
62.  $\text{ClF}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{NaClO} \rightarrow \text{NaIO}_3 \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{I}_2$
63.  $\text{F}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] \rightarrow \text{Na}_2[\text{SiF}_6] \rightarrow \text{F}_2 \rightarrow \text{OF}_2 \rightarrow \text{HF}$
64.  $\text{I}_2 \rightarrow \text{HIO} \rightarrow \text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{AlI}_3 \rightarrow \text{HI}$
65.  $\text{HF} \rightarrow \text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClF} \rightarrow \text{ClF}_3 \rightarrow \text{HClO}_2 \rightarrow \text{I}_2$
66.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \rightarrow \text{HClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 \rightarrow \text{NaClO}_2 \rightarrow \text{NaCl}$
67.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 \rightarrow \text{NaClO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HOCl} \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{ClO}_2$
68.  $\text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCl} \rightarrow \text{HBrO} \rightarrow \text{HBrO}_3 \rightarrow \text{NaBrO}_3 \rightarrow \text{NaBrO}_4 \rightarrow \text{O}_2$
69.  $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClF}_5 \rightarrow \text{NaClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 \rightarrow \text{ClO}_3 \rightarrow \text{NaClO}_4$
70.  $\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{ICl} \rightarrow \text{HIO}$
71.  $\text{I}_2 \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{NaIO}_3 \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{PbI}_2 \rightarrow \text{K}[\text{PbI}_3]$
72.  $\text{Br}_2 \rightarrow \text{BrF}_5 \rightarrow \text{HBrO}_3 \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{KBr} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}$
73.  $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}$

74.  $F_2 \rightarrow PF_5 \rightarrow POF_3 \rightarrow NaF \rightarrow F_2 \rightarrow NH_4F \rightarrow CaF_2$
75.  $KClO_3 \rightarrow KBrO_3 \rightarrow KIO_3 \rightarrow KIO_4 \rightarrow H_5IO_6 \rightarrow Na_3H_2IO_6 \rightarrow Ag_3IO_5$
76.  $F_2 \rightarrow OF_2 \rightarrow NF_3 \rightarrow HF \rightarrow SiF_4 \rightarrow Na_2SiF_6 \rightarrow Na_3AlF_6$
77.  $I_2 \rightarrow NaIO_3 \rightarrow Na_5IO_6 \rightarrow I_2 \rightarrow I_3N \rightarrow HIO_3 \rightarrow (IO)_2SO_4$
78.  $HI \rightarrow HCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow Cl_3N \rightarrow HClO \rightarrow Ca(ClO)_2 \rightarrow O_2$
79.  $Cl_2O \rightarrow ClO_2 \rightarrow ClO_3 \rightarrow ClO_2F \rightarrow HClO_3 \rightarrow NH_4ClO_3 \rightarrow NH_4Cl$
80.  $HClO_4 \rightarrow ClO_3F \rightarrow HClO_4 \rightarrow Cl_2O_7 \rightarrow Cl_2 \rightarrow NaCl \rightarrow HCl$
81.  $NaIO_3 \rightarrow I_2 \rightarrow I_2O_5 \rightarrow IO_2F \rightarrow HIO_3 \rightarrow H_5IO_6 \rightarrow H_4I_2O_9$
82.  $HCl \rightarrow MnCl_2 \rightarrow Cl_2 \rightarrow BrCl \rightarrow HBrO \rightarrow Br_2 \rightarrow NaBrO_3$
83.  $ClO_2 \rightarrow NaClO_2 \rightarrow Cl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow FeOHCl_2 \rightarrow PbCl_2 \rightarrow H_2PbCl_6$
84.  $HClO_3 \rightarrow Cl_2O_7 \rightarrow KClO_4 \rightarrow O_2 \rightarrow O_2F_2 \rightarrow NaF \rightarrow F_2$
85.  $F_2 \rightarrow PF_5 \rightarrow HF \rightarrow SiF_4 \rightarrow MgF_2 \rightarrow F_2 \rightarrow IF_5$
86.  $KIO_3 \rightarrow KI \rightarrow I_2 \rightarrow I_2Cl_6 \rightarrow HIO_3 \rightarrow I_2O_5 \rightarrow IOF_2$
87.  $Br_2 \rightarrow HBrO \rightarrow O_2 \rightarrow Br_2 \rightarrow IBr \rightarrow HIO \rightarrow I_2$
88.  $NaIO_4 \rightarrow NaIO_3 \rightarrow I_2 \rightarrow IF_7 \rightarrow H_5IO_6 \rightarrow Na_3H_2IO_6 \rightarrow NaH_4IO_6$
89.  $KClO_3 \rightarrow ClO_2 \rightarrow HCl \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Cl_2 \rightarrow K[Cl(Cl)_2]$
90.  $IF_5 \rightarrow HIO_3 \rightarrow I_2 \rightarrow HI \rightarrow HCl \rightarrow AgCl \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$



Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«Подгруппа кислорода»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

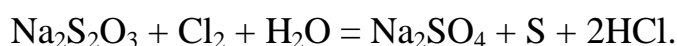
1	a) $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{NO}\uparrow + \dots$	б) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
2	a) $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + \text{S}\downarrow + \dots$	б) $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$
3	a) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{NaHSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$
4	a) $\text{SO}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$
5	a) $\text{SO}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
6	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HSO}_4^- + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$
7	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$
8	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
9	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}[\text{SnCl}_3] + \text{HCl} \rightarrow \text{SnS} + \text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ClO}_2\uparrow + \text{KHSO}_4$
10	a) $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{NaHSO}_3 + \text{NaHS} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$
11	a) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$	б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_5 + \dots$
12	a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$	б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KBr} \rightarrow \dots$
13	a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \dots \rightarrow \text{CO} + \dots$	б) $\text{H}_2\text{SO}_5 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
14	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{S}_3\text{O}_6^{2-} + \dots$
15	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{S}_3\text{O}_6^{2-} + \dots$
16	a) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}[\text{SnCl}_3] + \text{HCl} \rightarrow \text{SnS} + \text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \dots$
17	a) $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$	б) $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$
18	a) $\text{SO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ClO}_2\uparrow + \text{KHSO}_4$	б) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$
19	a) $\text{SO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$	б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$
20	a) $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \dots \rightarrow \text{CO} + \dots$
21	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
22	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$
23	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \dots$
24	a) $\text{NaHSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HSO}_4^- + \dots$
25	a) $\text{NaHSO}_3 + \text{NaHS} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \dots$
26	a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_5 + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$
27	a) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KBr} \rightarrow \dots$	б) $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{NO}\uparrow + \dots$
28	a) $\text{H}_2\text{SO}_5 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + \text{S}\downarrow + \dots$
29	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{S}_3\text{O}_6^{2-} + \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
30	a) $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{S}_3\text{O}_6^{2-} + \dots$	б) $\text{SO}_2 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

## 2. Решить задачи

31. Какой объём оксида серы(IV) (с.у.) потребуется для полного обесцвечивания раствора перманганата калия объёмом 350 мл, если его эквивалентная концентрация составляет 0,12 н.
32. При озонировании 1 л кислорода объём газа уменьшился на 100 мл. Определите массу 1 л смеси кислорода и озона и число молекул озона в 1 мл газовой смеси.
33. Вычислите, в каком объёмном соотношении надо смешать растворы серной кислоты с массовой долей 25 % ( $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ ) и с массовой долей 60 % ( $\rho = 1,505 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить 4,5 л раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей 40 % ( $\rho = 1,31 \text{ г/см}^3$ ).
34. Определите, какой объём озонированного кислорода (л, н.у.) с объёмной долей озона 9 % необходимо израсходовать для полной реакции со 150 г иодида калия в растворе: а) при комнатной температуре; б) при нагревании.
35. Рассчитайте количество теплоты (кДж), отвечающее взрыву 10,5 л (н.у.) гремучего газа стехиометрического состава (продукт – вода в жидкой фазе).
36. Состояние равновесия системы  $2\text{N}_2\text{O}_{(г.)} + \text{S}_{(т.)} \Leftrightarrow 2\text{N}_{2(г.)} + \text{SO}_{2(г.)}$  установилось при концентрациях 0,1; 3,22; 0,2 и 1,6 моль/л соответственно. Составьте выражение для константы равновесия, рассчитайте её значение и укажите преимущественное направление реакции.
37. Рассчитайте массу (кг) пероксида натрия, затраченного на полную регенерацию  $1000 \text{ м}^3$  воздуха ( $20^\circ\text{C}$ ,  $p = 1 \text{ атм}$ ), в котором содержится 2 % (по объёму) углекислого газа.
38. Рассчитайте процентную концентрацию пероксида водорода, если 50,24 мл его раствора ( $\rho = 1015 \text{ г/л}$ ) израсходовано на реакцию в нейтральной среде с перманганат-ионами, содержащимися в 200 мл 0,675 н. раствора.
39. Состояние равновесия в системе  $\text{H}_2\text{S}_{(г.)} + \text{I}_{2(г.)} \Leftrightarrow \text{S}_{(т.)} + 2\text{HI}_{(г.)}$  установилось при концентрациях 1,8; 0,6; 8,75 и 0,28 моль/л соответственно. Составьте выражение для константы равновесия, рассчитайте её значение и укажите преимущественное направление реакции.
40. Промышленное получение сероводорода основано на прямом синтезе из простых веществ:
- $$\text{H}_{2(г.)} + \text{S}_{(т.)} \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \text{H}_2\text{S}_{(г.)} \text{ или } 8\text{H}_{2(г.)} + \text{S}_{8(т.)} \xrightarrow{750^\circ\text{C}} 8\text{H}_2\text{S}_{(г.)}$$
- Рассчитайте изменение энтальпии этих реакций и определите, какая из них термодинамически наиболее выгодна в закрытой системе.
41. Технический сульфид цинка железа(II) массой 120 г обработан избытком хлороводородной кислоты. Выделившийся газ стехиометрически реагирует с хлоридом цинка, содержащимся в 400 мл 30 %-го раствора ( $\rho =$

- 1,293 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю сульфида цинка в техническом препарате.
42. Рассчитайте значение pH раствора сероводорода, если степень диссоциации равна 0,1% (диссоциацией по второй ступени можно пренебречь).
  43. Рассчитайте массу (г) 61,25 %-ной серной кислоты, которая после добавления 40 г триоксида серы стала 73,5 %-ной.
  44. Смесь меди и графита обработана горячей концентрированной серной кислотой. Собрано 15,68 л (н.у.) газа, лишь три четверти которого поглощаются подкисленным раствором перманганата калия. Найдите мольную и массовую доли графита в исходной смеси.
  45. Проведена реакция полного горения 6,72 л (н.у.) сероводорода в избытке кислорода. Продукты поглощены 20,07 %-ным раствором гидроксида натрия ( $V_p = 76,8$  мл,  $\rho = 1,22$  г/см<sup>3</sup>). Вычислите процентную концентрацию веществ в конечном растворе.
  46. Рассчитайте, какую массу (кг) серной кислоты можно получить из 500 кг серы по схеме  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ , если практический выход процесса равен 45 %. Определите также теоретически необходимый для всего процесса объём (м<sup>3</sup>, н.у.) кислорода.
  47. Какая масса иода выделится из раствора KI, если через него пропускать воздух объёмом 10 л (н.у.), в котором доля озонированного кислорода равна 50 %? Объёмная доля кислорода в воздухе до его озонирования составляла 21 %.
  48. Сколько граммов пятиводного тиосульфата натрия способно вступить в реакцию с 250 мл 0,2 н. раствора иода, если одним из продуктов реакции является тетраионат натрия.
  49. При некоторой температуре протекает реакция
 
$$CS_{2(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}.$$
 Рассчитайте константу равновесия и начальные концентрации реагентов (моль/л), если в состоянии равновесия количества веществ составили 0,5, 0,3 и 0,6 моль для CS<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> соответственно, а объём реактора равен 0,5 л.
  50. Сколько граммов насыщенного раствора бромной воды (3,6 г брома в 100 г воды) требуется для окисления 10 г насыщенного раствора сернистой кислоты, в которой содержится 10 % SO<sub>2</sub> (по массе).
  51. Вследствие неполного окисления SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> газы, выходящие из контактных аппаратов, содержат в среднем 0,5 % SO<sub>2</sub> (по объёму). Какой объём газов (н.у.) и какой объём 32 %-го раствора NaOH ( $\rho = 1,35$  г/см<sup>3</sup>) необходимы для получения 1 тонны Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O?
  52. Какой объём кислорода (15°C, p = 110 кПа) выделится при взаимодействии 50 мл раствора пероксида водорода с таким же объёмом 0,005 М раствора перманганата калия в солянокислой среде? Вычислите эквивалентную концентрацию раствора H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

53. Определите, в каком направлении будет протекать реакция. Рассчитайте константу равновесия процесса:  $\text{CuS} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .
54. Коэффициент растворимости сульфата кальция при  $80^\circ\text{C}$  равен 0,102 г (на 100 г воды). Рассчитайте массу воды (г), необходимую для приготовления 900 г насыщенного раствора. Вычислите произведение растворимости сульфата кальция.
55. При  $T = \text{const}$  состояние равновесия реакции
- $$2\text{PbS}_{(\text{т.})} + 3\text{O}_{2(\text{г.})} \rightleftharpoons 2\text{ZnO}_{(\text{т.})} + 2\text{SO}_{2(\text{г.})}; K_p = 12.5$$
- установилось при концентрации кислорода 0,5 моль/л. Установите концентрацию  $\text{SO}_2$  в некоторый момент времени протекания реакции, если концентрация  $\text{O}_2$  в этот момент времени равна 2 моль/л.
56. Рассчитайте массу (г) осадка и объём (л, н.у.) газа, которые образуются при взаимодействии сероводорода, взятого в виде 2 л 0,01 н. раствора, с избытком концентрированной азотной кислоты.
57. Приготовили 0,1200 н. раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в мерной колбе на 500 мл. Из нее взяли пипеткой 25,00 мл, после чего в колбу ввели 3,4740 г раствора серной кислоты ( $\rho = 1,836 \text{ г/см}^3$ ). Какова нормальность раствора, полученного после доливания колбы водой до метки?
58. Растворенный в воде тиосульфат натрия окислили хлором. Уравнение окислительно-восстановительной реакции имеет вид:



Серу отделили, к раствору, содержащему сульфат натрия, добавили избыток хлорида бария. Осадок отмыли от примесей, высушили, прокалили. Масса прокаленного осадка сульфата бария равна 0,3062 г. Рассчитать массу (г) исходного тиосульфата натрия.

59. Произойдёт ли осаждение сульфида кадмия если к 1 л 0,1 н.  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  прибавить такой же объём 0,01 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  ( $\text{IP}(\text{CdS}) = 7.1 \cdot 10^{-28}$ ). Расчет провести с учётом ионной силы раствора.
60. Какие из указанных соединений получают непосредственно из простых веществ, а какие косвенным путём:  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{г.})}$ ,  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{г.})}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}_{(\text{г.})}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}_{(\text{г.})}$ . Докажите на основе величин свободной энергии Гиббса.

3. *Написать уравнения реакций, соответствующие предложенным переходам. Предпочтение отдается реакциям, проходящим в растворах, промышленным способам получения веществ, взаимодействию металлов с кислотами и щелочами. Возможны ступенчатые процессы. Расставить коэффициенты:*

61.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{S}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}_5\text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
62.  $\text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{K}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{Se}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4$
63.  $\text{HSO}_3\text{Cl} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SCl}_2 \rightarrow \text{SCl}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$

64.  $\text{Te} \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow \text{TeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{TeO}_3 \rightarrow \text{TeO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{H}_4\text{TeO}_6 \rightarrow \text{Te}$
65.  $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{SeCl}_4 \rightarrow \text{H}_2[\text{SeCl}_6]$
66.  $\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_5 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_5 \rightarrow \text{O}_2$
67.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SF}_6$
68.  $\text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{Na}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{BaSeO}_4$
69.  $\text{KSO}_2\text{F} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6(\text{O}_2) \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{HSO}_3\text{F}$
70.  $\text{Na}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2\text{F}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
71.  $\text{SF}_4 \rightarrow \text{SOF}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
72.  $\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{SeO}_3 \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{Se}$
73.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{HSO}_3\text{Cl} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6(\text{O}_2) \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
74.  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Se} \rightarrow \text{Na}_2\text{Se}_3$
75.  $\text{Te} \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow \text{TeO}_3 \rightarrow \text{TeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{TeO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{TeO}_4 \rightarrow \text{Te}$
76.  $\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Se}$
77.  $\text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{SeCl}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Se}$
78.  $\text{Te} \rightarrow \text{TeO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{TeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{TeO}_3 \rightarrow \text{Te} \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow \text{K}_2\text{H}_4\text{TeO}_6$
79.  $\text{HSO}_3\text{F} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_5$
80.  $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{NaHS} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_7 \rightarrow \text{Na}_3[\text{AsS}_4] \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$
81.  $\text{SCl}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{KHSO}_3$
82.  $\text{Te} \rightarrow \text{Na}_2\text{Te} \rightarrow \text{H}_2\text{Te} \rightarrow \text{TeO}_2 \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow \text{Te} \rightarrow \text{TeCl}_4$
83.  $\text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow \text{K}_2\text{H}_4\text{TeO}_6 \rightarrow \text{Te} \rightarrow \text{TeCl}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{TeO}_3 \rightarrow \text{TeO}_2 \rightarrow \text{Te}$
84.  $\text{O}_3 \rightarrow [\text{O}] \rightarrow \text{OF}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2[\text{PtF}_6]$
85.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
86.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$
87.  $\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
88.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_5 \rightarrow \text{NaHSO}_5 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{CoS}_2\text{O}_4$
89.  $\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3] \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$
90.  $\text{SCl}_2 \rightarrow \text{SCl}_2\text{O} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SnS} \rightarrow (\text{NH}_4)_2[\text{SnS}_3]$

Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«Подгруппа азота»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

1	a) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{NH}_4^+ + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{HPO}_3^{2-} + \dots$
2	a) $\text{NH}_3 + \text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{NH}_4^+ + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + \dots$
3	a) $\text{NH}_3 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Mn}_2\text{O}_3 + \dots$	б) $\text{Na}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI} \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 + \dots$
4	a) $\text{NH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Cu} + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HPO}_3^{2-} + \text{H}_2 + \dots$
5	a) $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Mg} \rightarrow [\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{H}_2$	б) $\text{P}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10} + \dots$
6	a) $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3$	б) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Al} \rightarrow \text{H}_2 + [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HPO}_4^{2-} + \dots$
7	a) $\text{NH}_4\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{MnO}_2 + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cu}_3\text{P}$
8	a) $\text{NH}_4\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cu}$
9	a) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CuO} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \dots$	б) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_2(\text{HPO}_3)$
10	a) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Cl}^- + \dots$	б) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 + \text{HPO}_4^{2-}$
11	a) $\text{NH}_4\text{Br} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{SO}_2$	б) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_2(\text{HPO}_3) + \dots$
12	a) $\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \dots$	б) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{HPO}_4^{2-}$
13	a) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{P}_4 + \dots$	б) $\text{NH}_4\text{I} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{I}_2 + \text{NO}_2 + \dots$
14	a) $\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{P}_4 + \text{SiO}_3^{2-}$
15	a) $\text{NH}_4\text{HS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{PCl}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
16	a) $\text{NH}_2\text{OH} + \text{KOH} + \text{I}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \dots$	б) $\text{P}_4\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \dots$
17	a) $\text{NH}_3 + \text{Au} + \text{HCl} \rightarrow [\text{AuCl}_4]^- + \text{N}_2 \uparrow + \dots$	б) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{NH}_4^+ + \dots$
18	a) $\text{HN}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cu}$
19	a) $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{NO} + \dots$	б) $\text{NH}_3 + \text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{N}_4 + \text{NH}_4^+$
20	a) $\text{NO} + \text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{Cr}^{3+} + \dots$	б) $\text{NH}_3 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Mn}_2\text{O}_3 + \dots$
21	a) $\text{NO} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{HNO}_3 + \dots$	б) $\text{NH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + \text{Cu} + \dots$
22	a) $\text{HNO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Mg} \rightarrow [\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{H}_2$
23	a) $\text{NaNO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{HN}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{NO}_2 + \dots$
24	a) $\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{NO} + \dots$
25	a) $\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HN}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{N}_2\text{O} + \dots$	б) $\text{NO} + \text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{Cr}^{3+} + \dots$
26	a) $\text{KNO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{NO} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{HNO}_3 + \dots$
27	a) $\text{KNO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \dots$	б) $\text{HNO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$
28	a) $\text{HNO}_3 + \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + \dots$
29	a) $\text{HNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{K}[\text{I}(\text{I})_2] + \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{P}_4 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cu}$
30	a) $\text{P}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{HPO}_3^{2-} + \dots$	б) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{HPO}_4^{2-}$

## 2. Решить задачи

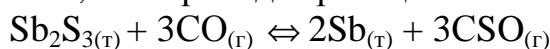
31. В 61,26 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$ ) внесён весь продукт, полученный при сгорании 5,266 г красного фосфора в избытке кислорода. Найдите массовую долю (%) соли в конечном растворе после добавления 172 мл воды.
32. Смешали 2 л 45 %-го и 1,5 л 10 %-ной азотной кислоты ( $\rho = 1.28$  и  $1.055 \text{ г/см}^3$  соответственно). Рассчитайте массовую долю и мольную долю вещества в приготовленном растворе.
33. Фосфид кальция в количестве 0,14 моль полностью гидролизуют водой, а выделившийся газ сжигают в кислороде. Затем продукт сжигания химически растворяют в воде и объём раствора доводят водой до 4 л. Найдите молярную и нормальную концентрации полученного раствора.
34. Сколько килограммов 60 %-го раствора  $\text{HNO}_3$  может быть получено из  $1 \text{ м}^3$  аммиака ( $17^\circ\text{C}$ ,  $101,3 \text{ кПа}$ ) при отсутствии потерь азота?
35. Сколько граммов  $\text{KNO}_2$  потребуется для выделения всего иода из 10 мл 15 %-го раствора  $\text{KI}$  ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ), подкисленного разбавленной серной кислотой.
36. При температуре  $800^\circ\text{C}$  плотность паров фосфора по отношению к воздуху составляет 4,27, а при температуре  $1500^\circ\text{C}$  она уменьшается в два раза. Какова атомность молекулы фосфора в обоих случаях? Какой процесс происходит в указанном интервале температур?
37. Сколько тонн цианамид кальция можно получить из  $3600 \text{ м}^3$  азота ( $27^\circ\text{C}$ ,  $101,3 \text{ кПа}$ ) при взаимодействии его с карбидом кальция, если потери азота составляют 40 %.
38. Напишите уравнения реакции окисления арсенита натрия перманганатом калия в щелочной среде и определите объём 0,1 н.  $\text{KMnO}_4$ , необходимый для окисления 2,5 г  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ .
39. Смесь азота и водорода объёмом 22,4 л пропущена над платиновым катализатором, после чего объём газовой смеси стал равным 16,8 л. Образовавшийся аммиак был поглощён 0,1 л раствора аммиака ( $\rho = 0.93 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей  $\text{NH}_3$  18 %. Рассчитайте концентрацию (С, %) полученного раствора.
40. При нагревании соли массой 12,8 г образуется вода массой 7,2 г и азот объёмом 4,48 л (н.у.). Определите формулу соли, если ее молярная масса 64 г/моль.
41. Определите простейшую формулу вещества, если массовые доли составляющих его элементов равны: кислорода 56,47%, азота 16,47%, натрия 27,06%. Какой объём газа выделится при нагревании этого вещества 340 г (н.у.)?
42. Аммиак объёмом 7,84 л (н.у.) подвергли каталитическому окислению и дальнейшему превращению в азотную кислоту. В результате получили

раствор массой 200 г. Считая выход  $\text{HNO}_3$  40 %-ным, определите массовую долю ее в полученном растворе.

43. Пробу смеси азота, оксида азота(II) и оксида азота(IV) объемом 82,4 мл пропустили через воду. Объем газов, не поглощенных водой, составил 50,4 мл. К ним добавили 16 мл кислорода. Объем газов после смешения стал равен 56,1 мл. Определите процентное содержание (по объему) оксида азота (II) в исходной пробе.

44. Смесь нитратов натрия и серебра прокалили. При обработке твердого остатка 124,2 мл воды часть его растворилась, и был получен 10 %-ный раствор с плотностью  $1 \text{ г/см}^3$ . Масса нерастворимого в воде вещества составила 7,2 г. Определите суммарный объем газов (л., н.у.), выделившихся при прокаливании смеси нитратов.

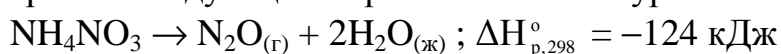
45. В реакторе объемом 0,25 л проводят реакцию



при  $T = \text{const}$ ; равновесная концентрация каждого газообразного вещества 0,6 моль/л. Для смещения равновесия добавляют 0,2 моль монооксида углерода. Определите новые равновесные концентрации газообразных веществ.

46. К 124 г 4,9 %-ной ортофосфорной добавили 7,1 г оксида фосфора(V). Вычислите процентную концентрацию вещества в конечном растворе.

47. Процесс выражен следующим термохимическим уравнением



Определите объем образовавшегося газа (л, н.у.), если в реакции выделяется 1000 кДж теплоты.

48. К раствору нитрата серебра(I) добавляют раствор фосфоновой кислоты. Определите массу осадка (г), если взято 100 мл 0,1 М раствора фосфоновой кислоты и равное эквивалентное количество соли серебра.

49. Рассчитайте объем (л) 60 %-го раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho = 1,426 \text{ г/см}^3$ ), который можно получить из 600 кг ортофосфата кальция (содержит 5 % нереагирующих примесей), обработав его избытком концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

50. Через раствор, содержащий 35 г гидроксида бария, пропустили 28 л газовой смеси, содержащей 28 % (по объему) оксида азота(IV) (остальное – воздух). Весь оксид азота(IV) поглотился, конечный раствор выпарили, твердый осадок высушили. Определите массовую долю (%) каждого безводного компонента этого остатка.

51. Прокалили 107 г хлорида аммония. Собранный газ пропускают через раствор щелочи и поглощают 59 %-ным раствором ортофосфорной кислоты ( $\rho = 1,417 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитайте прореагировавшее количество кислоты (в моль).

52. Определите массу (г) гидроксида натрия, которая расходуется на полное осаждение катионов висмута(III) из раствора, приготовленного из 121,27 г пентагидрата нитрата висмута(III). Вычислите также количество осадка (моль).



53. Окисляют 11,24 л (н.у.) аммиака кислородом на катализаторе. Источник кислорода – бертоллетова соль. Установите, какая масса (г) этой соли потребуется для реакции.
54. Проведён полный гидролиз хлорида фосфора(V) массой 2,085 г. Рассчитайте, какой объём (мл) 1 М раствора щёлочи NaOH потребуется на полную нейтрализацию продуктов гидролиза.
55. К 120 мл 19,8 %-го раствора аммиака ( $\rho = 0,93 \text{ г/см}^3$ ) добавили 0,33 л 25 %-ной азотной кислоты ( $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитайте массу (г) полученной соли.
56. Для получения белого фосфора  $P_4$  прокаливают в электропечи 1 т фосфоритной руды, содержащей по массе 64,5 % ортофосфата кальция, в смеси с избытком кварцевого песка и угля. Реакция протекает по уравнению (расставьте предварительно коэффициенты):
- $$Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C(\text{кокс}) \rightarrow Ca_2SiO_4 + CO + P_4.$$
- Рассчитайте массу (кг) продукта, если практический выход составляет 85 %.
57. При смешивании насыщенных при 60°C растворов хлорида аммония и нитрита натрия образуется азот. Концентрации растворов хлорида и нитрита при указанной температуре составляют соответственно 35,6 % и 52,9 %. Определите массы этих растворов, необходимых для получения 5,25 л азота, если его практический выход равен 87 %.
58. Сколько граммов иода и сколько мл 36 %-го раствора  $HNO_3$  ( $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$ ) следует взять для получения 1 л 21 %-го раствора  $HI_3$  ( $\rho = 1,21 \text{ г/см}^3$ )? Какой объём NO (при 25°C,  $p = 101,3 \text{ кПа}$ ) образуется при этом?
59. Каким объёмом 20 %-го раствора  $NH_4Cl$  ( $\rho = 1,06 \text{ г/см}^3$ ) можно заменить 1 л 14 %-го раствора  $(NH_4)_2SO_4$  ( $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ ) для получения равных количеств аммиака при действии KOH на растворы этих солей?
60. Вычислите молярную концентрацию  $NH_4^+$  в растворе сульфата аммония, если при окислении 50 мл его раствора гипобромитом натрия в щелочной среде образовалось 56 мл азота, измеренного при н.у.

3. Написать уравнения реакций, соответствующие предложенным переходам. Предпочтение отдается реакциям, проходящим в растворах, промышленным способам получения веществ, взаимодействию металлов с кислотами и щелочами. Возможны ступенчатые процессы. Расставить коэффициенты:

61.  $P_2O_5 \rightarrow POF_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P_4 \rightarrow PH_3 \rightarrow H_3PO_4$
62.  $P_4 \rightarrow N_2 \rightarrow NO \rightarrow HNO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_2F \rightarrow NaNO_3$
63.  $As \rightarrow AlAs \rightarrow AsH_3 \rightarrow AsCl_3 \rightarrow H_3AsO_4 \rightarrow As_2S_5 \rightarrow Na_3[AsS_4]$
64.  $Bi \rightarrow Bi_2S_3 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 \rightarrow Bi(OH)_3 \rightarrow KBiO_3 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 \rightarrow H[BiCl_4]$

65.  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{HPO}_3 \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{H}_2(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{Na}_2(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
66.  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3$
67.  $\text{Sb} \rightarrow \text{Li}_3\text{Sb} \rightarrow \text{SbH}_3 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SbCl}_3 \rightarrow \text{SbCl}_5 \rightarrow \text{Na}[\text{SbCl}_6]$
68.  $\text{P}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{POCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{KPO}_3 \rightarrow \text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
69.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{Na}_3\text{N} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$
70.  $\text{As}_2\text{S}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AsH}_3 \rightarrow \text{AsI}_3 \rightarrow \text{As} \rightarrow \text{K}_3\text{AsO}_3$
71.  $\text{N}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2$
72.  $\text{P}_4 \rightarrow \text{H}_2(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Pb}_2\text{P}_2\text{O}_7$
73.  $\text{Sb}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{H}[\text{SbCl}_6] \rightarrow \text{SbCl}_5 \rightarrow \text{SbF}_5 \rightarrow \text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{K}_3[\text{SbS}_4]$
74.  $\text{P} \rightarrow \text{PF}_5 \rightarrow \text{POF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_4 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$
75.  $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{HN}_3 \rightarrow \text{NaN}_3 \rightarrow \text{NaNH}_2$
76.  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NOCl} \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
77.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_4 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HPO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
78.  $\text{Sb}_2\text{S}_5 \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Sb} \rightarrow \text{NaSbO}_3 \rightarrow \text{SbH}_3 \rightarrow \text{Sb} \rightarrow \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$
79.  $\text{NOF} \rightarrow \text{NF}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}$
80.  $\text{P}_4 \rightarrow \text{Ba}(\text{PH}_2\text{O}_2)_2 \rightarrow \text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2) \rightarrow \text{Ca}(\text{PH}_2\text{O}_2)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_4$
81.  $\text{Na}_3[\text{AsS}_4] \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_4 \rightarrow \text{AsH}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{As}_2\text{S}_5$
82.  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{BiF}_3 \rightarrow \text{BiF}_5 \rightarrow \text{NaBiO}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{BiONO}_3 \rightarrow \text{BiAsO}_4$
83.  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$
84.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaCN} \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HN}_3$
85.  $\text{P}_{\text{красн.}} \rightarrow \text{PF}_3 \rightarrow \text{H}_2(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{Na}_2(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{Ca}(\text{PHO}_3) \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
86.  $\text{Bi} \rightarrow \text{BiCl}_3 \rightarrow \text{BiOCl} \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaBiO}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Bi}$
87.  $\text{Sb} \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NaSbO}_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Sb} \rightarrow \text{Sb}_2\text{Te}_3$
88.  $\text{Bi}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Bi} \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{BiO}_4 \rightarrow \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3$
89.  $\text{As} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaAsO}_2 \rightarrow \text{NaAsO}_3 \rightarrow \text{AsH}_3 \rightarrow \text{As}$
90.  $\text{P}_{\text{красн.}} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{PH}_4\text{I} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$

Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«Подгруппа углерода»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

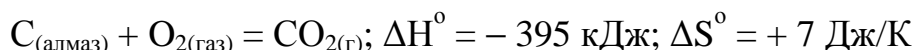
1	a) $C + Na_2SO_4 \rightarrow \dots$	б) $Si + HF_{(конц.)} + HNO_3 \rightarrow \dots$
2	a) $Sn(OH)_2 + KOH_{(конц.)} + K_2Cr_2O_7 + H_2O \rightarrow \dots$	б) $PbO_2 + [Cr(OH)_6]^{3-} + OH^- \rightarrow [Pb(OH)_4]^{2-} + CrO_4^{2-} \dots$
3	a) $C_2H_2O_4 + KClO_3 \rightarrow \dots$	б) $SiC + HF_{(конц.)} + HNO_{3(конц.)} \rightarrow \dots$
4	a) $SnCl_2 + HCl + Br_2 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$	б) $Pb + NaOH_{(конц.)} + \dots \rightarrow \dots$
5	a) $C_2N_2 + NaOH \rightarrow \dots$	б) $SnO_2 + Na_2CO_3 + S \rightarrow [SnS_3]^{2-} + \dots$
6	a) $SnCl_2 + HCl_{(к)} + AgNO_3 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$	б) $C_{(кокс)} + K_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + \dots$
7	a) $C + Na_2CO_3 \rightarrow Na^0 + \dots$	б) $C_2H_2 + KMnO_4 \rightarrow H_2C_2O_4 + \dots$
8	a) $C + H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 \rightarrow \dots$	б) $PbSO_4 + H_2 \rightarrow \dots$
9	a) $Si + HF_{(к)} + KNO_3 \rightarrow \dots$	б) $SiC + Na_2O_2 \rightarrow \dots$
10	a) $Ge + HNO_{3(конц.)} + HCl_{(конц.)} \rightarrow GeCl_{4(ж)} + \dots$	б) $PbO_2 + HNO_{3(разб.)} + Mn(NO_3)_2 \rightarrow MnO_4^- + \dots$
11	a) $HCN + HClO \rightarrow N_2 + \dots$	б) $Sn + NaOH_{(к)} + H_2O \rightarrow [Sn(OH)_6]^{2-} + \dots$
12	a) $KCN + H_2O + KClO \rightarrow N_2 + \dots$	б) $Si + HF_{(конц.)} + KClO_3 \rightarrow \dots$
13	a) $CS_2 + KMnO_4 + KOH_{(разб.)} \rightarrow MnO_2 \downarrow + \dots$	б) $GeS + HNO_{3(к, гор.)} \rightarrow GeO \downarrow + \dots$
14	a) $SnCl_2 + HCl + Br_2 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$	б) $SiH_4 + NaOH_{(к)} \rightarrow \dots$
15	a) $HCN + NO_2 \rightarrow C_2N_2 + \dots$	б) $SiC + H_2O_{(пар)} \rightarrow \dots$
16	a) $PbS + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow SO_2 + \dots$	б) $Sn + HNO_{3(конц.)} + HCl_{(конц.)} \rightarrow \dots$
17	a) $SnCl_2 + O_2 + H_2O \rightarrow SnCl(OH) + \dots$	б) $Si + HF_{(конц.)} \rightarrow \dots$
18	a) $C_4H_8 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_4H_8(OH)_2 + \dots$	б) $Sn + NaOH_{(к, хол)} + H_2O \rightarrow [Sn(OH)_3]^-$
19	a) $H_2C_2O_4 + KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$	б) $SiH_4 + KMnO_4 \rightarrow \dots$
20	a) $PbO_2 + HNO_{3(разб.)} + FeO \rightarrow \dots$	б) $SiC + HNO_{3(конц.)} \rightarrow \dots$
21	a) $SnCl_2 + HCl + KMnO_4 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$	б) $SiH_4 + H_2O_{(гор)} \rightarrow \dots$
22	a) $CH_3OH + NaClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$	б) $SiC + NaOH + O_2 \rightarrow \dots$
23	a) $C_8H_8 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_8H_8OH + \dots$	б) $SiO_2 + C_{(кокс)} + N_2 \rightarrow \text{нитрид кремния} + \dots$
24	a) $Na_2[Pb(OH)_6] + HCl_{(конц.)} \rightarrow Cl_2 + \dots$	б) $GeS + HNO_{3(к, гор.)} \rightarrow GeO \downarrow + \dots$
25	a) $CH_3OH + KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$	б) $SnCl_2 + HCl + K_2Cr_2O_7 \rightarrow [SnCl_6]^{2+} + \dots$
26	a) $PbO_2 + HNO_{3(разб.)} + H_2O_{2(конц.)} \rightarrow O_2 + \dots$	б) $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_2H_6O_2 + \dots$
27	a) $SiC + HNO_{3(конц.)} \rightarrow \dots$	б) $SnCl_2 + HCl + Br_2 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$
28	a) $SnSO_4 + HCl_{(конц.)} + KMnO_4 \rightarrow [SnCl_6]^{2-} + \dots$	б) $Pb(OH)_2 + KOH + [Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow PbO_2 \downarrow + [Fe(CN)_6]^{2-} + \dots$
29	a) $GeCl_2 + HNO_{3(конц., гор.)} \rightarrow GeO_2 + \dots$	б) $SnCl_2 + O_2 + H_2O \rightarrow SnCl(OH) + \dots$
30	a) $C_6H_5CH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5COOH + \dots$	б) $CO + PdCl_2 + H_2O \rightarrow \dots$

## 2. Решить задачи

31. Технический карбид кальция содержит сульфид кальция, а также инертные примеси. При обработке 1,382 г препарата избытком кипящей воды собрано 470,4 мл (н.у.) газа, после пропускания которого через раствор сульфата меди(II) выпадает 0,096 г осадка. Вычислите массовую долю (%) основного вещества в исходном препарате.
32. На восстановление водяного пара затрачено 12 т раскалённого кокса. Рассчитайте для продуктов: а) суммарную массу (т), массовую долю каждого из веществ (%); б) суммарный объём ( $\text{м}^3$ , стандартные условия), объёмную долю каждого из веществ (%).
33. Какой объём воздуха (н.у.) требуется для сжигания 1 т кокса, содержащего 4% негорючих примесей, если  $\frac{5}{8}$  массы углерода, содержащегося в коксе, образует углекислый газ, а  $\frac{3}{8}$  – угарный газ? Каков объём образующейся смеси газов и её объёмный состав (%)?
34. Какую массу  $\text{PbCl}_2$  можно растворить в 5,5 л воды при  $25^\circ\text{C}$ , если при этой температуре  $\text{PP}(\text{PbCl}_2) = 1,7 \cdot 10^{-5}$ ?
35. Какой объём 1,0 н. раствора  $\text{KOH}$  необходимо добавить к раствору хлорида олова(II) с массовой долей  $\text{SnCl}_2$  4 % и плотностью ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ), чтобы перевести хлорид в тетрагидроксостаннат(II) калия?
36. При хлорировании синильной кислоты получается общеядовитое отравляющее вещество хлорциан:
- $$\text{HCN} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCN} + \text{HCl}$$
- Какая масса синильной кислоты и какой объём хлора ( $17^\circ\text{C}$ ,  $p = 100,5 \text{ кПа}$ ) потребуется для получения 59,5 г хлорциана, если потери составляют 15 %.
37. С каждым выдохом человек выделяет 0,5 л (н.у.) воздуха, содержащего 4 % (по объёму) углекислого газа. За 1 мин человек совершает 20 вдохов и выдохов при допущении равномерности дыхания на протяжении суток. Рассчитайте объём ( $\text{м}^3$ , н.у.) углекислого газа, выдыхаемый в сутки в городе с 5 млн. жителей.
38. Оксид углерода(IV) пропускают через насыщенный раствор гидроксида кальция, при этом вначале образуется осадок, который затем растворяется. Определите суммарный объём газа (л, н.у.), потраченного на образование 84,04 г осадка и перевод его в раствор.
39. Вычислите значение стандартной энтальпии образования (кДж/моль) оксида германия(IV), если в процессе его восстановления  $\text{GeO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})}$  при участии в реакции 367,5 г  $\text{GeO}_2$  поглощается 336 кДж теплоты.
40. При взаимодействии сурика ( $\text{Pb}^{\text{II}}\text{Pb}^{\text{IV}}\text{O}_4$ ) с избытком азотной кислоты образуется твёрдый оксид свинца(IV) в количестве 0,025 моль, а катионы

свинца(II) переходят в раствор. Рассчитайте количество свинца(II) (моль) в растворе и массу осадка.

41. Песок массой 2 кг сплавили с гидроксидом калия и получили 3,82 кг метасиликата калия. Определите практический выход (%) продукта, если массовое содержание кислотного оксида в песке составляет 90 %. Рассчитайте также массу затраченной щёлочи (кг).
42. К насыщенному раствору хлорида свинца(II) добавлен равный объём смеси 0,01 М раствора сероводорода и 0,1 М раствора хлороводорода при 25°C. Определите, выпадет ли (да, нет) осадок сульфида свинца при этих условиях. Ответ докажете расчётами.
43. Чёрный осадок сульфида свинца(II) массой 95,6 г обрабатывают раствором пероксида водорода объёмом 300 мл и плотностью 1,1222 г/см<sup>3</sup>, содержащим 30 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Цвет осадка меняется на белый. Рассчитайте массу (г) вещества в осадке после реакции.
44. Сколько килограммов кремния и какой объём 32 %-го раствора NaOH ( $\rho = 1,35$  г/см<sup>3</sup>) потребуется для получения 18 м<sup>3</sup> водорода (18°C,  $p = 98,64$  кПа)?
45. Состав стекла выражается формулой Na<sub>2</sub>O·CaO·6SiO<sub>2</sub>. вычислить теоретический расход сырья – соды, известняка и кремнезёма – на 1 т стекла.
46. Продуктами окисления щавелевой кислоты являются CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Сколько миллилитров раствора щавелевой кислоты, содержащего 7 % H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O ( $\rho = 1,02$  г/см<sup>3</sup>), можно окислить в серноокислом растворе при действии 85 мл 0,0923 н. раствора KMnO<sub>4</sub>.
47. Водяной газ содержит 40 % CO, 48 % H<sub>2</sub>, 6 % CO<sub>2</sub>, 5 % N<sub>2</sub> и 1 % CH<sub>4</sub>. Какой теоретический объём воздуха (21 % O<sub>2</sub>) при н.у. необходим для сжигания 10 м<sup>3</sup> газа? Каков будет общий объём газа и его состав в процентах по объёму после сжигания, если считать, что пары воды конденсируются в жидкость?
48. Через раствор, содержащий 112 г гидроксида калия, пропустили оксид углерода(IV), полученный при действии избытка HCl на 300 г карбоната кальция. Какая соль при этом образовалась и какова её масса?
49. Смесь угля и серы массой 10,32 г сожгли в избытке кислорода (сера при этом окисляется до оксида серы(IV)). Полученная смесь газов была поглощена 1 л 1,2 М раствора NaOH. На нейтрализацию оставшейся щёлочи израсходовано 9,8 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Рассчитайте массовые доли (%) компонентов в исходной смеси.
50. К раствору, содержащему 0,7500 г щавелевой кислоты, добавлено 25,00 мл раствора гидроксида калия. Избыток гидроксида калия оттитрован 4,00 мл 0,1250 н. раствора хлороводородной кислоты. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора гидроксида калия.
51. Определите стандартную энтальпию (кДж), энтропию (Дж/К) и энергию Гиббса (кДж) реакции образования графита из алмаза при 1200 К по следующим данным:



52. Проведен полный гидролиз 3,5 г ацетиленида кальция и раствор разбавлен водой до 2 л. Рассчитайте pH конечного раствора и объём (л, с.у.) выделившегося газа.
53. Химическое равновесие реакции  $COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ (моль/л):  $[COCl_2] = 10$ ;  $[CO] = 2$ ;  $[Cl_2] = 4$ . В равновесную систему ввели хлор в количестве 4 моль/л. Определите новые равновесные концентрации реагирующих веществ после смещения равновесия.
54. Установите, какой объём (мл) 20 %-го раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$ ) надо взять, считая на 50 %-ный избыток, для реакции с кремнием, чтобы выделяющегося газа хватало на синтез 12 г гидрида лития.
55. Две, равные по массе, порции смеси кремния с графитом обработаны: первая – горячим концентрированным раствором щёлочи, вторая – кипящей концентрированной азотной кислотой. Собрано 6,72 л и 16,8 л (н.у.) газов соответственно. Рассчитайте атомное отношение элементов в исходной смеси.
56. Смесь аморфных кремния и оксида кремния(IV) (содержит 5,8 % инертных примесей), прокипятили в растворе едкого натра до полного перехода этих веществ в раствор, примеси отфильтровали. Собрали 336 л газа (н.у.). К фильтрату добавили избыток соляной кислоты, выпал студенистый осадок. После высушивания его масса составила 930 г. Найдите массу (г) исходной смеси.
57. Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия растворяют в минимальном количестве воды, добавляют 5 мл 10 М раствора гидроксида натрия (что достаточно для нейтрализации гидрокарбонат-ионов), затем раствор выпаривают. Получают 71,5 г кристаллогидрата  $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$ . Найдите для исходной смеси: а) количество кислой соли (моль); б) массу (г) средней соли; в) мольную долю кислой соли; г) массовую долю (%) кислой соли.
58. Рассчитайте необходимые для реакции массу (г) сульфида железа(II) и объём (мл, с двухкратным избытком) 10 %-ной хлороводородной кислоты ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ), чтобы при пропускании продукта-газа через раствор нитрата свинца получить 115,6 г осадка.
59. Равновесные концентрации веществ, участвующих в реакции
- $$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$
- равны (моль/л):  $[CH_3COOH] = 0,02$ ;  $[C_2H_5OH] = 0,32$ ;  $[CH_3COOC_2H_5] = 0,08$ ;  $[H_2O] = 0,08$ . Какими стали равновесные концентрации после смещения равновесия вследствие увеличения концентрации  $C_2H_5OH$  в 4 раза?
60. При сжигании 8,71 г некоторого газообразного силана  $Si_xH_y$  на воздухе образовалось 16,82 г  $SiO_2$ . Найдите химическую формулу этого силана, если его плотность по аргону равна 1,558.

3. Написать уравнения реакций, соответствующие предложенным переходам. Предпочтение отдается реакциям, проходящим в растворах, промышленным способам получения веществ, взаимодействию металлов с кислотами и щелочами. Возможны ступенчатые процессы. Расставить коэффициенты:

61.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2 \rightarrow \text{K}[\text{PbI}_3] \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}$
62.  $\text{GeS}_2 \rightarrow \text{GeO}_2 \rightarrow \text{GeH}_4 \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{GeCl}_4 \rightarrow \text{H}_2[\text{GeCl}_6] \rightarrow \text{GeO}_2$
63.  $\text{Sn} \rightarrow \text{SnSO}_4 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{SnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SnO}_2 \rightarrow \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{H}[\text{SnCl}_3]$
64.  $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiO} \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{K}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{KHSiO}_3$
65.  $\text{C} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCN} \rightarrow \text{HCN} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4$
66.  $\text{PbCO}_3 \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{H}_2[\text{PbCl}_4]$
67.  $\text{Si} \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] \rightarrow \text{SiF}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4$
68.  $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \rightarrow \text{SnO}_2 \rightarrow \text{SnO} \rightarrow \text{SnF}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}[\text{Sn}(\text{OH})_3] \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$
69.  $\text{CCl}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{CS}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CS}_3$
70.  $\text{Ge} \rightarrow \text{GeCl}_4 \rightarrow \text{GeS}_2 \rightarrow \text{GeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{GeO}_3 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Ge}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{GeF}_4$
71.  $\text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{SiC} \rightarrow \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4$
72.  $\text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{PbO}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{PbCl}_2 \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$
73.  $\text{SnO}_2 \rightarrow \text{Sn} \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6] \rightarrow \text{SnS}_2 \rightarrow \text{H}[\text{SnCl}_3] \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$
74.  $\text{HCN} \rightarrow \text{C}_2\text{N}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CuCO}_3$
75.  $\text{SiCl}_4 \rightarrow \text{SiH}_4 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiO} \rightarrow \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4$
76.  $\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6] \rightarrow \text{Na}_2[\text{SnCl}_6] \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{SnO}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6]$
77.  $\text{CS}_2 \rightarrow \text{CCl}_4 \rightarrow \text{CCl}_2\text{F}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$
78.  $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{H}_2[\text{PbCl}_4] \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{PbI}_2 \rightarrow \text{PbO}$
79.  $\text{GeO}_2 \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{GeS}_2 \rightarrow \text{GeS} \rightarrow \text{Ge}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{GeCl}_2 \rightarrow \text{GeO}_2$
80.  $\text{Na}_2[\text{SiF}_6] \rightarrow \text{Si} \rightarrow \text{SiS}_2 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4$
81.  $\text{SnCl}_4 \rightarrow \text{SnH}_4 \rightarrow \text{Sn} \rightarrow \text{SnSO}_4 \rightarrow \text{H}[\text{SnCl}_3] \rightarrow \text{Na}[\text{Sn}(\text{OH})_3] \rightarrow \text{SnO}$
82.  $\text{CaCN}_2 \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{HCN} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2$
83.  $\text{Si} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} \rightarrow \text{Si}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiS}_2 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 \rightarrow \text{SiF}_4$

84.  $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{SnO}_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6] \rightarrow \text{H}[\text{SnCl}_3]$
85.  $\text{GeCl}_4 \rightarrow \text{GeH}_4 \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{Ge}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{GeF}_4 \rightarrow \text{K}_2[\text{GeF}_6] \rightarrow \text{GeO}_2$
86.  $\text{PbCl}_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{PbCl}_6] \rightarrow \text{PbCl}_4 \rightarrow \text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{PbCO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{HCO}_3)_2$
87.  $\text{CaCN}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CN}_2 \rightarrow \text{C}(\text{NH})_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{CCl}_4 \rightarrow \text{CSe}_2$
88.  $\text{SiC} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 \rightarrow \text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$
89.  $\text{Ge}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{Ge} \rightarrow \text{Na}_2\text{GeO}_3 \rightarrow \text{GeO}_2 \rightarrow \text{K}_4\text{GeO}_4 \rightarrow \text{K}_2[\text{Ge}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Ge}(\text{SO}_4)_2$
90.  $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{PbO}_2 \rightarrow \text{H}_2[\text{PbCl}_6] \rightarrow \text{PbCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$



Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«s- и p-металлы»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

1	a) $\text{LiH} + \text{C}_{\text{(графит)}} \rightarrow \dots$	б) $\text{KNO}_3 + \text{Fe} + \text{KOH}_{\text{(конц.)}} \rightarrow \text{FeO}_4^{2-} + \dots$
2	a) $\text{Ti}_2\text{O}_3 + \text{HCl}_{\text{(конц.)}} \rightarrow [\text{TiCl}_2]^+ + \text{Cl}_2 + \dots$	б) $\text{NaH} + \text{TiCl}_4 \rightarrow \text{Ti} + \dots$
3	a) $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{O}_2 + \dots$	б) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{NaOH}_{\text{(конц.)}} + \dots \rightarrow \text{CH}_4 \uparrow + \dots$
4	a) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{t}} \dots$	б) $\text{NaNO}_3 + \text{NaOH} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \dots$
5	a) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{P}_4 + \dots \rightarrow (\text{PH}_2\text{O}_2)^- + \dots$	б) $\text{Li} + \text{HNO}_3_{\text{(разб.)}} \rightarrow \dots$
6	a) $\text{K} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(разб.)}} \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \dots$	б) $\text{Ti}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ti}^+ + \text{O}_2 + \dots$
7	a) $\text{Na} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow [\text{BH}_4]^- \dots$	б) $\text{Ti} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.,гор.)}} \rightarrow \text{Ti}^{3+} + \dots$
8	a) $\text{CaH}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow \dots$	б) $\text{K} + \text{HNO}_3_{\text{(разб.)}} \rightarrow \text{NO} \uparrow + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{N}_2 \downarrow + \dots$
9	a) $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{O} + \text{NH}_3_{\text{(ж.)}} \rightarrow \text{NH}_2^- + \dots$
10	a) $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$	б) $\text{KNH}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KN}_3 + \dots$
11	a) $\text{Ti}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Ti}^+ + \dots$	б) $\text{NaOH}_{\text{(хол.)}} + \text{H}_2\text{S}_{\text{(г.)}} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} \downarrow + \dots$
12	a) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} \rightarrow \text{S} \downarrow + \dots$	б) $\text{TiCl} + \text{HCl}_{\text{(конц.)}} + \text{KCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow [\text{TiCl}_6]^{3-} + \dots$
13	a) $\text{Li}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(разб.,гор.)}} \rightarrow \dots$	а) $\text{Ti}_2\text{S} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.,хол.)}} \rightarrow \text{Ti}^+ + \text{S} \downarrow + \dots$
14	a) $\text{Li}[\text{AlH}_4] + \text{BCl}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6 \uparrow + \dots$	б) $\text{NaNH}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaN}_3 + \dots$
15	a) $\text{BaO}_2 + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2_{\text{(раств.)}} \rightarrow \text{Hg}_{\text{(ж)}}^+ + \dots$	б) $\text{LiOH}_{\text{(гор.)}} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$
16	a) $\text{NaOH}_{\text{(конц.,гор.)}} + \text{Cl}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrO}_3^- + \dots$	б) $\text{TiCl} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} \rightarrow \text{Ti}^{3+} + \dots$
17	a) $\text{Ti}_2\text{S} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.,гор.)}} \rightarrow \text{Ti}^{3+} + \dots$	б) $\text{NaOH}_{\text{(разб.,гор.)}} + \text{Cl}_2 + \text{I}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{IO}_6^{3-} + \dots$
18	a) $\text{Ca} + \text{HNO}_3_{\text{(оч.разб.)}} \rightarrow \dots$	б) $\text{KH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Si} + \dots$
19	a) $\text{Li} + \text{NH}_3 \rightarrow \dots$	б) $\text{KNO}_3 + \text{Al} + \text{KOH}_{\text{(конц.)}} \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \dots$
20	a) $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} \rightarrow \dots$	б) $\text{K}_2\text{O} + \text{NO}_2 \rightarrow \dots$
21	a) $\text{NaOH}_{\text{(конц.)}} + \text{Zn} + \dots \rightarrow \dots$	б) $\text{Ba}(\text{HS})_2 + \text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} \rightarrow \text{S} \downarrow + \dots$
22	a) $\text{TiOH} + \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ti}_2\text{O}_3 \downarrow + \dots$	б) $\text{Li}_2\text{S} + \text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} \rightarrow \dots$
23	a) $\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \dots$	б) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{\text{t}} \dots$
24	a) $\text{Li}[\text{AlH}_4] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$	б) $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2_{\text{(конц.)}} \rightarrow \dots$
25	a) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(разб.)}} + \text{NaI} \rightarrow \dots$	б) $\text{Ca}_3\text{P}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4_{\text{(разб.)}} \rightarrow \text{PH}_3 \uparrow + \dots$
26	a) $\text{BaO}_2 + \text{OH}^- + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \dots$	б) $\text{LiH} + \text{NH}_3 \rightarrow \dots$
27	a) $\text{KO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(безв.)}} \rightarrow \text{O}_3 \uparrow + \dots$	б) $\text{Ti}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ti}_2\text{S} \downarrow + \text{S} \downarrow + \dots$
28	a) $\text{Na}_2\text{CO}_3_{\text{(конц.,гор.)}} + \text{I}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \dots$	б) $\text{KO}_2 + \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{t}} \text{N}_2 + \dots$
29	a) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C}_{\text{(кокс)}} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$	б) $\text{KO}_3 + \text{HCl}_{\text{(разб.,гор.)}} \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + \dots$
30	a) $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{NH}_4\text{Br} \rightarrow \text{SiH}_4 \uparrow + \dots$	б) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{(разб.)}} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$

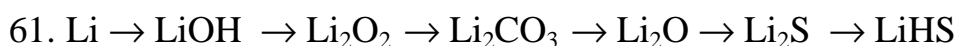
## 2. Решить задачи

31. Установите, какой из гидридов металлов IA-группы массой 1 г может образовать с водой максимальный объём водорода. Подтвердите вывод расчётами.
32. Смесь кальция и оксида кальция общей массой 20 г обработана 20 л воды. Выделилось 2,24 л газа (н.у.). Рассчитайте: 1) массовую (%) и мольную (%) доли кальция в исходной смеси; 2) молярную концентрацию вещества в конечном растворе (объём раствора принять равным начальному объёму воды).
33. Установите объём (л, н.у.) газа, собранного после внесения 0,3 моль алюминия в 20 %-ный раствор гидроксида калия объёмом 180 мл, плотность 1,19 г/мл).
34. Смешали 1 л 0,85 М, 0,2 л 1,75 М и 0,3 л 2,64 М растворов гидроксида калия. Вычислите молярность конечного раствора.
35. При обработке 10 г смеси магния и оксида магния избытком хлороводородной кислоты выделилось 5,6 л (н.у.) газа. Определите массовую долю (%) оксида магния в смеси и молярную концентрацию конечного раствора объёмом 0,2 л.
36. Перспективный источник водорода – жидкость состава  $\text{Al}[\text{BH}_4]_3$  ( $\rho = 0,55$  г/мл). Рассчитайте объём ( $\text{м}^3$ , н.у.) водорода, который можно получить из 5 л этой жидкости после обработки водой, и суммарную массу (кг) осадка.
37. К 50 мл 36,5 %-ной соляной кислоты с плотностью 1,18 г/см<sup>3</sup> добавляют по каплям 50 %-ный раствор гидроксида натрия до  $\text{pH} = 7$ , смесь охлаждают до 10°C (растворимость продукта при этой температуре 35,7 г на 100 г воды). Выпадет ли осадок? Вывод подтвердите расчётами.
38. В 28 л (н.у.) углекислого газа сожгли 18 г магния. Образовалась смесь графита и белого порошка. Найдите массовую долю (%) продуктов в смеси и массу (г) того вещества, которое полностью не прореагировало в реакции.
39. Рассчитайте массу (г) продукта реакции
- $$4\text{Al}_{(\text{т})} + 3\text{C}_{(\text{графит})} = \text{Al}_4\text{C}_{3(\text{т})}, \Delta H_{\text{реакц.}}^{\circ} = -208 \text{ кДж},$$
- соответствующую выделению 2500 кДж теплоты.
40. Литий массой 4,5 г полностью прореагировал с водой. Определите массовую долю (%) вещества в конечном растворе, если начальная масса воды была 140 г. Аналогичные расчёты проведите для калия. Сравните, в каком случае раствор получится более концентрированным.
41. Кристаллогидрат  $\text{MgSO}_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$  массой 4,9294 г, имеющий массовый состав 9,86 % Mg, 13,01 % S и 25,97 % O (остальное вода), нагревают в сушильном шкафу при 220°C до полного обезвоживания. Найдите химическую формулу кристаллогидрата и массу (г) сухого остатка. Затем до-

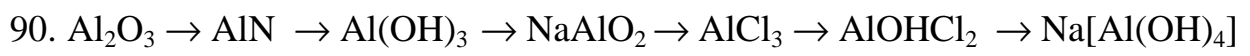
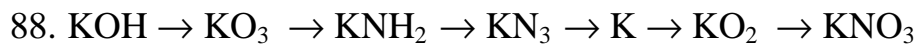
- бавляют воду (сухой остаток растворяется) и избыток перхлората бария, при этом выпадает осадок. Рассчитайте его массу (г).
42. К 130 мл 0,15 М раствора сульфата алюминия добавляют 0,15 М раствор гидроксида бария до прекращения выпадения осадка. Определите объём (мл) раствора гидроксида бария, затраченного на реакцию, и массу (г) осадка.
43. После обработки водой 3,6 г смеси гидридов натрия и калия образовалось 500 мл щелочного раствора. Найдите массу (г) каждого гидрида, массовую долю каждого гидрида в смеси (%) и суммарный объём (л, н.у.) выделившегося газа, если для нейтрализации 100 мл щелочного раствора потребовалось 200 мл 0,1 М раствора азотной кислоты.
44. При некоторой температуре образец мрамора массой 12,5 г обработан 50 мл 20,38 %-го раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ). Мрамор перешёл в раствор, инертные примеси осели на дно стакана (масса конечного раствора с осадком 62,65 г) и выделился газ ( $\rho = 1,798 \text{ г/л}$ ). Определите: а) объём газа (л, н.у.); б) содержание чистого мрамора в образце (%); в) массовую долю (%) кислоты в конечном растворе.
45. К раствору, содержащему 15,3 г нитрата серебра, добавили раствор, приготовленный из 9,66 г кристаллогидрата  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Определите количество (моль) образовавшегося осадка, а также массу (г) сухого остатка после фильтрования конечного раствора и его выпаривания. Соль в сухом остатке является нонагидратом.
46. При 25°C проведён необратимый раствор  $\text{K}_3\text{N}$  количеством 0,017 моль, после чего объём раствора доведен до 25 л. Рассчитайте молярную концентрацию всех видов катионов в этом растворе. Каково значение pH полученного раствора? (без учёта ионной силы).
47. К смеси гидроксида, карбоната и сульфата кальция общей массой 62 г добавили избыток хлороводородной кислоты. Не перешло в раствор 27,2 г смеси, при этом выделилось 4,48 л газа (н.у.). Установите массовые доли (%) веществ в исходной смеси.
48. Определите массу (г) осадка и массовые доли (%) компонентов осадка, полученного добавлением нитрата серебра к раствору, содержащему 1,5 г хлорида алюминия, 0,8 г бромида галлия (III) и 0,3 г иодида таллия(III).
49. Из натрия получают сульфат натрия. Рассчитайте массу (г) израсходованного натрия, если получено 272 г конечного продукта с практическим выходом 56 %.
50. Два цеха направляют сточные воды в общий коллектор. Первый сток (20 м<sup>3</sup>/мин) содержит хлорид кальция с массовой концентрацией 0,733 г/л, а второй сток (10 м<sup>3</sup>/мин) – сульфат калия с массовой концентрацией 1,185 г/л. Определите, будет ли при 25°C происходить засорение коллектора осадком. Ответ подтвердите расчётами.

51. Рассчитайте, во сколько раз (по объёму) надо разбавить водой 14 %-ный раствор хлорида алюминия ( $\rho = 1,129 \text{ г/см}^3$ ), чтобы приготовить 2 %-ный раствор ( $\rho = 1,016 \text{ г/см}^3$ )
52. Установите расчётом, какой массой (г) поташа можно заменить 0,53 г кальцинированной соды при проведении реакции с бромоводородной кислотой.
53. Смешали 100 мл 20 %-ной серной кислоты ( $\rho = 1,14 \text{ г/мл}$ ) и 400 г 5,2 %-го раствора хлорида бария. Установите массу (г) выпавшего осадка и массовую долю (%) веществ в конечном растворе.
54. Навеска карбида алюминия  $\text{Al}_4\text{C}_3$  массой 5,46 г обработана избытком воды, при этом собрано 1,55 л газа (н.у.). Определите массу примесей (г) в исходной навеске, практический выход (%) и массовые доли (%) элементов этого газа.
55. Проведён электролиз 1 м<sup>3</sup> 20 %-го раствора хлорида натрия ( $\rho = 1147,8 \text{ г/л}$ ). Определите количество всех продуктов (кмоль), если производственные потери составляют 24 %.
56. Смесь массой 5,33 г, состоящая из карбоната бария, нитрата бария и хлорида калия, обработана избытком концентрированной серной кислоты. Объём выделившегося газа составил 0,244 л (н.у.), масса осадка 4,66 г (после фильтрования, промывания и высушивания). Найдите массовый состав (%) исходной смеси.
57. Проведён полный гидролиз 78 г сульфида алюминия, смесь прокипятили. Определите массу выпавшего осадка (г), объём выделившегося газа (л, н.у.) (считать, что газ полностью удалили из раствора). Укажите рН жидкой фазы, оставшейся после опыта.
58. Определите суммарную массу осадка (г) и массовую долю каждого из веществ в осадке (%), полученного действием избытка нитрата серебра на раствор, содержащий 1,4 г хлорида калия, 2,5 г бромида рубидия и 0,6 г иодида цезия.
59. При прокаливании на воздухе смеси кальция, оксида кальция и карбоната кальция общей массой 2,31 г выделилось 0,168 л (н.у.). Масса сухого остатка составила 2,1 г. Вычислите массовые доли (%) веществ в исходной смеси.
60. Определите массовый состав (%) смеси сульфидов железа(II) и алюминия, если из 238 г смеси при обработке избытком воды выделилось 67,2 л газа (н.у.). Найдите также массу (г) полученного осадка и массовый состав (%) осадка (считать, что степень окисления железа не изменяется в ходе реакции).

3. *Написать уравнения реакций, соответствующие предложенным переходам. Расставить коэффициенты:*



62.  $\text{Al} \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlOOH} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
63.  $\text{KO}_2 \rightarrow \text{KO}_3 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KF} \rightarrow \text{K}(\text{HF}_2) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$
64.  $\text{LiNO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{Li} \rightarrow \text{LiH} \rightarrow \text{LiNH}_2 \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{LiClO}_3$
65.  $\text{MgO} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgOHNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Mg}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{MgCl}_2$
66.  $\text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{LiAlO}_2 \rightarrow \text{LiCl} \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{LiN}_3 \rightarrow \text{Li}$
67.  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}[\text{BH}_4] \rightarrow \text{NaBO}_2 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaCN}$
68.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{AlOHSO}_4 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}[\text{BH}_4]_3 \rightarrow \text{Al}(\text{BO}_2)_3$
69.  $\text{K} \rightarrow \text{K}_2\text{Se} \rightarrow \text{K}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$
70.  $\text{Sr} \rightarrow \text{SrC}_2 \rightarrow \text{SrO} \rightarrow \text{SrS} \rightarrow \text{Sr}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Sr}(\text{NO}_2)_2 \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$
71.  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaH} \rightarrow \text{Na}(\text{HCOO})$
72.  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}[\text{AlCl}_4] \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
73.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{HSO}_4)_3 \rightarrow \text{AlOHSO}_4$   
 $\rightarrow \text{NaAlO}_2$
74.  $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgO}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow (\text{MgOH})_2\text{CO}_3$
75.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaF}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_4)_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaS} \rightarrow \text{Ca}$
76.  $\text{KF} \rightarrow \text{KSO}_2\text{F} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KCN} \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
77.  $\text{NaH} \rightarrow \text{NaNH}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
78.  $\text{BaS} \rightarrow \text{Ba}(\text{HS})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$
79.  $\text{Tl} \rightarrow \text{Tl}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{TlOH} \rightarrow \text{Tl}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Tl}_2\text{O} \rightarrow \text{TlCl} \rightarrow \text{K}_3[\text{TlCl}_6]$
80.  $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2$
81.  $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2$
82.  $\text{RbOH} \rightarrow \text{RbO}_2 \rightarrow \text{Rb}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{RbCl} \rightarrow \text{Rb} \rightarrow \text{RbNO}_3 \rightarrow \text{RbNO}_2$
83.  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$
84.  $\text{NaH} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaI} \rightarrow \text{NaBr} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}$
85.  $\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaO}_2 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba} \rightarrow \text{Ba}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$
86.  $\text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{AlF}_6]$
87.  $\text{K} \rightarrow \text{KH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2(\text{S}_4) \rightarrow \text{K}_2[\text{SnS}_3]$



Задачи к индивидуальным заданиям по теме  
«*d*-металлы»

1. Закончить уравнения реакций, для окислительно-восстановительных реакций расставить коэффициенты методом ионно-электронного баланса. Рассчитать эквивалентную массу окислителя и восстановителя:

1	a) $\text{Cu} + \text{KCN}_{(\text{конц.})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2] + \text{H}_2 + \dots$	б) $\text{VCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{AgNO}_3 \rightarrow (\text{VO})\text{Cl}_2 \downarrow + \text{Ag} + \dots$
2	a) $\text{TiCl}_3 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow [\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_4]^0 + \dots$	б) $\text{H}_2\text{PtCl}_6 + \text{HCOOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Pt} \downarrow + \text{CO}_2 + \dots$
3	a) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$	б) $\text{Au} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \dots$
4	a) $\text{Ag} + \text{KCN}_{(\text{конц.})} \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \dots$	б) $\text{TiCl}_3 + \text{Zn} + \text{HCl} + \dots \rightarrow [\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2-} + \dots$
5	a) $\text{CuSO}_4 + \text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2) + \dots \rightarrow \text{CuH} \downarrow + \text{H}_2(\text{PHO}_3) + \dots$	б) $\text{VCl}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow (\text{VO}_2)^+ + \dots$
6	a) $\text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{KI} \rightarrow \text{AuI} + \dots$	б) $\text{MoCl}_5 + \text{CO} + \text{Al} \rightarrow [\text{Mo}(\text{CO})_6]^0 + \dots$
7	a) $\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.}, \text{гор.})} \rightarrow \text{Hg}_2\text{SO}_4 + \dots$	б) $\text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \dots$
8	a) $\text{Mo} + \text{HNO}_{3(30\%, \text{гор.})} \rightarrow \text{MoO}_3 \downarrow + \dots$	б) $\text{Na}_3\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \dots$
9	a) $(\text{VO})\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 \downarrow + \dots$	б) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$
10	a) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \dots$	б) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KI} \rightarrow \dots$
11	a) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH}_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{NiO}(\text{OH}) + \dots$	б) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6(\text{O}_2) \rightarrow \dots$
12	a) $\text{Zn} + \text{HNO}_{3(\text{разб.}, \text{гор.})} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \dots$	б) $\text{NiO}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
13	a) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \dots$	б) $\text{Mo} + \text{KOH} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{MoO}_4^{2-} + \dots$
14	a) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{H} + \dots$	б) $\text{K}_2[\text{PtCl}_6] + \text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow [\text{PtCl}_6]^{2-} + \dots$
15	a) $(\text{VO}_2)\text{Cl} + \text{HCl} + \text{KI} \rightarrow (\text{VO})^{2+} + \text{I}_2 + \dots$	б) $\text{CoSO}_4 \xrightarrow{t} \dots$
16	a) $\text{CdS} + \text{HNO}_{3(\text{конц.}, \text{гор.})} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2 + \dots$	б) $(\text{VO})\text{SO}_4 + \text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{V}^{3+} \rightarrow \dots$
17	a) $\text{Na}_3\text{VO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow (\text{VO})\text{SO}_4 + \dots$	б) $\text{KMnO}_4 + \text{KOH}_{(\text{конц.})} + \text{KI}_{(\text{т})} \rightarrow \text{IO}_4^- + \dots$
18	a) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_{4(60\%)} \rightarrow \text{O}_2 + \dots$	б) $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \dots \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \dots$
19	a) $\text{Cu} + \text{HCl}_{(\text{конц.})} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{H}[\text{CuCl}_2] + \dots$	б) $\text{MnSO}_4 + \text{NaOH} + \text{NaClO} \rightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + \dots$
20	a) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{KBrO}_{3(\text{насыщ.})} \rightarrow \text{NiO}(\text{OH}) + \dots$	б) $\text{WCl}_6 + \text{CO} + \text{Al} \rightarrow [\text{W}(\text{CO})_6]^0 + \dots$
21	a) $\text{MoS}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{MoO}_3 \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + \dots$	б) $\text{Zn} + \text{NaOH}_{(\text{конц.})} + \text{NaNO}_3 + \dots \rightarrow \dots$
22	a) $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow (\text{VO})^{2+} + \dots$	б) $\text{CoS} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \dots$
23	a) $\text{FeS}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{NO}_2 + \dots$	б) $\text{Mo} + \text{NaOH} + \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{MoO}_4^{2-} + \dots$
24	a) $\text{KMnO}_4 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots$	б) $\text{HgCl}_2 + \text{H}[\text{SnCl}_3]_{(\text{конц.})} + \text{HCl} \rightarrow \text{Hg}_{(\text{ж})} \downarrow + \dots$
25	a) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{конц.})} \rightarrow \dots$	б) $\text{CdS} + \text{HNO}_{3(\text{разб.}, \text{гор.})} \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots$
26	a) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KOH}_{(\text{разб.})} + \text{H}_2\text{O}_{2(\text{конц.})} \rightarrow \text{O}_2 + \dots$	б) $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + \text{CO}_2 + \dots$
27	a) $\text{MnSO}_4 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{PbO}_2 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$	б) $\text{K}_2\text{RuO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{RuO}_4 + \dots$
28	a) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH}_{(\text{разб.}, \text{гор.})} \rightarrow \text{HgO} \downarrow + \dots$	б) $\text{Pt} + \text{HBr}_{(\text{конц.})} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \dots$

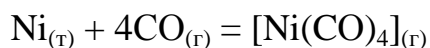
	$\text{Hg}_{(ж)} \downarrow + \dots$	$[\text{PtBr}_6]^{2-} + \dots$
29	а) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6(\text{O}_2) + \text{KOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}_3 \downarrow + \dots$	б) $\text{KMnO}_4 + \text{KOH}_{(\text{конц.})} + \text{K}_2(\text{PH}_2\text{O}_2) \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \dots$
30	а) $\text{Ru} + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{RuO}_4^{2-} + \dots$	б) $\text{TiCl}_2 + 2\text{HCl}_{(\text{разб.})} \rightarrow \text{Ti}^{3+} + \dots$

## 2. Решить задачи

31. Какая масса гексацианоферрата(III) калия получится при взаимодействии 14 л хлора (н.у.) с 1 кг раствора гексацианоферрата(II) калия с массовой долей 32 %.
32. Оксид хрома(VI) разложением дихромата натрия концентрированной серной кислотой при этом побочный продукт реакции – гидросульфат натрия. Каков выход продукта, если для получения 1 т его расходуется 1,85 т  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?
33. Рассчитайте массу серебра, выделившегося в реакции между 10 л раствора сульфата железа(II) ( $\rho = 1,078 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей 8 % и нитратом серебра.
34. Сплавляют рутений со смесью гидроксида калия и хлората калия. Какая масса рутената калия образуется, если в реакции участвует 3,24 г рутения, в котором массовая доля примесей 7 %?
35. Смесью сульфатов железа(II) и железа(III) общей массой 20 г прореагировала с перманганатом калия массой 3,16 г в сернокислом растворе объёмом 1 л. Определите: 1) массовую долю соли железа(II) в исходной смеси; 2) молярную концентрацию железосодержащей соли в конечном растворе.
36. При взаимодействии 24,125 г латуни (сплав меди и цинка) с концентрированной азотной кислотой получено 16,7 л (н.у.) газа. Определите массовую долю цинка в латуни.
37. Образец ювелирного сплава (серебро + медь) массой 0,5081 г обработали избытком концентрированной азотной кислоты до его полного перехода в раствор, а затем добавили избыток хлорида калия. Выпавший осадок промыли, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 0,5907 г. Определите пробу сплава, т.е. массовую долю серебра, умноженную на 1000.
38. После окончания реакции между железом массой 7 г и разбавленной серной кислотой объём раствора довели до 3,5 л. Определите молярную концентрацию соли железа в конечном растворе. Затем раствор выпарили в инертной атмосфере, при этом образовался кристаллогидрат той же соли с массовой долей воды 45,32 %. Установите формулу кристаллогидрата и его массу (г).
39. Определите молярную концентрацию и массовую долю (%) нитрита калия в исходном растворе объёмом 75 мл, если на проведение реакции между ним и дихроматом калия в сернокислой среде израсходовано 90 мл 0,1 М раствора окислителя.

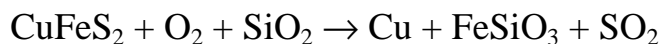


40. Раствор, содержащий 12,75 г нитрата серебра, смешали с 42 мл 15 %-го раствора хлорида натрия ( $\rho = 1109$  г/л). Осадок отфильтровали. Рассчитайте суммарную массу веществ (г), оставшихся в фильтрате.
41. Синтетический аналог минерала *малахит*  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  образуется при взаимодействии сульфата меди(II), содержащегося в 250 мл 10 %-го раствора, с карбонатом натрия, взятым в виде 12 %-го раствора с плотностью 1108 г/л. Какой объём (мл) раствора карбоната израсходован?
42. Нагревают 24,4965 г гексагидрата нитрата железа(III) до прекращения выделения газообразных продуктов. Твёрдый остаток обрабатывают хлороводородной кислотой до полного перехода осадка в раствор, объём раствора доводят водой до 2 л. Определите молярную концентрацию растворённого вещества в конечном растворе.
43. Проведено термическое разложение 54,29 г дихромата аммония, содержащего инертные примеси. После окончания реакции собрано 4,45 л газа при  $18^\circ\text{C}$  под давлением 1 атмосфера. Определите массовую долю (%) дихромата аммония в техническом продукте.
44. Какая масса ванадата аммония с массовой долей примесей 25 % потребуется для получения 9,1 г оксида ванадия (V)? Какой объём аммиака (л, н.у.) при этом выделится? Выход продукта реакции составляет 70 %.
45. Под действием азотной кислоты манганат калия диспропорционирует с образованием перманганата калия и оксида марганца(IV). Какой объём раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,185$  г/см<sup>3</sup>) с массовой долей 30 % необходим для того, чтобы получить 9,48 г перманганата калия. Какая масса оксида марганца(IV) при этом образуется?
46. Для получения  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  поступают следующим образом. Сначала получают плав, содержащий хромат натрия, подвергая окислительной 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 плава, и полученный раствор обрабатывают серной кислотой. Вычислить расход сырья: 45 %-го хромита железа, соды и кислоты на 1 тонну готового продукта, учитывая, что расход хромита на 15 %, а расход соды и кислоты на 50 % больше теоретического.
47. При сливании 200 мл 0,1 М жёлтого раствора хромата калия и 200 мл 0,1 М раствора сульфида калия выпадает осадок. Определите суммарную массу (г) веществ в осадке, считая протекание реакции полным. Определите, будет ли конечный раствор окрашен?
48. Какая масса дихлорида-оксида ванадия(IV) может быть получена при обработке соляной кислотой 0,5 кг руды, содержащей 90 % оксида ванадия(V)?
49. Карбонил никеля может быть получен при действии оксида углерода на тонкодисперсный порошок металла. Процесс может быть выражен уравнением



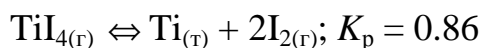
Какой объём займёт тетракарбонилникель, если в реакцию вступило 23,48 г никеля, а производственные потери составляют 10 %.

50. Пирометаллургический процесс извлечения меди из сернистых руд можно выразить следующей схемой (самостоятельно расставьте коэффициенты):



Какая масса меди получается из 5,8 г сульфида, содержащего 5 % примесей, а выход реакции составляет 90 % от теоретического? Какой объём (125°C, p = 190 кПа) займёт выделившийся сернистый газ?

51. При взаимодействии 3,92 г гидроксида меди(II) и 150 мл водного раствора аммиака с массовой долей  $\text{NH}_3$  25 % и плотностью 0,907 г/см<sup>3</sup> образовался раствор гидроксида тетраамминмеди(II). Определите массовую долю (%) этого вещества в полученном растворе.
52. Какой объём 0,25 н. раствора сульфида натрия требуется для осаждения в виде сульфидов ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ , если в растворе содержится 1,5 г нитратов цинка, кадмия и ртути(II) в массовом отношении 4:1:5?
53. Вольфрам растворяется в смеси расплавленных гидроксида и нитрата калия, при этом основной образующийся продукт  $\text{K}_2\text{WO}_4$ . Какую массу вольфрама нужно растворить, чтобы получить 7,52 г вольфрамата калия с учётом 15 % потерь в ходе реакции.
54. Какая масса технического железа, содержащего 18 % примесей, требуется для вытеснения из раствора сульфата никеля(II) 7,42 г никеля?
55. На осаждение бромид-ионов из раствора комплексной соли  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Br}_3$  израсходовано 0,025 л раствора нитрата серебра с массовой долей  $\text{AgNO}_3$  равной 10 % ( $\rho = 1,088$  г/см<sup>3</sup>). Какая масса комплексной соли содержалась в растворе?
56. Через серебряный кулонометр пропускали ток в течение 3 часов. Амперметр показывал силу тока, равную 0,9 А. Найдите процент погрешности, даваемой амперметром, если за это время в кулонометре на катоде выделилось 12,32 г серебра.
57. На 4,4 г сульфида железа(II) действуют избытком хлороводородной кислоты. Выделившийся газ поглощают 10 %-ным раствором сульфата цинка массой 200 г. Вычислите массу (г) осадка и массовую долю (%) веществ в конечном растворе.
58. К 100 мл 0,02 М раствора нитрата ртути(II) добавляют избыток хлороводородной кислоты, а затем постепенно раствор трихлоростанната(II) водорода до образования вначале белого и в конце тёмного осадка. Определите массу тёмного осадка (г), считая протекание реакции полным.
59. Технический титан очищают методом иодидного рафинирования, основанного на реакции



Рассчитайте формульное количество (кмоль) и массу (кг) титана, образующегося в равновесной смеси, если начальная концентрация иодида титана(IV) была 2 кмоль/м<sup>3</sup>, а объём реактора равен 10 м<sup>3</sup>.

60. Приготовлены две одинаковые по массе порции смеси меди и хрома. Первая порция обработана концентрированной азотной кислотой, вторая – хлороводородной кислотой. В обоих опытах собрано по 2,24 л (н.у.) газа. Найдите массовую долю меди (%) в смеси.

3. *Написать уравнения реакций, соответствующие предложенным переходам. Расставить коэффициенты:*

61.  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$
62.  $\text{Mn}_{(\text{порошок})} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow [\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$
63.  $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}$
64.  $\text{NiCl}_2 \rightarrow \text{Ni} \rightarrow \text{NiO} \rightarrow \text{NiSO}_4 \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NiO}(\text{OH})$
65.  $\text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{MnO}(\text{OH}) \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2$
66.  $\text{Ti} \rightarrow \text{TiF}_4 \rightarrow \text{TiO}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{TiO}(\text{SO}_4) \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4 \rightarrow \text{Rb}_2[\text{TiCl}_6]$
67.  $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$
68.  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{HMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnS}$
69.  $\text{Fe} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
70.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{MnS} \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnSO}_4$
71.  $\text{CrCl}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KCrO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$
72.  $\text{Mn} \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HMnO}_4 \rightarrow \text{NaMnO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2$
73.  $\text{Co} \rightarrow \text{CoO} \rightarrow \text{CoCl}_2 \rightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CoO} \rightarrow \text{Co}_2\text{SiO}_4$
74.  $\text{Ti} \rightarrow \text{TiCl}_4 \rightarrow \text{TiCl}_3 \rightarrow \text{TiCl}_2 \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{TiO}_3 \rightarrow \text{TiO}(\text{OH})_2$
75.  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn}$
76.  $\text{Cr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$
77.  $\text{V} \rightarrow \text{NaVO}_3 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{VO}(\text{SO}_4) \rightarrow \text{VCl}_3 \rightarrow \text{VO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{VCl}_4$
78.  $\text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow [\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}] \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnBr}_2$
79.  $\text{FeS} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Fe}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{FeCl}_2$
80.  $\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_3\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})$

81.  $K_2Cr_2O_7 \rightarrow CrO_3 \rightarrow (NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr_2S_3 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow Cr$
82.  $Co \rightarrow [Co_2(CO_8)] \rightarrow CoSO_4 \rightarrow CoS \rightarrow CoCl_2 \rightarrow Co \rightarrow NaCoO_2$
83.  $VF_5 \rightarrow V_2O_5 \rightarrow NH_4VO_3 \rightarrow Na_3VO_4 \rightarrow VOSO_4 \rightarrow VCl_3 \rightarrow K_3[V_2Cl_9]$
84.  $Fe \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow NaFeO_2 \rightarrow Na_2FeO_4$
85.  $Cr_2O_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Na_2CrO_4 \rightarrow CrCl_3 \rightarrow [Cr(CO)_6] \rightarrow Cr$
86.  $CrCl_3 \rightarrow [Cr(NH_3)_6]Cl_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow NaCrO_2 \rightarrow Na_2CrO_4 \rightarrow Na_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr$
87.  $Co \rightarrow CoCl_2 \rightarrow Co(OH)_2 \rightarrow CoOOH \rightarrow CoSO_4 \rightarrow CoO \rightarrow Co$
88.  $Ti \rightarrow TiCl_3 \rightarrow Ti(OH)_3 \rightarrow TiO(OH)_2 \rightarrow TiO_2 \rightarrow Ti(SO_4)_2 \rightarrow TiO(OH)_2$
89.  $VCl_3 \rightarrow VCl_2 \rightarrow VO_2Cl \rightarrow V_2O_5 \rightarrow V \rightarrow VF_5 \rightarrow VOF_3$
90.  $Pt \rightarrow PtCl_2 \rightarrow PtCl_4 \rightarrow H_2[PtCl_6] \rightarrow Pt \rightarrow PtO_2 \rightarrow Na_2[Pt(OH)_6]$

**Варианты домашнего задания  
(для всех тем)**

Номер варианта	Номера задач	Номер варианта	Номера задач
<b>1</b>	1, 31, 61	<b>16</b>	16, 46, 76
<b>2</b>	2, 32, 62	<b>17</b>	17, 47, 77
<b>3</b>	3, 33, 63	<b>18</b>	18, 48, 78
<b>4</b>	4, 34, 64	<b>19</b>	19, 49, 79
<b>5</b>	5, 35, 65	<b>20</b>	20, 50, 80
<b>6</b>	6, 36, 66	<b>21</b>	21, 51, 81
<b>7</b>	7, 37, 67	<b>22</b>	22, 52, 82
<b>8</b>	8, 38, 68	<b>23</b>	23, 53, 83
<b>9</b>	9, 39, 69	<b>24</b>	24, 54, 84
<b>10</b>	10, 40, 70	<b>25</b>	25, 55, 85
<b>11</b>	11, 41, 71	<b>26</b>	26, 56, 86
<b>12</b>	12, 42, 72	<b>27</b>	27, 57, 87
<b>13</b>	13, 43, 73	<b>28</b>	28, 58, 88
<b>14</b>	14, 44, 74	<b>29</b>	29, 59, 89
<b>15</b>	15, 45, 75	<b>30</b>	30, 60, 90

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА  
(к Приложению 4)

а) Основная литература:

1. *Ахметов А.С.* Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2009. – 740 с.
2. *Коровин Н.В.* Общая химия. – М.: Высшая школа, 2003. – 556 с.
3. *Гольбрайх З.Е., Маслов Е.И.* Сборник задач и упражнений по химии. – М.: АСТ-Астрель, 2004. – 386 с.
4. *Глинка Н.Л.* Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Высшая школа, 2005. – 280 с.
5. *Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л.* Задачи по общей и неорганической химии. – М.: Владос, 2004. – 384 с.
6. *Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л.* Химические свойства неорганических веществ. – М.: Химия, 1997. – 480 с.

б) Дополнительная литература:

7. *Луканина Т.Л., Овчинникова Т.Т.* Общая химия в комплексной химической переработке древесины. Классификация неорганических соединений. Строение вещества. Растворы (для самостоятельной работы студентов): учеб. пособие / СПб ГТУРП., СПб., 2013. – 155 с.
8. *Луканина Т.Л., Овчинникова Т.Т., Сигаев В.Я.* Общая химия.: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / СПбГТУРП., СПб., 2006. II часть. – 113 с.
9. *Буров А.В., Комиссаренков А.А., Луканина Т.Л.* Координационные соединения и их использование в целлюлозно-бумажном производстве: учеб.-метод. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / СПбГТУРП., СПб., 2010. – 118 с.
10. *Романцева Л.М., Лецинская З.Л., Суханова В.А.* Сборник задач и упражнений по общей химии. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.