




ЕГЭ

В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная,
Т.В. Сажнева, В.А. Февралева



готовимся
к ЕГЭ

ХИМИЯ



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ
ЗАДАНИЯ ВЫСОКОГО
УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ (С1 - С5)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«ХИМИЯ. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ»



Учебные пособия издательства «Легион» допущены к использованию
в образовательном процессе приказом Минобрнауки России № 729 от 14.12.2009

Учебно-методический комплекс «Химия. Подготовка к ЕГЭ»

В. Н. Доронькин, А. Г. Бережная, Т. В. Сажнева, В. А. Февралева

ХИМИЯ

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ

ЗАДАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ (С1–С5)

Учебно-методическое пособие

Под редакцией В. Н. Доронькина

Издание третье, исправленное и дополненное



ЛЕГИОН
Ростов-на-Дону
2012

УДК 373.54
ББК 24я721
Х46

*Авторский коллектив является лауреатом Всероссийской выставки
«Золотой фонд отечественной науки» Российской академии естествознания (2010 г.)*

Рецензенты:

В. В. Луков, доктор хим. наук, профессор кафедры физической и коллоидной химии химического факультета Южного федерального университета;

Т. В. Романенко, кандидат хим. наук, учитель высшей категории, отличник народного просвещения РФ (г. Коломна, Московская область).

Коллектив авторов:

В. Н. Доронькин, А. Г. Бережная, Т. В. Сажнева, В. А. Февралева

**Химия. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Задания
X46 высокого уровня сложности (С1—С5): учебно-методическое по-
собие / Под ред. В. Н. Доронькина. — Изд. 3-е, исправ. и до-
полн. — Ростов н/Д : Легион, 2012. — 233, [2] с. — (Готовимся
к ЕГЭ.)**

ISBN 978-5-9966-0269-8

Предлагаемое пособие составлено в соответствии с требованиями новой спецификации ЕГЭ и предназначено для подготовки к единому государственному экзамену по химии. Книга включает задания **высокого уровня сложности (С1—С5)**. Каждый ее раздел содержит необходимые **теоретические сведения**, разобранные (демонстрационные) **примеры выполнения заданий**, которые позволяют освоить методику выполнения заданий части С, и группы **тренировочных заданий** по темам.

Книга адресована учащимся 10—11-х классов общеобразовательных учреждений, готовящимся к ЕГЭ и планирующим получить высокий результат на экзамене, а также учителям и методистам, которые организуют процесс подготовки к экзамену по химии.

Пособие является частью **учебно-методического комплекса «Химия. Подготовка к ЕГЭ»**, включающего такие пособия, как «Химия. Подготовка к ЕГЭ-2013», «Химия. 10—11 классы. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Базовый и повышенный уровни» и др.

УДК 373.54
ББК 24я721

ISBN 978-5-9966-0269-8

© ООО «Легион», 2012

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга предназначена для подготовки к выполнению заданий высокого уровня сложности по общей, неорганической и органической химии (задания части С).

По каждому из вопросов С1 — С5 приведено большое количество заданий (всего более 500), что позволит выпускникам проверить знания, усовершенствовать имеющиеся навыки, а при необходимости выучить фактический материал, включаемый в проверочные задания части С.

Содержание пособия отражает особенности вариантов ЕГЭ, предлагавшихся в последние годы, и соответствует актуальной спецификации. Вопросы и ответы соответствуют формулировкам тестов ЕГЭ.

Задания части С имеют различную степень сложности. Максимальная оценка верно выполненного задания составляет от 3 до 5 баллов (в зависимости от степени сложности задания). Проверка заданий этой части осуществляется на основе сравнения ответа выпускника с поэлементным анализом приведенного образца ответа, каждый правильно выполненный элемент оценивается в 1 балл. Например, в задании С3 необходимо составить 5 уравнений реакций между органическими веществами, описывающих последовательное превращение веществ, а вы можете составить только 2 (предположим, второе и пятое уравнения). Обязательно запишите их в бланк ответа, вы получите 2 балла за задание С3 и существенно повысите свой результат на экзамене.

Надеемся, что это книга поможет вам успешно сдать ЕГЭ.

Желаем успехов!

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать по электронной почте: legionrus@legionrus.com или обычной почтой.

Обсудить пособия, оставить свои замечания и предложения, задать вопросы можно на официальном форуме издательства <http://legionr.rossite.org>.

Следите за бесплатными дополнениями и методическими рекомендациями на сайте издательства www.legionr.ru в связи с возможными изменениями спецификаций экзаменационных работ, разрабатываемых ФИПИ.

Вопрос С1

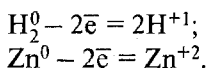
РЕАКЦИИ

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

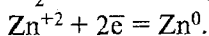
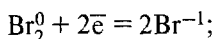
Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) — реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов, входящих в реагенты и продукты.

Степень окисления — условный заряд атома в молекуле, вычисленный исходя из предположения, что все связи в соединении ионные (то есть электронные пары полностью смещены в сторону атомов с большей электроотрицательностью), а соединение — нейтральное. Степень окисления может быть положительной, отрицательной, нулевой и даже дробной.

Окисление — процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом. При окислении степень окисления увеличивается. Атом, молекула или ион, которые отдают электроны, называются восстановителем.



Восстановление — процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом. Степень окисления при восстановлении уменьшается, а атом, молекула или ион, которые принимают электроны, называются окислителем.



Окисление и восстановление — взаимосвязанные процессы.

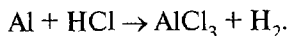
Число электронов, отданных окислителем в ОВР, всегда равно числу электронов, принятых восстановителем.

Важнейшие окислители и восстановители

Окислители	Восстановители
Простые вещества — неметаллы (кислород, галогены и другие), соединения, содержащие элемент в максимальной (KMnO ₄ , K ₂ Cr ₂ O ₇ , K ₂ CrO ₄ , HNO ₃ , H ₂ SO _{4(конц.)}) или промежуточной степени окисления (H ₂ O ₂ , MnO ₂ , Ag ₂ O, NaNO ₂ , «царская водка»), анод при электролизе.	Простые вещества — металлы, H ₂ , C, CO, соединения неметаллов в минимальной степени окисления (S ⁻² , N ⁻³ , Cl ⁻¹ и др.), соединения, содержащие элемент в промежуточной степени окисления (SO ₂ , H ₂ SO ₃ , HNO ₂ , H ₃ PO ₃), альдегиды, спирты, муравьиная кислота, катод при электролизе.

Метод электронного баланса

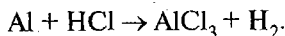
Пример 1. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



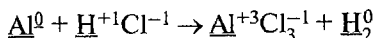
Определите окислитель и восстановитель.

Решение

1. Записать схему реакции, например:



2. Определить степени окисления элементов и найти элементы, которые изменяют степени окисления:

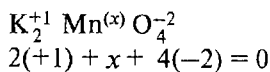


Правила определения степени окисления:

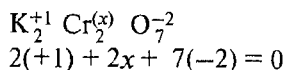
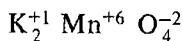
- в простом веществе элемент имеет нулевую степень окисления (K⁰, O₂⁰);
- водород в соединениях (исключение — гидриды металлов NaH⁻, CaH₂⁻¹ и др.) имеет степень окисления +1;
- кислород в соединениях (исключение пероксиды [-1] и F₂O [+2]) имеет степень окисления -2;

— степень окисления металлов в соединениях положительная, у щелочных металлов +1, у щелочноземельных металлов, магния, цинка и кадмия +2, у алюминия +3.

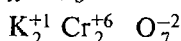
В молекуле сумма степеней окисления всех элементов равна нулю, в ионе алгебраическая сумма степеней окисления равна заряду иона.



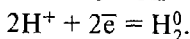
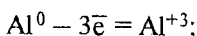
$$x = +6$$



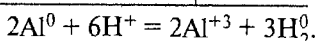
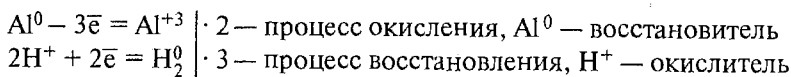
$$x = +6$$



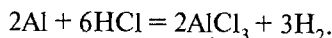
3. Написать уравнения процессов окисления и восстановления. Обязательно учитывать количество атомов элементов, участвующих в процессах:



4. Уравнять число отданных и принятых электронов и определить коэффициенты при окислителе и восстановителе.



5. Перенести полученные коэффициенты с учетом числа атомов элементов, участвующих в процессах, в молекулярное уравнение и, используя закон сохранения массы, уравнять его.



Проверить число атомов каждого элемента в левой и правой частях уравнения:

В левой части

2 атома Al

6 атомов H

6 атомов Cl

=

=

=

В правой части

2 атома Al;

6 атомов H;

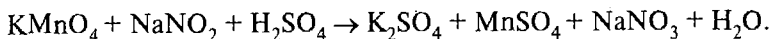
6 атомов Cl.

Вывод: реакция уравнена.

Метод полуреакций (электронно-ионный метод)

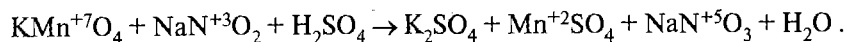
Метод основан на составлении уравнений для процессов окисления и восстановления реально существующих ионов с последующим их суммированием в общее уравнение. Ионы, которые НЕ изменяются в ходе реакции, в уравнениях полуреакций не рассматриваются.

Пример 2. Используя метод полуреакций, составьте уравнение реакции:



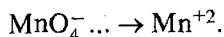
Решение

Вычисляем степени окисления и находим, атомы каких элементов изменили свою степень окисления:

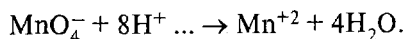


В ходе реакции ионы MnO_4^- восстанавливаются до ионов Mn^{+2} ($\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$), а ионы NO_2^- окисляются до NO_3^- ($\text{N}^{+3} \rightarrow \text{N}^{+5}$).

1. Составляем частное уравнение процесса восстановления окислителя:



Атомы кислорода будут выделяться (связываться) в виде молекул H_2O , поэтому в правую часть добавляем воду, в левую — H^+ и уравниваем число атомов:

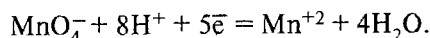


Уравниваем заряды в левой и правой частях уравнения:

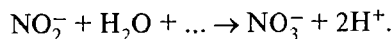
в левой части суммарный заряд $(-1 + 8) = +7$,

в правой — $(+2 + 0) = +2$,

для уравнивания зарядов добавляем 5 моль электронов в левую часть уравнения:



2. Аналогично составляем уравнение процесса окисления восстановителя. Недостающие атомы кислорода введем путем добавления молекулы воды в левую часть уравнения и катионов H^+ — в правую:

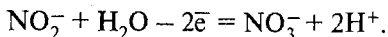


Уравниваем заряды в левой и правой частях уравнения:

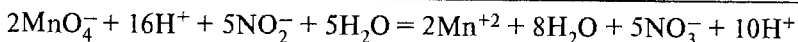
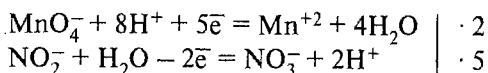
в левой части суммарный заряд $(-1 + 0) = -1$,

в правой $(-1 + 2) = +1$,

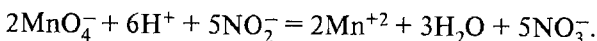
для уравнивания зарядов убираем 2 моль электронов из левой части уравнения;



3. Уравниваем число отданных и принятых электронов, определяем коэффициенты для частных реакций процессов восстановления и окисления и записываем суммарное уравнение:



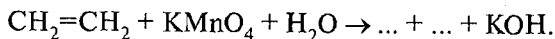
После сокращения ионов и молекул, встречающихся в левой и правой частях уравнения, получаем:



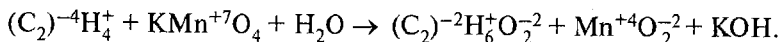
4. Переносим коэффициенты в молекулярное уравнение реакции $2\text{KMnO}_4 + 5\text{NaNO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Окислительно-восстановительные реакции с участием органических веществ

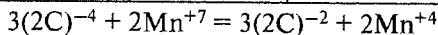
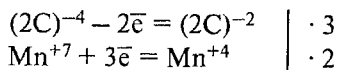
Пример 3. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



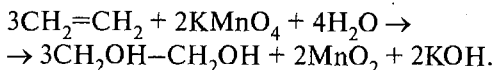
Вычисляем степени окисления, при этом для атомов углерода определяем суммарный заряд в молекуле:



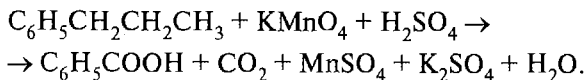
Составляем уравнения процессов окисления и восстановления, рассматривая все атомы углерода как единую группировку, и записываем суммарное уравнение электронного баланса:



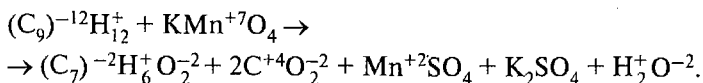
Переносим коэффициенты из уравнения электронного баланса в молекулярное уравнение и уравниваем число всех атомов:



Пример 4. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



Вычисляем степени окисления:



Составляем уравнение электронного баланса. Число электронов в реакции окисления вычисляем как разницу между суммарным зарядом слева и суммарным зарядом справа:

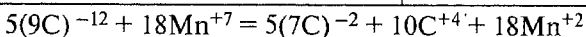
суммарный заряд — слева: -12

суммарный заряд — справа: $-2 + 2 \cdot (+4)$

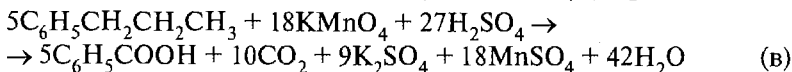
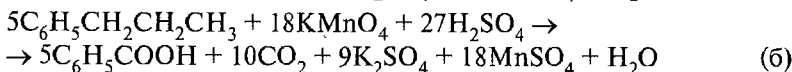
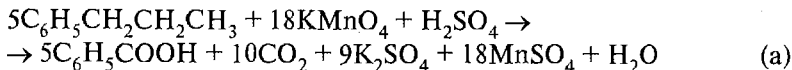
$$(-12) - (-2 + 2 \cdot 4) = -18:$$

$$(9\text{C})^{-12} - 18\bar{e} = (7\text{C})^{-2} + 2\text{C}^{+4} \quad | \cdot 5$$

$$\text{Mn}^{+7} + 5\bar{e} = \text{Mn}^{+2} \quad | \cdot 18$$

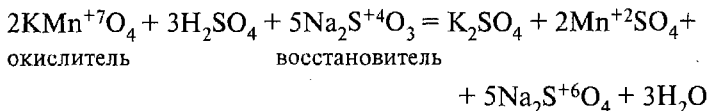


Переносим коэффициенты в молекулярное уравнение и уравниваем число атомов каждого элемента слева и справа, начиная с атомов металлов (уравнение (а)), после этого уравниваем число остатков SO_4 (уравнение (б)) и число атомов кислорода, не входящих в группы SO_4 , и водорода, получая итоговое уравнение (в). Обязательно произведите проверку правильности уравнивания, повторно подсчитав число атомов каждого элемента слева и справа.



Классификация ОВР

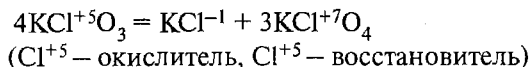
Межмолекулярные ОВР — реакции, в которых окислитель и восстановитель входят в состав разных веществ:



Внутримолекулярные ОВР — реакции, в которых окислитель и восстановитель (атомы разных элементов или атомы одного элемента в разных степенях окисления) находятся в составе одного вещества:

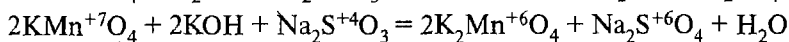
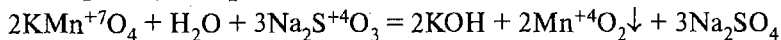
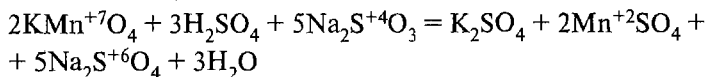
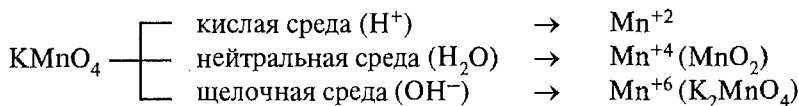
- а) $2\text{KCl}^{+5}\text{O}_3 = 2\text{KCl}^{-1} + 3\text{O}_2^0$
 (Cl^{+5} — окислитель, O^{-2} — восстановитель)
- б) $\text{N}^{-3}\text{H}_4\text{N}^{+3}\text{O}_2 = \text{N}_2^0 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (N^{+3} — окислитель, N^{-3} — восстановитель)

Реакции диспропорционирования — реакции, в которых атомы одного и того же элемента, находящиеся в одной степени окисления и входящие в одно вещество, являются и окислителем, и восстановителем:

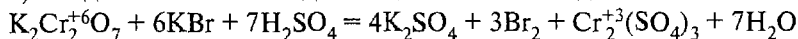


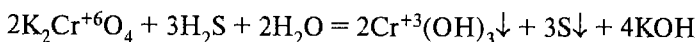
Влияние среды на характер протекания окислительно-восстановительных реакций

1) В кислых, нейтральных и щелочных средах ион Mn^{+7} (KMnO_4) восстанавливается до различных степеней окисления

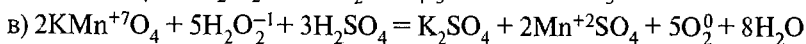
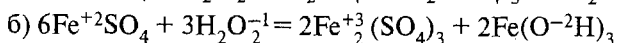
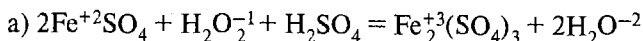


2) Соединения Cr^{+6} всегда восстанавливаются до Cr^{+3}



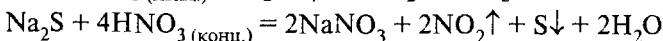
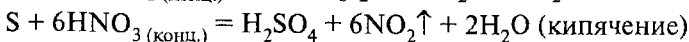
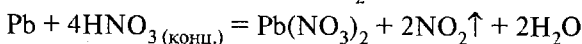


3) Пероксид водорода H_2O_2 при взаимодействии с восстановителями является сильным окислителем (а, б), при взаимодействии с очень сильными окислителями (в) проявляется свойства восстановителя.

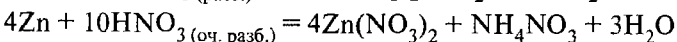
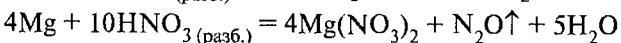
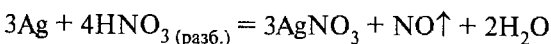


4) Продукты взаимодействия азотной кислоты с различными восстановителями зависят от концентрации кислоты и природы восстановителя.

Концентрированная HNO_3 малоактивными восстановителями (тяжелые металлы, неметаллы и некоторые соединения) восстанавливается преимущественно до N^{+4}O_2 .

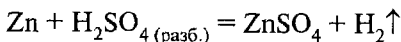


Разбавленная HNO_3 малоактивными металлами восстанавливается до N^{+2}O , активными металлами — до N_2^{+1}O ; очень разбавленная кислота активными металлами восстанавливается до $\text{N}^{-3}\text{H}_4\text{NO}_3$.

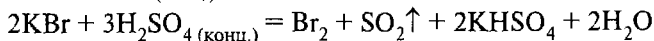
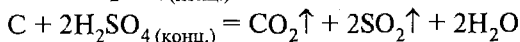
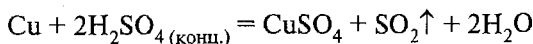


5) Продукты взаимодействия серной кислоты с различными восстановителями зависят от концентрации кислоты и активности восстановителя.

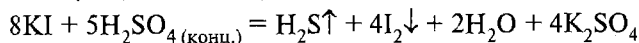
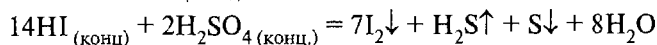
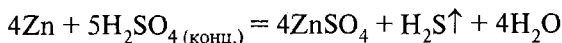
Разбавленная H_2SO_4 взаимодействует с металлами, находящимися в ряду активности левее водорода, с выделением газообразного водорода.



Концентрированная H_2SO_4 малоактивными восстановителями (тяжелые металлы, неметаллы, некоторые сложные вещества) восстанавливается преимущественно до S^{+4}O_2 .



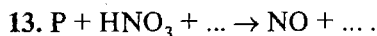
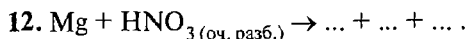
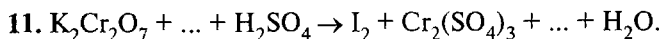
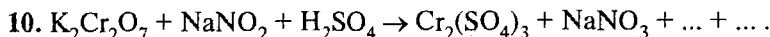
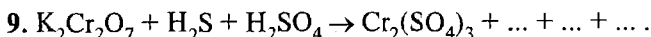
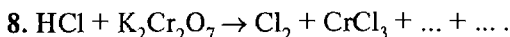
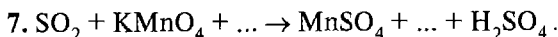
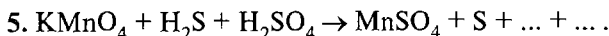
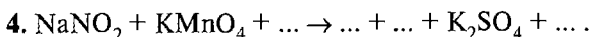
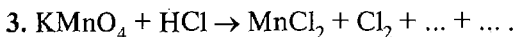
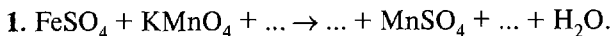
Концентрированная H_2SO_4 более активными восстановителями (активные металлы, сильные восстановители) восстанавливается до H_2S^{-2} или S^0 .



Задания вопроса С1

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции.

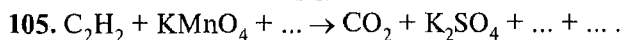
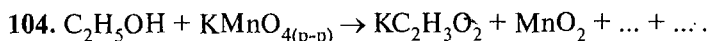
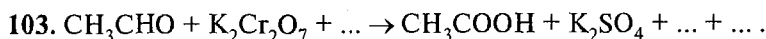
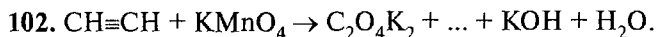
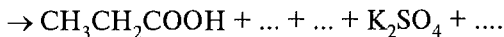
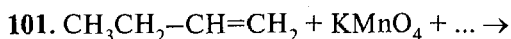
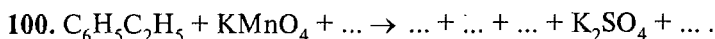
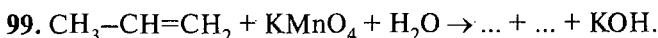
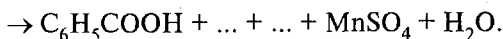
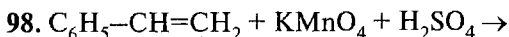
Определите окислитель и восстановитель.



14. $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{S} + \dots + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
15. $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \dots + \dots$.
16. $\text{FeCl}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HCl} + \dots + \dots$.
17. $\text{H}_2\text{S} + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{HCl} + \dots$.
18. $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots + \dots$.
19. $\text{MnSO}_4 + \text{KClO}_3 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots + \dots + \dots$.
20. $\text{NH}_3 + \text{KClO} \rightarrow \text{N}_2 + \dots + \dots$.
21. $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{HClO}_3 + \dots \rightarrow \text{HCl} + \dots$.
22. $\text{P} + \text{HClO}_3 + \dots \rightarrow \text{HCl} + \dots$.
23. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots + \dots$.
24. $\text{NaNO}_2 + \text{NaI} + \dots \rightarrow \text{NO} + \dots + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$.
25. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \dots + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$.
26. $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \dots + \dots$.
27. $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \dots + \dots$.
28. $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \dots + \dots$.
29. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
30. $\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
31. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
32. $\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \dots$.
33. $\text{AlP} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
34. $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \dots + \dots$.
35. $\text{KNO}_2 + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \dots + \dots$.
36. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
37. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \dots + \dots$.
38. $\text{FeSO}_4 + \text{NaMnO}_4 + \dots \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \dots + \dots$.
39. $\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \dots + \dots$.
40. $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots + \dots$.
41. $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \dots \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4$.

42. $\text{PH}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HCl} + \dots$
43. $\text{CrCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots + \text{HCl} + \dots$
44. $\text{MnO}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \dots + \dots$
45. $\text{HCOH} + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots + \dots$
46. $\text{KNO}_2 + \dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots + \text{KOH}$.
47. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$.
48. $\text{FeSO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
49. $\text{NaClO} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NaCl} + \dots + \dots$
50. $\text{KNO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \dots + \dots + \dots$
51. $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \dots$
52. $\text{H}_2\text{S} + \text{HMnO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{MnO}_2 + \dots$
53. $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \dots + \dots$
54. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
55. $\text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
56. $\text{NO} + \text{HClO}_4 + \dots \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HCl}$.
57. $\text{Zn} + \text{KNO}_3 + \dots \rightarrow \text{NH}_3 + \text{K}_2\text{ZnO}_2 + \dots$
58. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Br}_2 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
59. $\text{NO}_2 + \text{P}_2\text{O}_3 + \dots \rightarrow \text{NO} + \text{K}_2\text{HPO}_4 + \dots$
60. $\text{KMnO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{N}_2 + \dots + \dots$
61. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \dots + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$.
62. $\text{NaNO}_2 + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$.
63. $\text{B} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{HBF}_4 + \text{NO}_2 + \dots$
64. $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_4 + \dots + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
65. $\text{NH}_3 + \dots \rightarrow \text{N}_2 + \text{NH}_4\text{Br}$.
66. $\text{PH}_3 + \text{AgNO}_3 + \dots \rightarrow \text{Ag} + \dots + \text{HNO}_3$.
67. $\text{NH}_3 + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \dots + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
68. $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \dots + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
69. $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \dots + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$.

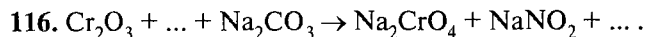
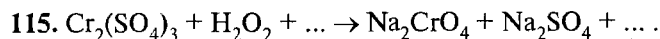
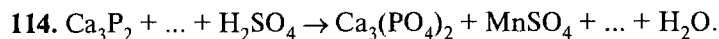
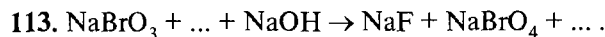
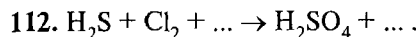
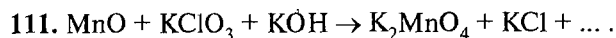
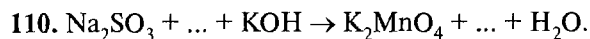
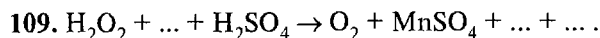
70. $\text{FeS} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{S} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \dots + \dots$
71. $\text{KIO}_3 + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
72. $\text{NaCrO}_2 + \dots + \text{NaOH} \rightarrow \dots + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$.
73. $\text{SO}_2 + \text{KI} + \dots \rightarrow \text{KOH} + \text{I}_2 + \dots$
74. $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{HMnO}_4 + \dots \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2$.
75. $\dots + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \dots$
76. $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CrPO}_4$.
77. $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{NO} + \dots$
78. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KIO}_3 + \dots \rightarrow \dots + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
79. $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \dots \rightarrow \text{HIO}_3 + \dots$
80. $\text{PH}_3 + \text{HMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots + \dots$
81. $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
82. $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 + \dots \rightarrow \text{NO} + \dots$
83. $\text{NO} + \text{KClO} + \dots \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KCl} + \dots$
84. $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots + \dots + \dots$
85. $\text{NaClO}_3 + \text{MnO}_2 + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{NaCl} + \dots$
86. $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots + \text{H}_2\text{O} + \dots$
87. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KNO}_3 + \dots \rightarrow \dots + \text{NO} + \dots + \text{O}_2$.
88. $\text{CuI} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \dots + \text{I}_2 + \dots + \dots$
89. $\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + \dots \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
90. $\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + \dots \rightarrow \dots + \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$.
91. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{S} + \dots$
92. $\text{Na}_2\text{S} + \dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots + \dots$
93. $\text{P} + \text{CuSO}_4 + \dots \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots + \text{Cu}$.
94. $\text{P}_4 + \text{KOH} + \dots \rightarrow \dots + \text{KH}_2\text{PO}_2$.
95. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \dots \rightarrow \dots + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
96. $\text{CrBr}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots + \dots$
97. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \dots + \dots$



106. Какие вещества образуются при повреждении листов оцинкованного железа во влажном атмосферном воздухе? Приведите электронные и молекулярные уравнения протекающих процессов.

107. Какие вещества образуются при коррозии луженого оловом железа при повреждении покрытия в морской воде? Приведите электронные и молекулярные уравнения протекающих процессов.

108. Укажите продукты коррозии железа, покрытого медью, при нарушении целостности покрытия, в растворе соляной кислоты. Приведите электронные и молекулярные уравнения происходящих процессов.



Вопрос С2

РЕАКЦИИ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Формулировка условия задания С2, проверяющего усвоение материала о взаимосвязи неорганических веществ различных классов, в экзаменационной работе 2012 г. предложена в измененном формате. Данные изменения предполагают усиление практической направленности задания, которому отведена роль «мысленного эксперимента». Условия задания включают описание конкретного химического эксперимента, ход которого экзаменуемые должны отразить составлением уравнений соответствующих реакций.

Выполнение задания «мысленного эксперимента» требует знания химических свойств веществ и их названий, условий проведения реакций и сопровождающих их изменений, а также понимания терминологии, используемой при описании опытов. В небольшом по объёму пособии невозможно привести все необходимые сведения о веществах, которые изучаются в школе. Мы попытались систематизировать некоторые данные по неорганической химии в таблицах 1 и 2 и пояснить используемые понятия и названия. В этих же таблицах приведены так называемые «ключевые слова», которые должны ассоциироваться с конкретными уравнениями реакций или свойствами веществ.

Навеска — некоторое взвешенное количество вещества.

«Выпавший осадок отфильтровали и прокалили. В фильтрат добавили...»

Осадок — нерастворимое (в условиях проведения опыта) вещество, которое образуется при осуществлении реакции.

Фильтрование — все вещества, и растворимые, и образовавшиеся нерастворимые, выливают в воронку, в которой находится *фильтр* (бумага, или ткань, или другой пористый материал). *Нерастворимые вещества* задерживаются на фильтре (размер частиц вещества больше, чем размер пор в фильтре) — говорят «*осадок отфильтровали*».

Фильтрат — жидкость, содержащая растворенные вещества, протекает сквозь поры фильтра.

«**Фильтрат (или раствор) упарили**» — жидкость, содержащую растворенные вещества, осторожно нагревают до тех пор, пока не испарится растворитель; естественно, что температура при выпаривании не будет очень высокой (несколько выше температуры кипения жидкости).

«**Осадок (вещество) прокалили**». Вещество нагревали до высокой температуры, при которой оно изменяется и превращается в другие вещества.

«**Смесь веществ сплавил**». Несколько веществ нагрели до температуры плавления или выше и выдержали в этих условиях некоторое время; между веществами, содержащимися в смеси, происходят химические реакции.

«**Через раствор пропустили газообразный ...**». В раствор погрузили трубку, через которую под небольшим избыточным давлением продавливается газообразное вещество (представьте, что вы выдыхаете воздух в воду во время плавания), которое может растворяться или реагировать с веществом(-ами), находящимся(-ися) в растворе. В первоначальный период растворенные вещества будут в избытке по отношению к пропускаемому газу.

«**Вещество растворили ...**». Возможны несколько случаев использования подобного словосочетания. Для простоты будем считать, что речь идет о водных растворах.

- 1) Растворяемое вещество не взаимодействует ни с водой, ни с веществами, содержащимися в растворе (растворение хлорида натрия, серной кислоты, нитрата калия в воде).

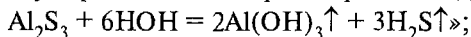
2) Взаимодействие растворяемого вещества с водой очевидно и не вызывает сомнений, например «негашёную известь растворили в воде: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ », и множество других случаев.

3) Взаимодействие растворяемого вещества с веществами, содержащимися в растворе, очевидно и не вызывает сомнения, например:

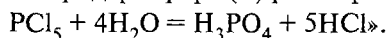
«цинк растворили в соляной кислоте: $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ » и другие реакции.

4) При растворении вещества может происходить гидролиз. В этом случае следует поступать таким образом: если гидролиз вещества происходит полностью, то его учитывают и дальнейшие превращения записывают с учетом продуктов гидролиза, например:

«сульфид алюминия растворили в воде:



«хлорид фосфора (V) растворили в воде:



Если же степень гидролиза небольшая (вещество образовано с участием только одного слабого электролита), то при составлении уравнения дальнейших превращений гидролиз можно не учитывать, например:

«хлорид меди (II) растворили в воде и в полученный раствор добавили раствор щёлочи: $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ ».

Обжиг — длительное нагревание вещества при высокой температуре в присутствии воздуха или кислорода. Если в состав вещества входили окисляющиеся частицы, то произойдет химическая реакция окисления, например обжиг пирита (при получении серной кислоты): $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2\uparrow$.

При «обжиге» извести происходит разложение карбоната кальция без изменения степени окисления: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$.

В заданиях часто, наряду с систематическими названиями веществ, используются тривиальные или технические названия, некоторые из которых приводятся ниже.

- Na_2CO_3 (карбонат натрия) — кальцинированная сода;
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (декагидрат карбоната натрия) — кристаллическая сода;
- NaHCO_3 (гидрокарбонат натрия) — пищевая сода, питьевая сода, двууглекислая сода;
- NaOH (гидроксид натрия) — едкий натр, каустическая сода, каустик;
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (декагидрат сульфата натрия) — глауберова соль;
- Na_2SiO_3 (силикат натрия) — растворимое стекло, жидкое стекло;
- NaNO_3 (нитрат натрия) — чилийская селитра, натриевая селитра;
- $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ или $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ (гексафторалюминат натрия) — криолит;
- NaCl (хлорид натрия) — поваренная соль, каменная соль, пищевая соль;
- K_2CO_3 (карбонат калия) — поташ;
- KOH (гидроксид калия) — едкое кали;
- KClO_3 (хлорат калия) — бертолетова соль;
- K_2SiO_3 (силикат калия) — жидкое стекло, растворимое стекло;
- CaCO_3 (карбонат кальция) — мел, известняк, мрамор;
- CaO (оксид кальция) — негашёная известь;
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (гидроксид кальция) — гашёная известь, белильная известь;
- $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2$ (смесь гипохлорита и хлорида кальция) — хлорная известь;
- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ (смесь дигидрофосфата и сульфата кальция) — простой суперфосфат;
- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (дигидрофосфат кальция) — двойной суперфосфат;
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (дигидрат сульфата кальция) — гипс;
- FeCl_2 (хлорид железа (II)) — хлористое железо;
- FeCl_3 (хлорид железа (III)) — хлорное железо;
- FeS_2 (дисульфид железа (II)) — пирит, железный колчедан, серный колчедан;

- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (гептагидрат сульфата железа (II)) — железный купорос;
 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (гептагидрат сульфата цинка) — цинковый купорос;
 ZnS (сульфид цинка) — цинковая обманка;
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (пентагидрат сульфата меди (II)) — медный купорос;
 $(\text{CuOH})_2 \cdot \text{CO}_3$ (карбонат гидроксомеди (II)) — малахит;
 N_2O (оксид азота (I)) — веселящий газ;
 NO_2 (оксид азота (IV)) — бурый газ;
 NH_4Cl (хлорид аммония) — нашатырь;
 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или NH_4OH^* — гидроксид аммония, нашатырный спирт;
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (смесь дигидрофосфата и гидрофосфата аммония) — аммофос;
 CO (оксид углерода (II)) — угарный газ;
 CO_2 (оксид углерода (IV)) — углекислый газ, угольный ангидрид;
 SO_2 (оксид серы (IV)) — сернистый газ, сернистый ангидрид;
 SO_3 (оксид серы (VI)) — серный ангидрид;
 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ — олеум (раствор SO_3 в концентрированной серной кислоте);
 HF (фтороводород) — плавиковая кислота (раствор HF в воде);
 Al_2O_3 (оксид алюминия) — корунд, боксит, глинозём;
 SiO_2 (оксид кремния (IV)) — горный хрусталь, силикагель, кварц, песок;

* Могут встречаться обе формы записи. Из двух основных причин, которые могут объяснить очень хорошую растворимость (до 700 : 1) аммиака в воде, первая — ионизация по схеме $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ — вследствие ее незначительности не может играть решающей роли. Вторая возможная причина — гидратация молекул NH_3 , которая может осуществляться путем образования водородных связей по двум типам: $\text{NH}_3 \cdot \text{HOH}$ и $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HNNH}_2$; это приводит к образованию молекул $\text{NH}_3 \cdot \text{HOH}$ или NH_4OH , т.е. гидроксиды аммония (которую вовсе необязательно считать ионным соединением). В форме NH_4OH находится более 90% всего растворенного аммиака. Общее представление о равновесиях, имеющих место в водном растворе аммиака, отражает схема $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ (Б. В. Некрасов, гл. IX, § 1, дополнение 23. — Основы общей химии. — М.: Химия, 1965).

CrO_3 (оксид хрома (VI)) — хромовый ангидрид;

MnO_2 (оксид марганца (IV)) — пиролюзит.

Для всех 150 заданий «мысленного эксперимента», представленных в этом пособии, приводится описание процесса поиска решения, то есть описание собственно «мысленного эксперимента»; в большинстве случаев мы старались, наряду с использованием сведений о свойствах конкретных веществ, приводить объяснения, включающие обобщающее описание свойств. Такие объяснения помогут вам выучить материал и научиться использовать имеющиеся знания на практике.

Пример 5. Творожистый осадок белого цвета, полученный при взаимодействии раствора неизвестного вещества с нитратом серебра, отфильтровали. К фильтрату добавили раствор едкого кали. Выпавший осадок бурого цвета отделили и прокалили; остаток смешали с поташом и нагрели до плавления. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

Анализ и решение

Анализируем фразу «Творожистый осадок белого цвета, полученный при взаимодействии раствора неизвестного вещества с нитратом серебра, отфильтровали». Опорные знания («ключевые слова») — **творожистый осадок белого цвета** и **нитрат серебра**. Нерастворимое в воде и кислотах творожистое вещество белого цвета, которое образуется при добавлении AgNO_3 , — хлорид серебра AgCl ; эта реакция является качественной реакцией на хлорид-ионы (см. табл. 1), следовательно, в состав вещества входят ионы Cl^- (уравнение 1).

Анализируем фразу «К фильтрату добавили раствор едкого кали. Выпавший осадок бурого цвета отделили и прокалили ...». Фильтрат — раствор, прошедший через фильтр, который задерживает нерастворимые вещества. «Ключевые слова» — **осадок бурого цвета** (см. табл. 1), то есть образовался $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — нерастворимое вещество бурого цвета, следовательно, в состав вещества входят ионы Fe^{3+} (уравнение 2). Гидроксид железа (III) — амфотерный гидроксид, разлагается при нагревании на оксид металла и воду (уравнение 3).

Анализируем фразу «... остаток смешали с поташом и нагрели до плавления». Поташ — техническое название карбоната калия K_2CO_3 . При сплавлении едких щелочей или карбонатов щелочных металлов с амфотерными оксидами образуются соответствующие соли, в частности, феррит калия (уравнение 4).

- 1) $3AgNO_3 + FeCl_3 = 3AgCl\downarrow + Fe(NO_3)_3$
- 2) $Fe(NO_3)_3 + 3KOH = 3KNO_3 + Fe(OH)_3\downarrow$
- 3) $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$
- 4) $Fe_2O_3 + K_2CO_3 = 2KFeO_2 + CO_2\uparrow$.

Мы надеемся, что поможем вам подготовиться и успешно сдать ЕГЭ по химии.

Таблица 1

Некоторые качественные реакции неорганических соединений и изменения, сопровождающие химические превращения

1	2	3
№	Признак реакции	Уравнения реакций, ключевые слова, ассоциации
1	2	3
1	«Бурый» газ — оксид азота (IV)	Выделяется при окислении NO до NO_2 , взаимодействии тяжелых металлов, неметаллов и некоторых сложных веществ с $HNO_{3(конц.)}$ и разложении нитратов металлов, находящихся в ряду активности правее магния. $2NO + O_2 = 2NO_2$ $Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ $C + 4HNO_{3(конц.)} = CO_2\uparrow + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$ $Fe(NO_3)_2 + 2HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + H_2O$ $2Zn(NO_3)_2 = 2ZnO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$ $2AgNO_3 = 2Ag + NO_2\uparrow + O_2\uparrow$

Продолжение табл. 1

1	2	3
2	Газ с запахом тухлых яиц — сероводород H_2S	Выделяется при взаимодействии сульфидов металлов с кислотами и очень активных металлов и сильных восстановителей с $H_2SO_{4(конц.)}$. $FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S\uparrow$ $4Mg + 5H_2SO_{4(конц.)} = 4MgSO_4 + H_2S\uparrow + 4H_2O$ $8HI + H_2SO_{4(конц.)} = 4I_2\downarrow + H_2S\uparrow + 4H_2O$
3	Газ с резким (характерным) запахом, растворимый в воде — оксид серы (IV) SO_2	Образуется при обжиге серосодержащих веществ и взаимодействии тяжелых металлов и некоторых других восстановителей с $H_2SO_{4(конц.)}$. $S + O_2 = SO_2$ $2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$ $2ZnS + 3O_2 = 2SO_2\uparrow + 2ZnO$ $Cu + 2H_2SO_{4(конц.)} = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$ $C + 2H_2SO_{4(конц.)} = CO_2\uparrow + 2SO_2\uparrow + 2H_2O$
4	Газ с характерным запахом, очень хорошо растворимый в воде — аммиак NH_3	Образуется при синтезе аммиака и взаимодействии солей аммония со щелочами. $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ $NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$
5	Газ, не поддерживающий горение, неядовитый, малорастворимый в воде — азот N_2	Горение и окисление (некаталитическое) азотсодержащих веществ, синтез аммиака и разложение нитрита аммония. $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$ $2NH_3 + 3CuO = N_2 + 3Cu + 3H_2O$ $NH_4NO_2 = N_2\uparrow + 2H_2O$
6	Газ, поддерживающий горение (вспыхивает тлеющая лучинка), — кислород O_2	$C + O_2 = CO_2$
7	Газы, поддерживающие горение (вспыхивает тлеющая лучинка)	Озон, оксиды азота $3C + 2O_3 = 3CO_2$ $C + 2NO_2 = CO_2 + 2NO$

Продолжение табл. 1

1	2	3
8	Окрашивание пламени	Качественная реакция на катионы: бария — жёлто-зелёное; калия — фиолетовое; кальция — кирпично-красное; лития — ярко-красное; натрия — жёлтое; стронция — карминово-красное.
9	Осадок (творожистый) белого цвета, нерастворимый в HNO_3 ; образуется при добавлении AgNO_3	Качественная реакция на хлорид-ионы (соляную кислоту и ее соли): $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$
10	Осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах; образуется при взаимодействии с растворимыми солями бария — BaCl_2 или $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Качественная реакция на серную кислоту и ее соли: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
11	Осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах; образуется при добавлении раствора H_2SO_4 или сульфатов	Качественная реакция на соли бария: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
12	Осадок белого цвета, который образуется при пропускании газа без цвета и запаха через известковую воду и растворяется при пропускании избытка газа или в кислотах	Качественная реакция на CO_2 и карбонаты (соли H_2CO_3): $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
13	Осадок белого цвета, который образуется при пропускании бесцветного газа с резким запахом через известковую воду и растворяется при пропускании избытка газа или в кислотах	Качественная реакция на SO_2 и сульфиты (соли H_2SO_3): $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_3 \downarrow + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ $\text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
14	Осадок белого (светло-зелёного) цвета; образуется при взаимодействии с растворами щелочей	Качественная реакция на соли Fe^{2+} : $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

Продолжение табл. 1

1	2	3
15	Осадок кремового цвета, нерастворимый в HNO_3 ; образуется при взаимодействии с AgNO_3	Качественная реакция на бромид-ионы Br^- : $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgBr} \downarrow$
16	Осадок жёлтого цвета, нерастворимый в HNO_3 ; образуется при взаимодействии с AgNO_3	Качественная реакция на йодид-ионы I^- : $\text{I}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgI} \downarrow$
17	Осадок жёлтого цвета, растворимый в кислотах; образуется при взаимодействии с AgNO_3	Качественная реакция на ортофосфат-ионы PO_4^{3-} : $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$
18	Осадок бурого цвета, образуется при взаимодействии с растворами щелочей	Качественная реакция на соли Fe^{3+} : $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
19	Осадок голубого (синего) цвета, образуется при взаимодействии с растворами щелочей	Качественная реакция на соли Cu^{2+} : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
20	Осадок синего цвета, образуется при взаимодействии с раствором красной кровяной соли	Качественная реакция на соли Fe^{2+} : $3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow$
21	Осадок синего цвета, образуется при взаимодействии с раствором жёлтой кровяной соли	Качественная реакция на соли Fe^{3+} : $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow$
22	Осадок чёрного цвета, образуется при взаимодействии с растворимыми сульфидами (или сероводородом)	Качественная реакция на Fe^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ , Hg^{2+} и некоторые другие: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$
23	Появление запаха аммиака или изменение цвета влажной индикаторной бумаги (посинение влажной лакмусовой бумажки) при взаимодействии вещества со щелочами	Качественная реакция на соли аммония: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
24	Раствор жёлтого цвета	Раствор индикатора метилоранжа окрашивается в жёлтый цвет в нейтральных и щелочных средах

Окончание табл. 1

1	2	3
25	Раствор красного цвета	Растворы индикаторов лакмуса или метилового оранжевого в кислых средах ($\text{pH} < 7$)
26	Раствор малинового цвета	Раствор фенолфталеина в щелочных средах ($\text{pH} > 7$)
27	Раствор синего цвета	Раствор фиолетового лакмуса в щелочных средах
28	Раствор кроваво-красного цвета	Качественная реакция на соли Fe^{3+} с раствором роданида калия KCNS (или роданида аммония NH_4CNS): $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CNS}^- = \text{Fe}(\text{CNS})_3$
29	Осадок белого цвета, который образуется при добавлении щёлочи в раствор и растворяется в избытке щёлочи	Качественная реакция на соли Al^{3+} и Zn^{2+} (амфотерных гидроксидов): а) $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ б) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

Таблица 2

Условия и признаки осуществления некоторых неорганических процессов

№	Вещество	Процесс
1	Железо	Катализатор синтеза аммиака из азота и водорода: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
2	Оксид ванадия (V), V_2O_5	Катализатор окисления SO_2 в SO_3 при получении серной кислоты: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
3	Оксид марганца (IV), MnO_2	Получение хлора из хлороводорода (соляной кислоты): $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2\uparrow + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Катализатор разложения H_2O_2 и KClO_3 с выделением кислорода: $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$

Окончание табл. 2

№	Вещество	Процесс
4	Платина	Катализатор окисления NH_3 до NO при получении азотной кислоты: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
5	Ядовитый газ жёлто-зелёного цвета — хлор Cl_2	Взаимодействие хлороводорода с окислителями (MnO_2 , KMnO_4 и другие) и электролиз растворов и расплавов хлоридов: $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2\uparrow + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$

Задания вопроса С2

1. Раствор, полученный при взаимодействии меди с концентрированной азотной кислотой, выпарили и осадок прокалили. Газообразные продукты реакции разложения полностью поглощены водой, а над твердым остатком пропустили водород. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

2. Простое вещество, полученное при нагревании фосфата кальция с коксом и оксидом кремния, сплавляли с металлическим кальцием. Продукт реакции обработали водой, а выделившийся газ собрали и пропустили через раствор соляной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

3. Осадок, полученный при взаимодействии растворов хлорида железа (III) и нитрата серебра, отфильтровали. Фильтрат обработали раствором едкого кали. Выпавший осадок бурого цвета отделили и прокалили. Полученное вещество при нагревании реагирует с алюминием с выделением тепла и света. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

4. Вещество, полученное на катоде при электролизе расплава хлорида натрия, сожгли в кислороде. Полученный продукт последовательно обработали сернистым газом и раствором гидроксида бария. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

5. Продукты разложения хлорида аммония последовательно пропустили через нагретую трубку, содержащую оксид меди (II), а затем

через склянку с оксидом фосфора (V). Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

6. Оксид марганца (IV) прореагировал при нагревании с концентрированной соляной кислотой. Выделившийся газ пропустили через горячий раствор гидроксида калия. Полученный раствор разделили на две части. К одной части раствора добавили раствор нитрата серебра, в результате чего выпал белый осадок. К другой части раствора прилили раствор йодида натрия, образовался тёмно-бурый осадок. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

7. Вещество, полученное на аноде при электролизе раствора йодида натрия с инертными электродами, прореагировало с сероводородом. Образовавшееся твёрдое вещество сплавляли с алюминием и продукт растворили в воде. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

8. Газ, выделившийся при взаимодействии хлороводородной кислоты с перманганатом калия, реагирует с железом. Продукт реакции растворили в воде и добавили к нему сульфид натрия. Более лёгкое из образовавшихся нерастворимых веществ отделили и ввели в реакцию с горячей концентрированной азотной кислотой. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

9. Сульфид хрома (III) обработали водой, при этом выделился газ и осталось нерастворимое вещество. К этому веществу прибавили раствор едкого натра и пропустили газообразный хлор, при этом раствор приобрёл жёлтое окрашивание. Раствор подкислили серной кислотой, в результате окраска изменилась на оранжевую; через полученный раствор пропустили газ, выделившийся при обработке сульфида водой, и цвет раствора изменился на зелёный. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

10. Получение чёрно-белого изображения при фотографировании основано на разложении соли неизвестного металла под действием света. При растворении этого металла в разбавленной азотной кислоте выделяется бесцветный газ, который на воздухе быстро изменяет свой цвет на бурый, и образуется соль, взаимодействующая с бромидом натрия с образованием творожистого осадка желтоватого цвета. Анионом в соли, используемой в фотографии, является анион

кислоты, которая образуется одновременно с серной кислотой при взаимодействии бромной воды и сернистого газа. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

11. В раствор, полученный при взаимодействии алюминия с разбавленной серной кислотой, по каплям добавляли раствор гидроксида натрия до образования осадка. Выпавший осадок белого цвета отфильтровали и прокалили. Полученное вещество сплавляли с карбонатом натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

12. Через раствор хлорида меди (II) с помощью графитовых электродов пропускали постоянный электрический ток. Выделившийся на катоде продукт электролиза растворили в концентрированной азотной кислоте. Образовавшийся при этом газ собрали и пропустили через раствор гидроксида натрия. Выделившийся на аноде газообразный продукт электролиза пропустили через горячий раствор гидроксида натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

13. Простое вещество, полученное при нагревании смеси фосфата кальция с коксом и оксидом кремния (IV), растворяется в концентрированном растворе едкого кали. Выделяющееся газообразное вещество сожгли, продукты горения пропустили через воду и в полученный раствор добавили нитрат серебра. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

14. Зловонную жидкость, образовавшуюся при взаимодействии бромоводородной кислоты с перманганатом калия, отделили и нагрели с железной стружкой. Продукт реакции растворили в воде и добавили к нему раствор гидроксида цезия. Образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

15. Над поверхностью раствора едкого натра пропускали электрические разряды, при этом воздух окрашивался в бурый цвет, причём окраска через некоторое время исчезала. Полученный раствор осторожно выпарили и установили, что твёрдый остаток представляет собой смесь двух солей. Выдерживание смеси солей на воздухе приводит к образованию одного вещества. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

16. Кальций растворили в воде. При пропускании через полученный раствор сернистого газа образуется осадок белого цвета, который растворяется при пропускании избытка газа. Добавление к полученному раствору щёлочи приводит к образованию осадка белого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

17. При сжигании на воздухе простого вещества жёлтого цвета образуется газ с резким запахом. Этот газ выделяется также при обжиге некоторого минерала, содержащего железо, на воздухе. При действии разбавленной серной кислоты на вещество, состоящее из тех же элементов, что и минерал, но в другом соотношении, выделяется газ с характерным запахом тухлых яиц. При взаимодействии выделившихся газов друг с другом образуется исходное простое вещество. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

18. Газообразный продукт взаимодействия сухой поваренной соли с концентрированной серной кислотой ввели в реакцию с раствором перманганата калия. Выделившийся газ пропустили через раствор сульфида натрия. Выпавший осадок жёлтого цвета растворяется в концентрированном растворе гидроксида натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

19. Газ, образовавшийся при пропускании хлористого водорода через горячий раствор хромата калия, взаимодействует с железом. Продукт реакции растворили в воде и добавили к нему сульфид натрия. Более лёгкое из образовавшихся нерастворимых веществ отделили и ввели в реакцию с концентрированной серной кислотой при нагревании. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

20. Две соли содержат одинаковый катион. Термический распад первой из них напоминает извержение вулкана, при этом выделяется малоактивный бесцветный газ, входящий в состав атмосферы. При взаимодействии второй соли с раствором нитрата серебра образуется белый творожистый осадок, а при нагревании её с раствором щёлочи выделяется бесцветный ядовитый газ с резким запахом; этот газ может быть получен также при взаимодействии нитрида магния с водой. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

21. К раствору сульфата алюминия добавили избыток раствора гидроксида натрия. В полученный раствор небольшими порциями

прибавляли соляную кислоту, при этом наблюдали образование объёмного осадка белого цвета, который растворился при дальнейшем прибавлении кислоты. В образовавшийся раствор прилили раствор карбоната натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

22. Над поверхностью налитого в колбу раствора едкого натра пропускали электрические разряды, при этом воздух в колбе окрашивался в бурый цвет, который исчезал через некоторое время. Полученный раствор осторожно выпарили и установили, что твёрдый остаток представляет собой смесь двух солей. При нагревании этой смеси выделяется газ и остаётся единственное вещество. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

23. Оксид цинка растворили в растворе хлороводородной кислоты и раствор нейтрализовали, добавляя едкий натр. Выделившееся студенистое вещество белого цвета отделили и обработали избытком раствора щёлочи, при этом осадок полностью растворился. Нейтрализация полученного раствора кислотой, например, азотной, приводит к повторному образованию студенистого осадка. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

24. Вещество, полученное на катоде при электролизе расплава хлорида меди (II), реагирует с серой. Полученный продукт обработали концентрированной азотной кислотой и выделившийся газ пропустили через раствор гидроксида бария. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

25. Смесь ортофосфата кальция, кокса и песка нагревали в электрической печи. Один из продуктов этой реакции может самовоспламеняться на воздухе. Твёрдый продукт горения этого вещества при нагревании растворили в воде и через полученный раствор пропустили газообразный аммиак. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

26. Вещество, полученное на катоде при электролизе раствора хлорида железа (II), сплавляли с серой и продукт этой реакции подвергли обжигу. Образовавшийся газ пропустили через раствор гидроксида бария. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

27. В нагретую концентрированную серную кислоту внесли медную проволоку и выделяющийся газ пропустили через избыток

раствора едкого натра. Раствор осторожно выпарили, твёрдый остаток растворили в воде и нагрели с порошкообразной серой. Непрореагировавшую серу отделили фильтрованием и к раствору прибавили серную кислоту, при этом наблюдали образование осадка и выделение газа с резким запахом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

28. После кратковременного нагревания неизвестного порошкообразного вещества оранжевого цвета начинается самопроизвольная реакция, которая сопровождается изменением цвета на зелёный, выделением газа и искр. Твёрдый остаток смешали с едким кали и нагрели, полученное вещество внесли в разбавленный раствор соляной кислоты, при этом образовался осадок зелёного цвета, который растворяется в избытке кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

29. Две соли окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Одна из них бесцветна, и при лёгком нагревании её с концентрированной серной кислотой отгоняется жидкость, в которой растворяется медь; последнее превращение сопровождается выделением бурого газа. При добавлении к раствору второй соли раствора серной кислоты жёлтая окраска раствора изменяется на оранжевую, а при нейтрализации полученного раствора щёлочью восстанавливается первоначальный цвет. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

30. Раствор хлорида железа (III) подвергли электролизу с графитовыми электродами. Осадок бурого цвета, образовавшийся в качестве побочного продукта электролиза, отфильтровали и прокалили. Вещество, образовавшееся на катоде, растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании. Продукт, выделившийся на аноде, пропустили через холодный раствор гидроксида калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

31. Газ, выделившийся при взаимодействии хлористого водорода с бертолетовой солью, ввели в реакцию с алюминием. Продукт реакции растворили в воде и добавили гидроксид натрия до прекращения выделения осадка, который отделили и прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

32. Неизвестная соль бесцветна и окрашивает пламя в жёлтый цвет. При лёгком нагревании этой соли с концентрированной серной кислотой отгоняется жидкость, в которой растворяется медь; последнее превращение сопровождается выделением бурого газа и образованием соли меди. При термическом распаде обеих солей одним из продуктов разложения является кислород. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

33. Вещество, полученное на аноде при электролизе расплава йодида натрия с инертными электродами, выделили и ввели во взаимодействие с сероводородом. Газообразный продукт последней реакции растворили в воде и к полученному раствору добавили хлорное железо. Образовавшийся осадок отфильтровали и обработали горячим раствором гидроксида натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

34. Газы, которые выделяются при нагревании угля в концентрированных азотной и серной кислотах, смешали друг с другом. Продукты реакции пропустили через известковое молоко. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

35. Смесь железного порошка и твёрдого продукта, полученного при взаимодействии сернистого газа и сероводорода, нагрели без доступа воздуха. Полученный продукт подвергли обжигу на воздухе. Образовавшееся твёрдое вещество реагирует с алюминием с выделением большого количества тепла. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

36. Вещество чёрного цвета получили, прокаливая осадок, который образуется при взаимодействии растворов гидроксида натрия и сульфата меди (II). При нагревании этого вещества с углем получают металл красного цвета, который растворяется в концентрированной серной кислоте. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

37. Простое вещество, смесь которого с бертолетовой солью используется в спичках и воспламеняется при трении, сожгли в избытке кислорода. Твёрдое вещество белого цвета, образовавшееся в результате сгорания, растворили в избытке раствора гидроксида натрия. Полученная при этом соль с раствором нитрата серебра образует

осадок ярко-жёлтого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

38. Цинк растворили в избытке очень разбавленной азотной кислоты и в полученный раствор добавили избыток щёлочи, получив прозрачный раствор. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

39. Раствор, полученный при пропускании сернистого газа через бромную воду, нейтрализовали гидроксидом бария. Выпавший осадок отделили, смешали с коксом и прокалили. При обработке продукта прокаливания хлороводородной кислотой выделяется газ с запахом тухлых яиц. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

40. Вещество, образующееся при добавлении цинкового порошка в раствор хлористого железа, отделили фильтрованием и растворили в горячей разбавленной азотной кислоте. Раствор упарили, твёрдый остаток прокалили и выделившиеся газы пропустили через раствор гидроксида натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

41. Газ, выделившийся при нагревании раствора хлористого водорода с оксидом марганца (IV), ввели во взаимодействие с алюминием. Продукт реакции растворили в воде и добавили сначала избыток раствора гидроксида натрия, а затем соляную кислоту (избыток). Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

42. Смесь двух бесцветных, не имеющих цвета и запаха, газов А и Б пропустили при нагревании над катализатором, содержащим железо, и образующимся при этом газом В нейтрализовали раствор бромоводородной кислоты. Раствор выпарили и остаток нагрели с едким кали, в результате выделился бесцветный газ В с резким запахом. При сжигании газа В на воздухе образуются вода и газ А. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

43. Сернистый газ пропустили через раствор перекиси водорода. Из образовавшегося раствора выпарили воду и к остатку добавили магниевую стружку. Выделяющийся газ пропустили через раствор медного купороса. Выпавший осадок чёрного цвета отделили и подвергли обжигу. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

44. Порошок железа растворили в разбавленной серной кислоте. В раствор добавили концентрированную перекись водорода,

в результате раствор приобрёл желтоватую окраску. К образовавшемуся раствору прилили раствор сульфида калия, в результате выпал осадок. На полученный осадок подействовали разбавленным раствором соляной кислоты, при этом часть осадка растворилась. Нерастворившаяся часть осадка имела жёлтый цвет. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

45. При обжиге некоторого минерала А, состоящего из двух элементов, образуется газ, имеющий характерный резкий запах и обесцвечивающий бромную воду с образованием в растворе двух сильных кислот. При взаимодействии вещества Б, состоящего из тех же элементов, что и минерал А, но в другом соотношении, с концентрированной хлороводородной кислотой выделяется ядовитый газ с запахом тухлых яиц. При взаимодействии выделившихся газов друг с другом образуются простое вещество жёлтого цвета и вода. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

46. Вещество, выделяющееся на катоде при электролизе расплава хлорида натрия, сожгли в кислороде. Полученный продукт поместили в газометр, наполненный углекислым газом. Образовавшееся вещество добавили в раствор хлорида аммония и раствор нагрели. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

47. Азотную кислоту нейтрализовали пищевой содой, нейтральный раствор осторожно выпарили и остаток прокалили. Образовавшееся вещество внесли в подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия, при этом раствор обесцветился. Азотсодержащий продукт реакции поместили в раствор едкого натра и добавили цинковую пыль, при этом выделился газ с резким характерным запахом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

48. При взаимодействии раствора соли А со щёлочью было получено студенистое нерастворимое в воде вещество голубого цвета, которое растворили в бесцветной жидкости Б с образованием раствора синего цвета. Твёрдый продукт, оставшийся после осторожного выпаривания раствора, прокалили; при этом выделились два газа, один из которых бурого цвета, а второй входит в состав атмосферного воздуха, и осталось твёрдое вещество чёрного цвета, которое растворяется в жидкости Б с образованием вещества А. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

49. Белый фосфор растворяется в растворе едкого кали с выделением газа с чесночным запахом, который самовоспламеняется на воздухе. Твёрдый продукт реакции горения прореагировал с едким натром в таком соотношении, что в образовавшемся веществе белого цвета содержится один атом водорода; при прокаливании последнего вещества образуется пирофосфат натрия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

50. На раствор хлорного железа подействовали раствором едкого натра, выпавший осадок отделили и нагрели. Твёрдый продукт реакции смешали с кальцинированной содой и прокалили. К оставшемуся веществу добавили нитрат и гидроксид натрия и длительное время нагревали при высокой температуре. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

51. Газ, выделившийся при взаимодействии раствора хлористого водорода с перманганатом калия, пропустили через раствор тетрагидроксоалюмината натрия. Образовавшийся осадок отфильтровали, прокалили и твёрдый остаток обработали соляной кислотой. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

52. Азотоводородную смесь нагрели до температуры 500°C и под высоким давлением пропустили над железом. Продукты реакции пропускали через раствор азотной кислоты до его нейтрализации. Образовавшийся раствор осторожно выпарили, твёрдый остаток прокалили и выделившийся при этом газ пропустили над медью при нагревании, в результате образовалось твёрдое вещество чёрного цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

53. Гидроксид хрома (III) обработали соляной кислотой. В полученный раствор добавили поташ, выделившийся осадок отделили и внесли в концентрированный раствор едкого кали, в результате осадок растворился. После добавления избытка соляной кислоты был получен раствор зелёного цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

54. Вещество, полученное на аноде при электролизе раствора йодида натрия с инертными электродами, ввели в реакцию с калием. Продукт реакции нагрели с концентрированной серной кислотой

и выделившийся газ пропустили через горячий раствор хромата калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

55. Оксид двухвалентного железа нагрели с разбавленной азотной кислотой. Раствор осторожно выпарили, твёрдый остаток растворили в воде, в получившийся раствор внесли железный порошок и через некоторое время профильтровали. К фильтрату добавили раствор едкого кали, выпавший осадок отделили и оставили на воздухе, при этом цвет вещества изменился. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

56. Одно из веществ, образующихся при сплавлении оксида кремния с магнием, растворяется в щёлочи. Выделяющийся газ ввели в реакцию с серой, а продукт их взаимодействия обработали хлором. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

57. Твёрдое вещество, образующееся при взаимодействии сернистого газа и сероводорода, при нагревании взаимодействует с алюминием. Продукт реакции растворили в разбавленной серной кислоте и в образовавшийся раствор добавили поташ. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

58. Неизвестный металл сожгли в кислороде. Продукт реакции, взаимодействуя с углекислым газом, образует два вещества: твёрдое, которое взаимодействует с раствором соляной кислоты с выделением углекислого газа, и газообразное простое вещество, поддерживающее горение угля. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

59. Продукт взаимодействия азота и лития обработали водой. Выделившийся в результате реакции газ смешали с избытком кислорода и при нагревании пропустили над платиной; образовавшаяся газовая смесь имела бурый цвет. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

60. Медную стружку растворили в разбавленной азотной кислоте и раствор нейтрализовали едким кали. Выделившееся вещество голубого цвета отделили, прокалили (цвет вещества изменился на чёрный), смешали с коксом и повторно прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

61. Фосфор сожгли в избытке хлора, образующееся твёрдое вещество смешали с фосфором и нагрели. Продукт реакции обработали

небольшим количеством воды, при этом выделялся бесцветный газ с резким запахом. Раствор добавили к подкисленному серной кислотой раствору перманганата калия, который в результате реакции обесцветился. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

62. Хлористое железо обработали при нагревании концентрированной азотной кислотой и раствор осторожно выпарили. Твёрдый продукт растворили в воде, добавили к полученному раствору поташ и выпавший осадок отделили и прокалили. Над полученным веществом пропустили при нагревании газообразный водород. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

63. Неизвестная соль при взаимодействии с раствором нитрата серебра образует осадок белого цвета и окрашивает пламя горелки в жёлтый цвет. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с этой солью образуется ядовитый газ, хорошо растворимый в воде. В полученном растворе растворяется железо, при этом выделяется очень лёгкий бесцветный газ, который используется для получения металлов, например, меди, из их оксидов. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

64. Силицид магния обработали раствором хлороводородной кислоты и выделяющийся газ сожгли. Твёрдый продукт реакции смешали с кальцинированной содой, смесь нагрели до плавления и выдержали некоторое время. После охлаждения продукт реакции (широко используется под названием «жидкое стекло») растворили в воде и обработали раствором серной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

65. Газовую смесь аммиака и большого избытка воздуха пропустили при нагревании над платиной и продукты реакции через некоторое время поглотили раствором едкого натра. После выпаривания раствора был получен единственный продукт. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

66. К раствору хлорного железа добавили кальцинированную соду и выпавший осадок отделили и прокалили. Над полученным веществом пропустили при нагревании угарный газ и твёрдый продукт последней реакции ввели во взаимодействие с бромом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

67. Продукт взаимодействия серы с алюминием (реакция протекает при нагревании) растворили в холодной разбавленной соляной кислоте и в раствор добавили кальцинированную соду. Образовавшийся осадок отделили, смешали с едким натром и нагрели. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

68. Хлорид кремния (IV) нагревали в смеси с водородом. Продукт реакции смешали с магниевым порошком, нагрели и обработали водой; одно из образующихся веществ самовоспламеняется на воздухе. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

69. Через избыток раствора едкого кали пропустили бурый газ в присутствии большого избытка воздуха. В образовавшийся раствор добавили магниевую стружку и нагрели; выделившимся газом нейтрализовали азотную кислоту. Полученный раствор осторожно выпарили, твёрдый продукт реакции прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

70. Железную окалину растворили в концентрированной азотной кислоте при нагревании. Раствор осторожно выпарили и продукт реакции растворили в воде. К полученному раствору добавили железный порошок, через некоторое время раствор отфильтровали и фильтрат обработали раствором едкого кали, в результате выделился осадок светло-зелёного цвета, который быстро темнел на воздухе. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

71. К раствору кальцинированной соды добавили раствор хлорида алюминия, выделившееся вещество отделили и внесли в раствор едкого натра. В образовавшийся раствор по каплям прибавляли раствор хлороводородной кислоты до прекращения образования осадка, который отделили и прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

72. В раствор нитрата ртути (II) добавили медную стружку. После окончания реакции раствор профильтровали и фильтрат по каплям прибавляли к раствору, содержащему едкий натр и гидроксид аммония. При этом наблюдали кратковременное образование осадка, который растворялся с образованием раствора ярко-синего цвета. При добавлении в полученный раствор избытка раствора серной

кислоты происходило изменение цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

73. Продукт взаимодействия фосфида магния с водой сожгли и продукты реакции поглотили водой. Образовавшееся вещество используется в промышленности для получения двойного суперфосфата из фосфорита. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

74. Соль, полученную при взаимодействии оксида цинка с серной кислотой, прокалили при 800°C . Твёрдый продукт реакции обработали концентрированным раствором щёлочи и через полученный раствор пропустили углекислый газ. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

75. К раствору хлорного железа добавили железный порошок и через некоторое время раствор профильтровали. К фильтрату добавили гидроксид натрия, выделившийся осадок отделили и обработали перекисью водорода. К полученному веществу добавили избыток раствора едкого кали и бром; в результате протекания реакции окраска брома исчезла. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

76. Оксид меди (I) обработали концентрированной азотной кислотой, раствор осторожно выпарили и твёрдый остаток прокалили. Газообразные продукты реакции пропустили через большое количество воды и в образовавшийся раствор добавили магниевую стружку, в результате выделился газ, используемый в медицине. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

77. Сернистый газ пропустили через раствор перекиси водорода. Раствор упарили и в оставшуюся жидкость добавили медную стружку. Выделившийся газ смешали с газом, который образуется при взаимодействии сульфида железа (II) с раствором бромоводородной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

78. При добавлении в охлаждённый раствор соли жёлтого цвета, окрашивающей пламя в фиолетовый цвет, разбавленной соляной кислоты окраска изменилась на оранжево-красную. После нейтрализации раствора концентрированной щёлочью цвет раствора вернулся к первоначальному. При добавлении в полученный раствор хлорида бария выпадает осадок жёлтого цвета. Осадок отфильтровали

и в фильтрат добавили раствор нитрата серебра. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

79. Силицид магния обработали раствором соляной кислоты, продукт реакции сожгли, образовавшееся твёрдое вещество смешали с кальцинированной содой и нагрели до плавления. После охлаждения расплава его обработали водой и к полученному раствору добавили азотную кислоту. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

80. Нерастворимое вещество, образующееся при добавлении в раствор хлористого железа едкого натра, отделили и растворили в разбавленной серной кислоте. В полученный раствор добавили цинковую пыль, выделившийся осадок отфильтровали и растворили в концентрированной соляной кислоте. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

81. Нитрат алюминия прокалили, продукт реакции смешали с кальцинированной содой и прокалили. Образовавшееся вещество растворили в азотной кислоте и полученный раствор нейтрализовали раствором аммиака, при этом наблюдали выделение объёмного студенистого осадка. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

82. Нитрид магния обработали избытком воды. При пропускании выделяющегося газа как через бромную воду или через нейтральный раствор перманганата калия, так и при его сжигании образуется один и тот же газообразный продукт. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

83. Хлорная вода имеет запах хлора. При подщелачивании запах исчезает, а при добавлении в полученный раствор соляной кислоты — становится более сильным, чем был ранее. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

84. Твёрдое вещество, образующееся при нагревании малахита, нагрели в атмосфере водорода. Продукт реакции обработали концентрированной серной кислотой и, после отделения от серной кислоты, внесли в раствор хлорида натрия, содержащий медные опилки, в результате образовался осадок. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

85. Фосфин пропустили через горячий раствор концентрированной азотной кислоты. Раствор упарили и остаток нейтрализовали негашёной известью. Выпавший осадок отделили, смешали с коксом и кремнезёмом и прокалили. Продукт реакции, который светится в темноте, нагрели в концентрированном растворе едкого натра. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

86. Железный порошок растворили в большом количестве разбавленной серной кислоты, через полученный раствор пропустили воздух и добавили сульфид аммония. Образовавшуюся нерастворимую соль отделили и растворили в горячем растворе концентрированной азотной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

87. Бесцветные газы выделяются при выдерживании концентрированной серной кислоты как с хлоридом натрия, так и с йодидом натрия. При пропускании этих газов через водный раствор аммиака образуются соли. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

88. Магний порошок смешали с кремнием и нагрели. Продукт реакции обработали холодной водой и выделяющийся газ пропустили через горячую воду. Образовавшийся осадок отделили, смешали с едким натром и нагрели до плавления. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

89. Один из продуктов взаимодействия аммиака с бромом — газ, входящий в состав атмосферы, смешали с водородом и нагрели в присутствии платины. Образовавшуюся смесь газов пропустили через раствор соляной кислоты и к полученному раствору добавили при небольшом нагревании нитрит калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

90. Соль, полученную при растворении меди в разбавленной азотной кислоте, подвергли электролизу, используя графитовые электроды. Вещество, выделившееся на аноде, ввели во взаимодействие с натрием, а полученный продукт реакции поместили в сосуд с углекислым газом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

91. Неизвестное вещество А растворяется в концентрированной соляной кислоте, процесс растворения сопровождается выделением газа с запахом тухлых яиц; после нейтрализации раствора щёлочью образуется объёмный осадок белого (светло-зелёного) цвета. При

обжиге вещества А образуются два оксида. Один из них — газ, имеющий характерный резкий запах и обесцвечивающий бромную воду с образованием в растворе двух сильных кислот. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

92. Магний нагрели в сосуде, наполненном газообразным аммиаком. Образовавшееся вещество растворили в концентрированном растворе бромоводородной кислоты, раствор выпарили и остаток нагревали до исчезновения запаха, после чего добавили раствор щёлочи. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

93. К раствору сульфата трёхвалентного хрома добавили кальцинированную соду. Выделившийся осадок отделили, перенесли в раствор едкого натра, добавили бром и нагрели. После нейтрализации продуктов реакции серной кислотой раствор приобретает оранжевую окраску, которая исчезает после пропускания через раствор сернистого газа. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

94. Негашёную известь прокалили с избытком кокса. Продукт реакции после обработки водой используется для поглощения сернистого и углекислого газов. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

95. На сульфид двухвалентного железа действовали раствором соляной кислоты, выделяющийся газ собрали и сожгли в воздухе. Продукты реакции пропустили через избыток раствора едкого кали, после чего в образовавшийся раствор добавили раствор перманганата калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

96. Твёрдый продукт термического разложения малахита растворили при нагревании в концентрированной азотной кислоте. Раствор осторожно выпарили и твёрдый остаток прокалили, получив вещество чёрного цвета, которое нагрели в избытке аммиака (газ). Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

97. Красный фосфор сожгли в атмосфере хлора. Продукт реакции обработали небольшим количеством воды и в раствор при нагревании добавили порошкообразный цинк. Выделяющийся газ пропустили над нагретым оксидом железа (II). Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

98. Серебристо-серый металл, который притягивается магнитом, внесли в горячую концентрированную серную кислоту и нагрели. Раствор охладили и добавили едкий натр до прекращения образования аморфного осадка бурого цвета. Осадок отделили, прокалили и растворили в концентрированной соляной кислоте при нагревании. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

99. Магниевую стружку нагревали в атмосфере азота и продукт реакции последовательно обработали кипящей водой, растворами серной кислоты и нитрата бария. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

100. При термическом разложении соли А в присутствии диоксида марганца образовались бинарная соль Б и газ, поддерживающий горение и входящий в состав воздуха; при нагревании этой соли без катализатора образуются соль Б и соль высшей кислородсодержащей кислоты. При взаимодействии соли А с соляной кислотой выделяется жёлто-зелёный ядовитый газ (простое вещество) и образуется соль Б. Соль Б окрашивает пламя в фиолетовый цвет; при её взаимодействии с раствором нитрата серебра выпадает осадок белого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

101. Осадок, полученный при добавлении в раствор сульфата алюминия каустической соды, отделили, прокалили, смешали с кальцинированной содой и нагрели до плавления. После обработки остатка серной кислотой была получена исходная соль алюминия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

102. Вещество, образующееся при сплавлении магния с кремнием, обработали водой, в результате образовался осадок и выделился бесцветный газ. Осадок растворили в соляной кислоте, а газ пропустили через раствор перманганата калия, при этом образовались два нерастворимых в воде бинарных вещества. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

103. Вещество, полученное при нагревании железной окалины в атмосфере водорода, внесли в горячую концентрированную серную кислоту и нагрели. Полученный раствор выпарили, остаток растворили в воде и обработали раствором хлорида бария. Раствор профильтровали и в фильтрат внесли медную пластинку, которая

через некоторое время растворилась. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

104. Негашёную известь «погасили» водой. В полученный раствор пропустили газ, который выделяется при кальцинировании гидрокарбоната натрия, при этом наблюдали образование и последующее растворение осадка. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

105. Смесь азота и водорода последовательно пропустили над нагретой платиной и через раствор серной кислоты. В раствор добавили хлорид бария и после отделения выпавшего осадка — известковое молоко и нагрели. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

106. Некоторое количество сульфида цинка разделили на две части. Одну из них обработали соляной кислотой, а другую подвергли обжигу на воздухе. При взаимодействии выделившихся газов образовалось простое вещество жёлтого цвета. Полученное вещество нагрели с концентрированной азотной кислотой, при этом выделился бурый газ. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

107. Раствор средней соли, образующейся при пропускании сернистого газа через раствор щёлочи, на длительное время оставили на воздухе. Твёрдое вещество, образующееся после выпаривания раствора, смешали с коксом и нагрели до высокой температуры. При добавлении к твёрдому продукту реакции соляной кислоты выделяется газ с запахом тухлых яиц. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

108. К порошкообразному веществу чёрного цвета добавили раствор разбавленной серной кислоты и нагрели. В полученный раствор голубого цвета приливали раствор едкого натра до прекращения выделения осадка. Осадок отфильтровали и нагрели. Продукт реакции нагревали в атмосфере водорода, в результате чего получилось вещество красного цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

109. Красный фосфор сожгли в атмосфере хлора и к продукту реакции добавили небольшое количество (несколько капель) воды. Выделяющийся газ растворили в избытке воды, в полученный раствор добавили железный порошок и газообразный продукт реакции

пропустили над нагретой, окисленной до оксида меди (II), медной пластинкой. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

110. Раствор хлорида железа (III) подвергли электролизу с графитовыми электродами. Осадок бурого цвета, образовавшийся при электролизе, отфильтровали и растворили в горячем концентрированном растворе гидроксида натрия, после чего добавили такое количество серной кислоты, которое необходимо для образования прозрачного раствора. Продукт, выделившийся на аноде, пропустили через горячий раствор гидроксида калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

111. В раствор кристаллической соды добавили хлорид алюминия, выделившийся осадок отделили и обработали раствором едкого натра. Полученный раствор нейтрализовали азотной кислотой, выделившийся осадок отделили и прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

112. Аммиак смешали с большим избытком воздуха, нагрели в присутствии платины и через некоторое время поглотили водой. Медная стружка, добавленная в полученный раствор, растворяется с выделением бурого газа. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

113. При добавлении раствора кислоты А к диоксиду марганца происходит выделение ядовитого газа жёлто-зелёного цвета. Пропустив выделившийся газ через горячий раствор едкого кали, получают вещество, которое используется при изготовлении спичек и некоторых других зажигательных составов. При термическом разложении последнего в присутствии диоксида марганца образуется соль, из которой при взаимодействии с концентрированной серной кислотой можно получить исходную кислоту А, и бесцветный газ, входящий в состав атмосферного воздуха. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

114. Продукт взаимодействия кремния с хлором легко гидролизуется. При сплавлении твёрдого продукта гидролиза как с каустической, так и с кальцинированной содой остаётся одно и то же вещество. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

115. К раствору, полученному при растворении железа в горячей концентрированной соляной кислоте, прибавили едкий натр.

Выделившийся осадок отделили, на длительное время оставили на воздухе, после чего растворили в разбавленной соляной кислоте. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

116. При нагревании вещества оранжевого цвета оно разлагается; среди продуктов разложения — бесцветный газ и твёрдое вещество зелёного цвета. Выделившийся газ реагирует с литием даже при небольшом нагревании. Продукт последней реакции взаимодействует с водой, при этом выделяется газ с резким запахом, который может восстанавливать металлы, например медь, из их оксидов. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

117. Газ с запахом тухлых яиц пропустили через концентрированную серную кислоту при комнатной температуре. Образовавшийся осадок отделили и обработали горячей концентрированной азотной кислотой; выделяющийся газ растворили в большом количестве воды и в полученный раствор добавили кусочек меди. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

118. Соль, полученную при растворении железа в горячей концентрированной серной кислоте, обработали избытком раствора гидроксида натрия. Выпавший бурый осадок отфильтровали и прокалили. Полученное вещество сплавляли с железом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

119. В концентрированную серную кислоту добавили металлический цинк. Образовавшуюся соль выделили, растворили в воде и в раствор добавили нитрат бария. После отделения осадка в раствор внесли магниевую стружку, раствор профильтровали, фильтрат выпарили и прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

120. Неизвестное вещество красного цвета нагрели в хлоре и продукт реакции растворили в воде. В полученный раствор добавили щёлочь, выпавший осадок голубого цвета отфильтровали и прокалили. При нагревании продукта прокаливания, который имеет чёрный цвет, с коксом было получено исходное вещество красного цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

121. Йод нагревали с избытком фосфора и продукт реакции обработали небольшим количеством воды. Газообразный продукт реакции полностью нейтрализовали раствором едкого натра и добавили

в полученный раствор нитрат серебра. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

122. Железо сожгли в хлоре. Продукт реакции растворили в воде и в раствор внесли железные опилки. Через некоторое время раствор профильтровали и в фильтрат добавили сульфид натрия. Выделившийся осадок отделили и обработали 20%-ной серной кислотой, получив почти бесцветный раствор. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

123. Газ, выделяющийся при нагревании твёрдой поваренной соли с концентрированной серной кислотой, пропустили через раствор перманганата калия. Газообразный продукт реакции поглотили холодным раствором едкого натра. После добавления в полученный раствор йодоводородной кислоты появляется резкий запах и раствор приобретает тёмную окраску. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

124. Через раствор, полученный при гашении извести, пропустили газ, который образуется при получении негашёной извести из известняка; в результате выделяется белый осадок. При действии уксусной кислоты на полученный осадок выделяется тот же газ, который образуется при прокаливании карбоната кальция. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

125. Вещество красного цвета, которое используется в производстве спичек, сожгли в избытке воздуха и продукт реакции при нагревании растворили в большом количестве воды. После нейтрализации полученного раствора пищевой содой в него добавили нитрат серебра. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

126. Через раствор бромида натрия пропустили газ, выделяющийся при взаимодействии соляной кислоты с перманганатом калия. После окончания реакции раствор выпарили, остаток растворили в воде и подвергли электролизу с графитовыми электродами. Газообразные продукты реакции смешали друг с другом и осветили, в результате произошёл взрыв. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

127. Газ, образующийся при сгорании кокса, длительное время соприкасался с раскалённым углем. Продукт реакции последовательно

пропустили через слой нагретой железной руды и негашёную известь. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

128. При взаимодействии гидроксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль. Соль высушили и прокалили. Твёрдый остаток подвергли электролизу в расплавленном криолите. Полученный металл нагрели с концентрированным раствором, содержащим нитрат и гидроксид натрия, при этом выделился газ с резким запахом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

129. Вещества А и Б окрашивают пламя в жёлтый цвет. При взаимодействии раствора вещества А с соляной кислотой выделяется бесцветный газ с неприятным запахом, образующий осадок чёрного цвета при пропускании через раствор нитрата свинца (II). При нагревании раствора вещества Б с концентрированной соляной кислотой окраска раствора сменяется с жёлтой на зелёную и выделяется ядовитый газ жёлто-зеленого цвета с характерным резким запахом. При добавлении к раствору вещества Б нитрата бария выпадает осадок желтого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

130. К пиролюзиту осторожно прибавили раствор соляной кислоты и выделяющийся газ пропустили в химический стакан, наполовину наполненный холодным раствором едкого кали. После окончания реакции стакан накрыли картонкой и оставили, при этом стакан освещали солнечные лучи; через некоторое время в стакан внесли тлеющую лучинку, которая ярко вспыхнула. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

131. Осадок, полученный при взаимодействии раствора соли алюминия и щёлочи, прокалили. Продукт реакции растворили в концентрированном горячем растворе щёлочи. Через полученный раствор пропустили углекислый газ, в результате чего образовался осадок. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

132. Чёрный порошок, который образовался при длительном нагревании металла красного цвета в избытке воздуха, растворили в 10%-ной серной кислоте и получили раствор голубого цвета. В раствор добавили щёлочь и выпавший осадок отделили и растворили в избытке концентрированного раствора аммиака. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

133. К твёрдому веществу, которое образуется при сжигании фосфора в избытке хлора, добавили фосфор и смесь нагрели. Продукт реакции обработали небольшим количеством горячей воды и в полученный раствор добавили подкисленный серной кислотой раствор перманганата калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

134. Через баритовую воду пропускали углекислый газ. В полученный раствор добавили гидроксид бария, продукт реакции отделили и растворили в ортофосфорной кислоте. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

135. Нитрат цинка прокалили, продукт реакции при нагревании обработали раствором едкого натра. Через образовавшийся раствор пропустили углекислый газ до прекращения выделения осадка, после чего обработали избытком концентрированного нашатырного спирта, при этом осадок растворился. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

136. В двух сосудах находятся растворы неизвестных веществ. При добавлении к раствору первого вещества хлорида бария выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в воде и кислотах. Осадок белого цвета выпадает также и при добавлении раствора нитрата серебра к пробе, отобранной из второго сосуда. При нагревании пробы первого раствора с гидроксидом натрия выделяется газ с резким запахом. При взаимодействии второго раствора с хроматом натрия выпадает осадок жёлтого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

137. Сернистый газ растворили в воде и раствор нейтрализовали, добавляя едкий натр. В образовавшийся раствор добавили перекись водорода и после окончания реакции — серную кислоту. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

138. Цинк растворили в очень разбавленной азотной кислоте, полученный раствор осторожно выпарили и остаток прокалили. Продукты реакции смешали с коксом и нагрели. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

139. Вещества, выделяющиеся на катоде и аноде при электролизе раствора йодида натрия с графитовыми электродами, реагируют друг с другом. Продукт реакции взаимодействует с концентрированной

серной кислотой с выделением газа, который пропустили через раствор гидроксида калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

140. Вещество, которое образуется при электролизе боксита в расплавленном криолите, растворяется как в растворе соляной кислоты, так и в растворе щёлочи с выделением одного и того же газа. При смешивании полученных растворов образуется объёмный осадок белого цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

141. К оксиду свинца (IV) при нагревании добавили концентрированную соляную кислоту. Выделяющийся газ пропустили через нагретый раствор едкого кали. Раствор охладили, соль кислородсодержащей кислоты отфильтровали и высушили. При нагревании полученной соли с соляной кислотой выделяется ядовитый газ, а при нагревании её в присутствии диоксида марганца — газ, входящий в состав атмосферы. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

142. Бурый осадок, полученный при взаимодействии сульфита натрия с водным раствором перманганата калия, отфильтровали и обработали концентрированной серной кислотой. Выделяющийся газ при нагревании реагирует с алюминием, а образующееся вещество — с раствором соляной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

143. Кальций нагрели в атмосфере водорода. Продукт реакции обработали водой, выделяющийся газ пропустили над нагретым оксидом цинка, а в раствор добавили кальцинированную соду. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

144. Нитрат серебра прокалили и твёрдый продукт реакции нагрели в кислороде при повышенном давлении. Образовавшееся вещество растворяется в избытке концентрированного нашатырного спирта. При пропускании через полученный раствор сероводорода образуется осадок чёрного цвета. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

145. Серебро растворили в концентрированной азотной кислоте. Выделившийся газ пропустили над нагретым порошком цинка. Образовавшееся твёрдое вещество добавили к концентрированному

раствору гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили избыток сероводорода, при этом наблюдали образование белого осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

146. Несколько гранул цинка внесли в сосуд с концентрированной серной кислотой. Выделяющийся газ пропустили через раствор ацетата свинца (II), осадок отделили, подвергли обжигу и образовавшийся газ ввели во взаимодействие с водным раствором перманганата калия. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

147. Несколько гранул цинка растворили при нагревании в растворе едкого натра. В полученный раствор небольшими порциями добавляли азотную кислоту до образования осадка. Осадок отделили, растворили в разбавленной азотной кислоте, раствор осторожно выпарили и остаток прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

148. Газ, выделяющийся при растворении меди в концентрированной азотной кислоте, может взаимодействовать как с газом, выделяющимся при обработке меди горячей концентрированной серной кислотой, так и с медью. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

149. Раствор хлорида железа (III) подвергли электролизу с графитовыми электродами. Выделившийся осадок бурого цвета (побочный продукт электролиза) отфильтровали, прокалили и сплавляли с веществом, образовавшимся на катоде. Другое, также выделившееся на катоде, вещество ввели в реакцию с продуктом, выделившимся при электролизе на аноде; реакция протекает при освещении и со взрывом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

150. Газ, полученный при обработке нитрида магния водой, пропустили над раскалённым порошком оксида меди (II). Полученное при этом твёрдое вещество растворили в концентрированной серной кислоте, раствор выпарили и остаток прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

Вопрос СЗ

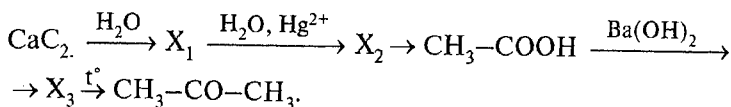
РЕАКЦИИ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ УГЛЕВОДОРОДОВ И КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Выполнение задания СЗ предполагает углубленное изучение свойств органических веществ и понимание взаимосвязей между различными классами и группами веществ. В задании СЗ необходимо составить уравнения реакций последовательных превращений органических веществ. Поиск решения включает рассмотрение:

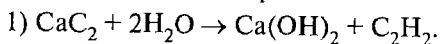
- а) общих свойств класса (группы) органических веществ;
- б) общих способов получения веществ;
- в) специфических свойств некоторых конкретных веществ.

Пример 6.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

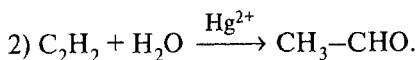


Цепочка превращений начинается с карбида кальция CaC_2 . Это вещество применяется только для получения ацетилена C_2H_2 , следовательно, вещество X_1 — ацетилен $\text{CH}\equiv\text{CH}$:

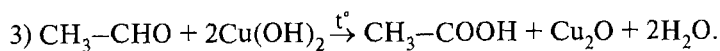


Строение вещества X_2 устанавливаем в результате сопоставления следующих рассуждений:

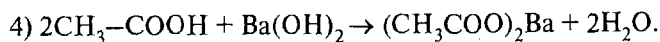
- а) органические кислоты получают окислением альдегидов и гидролизом сложных эфиров или тригалогенпроизводных, следовательно, вещество X_2 может быть альдегидом (уксусным альдегидом), сложным эфиром уксусной кислоты или 1,1,1-тригалогенэтаном;
- б) ацетилен присоединяет воду в присутствии солей ртути с образованием уксусного альдегида (ацетальдегида, этаналь):



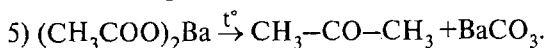
Альдегиды окисляются до карбоновых кислот при взаимодействии с Ag_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, O_2 и другими окислителями, следовательно, X_2 — ацетальдегид.



Гидроксид бария $\text{Ba}(\text{OH})_2$ — растворимое основание (щёлоч), должно вступать с кислотами, как неорганическими, так и органическими, в реакцию нейтрализации:



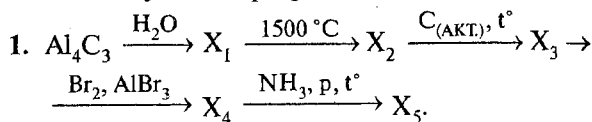
Кальциевые и бариевые соли карбоновых кислот при нагревании разлагаются с образованием соответствующего карбоната и кетона:



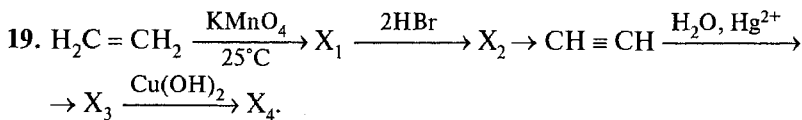
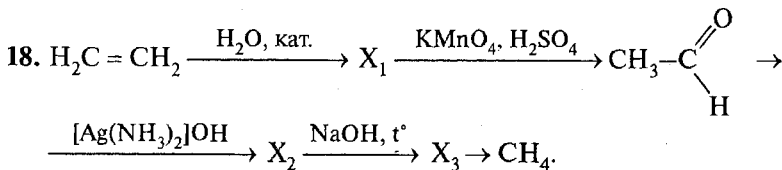
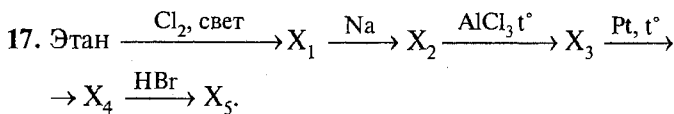
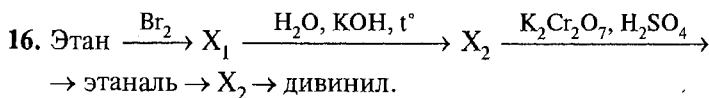
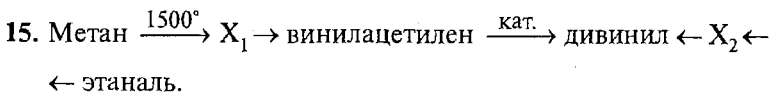
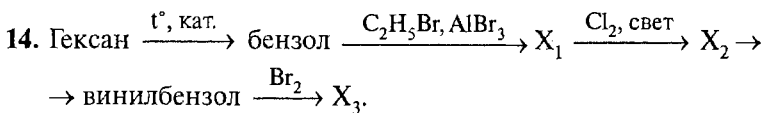
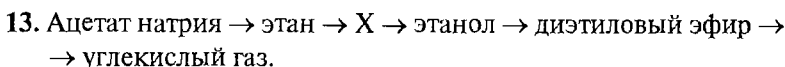
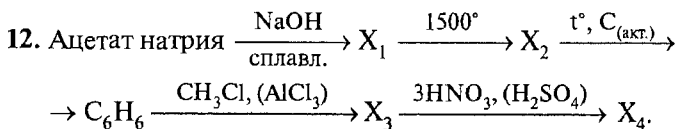
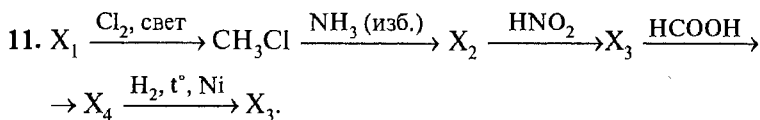
Каждое составленное уравнение в этом задании оценивается в 1 балл, поэтому, если вы можете написать не все уравнения, а только некоторые из них, обязательно запишите их в бланке ответов.


Задания вопроса С3

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



2. $\text{Al}_4\text{C}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{X}_1 \xrightarrow{t^\circ} \text{X}_2 \rightarrow \text{этаналь} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{KMnO}_4} \text{X}_3 \rightarrow \text{X}_1.$
3. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{HCHO} \xrightarrow{\text{H}_2 \text{ кат.}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{Na}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{HCl}} \rightarrow \text{X}_1 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_3.$
4. $\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{X}_1 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{Cl}, \text{AlCl}_3} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}^+} \rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, \text{H}^+} \text{X}_4.$
5. $\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{X}_1 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{винилацетилен} \xrightarrow{\text{изб. H}_2, \text{кат.}} \rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{\text{O}_2, t^\circ, \text{кат.}} \text{этановая кислота} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{X}_3.$
6. $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{Br}_2} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{KOH}, \text{H}_2\text{O}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{дивинил}.$
7. $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{HNO}_3, t^\circ} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{H}_2, t^\circ, \text{кат.}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{HBr}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_2 \rightarrow \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_3\text{Br}} \text{X}_4.$
8. $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{Br}_2, 40^\circ\text{C}} \text{X}_2 \rightarrow \rightarrow \text{1,4-дибромбутан} \xrightarrow{\text{KOH (водн.)}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_4.$
9. $n\text{-C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{X}_1 \rightarrow \text{1,4-дибромбутен-2} \xrightarrow{\text{NaOH (водн.)}} \rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{Na}} \text{X}_4.$
10. $\text{X}_1 \xrightarrow{\text{Br}_2, \text{свет}} \text{CH}_3\text{Br} \xrightarrow{\text{NH}_3 \text{ (изб.)}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{HNO}_2} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{CuO}, t^\circ} \rightarrow \text{H}_2\text{CO} \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_4.$

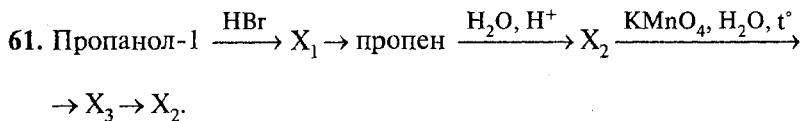
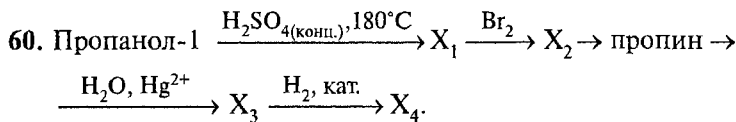
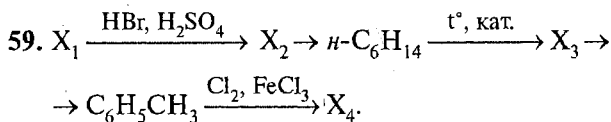
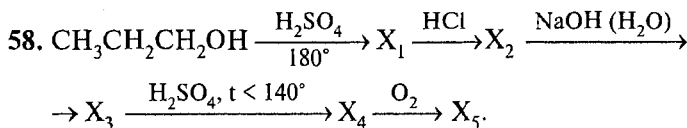
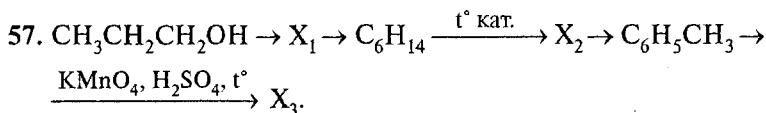
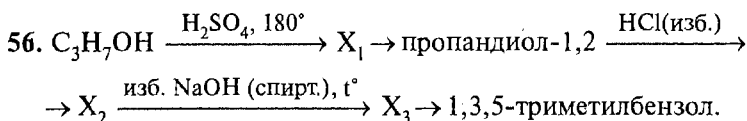
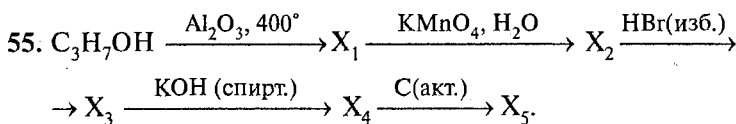
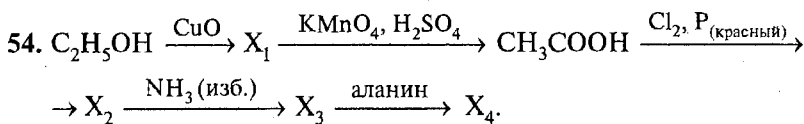


20. $C_2H_4 \rightarrow C_2H_4Cl_2 \xrightarrow{\text{изб. KOH (спирт.), } t^\circ} X_1 \xrightarrow{t^\circ, C_{\text{(акт.)}}} X_2 \rightarrow$
 $\xrightarrow{CH_3Cl, AlCl_3} X_3 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4, t^\circ} C_6H_5COOH.$
21. 2-метилбутен-1 $\xrightarrow{HBr} X_1 \xrightarrow{KOH \text{ (спирт.), } t^\circ} X_2 \xrightarrow{Br_2} X_3 \xrightarrow{Zn} X_4$
 $\rightarrow X_5 \xrightarrow{\text{полимеризация}} X_5.$
22. Этен $\rightarrow C_2H_4Br_2 \rightarrow X_1 \xrightarrow{t^\circ, C_{\text{(акт.)}}} X_2 \xrightarrow{\frac{C_2H_4}{AlCl_3}} X_3 \xrightarrow{\frac{KMnO_4}{H_2SO_4}} X_4.$
23. $C_2H_2 \xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}} X_1 \xrightarrow{\frac{KMnO_4}{H_2SO_4}} X_2 \xrightarrow{\frac{Cl_2}{\text{кат.}}} X_3 \xrightarrow{NH_3 \text{ изб.}} X_4 \rightarrow N_2.$
24. $C_2H_2 \xrightarrow{t^\circ, C_{\text{(акт.)}}} X_1 \xrightarrow{Cl_2, \text{кат.}} X_2 \rightarrow \text{толуол} \rightarrow$
 $\xrightarrow{1 \text{ моль } HNO_3(H_2SO_4)} X_3 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4, t^\circ} X_4.$
25. $C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \xrightarrow{CH_3Cl, AlCl_3} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4, t^\circ} X_2$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{C_2H_5OH, H^+} X_3 \rightarrow \text{бензоат калия}.$
26. $HC \equiv CH \xrightarrow{H_2O(Hg^{2+})} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H^+} CH_3COOH \xrightarrow{NaOH} X_2$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{CH_3I} X_3 \xrightarrow{H_2O(H^+)} \text{уксусная кислота}.$
27. $C_2H_2 \rightarrow X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H^+} CH_3COOH \rightarrow X_2 \rightarrow$
 $\rightarrow CH_4 \xrightarrow{\text{конц. } HNO_3, t^\circ} X_3.$
28. $C_2H_2 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow C_6H_5CH_3 \rightarrow O_2N$  $CH_3 \rightarrow$
 $\xrightarrow{KMnO_4, (H^+)} X_3.$

29. $C_2H_2 \xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}} X_1 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7, H_2SO_4} CH_3COOH \rightarrow$
 $\xrightarrow{Cl_2, P_{(красный)}} X_2 \xrightarrow{изб. NH_3} X_3 \rightarrow N_2.$
30. $CH_3C \equiv CAg \xrightarrow{HCl} X_1 \xrightarrow{HBr(изб.)} X_2 \rightarrow X_1 \xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}}$
 $\rightarrow \text{ацетон} \xrightarrow{H_2, \text{кат.}} X_3.$
31. $C_2H_2 \rightarrow \text{бензол} \rightarrow \text{этилбензол} \xrightarrow{Cl_2, \text{свет}} X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{полистирол}.$
32. $X_1 \xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}} (CH_3)_2CO \xrightarrow{H_2, \text{кат.}} X_2 \rightarrow (CH_3)_2CHBr \rightarrow$
 $\xrightarrow{KOH(\text{спирт.}), t^\circ} X_3 \rightarrow X_1.$
33. Этин $\xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} CH_3COOH \xrightarrow{Cl_2, \text{кат.}} X_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{глицин} \xrightarrow{Ba(OH)_2} X_3.$
34. $C_6H_6 \xrightarrow{C_2H_5Cl, AlCl_3, t^\circ} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} X_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{изопропилбензоат} \rightarrow C_6H_5CH_2OH \xrightarrow{HCl} X_3.$
35. $C_6H_6 \xrightarrow{C_2H_5Cl, AlCl_3} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} X_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$
 $\rightarrow C_6H_6 \xrightarrow{HNO_3, H_2SO_4} X_3 \rightarrow C_6H_5NH_2.$
36. $C_6H_6 \rightarrow \text{кумол} \xrightarrow{KMnO_4, H^+} X_1 \xrightarrow{1 \text{ моль } HNO_3, H_2SO_4}$
 $\rightarrow X_2 \xrightarrow{Fe, HCl(p-p)} X_3 \xrightarrow{NaOH(изб.)} X_4.$

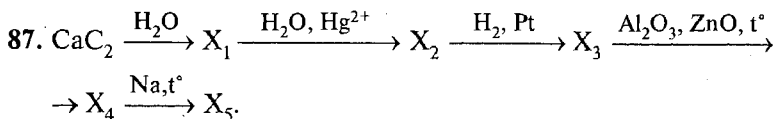
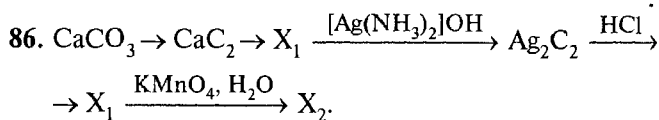
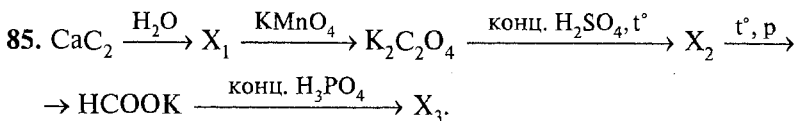
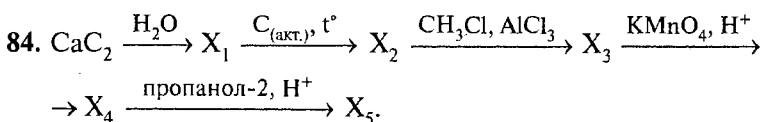
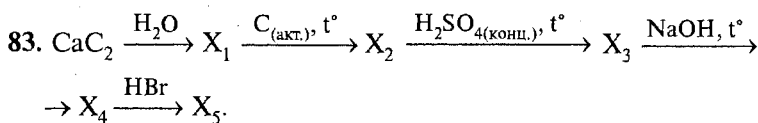
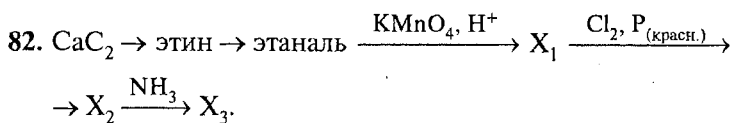
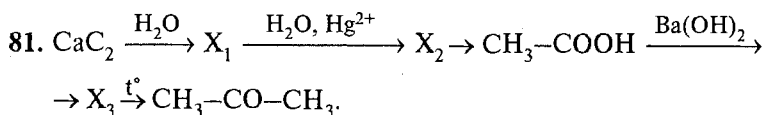
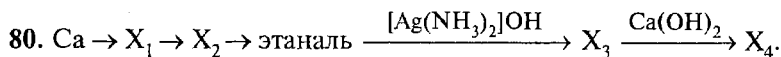
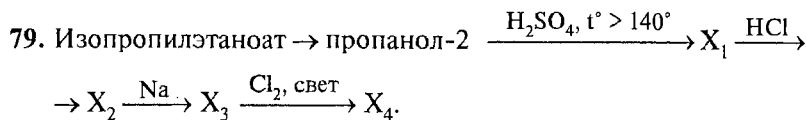
37. $C_6H_6 \xrightarrow{C_2H_5Br, \text{кат.}} X_1 \xrightarrow{Br_2, \text{свет}} X_2 \xrightarrow{NaOH (\text{водн.})} X_3 \xrightarrow[t > 170^\circ C]{H_2SO_4} X_4 \xrightarrow{\text{полимеризация}} X_5.$
38. Толуол $\xrightarrow{Cl_2, \text{свет}} X_1 \xrightarrow{NaOH (\text{водн.})} X_2 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} C_6H_5-COOH \xrightarrow{Na} X_3 \xrightarrow[\text{сплавливание}]{NaOH (\text{тв.})} X_4.$
39. $CH_3Cl \rightarrow X_1 \rightarrow C_2H_5NO_2 \rightarrow C_2H_5NH_2 \xrightarrow{HCl} X_2 \xrightarrow{KOH} X_3.$
40. $C_2H_5Cl \rightarrow C_3H_8 \xrightarrow{Pt, t^\circ} X_1 \xrightarrow{KMnO_4, H_2O} X_2 \xrightarrow{HBr (\text{изб.})} X_3 \xrightarrow{\text{изб. KOH (спирт.), } t^\circ} X_4.$
41. $CH_3CHCl_2 \rightarrow CH_3CHO \xrightarrow{H_2, t^\circ, \text{кат.}} X_1 \xrightarrow{NH_3, 300^\circ, \text{кат.}} C_2H_5-NH_2 \xrightarrow{CO_2 + H_2O} X_2 \xrightarrow{t^\circ} X_3.$
42. $C_2H_4Br_2 \xrightarrow{KOH (\text{спирт.}), t^\circ} X_1 \xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}} X_2 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} CH_3COOH \xrightarrow{Cl_2, \text{свет}} X_3 \rightarrow H_2NCH_2COOH.$
43. $CH_2BrCH_2CH_2Br \xrightarrow{Zn} X_1 \xrightarrow{HBr, t^\circ} X_2 \rightarrow \text{пропен} \xrightarrow{KMnO_4, H_2O} X_3 \xrightarrow{HBr (\text{изб.})} X_4.$
44. $CH_3CH_2CH_2Br \xrightarrow{Na} X_1 \xrightarrow{Pt, t^\circ} X_2 \xrightarrow{CH_3Cl, AlCl_3} X_3 \xrightarrow{KMnO_4, H^+} X_4 \xrightarrow{CH_3OH, H^+} X_5.$
45. 1-бромпропан $\xrightarrow{Na} X_1 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} X_2 \xrightarrow{AlCl_3, CH_3Cl} X_3 \xrightarrow{KMnO_4, H_2SO_4} C_6H_5COOH \xrightarrow{NaOH} X_4.$

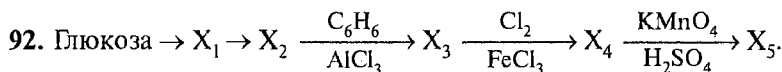
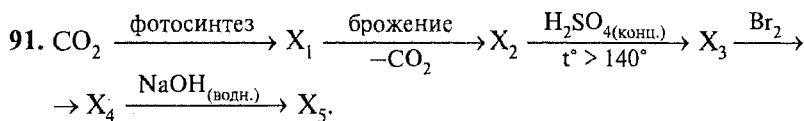
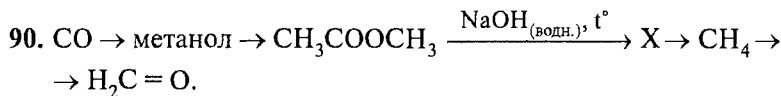
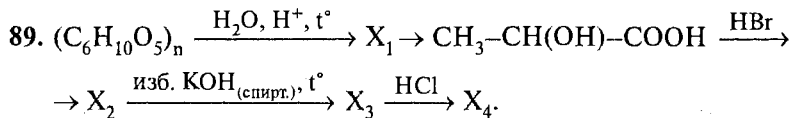
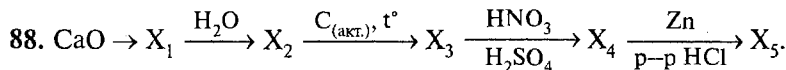
46. 2-хлорбутан $\xrightarrow{\text{NaOH(спирт.)}, t^\circ}$ $X_1 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4, t^\circ}$ $X_2 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{Cl}_2 (\text{P}_{\text{красн.}}, t^\circ)}$ $X_3 \rightarrow$ аминокислота \rightarrow
 бутанол-2, кат., $t^\circ \rightarrow X_4$.
47. 1-хлорпропан $\xrightarrow{\text{Na}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ}$ $X_2 \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}, \text{AlCl}_3}$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4}$ $X_4 \xrightarrow{\text{PCl}_5}$ X_5 .
48. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{Br} \rightarrow X_1 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}, t^\circ}$ $\text{CH}_3\text{COOK} \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{KOH (сплав.)}}$ $X_2 \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} \xrightarrow{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}}$ X_3 .
49. 1-хлорбутан $\xrightarrow{\text{NaOH(спирт.)}, t^\circ}$ $X_1 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4}$
 \rightarrow пропионовая кислота \rightarrow изопропилпропионат \rightarrow
 $\xrightarrow{\text{NaOH(водн.)}, t^\circ}$ $X_2 \xrightarrow{\text{NaOH}_{\text{(тв.)}}, \text{сплав.}}$ X_3 .
50. $\text{CH}_3\text{ONa} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ $X_1 \rightarrow$ метилбромид $\xrightarrow{\text{Na}, t^\circ}$ $X_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}}$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{PdCl}_2}$ этаналь.
51. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3, 400^\circ}$ $X_1 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}}$ $X_2 \xrightarrow{\text{HBr(изб.)}}$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{\text{изб. KOH (спирт.)}, t^\circ}$ $X_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}$.
52. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{HBr}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{KOH (спирт.)}, t^\circ}$ $X_2 \xrightarrow{\text{кат.}}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{Br}_2 \text{ свет}}$ $X_3 \xrightarrow{\text{KOH (спирт.)}, t^\circ}$ X_4 .
53. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{HBr}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{Mg, эфир}}$ $X_2 \xrightarrow{\text{CO}_2}$ $X_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ $X_4 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{Br}_2, \text{P}_{\text{красный}}}$ X_5 .



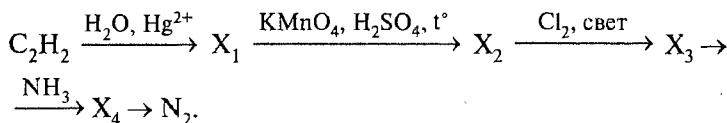
62. Этанол $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 (200^\circ\text{C})}$ $X_1 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$ $X_2 \xrightarrow{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}}$
 $\rightarrow \text{Ag}_2\text{C}_2 \xrightarrow{\text{HCl}}$ $X_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}}$ X_3 .
63. Этанол $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}), t > 140^\circ\text{C}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{Br}_2}$ $X_2 \xrightarrow{\text{KOH} (\text{спирт.}), t^\circ}$
 $\rightarrow X_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{Hg}^{2+}}$ $X_4 \xrightarrow{\text{Ag}_2\text{O}, \text{NH}_4\text{OH}}$ X_5 .
64. Этиленгликоль $\xrightarrow{\text{HCl} (\text{изб.}), t^\circ}$ $X_1 \xrightarrow{\text{изб. KOH} (\text{спирт.}), t^\circ}$ $X_2 \xrightarrow{\text{C} (\text{акт.}), t^\circ}$
 $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{FeCl}_3}$ $X_3 \xrightarrow{\text{изб. NaOH}, t^\circ, \text{p}}$ X_4 .
65. $\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{KOH}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{электролиз}}$ $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{Br}_2, \text{свет}}$
 $\rightarrow X_2 \xrightarrow{\text{NaOH} (\text{водн.}), t^\circ}$ $X_3 \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$.
66. Ацетальдегид $\xrightarrow{\text{H}_2, \text{кат.}}$ $X_1 \rightarrow \text{бромэтан} \rightarrow \text{бутан} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$
 $\xrightarrow{+2\text{Br}_2}$ X_3 .
67. Ацетальдегид $\xrightarrow{\text{NaMnO}_4, \text{NaOH}}$ ацетат натрия $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$
 $\rightarrow X_1 \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, t^\circ, \text{H}^+}$ $X_2 \rightarrow \text{ацетат кальция} \xrightarrow{t^\circ}$ X_3 .
68. Пропаналь $\xrightarrow{\text{H}_2, \text{Pt}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{HCl}}$ $X_2 \xrightarrow{\text{Na}, t^\circ}$ $X_3 \xrightarrow{\text{Pt}, t^\circ}$
 $\rightarrow X_4 \xrightarrow{\text{Br}_2, \text{AlCl}_3}$ X_5 .
69. Этаналь \rightarrow ацетат калия $\rightarrow \text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ}$ $X_1 \rightarrow \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}), t^\circ}$ X_2 .

70. Этаналь $\xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{KOH}}$ CH_3COOK $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$
 $\rightarrow \text{X}_1 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}, \text{H}^+}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2}$ $\text{X}_3 \xrightarrow{t^\circ}$ X_4 .
71. $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})}$ $\text{X}_1 \rightarrow$ метанол $\xrightarrow{\text{HCl}}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{Na}, t^\circ}$
 $\rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{HNO}_3(\text{разб.}), t^\circ}$ X_4 .
72. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 \rightarrow \text{X}_1 \xrightarrow{\text{электролиз}}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{Br}_2, \text{свет}}$ $\text{X}_3 \rightarrow$
 $\xrightarrow{\text{NaOH}(\text{водн.})}$ $\text{X}_4 \rightarrow$ бутадиен-1,3.
73. $\text{X}_1 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ этилацетат $\rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}, t^\circ}$ $\text{X}_3 \rightarrow$ этин.
74. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CO} \xrightarrow{\text{H}_2}$ $\text{X}_1 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{COOH}}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}(\text{водн.}), t^\circ}$
 $\rightarrow \text{X}_3 \rightarrow \text{CH}_4$.
75. $\text{X}_1 \xrightarrow{\text{конц. H}_3\text{PO}_4}$ $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ}$ $\text{X}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{CuO}, t^\circ}$
 $\rightarrow \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4}$ X_4 .
76. Бутилацетат $\xrightarrow{\text{NaOH}(\text{водн.}), t^\circ}$ $\text{X}_1 \rightarrow \text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{кат.}}$
 \rightarrow винилацетилен $\xrightarrow{\text{изб. Br}_2}$ X_3 .
77. Пропилацетат $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{KOH}, t^\circ}$ $\text{X}_1 \rightarrow \text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ}$ $\text{X}_2 \xrightarrow{\text{кат.}}$
 \rightarrow винилацетилен $\xrightarrow{\text{изб. Br}_2}$ X_3 .
78. *n*-пропилэтанат \rightarrow пропанол-1 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ > 140^\circ}$ $\text{X}_1 \xrightarrow{\text{HBr}}$
 $\rightarrow \text{X}_2 \xrightarrow{\text{Na}}$ $\text{X}_3 \rightarrow$ оксид углерода (IV).

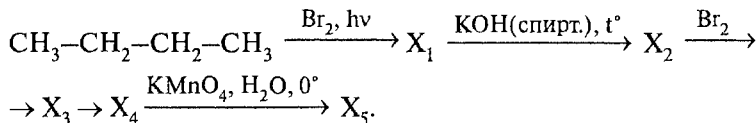




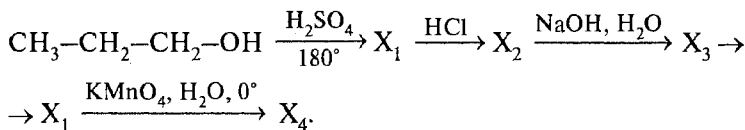
93. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



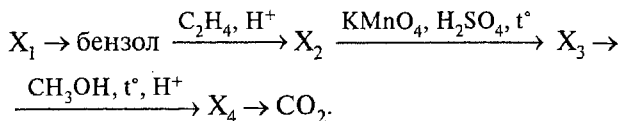
94. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



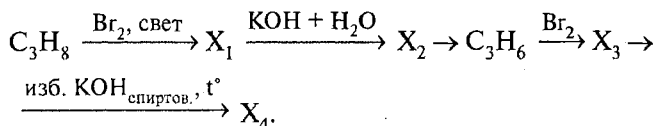
95. Напишите уравнения реакции, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



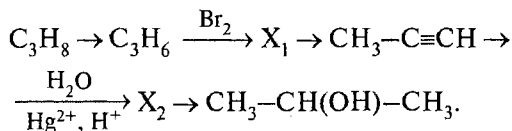
96. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



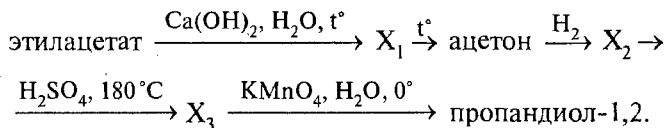
97. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



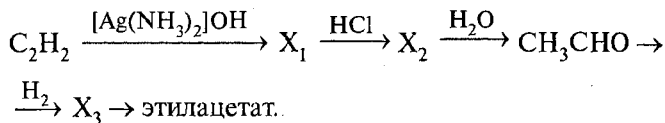
98. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



99. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



100. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Вопрос С4

РАСЧЕТЫ: МАССЫ (ОБЪЕМА, КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА) ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ, ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО В ИЗБЫТКЕ (ИМЕЕТ ПРИМЕСИ), ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО В ВИДЕ РАСТВОРА С ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАССОВОЙ ДОЛЕЙ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА

Задачи, включаемые в задание С4 тестов ЕГЭ, можно условно разделить на пять групп. Ниже мы приводим примеры решения задач каждой группы. В разделе «Решение заданий вопроса С4» также разбирается решение нескольких задач из каждой группы, однако для большинства задач приводятся только ответы. Мы полагаем, что такая структура позволит вам, во-первых, освоить принципы решения задач и, во-вторых, будет способствовать совершенствованию полученных навыков путем самостоятельной работы.

Общие принципы решения расчетных задач по химии можно сформулировать следующим образом.

1 этап: составить уравнения реакций тех превращений, которые упоминаются в условии.

2 этап: рассчитать количества и массы «чистых веществ».

3 этап: установить причинно-следственные связи между реагирующими веществами, то есть определить — количество

какого вещества требуется найти и по какому из реагирующих веществ будет производиться расчет.

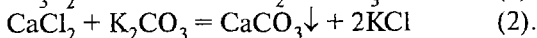
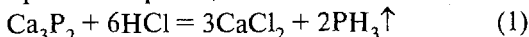
4 этап: произвести расчеты по уравнению(-ям) реакций, то есть рассчитать количество искомого вещества, после чего найти его массу (или объем газа).

5 этап: ответить на дополнительные вопросы, сформулированные в условии.

Пример 7.

К раствору, образовавшемуся в результате взаимодействия 18,2 г фосфида кальция и 400 мл 5%-ного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,1$ г/мл), добавили 193,5 г 5%-ного раствора карбоната калия. Определите массу образовавшегося осадка и объем выделившегося газа (н.у.).

1) Уравнения реакций:



2) Количество реагирующих веществ (количества «чистых» реагирующих веществ):

$$n = m_{\text{в-ва}}/M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

а) количество HCl:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,05 \cdot 440 = 22 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 22/36,5 \approx 0,603 \approx 0,60 \text{ моль}^*$$

$$n(\text{HCl}) = \omega \cdot \rho \cdot V_{\text{р-ра}}/M_{\text{в-ва}} = 0,05 \cdot 1,1400/36,5 = 0,60 \text{ моль}^{**}$$

б) количество K_2CO_3 :

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,05 \cdot 193,5 = 9,675 \text{ г}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 9,675/138 \approx 0,07 \text{ моль}$$

в) количество Ca_3P_2 :

$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 18,2/182 = 0,1 \text{ моль}.$$

3) По уравнению (1) (количество CaCl_2 и PH_3 можно найти либо по Ca_3P_2 , либо по HCl, следовательно, необходимо будет

* Мы не поясняем использование простейших формул, способы расчета по уравнениям реакций, проверки на «избыток-недостаток».

** Очень удобно при решении задач для нахождения массы и количества вещества использовать формулу $n = \omega \cdot \rho \cdot V_{\text{р-ра}}/M_{\text{в-ва}}$, например,

$$n(\text{HCl}) = \omega \cdot \rho \cdot V_{\text{р-ра}}/M_{\text{в-ва}} = 0,05 \cdot 1,1 \cdot 400/36,5 = 0,60 \text{ моль}.$$

провести проверку на «избыток-недостаток» и производить расчет по веществу, находящемуся в недостатке)

$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) : n(\text{HCl}) : n(\text{CaCl}_2) : n(\text{PH}_3) = 1 : 6 : 3 : 2$, следовательно:

а) Ca_3P_2 и HCl взяты в количествах, соответствующих уравнению реакции (эквимольные количества), и прореагируют полностью.

б) $n(\text{CaCl}_2) = 3n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,1 \cdot 3 = 0,3$ моль

в) $n(\text{PH}_3) = 2n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ моль

$V(\text{PH}_3) = n \cdot V_M = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48$ л

4) По уравнению (2)

$n(\text{CaCl}_2) : n(\text{K}_2\text{CO}_3) : n(\text{CaCO}_3) = 1 : 1 : 1$, следовательно:

а) в избытке CaCl_2 в количестве $(0,3 - 0,07) = 0,23$ моль и

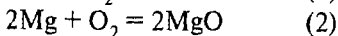
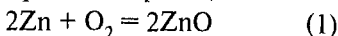
б) $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,07$ моль.

$m(\text{CaCO}_3) = nM_{\text{в-ва}} = 0,07 \cdot 100 = 7$ г.

Пример 8.

При сгорании 15,4 г смеси магния и цинка образовалось 20,2 г смеси продуктов реакции. Определите массовые доли веществ в смеси.

1) Уравнения реакций:



2) Пусть * в смеси x моль Zn и y моль Mg , тогда:

а) $m(\text{Zn}) = 65x$ г, $m(\text{Mg}) = 24y$ г,

$$65x + 24y = 15,4;$$

б) по уравнению (1)

образуется x моль ZnO , $m(\text{ZnO}) = 81x$ г

в) по уравнению (2)

образуется y моль MgO , $m(\text{MgO}) = 40y$ г, следовательно:

$$81x + 40y = 20,2.$$

3) Составляем и решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 65x + 24y = 15,4 \\ 81x + 40y = 20,2 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,1 \end{cases}$$

* Наиболее удобным способом решения задач «на смеси веществ» является составление системы уравнений, как показано в этом примере ниже.

4) Рассчитываем массовые доли Zn и Mg:

а) $m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г}$

$\omega(\text{Zn}) = 13/15,4 \approx 0,8442$, или 84,42%.

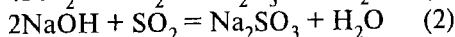
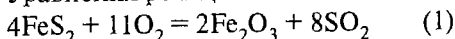
б) $m(\text{Mg}) = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ г}$

$\omega(\text{Mg}) \approx 2,4/15,4 = 0,1558$, или 15,58%.

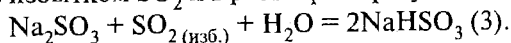
Пример 9.

Газ, выделившийся при обжиге пирита массой 4,8 г, пропустили через 8%-ный раствор гидроксида натрия массой 40 г. Рассчитайте массовую долю соли в образовавшемся растворе.

1) Уравнения реакций:



(так как SO_2 пропускали через раствор NaOH , то NaOH находится «в избытке» и образуется средняя соль; если количество SO_2 будет превышать количество NaOH , то средняя соль будет взаимодействовать с избытком SO_2 и в растворе образуется кислая соль)



2) Количество реагирующих веществ:

а) $n = m_{\text{в-ва}}/M_{\text{в-ва}}$

$n(\text{FeS}_2) = 4,8/120 = 0,04 \text{ моль}$

б) $m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$

$m(\text{NaOH}) = 0,08 \cdot 40 = 3,2 \text{ г}$

$n(\text{NaOH}) = 3,2/40 = 0,08 \text{ моль}$.

3) По уравнению (1)

$n(\text{FeS}_2) : n(\text{SO}_2) = 1 : 2$, следовательно,

а) $n(\text{SO}_2) = 2n(\text{FeS}_2) = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ моль } \text{SO}_2$

$m(\text{SO}_2) = 0,08 \cdot 64 = 5,12 \text{ г}$.

4) По уравнению (2)

$n(\text{NaOH}) : n(\text{SO}_2) : n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 2 : 1 : 1$, следовательно,

а) в избытке SO_2 в количестве $(0,08 - 0,08/2) = 0,04 \text{ моль}$

б) $n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,5n(\text{NaOH}) = 0,04 \text{ моль}$.

5) По уравнению (3)

$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) : n(\text{SO}_2) : n(\text{NaHSO}_3) = 1 : 1 : 2$, следовательно,

а) $n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2)$, то есть вещества прореагируют без остатка и

$$\begin{aligned} \text{б) } n(\text{NaHSO}_3) &= 2n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ моль} \\ m(\text{NaHSO}_3) &= 0,08 \cdot 104 = 8,32 \text{ г.} \end{aligned}$$

6) Массовая доля соли NaHSO_3 в растворе:

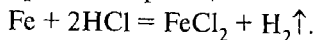
$$\omega(\text{NaHSO}_3) = \frac{m(\text{NaHSO}_3)_{(\text{по ур-ю (3)})}}{m_{(\text{р-ра})}(\text{NaOH}) + m(\text{SO}_2)} = \frac{8,32}{40 + 5,12} \approx 0,1844,$$

или 18,4%.

Пример 10.

В 300 мл раствора соляной кислоты ($\rho = 1,05$ г/мл) с массовой долей 10% растворили железо массой 11,2 г. Вычислите массовую долю хлорида железа (II) в полученном растворе.

1) Уравнение реакции:



2) Количество реагирующих веществ:

а) количество HCl

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 1,05 \cdot 300 = 315 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 315 = 31,5 \text{ г}; n(\text{HCl}) = 31,5 / 36,5 \approx 0,86 \text{ моль}$$

б) $n(\text{Fe}) = 11,2 / 56 = 0,2$ моль.

3) По уравнению реакции

$$n(\text{Fe}) : n(\text{HCl}) : n(\text{FeCl}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 2 : 1 : 1, \text{ следовательно:}$$

а) в избытке HCl ($0,86 - 0,2 \cdot 2$) = 0,46 моль

б) $n(\text{FeCl}_2) = n(\text{Fe}) = 0,2$ моль

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,2 \cdot (56 + 35,5 \cdot 2) = 25,4 \text{ г}$$

в) $n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,2$ моль

$$m(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г.}$$

4) Уравнение для расчета массовой доли FeCl_2 :

$$\omega(\text{FeCl}_2) = \frac{m_2(\text{FeCl}_2)}{m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2)} = \frac{m(\text{FeCl}_2)_{(\text{по ур-ю реакции})}}{m(\text{Fe}) + m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) - m(\text{H}_2)}$$

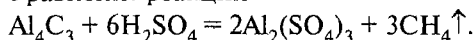
$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2) = 11,2 + 315 - 0,4 = 325,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = 25,4 / 325,8 \approx 0,0780, \text{ или } 7,8\%.$$

Пример 11.

Карбид алюминия растворили в 250 г 20%-ного раствора серной кислоты. Выделившийся при этом метан занял объем 4,48 л (н. у.). Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

1) Уравнение реакции



2) Количества и массы веществ:

а) масса H_2SO_4

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{исход.}} = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ г}$$

б) количество и масса CH_4

$$n = V_{\text{Г}} / V_{\text{М}}; n(\text{CH}_4) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_4) = 0,2 \cdot 16 = 3,2 \text{ г.}$$

3) По уравнению реакции

$$n(\text{Al}_4\text{C}_3) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{CH}_4) = 1 : 6 : 3, \text{ следовательно:}$$

а) $n(\text{Al}_4\text{C}_3) = n(\text{CH}_4) / 3 = 0,2 / 3 \approx 0,067 \text{ моль}$

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0,067 \cdot 144 = 9,65 \text{ г}$$

б) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2n(\text{CH}_4) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прореагир.}} = 0,4 \cdot 98 = 39,2 \text{ г.}$$

4) Уравнение для расчета массовой доли H_2SO_4 :

$$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_2(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ра}2}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{(начальная)}} - m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{(прореагир.)}}}{m(\text{Al}_4\text{C}_3) + m_{\text{р-ра}1}(\text{H}_2\text{SO}_4) - m(\text{CH}_4)}$$

$$m_{\text{р-ра}2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,65 + 250 - 3,2 = 256,45 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = (50 - 39,2) / 256,45 \approx 0,042, \text{ или } 4,2\%.$$

Задания вопроса С4**I. Расчеты по уравнениям реакций**

1. Газ, выделившийся при взаимодействии 110 мл 18%-ного раствора HCl ($\rho = 1,1 \text{ г/мл}$) и 50 г 1,56%-ного раствора Na_2S , пропустили через 64 г 10,5%-ного раствора нитрата свинца. Определите массу соли, выпавшей в осадок.

2. 25 мл 34%-ной соляной кислоты плотностью 1,16 г/мл добавили при нагревании к оксиду марганца (IV) массой 2,61 г. Какой объем

хлора (н. у.) выделится? Сколько граммов карбоната калия может прореагировать (без нагревания) с выделившимся хлором?

3. Газ, который выделяется при разложении 1032 г хлората калия, содержащего 5% бескислородной примеси, использовали для окисления серы. Определите массу серы, которая может прореагировать, и объем (н. у.) образующегося газообразного продукта окисления.

4. Для окисления некоторого количества серы потребовался такой объем кислорода (н. у.), который образуется при разложении 665,3 г перманганата калия, содержащего 5% бескислородной примеси. Определите массу серы, которая может вступить в реакцию и объем образовавшегося продукта окисления (н. у.)

5. Кислород, который образуется при разложении 659,7 г перманганата калия, содержащего 4,2% бескислородной примеси, использовали для каталитического окисления аммиака. Рассчитайте, какая масса аммиака может вступить в реакцию и какой объем (при н. у.) будет иметь азотсодержащий продукт этой реакции.

6. Оксид меди (II) массой 32 г обработали 80 мл 5,0%-го раствора серной кислоты ($\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$). Полученный раствор отфильтровали, фильтрат упарили. Определите массу полученного кристаллогидрата.

7. При взаимодействии в сернокислой среде 26,1 г диоксида марганца с 67,5 г бромида калия выделился бром, практический выход которого составил 85%. Какой объем (н. у.) пропилена может прореагировать с полученным количеством брома?

8. Какой объем 15%-ного раствора хлороводорода плотностью 1,075 г/мл пойдет на полную нейтрализацию гидроксида кальция, образовавшегося при гидролизе карбида кальция, если при гидролизе выделилось 17,92 л (н. у.) газа?

9. Рассчитайте, какой объем хлора (н. у.) выделится, если к 52,2 г оксида марганца (IV) добавить при нагревании 400 мл 30%-ной соляной кислоты (плотностью 1,155 г/мл). Сколько граммов гидроксида калия в холодном растворе прореагирует с этим количеством хлора?

10. В результате взаимодействия 168 г 16%-ного раствора гидроксида калия со 132 г 20%-ного раствора сульфата аммония выделился

газ, который полностью прореагировал с гидрокарбонатом аммония, содержащимся в 468 г раствора. Определите массовую долю гидрокарбоната аммония в этом растворе.

II. Задачи на смеси веществ

11. На нейтрализацию 7,6 г смеси муравьиной и уксусной кислот израсходовано 35 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,20 г/мл). Рассчитайте массу уксусной кислоты и ее массовую долю в исходной смеси кислот.

12. При растворении 2,8 г сплава меди и серебра в концентрированной азотной кислоте образовалось 5,28 г смеси нитратов. Определите массовые доли металлов в сплаве.

13. Смесь пропана и метиламина общим объемом 11,2 л (н. у.) сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды. При этом образовалось 80 г осадка. Определите состав исходной смеси газов (в% по объему) и объем воздуха (н. у.), израсходованного на горение.

14. При полном сжигании 258 г смеси этилового спирта и уксусной кислоты образовалось 234 г воды. При нагревании исходной смеси в присутствии концентрированной серной кислоты было получено 140,8 г сложного эфира. Найдите состав исходной смеси (в массовых долях) и рассчитайте выход реакции этерификации.

15. При действии натрия на 27,6 г смеси этилового спирта и предельной одноосновной органической кислоты выделяется 6,72 л газа (н. у.), а при действии на ту же смесь насыщенного раствора гидрокарбоната натрия — 2,24 л газа (н. у.). Определите состав (в% по массе) исходной смеси и строение органической кислоты.

16. Смесь уксусной и муравьиной кислот нейтрализуется 67,8 мл 22,4%-ного раствора едкого кали (плотность 1,18 г/мл). Сжигание такого же объема смеси приводит к 10,752 л (н. у.) углекислого газа. Определите массовую и мольную доли уксусной кислоты в смеси.

III. Определение состава продукта реакции (задачи на «тип соли»)

17. Аммиак объемом 4,48 л (н. у.) пропустили через 200 г 4,9%-ного раствора ортофосфорной кислоты. Назовите соль, образующуюся в результате реакции, и определите ее массу.

18. В 240 г 9%-ной ортофосфорной кислоты растворили 5,68 г оксида фосфора (V) и полученный раствор прокипятили. Какая соль и в каком количестве образуется, если к полученному раствору добавить 84 г гидроксида калия?

19. В 440 г 8%-ной серной кислоты растворили 32 г оксида серы (VI). Какая соль и в каком количестве образуется, если к полученному раствору добавить 16 г гидроксида натрия?

20. В 84 г 8%-ного раствора гидроксида калия растворили оксид серы (IV), выделившийся при обжиге пирита массой 7,2 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

21. Газ, полученный при сжигании 19,2 г серы, без остатка прореагировал с 682,5 мл 5%-ного раствора NaOH (плотность 1,055 г/мл). Определите состав полученного раствора и рассчитайте массовые доли веществ в этом растворе.

22. Оксид серы (IV) объемом 2,24 л (н. у.) пропустили через 80 г 5%-го раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу образовавшейся в результате реакции соли.

IV. Нахождение массовой доли одного из продуктов реакции в растворе по уравнению материального баланса

23. Оксид, образовавшийся при сжигании 18,6 г фосфора в 44,8 л (н. у.) кислорода, растворили в 100 мл дистиллированной воды. Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты в полученном растворе.

24. Рассчитайте массовую долю гидроксида лития в растворе, полученном растворением 9,2 г пероксида лития в 90,8 г воды.

25. В 1,5 л воды при н. у. последовательно растворили сначала 15 л аммиака, затем 18 л бромоводорода. Определите массовую долю бромида аммония в полученном растворе.

26. В каком соотношении по массе следует смешать 10%-ные растворы гидроксида натрия и серной кислоты для получения нейтрального

раствора соли? Рассчитайте массовую долю продукта реакции в полученном растворе.

27. Для получения раствора нитрата калия необходимое количество карбоната калия растворили в 6,3%-ной азотной кислоте. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

28. К 117 г 5%-ного раствора хлорида натрия прибавили 127,5 г 2%-ного раствора нитрата серебра. Определите массовую долю нитрата натрия в полученном растворе.

29. К раствору, полученному при добавлении 24 г гидрида натрия к 1 л воды, прилили 100 мл 30%-ного раствора азотной кислоты ($\rho = 1,18$ г/мл). Определите массовые доли веществ в конечном растворе.

30. К раствору, полученному при добавлении 16 г гидрида лития к 1 л воды, прилили 200 мл 8,5%-ного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,04$ г/мл). Определите массовые доли растворенных веществ в полученном растворе.

31. Карбид алюминия растворили в 150 г 12%-ного раствора хлороводородной кислоты; в результате выделилось 2,24 л (н. у.) метана. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

32. Карбид кальция массой 12,8 г растворили в 174 мл 20%-ной бромоводородной кислоты ($\rho = 1,12$ г/мл). Рассчитайте массовую долю соли в образовавшемся растворе.

33. Карбонат бария массой 1,97 г растворили в 150 мл 20%-ной бромоводородной кислоты ($\rho = 1,12$ г/мл). Рассчитайте массовую долю бромида бария в образовавшемся растворе.

34. Магний массой 19,2 г растворили в 800 мл 12%-ного раствора серной кислоты ($\rho = 1,05$ г/мл). Рассчитайте массовую долю сульфата магния в конечном растворе.

35. 4,6 г пероксида лития растворили в 95,4 г воды. Рассчитайте массовую долю гидроксида лития в полученном растворе. Какой максимальный объем углекислого газа (н. у.) может быть поглощен получившейся щёлочью?

36. К 5%-ному раствору нитрата бария массой 320 г прибавили 100 г раствора хромата калия с массовой долей 5,5%. Рассчитайте массовую долю нитрата калия в образовавшемся растворе.

37. Раствор соляной кислоты объемом 230,7 мл ($\omega(\text{HCl}) = 10,7\%$, $\rho = 1,05$ г/мл) нейтрализовали твердым гидроксидом кальция. Определите массовую долю соли в образовавшемся растворе.

38. Нейтральный раствор сульфата натрия получен растворением необходимого количества Na_2CO_3 в 5%-ной серной кислоте. Рассчитайте массовую долю сульфата натрия в полученном растворе.

39. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при пропускании 3,36 л (н. у.) сероводорода через 250 г 10%-ного раствора сульфата меди.

40. К 300 мл 7%-ного раствора карбоната натрия (плотностью 1,03 г/мл) добавили 200 мл 15%-ного раствора хлорида бария (плотностью 1,07 г/мл). Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в образовавшемся растворе.

41. К 200 мл 10%-ного раствора азотной кислоты (плотностью 1,07 г/мл) прилили 400 мл 5%-ного раствора гидроксида натрия (плотностью 1,05 г/мл). Определите среду получившегося раствора и рассчитайте массовую долю соли в нем.

42. Смешали 100 мл 15%-ного раствора гидроксида калия (плотностью 1,10 г/мл) и 331,7 мл 10%-ного раствора бромоводородной кислоты (плотностью 1,05 г/мл). Определите среду полученного раствора и массовую долю бромида калия в нём.

43. Соляную кислоту объемом 150 мл ($\omega(\text{HCl}) = 16\%$, $\rho = 1,08$ г/мл) нейтрализовали твердым оксидом кальция. Определите массовую долю хлорида кальция в образовавшемся растворе.

44. Хлор, выделившийся при взаимодействии 43,5 г оксида марганца (IV) с 36%-ным раствором HCl объемом 250 мл и плотностью 1,18 г/мл, полностью поглощен горячим раствором гидроксида калия массой 900 г с массовой долей 28%. Определите массовую долю хлората калия в полученном растворе.

45. Через 50 г 15%-ного раствора нитрата свинца пропустили 448 мл (н. у.) сероводорода. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

V. Нахождение массы одного из исходных веществ по уравнению материального баланса

46. Какую массу гидрида лития нужно растворить в 200 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей гидроксида 10%? Какой цвет приобретет метилоранж при добавлении его в полученный раствор? Запишите уравнение реакции и результаты промежуточных вычислений.

47. 4%-ный раствор щелочи был получен при растворении в горячей воде пероксида натрия массой 5,85 г. Рассчитайте объем израсходованной воды. Какой объем углекислого газа необходим для перевода образовавшейся щелочи в среднюю соль?

48. Какую массу карбоната кальция следует добавить к 300 г раствора азотной кислоты с массовой долей 60%, чтобы массовая доля кислоты уменьшилась до 20%?

49. Рассчитайте массу карбоната кальция, которую надо добавить к 250 г 10%-ного раствора азотной кислоты, чтобы массовая концентрация азотной кислоты уменьшилась вдвое.

50. Рассчитайте, какую массу оксида серы (VI) следует добавить к 250 г 15%-ного раствора серной кислоты, чтобы увеличить ее массовую долю до 30%.

51. Рассчитайте, какую массу оксида серы (VI) добавили в 2000 мл 8%-ного раствора серной кислоты ($\rho = 1,06$ г/мл), если массовая доля кислоты стала равной 20%.

52. Рассчитайте, какую массу оксида серы (VI) добавили в 120 мл раствора серной кислоты ($\rho = 1,025$ г/мл) с массовой долей 4%, если массовая доля кислоты стала равной 20%.

53. Рассчитайте, какую массу фосфора необходимо сжечь в кислороде, чтобы, растворив полученный оксид в 1000 г раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей 50%, получить раствор этой кислоты с массовой долей 75%.

54. Рассчитайте, сколько граммов фосфора необходимо сжечь в кислороде, чтобы, растворив полученный оксид в 300 г 15%-ного раствора ортофосфорной кислоты, получить 40%-ный раствор этой кислоты.

55. Рассчитайте, сколько граммов фосфора необходимо сжечь в кислороде, чтобы, растворив полученный оксид в 450 г 25%-ного раствора ортофосфорной кислоты, получить 50%-ный раствор этой кислоты.

56. Рассчитайте, какую массу серы необходимо сжечь в кислороде, чтобы, растворив полученный оксид в 1,5 л воды ($\rho = 1$ г/мл), получить раствор сернистой кислоты с массовой долей 0,01.

57. Рассчитайте, сколько граммов карбида алюминия следует добавить к 150 г 21%-ного раствора азотной кислоты, чтобы массовая доля кислоты уменьшилась в 3 раза.

58. Рассчитайте, сколько граммов карбида алюминия следует добавить к 550 г 10%-ного раствора хлороводородной кислоты, чтобы массовая доля кислоты уменьшилась вдвое.

59. Карбид алюминия массой 2,88 г растворили в 120 г 21%-ного раствора азотной кислоты. Рассчитайте массовую долю кислоты в получившемся растворе.

60. Карбид алюминия обработан 450 г 10%-ного раствора серной кислоты. Выделившийся при этом газ занял объем 4,48 л (н. у.). Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

61. Карбид алюминия растворили в 380 г раствора соляной кислоты с концентрацией 15%. Выделившийся газ занял объем 6,72 л (н. у.). Рассчитайте массовую долю кислоты в полученном растворе.

62. При обработке карбида алюминия раствором соляной кислоты массой 320 г и массовой долей HCl 22% выделилось 6,72 л (н. у.) метана. Рассчитайте массовую долю соляной кислоты в полученном растворе.

63. Карбонат бария массой 7,88 г растворили в 150 мл 20%-ной хлороводородной кислоты ($\rho = 1,163$ г/мл). Какова массовая доля хлороводорода в образовавшемся растворе?

64. Карбонат кальция массой 15 г растворили при нагревании в 200 мл 15%-ной хлороводородной кислоты ($\rho = 1,075$ г/мл). Какова массовая доля хлороводорода в образовавшемся растворе?

65. Карбонат кальция массой 10 г растворили при нагревании в 150 мл хлороводородной кислоты ($\rho = 1,04$ г/мл) с массовой долей 9%. Какова массовая доля хлороводорода в образовавшемся растворе?

66. Нитрит калия массой 17 г внесли при нагревании в 540 г раствора бромида аммония с массовой долей 6%. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа и массовую долю бромида аммония в полученном растворе.

67. К 220 г нагретого 10%-ного раствора хлорида аммония прибавили нитрит натрия массой 20,7 г. Рассчитайте объём (н. у.) выделившегося газа и массовую долю хлорида аммония в растворе.

68. Сероводород объемом 560 мл (н. у.) пропустили через 80 г раствора бромида меди с массовой долей последнего 10%. Рассчитайте массовую долю бромида меди в полученном растворе.

69. Смешали 150 мл раствора карбоната натрия с массовой долей 7% (плотностью 1,03 г/мл) и 100 мл раствора хлорида бария с массовой долей 15% (плотностью 1,07 г/мл). Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в образовавшемся растворе.

70. Смешали 375 мл 10%-ного раствора ортофосфата натрия ($\rho = 1,03$ г/мл) и 150 мл 15%-ного раствора хлорида бария ($\rho = 1,07$ г/мл). Определите массовую долю ортофосфата натрия в образовавшемся растворе.

71. 8,4 г чистого железа растворили в 150 мл 10%-ного раствора соляной кислоты ($\rho = 1,05$ г/мл). Вычислите массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

72. Какой объём 20%-ного раствора аммиака ($\rho = 0,926$ г/мл) необходимо добавить к 200 мл 40%-ного раствора азотной кислоты ($\rho = 1,383$ г/мл), чтобы массовая доля кислоты уменьшилась вчетверо?

73. Смешали 150 мл раствора серной кислоты с массовой долей 10% (плотностью 1,05 г/мл) и 100 мл раствора гидроксида калия с массовой долей 20% (плотностью 1,10 г/мл). Сколько миллилитров воды следует добавить к полученной смеси, чтобы массовая доля соли в ней составила 7%?

74. Углекислый газ объёмом 5,6 л (н. у.) пропустили через 164 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,22$ г/мл). Определите состав и массовые доли веществ в полученном растворе.

75. Карбид кальция массой 6,4 г растворили в 87 мл бромоводородной кислоты ($\rho = 1,12$ г/мл) с массовой долей 20%. Какова массовая доля бромоводорода в образовавшемся растворе?

76. На 21,6 г серебра подействовали 68%-ным раствором азотной кислоты, масса которого 600 г. Полученный при этом газ пропустили через 300 г 10%-ного холодного раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.

77. Через 100 мл раствора с массовой долей сульфата меди (II) 1,48% (плотность раствора 1,08 г/мл) пропущено 320 мл (н. у.) сероводорода. Рассчитайте массу полученного осадка и массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

78. К раствору гидроксида натрия массой 1200 г прибавили 490 г 40%-ного раствора серной кислоты. Для нейтрализации получившегося раствора потребовалось 143 г кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массу и массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе.

79. В 1 л воды последовательно растворили сначала 2,24 л аммиака (н. у.), затем 4,48 л хлороводорода. Определите массовую долю хлорида аммония в полученном растворе.

80. Карбонат магния массой 8,4 г растворили в 250 мл раствора серной кислоты ($\rho = 1,08$ г/мл) с массовой долей 15%. Вычислите массовую долю сульфата магния в конечном растворе.

81. В 15%-ном растворе серной кислоты массой 300 г растворили карбид алюминия. Выделившийся при этом метан занял объём 2,24 л (н. у.). Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

82. Хлорид фосфора (V) массой 4,17 г полностью гидролизovali в избытке воды. Какой объём раствора гидроксида натрия с массовой долей 10% (плотность 1,07 г/мл) необходим для полной нейтрализации полученного раствора?

Вопрос С5

НАХОЖДЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВА

Каждое вещество имеет качественный и количественный состав. Качественный состав отражают знаки химических элементов, входящих в это вещество, количественный состав — индексы, показывающие число атомов элемента, например: CH_4 , C_2H_4 , C_3H_6 . Эти вещества имеют одинаковый качественный состав (углерод и водород), однако отличаются числом атомов этих элементов в молекулах (имеют различный количественный состав).

Задачи на определение формул веществ можно разделить на 4 группы:

I. Определение формулы по известному элементному составу

Алгоритм решения задачи.

1 этап: нахождение простейшей формулы вещества включает следующие операции:

- 1) определить количественный состав вещества, то есть найти количество вещества каждого элемента, содержащееся в определенной порции вещества;
- 2) определить простейшее отношение количеств элементов, то есть найти простейшие индексы;
- 3) составить простейшую формулу вещества и вычислить ее молярную массу ($M_{\text{простейшая}}$);

2 этап: нахождение истинной формулы:

- 1) определить истинную молярную массу ($M_{\text{истинная}}$) из дополнительных условий;

- 2) найти коэффициент кратности ($M_{\text{ист.}}/M_{\text{прост.}}$) и составить истинную формулу вещества.

Пример 12.

Найдите формулу вещества, содержащего 85,71% углерода и 14,29% водорода, если относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,448.

Дано

$$\omega(\text{C}) = 85,71\% = 0,8571$$

$$\omega(\text{H}) = 14,29\% = 0,1429$$

$$D_{1/\text{воздух}} = 1,448$$

$$C_xH_y - ?$$

Анализ и решение:

1-й этап

1) Так как сумма массовых долей углерода и водорода (85,71 + 14,29) равна 100%, то вещество состоит только из углерода и водорода, то есть его формула C_xH_y .

- 2) Количество вещества связано с массой вещества и молярной массой уравнением $n = m_{\text{в-ва}}/M_{\text{в-ва}}$.

Так как в условии задачи приведены массовые доли элементов, то непосредственное нахождение количества вещества невозможно, и необходимо осуществить переход от процентов к массовым характеристикам. Такой переход осуществляют введением дополнительного условия:

Пусть масса образца равна 100 г, тогда, используя формулу

$$m_{\text{в-ва}} = \omega m_{\text{смеси}}$$

можно найти массы элементов, которые содержатся в 100 г вещества, и количества веществ:

а) $m(\text{C}) = 0,8571 \cdot 100 = 85,71 \text{ г}$,

$$n(\text{C}) = 85,71/12 = 7,1425 \text{ моль}$$

б) $m(\text{H}) = 0,1429 \cdot 100 = 14,29 \text{ г}$,

$$n(\text{H}) = 14,29/1 = 14,29 \text{ моль.}$$

- 3) Находим простейшее отношение индексов:

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = 7,1425 : 14,29 =$$

$$= (7,1425/7,1425) : (14,29/7,1425) \approx 1 : 2,00 = 1 : 2.$$

Простейшая формула вещества: CH_2 ,

$$M_{\text{прост.}} = 12 + 2 \cdot 1 = 14 \text{ г/моль.}$$

2-ой этап

- 1) Используя дополнительно сформулированное условие об относительной плотности, находим истинную молярную массу:

$$D_{1/2} = M_1/M_2, \text{ следовательно,}$$

$$M_1 = D_{1/2} \cdot M_2$$

$$M_{\text{ист.}} = 1,448 \cdot 29 = 41,992 \approx 42 \text{ г/моль.}$$

- 2) Вычисляем коэффициент кратности и составляем истинную формулу вещества:

$$k = M_{\text{ист.}}/M_{\text{прост.}} = 42/14 = 3, \text{ следовательно, истинная формула } (\text{CH}_2) \cdot 3 = \text{C}_3\text{H}_6.$$

Задания вопроса С5

1. Одноосновная карбоновая кислота, содержащая 26,1% углерода, 4,3% водорода, реагирует со спиртом с образованием вещества, плотность паров которого по воздуху равна 2,55. Установите формулу образовавшегося вещества.

2. Одноосновная карбоновая кислота, содержащая 54,5% углерода, 36,3% кислорода, реагирует со спиртом с образованием вещества, плотность паров которого по воздуху равна 4. Установите формулу образовавшегося вещества.

3. При взаимодействии одноатомного спирта, содержащего 37,5% углерода, 12,5% водорода, с органической кислотой образуется вещество, плотность паров которого по водороду равна 37. Определите молекулярную формулу сложного эфира.

4. При взаимодействии одноатомного спирта, содержащего 37,5% углерода и 50% кислорода, с органической кислотой образуется вещество, плотность паров которого по аргону равна 2,15. Определите молекулярную формулу образующегося вещества.

5. При взаимодействии одноатомного спирта, содержащего 34,79% кислорода и 13,04% водорода, с органической кислотой образуется вещество, плотность паров которого по водороду равна 58. Определите молекулярную формулу образующегося вещества.

6. При термическом разложении неизвестного вещества массой 49 г выделилось 13,44 л (н. у.) кислорода и осталось твердое вещество,

содержащее 52,35% калия и 47,65% хлора. Определите формулу вещества.

7. Установите формулу неорганического соединения, содержащего 20,00% магния, 53,33% кислорода и 26,67% некоторого элемента.

II. Определение формулу вещества по продуктам сгорания

Алгоритм решения задачи

1-й этап: нахождение простейшей формулы вещества включает следующие операции:

- 1) определить количественный состав вещества, то есть найти массу и количество вещества каждого элемента, содержащееся в определенной порции вещества;
- 2) определить простейшее отношение количеств элементов, то есть найти простейшие индексы;
- 3) составить простейшую формулу вещества и вычислить ее молярную массу ($M_{\text{простейшая}}$);

2-ой этап: нахождение истинной формулы:

- 1) определить истинную молярную массу ($M_{\text{истинная}}$) из дополнительных условий;
- 2) найти коэффициент кратности ($M_{\text{ист.}}/M_{\text{прост.}}$) и составить истинную формулу вещества.

Пример 13.

При сгорании 24,6 г вещества образовалось 26,88 л углекислого газа (при н. у.), 9 г воды и 2,24 л азота (при н. у.). 1 литр паров этого вещества (при н. у.) имеет массу 5,491 г. Найдите формулу вещества.

Дано

$$\begin{aligned} m_{(\text{В-ВА})} &= 24,6 \text{ г} \\ V(\text{CO}_2) &= 26,88 \text{ л} \\ V(\text{N}_2) &= 2,24 \text{ л} \\ m(\text{H}_2\text{O}) &= 9 \text{ г} \\ m &= 5,491 \text{ г} \\ V &= 1 \text{ л} \\ \text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z (\text{O}_{\text{в-?}}) &—? \end{aligned}$$

Анализ и решение:

1-й этап

Так как в составе продуктов сгорания содержатся:

- углекислый газ, то вещество обязательно имело в своем составе углерод (С);
- вода, то вещество обязательно имело в своем составе водород (Н);

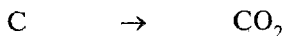
— азот, то вещество обязательно имело в своем составе азот (N).

Возможно, что в состав вещества входит кислород, так как атомы кислорода могли попасть в молекулы углекислого газа или воды как из простого вещества кислорода при сжигании, так и из сложного органического вещества, если они входили в его состав, поэтому формулу вещества следует выразить формулой $C_xH_yN_z(O_{w-?})$, в которой обозначение ($O_{w-?}$) предполагает необходимость проверки наличия кислорода в составе этого вещества.

1) Количество элементов, входящих в состав образца, находим расчетом по схемам превращений:

а) $n(\text{CO}_2) = V_r/V_M = 26,88/22,4 = 1,2$ моль,

x моль 1,2 моль



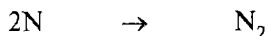
1 моль 1 моль

$x = (1 \cdot 1,2)/1 = 1,2$ моль (C);

$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 1,2 \cdot 12 = 14,4$ г (C)

б) $n(\text{N}_2) = V_r/V_M = 2,24/22,4 = 0,1$ моль,

x моль 0,1 моль



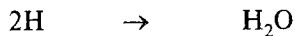
2 моль 1 моль

$x = (2 \cdot 0,1)/1 = 0,2$ моль (N);

$m(\text{N}) = n(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 0,2 \cdot 14 = 2,8$ г (N)

в) $n(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{в-ва}}/M_{\text{в-ва}} = 9/18 = 0,5$ моль,

x моль 0,5 моль



2 моль 1 моль

$x = (2 \cdot 0,5)/1 = 1$ моль (H);

$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,0 \cdot 1 = 1,0$ г (H)

г) проверяем, содержится ли в веществе кислород:

$m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N}) + m(\text{O}) = m(\text{образца})$

$14,4 + 1,0 + 2,8 + m(\text{O}) = 24,6$

$m(\text{O}) = 24,6 - (14,4 + 1,0 + 2,8) = 6,4$ г (O), что составляет

$n(\text{O}) = 6,4/16 = 0,4$ моль (O).

2) Простейшее отношение индексов (простейшая формула):

$$\begin{aligned}x : y : z : w &= 1,2 : 1 : 0,2 : 0,4 = \\ &= (1,2/0,2) : (1/0,2) : (0,2/0,2) : (0,4/0,2) = 6 : 5 : 1 : 2.\end{aligned}$$

Простейшая формула вещества: $C_6H_5NO_2$, и

$M_{\text{прост.}}(C_6H_5NO_2) = 123 \text{ г/моль}$.

2 этап

1) Истинная молярная масса:

$$M_{\text{ист.}} = m_{\text{г}} V_{\text{М}} / M_{\text{в-ва}}$$

$$M_{\text{ист.}} = 5,491 \cdot 22,4/1 = 123 \text{ г/моль}.$$

2) $k = M_{\text{ист.}} / M_{\text{прост.}}$, $k = 123/123 = 1$,

истинная формула $C_6H_5NO_2$.

Задачи

8. При полном сгорании углеводорода образовалось 8,96 л (н. у.) оксида углерода (IV) и 5,4 г воды. Молярная масса углеводорода в 27 раз больше молярной массы водорода. Определите молекулярную формулу углеводорода.

9. При полном сгорании углеводорода образовалось 27 г воды и 33,6 л CO_2 (н. у.). Относительная плотность углеводорода по аргону равна 1,05. Определите его молекулярную формулу.

10. При сгорании органического соединения массой 7,2 г образовались CO_2 массой 9,9 г и вода массой 8,1 г. Плотность паров этого вещества по водороду равна 16. Определите молекулярную формулу этого вещества.

11. При полном сгорании 4,6 г газообразного органического вещества получено 8,8 г CO_2 и 5,4 г воды. Относительная плотность паров органического вещества по воздуху равна 1,589. Определите молекулярную формулу этого вещества.

12. В результате сжигания 1,74 г органического соединения получено 5,58 г смеси CO_2 и H_2O . Количества веществ CO_2 и H_2O в этой смеси оказались равными. Определите молекулярную формулу органического соединения, если относительная плотность его по кислороду равна 1,8125.

13. При сгорании 11,04 г органического вещества, реагирующего с гидроксидом натрия в молярном соотношении 1 : 3, образуется 8,064 л CO_2 (н. у.) и 8,64 г воды. Определите молекулярную формулу этого вещества.

14. При сгорании газообразного органического вещества, не содержащего кислород, выделилось 2,24 л (н. у.) углекислого газа и 4 г фтороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего вещества.

15. При полном сгорании газообразного органического вещества, не содержащего кислорода, выделилось 4,48 л (н. у.) углекислого газа, 1,8 г воды и 4 г фтороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего соединения.

16. При сгорании газообразного органического вещества, не содержащего кислорода, выделилось 2,24 л (н. у.) углекислого газа, 1,8 г воды и 3,65 г хлороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего соединения.

17. При полном сгорании органического бескислородного вещества выделилось 8,96 л (н. у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 14,6 г хлороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего соединения.

18. При сгорании 0,31 г газообразного органического вещества выделилось 0,224 л углекислого газа, 0,45 г воды и 0,112 л азота. Плотность вещества 1,384 г/л. Установите молекулярную формулу этого соединения и назовите его.

19. При сгорании 0,45 г газообразного органического вещества выделилось 0,448 л (н. у.) углекислого газа, 0,63 г воды и 0,112 л (н. у.) азота. Плотность исходного вещества по азоту 1,607. Установите молекулярную формулу этого вещества.

20. Продуктами горения вещества массой 3,2 г являются азот объемом 2,24 л (н. у.) и вода массой 3,6 г. Определите молекулярную формулу соединения, если плотность его паров по водороду равна 16.

21. При сгорании вторичного амина симметричного строения выделилось 0,896 л (н. у.) углекислого газа, 0,99 г воды и 0,112 л (н. у.) азота. Установите молекулярную формулу этого амина.

22. При сгорании вторичного амина выделилось 0,672 л (н. у.) углекислого газа, 0,81 г воды и 0,112 л (н. у.) азота. Установите молекулярную формулу этого вещества.

23. При сгорании 1,8 г некоторого первичного амина выделилось 0,448 л (н. у.) азота. Установите молекулярную формулу этого амина.

24. Установите молекулярную формулу третичного амина, если известно, что при его сгорании выделилось 0,896 л (н. у.) углекислого газа, 0,99 г воды и 0,112 л (н. у.) азота.

25. При сжигании органического вещества массой 1,78 г в избытке кислорода получили 0,28 г азота, 1,344 л CO_2 (н. у.) и 1,26 г воды. Определите молекулярную формулу этого вещества, зная, что в образце массой 1,78 г содержится $1,204 \cdot 10^{22}$ молекул.

26. При прокаливании соли массой 12,8 г получили 7,2 г воды и 4,48 л (н. у.) бесцветного газа, который при обычных условиях реагирует только с литием и имеет относительную плотность по метану 1,75. Определите формулу соли.

27. Предельный одноатомный спирт сожгли. В результате реакции получили 22,4 л (н. у.) углекислого газа и 22,5 г водяных паров. Определите молекулярную формулу спирта.

III. Определение формулы вещества по известной общей формуле и массовой доле одного из элементов

Алгоритм решения задачи

1-й этап. Составить общую формулу вещества данного класса.

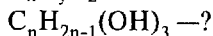
2-ой этап. Записать выражение для массовой доли элемента в соединении и найти значение индекса «n».

Пример 14.

Установите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 10%.

Дано

$$\omega(\text{H}) = 10\% = 0,1$$



Анализ и решение:

1-й этап

Составлять общую формулу вещества рекомендуется, начиная с формулы предельного углеводорода $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

В молекуле трехатомного спирта имеется 3 группы OH, то есть $(OH)_3$, которые заместили 3 атома водорода и число атомов водорода $(2n + 2 - 3) = (2n - 1)$.

Общая формула $C_nH_{2n-1}(OH)_3$ или суммарная $C_nH_{2n+2}O_3$.

2-ой этап.

Наиболее общее выражение для вычисления массовой доли

$$\omega = m_{\text{части}} / m_{\text{всего образца}}$$

$$\omega(H) = (2n + 2) / (12n + 2n + 2 + 16 \cdot 3)$$

$$0,10 = (2n + 2) / (14n + 50)$$

$$n = 5.$$

Формула $C_5H_9(OH)_3$.

Задачи

28. Монобромпроизводное алкана содержит 35% углерода по массе. Определите молекулярную формулу этого соединения.

29. Монохлоралкан содержит 70,3% хлора по массе. Установите молекулярную формулу этого соединения.

30. Один из монобромалканов содержит 65,04% брома. Установите молекулярную формулу этого вещества.

31. Пары одного из монобромалканов в 61,5 раз тяжелее водорода. Установите молекулярную формулу этого вещества.

32. Установите молекулярную формулу диена, относительная плотность паров которого по воздуху 1,862.

33. Установите молекулярную формулу диена, относительная плотность паров которого по воздуху 1,38.

34. Установите молекулярную формулу предельного двухатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 10,53%.

35. Определите формулу предельного двухатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 11,11%.

36. Установите молекулярную формулу предельного двухатомного спирта, массовая доля углерода в котором равна 47,37%.

37. Установите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 10%.

38. Установите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля водорода в котором равна 9,43%.

39. Определите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля кислорода в котором равна 45,28%.

40. Установите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля углерода в котором равна массовой доле кислорода.

41. Установите молекулярную формулу предельного трёхатомного спирта, массовая доля углерода в котором равна 50%.

42. Массовая доля кислорода в предельной одноосновной карбоновой кислоте равна 43,24%. Установите молекулярную формулу кислоты.

43. Массовая доля кислорода в одноосновной аминокислоте равна 42,67%. Установите молекулярную формулу кислоты.

44. Установите молекулярную формулу предельной карбоновой кислоты, имеющей такую же плотность паров по кислороду, как и сложный эфир, содержащий 43,24% кислорода.

IV. Определения формулы вещества по его реакционной способности

Решение подобных задач сводится к алгоритмическому расчету по уравнению реакции с тем отличием, что формула неизвестного вещества записывается в общем виде, например, алкен C_nH_{2n} , одноатомный предельный спирт $C_nH_{2n+1}OH$, альдегид или кислота предельного ряда $C_nH_{2n+1}CHO$ или $C_nH_{2n+1}COOH$, оксид металла MO и т.п.

Пример 15.

При нагревании 120 г предельного одноатомного спирта в присутствии концентрированной серной кислоты было получено 84 г алкена. Установите формулу исходного спирта.

Дано

$$m(C_nH_{2n+1}OH) = 120 \text{ г}$$

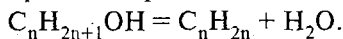
$$m(C_nH_{2n}) = 84 \text{ г}$$

$$C_nH_{2n+1}OH \text{ — ?}$$

$$n \text{ — ?}$$

Анализ и решение:

1) Уравнение реакции:



- 2) Для нахождения формулы вещества воспользуемся основным уравнением для количества вещества:

$$n = m_{\text{В-ВА}} / M_{\text{В-ВА}} \quad (1), \text{ выразив из него молярную массу}$$

$$M_{\text{В-ВА}} = m_{\text{В-ВА}} / n \quad (2).$$

- 3) План решения задачи:

1. Вычислить в общем виде молярные массы спирта и алкена и найти количества прореагировавших веществ по формуле (1).

2. Используя уравнение реакции (1), составить пропорцию между количествами прореагировавших веществ и найти значение индекса «n».

- 4) Вычисляем молярные массы спирта и алкена и количества прореагировавших веществ:

$$\begin{aligned} \text{а) } M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) &= 12n + 1 \cdot (2n + 1) + 16 + 1 = \\ &= (14n + 18) \text{ г/моль,} \end{aligned}$$

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 120 / (14n + 18) \text{ моль;}$$

$$\text{б) } M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 12n + 2n = 14n \text{ г/моль,}$$

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 84 / 14n \text{ моль.}$$

- 5) По уравнению реакции составляем пропорцию и находим значение «n»:

$$[120 / (14n + 18)] : 1 = [84 / 14n] : 1$$

$$120 / (14n + 18) = 84 / 14n$$

$$n = 3, \text{ формула спирта } \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}.$$

Задачи

45. При взаимодействии одного и того же количества алкена с различными галогеноводородами образуется соответственно 7,85 г хлорпроизводного или 12,3 г бромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкена, запишите его название и структурную формулу.

46. Установите молекулярную формулу алкена, если известно, что 1,5 г его способны присоединить 600 мл (н. у.) хлороводорода.

47. Установите молекулярную формулу алкена, если известно, что 0,5 г его способны присоединить 200 мл (н. у.) водорода.

48. Установите молекулярную формулу предельного одноатомного спирта, зная, что 18,5 г его в реакции с некоторым щелочным металлом выделяет 2,8 л водорода (н. у.).

49. Установите молекулярную формулу алкена, взаимодействие которого с хлороводородом приводит к образованию монохлорпроизводного с относительной плотностью по азоту 3,30.

50. Определите молекулярную формулу ацетиленового углеводорода, если молярная масса продукта его реакции с избытком бромоводорода в 4 раза больше, чем молярная масса исходного углеводорода.

51. Ацетиленовый углеводород может максимально присоединить 80 г брома с образованием продукта реакции массой 97. Установите молекулярную формулу этого углеводорода.

52. В результате реакции предельного одноатомного спирта с хлороводородом массой 18,25 г получили органический продукт массой 46,25 г и воду. Определите молекулярную формулу исходного спирта.

53. На нейтрализацию 18,5 г предельной одноосновной кислоты потребовался раствор, содержащий 10 г гидроксида натрия. Определите молекулярную формулу кислоты.

54. На нейтрализацию 25,5 г предельной одноосновной кислоты потребовался раствор, содержащий 10 г гидроксида натрия. Определите молекулярную формулу кислоты.

55. Предельный одноатомный спирт обработали металлическим натрием. В результате реакции получили вещество массой 20,5 г и выделился газ объемом 2,8 л (н. у.). Определите молекулярную формулу спирта.

56. При взаимодействии 30 г предельного одноатомного спирта с металлическим натрием выделилось 5,6 л (н. у.) газа. Определите молекулярную формулу спирта.

57. При взаимодействии 23 г предельного одноатомного спирта с металлическим натрием выделилось 5,6 л (н. у.) газа. Определите молекулярную формулу спирта.

58. При взаимодействии 22 г предельной одноатомной кислоты с избытком раствора гидрокарбоната натрия выделилось 5,6 л (н. у.) газа. Определите молекулярную формулу кислоты.

59. При окислении предельного одноатомного спирта оксидом меди (II) получили 9,73 г альдегида, 8,65 г меди и воду. Определите молекулярную формулу исходного спирта.

60. При дегидратации предельного одноатомного спирта получили простой эфир с массовой долей водорода 13,73%. Определите молекулярную формулу исходного спирта.

61. Некоторая предельная одноосновная кислота массой 6 г требует для полной этерификации такой же массы спирта. При этом получается 10,2 г сложного эфира. Установите молекулярную формулу кислоты.

62. Некоторый сложный эфир массой 7,4 г подвергнут щелочному гидролизу. При этом получено 9,8 г калиевой соли предельной одноосновной кислоты и 3,2 г спирта. Установите молекулярную формулу этого эфира.

63. При щелочном гидролизе 6 г некоторого сложного эфира получено 6,8 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 3,2 г спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

64. Сложный эфир массой 30 г подвергнут щелочному гидролизу. При этом получено 34 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 16 г спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

65. Установите молекулярную формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, кальциевая соль которой содержит 30,77% кальция.

66. Установите молекулярную формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, бариевая соль которой содержит 60,35% бария.

67. При щелочном гидролизе 37 г некоторого сложного эфира получено 49 г калиевой соли предельной одноосновной кислоты и 16 г спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

68. При сгорании 0,90 г газообразного органического вещества выделилось 0,896 л (н. у.) углекислого газа, 1,26 г воды и 0,224 л азота. Плотность газообразного вещества по азоту 1,607. Установите молекулярную формулу органического вещества.

69. При сгорании амина выделилось 0,448 л (н. у.) углекислого газа, 0,495 г воды и 0,056 л азота. Установите молекулярную формулу этого амина.

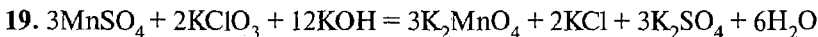
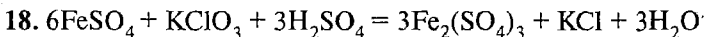
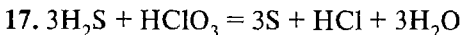
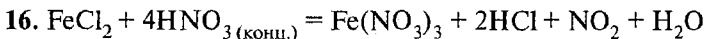
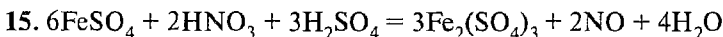
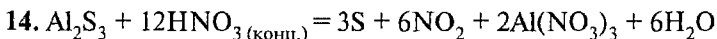
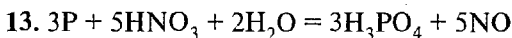
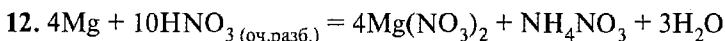
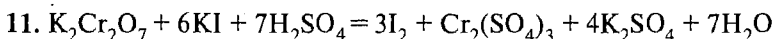
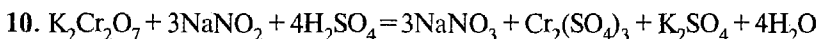
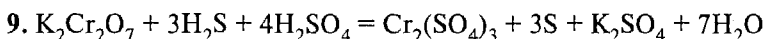
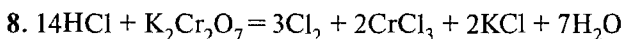
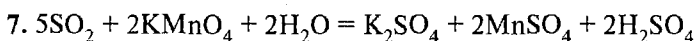
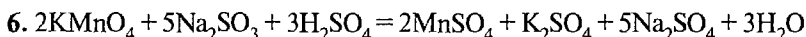
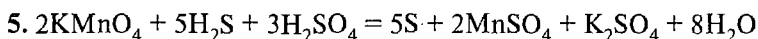
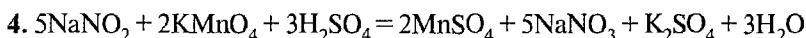
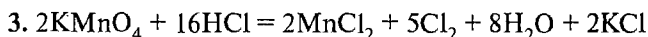
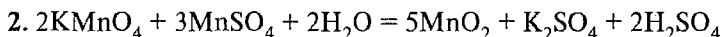
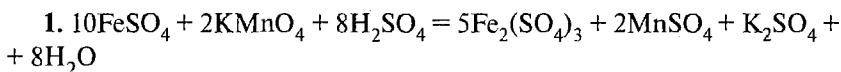
70. При сгорании газообразного органического вещества, не содержащего кислород, выделилось 4,48 л (н. у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 2 г фтороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего вещества.

71. При взаимодействии 35,52 г некоторого предельного одноатомного спирта с металлическим натрием получено 0,48 г водорода. Определите молекулярную формулу спирта.

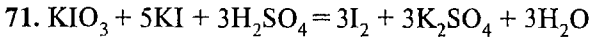
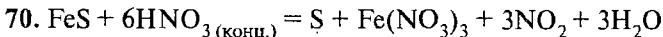
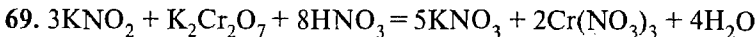
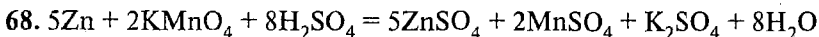
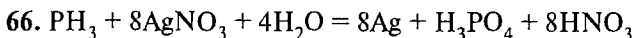
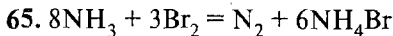
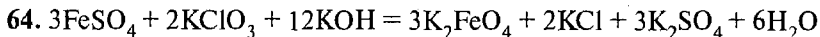
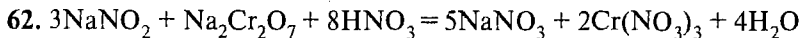
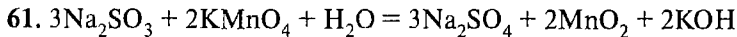
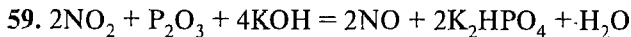
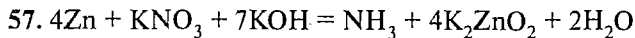
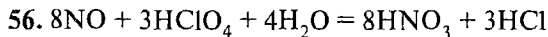
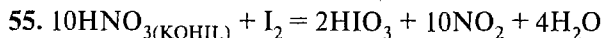
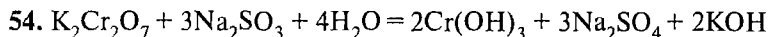
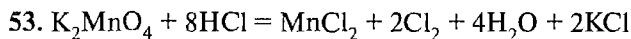
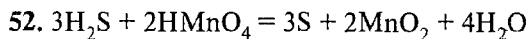
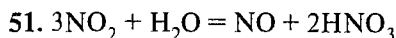
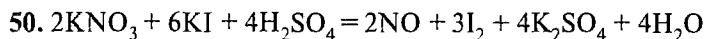
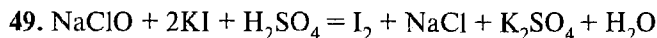
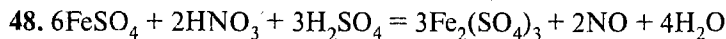
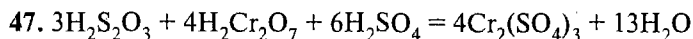
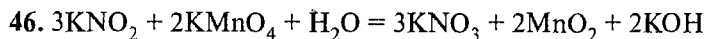
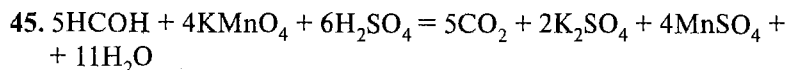
72. При сгорании 0,62 г газообразного органического вещества выделилось 0,448 л углекислого газа, 0,9 г воды и 0,224 л азота (объемы газов измерены при н. у.). Плотность вещества по водороду 15,50. Установите его молекулярную формулу.

ОТВЕТЫ

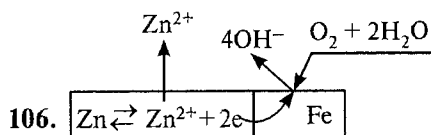
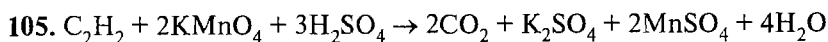
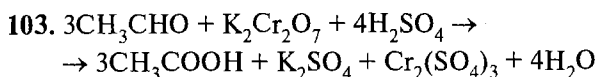
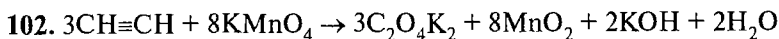
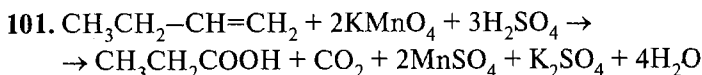
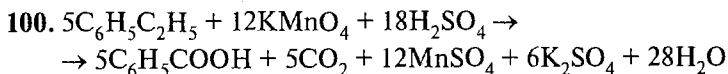
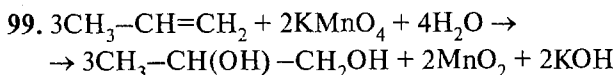
Решение заданий вопроса С1



20. $2\text{NH}_3 + 3\text{KClO} = \text{N}_2 + 3\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
21. $3\text{P}_2\text{O}_3 + 2\text{HClO}_3 + 9\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HCl}$
22. $6\text{P} + 5\text{HClO}_3 + 9\text{H}_2\text{O} = 5\text{HCl} + 6\text{H}_3\text{PO}_4$
23. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
24. $2\text{NaNO}_2 + 2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NO} + \text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
25. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
26. $8\text{KI} + 5\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.})} = 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
27. $4\text{Mg} + 5\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.})} = 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
28. $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
29. $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Cl}_2 + 10\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
30. $\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} = 2\text{KI} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
31. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KMnO}_4 + 16\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{K}_2\text{MnO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
32. $2\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
33. $\text{AlP} + 11\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{NO}_2 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
34. $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
35. $2\text{KNO}_2 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
36. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Br}_2 + 16\text{NaOH} = 6\text{NaBr} + 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
37. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
38. $10\text{FeSO}_4 + 2\text{NaMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
39. $2\text{KMnO}_4 + 10\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Br}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
40. $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
41. $3\text{As}_2\text{S}_3 + 28\text{HNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_3\text{AsO}_4 + 28\text{NO} + 9\text{H}_2\text{SO}_4$
42. $3\text{PH}_3 + 4\text{HClO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{HCl}$
43. $2\text{CrCl}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 4\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
44. $\text{MnO}_2 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

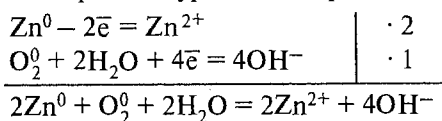


72. $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{Br}_2 + 8\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 4\text{H}_2\text{O}$
73. $\text{SO}_2 + 4\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + \text{S} + 2\text{I}_2$
74. $5\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 6\text{HNO}_3 + 2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$
75. $2\text{NH}_3 + 2\text{KMnO}_4 = \text{N}_2 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
76. $3\text{P}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{CrPO}_4$
77. $3\text{Si} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HF} = 3\text{H}_2\text{SiF}_6 + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$
78. $5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
79. $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$
80. $3\text{PH}_3 + 8\text{HMnO}_4 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
81. $3\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
82. $3\text{P}_2\text{O}_3 + 4\text{HNO}_3 + 7\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{NO}$
83. $2\text{NO} + 3\text{KClO} + 2\text{KOH} = 2\text{KNO}_3 + 3\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
84. $5\text{PH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
85. $\text{NaClO}_3 + 3\text{MnO}_2 + 6\text{NaOH} = 3\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
86. $5\text{AsH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
87. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
88. $2\text{CuI} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = 2\text{CuSO}_4 + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
89. $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
90. $2\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
91. $8\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 = 8\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$
92. $3\text{Na}_2\text{S} + 2\text{NaNO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{S} + 2\text{NO} + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
93. $2\text{P} + 5\text{CuSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Cu}$
94. $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$
95. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
96. $2\text{CrBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 8\text{H}_2\text{O}$
97. $14\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 3\text{Cl}_2 + 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$
98. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

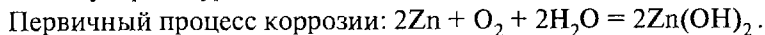


Цинк более активен, чем железо (находится левее в ряду активности), поэтому при контакте 2-х металлов будет разрушаться; освобождающиеся электроны будут перемещаться на железо, на поверхности которого происходит процесс восстановления окислителя.

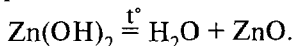
Электронные уравнения процессов:



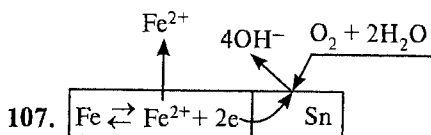
Молекулярные уравнения:



Вторичный процесс, протекающий при коррозии: гидроксид цинка разлагается с выделением H_2O :

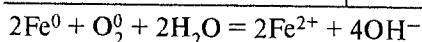
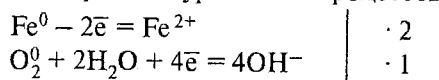


Продукты коррозии — смесь оксида ZnO и гидроксида цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

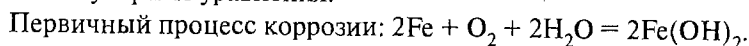


Железо более активно, чем олово (находится левее в ряду активности), поэтому при контакте 2-х металлов будет разрушаться; освобождающиеся электроны будут перемещаться на олово, на поверхности которого происходит процесс восстановления окислителя.

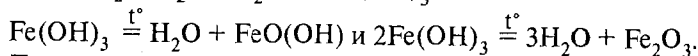
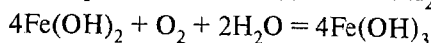
Электронные уравнения процессов:



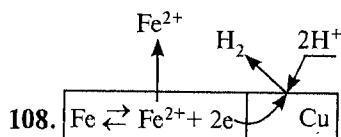
Молекулярные уравнения:



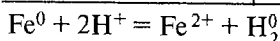
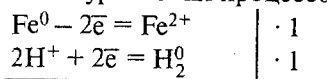
Вторичные процессы, протекающие при коррозии: гидроксид железа (II) окисляется кислородом воздуха до гидроксида железа (III), который разлагается с выделением H_2O :



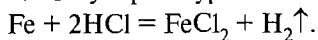
Продукты коррозии — смесь оксидов и гидроксидов железа и продуктов разложения: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeOOH , Fe_2O_3 .



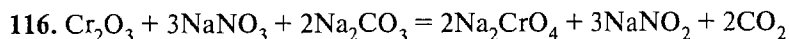
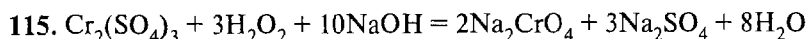
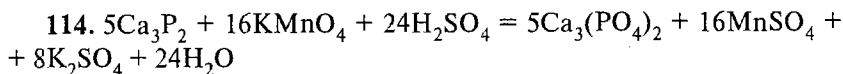
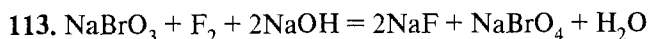
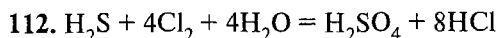
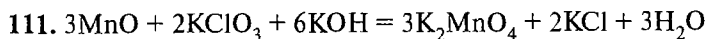
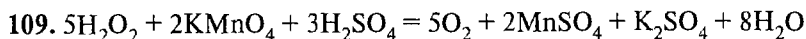
При контакте двух металлов более активный из них окисляется (разрушается), а на поверхности менее активного происходит процесс восстановления окислителя, и этот металл защищен от коррозии. По ряду активности металлов определяем: железо более активно, чем медь (расположено левее, чем медь в ряду активности). Электронные уравнения процессов:



Молекулярное уравнение:



Продукты коррозии — FeCl_2 и H_2 .



Решение заданий вопроса С2

1. Анализ и решение.

«Ключевые слова» — **концентрированная азотная кислота и медь.**

Медь — малоактивный металл, проявляет свойства восстановителя.

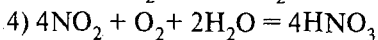
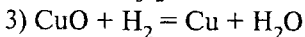
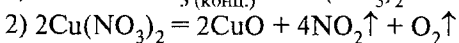
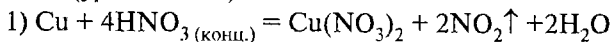
Окислительные свойства азотной кислоты связаны с азотом в степени окисления +5, поэтому при взаимодействии как с металлами, так и с другими восстановителями выделяется не водород, а вещество, содержащее азот в более низких степенях окисления; концентрированная азотная кислота растворяет малоактивные металлы и восстанавливается до NO_2 (уравнение 1).

«Ключевые слова» — ... **осадок прокалили.** Нитраты металлов, находящихся в ряду активности от магния до меди, разлагаются при нагревании на оксид металла, бурый газ и кислород (уравнение 2).

«Ключевые слова» — ... **пропустили водород.** Восстановление оксидов металлов водородом — один из способов получения большого числа металлов (уравнение 3).

«Ключевые слова» — **Газообразные продукты... поглощены водой....** При разложении нитрата меди выделяются NO_2 и O_2 . Оксид азота (IV) является смешанным оксидом азотистой и азотной кислот,

однако в присутствии кислорода в растворе образуется только азотная кислота (уравнение 4).



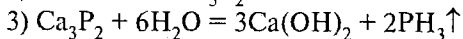
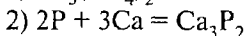
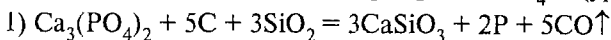
2. Анализ и решение.

«Ключевые слова» — ... **нагревании фосфата кальция с коксом и оксидом кремния** Первое из описанных превращений — промышленный способ получения фосфора (уравнение 1).

«Ключевые слова» — **Простое вещество** ... сплавил с **кальцием**. Простое вещество, образовавшееся в первом превращении, — фосфор. Металлы (восстановители) взаимодействуют с неметаллами (окислителями) с образованием бинарных соединений (солей или оксидов) (уравнение 2).

«Ключевые слова» — **Продукт** ... обработали **водой** При взаимодействии фосфида Ca_3P_2 с водой происходит гидролиз (уравнение 3) и образуются гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и фосфин PH_3 , газ с чесночным запахом.

«Ключевые слова» — ... **газ** ... раствор соляной **кислоты**. Фосфин, являясь аналогом аммиака, проявляет основные свойства и реагирует с кислотой с образованием соли фосфония PH_4Cl (уравнение 4).



3. При взаимодействии как солей соляной кислоты, так и самой кислоты с нитратом серебра образуется AgCl — нерастворимое в воде и кислотах творожистое вещество белого цвета (уравнение 1); эта реакция является качественной реакцией на хлорид-ионы. Фильтрат — раствор, прошедший через фильтр, который задерживает нерастворимые вещества. Взаимодействие растворимых солей с растворами щелочей — способ получения нерастворимых оснований (уравнение 2); $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — нерастворимое вещество бурого цвета, амфотерный гидроксид, разлагается при нагревании на оксид металла и воду

(уравнение 3). Восстановление металлов из их оксидов с помощью алюминия — промышленный способ получения многих металлов (алюминотермия); реакция экзотермическая, сопровождается выделением тепла, света и плавлением реакционной массы (уравнение 4).

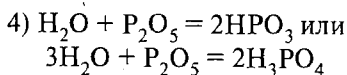
- 1) $3\text{AgNO}_3 + \text{FeCl}_3 = 3\text{AgCl}\downarrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{KOH} = 3\text{KNO}_3 + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$
- 3) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

4. При электролизе расплавов солей на катоде выделяется металл (уравнение 1). При горении натрия преимущественно образуется пероксид натрия (уравнение 2), который является сильным окислителем. При взаимодействии Na_2O_2 с SO_2 (восстановитель, содержит серу в степени окисления +4) будет образовываться соединение серы в высшей, более устойчивой, степени окисления +6 (уравнение 3). Сульфат бария BaSO_4 — нерастворимое в воде и кислотах вещество белого цвета; образование BaSO_4 — качественная реакция на сульфат-анион SO_4^{2-} (уравнение 4).

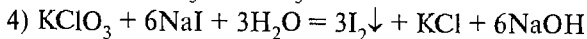
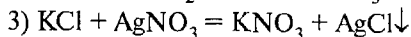
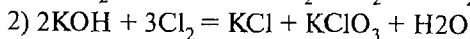
- 1) $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2\uparrow$
- 2) $\text{O}_2 + 2\text{Na} = \text{Na}_2\text{O}_2$
- 3) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaOH}$

5. Соли аммония и кислот, для которых нехарактерны окислительные свойства (NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и другие), при нагревании разлагаются на аммиак NH_3 и кислоту (уравнение 1). Оксид меди (II) — основной оксид, кислоты реагируют с основными оксидами с образованием солей (уравнение 2). Аммиак, в котором азот находится в низшей степени окисления N^{-3} , проявляет восстановительные свойства и восстанавливает среднеактивные и малоактивные металлы из их оксидов (уравнение 3). При взаимодействии P_2O_5 с водой, в зависимости от соотношения реагентов и температуры, могут образовываться различные фосфорные кислоты ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, HPO_3 , H_3PO_4) (уравнения 4); азот с P_2O_5 не реагирует.

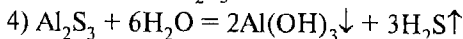
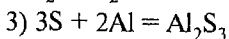
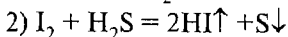
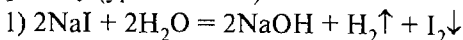
- 1) $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{HCl}\uparrow + \text{NH}_3\uparrow$
- 2) $2\text{HCl} + \text{CuO} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = 3\text{Cu} + \text{N}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$



6. Взаимодействие оксида марганца (IV) MnO_2 с соляной кислотой — способ получения хлора (уравнение 1). Хлор в горячем растворе щёлочи диспропорционирует с образованием хлорида и хлората (уравнение 2). Образование белого творожистого осадка при взаимодействии с раствором нитрата серебра AgNO_3 — качественная реакция на ионы Cl^- (уравнение 3). Хлораты — сильные окислители, Cl^{+5} восстанавливается до Cl^- , I^- — восстановитель, окисляется до I_2 (уравнение 4).

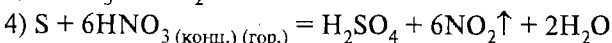
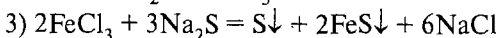
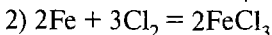
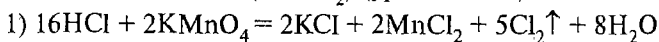


7. При электролизе водного раствора соли бескислородной кислоты на аноде происходит окисление кислотного остатка и выделяется свободный йод (уравнение 1). Йод, как более активный неметалл, будет вытеснять (окислять) серу из её бинарных соединений (уравнение 2). При взаимодействии металлов с неметаллами образуются соли соответствующих бескислородных кислот (уравнение 3). Сульфид алюминия Al_2S_3 — соль, образованная амфотерным гидроксидом $\text{Al}(\text{OH})_3$ и слабой кислотой H_2S ; в воде будет подвергаться полному гидролизу (уравнение 4).

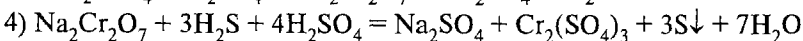
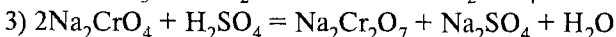
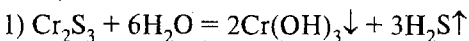


8. Взаимодействие соляной кислоты с перманганатом калия является способом получения хлора (уравнение 1). Железо взаимодействует с сильными окислителями с образованием соединений железа в степени окисления +3 (уравнение 2). Железо в степени окисления +3 проявляет свойства окислителя, поэтому может взаимодействовать с восстановителем (сульфид натрия Na_2S , содержащий серу в степени окисления -2), образуя соединения двухвалентного железа

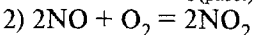
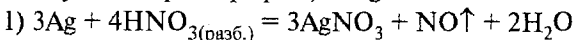
(уравнение 3). Горячая концентрированная азотная кислота окисляет серу до высшей степени окисления +6 (до H_2SO_4), азот при этом восстанавливается до N^{+4} (до NO_2) (уравнение 4).

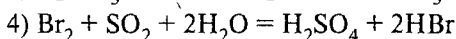
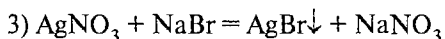


9. Сульфид хрома (III) Cr_2S_3 — соль, образованная амфотерным гидроксидом (слабый электролит) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и слабой кислотой H_2S ; в водном растворе гидролизуеться с выделением газа с запахом тухлых яиц (H_2S) и нерастворимого вещества зелёного цвета $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (уравнение 1). Хлор в щелочных средах является очень сильным окислителем, для хрома характерны степени окисления +3 и +6, поэтому происходит окисление $\text{Cr}(\text{OH})_3$ до Na_2CrO_4 , вещества жёлтого цвета (уравнение 2). Хроматы в кислых средах переходят в дихроматы, имеющие оранжевую окраску (уравнение 3). $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — сильный окислитель, окисляет H_2S до серы и сам при этом восстанавливается до Cr^{+3} ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$), соединения которого имеют зелёный цвет (уравнение 4).

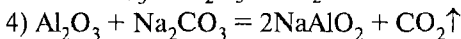
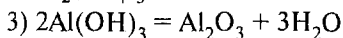
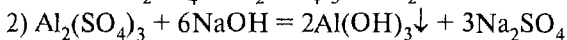
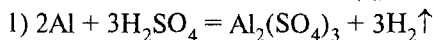


10. Творожистый осадок желтоватого (кремового) цвета образуется при взаимодействии бромид-аниона и катиона Ag^+ (уравнение 3). При взаимодействии серебра (малоактивный металл) с разбавленной азотной кислотой выделяется бесцветный газ NO (уравнение 1), который на воздухе самопроизвольно окисляется до бурого газа NO_2 (уравнение 2). При взаимодействии бромной воды (окислитель) и оксида серы (IV) (восстановитель) образуются две сильные кислоты — бромоводородная и серная (уравнение 4). Следовательно, соль, используемая в фотографии, — AgBr .

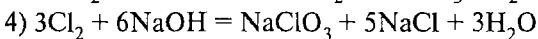
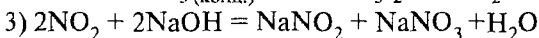
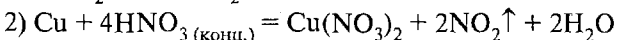
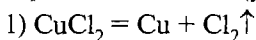




11. Алюминий, находящийся в ряду активности металлов левее водорода, растворяется в разбавленной H_2SO_4 с выделением водорода и образованием сульфата алюминия (уравнение 1). При добавлении в раствор щёлочи происходит осаждение $\text{Al}(\text{OH})_3$ (амфотерный гидроксид, нерастворимое в воде вещество белого цвета) (уравнение 2), который, как и любой другой нерастворимый гидроксид, при прокаливании (нагревании) разлагается с образованием оксида металла и воды (уравнение 3). Al_2O_3 — амфотерный оксид, может при нагревании взаимодействовать с карбонатами с образованием металлюминатов (NaAlO_2) — солей несуществующей в свободном состоянии металлюминиевой кислоты (уравнение 4).



12. При электролизе водных растворов солей, образованных металлами, расположенными в ряду активности после водорода, на катоде выделяется только металл, в частности медь; анионы бескислородных кислот (кроме F^-) окисляются на аноде до простых веществ (уравнение 1). При растворении меди в концентрированной HNO_3 азот, имевший в кислоте степень окисления +5 (N^{+5}), восстанавливается до степени окисления +4 и выделяется NO_2 (ядовитый бурый газ) (уравнение 2). NO_2 является смешанным оксидом азотной HNO_3 и азотистой HNO_2 кислот; при пропускании бурого газа через раствор щёлочи образуется смесь солей азотной и азотистой кислот (уравнение 3). При пропускании хлора через горячий раствор щёлочи происходит реакция диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) и образуются соли хлороводородной (соляной) и хлорноватой кислот (уравнение 4).



13. Первое превращение — промышленный способ получения фосфора (уравнение 1). Белый фосфор вступает в щелочной среде в реакцию диспропорционирования, образуя фосфин PH_3 (ядовитый бесцветный газ с чесночным запахом, самовоспламеняющийся на воздухе) (уравнение 2). При горении фосфина образуется высший оксид фосфора P_2O_5 (уравнение 3), который реагирует с избытком воды с образованием H_3PO_4 . Ag_3PO_4 — нерастворимое вещество жёлтого цвета (уравнение 4).

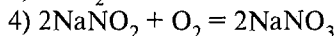
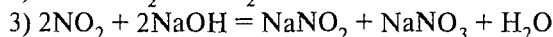
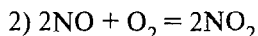
- 1) $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 = 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}\uparrow$ или
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{C} + 3\text{SiO}_2 = 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}\uparrow$
- 2) $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3\uparrow$
- 3) $2\text{PH}_3 + 4\text{O}_2 = \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ или
- 4) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + 3\text{HNO}_3$

14. Взаимодействие бромоводородной кислоты с перманганатом калия является способом получения брома (уравнение 1). Железо взаимодействует с сильными окислителями с образованием соединений железа в степени окисления +3 (уравнение 2). Взаимодействие растворимых солей со щелочами является способом получения нерастворимых гидроксидов (уравнение 3), которые разлагаются при нагревании (уравнение 4).

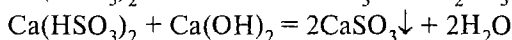
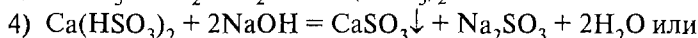
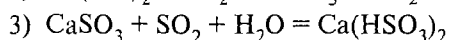
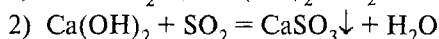
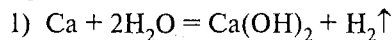
- 1) $16\text{HBr} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{KBr} + 2\text{MnBr}_2 + 5\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{Fe} + 3\text{Br}_2 = 2\text{FeBr}_3$
- 3) $\text{FeBr}_3 + 3\text{CsOH} = 3\text{CsBr} + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$
- 4) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

15. Если в воздухе возникают электрические разряды, то происходит образование бесцветного оксида азота (II) (уравнение 1), который быстро самопроизвольно окисляется кислородом воздуха до бурого газа (NO_2) (уравнение 2). Оксид азота (IV) — смешанный оксид азотистой и азотной кислот, при взаимодействии с раствором щёлочи образуется смесь двух солей — нитрита и нитрата (уравнение 3). Если длительное время выдерживать нитрит натрия на воздухе, то он будет окисляться до нитрата (уравнение 4).

- 1) $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$

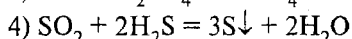
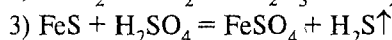
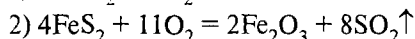
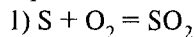


16. Кальций — активный металл и взаимодействует с водой с выделением водорода и образованием $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который относится к щелочам (уравнение 1). SO_2 (сернистый газ) является ангидридом двухосновной сернистой кислоты H_2SO_3 , поэтому при пропускании через раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется средняя соль (уравнение 2), которая в избытке сернистого газа превращается в кислую соль (уравнение 3). При добавлении в полученный раствор щёлочи происходит нейтрализация кислой соли и выпадает осадок CaSO_3 (уравнение 4).



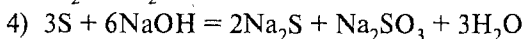
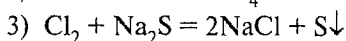
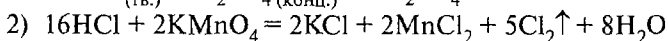
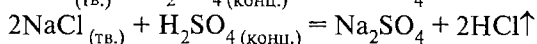
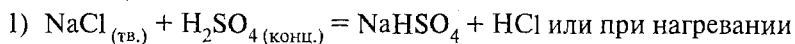
17. Простое вещество жёлтого цвета, горящее на воздухе с выделением газа с резким запахом, — сера (уравнение 1). Вещества, содержащие железо и серу: минерал пирит FeS_2 и сульфид железа (II) (уравнения 2 и 3). При взаимодействии оксида серы (IV) и сероводорода первый проявляет свойства окислителя, второй — восстановителя и образуется простое вещество — сера (уравнение 4).

Простое вещество — сера, минерал — FeS_2 ; FeS .

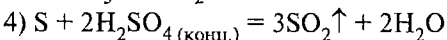
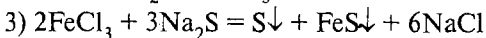
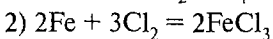
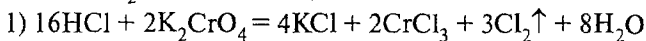


18. Взаимодействие твёрдых хлоридов, в частности поваренной соли NaCl , с концентрированной H_2SO_4 , в настоящее время является лабораторным способом получения хлороводорода (ядовитый газ с резким запахом, очень хорошо растворимый в воде) (уравнение 1). Перманганат калия KMnO_4 — сильный окислитель, в кислых средах восстанавливается до соли двухвалентного марганца (MnCl_2), хлорид-ион окисляется при этом до свободного хлора Cl_2 (ядовитый газ

жёлто-зелёного цвета с резким запахом, растворимый в воде) (уравнение 2). Более сильный окислитель (более активный неметалл) хлор может вытеснять менее активные неметаллы из их бинарных соединений, в частности вытесняет серу из сульфидов и сероводорода (уравнение 3). Многие неметаллы (Cl_2 , Br_2 , I_2 , S , P и некоторые другие) способны вступать в реакции самоокисления-самовосстановления, образуя два вещества, в одном из которых элемент находится в низшей, в другом — в промежуточной степени окисления (уравнение 4).

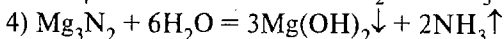
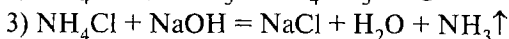
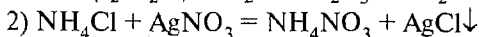
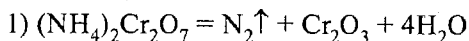


19. Хромат калия, особенно в кислой среде, проявляет свойства сильного окислителя, поэтому при взаимодействии с горячей соляной кислотой будет происходить выделение хлора и образуется раствор зелёного цвета (цвет солей Cr^{+3}) (уравнение 1). Железо взаимодействует с хлором с образованием хлорного железа FeCl_3 (уравнение 2). Железо в степени окисления +3 проявляет свойства окислителя, поэтому может взаимодействовать с сильными восстановителями (S^{-2} , I^-), образуя соединения двухвалентного железа (уравнение 3). Концентрированная серная кислота — сильный окислитель, окислительные свойства проявляет S^{+6} , восстанавливаясь, в зависимости от условий реакции до S^{+4} , S^0 , S^{-2} ; простое вещество сера будет окисляться до S^{+4} , серная кислота восстанавливается до S^{+4} (до SO_2) (уравнение 4).

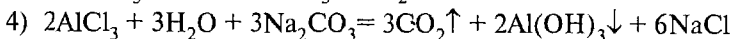
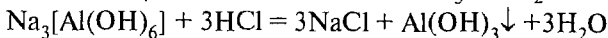
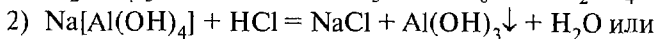
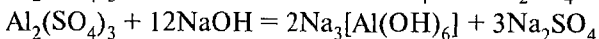
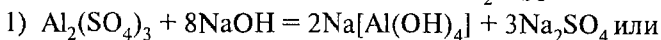


20. Разложение при нагревании, напоминающее извержение вулкана, происходит с бихроматом аммония. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — вещество оранжевого цвета разлагается с образованием Cr_2O_3 , имеющего зелёный цвет, и выделением азота N_2 (уравнение 1). Образование белого

творожистого осадка при взаимодействии с AgNO_3 — качественная реакция на хлорид-ион Cl^- , следовательно, вторая соль — хлорид аммония NH_4Cl (уравнение 2). При нагревании хлорида аммония со щелочами выделяется аммиак NH_3 — бесцветный ядовитый газ с резким запахом (уравнение 3). Взаимодействие нитридов с водой (гидролиз) приводит к образованию аммиака и гидроксида металла (уравнение 4).

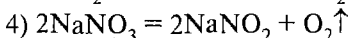
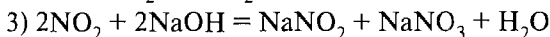
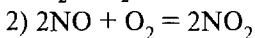
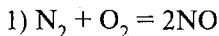


21. При взаимодействии солей алюминия (и других амфотерных гидроксидов) реакция со щелочами происходит в две стадии: на первой образуется нерастворимый амфотерный гидроксид, на второй — его растворение в избытке щёлочи с образованием гидроксокомплексов, в частности $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ или $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ (уравнение 1). При действии на гидроксокомплексы растворов кислот они разлагаются на нерастворимый амфотерный гидроксид и соль соответствующей кислоты (уравнение 2). Амфотерные гидроксиды растворяются в растворах кислот (уравнение 3). При добавлении в раствор, содержащий соль амфотерного гидроксида (AlCl_3), соли, образованной слабой кислотой (Na_2CO_3), происходит гидролиз как по катиону, так и по аниону, поэтому продуктами реакции будут $\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ и угольная кислота, разлагающаяся с выделением $\text{CO}_2\uparrow$ (уравнение 4).

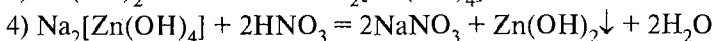
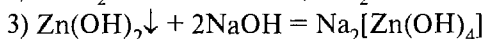
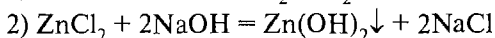
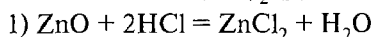


22. Если в воздухе возникают электрические разряды, то происходит образование бесцветного оксида азота (II) (уравнение 1), который быстро самопроизвольно окисляется кислородом воздуха до бурого газа (NO_2) (уравнение 2). Оксид азота (IV) — смешанный оксид

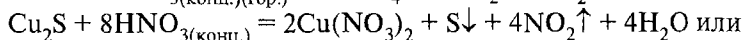
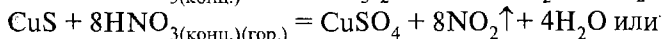
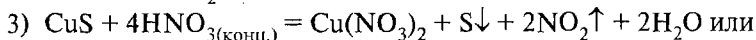
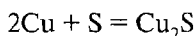
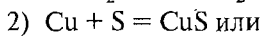
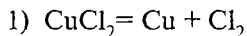
азотистой и азотной кислот, при взаимодействии с раствором щёлочи образуется смесь двух солей — нитрита и нитрата (уравнение 3). При нагревании нитрат натрия разлагается с образованием нитрита натрия и выделением кислорода (уравнение 4).

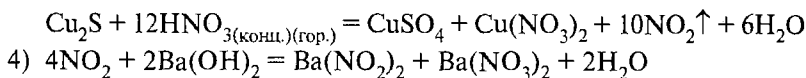


23. Оксид цинка — амфотерный оксид и растворяется в растворах сильных кислот (уравнение 1). Хлорид цинка при взаимодействии с небольшим количеством едкого натра образует нерастворимый амфотерный гидроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (уравнение 2), который растворяется в избытке щёлочи с образованием комплексного соединения (уравнение 3). При нейтрализации полученного раствора азотной кислотой выделяется $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (уравнение 4).

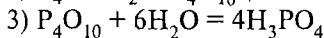
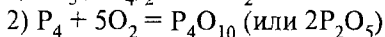
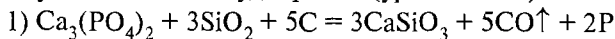


24. При электролизе расплава соли на катоде выделяется металл (уравнение 1). При взаимодействии меди с серой, в зависимости от условий проведения процесса, могут образовываться CuS или Cu_2S , содержащие серу в степени окисления -2 (уравнение 2). При взаимодействии любого из этих веществ с концентрированной азотной кислотой будет выделяться NO_2 (уравнение 3). Так как NO_2 является смешанным оксидом азотистой и азотной кислот, то при пропускании через раствор щёлочи будет образовываться смесь двух солей — нитрита и нитрата (уравнение 4).

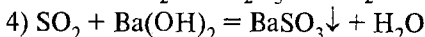
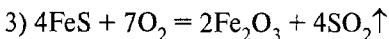
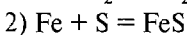
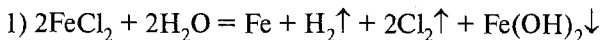




25. Первое описание соответствует процессу получения фосфора в промышленности (уравнение 1). Образующийся фосфор может самовоспламеняться и сгорать с образованием оксида фосфора (V) (уравнение 2). Фосфорный ангидрид P_2O_5 (P_4O_{10}) взаимодействует с избытком воды, особенно при нагревании, с образованием ортофосфорной кислоты (уравнение 3). При пропускании аммиака через раствор ортофосфорной кислоты образуется смесь гидрофосфата и дигидрофосфата аммония, которая называется «аммофос» и используется в качестве удобрения (уравнение 4).

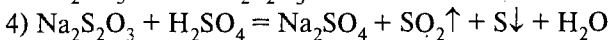
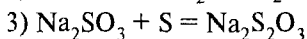
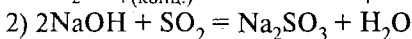
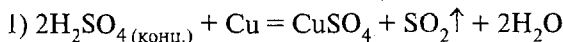


26. При электролизе солей, образованных металлом, расположенным в ряду активности между алюминием и водородом, на катоде будет происходить восстановление как катиона металла, так и молекул воды, и в растворе, в качестве побочного продукта, образуется гидроксид металла (уравнение 1). Железо (металл) реагирует с серой (неметалл) с образованием соли (уравнение 2). При обжиге сульфидов образуется сернистый газ (уравнение 3). Сернистый газ — ангидрид двухосновной сернистой кислоты H_2SO_3 , поэтому при пропускании через раствор щёлочи $\text{Ba}(\text{OH})_2$ будет образовываться BaSO_3 (уравнение 4).

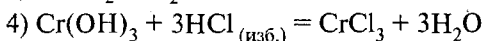
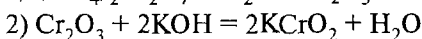
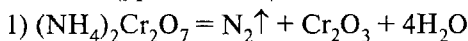


27. В концентрированной серной кислоте окислительные свойства проявляет S^{+6} ; медь — малоактивный металл, поэтому продуктом восстановления будет SO_2 (степень окисления серы +4), уравнение 1 описывает лабораторный способ получения сернистого газа. Оксид серы (IV) SO_2 — кислотный оксид, соответствующий

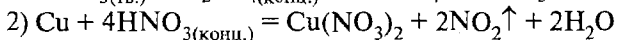
двухосновной сернистой кислоте H_2SO_3 , продуктом взаимодействия избытка щёлочи с сернистым ангидридом будет Na_2SO_3 (уравнение 2). Особым свойством серы является взаимодействие её с сульфитами и образование тиосульфатов, солей несуществующей в свободном состоянии тиосерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (уравнение 3). При действии на тиосульфаты кислот происходит их разложение с образованием серы и сернистого газа (уравнение 4).

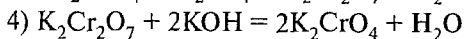
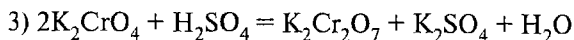


28. Вещество оранжевого цвета, которое разлагается с изменением цвета на зелёный, — бихромат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (уравнение 1). Cr_2O_3 — оксид хрома (III), вещество зелёного цвета, амфотерный оксид и будет реагировать с безводной щёлочью с образованием соли (уравнение 2). В воде, в присутствии небольшого количества кислоты, KCrO_2 будет гидролизываться с образованием нерастворимого амфотерного гидроксида $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (уравнение 3), который растворяется в избытке кислоты с образованием соли Cr^{+3} , имеющей зелёный цвет (уравнение 4).

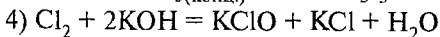
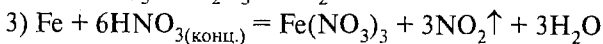
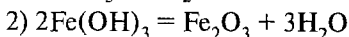
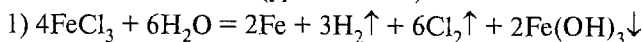


29. В фиолетовый цвет окрашивают пламя соли калия. Медь с выделением бурого газа растворяется в концентрированной азотной кислоте (уравнение 2), следовательно, одна из солей — KNO_3 , взаимодействие её с концентрированной серной кислотой используется для получения концентрированной HNO_3 — жидкости с температурой кипения $82,6^\circ\text{C}$ (уравнение 1). Вторая соль — K_2CrO_4 ; для хроматов характерно изменение окраски на оранжевую в растворах кислот (уравнение 3) и приобретение прежней окраски при нейтрализации (уравнение 4).

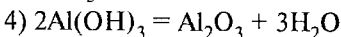
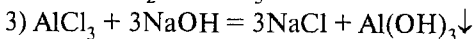
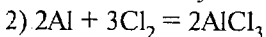
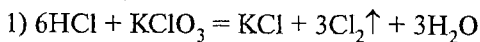




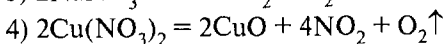
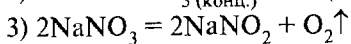
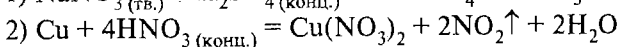
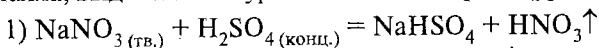
30. При электролизе солей, образованных металлами, находящимися в ряду активности между алюминием и водородом, на катоде происходит конкурирующее восстановление катиона металла и воды, в результате на катоде выделяются металл и водород, а в растворе, в качестве побочного продукта, образуется гидроксид соответствующего металла (уравнение 1); на аноде происходит окисление анионов бескислородных кислот (кроме F^-), в частности выделяется Cl_2 . $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — амфотерный гидроксид, нерастворимое вещество бурого цвета; при нагревании разлагается с образованием оксида металла и воды (уравнение 2). Железо может реагировать с концентрированной HNO_3 при нагревании; продуктами реакции будут соль трёхвалентного железа и бурый газ (уравнение 3). Хлор вступает в холодном растворе щёлочи в реакцию диспропорционирования с образованием солей хлороводородной и хлорноватистой кислот, KCl и KClO соответственно (уравнение 4).



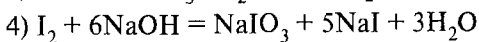
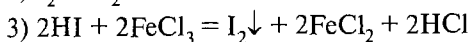
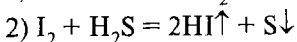
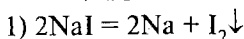
31. Хлорат калия KClO_3 проявляет свойства окислителя и при взаимодействии с HCl происходит окисление хлорид-иона и выделяется Cl_2 (уравнение 1). Металлы реагируют с неметаллами, в результате образуются соли бескислородных кислот (уравнение 2). Взаимодействие растворимых солей со щелочами является способом получения нерастворимых гидроксидов (уравнение 3), которые разлагаются при нагревании с образованием оксида металла и воды (уравнение 4).



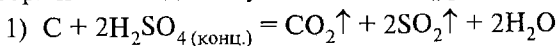
32. В жёлтый цвет окрашивают пламя соли натрия. Медь с выделением бурого газа растворяется в концентрированной азотной кислоте (уравнение 2), следовательно, соль — нитрат натрия NaNO_3 , взаимодействие его с концентрированной серной кислотой (при небольшом нагревании) используется для получения концентрированной HNO_3 — жидкости с температурой кипения $82,6^\circ\text{C}$ (уравнение 1). При разложении нитратов активных металлов (находятся левее магния в ряду активности) образуются нитрит и кислород (уравнение 3). Термическое разложение нитратов металлов, расположенных в ряду активности от магния до меди, сопровождается образованием оксида металла, выделением бурого газа и кислорода (уравнение 4).



33. При электролизе расплава соли бескислородной кислоты на аноде происходит окисление кислотного остатка (кроме F^-) (уравнение 1). Йод, как более активный неметалл, будет вытеснять (окислять) серу из её бинарных соединений (уравнение 2). FeCl_3 содержит железо в степени окисления +3 и проявляет свойства окислителя, взаимодействуя с сильными восстановителями (I^- , S^{2-}) (уравнение 3). При взаимодействии йода с раствором щёлочи происходит его диспропорционирование (реакция самоокисления-самовосстановления) (уравнение 4).



34. При нагревании угля в концентрированной серной кислоте образуются CO_2 и SO_2 (уравнение 1), в концентрированной азотной кислоте — CO_2 и NO_2 (уравнение 2). Оксид серы (IV) проявляет свойства восстановителя, оксид азота (IV) — окислителя, в результате образуются несолеобразующий оксид азота (II) и оксид серы (VI), который взаимодействует с щёлочью (уравнения 3 и 4).



- 2) $C + 4HNO_{3(конц.)} = CO_2\uparrow + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$
 3) $SO_2 + NO_2 = SO_3 + NO$
 4) $SO_3 + Ca(OH)_2 = CaSO_4\downarrow + H_2O$ и
 $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$

35. Сернистый газ SO_2 при взаимодействии с сероводородом H_2S проявляет свойства окислителя и продуктом реакции является сера (уравнение 1). Металл (железо) реагирует с неметаллом (серой) с образованием соли (уравнение 2). При обжиге сульфидов образуются сернистый газ и оксид металла (уравнение 3). Восстановление металлов из их оксидов с помощью алюминия — промышленный способ получения многих металлов (алюминотермия); реакция экзотермическая и сопровождается выделением тепла и света (уравнение 4).

- 1) $SO_2 + 2H_2S = 3S\downarrow + 2H_2O$
 2) $Fe + S = FeS$
 3) $4FeS + 7O_2 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2\uparrow$
 4) $Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe$

36. При добавлении к раствору $CuSO_4$ раствора щёлочи образуется нерастворимое в воде основание $Cu(OH)_2$ (уравнение 1), которое разлагается при нагревании, образуя CuO — вещество чёрного цвета (уравнение 2). После восстановления оксида образуется металлическая медь Cu красного цвета (уравнение 3). Медь — малоактивный металл, поэтому при растворении её в концентрированной серной кислоте сера восстанавливается до S^{+4} и выделяется SO_2 (уравнение 4).

- 1) $2NaOH + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$
 2) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$
 3) $CuO + C = Cu + CO\uparrow$
 4) $Cu + 2H_2SO_{4(конц.)} = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

37. В спичках используется смесь бертолетовой соли и красного фосфора (уравнение 1). При горении фосфора образуется оксид фосфора (V) — твёрдое вещество белого цвета (уравнение 2), которое взаимодействует с избытком едкого натра с образованием ортофосфата натрия (уравнение 3). Ag_3PO_4 имеет ярко-жёлтый цвет (уравнение 4), качественная реакция на ортофосфат-анион.

- 1) $6P + 5KClO_3 = 5KCl + 3P_2O_5$

- 2) $4P + 5O_2 = P_4O_{10}$ (или $2P_2O_5$)
- 3) $P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$
- 4) $Na_3PO_4 + 3AgNO_3 = 3NaNO_3 + Ag_3PO_4 \downarrow$

38. При взаимодействии цинка с очень разбавленной азотной кислотой образуются нитрат цинка и нитрат аммония (уравнение 1). При добавлении щёлочи будут происходить реакции нейтрализации избыточной азотной кислоты (уравнение 2), разложения нитрата аммония с выделением аммиака (уравнение 3) и образования комплексной соли — тетрагидроксоцинката натрия (уравнение 4).

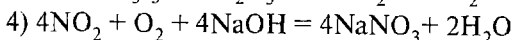
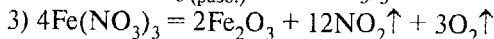
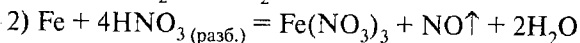
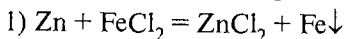
- 1) $4Zn + 10HNO_3$ (очень разб.) $= 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$
- 2) $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$
- 3) $NH_4NO_3 + NaOH = NaNO_3 + NH_3 \uparrow + H_2O$
- 4) $Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$

39. Сернистый газ SO_2 содержит серу в степени окисления +4 и при взаимодействии с сильными окислителями, например, бромом, будет окисляться и образовывать соединения серы в степени окисления +6 (уравнение 1). При нейтрализации раствора, содержащего смесь двух кислот, будут образовываться две соли (уравнение 2). Кокс — сильный восстановитель при высоких температурах, поэтому следует ожидать реакций, в которых степень окисления серы будет уменьшаться. Так как при взаимодействии с соляной кислотой выделяется газ с запахом тухлых яиц (сероводород) (уравнение 4), то продуктами восстановления сульфата бария будут BaS и CO (уравнение 3).

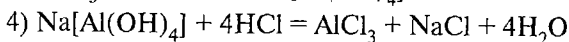
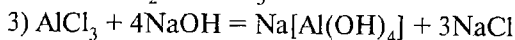
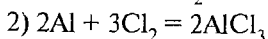
- 1) $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HBr$
- 2) $H_2SO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$ и
 $2HBr + Ba(OH)_2 = BaBr_2 + 2H_2O$
- 3) $BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO \uparrow$
- 4) $BaS + 2HCl = BaCl_2 + H_2S \uparrow$

40. Более активные металлы вытесняют менее активные из их соединений, поэтому при взаимодействии цинка с хлоридом железа (II) выделяется железо (уравнение 1). Железо — металл средней активности, растворяется в разбавленной азотной кислоте с выделением NO и образованием нитрата железа (III) (уравнение 2). При

термическом разложении нитратов, образованных металлом, расположенным в ряду активности между алюминием и медью, образуются оксид металла, бурый газ и кислород (уравнение 3). NO_2 — смешанный оксид азотистой и азотной кислот, однако при растворении его в воде в присутствии кислорода образуется только азотная кислота, при растворении в растворе щёлочи — только нитраты (уравнение 4).



41. Взаимодействие соляной кислоты с оксидом марганца (IV) (пирролизит) — лабораторный способ получения хлора (уравнение 1). Металлы реагируют с неметаллами, в результате образуются соли бескислородных кислот (уравнение 2). При добавлении к раствору солей, образованных амфотерными гидроксидами, избытка раствора щёлочи реакция происходит в две стадии: образуется нерастворимый амфотерный гидроксид, который затем растворяется в избытке раствора щёлочи с образованием гидрокомплексов (уравнение 3 является суммарным уравнением процесса). Действие на растворы гидрокомплексов кислот также происходит в две стадии: на первой образуется нерастворимый амфотерный гидроксид, который далее растворяется в избытке кислоты (уравнение 4).



42. Нейтрализовать раствор кислоты можно, если в состав газовой смеси входит вещество, обладающее основными свойствами. Так как при нагревании продукта нейтрализации с едким кали выделяется бесцветный газ с резким запахом и газ обладает основными свойствами, то этот газ — аммиак NH_3 (уравнение 3). Уравнение 1 описывает реакцию синтеза аммиака, уравнение 2 — нейтрализацию кислоты, уравнение 4 — горение аммиака на воздухе, при этом выделяется азот, который используется для синтеза аммиака.

Газы — N_2 , H_2 и NH_3 .

- 1) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
- 2) $NH_3 + HBr = NH_4Br$
- 3) $NH_4Br + KOH = KBr + H_2O + NH_3 \uparrow$
- 4) $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$

43. В сернистом газе степень окисления серы +4, при взаимодействии с сильными окислителями сера будет проявлять свойства восстановителя и переходить в степень окисления +6 (уравнение 1). После выпаривания воды останется концентрированная серная кислота и магний (очень активный металл) будет восстанавливать S^{+6} до S^{-2} (уравнение 2). Сульфат меди (II) реагирует с сероводородом и образует CuS — нерастворимое в воде и растворах кислот вещество чёрного цвета (уравнение 3). При обжиге сульфидов образуются оксид серы (IV) и оксид металла (уравнение 4).

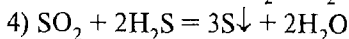
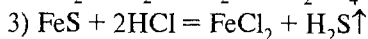
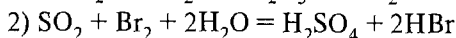
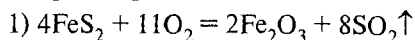
- 1) $SO_2 + H_2O_2 = H_2SO_4$
- 2) $5H_2SO_4 \text{ (конц.)} + 4Mg = 4MgSO_4 + H_2S \uparrow + 4H_2O$
- 3) $H_2S + CuSO_4 = CuS \downarrow + H_2SO_4$
- 4) $2CuS + 3O_2 = 2CuO + 2SO_2 \uparrow$

44. Железо растворяется в разбавленной H_2SO_4 с образованием сульфата железа (II) $FeSO_4$ (уравнение 1). Соединения Fe^{+2} легко окисляются и переходят в соединения Fe^{+3} ; пероксид водорода H_2O_2 в кислой среде окисляет $FeSO_4$ до сульфата железа (III) (уравнение 2). Соли Fe^{+3} окисляют сильные восстановители и (S^{-2} , I^- , Cu , Fe и др.) и превращаются в соединения Fe^{+2} (уравнение 3). Соляная кислота вытесняет более слабую сероводородную кислоту H_2S из сульфида железа (уравнение 4).

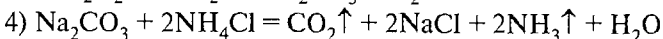
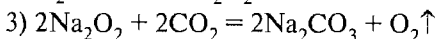
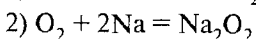
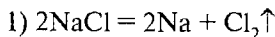
- 1) $Fe + H_2SO_4 \text{ (РАЗБ.)} = FeSO_4 + H_2 \uparrow$
- 2) $2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$
- 3) $Fe_2(SO_4)_3 + 3K_2S = 2FeS \downarrow + S \downarrow + 3K_2SO_4$
- 4) $FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S \uparrow$

45. Так как при действии на вещество Б соляной кислоты выделяется сероводород H_2S (газ с запахом тухлых яиц) (уравнение 3), то оба минерала являются сульфидами. В школьном курсе изучается реакция обжига пирита FeS_2 (в процессе производства серной кислоты) (уравнение 1). SO_2 — газ, имеющий характерный резкий запах,

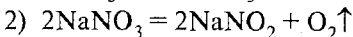
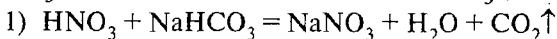
проявляет свойства восстановителя и взаимодействует с бромной водой (окислитель) с образованием смеси бромоводородной и серной кислот (уравнение 2). При взаимодействии сернистого газа (проявляет свойства окислителя) и сероводорода (восстановитель) образуется сера — простое вещество жёлтого цвета (уравнение 4).

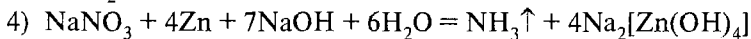
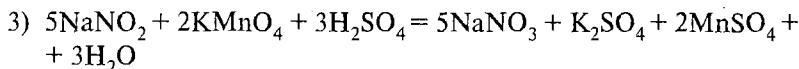


46. При электролизе расплава соли на катоде выделяется металл (уравнение 1). При горении натрия преимущественно образуется пероксид натрия (уравнение 2), который реагирует с углекислым газом с выделением кислорода (уравнение 3). При нагревании раствора, содержащего NH_4Cl (соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой) и Na_2CO_3 (соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой), будет происходить гидролиз (уравнение 4).

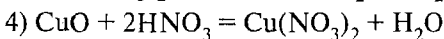
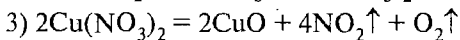
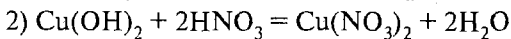
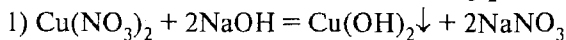


47. После нейтрализации раствора (уравнение 1) образуется нитрат натрия. Нитраты металлов, находящихся в ряду активности левее магния, разлагаются с образованием нитритов и выделением кислорода (уравнение 2). Перманганат калия KMnO_4 , имеющий розовую окраску, проявляет в кислых средах свойства сильного окислителя; в нитрите натрия степень окисления азота +3. KMnO_4 окисляет NaNO_2 до NaNO_3 , сам при этом восстанавливается до Mn^{+2} , не имеющего окраски (уравнение 3). При взаимодействии цинка с раствором щёлочи выделяется атомарный водород, который является очень сильным восстановителем, поэтому нитрат натрия NaNO_3 восстанавливается до аммиака NH_3 (уравнение 4).

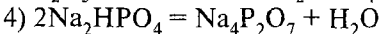
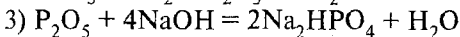
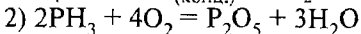
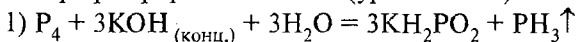




48. Студенистое нерастворимое в воде вещество голубого цвета, образующееся при взаимодействии растворимой соли и щёлочи, — гидроксид меди (II) (уравнение 1). При разложении вещества, оставшегося после выпаривания раствора, выделяются бурый газ NO_2 и кислород O_2 (входит в состав атмосферы) (уравнение 3), следовательно, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ реагировал с азотной кислотой (уравнение 2). Оксид меди (II), вещество чёрного цвета, растворяется в азотной кислоте с образованием раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (уравнение 4).

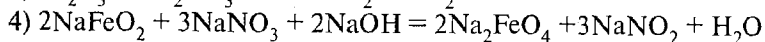
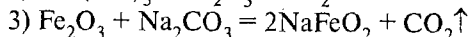
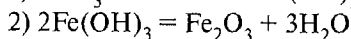
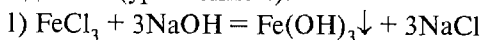


49. Самовоспламеняющийся газ с чесночным запахом, фосфин PH_3 , получают при взаимодействии белого фосфора с растворами щелочей (уравнение 1). При горении фосфина (сильный восстановитель) образуется оксид фосфора (V) (уравнение 2). P_2O_5 — ангидрид фосфорной кислоты, взаимодействует с едким натром с образованием соответствующей соли (уравнение 3). При прокаливании кислой соли фосфорной кислоты происходит дегидратация и образуется соль пиррофосфорной кислоты (уравнение 4).

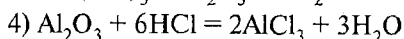
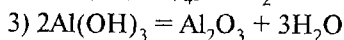
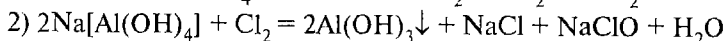
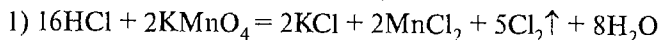


50. Взаимодействие растворимых солей со щелочами — способ получения нерастворимых гидроксидов (уравнение 1), которые при нагревании разлагаются на оксид металла и воду (уравнение 2). Fe_2O_3 проявляет амфотерные свойства и при сплавлении со щелочами или карбонатами щелочных металлов образует соответствующие соли железа (III), например, феррит натрия (уравнение 3). Первые три превращения относятся к кислотно-основным взаимодействиям

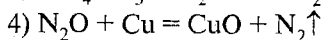
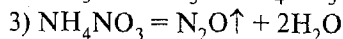
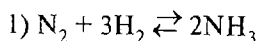
и происходят без изменения степени окисления, то есть не окислительно-восстановительные реакции. Нитрат натрия в присутствии едкого натра проявляет свойства сильного окислителя и окисляет Fe^{+3} до Fe^{+6} (уравнение 4).



51. Взаимодействие соляной кислоты с раствором перманганата калия является способом получения хлора (уравнение 1). При пропускании хлора через воду образуется смесь двух кислот, HCl и HClO , которые будут разрушать гидроксокомплекс (уравнение 2). Нерастворимые гидроксиды разлагаются при нагревании (уравнение 3) с образованием воды и оксида металла, который может реагировать с растворами кислот (уравнение 4).

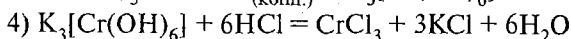
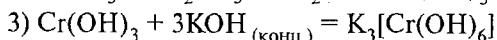
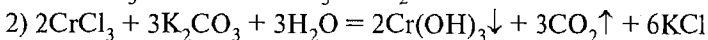


52. Нагревание смеси азота N_2 и водорода H_2 в присутствии железного или платинового катализатора — промышленный способ получения аммиака (уравнение 1). Нитрат аммония, который образуется при нейтрализации раствора азотной кислоты (уравнение 2), разлагается при нагревании с образованием оксида азота (I) N_2O и воды (уравнение 3). N_2O , как и все другие оксиды азота, проявляет свойства сильного окислителя (уравнение 4).

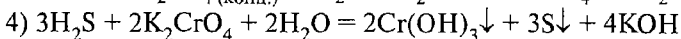
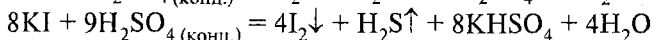
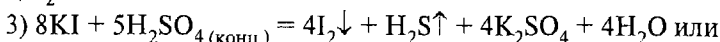
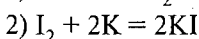
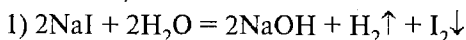


53. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ — амфотерный гидроксид, будет реагировать с раствором соляной кислоты с образованием CrCl_3 (уравнение 1). CrCl_3 — соль, образованная амфотерным гидроксидом $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и сильной кислотой, K_2CO_3 — соль сильного основания и слабой угольной

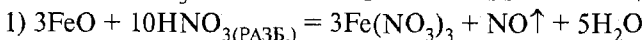
кислоты H_2CO_3 ; при смешивании растворов будет происходить гидролиз и по катиону, и по аниону (уравнение 2). Амфотерный гидроксид $\text{Cr}(\text{OH})_3$ будет растворяться в растворах щелочей с образованием комплексного соединения (уравнение 3), из которого при действии избытка сильной кислоты образуются две соли (уравнение 4).

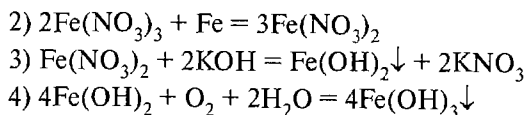


54. При электролизе водных растворов солей, образованных металлами, расположенными в ряду активности до алюминия, на катоде происходит восстановление воды и выделяется водород, в растворе накапливается щёлочь (уравнение 1). Концентрированная серная кислота проявляет свойства сильного окислителя и сера в степени окисления +6 переходит, в зависимости от условий, в степени окисления +4, 0 и -2; в KI йод имеет степень окисления -1 и проявляет свойства сильного восстановителя (уравнение 3). Хромат калия K_2CrO_4 проявляет свойства сильного окислителя и переходит в окислительно-восстановительных реакциях преимущественно в степень окисления хрома +3; сероводород — восстановитель за счёт S^{-2} (уравнение 4).

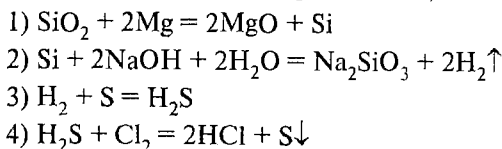


55. Азотная кислота обладает окислительными свойствами, соединения Fe^{+2} проявляют свойства восстановителей, поэтому продуктами реакции будут $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и NO (уравнение 1). Соли Fe^{+3} являются окислителями и взаимодействуют с железом (восстановитель), образуя $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ (уравнение 2). При нейтрализации раствора будет образовываться нерастворимый $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — вещество белого цвета (уравнение 3), которое, взаимодействуя с кислородом воздуха, окисляется до $\text{Fe}(\text{OH})_3$, имеющего бурый цвет (уравнение 4).

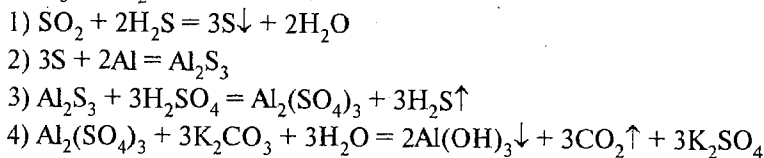




56. Сплавление оксида кремния (IV) с магнием — промышленный способ получения кремния (уравнение 1), который растворяется в растворах щелочей с выделением водорода (уравнение 2). Водород может взаимодействовать с серой с образованием сероводорода (уравнение 3). Хлор вытесняет менее активный неметалл серу из сероводорода и сульфидов (уравнение 4).

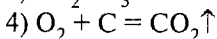
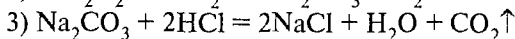
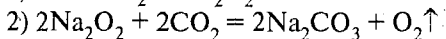
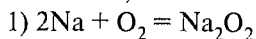


57. Сероводород при взаимодействии с оксидом серы (IV) проявляет свойства восстановителя, сернистый газ — окислителя, в результате реакции образуется простое вещество — сера (уравнение 1). При взаимодействии металла и неметалла образуется соль бескислородной кислоты (уравнение 2). Сульфид алюминия растворяется в серной кислоте с выделением сероводорода (бесцветный ядовитый газ с запахом тухлых яиц) и образованием сульфата алюминия (уравнение 3). Сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ образован амфотерным гидроксидом $\text{Al}(\text{OH})_3$ и сильной серной кислотой, поташ K_2CO_3 — соль сильного основания и слабой угольной кислоты H_2CO_3 ; в растворе будет происходить гидролиз и по катиону, и по аниону и образуются $\text{Al}(\text{OH})_3$ и CO_2 (уравнение 4).

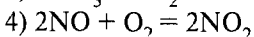
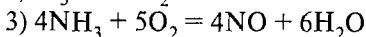
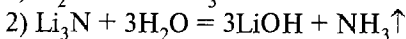
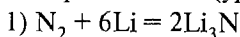


58. Газ, поддерживающий горение, — кислород (уравнение 4). Кислород выделяется при взаимодействии пероксида натрия с углекислым газом (уравнение 2); второй продукт реакции — карбонат натрия, реагирующий с кислотами (уравнение 3). При горении ме-

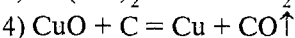
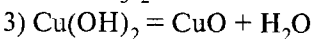
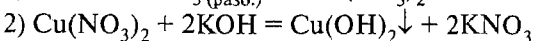
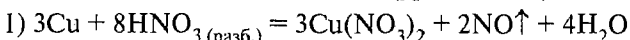
таллического натрия преимущественно образуется пероксид натрия (уравнение 1).



59. При взаимодействии азота и лития образуется нитрид лития (уравнение 1), который легко разлагается водой с выделением аммиака (уравнение 2). Аммиак окисляется кислородом в присутствии платинового катализатора до оксида азота (II), не имеющего цвета (уравнение 3). Образование бурого газа NO_2 из NO происходит легко и самопроизвольно (уравнение 4).

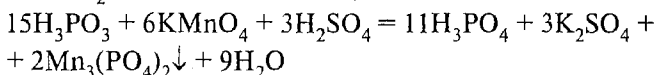
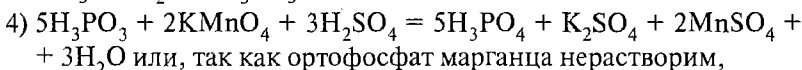
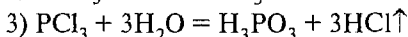
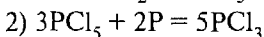
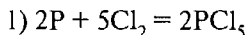


60. При растворении мало- и среднеактивных металлов в разбавленной азотной кислоте образуются соль металла и оксид азота (II) (уравнение 1). При взаимодействии растворимых солей меди с растворами щелочей образуется нерастворимое основание $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — вещество голубого (синего) цвета (уравнение 2). При нагревании нерастворимые основания разлагаются на оксид металла и воду (уравнение 3). Прокаливание оксидов металлов с коксом (сильный восстановитель при высоких температурах) является промышленным способом получения многих металлов, в частности меди (уравнение 4).

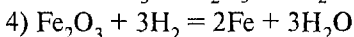
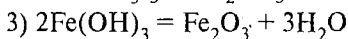
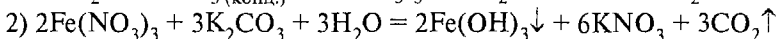
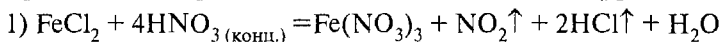


61. При сжигании фосфора в избытке хлора образуется соединение фосфора в высшей степени окисления $\text{P}^{+5}(\text{PCl}_5)$ (уравнение 1), которое может проявлять свойства слабого окислителя и взаимодействовать с фосфором с образованием PCl_3 (уравнение 2). При гидролизе PCl_3 выделяется хлороводород (уравнение 3). Образующееся

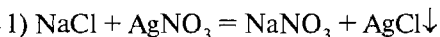
соединение фосфора проявляет свойства восстановителя и окисляется перманганатом калия до фосфорной кислоты (уравнение 4).

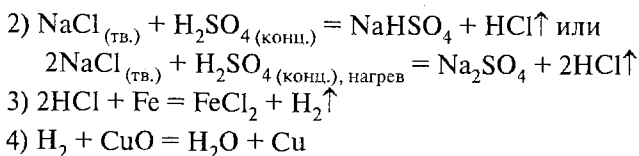


62. При взаимодействии хлорида железа (II) $FeCl_2$ с азотной кислотой, проявляющей свойства сильного окислителя, будет образовываться соль железа в степени окисления +3 и выделяться бурый газ (уравнение 1). Нитрат железа (III) образован амфотерным гидроксидом $Fe(OH)_3$ и сильной кислотой, карбонат калия K_2CO_3 — соль сильного основания и слабой угольной кислоты H_2CO_3 ; при сливании растворов будет происходить гидролиз как по катиону, так и по аниону (уравнение 2). Нерастворимые гидроксиды при нагревании разлагаются с образованием оксида металла и воды (уравнение 3). Оксиды мало- и средне- активных металлов восстанавливаются водородом при нагревании до свободных металлов (уравнение 4).

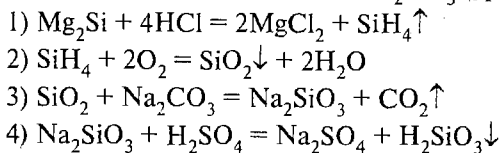


63. Окрашивают пламя в жёлтый цвет соли натрия. Белый творожистый осадок образуется при взаимодействии солей соляной кислоты и $AgNO_3$ (уравнение 1), следовательно, соль — хлорид натрия $NaCl$. Реакция между твёрдым $NaCl$ и концентрированной H_2SO_4 используется для получения газообразного HCl (бесцветный ядовитый газ с резким запахом, очень хорошо растворимый в воде) (уравнение 2). Железо находится в ряду активности левее водорода и может вытеснять его из кислот (уравнение 3). Водород используют для получения (восстановления) металлов из их оксидов (уравнение 4).

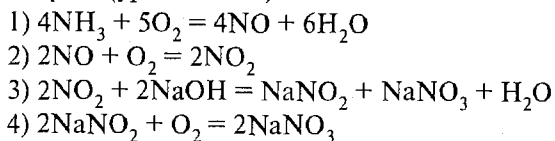




64. Более сильная соляная кислота вытесняет силан SiH_4 из силицида (уравнение 1). Силан горит на воздухе (самовоспламеняется) с образованием твёрдого вещества SiO_2 и воды (уравнение 2). При сплавлении оксида кремния с содой или щёлочью образуется растворимый в воде силикат (натрия или калия), который называется «жидкое стекло» (уравнение 3). Кремниевая кислота очень слабая и нерастворима в воде, поэтому при добавлении в раствор жидкого стекла кислот образуется осадок H_2SiO_3 (уравнение 4).

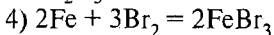
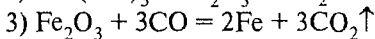
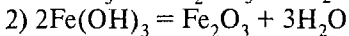
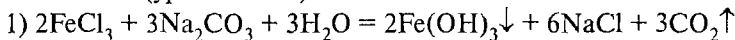


65. Аммиак окисляется кислородом в присутствии платинового катализатора до оксида азота (II), не имеющего цвета (уравнение 1). Образование бурого газа NO_2 , являющегося смешанным оксидом азотистой и азотной кислот, из NO происходит легко и самопроизвольно (уравнение 2). При поглощении бурого газа раствором щёлочи образуется смесь двух солей — нитрита и нитрата (уравнение 3). Так как в условии указано использование большого избытка воздуха, то при выпаривании раствора будет происходить окисление нитрита до нитрата (уравнение 4).

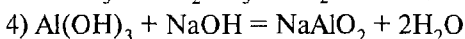
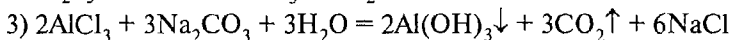
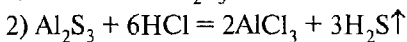


66. Хлорид железа (III) образован амфотерным гидроксидом $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и сильной кислотой, карбонат натрия Na_2CO_3 — соль сильного основания и слабой угольной кислоты H_2CO_3 ; при сливании растворов будет происходить гидролиз как по катиону, так и по аниону (уравнение 1). Нерастворимые гидроксиды при нагревании

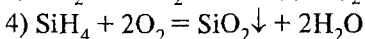
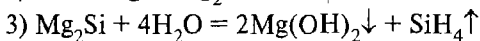
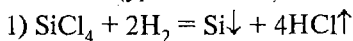
разлагаются с образованием оксида металла и воды (уравнение 2). Восстановление оксидов мало- и средне- активных металлов угарным газом при нагревании до свободных металлов является промышленным способом получения многих металлов, в частности железа (уравнение 3). При взаимодействии железа с бромом или хлором (сильные окислители) образуются соединения железа в степени окисления +3 (уравнение 4).



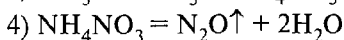
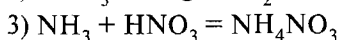
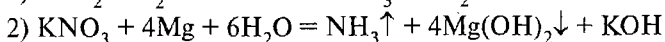
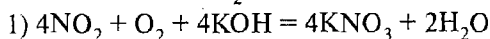
67. При взаимодействии металла и неметалла образуется соль бескислородной кислоты (уравнение 1). Сульфид алюминия растворяется в разбавленной соляной кислоте с выделением сероводорода (бесцветный ядовитый газ с запахом тухлых яиц) и образованием хлорида алюминия (уравнение 2). Хлорид алюминия AlCl_3 образован амфотерным гидроксидом $\text{Al}(\text{OH})_3$ и сильной соляной кислотой, карбонат натрия Na_2CO_3 — соль сильного основания и слабой угольной кислоты H_2CO_3 ; в растворе будет происходить гидролиз и по катиону, и по аниону и образуются $\text{Al}(\text{OH})_3$ и CO_2 (уравнение 3). При нагревании гидроксида алюминия с твёрдым едким натром образуется метаалюминат натрия (уравнение 4).



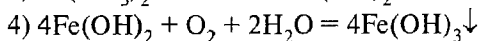
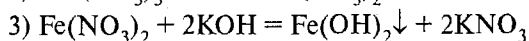
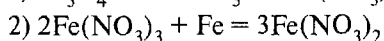
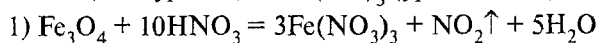
68. Хлорид кремния (IV) восстанавливается водородом (уравнение 1). Неметалл кремний реагирует с металлическим магнием с образованием силицида магния (уравнение 2), который гидролизуется водой (уравнение 3) с выделением самовоспламеняющегося на воздухе силана (уравнение 4).



69. Бурый газ, или оксид азота (IV), — смешанный ангидрид азотистой HNO_2 и азотной HNO_3 кислот. При поглощении бурого газа раствором щёлочи должна образовываться смесь солей обеих кислот, однако в присутствии избытка воздуха будет происходить окисление нитрита до нитрата (уравнение 1). При взаимодействии магния с водой выделяется атомарный водород, который является сильным восстановителем, и произойдёт восстановление NO_3^- до NH_3 (уравнение 2). Выделяющийся аммиак нейтрализует кислоту, образуя соль аммония (уравнение 3). Нитрат аммония разлагается при нагревании на «веселящий газ» N_2O и воду (уравнение 4).

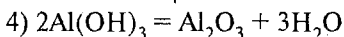
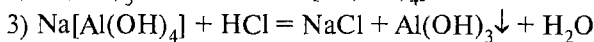
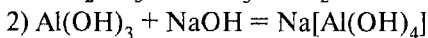
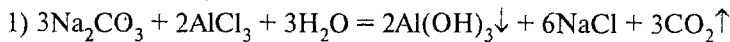


70. Железную окалину Fe_3O_4 рассматривают или как смешанный оксид $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, или как железную соль железистой кислоты $\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2$; в любом случае она содержит железо в степени окисления +2, которое является восстановителем и будет окисляться концентрированной азотной кислотой (уравнение 1). В нитрате железа (III) железо проявляет свойства окислителя и может взаимодействовать с восстановителями, в частности окисляя металлические железо (уравнение 2) и медь, анионы I^- и S^{2-} . При действии на растворимые соли железа (II) растворов щелочей в осадок выпадает гидроксид железа (II), имеющий белый (светло-зелёный) цвет (уравнение 3), который в присутствии кислорода воздуха быстро окисляется до имеющего бурый цвет Fe(OH)_3 (уравнение 4).

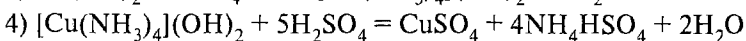
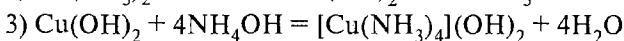
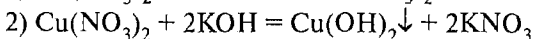
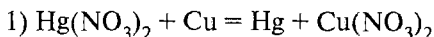


71. Кальцинированная сода Na_2CO_3 образована сильным основанием и слабой кислотой H_2CO_3 , хлорид алюминия AlCl_3 — соль амфотерного (слабый электролит) гидроксида Al(OH)_3 и сильной соляной кислоты; при сливании растворов этих веществ будет происходить необратимый гидролиз по катиону и по аниону и образуются

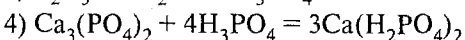
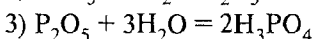
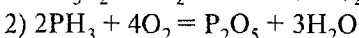
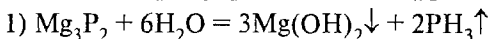
$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ и $\text{CO}_2 \uparrow$ (уравнение 1). $\text{Al}(\text{OH})_3$ — амфотерный гидроксид, растворяется в растворах щелочей с образованием комплексной соли (уравнение 2). Добавление в полученный раствор кислоты разрушает гидроксокомплекс и образуется нерастворимый $\text{Al}(\text{OH})_3$ (уравнение 3), который разлагается при нагревании на оксид алюминия и воду (уравнение 4).



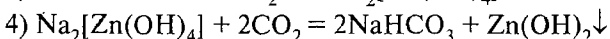
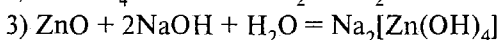
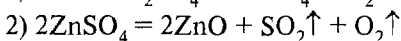
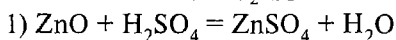
72. Более активный металл (медь) будет вытеснять менее активный металл (ртуть) из её соединений (уравнение 1). При добавлении соли меди в раствор щёлочи будет образовываться нерастворимое основание $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (уравнение 2), которое растворяется в избытке аммиака и образуется комплексное соединение, имеющее сине-фиолетовую окраску (уравнение 3). Комплексное соединение разрушается в присутствии сильной кислоты, более прочно связывающей аммиак, и цвет раствора изменится (уравнение 4).



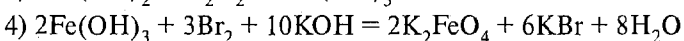
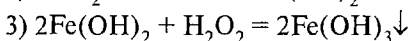
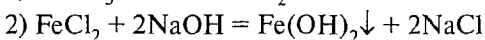
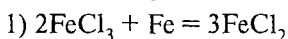
73. Фосфид магния гидролизруется водой (уравнение 1) с выделением фосфина PH_3 , бесцветного газа с чесночным запахом, самовоспламеняющегося и горящего на воздухе (уравнение 2). Оксид фосфора (V) взаимодействует с избытком воды и образует ортофосфорную кислоту (уравнение 3). Двойной суперфосфат — кислая соль ортофосфорной кислоты, растворимая в воде; его получают из фосфата кальция и ортофосфорной кислоты (уравнение 4).



74. Оксид цинка — амфотерный оксид, взаимодействует с сильной серной кислотой с образованием соли (уравнение 1). Сульфаты многих металлов при высоких температурах разлагаются по окислительно-восстановительному типу с образованием оксида металла, оксида серы (IV) и кислорода, напоминая распад нитратов соответствующих металлов (уравнение 2). Оксид цинка — амфотерный оксид и растворяется в щелочах с образованием комплексного цинката (уравнение 3). При пропускании через воду углекислого газа образуется угольная кислота H_2CO_3 , которая разрушает цинкат и происходит осаждение $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (уравнение 4).

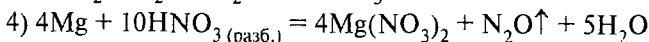
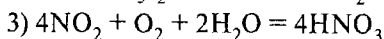
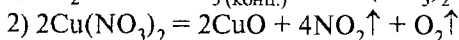
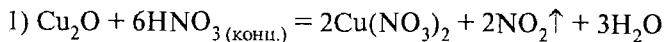


75. В хлориде железа (III) железо проявляет свойства окислителя и может взаимодействовать с восстановителями, в частности, окисляя металлическое железо (уравнение 1). При действии на растворимые соли железа (II) растворов щелочей в осадок выпадает гидроксид железа (II), имеющий белый (светло-зелёный) цвет (уравнение 2), последний сильными окислителями, например перекисью водорода, быстро окисляется до имеющего бурый цвет $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (уравнение 3). Бром в щелочных растворах проявляет свойства очень сильного окислителя и будет окислять Fe^{+3} до Fe^{+6} (уравнение 4).

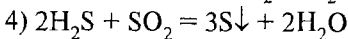
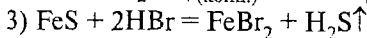
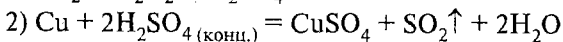
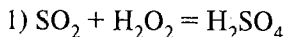


76. Медь образует два ряда соединений — в степенях окисления +1 и +2 (более характерная), поэтому при взаимодействии Cu_2O с концентрированной азотной кислотой будет происходить окисления Cu^{+1} до Cu^{+2} и образуется нитрат меди (II) (уравнение 1). Нитраты, образованные металлами, находящимися в ряду активности от магния до меди, разлагаются с образованием оксида металла, оксида азота (IV) и кислорода (уравнение 2). NO_2 — смешанный оксид азотистой и азотной кислот, однако при поглощении

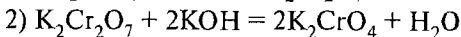
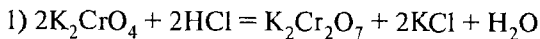
NO_2 водой в присутствии избытка кислорода происходит окисление HNO_2 до HNO_3 и образуется только азотная кислота (уравнение 3). Так как, по условию, бурый газ поглощался большим количеством воды, то образовалась очень разбавленная азотная кислота и активный металл магний будет восстанавливать её до «веселящего» газа (уравнение 4).

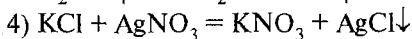
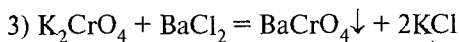


77. В сернистом газе SO_2 степень окисления серы +4, при взаимодействии с сильными окислителями сера будет проявлять свойства восстановителя и переходить в степень окисления +6 (уравнение 1). После выпаривания воды останется концентрированная серная кислота, и медь (малоактивный металл) будет восстанавливать S^{+6} до S^{+4} (уравнение 2). Взаимодействие сульфида железа с раствором кислоты — один из лабораторных способов получения сероводорода (уравнение 3). При взаимодействии сероводорода, содержащего серу в степени окисления -2 и проявляющего свойства восстановителя, и оксида серы (IV), проявляющего свойства окислителя, будет выделяться простое вещество сера (уравнение 4).

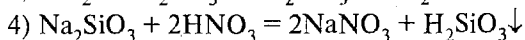
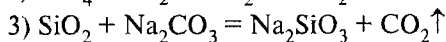
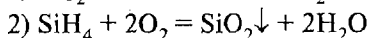
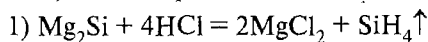


78. В фиолетовый цвет окрашивают пламя соли калия. Изменение окраски с жёлтой на оранжевую при добавлении кислоты и обратно при добавлении щёлочи характерно для солей хромовой кислоты (уравнения 1 и 2). При добавлении в раствор хромата соли бария образуется осадок BaCrO_4 жёлтого цвета (уравнение 3) и в растворе остаётся хлорид калия, взаимодействующий с нитратом серебра (уравнение 4).

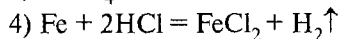
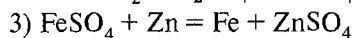
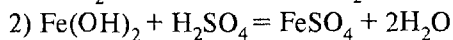
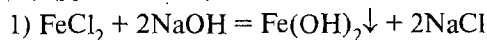




79. При взаимодействии силицида магния с соляной кислотой (сильная кислота) выделяется силан SiH_4 , самовоспламеняющийся газ (уравнения 1 и 2). При сплавлении оксида кремния (кислотный оксид) с карбонатом натрия вытесняется более летучий оксид CO_2 и образуется силикат натрия («жидкое стекло») (уравнение 3). При добавлении в раствор жидкого стекла более сильных, чем кремниевая, кислот происходит её вытеснение из соли (уравнение 4).



80. Взаимодействие растворимых солей со щелочами является способом получения нерастворимых оснований (уравнение 1). Нерастворимые основания реагируют с растворами кислот с образованием солей (уравнение 2). Цинк более активный металл, чем железо, поэтому вытесняет (восстанавливает) его из соединений (уравнение 3). При растворении железа в соляной кислоте любой концентрации окислителем является катион H^+ и образуется хлорид железа (II) (уравнение 4).



81. Термическое разложение нитратов металлов, расположенных между алюминием и медью в ряду активности, происходит с образованием оксида металла, оксида азота (IV) и кислорода (уравнение 1). При сплавлении амфотерного оксида алюминия с карбонатами и гидроксидами активных металлов образуется метаалюминат (уравнение 2). Сильные кислоты разрушают метаалюминат с образованием двух солей (уравнение 3). При действии на соли алюминия раствора аммиака образуется нерастворимый гидроксид алюминия (уравнение 4).

- 1) $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2\uparrow + 3\text{O}_2\uparrow$
- 2) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2\uparrow$
- 3) $\text{NaAlO}_2 + 4\text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4\text{NO}_3$

82. Нитрид магния гидролизуется водой с выделением аммиака (уравнение 1). Аммиак содержит азот в степени окисления -3 и проявляет свойства восстановителя. При горении аммиака образуется свободный азот N_2 , в котором степень окисления азота равна нулю (уравнение 4), следовательно, и при взаимодействии с бромом, и при взаимодействии с раствором перманганата калия будет выделяться газообразный азот. Если в качестве окислителя использовать бром, то бром будет переходить в степень окисления -1 (уравнение 2). Перманганат калия в нейтральных средах восстанавливается до MnO_2 (уравнение 3).

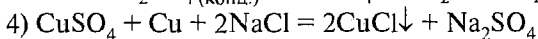
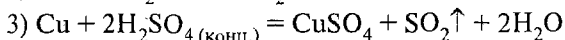
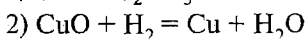
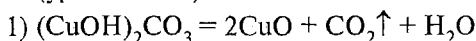
- 1) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NH}_3\uparrow$
- 2) $2\text{NH}_3 + 3\text{Br}_2 = \text{N}_2\uparrow + 6\text{HBr}$ или
 $8\text{NH}_3 + 3\text{Br}_2 = \text{N}_2\uparrow + 6\text{NH}_4\text{Br}$
- 3) $2\text{KMnO}_4 + 2\text{NH}_3 = 2\text{MnO}_2\downarrow + \text{N}_2\uparrow + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

83. В хлорной воде (раствор хлора в воде) устанавливается равновесие между молекулярным хлором и двумя кислотами — хлорноватистой и хлороводородной, поэтому сохраняется запах хлора (уравнение 1). При подщелачивании кислоты реагируют со щелочами, и положение равновесия, в соответствии с принципом Ле-Шателье, смещается вправо и запах хлора исчезает (уравнения 2 и 3). При добавлении в раствор, содержащий гипохлорит натрия, соляной кислоты происходит окислительно-восстановительное взаимодействие и образуется большое количество свободного хлора (уравнение 4).

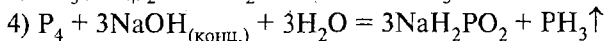
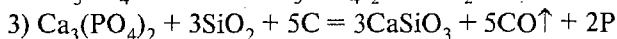
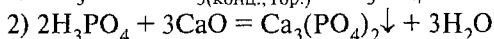
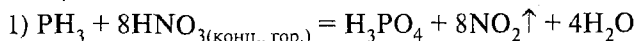
- 1) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
- 2) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{HClO} + \text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{NaCl} + \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

84. Малахит, или основной карбонат меди (II), $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ при нагревании разлагается с образованием CuO (твёрдое вещество

чёрного цвета), CO_2 и H_2O (уравнение 1). Водород используется для восстановления из оксидов мало- и средне-активных металлов (уравнение 2). В концентрированной серной кислоте окислительные свойства проявляет S^{+6} , восстанавливаясь малоактивными металлами до S^{+4}O_2 (уравнение 3). Медь образует два ряда соединений — в степенях окисления +1 и +2, поэтому при взаимодействии с восстановителями соединения Cu^{+2} могут проявлять свойства окислителей и в присутствии NaCl образуется малорастворимая соль CuCl (уравнение 4).

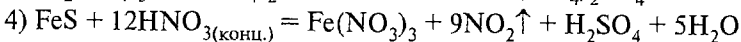
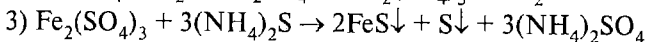
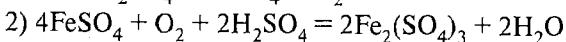
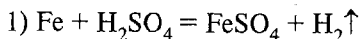


85. Фосфин PH_3 содержит фосфор в степени окисления -3 и будет окисляться концентрированной азотной кислотой (уравнение 1). Оксид кальция (негашёная известь) будет реагировать с H_3PO_4 (уравнение 2), при этом в осадок выпадает нерастворимый в воде $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Нагревание фосфата кальция с коксом и песком — промышленный способ получения фосфора (уравнение 3). В растворах щелочей фосфор вступает в реакцию диспропорционирования (уравнение 4).

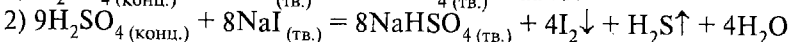
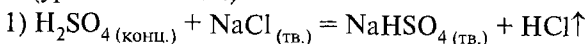


86. При растворении железа в разбавленной серной кислоте окислителем является катион H^+ и образуется сульфат железа (II) (уравнение 1). Соли железа (II) легко окисляются различными окислителями, в том числе кислородом воздуха, до солей железа (III) (уравнение 2). Соединения железа (III) проявляют окислительные свойства по отношению к сильным восстановителям, в частности окисляют сульфид-ион S^{2-} до серы (уравнение 3). В составе сульфида железа (II) содержится два восстановителя — Fe^{+2} и S^{-2} , поэтому при взаимодействии с горячей концентрированной азотной

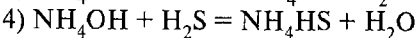
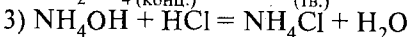
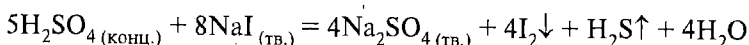
кислотой будут образовываться соли железа (III) и соединения серы в более высоких степенях окисления (уравнение 4).



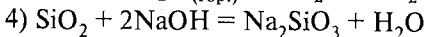
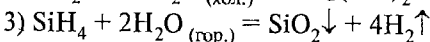
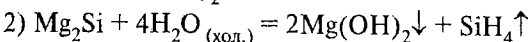
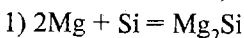
87. Взаимодействие концентрированной серной кислоты с твёрдым хлористым натрием — лабораторный способ получения газообразного хлороводорода (уравнение 1). Йодид натрия будет окисляться концентрированной серной кислотой, которая восстанавливается до сероводорода (уравнение 2). При взаимодействии как хлороводорода, так и сероводорода с раствором аммиака будут образовываться соли (уравнения 3 и 4).



или

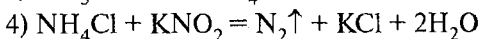
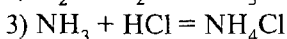
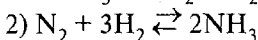
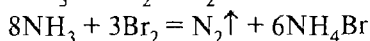
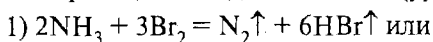


88. При сплавлении магния и кремния образуется силицид магния (уравнение 1), который будет гидролизироваться водой с образованием нерастворимого $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и газообразного силана SiH_4 (уравнение 2). Горячей водой силан разлагается с образованием водорода и твёрдого диоксида кремния (уравнение 3). При сплавлении диоксида кремния с гидроксидом натрия будет образовываться силикат натрия, используемый в промышленности под названием «жидкое стекло» (уравнение 4).

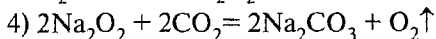
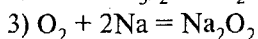
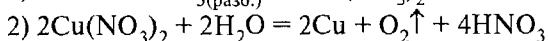
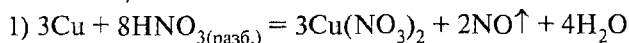


89. Бром проявляет свойства окислителя, аммиак содержит азот в степени окисления -3 и является восстановителем, газ, входящий в состав атмосферы, — азот N_2 (уравнение 1). Взаимодействие азота

с водородом в присутствии платинового или железного катализатора — промышленный способ получения аммиака (уравнение 2). При взаимодействии аммиака с кислотами образуются соли аммония (уравнение 3). При добавлении в раствор NH_4Cl раствора KNO_2 (или другого нитрита) последний проявляет свойства окислителя, катион аммония — восстановителя, происходит окислительно-восстановительная реакция и выделяется азот (уравнение 4).



90. При взаимодействии малоактивных металлов с разбавленной HNO_3 азот, имевший в кислоте степень окисления +5 (N^{+5}), восстанавливается до степени окисления +2 и выделяется NO (уравнение 1). При электролизе солей кислородсодержащих кислот на аноде происходит окисление молекул воды и выделяется газообразный кислород, в растворе накапливается соответствующая кислота (уравнение 2). При взаимодействии натрия с кислородом преимущественно образуется пероксид натрия (уравнение 3), который реагирует с углекислым газом с выделением кислорода (уравнение 4); последняя реакция используется для регенерации атмосферы в замкнутых объёмах (подводные лодки, космические корабли, изолирующие противогазы).



91. Так как при действии на неизвестное вещество соляной кислоты выделяется сероводород H_2S (газ с запахом тухлых яиц), то вещество — сульфид (уравнение 1). Нерастворимое вещество белого цвета, образующееся при нейтрализации раствора соли щёлочью, — гидроксид железа (II) (уравнение 2). При обжиге сульфида железа образуется SO_2 (уравнение 3). SO_2 — газ, имеющий характерный резкий запах, проявляет свойства восстановителя и взаимодействует

с бромной водой (окислитель) с образованием смеси бромоводородной и серной кислот (уравнение 4).

- 1) $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
- 2) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
- 3) $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2\uparrow$
- 4) $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$

92. Магний при нагревании может взаимодействовать с газообразным аммиаком с образованием нитрида магния (уравнение 1). При взаимодействии нитрида магния с бромоводородной кислотой будут образовываться бромид магния и бромид аммония (уравнение 2). При нагревании бромид аммония начнёт разлагаться на аммиак и бромоводород (уравнение 3) и в остатке будет находиться только MgBr_2 . При взаимодействии MgBr_2 с раствором щёлочи будет осаждаться малорастворимый гидроксид магния (уравнение 4).

- 1) $2\text{NH}_3 + 3\text{Mg} = \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$
- 2) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 8\text{HBr} = 3\text{MgBr}_2 + 2\text{NH}_4\text{Br}$
- 3) $\text{NH}_4\text{Br} = \text{NH}_3\uparrow + \text{HBr}\uparrow$
- 4) $\text{MgBr}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaBr}$

93. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ образован амфотерным гидроксидом $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и сильной кислотой, карбонат натрия образован сильным основанием и слабой угольной кислотой H_2CO_3 ; в полученном при смешивании растворе будет протекать гидролиз и по катиону, и по аниону (уравнение 1). Бром в растворе щёлочи является сильным окислителем и окисляет $\text{Cr}(\text{OH})_3$ до Na_2CrO_4 — вещества жёлтого цвета (уравнение 2), при добавлении кислоты превращающегося в $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (уравнение 3). Оксид серы (IV) окисляется бихроматом натрия (сильный окислитель) до соединения, содержащего серу в степени окисления +6 (уравнение 4).

- 1) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2\uparrow$
- 2) $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Br}_2 + 10\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 8\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$

94. Прокаливание негашёной извести с коксом — промышленный способ получения карбида кальция (уравнение 1). При гидролизе

карбида кальция выделяется ацетилен и образуется гидроксид кальция (уравнение 2), который, являясь щёлочью, может реагировать с кислотными оксидами — сернистым (уравнение 3) и углекислым (уравнение 4) газами.

- 1) $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}\uparrow$
- 2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2\downarrow + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$
- 3) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{SO}_2 = \text{Ca(HSO}_3)_2$
- 4) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{Ca(HCO}_3)_2$

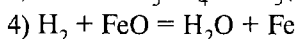
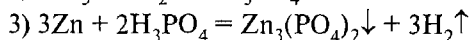
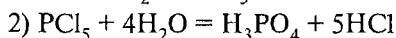
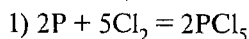
95. Взаимодействие FeS с сильными кислотами — лабораторный способ получения сероводорода (уравнение 1). При горении сероводорода образуются вода и оксид серы (IV) (уравнение 2). SO₂ — кислотный оксид, соответствующий двухосновной сернистой кислоте, поэтому при взаимодействии с избытком раствора щёлочи образуется средняя соль K₂SO₃ (уравнение 3), которая проявляет свойства восстановителя и взаимодействует с перманганатом калия (уравнение 4); перманганат калия в щелочных средах восстанавливается до манганата K₂MnO₄, имеющего зелёный цвет.

- 1) $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
- 2) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} + 2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

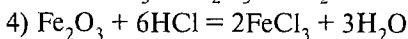
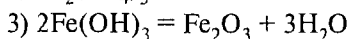
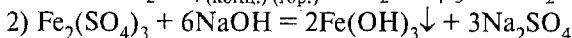
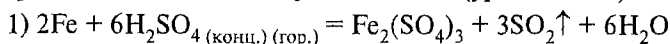
96. Малахит (CuOH)₂CO₃ при нагревании разлагается с образованием основного оксида CuO (твёрдое вещество чёрного цвета), CO₂ и H₂O (уравнение 1). Основные оксиды реагируют с кислотами с образованием солей (уравнение 2). Нитрат меди (II) разлагается при нагревании на оксид меди, оксид азота (IV) и кислород (уравнение 3). Аммиак, содержащий азот в степени окисления —3, может проявлять свойства восстановителя и восстанавливает при нагревании некоторые металлы из их оксидов (уравнение 4).

- 1) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Cu(NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
- 4) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cu} + \text{N}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

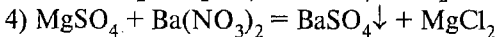
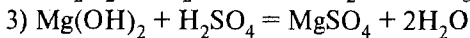
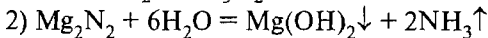
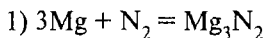
97. При горении фосфора в избытке хлора образуется PCl_5 (уравнение 1). Гидролиз в избытке воды пятихлористого фосфора приводит к образованию смеси ортофосфорной кислоты и хлороводорода (уравнение 2). Цинк — металл, находящийся в ряду активности левее водорода, может вытеснять водород из кислот (уравнение 3). Водород используется для восстановления металлов из их оксидов (уравнение 4).



98. Металл — железо. Аморфный осадок бурого цвета, который образуется при добавлении едкого натра в раствор, полученный при нагревании железа с концентрированной серной кислотой (уравнение 1), — гидроксид железа (III) (уравнение 2). Нерастворимые гидроксиды при нагревании разлагаются с образованием воды и оксида металла (уравнение 3). Оксиды металлов растворяются в кислотах с образованием соответствующих солей (уравнение 4).



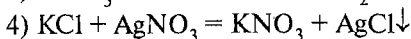
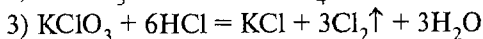
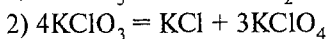
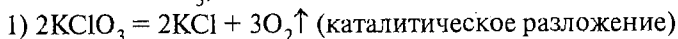
99. При нагревании магния в атмосфере азота будет образовываться нитрид магния (уравнение 1), который гидролизуется водой (уравнение 2), при этом аммиак улетучивается, так как, по условию, использовалась кипящая вода. Гидроксид магния будет растворяться в серной кислоте (уравнение 3), а из полученного раствора при добавлении нитрата бария будет выделяться сульфат бария (уравнение 4).



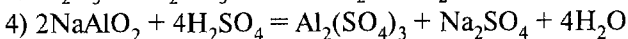
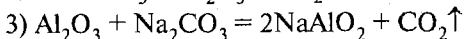
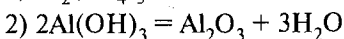
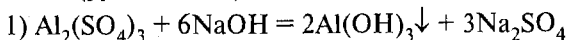
100. В фиолетовый цвет окрашивают пламя соли калия. Так как при взаимодействии бинарной соли Б с нитратом серебра образовался

белый творожистый осадок, то в ней присутствуют хлорид-анионы Cl^- , то есть формула соли — KCl (уравнение 4). В состав соли А входят калий, хлор и кислород, так как при её разложении выделился газ, входящий в состав воздуха и поддерживающий горение. Формула соли А — KClO_3 ; при каталитическом разложении образуются хлорид калия и кислород (уравнение 1); при термическом разложении без катализатора происходит реакция диспропорционирования и образуются хлорид и перхлорат калия (уравнение 2). Хлорат калия проявляет окислительные свойства, и при взаимодействии с соляной кислотой выделяется жёлто-зелёное ядовитое газообразное вещество хлор (уравнение 3).

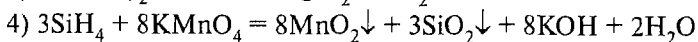
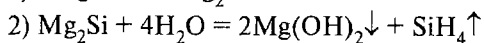
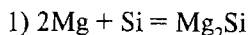
Соль А — KClO_3 , соль Б — KCl .



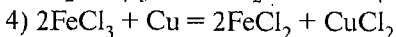
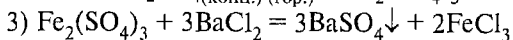
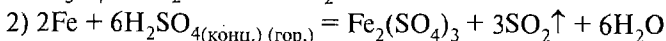
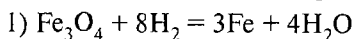
101. При добавлении в раствор, содержащий $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, гидроксида натрия будет выделяться в осадок нерастворимый гидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ (уравнение 1), который при нагревании разлагается на оксид алюминия и воду (уравнение 2). Оксид алюминия Al_2O_3 — амфотерный оксид и будет взаимодействовать при нагревании с карбонатом натрия, образуя метаалюминат натрия (уравнение 3). При внесении метаалюмината в избыток раствора кислоты будут образовываться две соли (уравнение 4).



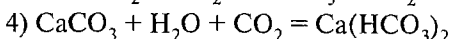
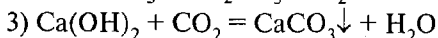
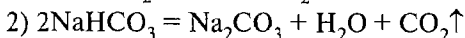
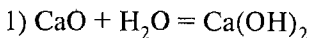
102. При сплавлении магния и кремния образуется силицид магния (уравнение 1), который будет гидролизироваться водой с образованием нерастворимого $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и газообразного силана SiH_4 (уравнение 2). Гидроксид магния растворяется в кислотах (уравнение 3), а силан проявляет сильные восстановительные свойства (в его состав входит Si^{-4}) и будет окисляться раствором перманганата калия, который в нейтральных средах восстанавливается до MnO_2 (уравнение 4).



103. При нагревании оксидов металлов, в частности железной окалины Fe_3O_4 , с водородом происходит восстановление металлов (уравнение 1). Железо пассивируется холодной концентрированной серной кислотой, но растворяется в горячей (уравнение 2). Сульфат железа (III) реагирует с хлоридом бария с образованием нерастворимого сульфата бария (уравнение 3), в фильтрате будет находиться хлорное железо. Хлорид железа (III) проявляет свойства окислителя и растворяет медь (уравнение 4); последняя реакция широко используется в радиотехнической промышленности.

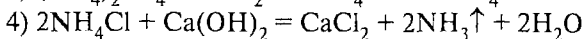
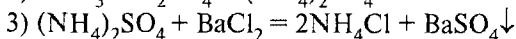
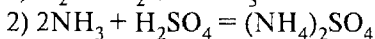
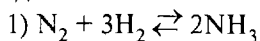


104. Взаимодействие оксида кальция (негашёной извести) с водой — способ получения гидроксида кальция (гашёной извести) (уравнение 1). Прокаливание (кальцинирование) пищевой соды — промышленный способ получения карбоната натрия (уравнение 2). При пропускании углекислого газа через раствор гашёной извести выделяется осадок белого цвета (уравнение 3), который растворяется при пропускании избытка газа в результате образования гидрокарбоната кальция (уравнение 4).

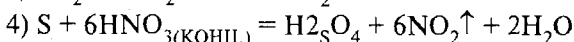
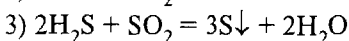
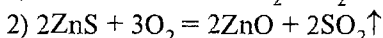
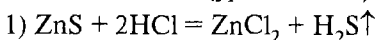


105. Взаимодействие водорода и азота при высокой температуре при участии платинового или железного катализатора — промышленный способ получения аммиака (уравнение 1). При взаимодействии аммиака с кислотами образуются соли аммония (уравнение 2). Хлорид бария взаимодействует с солями серной кислоты, и в осадок

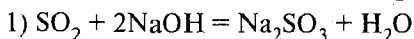
выпадает сульфат бария (уравнение 3), в растворе остаётся соль аммония NH_4Cl . При нагревании солей аммония со щелочами происходит выделение аммиака (уравнение 4) — ядовитого бесцветного газа с резким характерным запахом, очень хорошо растворимого в воде.

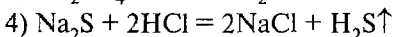
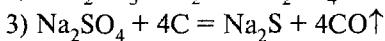
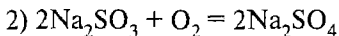


106. Соляная кислота реагирует с сульфидом цинка: соляная кислота, более сильная, чем сероводородная кислота и вытесняет H_2S из соли (уравнение 1). При обжиге сульфидов металлов образуются оксиды металлов и сернистый газ SO_2 (уравнение 2). В оксиде серы (IV) сера находится в промежуточной степени окисления и может проявлять свойства окислителя при взаимодействии с сильными восстановителями (S^{-2} , I^-), образуя серу. Сероводород по отношению к сернистому газу проявляет свойства восстановителя (3). Концентрированная азотная кислота HNO_3 восстанавливается неметаллами и тяжелыми металлами до оксида азота (IV) NO_2 (бурый газ); восстановитель в этих реакциях, как правило, переходит в высшую степень окисления (уравнение 4).

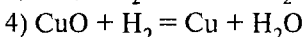
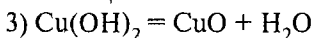
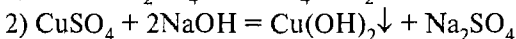
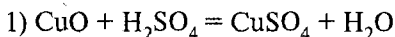


107. Оксиду серы (IV) SO_2 соответствует сернистая кислота H_2SO_3 , поэтому при поглощении сернистого газа избытком щёлочи образуется Na_2SO_3 (уравнение 1). В сульфите натрия сера имеет степень окисления +4 и в присутствии кислорода воздуха (или других окислителей) переходит в серу в степени окисления +6 (уравнение 2). Так как после добавления кислоты к продукту, образовавшемуся при нагревании сульфата натрия с коксом, выделяется сероводород (газ с запахом тухлых яиц) (уравнение 4), то происходит восстановление сульфата натрия в соответствии с уравнением (3).

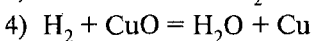
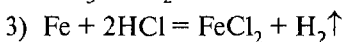
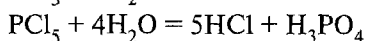
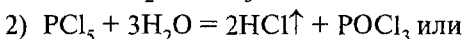
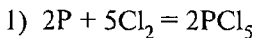




108. Голубой цвет в растворе имеют соли меди. Соли можно получить при взаимодействии кислот с оксидами металлов (уравнение 1); оксид меди (II) имеет чёрный цвет. Взаимодействие растворимых солей со щелочами — способ получения нерастворимых оснований, в частности гидроксида меди (II) (уравнение 2). При нагревании нерастворимые основания разлагаются с образованием оксида металла и воды (уравнение 3). Восстановление оксидов металлов водородом — способ получения многих металлов (уравнение 4).

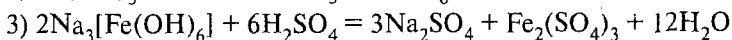
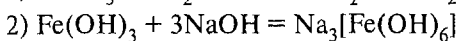
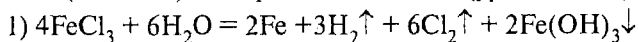


109. При горении фосфора в избытке хлора образуется хлорид фосфора (V) (уравнение 1). При гидролизе PCl_5 небольшим количеством воды образуются HCl и, в зависимости от условий, POCl_3 и/или H_3PO_4 (уравнение 2). Железо вытесняет водород из раствора HCl (уравнение 3). Водород восстанавливает средне- и малоактивные металлы из их оксидов (уравнение 4).

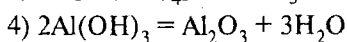
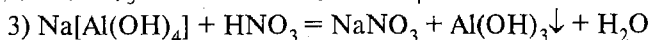
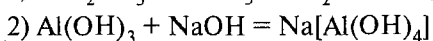
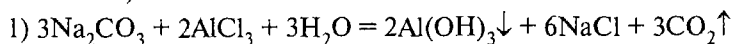


110. При электролизе солей, образованных металлами, находящимися в ряду активности между алюминием и водородом, на катоде происходит конкурирующее восстановление катиона металла и воды, в результате на катоде выделяются металл и водород, а в растворе образуется гидроксид соответствующего металла (уравнение 1); на аноде происходит окисление анионов бескислородных кислот, в частности выделяется Cl_2 . $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — амфотерный гидроксид, нерастворимое вещество бурого цвета; амфотерные гидроксиды могут

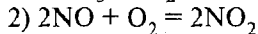
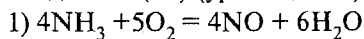
растворяются в растворах щелочей с образованием комплексных солей (уравнение 2). При добавлении к раствору, содержащему гидроксокомплекс, избытка кислоты происходит разрушение гидроксокомплекса и образуются две соли (уравнение 3). При пропускании хлора через горячий раствор щёлочи в результате диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) образуются соли хлороводородной (соляной) и хлорноватой кислот (уравнение 4).

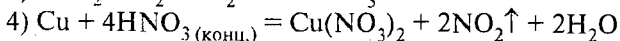
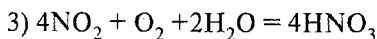


111. Карбонат натрия Na_2CO_3 образован сильным основанием и слабой угольной кислотой, AlCl_3 — соль амфотерного гидроксида $\text{Al}(\text{OH})_3$ и сильной кислоты; при совместном присутствии в растворе будет происходить гидролиз по аниону и по катиону (уравнение 1). Гидроксид алюминия растворяется в щелочах с образованием комплексных алюминатов (уравнение 2). При нейтрализации раствора, содержащего тетрагидроксоалюминат натрия $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, будет выделяться осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$ (уравнение 3). Нерастворимые гидроксиды разлагаются при нагревании с образованием оксида металла и воды (уравнение 4).

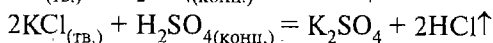
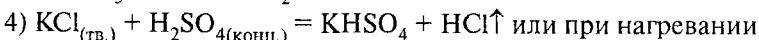
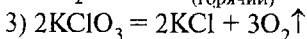
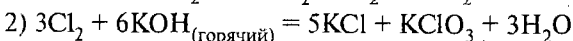


112. В задаче описан промышленный способ получения азотной кислоты каталитическим окислением аммиака (уравнение 1). На второй стадии процесса оксид азота (II) самопроизвольно окисляется до NO_2 (уравнение 2), который в присутствии избытка воздуха поглощается водой (уравнение 3). При взаимодействии меди с концентрированной азотной кислотой образуются нитрат меди (II), вода и оксид азота (IV) (уравнение 4).

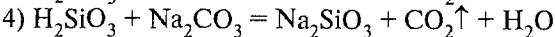
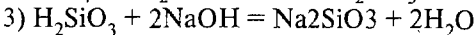
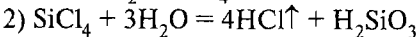
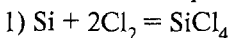




113. Ядовитый газ жёлто-зелёного цвета — хлор. Уравнение (1) описывает лабораторный способ получения хлора. При взаимодействии хлора с горячим раствором едкого кали происходит реакция диспропорционирования хлора и образуются хлорид калия KCl и хлорат калия KClO_3 (уравнение 2). При разложении в присутствии катализатора MnO_2 бертолетова соль разлагается на хлорид калия и кислород — бесцветный газ, входящий в состав воздуха (уравнение 3). Взаимодействие твёрдых хлоридов, например KCl , с концентрированной серной кислотой является лабораторным способом получения хлороводорода, раствор которого в воде называется хлороводородной, или соляной, кислотой (уравнение 4).



114. Продукт взаимодействия кремния и хлора — SiCl_4 (уравнение 1) разлагается водой с образованием HCl и твёрдого продукта гидролиза, формулу которого записывают $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$, или, для простоты, H_2SiO_3 (уравнение 2). При сплавлении как с гидроксидом натрия (уравнение 3), так и с карбонатом натрия (уравнение 4) образуется силикат натрия.



115. Железо растворяется в соляной кислоте, независимо от её концентрации, с образованием хлористого железа FeCl_2 (уравнение 1). При добавлении к раствору FeCl_2 гидроксида натрия образуется осадок гидроксида железа (II) (уравнение 2), который на воздухе окисляется до $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (уравнение 3), имеющего бурый цвет. Амфотерные гидроксиды реагируют с кислотами с образованием солей (уравнение 4).

- 1) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- 2) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
- 3) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$
- 4) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

116. Газ с резким запахом, который может восстанавливать металлы из их оксидов (уравнение 4), — аммиак (уравнение 3). Вещество оранжевого цвета, которое разлагается с выделением азота (бесцветный газ) и Cr_2O_3 (твёрдое вещество зелёного цвета), — дихромат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (уравнение 1). Литий легко взаимодействует с азотом (уравнение 2), при взаимодействии нитрида лития с водой выделяется аммиак (уравнение 3).

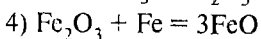
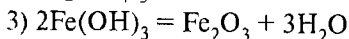
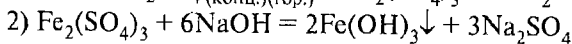
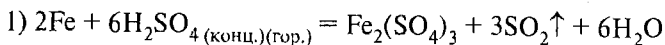
- 1) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3$
- 2) $\text{N}_2 + 6\text{Li} = 2\text{Li}_3\text{N}$
- 3) $\text{Li}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{LiOH} + \text{NH}_3\uparrow$
- 4) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = \text{N}_2\uparrow + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$

117. Газ с запахом тухлых яиц — сероводород, проявляет восстановительные свойства и реагирует с концентрированной серной кислотой, окислительные свойства которой определяет S^{+6} (уравнение 1). Выделяющаяся сера окисляется концентрированной азотной кислотой с образованием серной кислоты и выделением NO_2 (уравнение 2). При растворении NO_2 в воде в отсутствие кислорода образуется азотная кислота и выделяется оксид азота (II) (уравнение 3). Медь растворяется в разбавленной азотной кислоте с выделением оксида азота (II), образованием нитрата меди (II) и воды (уравнение 4).

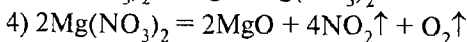
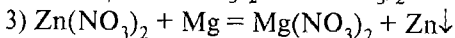
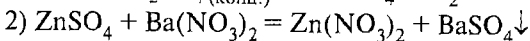
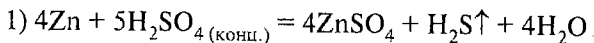
- 1) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{S} + 6\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$
- 4) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_{3(\text{разб.})} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

118. В концентрированной серной кислоте окислительные свойства проявляет сера в степени окисления +6. Железо пассивируется в холодной кислоте, однако в горячей кислоте железо окисляется до наиболее характерной для него степени окисления +3, сера при этом переходит в степень окисления +4 (уравнение 1).

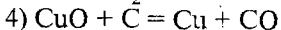
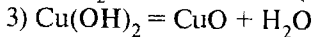
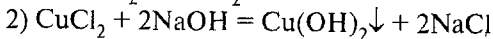
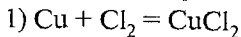
Нерастворимые гидроксиды получают при взаимодействии растворимых солей со щелочами (уравнение 2). Нерастворимые гидроксиды при нагревании разлагаются с образованием оксида металла и воды (уравнение 3). Для железа характерны две степени окисления +2 и +3, поэтому соединения Fe^{+3} проявляют свойства окислителей и могут окислять сульфиды, йодиды и некоторые металлы (уравнение 4).



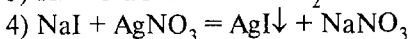
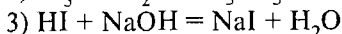
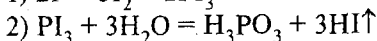
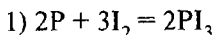
119. Концентрированная серная кислота проявляет окислительные свойства по S^{+6} ; активный металл цинк восстанавливает S^{+6} до H_2S (уравнение 1). Нитрат бария вызывает осаждение сульфатионов в виде сульфата бария (уравнение 2) и в растворе остаётся нитрат цинка. Магний более активный металл, чем цинк, и вытесняет его из соединений (уравнение 3). Магний — активный металл, поэтому при разложении нитрата магния образуются нитрит магния и кислород (уравнение 4).



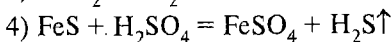
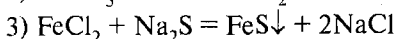
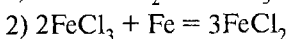
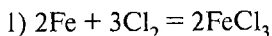
120. Металл красного цвета — медь. При сжигании меди в хлоре будет образовываться хлорид меди (II) (уравнение 1). Из раствора хлорида меди при добавлении щёлочи будет выпадать осадок гидроксида меди (II) (уравнение 2), который разлагается при нагревании на воду и оксид меди (II) (уравнение 3). При нагревании оксидов металлов с коксом происходит восстановление металлов (уравнение 4).



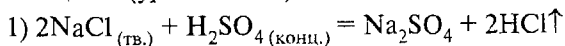
121. При взаимодействии йода с фосфором образуется йодид фосфора (III) (уравнение 1). Гидролиз трёхйодистого фосфора — способ получения йодоводорода и йодоводородной кислоты (уравнение 2), которые нейтрализуют растворы щелочей (уравнение 3). При добавлении к солям йодоводородной кислоты нитрата серебра образуется осадок жёлтого цвета (уравнение 4).

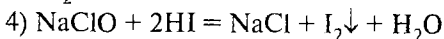
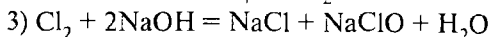
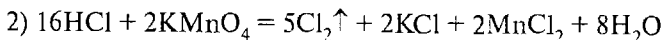


122. Железо реагирует с хлором и бромом с образованием $FeCl_3$ и $FeBr_3$ соответственно (уравнение 1). Соединения, содержащие железо в степени окисления +3, проявляют окислительные свойства (уравнение 2). При взаимодействии хлористого железа $FeCl_2$ с растворимыми сульфидами образуется сульфид железа (II) чёрного цвета (уравнение 3), взаимодействие которого с растворами серной или соляной кислот используется в лаборатории для получения сероводорода (уравнение 4).

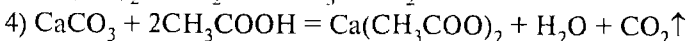
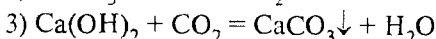
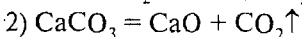
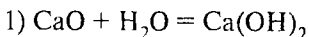


123. Взаимодействие твёрдых хлоридов с концентрированной серной кислотой — лабораторный способ получения хлороводорода (уравнение 1). Перманганат калия $KMnO_4$ — сильный окислитель, при взаимодействии с хлороводородом будет происходить окисление хлорид-ионов до свободного хлора (уравнение 2) и раствор обесцветится. Хлор при пропускании через холодный раствор щёлочи диспропорционирует (реакция самоокисления-самовосстановления) с образованием солей соляной и хлорноватистой кислот, хлорида натрия $NaCl$ и гипохлорита натрия $NaClO$ соответственно (уравнение 3). Гипохлорит натрия — сильный окислитель и будет окислять йодид-ионы до свободного йода, нерастворимого вещества тёмно-серого цвета (уравнение 4).

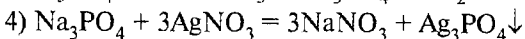
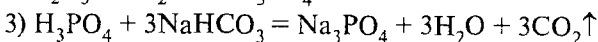
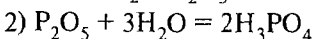
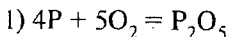




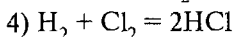
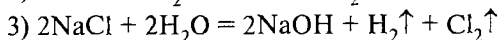
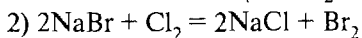
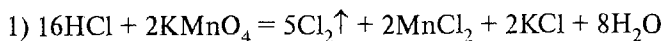
124. Взаимодействие оксида кальция (негашёной извести) с водой — способ получения гидроксида кальция (гашёной извести) (уравнение 1). При обжиге известняка (карбонат кальция) образуются оксид кальция (негашёная известь) и углекислый газ (уравнение 2). Углекислый газ реагирует с гидроксидом кальция, образуя нерастворимый в воде карбонат кальция белого цвета (уравнение 3). Кислоты, более сильные, чем угольная кислота, разлагают карбонаты (уравнение 4).



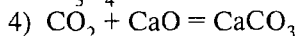
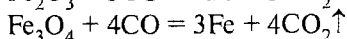
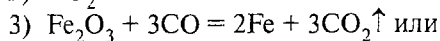
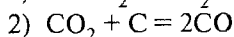
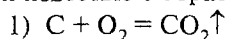
125. В производстве спичек используется красный фосфор. При горении фосфора в избытке воздуха образуется оксид фосфора (V) (уравнение 1), который при нагревании реагирует с водой с образованием ортофосфорной кислоты H_3PO_4 (уравнение 2). Гидрокарбонат натрия взаимодействует с более сильными, чем угольная, кислотами с образованием соли и выделением углекислого газа (уравнение 3).



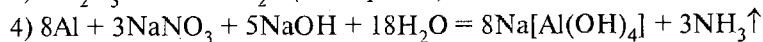
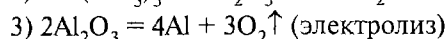
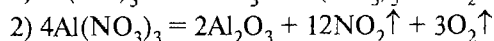
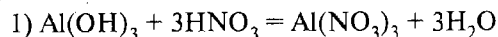
126. Взаимодействие соляной кислоты с раствором перманганата калия — один из лабораторных способов получения хлора (уравнение 1). Хлор, как более активный галоген, вытесняет менее активный бром из его солей (уравнение 2). При электролизе водного раствора хлорида натрия выделяются газообразные водород (на катоде) и хлор (на аноде) и в растворе накапливается гидроксид натрия (уравнение 3). Водород и хлор при освещении реагируют очень бурно, со взрывом (уравнение 4), однако реакция горения водорода в хлоре используется для получения хлороводорода в промышленности.



127. Углекислый газ, который образуется при сгорании кокса (уравнение 1), восстанавливается углем (коксом) при высоких температурах до угарного газа (уравнение 2). Угарный газ используется в качестве восстановителя металлов из их оксидов, в частности в доменном процессе (уравнение 3). Углекислый газ реагирует с негашёной известью с образованием карбоната кальция (уравнение 4).

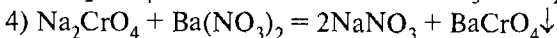
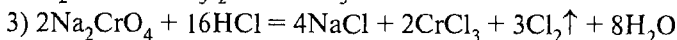
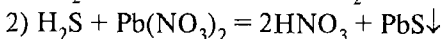
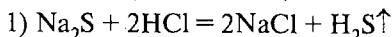


128. Гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ — амфотерный гидроксид и растворяется в кислотах (уравнение 1). Продукты разложения нитратов определяются положением металла в ряду активности: алюминий в ряду активности находится между магнием и медью, при прокаливании образуются оксид металла, оксид азота (IV) и вода (уравнение 2). Электролиз оксида алюминия Al_2O_3 в расплавленном криолите $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ — промышленный способ получения Al (уравнение 3). Алюминий растворяется в щелочах с выделением водорода; выделяющийся водород (атомарный водород, «водород в момент выделения») очень активен и восстанавливает нитрат-ионы до аммиака (уравнение 4).

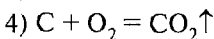
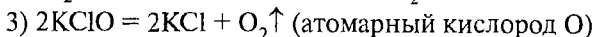
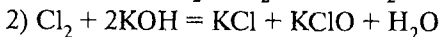
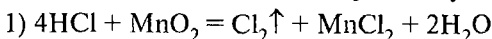


129. Соли натрия окрашивают пламя в жёлтый цвет. Запах тухлых яиц имеет сероводород H_2S — ядовитый бесцветный газ, растворимый в воде (уравнение 1). Образование осадка чёрного цвета при взаимодействии с раствором $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ — одна из качественных

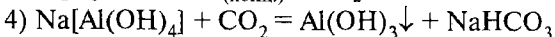
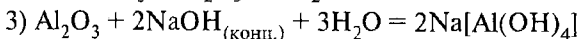
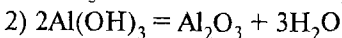
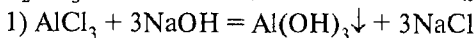
реакций на сульфид-ион (уравнение 2). Na_2CrO_4 имеет в растворе жёлтый цвет; при взаимодействии с соляной кислотой при нагревании проявляет свойства окислителя, в результате выделяется Cl_2 , ядовитый газ жёлто-зелёного цвета, и раствор приобретает зелёную окраску, характерную для солей Cr^{+3} (уравнение 3). BaCrO_4 имеет жёлтый цвет (уравнение 4).



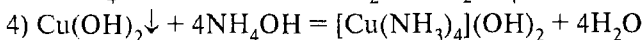
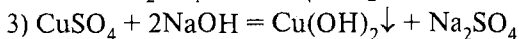
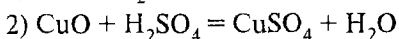
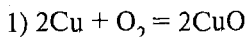
130. Взаимодействие соляной кислоты с пиролюзитом MnO_2 — лабораторный способ получения хлора (уравнение 1). Хлор в холодном растворе гидроксида калия вступает в реакцию диспропорционирования и образуются хлорид и гипохлорит калия (уравнение 2). Гипохлорит калия — неустойчивое вещество и при освещении разлагается с выделением кислорода (уравнение 3), образование которого доказывают с помощью вспыхнувшей лучинки (уравнение 4).



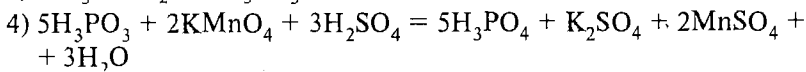
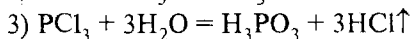
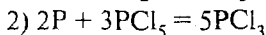
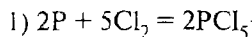
131. При взаимодействии растворимых солей алюминия с растворами щелочей образуется нерастворимый амфотерный гидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ (уравнение 1), который, как и любой другой нерастворимый гидроксид, разлагается при нагревании на оксид металла и воду (уравнение 2). Оксид алюминия Al_2O_3 — амфотерный оксид и растворяется в щелочах с образованием комплексных алюминатов, которые являются солью очень слабой кислоты (уравнение 3). При пропускании через воду углекислого газа образуется угольная кислота H_2CO_3 , которая разрушает алюминат (уравнение 4).



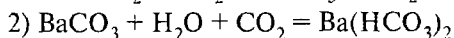
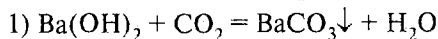
132. Металл красного цвета — медь. При окислении меди в избытке воздуха образуется CuO — вещество чёрного цвета (уравнение 1), растворяющееся в серной кислоте с образованием сульфата меди (II), раствор которого имеет голубую окраску (уравнение 2). CuSO_4 реагирует с гидроксидом натрия с образованием нерастворимого основания $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (уравнение 3), которое растворяется в избытке аммиака, образуя комплексное соединение (уравнение 4).

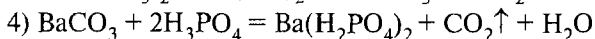
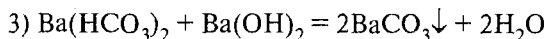


133. При горении фосфора в избытке хлора образуется хлорид фосфора (V) (уравнение 1), который может восстанавливаться фосфором до хлорида фосфора (III) (уравнение 2). При гидролизе PCl_3 образуются хлороводород и H_3PO_3 (уравнение 3). H_3PO_3 содержит фосфор в степени окисления +3, проявляет свойства сильного восстановителя и будет реагировать с KMnO_4 , переходя в соединение фосфора в степени окисления +5 (уравнение 4).

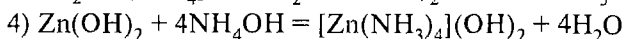
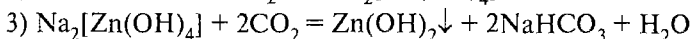
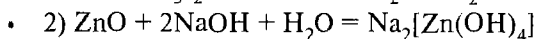
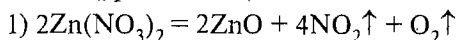


134. Углекислый газ — кислотный оксид, которому соответствует двухосновная угольная кислота, поэтому при пропускании его через баритовую воду выпадает осадок BaCO_3 (уравнение 1), который растворяется при пропускании избытка газа (уравнение 2). Добавление гидроксида бария в раствор, содержащий гидрокарбонат бария, вызывает нейтрализацию кислой соли и образование осадка (уравнение 3). Ортофосфорная кислота более сильная, чем угольная, поэтому вытесняет её из солей; растворимой солью бария и фосфорной кислоты является дигидрофосфат бария (уравнение 4).



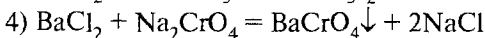
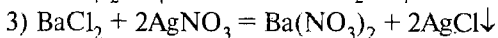
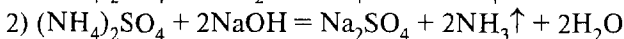
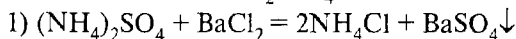


135. Цинк — металл, находящийся в ряду активности между магнием и медью, поэтому нитрат цинка разлагается с образованием оксида цинка, оксида азота (IV) и кислорода (уравнение 1). Оксид цинка — амфотерный оксид, будет растворяться в растворах щелочей с образованием комплексной соли (уравнение 2). При пропускании через раствор цинката углекислого газа, который взаимодействует с водой с образованием угольной кислоты, последняя, как более сильная, вытесняет амфотерный гидроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ из его соли (уравнение 3). Гидроксид цинка, так же, как и гидроксид меди (II), растворяется в растворе аммиака с образованием комплексного соединения (уравнение 4).



136. В первом сосуде находится раствор $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: образование осадка белого цвета при взаимодействии с BaCl_2 доказывает, что в веществе имеется сульфат-анион SO_4^{2-} (уравнение 1); выделение аммиака (газ с резким запахом) при нагревании с раствором щёлочи доказывает присутствие в веществе катиона аммония NH_4^+ (уравнение 2).

Во втором сосуде находится раствор BaCl_2 : осадок белого цвета, образовавшийся при добавлении AgNO_3 , указывает на присутствие в веществе хлорид-иона Cl^- (уравнение 3); осадок жёлтого цвета при добавлении раствора Na_2CrO_4 образуют соли Ba^{2+} (уравнение 4).



137. При растворении оксида серы (IV) образуется сернистая кислота (уравнение 1). Нейтрализация двухосновной кислоты приводит к образованию средней соли (уравнение 2). Перекись

водорода — сильный окислитель и будет окислять соединения серы +4 до соединений серы +6 (уравнение 3). Сульфат натрия Na_2SO_4 — средняя соль двухосновной кислоты, поэтому при взаимодействии с кислотой будет образовываться кислая соль NaHSO_4 (уравнение 4).

- 1) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$
- 2) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$

138. При взаимодействии цинка с очень разбавленной азотной кислотой образуются нитраты цинка и аммония (уравнение 1). Цинк — металл, находящийся в ряду активности между магнием и медью, поэтому нитрат цинка разлагается с образованием оксида цинка, оксида азота (IV) и кислорода (уравнение 2). Нитрат аммония разлагается с образованием «веселящего газа» N_2O и воды (уравнение 3). Единственным оставшимся после прокаливания продуктом реакции будет оксид цинка, который восстанавливается коксом до металлического цинка (уравнение 4).

- 1) $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_{3(\text{очень разб.})} = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{ZnO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
- 3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow$
- 4) $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}\uparrow$

139. При электролизе водных растворов солей, образованных металлами, расположенными в ряду активности до алюминия, на катоде происходит восстановление воды и выделяется водород, в растворе накапливается щёлочь (уравнение 1). На аноде происходит окисление анионов бескислородных кислот (уравнение 1). Водород может реагировать с йодом (уравнение 2). Концентрированная серная кислота проявляет свойства сильного окислителя, и сера в степени окисления +6 переходит, в зависимости от условий, в степени окисления +4, 0 и -2; в HI йод имеет степень окисления -1 и проявляет свойства сильного восстановителя (уравнение 3). При пропускании SO_2 (кислотный оксид, соответствующий двухосновной сернистой кислоте H_2SO_3) будет образовываться средняя соль K_2SO_3 и, если SO_2 окажется в избытке, — кислая соль KHSO_3 (уравнения 4 а). При пропускании H_2S через раствор щёлочи будет образовываться

средняя соль K_2S , и, если сероводород будет в избытке, то средняя соль будет переходить в кислую соль KHS (уравнения 4 б).

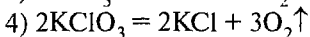
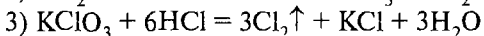
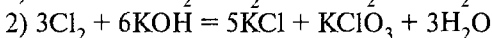
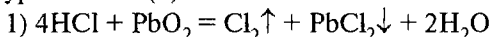
- 1) $2NaI + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow + I_2\downarrow$
- 2) $I_2 + H_2 = 2HI$
- 3) $2HI + H_2SO_4 = I_2\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$ или
 $8HI + H_2SO_4 = 4I_2\downarrow + H_2S\uparrow + 4H_2O$
- 4) а) $SO_2 + 2KOH = K_2SO_3 + H_2O$
 $SO_2 + H_2O + K_2SO_3 = 2KHSO_3$ или
 б) $H_2S + 2KOH = K_2S + 2H_2O$
 $H_2S + K_2S = 2KHS$

140. Электролиз расплавленного боксита в криолите — промышленный способ получения алюминия (уравнение 1), который растворяется в соляной кислоте с образованием хлорида алюминия и выделением водорода (уравнение 2). При обработке алюминия растворами щелочей образуется комплексная соль, например, тетрагидроксоалюминат натрия, и выделяется водород (уравнение 3). При смешивании растворов, содержащих $AlCl_3$ (соль, образованная амфотерным гидроксидом $Al(OH)_3$ и сильной кислотой) и $Na[Al(OH)_4]$ (соль, образованная сильным основанием $NaOH$ и амфотерным гидроксидом $Al(OH)_3$, то есть очень слабой кислотой), будет происходить гидролиз как по катиону, так и по аниону и образуются гидроксид алюминия и хлорид натрия (уравнение 4).

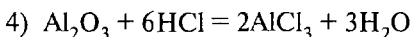
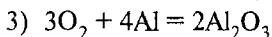
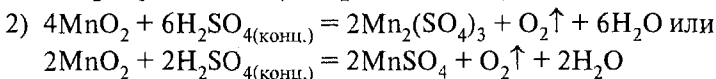
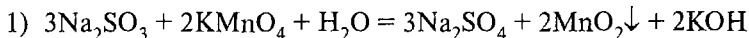
- 1) $2Al_2O_3 = 4Al + 3O_2\uparrow$
- 2) $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$
- 3) $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$
- 4) $AlCl_3 + 3Na[Al(OH)_4] = 4Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

141. Взаимодействие оксида свинца (IV), проявляющего свойства сильного окислителя, с соляной кислотой — один из лабораторных способов получения хлора (уравнение 1). При взаимодействии хлора с горячим раствором гидроксида калия в результате реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) образуются хлорид калия KCl и хлорат калия $KClO_3$ (уравнение 2), который обладает окислительными свойствами и окисляет соляную кислоту до свободного хлора (уравнение 3). Термическое разложение хлората

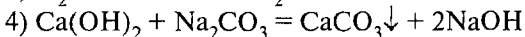
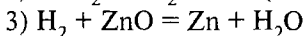
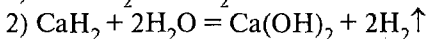
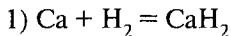
калия в присутствии катализатора преимущественно протекает по уравнению (4).



142. Сульфит натрия Na_2SO_3 — вещество, проявляющее восстановительные свойства; перманганат калия — окислитель, который в нейтральной среде восстанавливается до MnO_2 , нерастворимого вещества бурого цвета (уравнение 1). Особое свойство MnO_2 : при взаимодействии с концентрированной серной кислотой выделяется кислород (уравнение 2). Кислород реагирует с алюминием (уравнение 3), оксид алюминия растворяется в растворах кислот (уравнение 4).

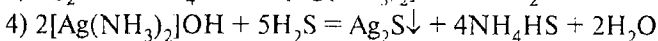
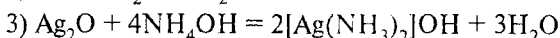
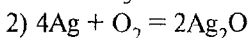
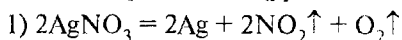


143. При взаимодействии очень активного металла кальция с водородом образуется гидрид кальция (уравнение 1). Гидрид кальция взаимодействует с водой с образованием гидроксида кальция и выделением водорода (уравнение 2). Водород способен восстанавливать некоторые металлы из их оксидов (уравнение 3). При добавлении в раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ кальцинированной соды образуется нерастворимый карбонат кальция и в растворе остаётся щёлочь (уравнение 4); эта реакция раньше использовалась для получения едкого натра.

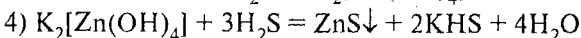
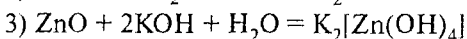
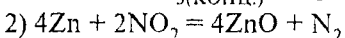
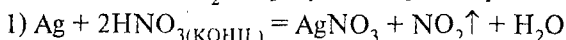


144. Нитраты металлов, расположенных в ряду активности правее меди, разлагаются с образованием свободного металла, бурого газа и кислорода (уравнение 1). При нагревании серебра в кислороде будет образовываться его оксид (уравнение 2). Оксид серебра

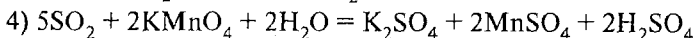
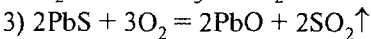
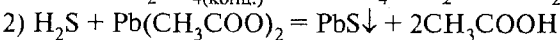
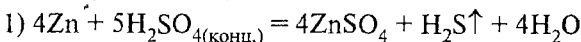
растворяется в концентрированном растворе аммиака с образованием комплексного соединения — гидроксида диаминосеребра (I) (уравнение 3). При пропускании через полученный раствор сероводорода будет образовываться осадок труднорастворимого Ag_2S , который имеет чёрный цвет (уравнение 4).



145. Серебро — малоактивный металл, растворяется в HNO_3 (конц.) с выделением NO_2 (уравнение 1), который окисляет цинк (уравнение 2). Оксид цинка — амфотерный оксид, растворяется в щёлочи с образованием комплексной соли (уравнение 3). При взаимодействии с H_2S образуется нерастворимый ZnS (уравнение 4).

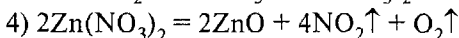
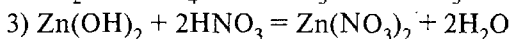
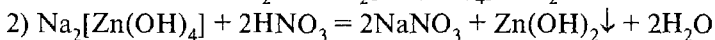
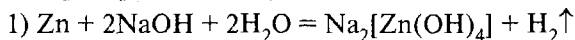


146. Концентрированная серная кислота реагирует с активными металлами, восстанавливаясь до сероводорода (уравнение 1). Образование осадка PbS , имеющего чёрный цвет и нерастворимого в воде и кислотах, — одна из качественных реакций на сероводород и сульфиды (уравнение 2). При обжиге сульфидов сера переходит из степени окисления -2 в степень окисления $+4$ и образуется SO_2 (уравнение 3). В оксиде серы (IV) сера находится в промежуточной степени окисления и при взаимодействии с сильными окислителями, например, перманганатом калия, будет переходить в соединения серы $+6$ (уравнение 4).

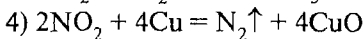
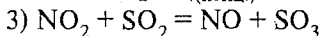
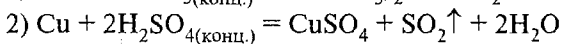
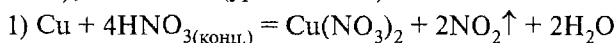


147. Цинк растворяется в растворах щелочей с образованием тетрагидроксоцинката $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ (уравнение 1). В кислых средах

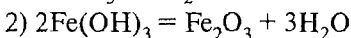
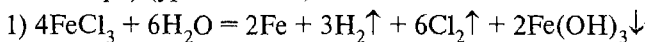
гидроксокомплексы разрушаются и образуется нерастворимый амфотерный гидроксид $Zn(OH)_2$, который растворяется при добавлении избытка кислоты (уравнения 2 и 3). Цинк — металл, находящийся в ряду активности между магнием и медью, поэтому при разложении нитрата цинка образуются оксид цинка, оксид азота (IV) и кислород (уравнение 4).

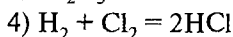
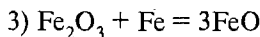


148. Медь растворяется в концентрированной азотной кислоте с выделением NO_2 (уравнение 1), в концентрированной серной кислоте — с выделением SO_2 (уравнение 2). Бурый газ (оксид азота (IV)) — сильный окислитель и способен окислять как SO_2 (уравнение 3), так и медь (уравнение 4).

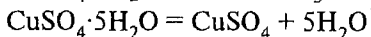
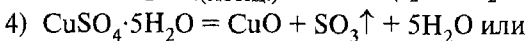
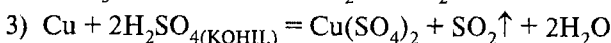
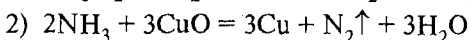
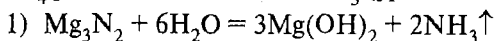


149. При электролизе солей, образованных металлами, находящимися в ряду активности между алюминием и водородом, на катоде происходит конкурирующее восстановление катиона металла и воды, в результате на катоде выделяются металл и водород, а в растворе образуется гидроксид соответствующего металла (уравнение 1); на аноде происходит окисление анионов бескислородных кислот (кроме фторид-иона), в частности выделяется Cl_2 . $Fe(OH)_3$ — амфотерный гидроксид, нерастворимое вещество бурого цвета; нерастворимые гидроксиды разлагаются при нагревании на оксид металла и воду (уравнение 2). Железо в степени окисления +3 проявляет свойства окислителя, поэтому может взаимодействовать с восстановителем (металлическое железо) (уравнение 3). Водород H_2 и хлор Cl_2 реагируют друг с другом при освещении или при нагревании (водород горит в хлоре) (уравнение 4).

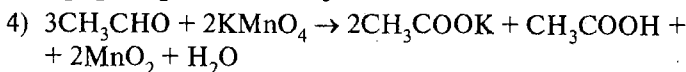
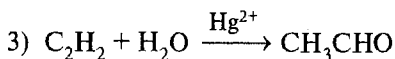
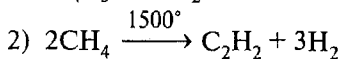
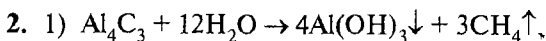
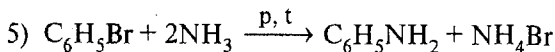
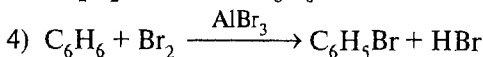
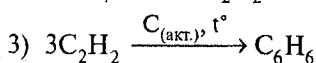
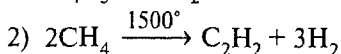
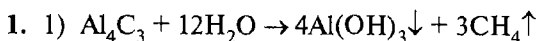




150. Нитриды металлов разлагаются водой с образованием гидроксида металла и аммиака (уравнение 1). Аммиак NH_3 , степень окисления азота в котором -3 , проявляет свойства восстановителя и восстанавливает средне- и малоактивные металлы из оксидов (уравнение 2). Медь — малоактивный металл, растворяется в H_2SO_4 (конц.) с выделением SO_2 (уравнение 3). При выпаривании раствора сульфата меди выделяется медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, который при нагревании теряет воду и образуется CuSO_4 . При более высоких температурах CuSO_4 разлагается на CuO и SO_3 (уравнение 4).



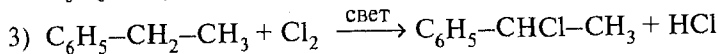
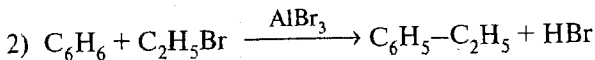
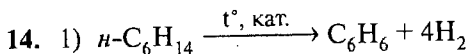
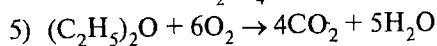
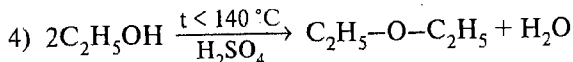
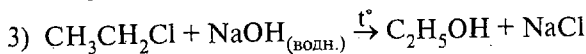
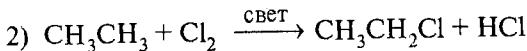
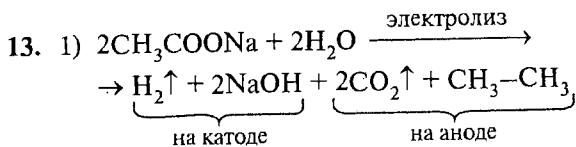
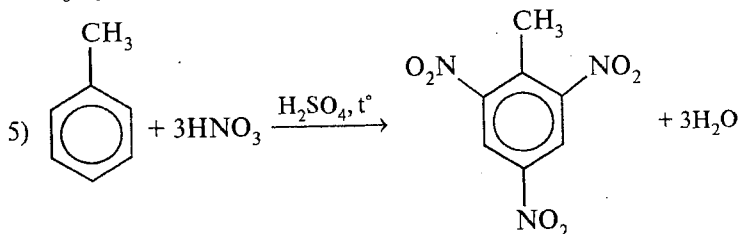
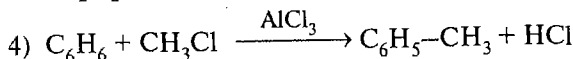
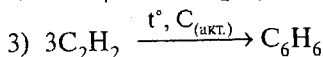
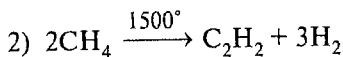
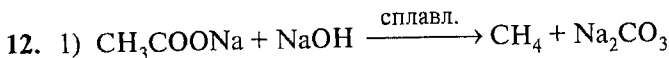
Решение заданий вопроса С3

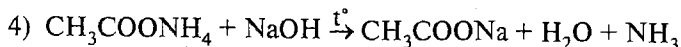
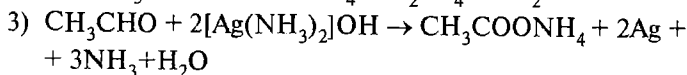
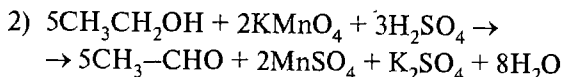
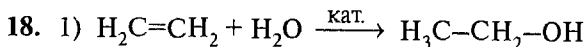
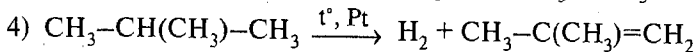
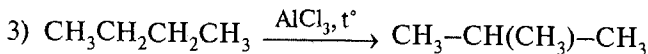
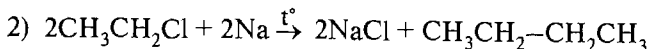
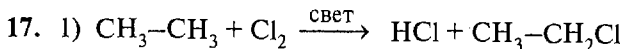
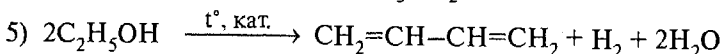
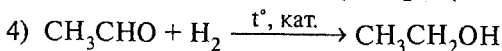
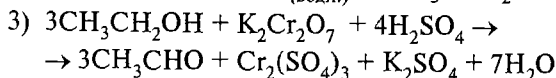
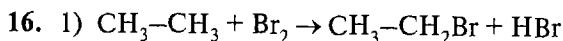
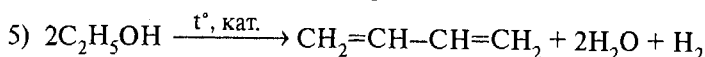
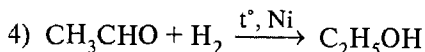
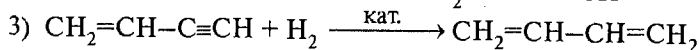
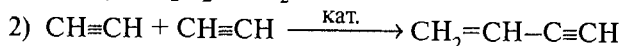
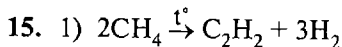
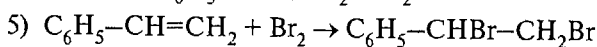
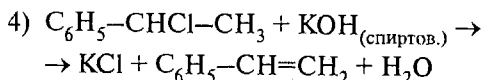


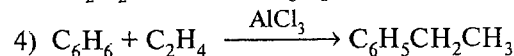
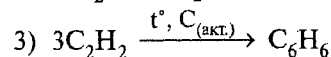
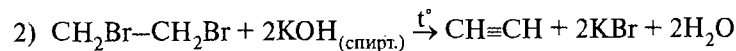
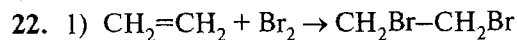
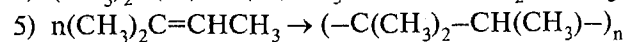
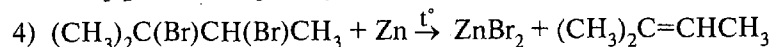
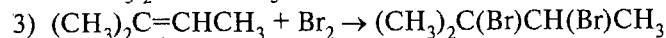
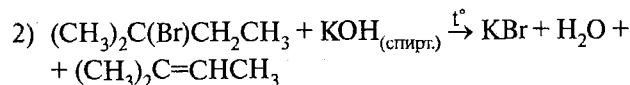
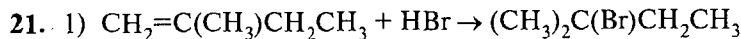
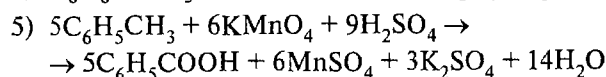
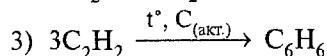
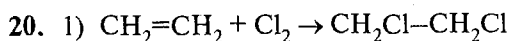
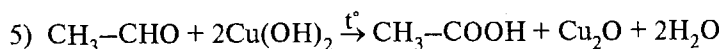
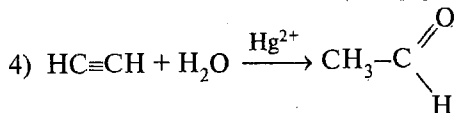
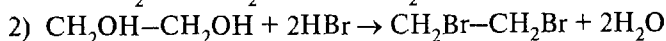
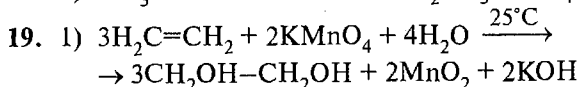
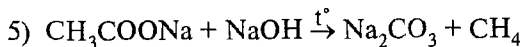
3. 1) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{HCHO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_3\text{OH}$
 3) $2\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$
 4) $\text{CH}_3\text{ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl}$
 5) $5\text{CH}_3\text{OH} + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{CO}_2 + 19\text{H}_2\text{O} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
4. 1) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1200^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
 2) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \text{C}_6\text{H}_6$
 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{HCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$
 4) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$
5. 1) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1200^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
 2) $2\text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{CuCl} + \text{NH}_4\text{Cl}, t^\circ} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
 3) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 4) $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} 4\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4$ или
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{CO}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
6. 1) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{KOH}_{(\text{водный})} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KBr}$
 3) $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{CHO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 5) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$

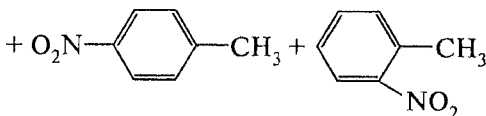
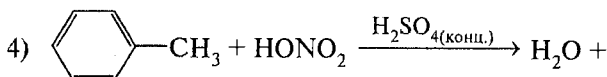
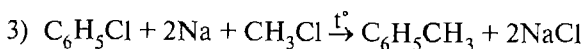
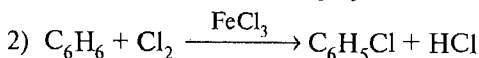
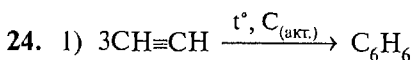
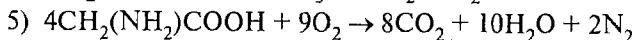
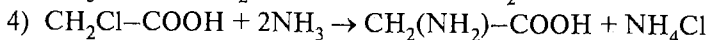
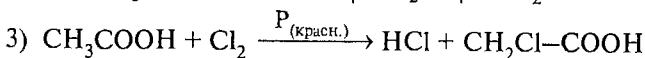
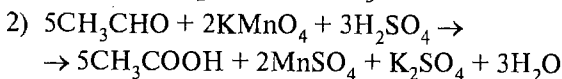
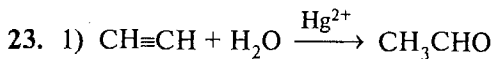
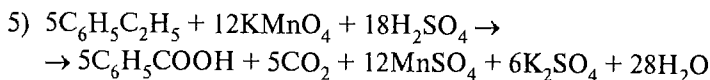
7. 1) $C_2H_6 + HONO_2 \xrightarrow{t^\circ} C_2H_5NO_2 + H_2O$
 2) $C_2H_5NO_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^\circ, Ni} C_2H_5NH_2 + 2H_2O$
 3) $C_2H_5NH_2 + HBr \rightarrow [C_2H_5NH_3]^+ Br^-$ — бромид этиламмония
 4) $[C_2H_5NH_3]^+ Br^- + NaOH \rightarrow C_2H_5NH_2 + NaBr + H_2O$
 5) $C_2H_5NH_2 + C_2H_5Br \rightarrow [(C_2H_5)_2NH]^+ Br^-$ — бромид диэтил-
 аммония
8. 1) $n-C_4H_{10} \xrightarrow{t^\circ, Ni} 2H_2 + CH_2=CH-CH=CH_2$
 2) $CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br-CH=CH-CH_2Br$
 3) $CH_2Br-CH=CH-CH_2Br + H_2 \xrightarrow{t^\circ, Ni} \rightarrow CH_2Br-CH_2-CH_2CH_2Br$
 4) $CH_2BrCH_2CH_2CH_2Br + 2KOH_{(водн.)} \rightarrow CH_2OH-CH_2CH_2-CH_2OH + 2KBr$
 5) $5CH_2OH-CH_2CH_2-CH_2OH + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 5HOOC-CH_2CH_2-COOH + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 22H_2O$
9. 1) $n-C_4H_{10} \xrightarrow{t^\circ, Ni} 2H_2 + CH_2=CH-CH=CH_2$
 2) $CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br-CH=CH-CH_2Br$
 3) $CH_2Br-CH=CH-CH_2Br + NaOH_{(водн.)} \rightarrow CH_2OH-CH=CH-CH_2OH + 2NaBr$
 4) $3CH_2OH-CH=CH-CH_2OH + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_2OH-CHOH-CHOH-CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$
 5) $CH_2OH-CHOH-CHOH-CH_2OH + 4Na \rightarrow CH_2ONa-CHONa-CHONa-CH_2ONa + 2H_2$
10. 1) $CH_4 + Br_2 \xrightarrow{св\text{е}\text{т}} HBr + CH_3Br$
 2) $CH_3Br + 2NH_3 \rightarrow CH_3NH_2 + NH_4Br$
 3) $CH_3NH_2 + HNO_2 \rightarrow CH_3OH + N_2 + H_2O$
 4) $CH_3OH + CuO \xrightarrow{t^\circ} H_2CO + Cu + H_2O$
 5) $5H_2CO + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$

11. 1) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{HCl} + \text{CH}_3\text{Cl}$
 2) $\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$
 3) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCOOH} \rightarrow \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{HCOOCH}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} 2\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

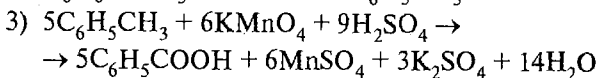
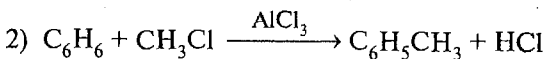
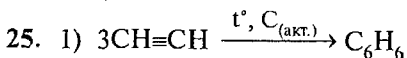
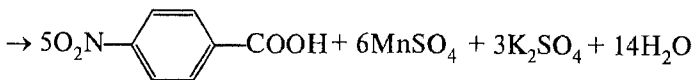
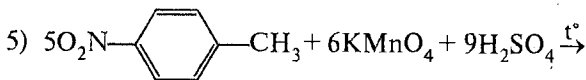


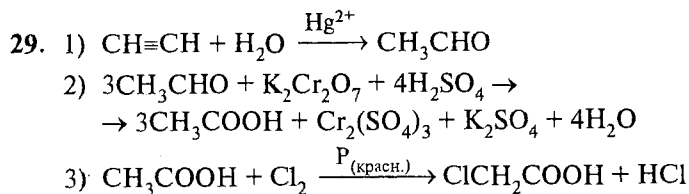
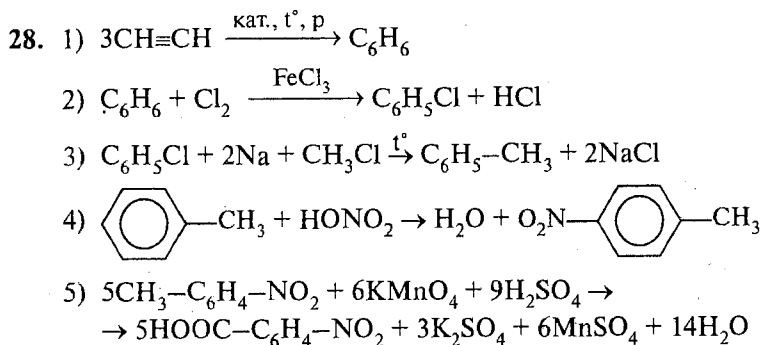
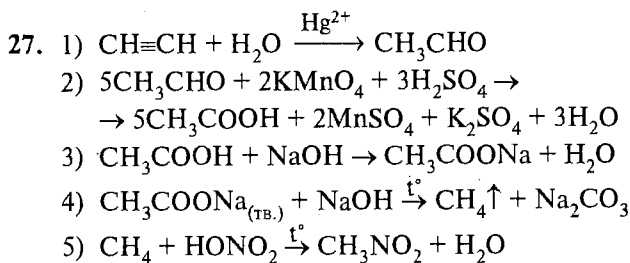
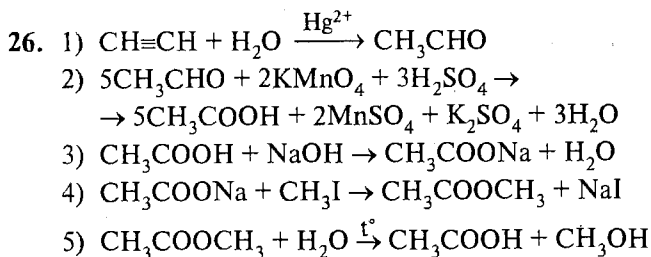
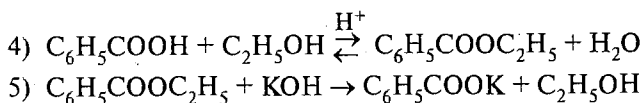


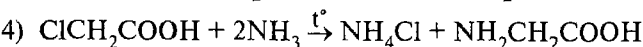
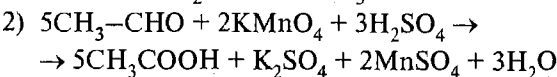
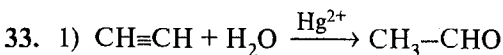
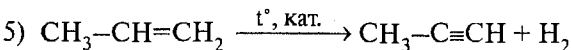
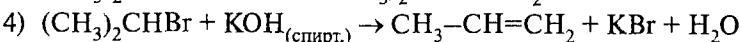
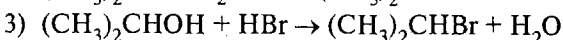
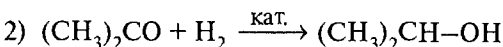
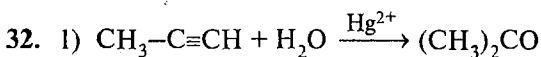
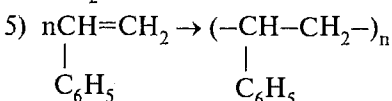
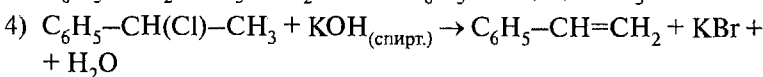
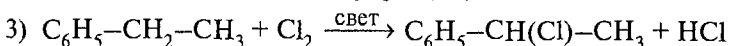
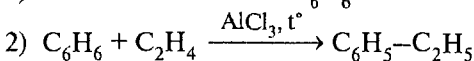
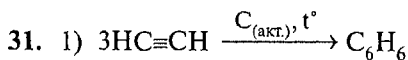
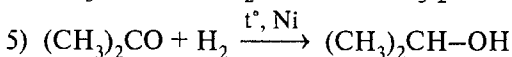
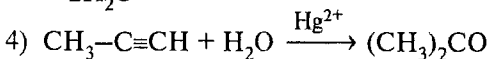
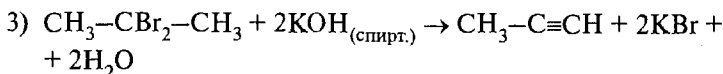
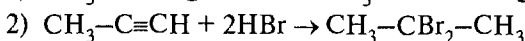
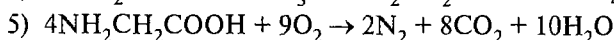
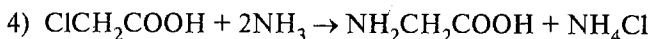


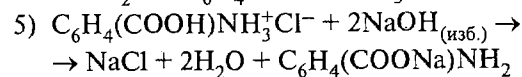
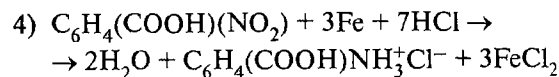
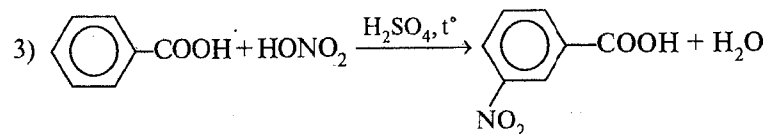
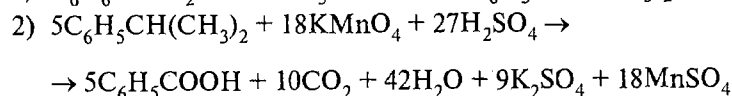
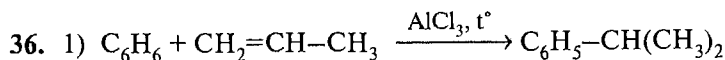
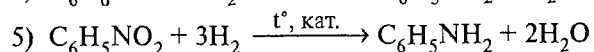
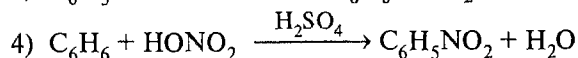
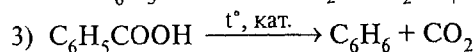
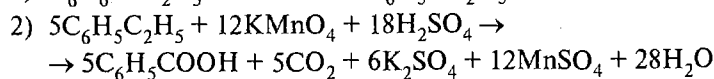
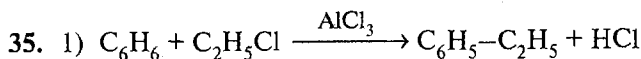
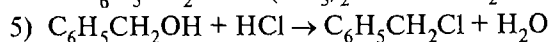
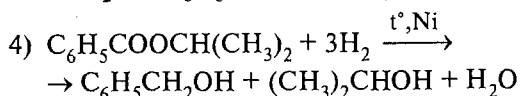
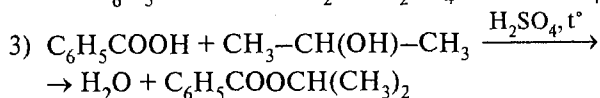
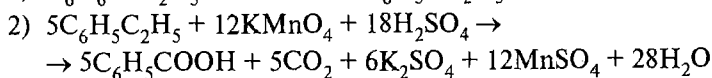
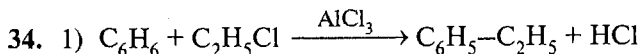
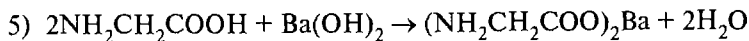


образуется смесь изомерных *n*- и *o*- нитротолуолов общим количеством вещества 1 моль, считая на исходный толуол







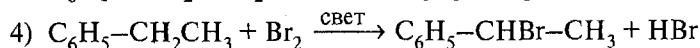
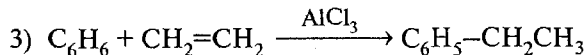
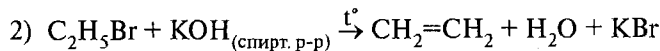
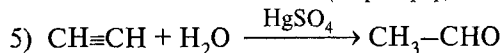
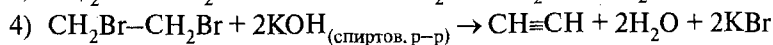
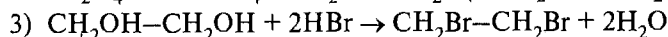
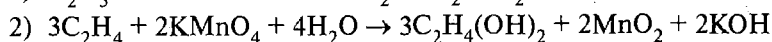
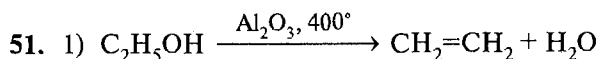
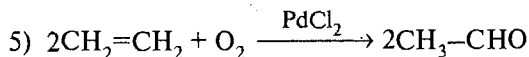
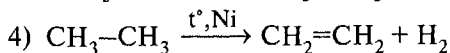
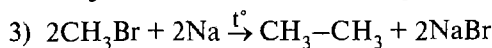
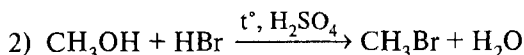
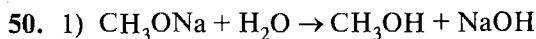
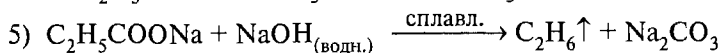
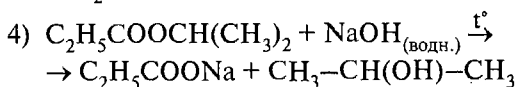
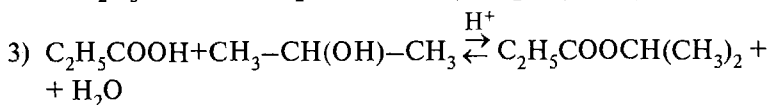
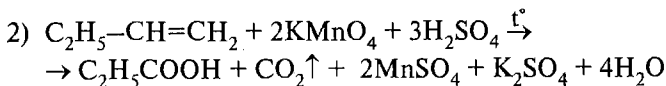
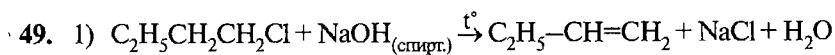
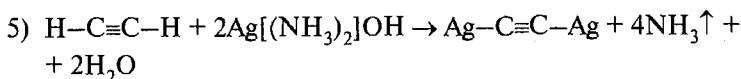


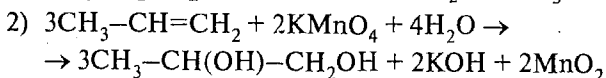
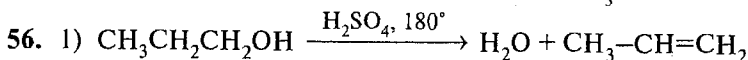
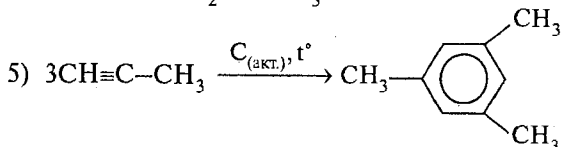
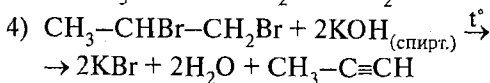
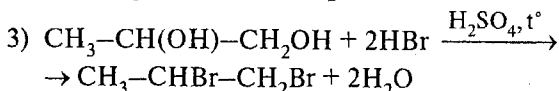
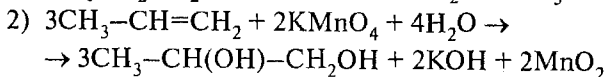
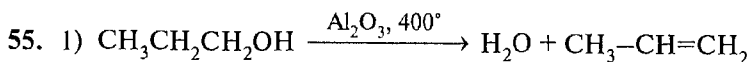
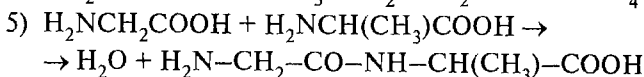
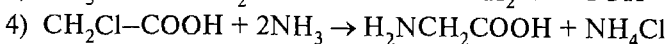
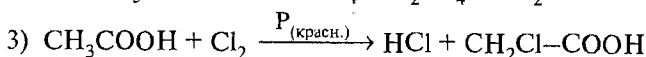
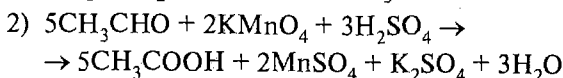
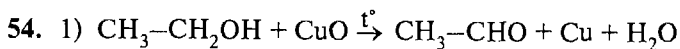
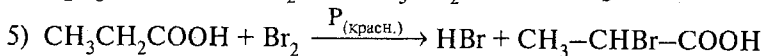
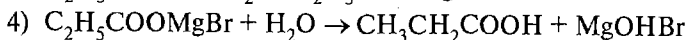
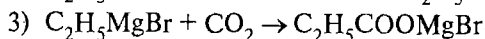
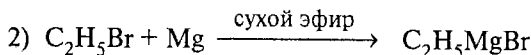
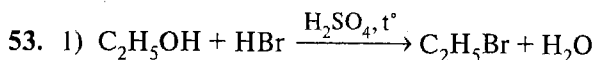
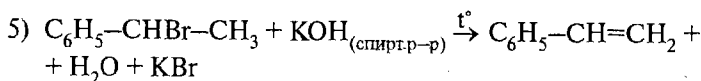


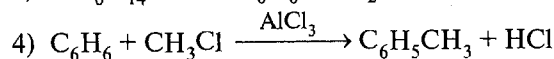
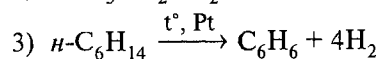
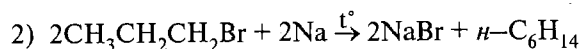
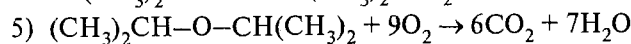
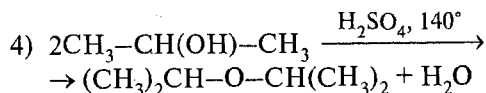
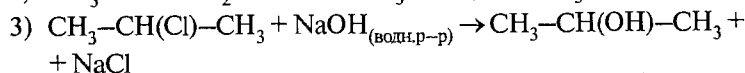
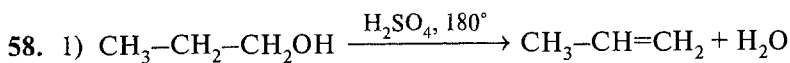
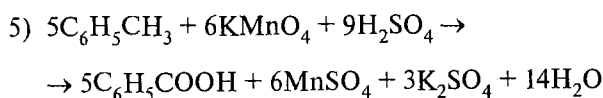
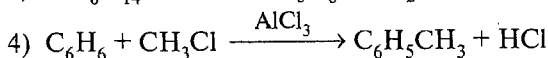
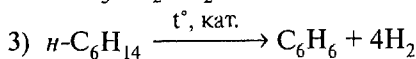
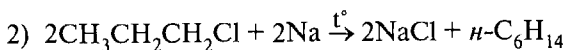
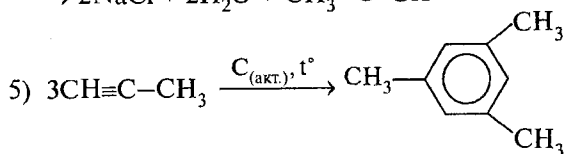
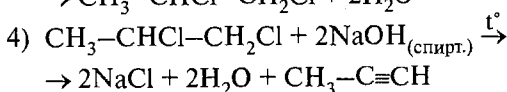
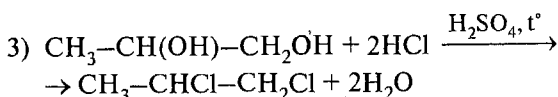
37. 1) $C_6H_6 + C_2H_5Br \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5-C_2H_5 + HBr$
 2) $C_6H_5-CH_2-CH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{свет}} C_6H_5-CHBr-CH_3 + HBr$
 3) $C_6H_5-CHBr-CH_3 + KOH_{(водн.)} \rightarrow C_6H_5-CH(OH)-CH_3 + KBr$
 4) $C_6H_5-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4, t^\circ} C_6H_5-CH=CH_2 + H_2O$
 5) $nCH=C\begin{matrix} | \\ C_6H_5 \end{matrix} \rightarrow (-CH-C\begin{matrix} | \\ C_6H_5 \end{matrix})_n$
38. 1) $C_6H_5-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} HCl + C_6H_5-CH_2Cl$
 2) $C_6H_5-CH_2Cl + NaOH_{(водн.)} \rightarrow NaCl + C_6H_5-CH_2OH$
 3) $5C_6H_5-CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5-COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$
 4) $2C_6H_5-COOH + 2Na \rightarrow H_2 + 2C_6H_5-COONa$
 5) $C_6H_5-COONa + NaOH \xrightarrow{\text{сплавливание}} Na_2CO_3 + C_6H_6$
39. 1) $2CH_3Cl + 2Na \xrightarrow{t^\circ} CH_3-CH_3 + 2NaCl$
 2) $C_2H_6 + HONO_2 \xrightarrow{t^\circ} C_2H_5NO_2 + H_2O$
 3) $C_2H_5NO_2 + 3H_2 \xrightarrow{t^\circ, Ni} C_2H_5NH_2 + 2H_2O$
 4) $C_2H_5NH_2 + HCl \rightarrow [C_2H_5NH_3]Cl$ – хлорид этиламмония
 5) $[C_2H_5NH_3]Cl + KOH \rightarrow C_2H_5NH_2 + KCl + H_2O$
40. 1) $C_2H_5Cl + CH_3Cl + 2Na \xrightarrow{t^\circ} 2NaCl + CH_3-CH_2-CH_3 (+ C_4H_{10} + C_2H_6)$
 2) $CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow{t^\circ, Pt} CH_3-CH=CH_2 + H_2$
 3) $3CH_3-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3-CH(OH)-CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$
 4) $CH_3-CH(OH)-CH_2OH + 2HBr \rightarrow 2H_2O + CH_3-CH(Br)-CH_2Br$
 5) $CH_3-CH(Br)-CH_2Br + 2KOH_{(спирт.)} \xrightarrow{t^\circ} CH_3-C\equiv CH + 2KBr + 2H_2O$

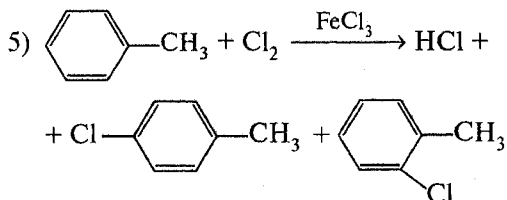
41. 1) $\text{CH}_3\text{CHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{HCl} + \text{CH}_3\text{CHO}$ или
 $\text{CH}_3\text{CHCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{CHO}$
- 2) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{300^\circ, \text{кат.}} \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
- 4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{HCO}_3$ или
 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]_2\text{CO}_3$
- 5) $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{HCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
42. 1) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спиртов.})} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{CHO}$
- 3) $5\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} + \text{HCl}$
- 5) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
43. 1) $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{Zn} \xrightarrow{t^\circ} \text{ZnBr}_2 +$ 
- 2)  $+ \text{HBr} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
- 3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KBr}$
- 4) $3\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$
- 5) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2\text{Br} +$
 $+ 2\text{H}_2\text{O}$
44. 1) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaBr} + n-\text{C}_6\text{H}_{14}$
- 2) $n-\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{Pt}} 4\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_6$
- 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3, t^\circ} \text{HCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$
- 4) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$

- 5) $C_6H_5COOH + CH_3OH \xrightarrow{H^+} C_6H_5COOCH_3 + H_2O$
45. 1) $2CH_3CH_2CH_2Br + 2Na \xrightarrow{t^\circ} 2NaBr + C_3H_7-C_3H_7$
 2) $n-C_6H_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} C_6H_6 + 4H_2$
 3) $C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{AlCl_3} HCl + C_6H_5-CH_3$
 4) $5C_6H_5CH_3 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5C_6H_5COOH + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 14H_2O$
 5) $C_6H_5COOH + NaOH \rightarrow C_6H_5COONa + H_2O$
46. 1) $CH_3-CHCl-CH_2CH_3 + NaOH_{(\text{спирт.})} \rightarrow$
 $\rightarrow CH_3-CH=CH-CH_3 + NaCl + H_2O$
 2) $5CH_3-CH=CH-CH_3 + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 10CH_3COOH + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$
 3) $CH_3COOH + Cl_2 \xrightarrow{P_{(\text{кр.})}, t^\circ} ClCH_2COOH + HCl$
 4) $ClCH_2COOH + 2NH_3 \xrightarrow{t^\circ} NH_2CH_2COOH + NH_4Cl$
 5) $NH_2CH_2COOH + CH_3-CH(OH)-C_2H_5 \rightarrow$
 $\rightarrow NH_2CH_2COOCH(CH_3)(C_2H_5) + H_2O$
47. 1) $2CH_3CH_2CH_2Cl + 2Na \xrightarrow{t^\circ} 2NaCl + n-C_6H_{14}$
 2) $n-C_6H_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} C_6H_6 + 4H_2$
 3) $C_6H_6 + C_2H_5Cl \xrightarrow{AlCl_3} HCl + C_6H_5-C_2H_5$
 4) $5C_6H_5C_2H_5 + 12KMnO_4 + 18H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5C_6H_5COOH + 5CO_2 + 12MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 28H_2O$
 5) $C_6H_5COOH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5COCl + HCl + POCl_3$
48. 1) $CH_3-CH_2-CH_2Br + KOH_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{t^\circ} CH_3-CH=CH_2 + KBr +$
 $+ H_2O$
 2) $3CH_3-CH=CH_2 + 10KMnO_4 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\rightarrow 3CH_3-COOK + 3CO_2 \uparrow + 10MnO_2 + 7KOH + H_2O$
 3) $CH_3-COOK + KOH \xrightarrow{\text{сплавл.}} K_2CO_3 + CH_4 \uparrow$
 4) $2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ} C_2H_2 + 3H_2$



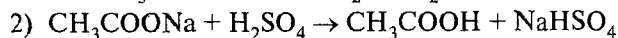
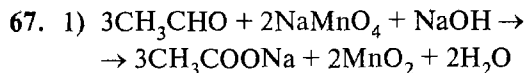
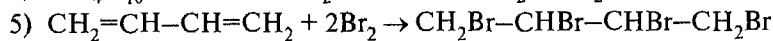
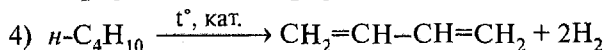
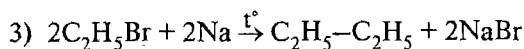
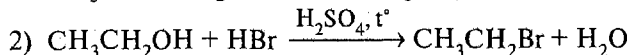
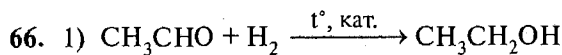
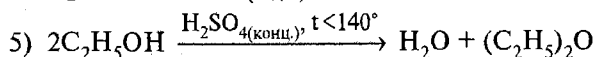
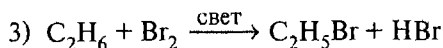
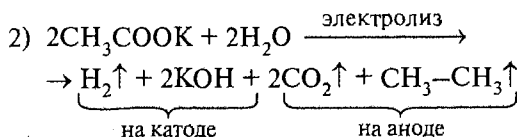
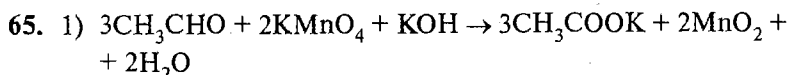
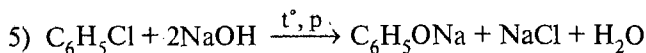
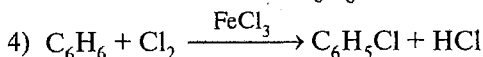
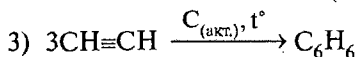
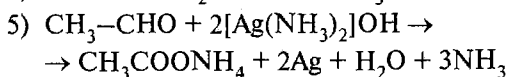
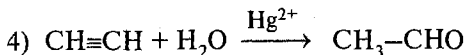




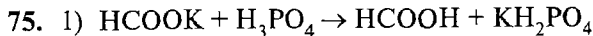
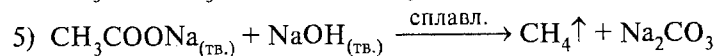
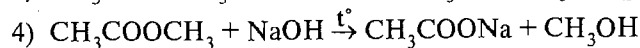
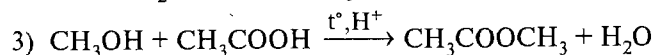
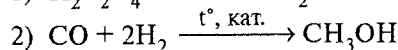
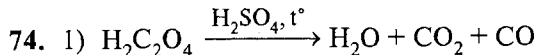
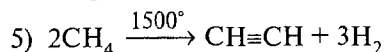
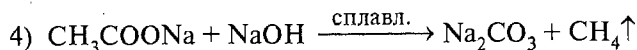
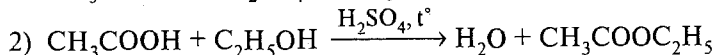
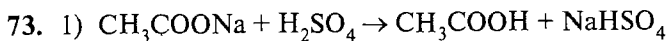
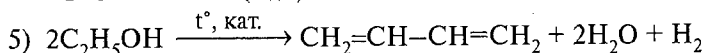
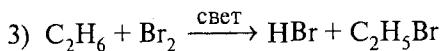
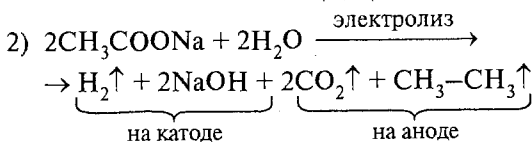
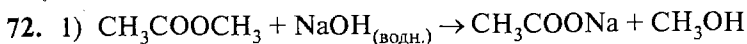


образуется смесь изомерных *n*- и *o*- хлортолуолов
общим количеством вещества 1 моль, считая на
исходный толуол

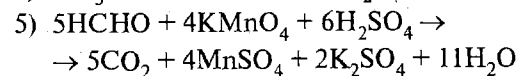
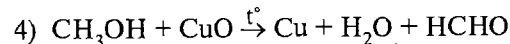
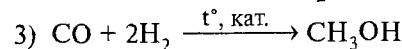
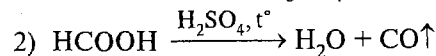
60. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[t > 170^\circ \text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})} \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br}$
 3) $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{COCH}_3$
 5) $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
61. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 4) $3\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow[t^\circ, \text{Ni}]{} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
62. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[t^\circ, \text{кат.}]{\text{H}_2\text{SO}_4, 200^\circ \text{C}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2$
 3) $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{AgC}\equiv\text{CAg} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$
 4) $\text{AgC}\equiv\text{CAg} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{CH}\equiv\text{CH}$
 5) $3\text{CH}\equiv\text{CH} + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KOH} + 8\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
63. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[t > 140^\circ]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$
 3) $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{HC}\equiv\text{CH}$



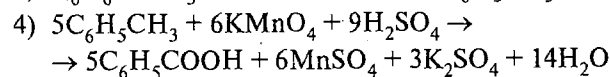
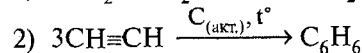
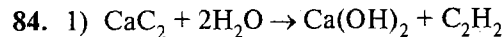
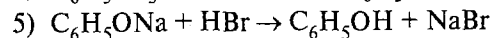
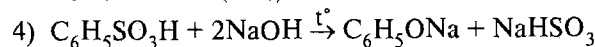
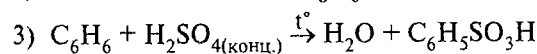
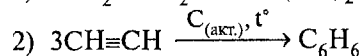
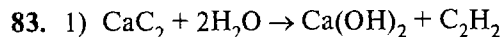
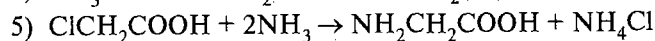
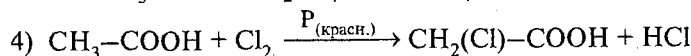
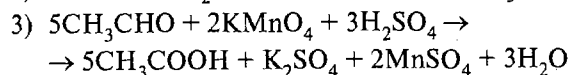
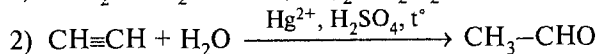
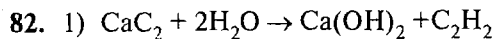
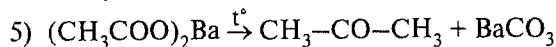
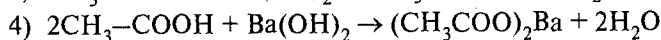
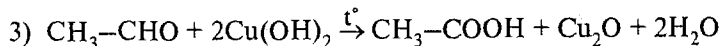
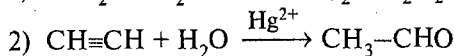
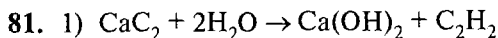
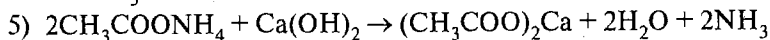
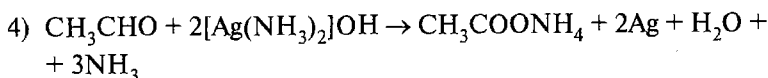
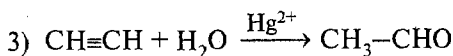
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{t^\circ, \text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 5) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaCO}_3 + (\text{CH}_3)_2\text{CO}$
68. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Pt}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{HCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к.})}, t^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
 3) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaCl} + \text{н-С}_6\text{H}_{14}$
 4) $\text{н-С}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{Pt}} 4\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_6$
 5) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
69. 1) $3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{сплавл.}} \text{CH}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$
 3) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$
 4) $3\text{CH}\equiv\text{CH} + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{KHSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$
70. 1) $3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{KHSO}_4$
 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{CH}_3\text{OH}$
 5) $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaCO}_3 + \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
71. 1) $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_3\text{OH}$
 3) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{-CH}_3 + 2\text{NaCl}$
 5) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{HONO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

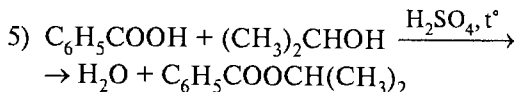


(в качестве X_1 допустимо использование и других формиа-
тов; образование K_3PO_4 – неверно)



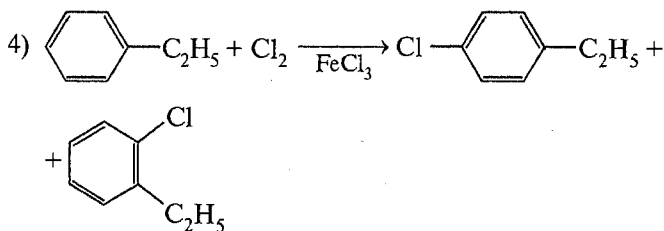
76. 1) $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 2) $\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{тв.})} + \text{NaOH}_{(\text{тв.})} \xrightarrow{\text{сплавл.}} \text{CH}_4 \uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$
 3) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$
 4) $2\text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 5) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}_2-\text{CBr}_2-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$
77. 1) $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{COOK} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 2) $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$
 3) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1200^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$
 4) $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
 5) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}_2-\text{CBr}_2-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$
78. 1) $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{NaOH}_{(\text{водн.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t > 140^\circ\text{C}} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
 3) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$
 4) $2\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3 + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaBr} + (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 5) $2\text{C}_6\text{H}_{14} + 19\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$
79. 1) $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2 + \text{NaOH}_{(\text{водн.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 2) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t > 140^\circ\text{C}} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
 3) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$
 4) $2\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3 + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaCl} + (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 5) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{HCl} + (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}(\text{Cl})-(\text{CH}_3)_2$
80. 1) $\text{Ca} + 2\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2$
 2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$



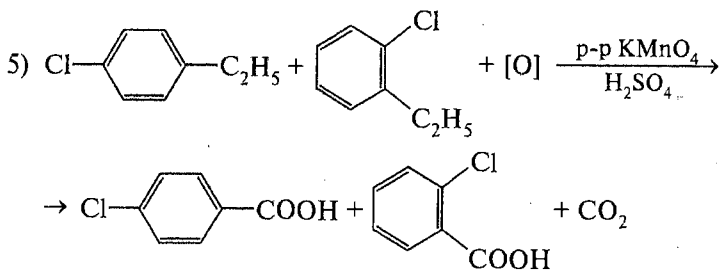


85. 1) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$
 2) $3\text{C}_2\text{H}_2 + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KHSO}_4$
 4) $\text{CO} + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ, \text{p}} \text{HCOOK}$
 5) $\text{HCOOK} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{HCOOH} + \text{KH}_2\text{PO}_4$
 (образование K_3PO_4 следует считать ошибочным)
86. 1) $\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2 + 3\text{CO}$
 2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH} \equiv \text{CH}$
 3) $\text{CH} \equiv \text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{AgC} \equiv \text{CAg} \downarrow + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{AgC} \equiv \text{CAg} \downarrow + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} \uparrow + 2\text{AgCl} \downarrow$
 5) $3\text{CH} \equiv \text{CH} + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 8\text{MnO}_2$
87. 1) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH} \equiv \text{CH}$
 2) $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{-CHO}$
 3) $\text{CH}_3\text{-CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 4) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZnO}, t^\circ} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$
 5) $n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{Na}, t^\circ} (-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
88. 1) $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2 + \text{CO}$
 2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH} \equiv \text{CH}$
 3) $3\text{CH} \equiv \text{CH} \xrightarrow{\text{C}_{(\text{акт.})}, t^\circ} \text{C}_6\text{H}_6$
 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3_{(\text{конц.})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.})}, t^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{Zn} + 7\text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl} + 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

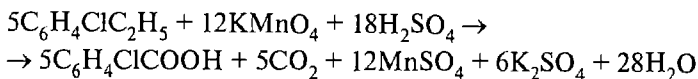
89. 1) $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{H^+, t^\circ} nC_6H_{12}O_6$
- 2) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{фермент}} 2CH_3-CH(OH)-COOH$
(молочнокислое брожение)
- 3) $CH_3-CH(OH)-COOH + HBr \rightarrow CH_3-CH(Br)-COOH + HBr$
- 4) $CH_3-CH(Br)-COOH + 2KOH_{(\text{спирт.})} \rightarrow$
 $\rightarrow CH_2=CH-COOK + KBr + 2H_2O$
- 5) $CH_2=CH-COOK + HCl \rightarrow CH_2=CH-COOH + KCl$
90. 1) $CO + 2H_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} CH_3OH$
- 2) $CH_3OH + CH_3COOH \xrightarrow{H_2SO_4, t^\circ} H_2O + CH_3COOCH_3$
- 3) $CH_3COOCH_3 + NaOH_{(\text{водн.})} \rightarrow CH_3OH + CH_3COONa$
- 4) $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{t^\circ} Na_2CO_3 + CH_4 \uparrow$
- 5) $CH_4 + O_2 \xrightarrow{p, t^\circ, \text{кат.}} H_2C=O + H_2O$
91. 1) $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{фотосинтез}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- 2) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{брожение}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH$
- 3) $C_2H_5OH \xrightarrow[t > 140^\circ]{H_2SO_4(\text{конц.})} CH_2=CH_2 + H_2O$
- 4) $CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br-CH_2Br$
- 5) $C_2H_4Br_2 + 2NaOH_{(\text{водн.})} \rightarrow CH_2OH-CH_2OH + 2NaBr$
92. 1) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{дрожжи}]{\text{брожение}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH$
- 2) $C_2H_5OH \xrightarrow[t > 140^\circ]{H_2SO_4(\text{конц.})} CH_2=CH_2 + H_2O$
- 3) $CH_2=CH_2 + C_6H_6 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5CH_2CH_3$



смесь *n*-хлорэтилбензола и *o*-хлорэтилбензола
общим количеством 1 моль (на исходный этилбензол)



смесь *n*-хлор и *o*-хлорбензойной кислот
общим количеством 1 моль (на исходный этилбензол)



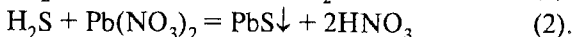
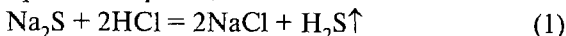
93. 1) $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHO}$
 2) $5\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl-COOH} + \text{HCl}$
 4) $\text{CH}_2\text{Cl-COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
 5) $4\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH} + 9\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$
94. 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH}_3 + \text{HBr}$
 2) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr-CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{спирт.р-р})} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{KBr} + \text{HOH}$
 3) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CHBr-CH}_3$
 4) $\text{CH}_3\text{-CHBr-CHBr-CH}_3 + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.р-р})} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{HOH}$
 5) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ (бутанон или метилэтилкетон)

95. 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3$
 3) $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3 + \text{NaOH}_{(\text{водн.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 + \text{NaCl}$
 4) $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $3\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 3\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_3$
96. 1) $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ или
 $\text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$ или
 $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$ или любая аналогичная реакция
 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5$
 3) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
97. 1) $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3 + \text{HBr}$
 2) $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 + \text{KBr}$
 3) $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{Br}$
 5) $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
98. 1) $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH-CH}_3 + \text{H}_2$
 2) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{Br}$
 3) $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.р-р})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CO}$
 5) $(\text{CH}_3)_2\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$
99. 1) $2\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 2) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
 3) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$
 4) $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $3\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH} + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$
100. 1) $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag(NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag-C}\equiv\text{C-Ag} + 4\text{NH}_3\uparrow + 2\text{HOH}$

- 2) $\text{Ag}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Ag} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{AgCl}\downarrow + \text{HC}\equiv\text{CH}$
 3) $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$
 4) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 5) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{HON}$

Решение заданий вопроса С4

1. 1) Уравнения реакций:



- 2) Количество реагирующих веществ:

а) количество HCl:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot \rho \cdot V_{\text{р-ра}};$$

$$m(\text{HCl}) = 0,18 \cdot 1,1 \cdot 110 = 21,78 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 21,78/36,5 = 0,6 \text{ моль}$$

б) количество Na_2S :

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 0,0156 \cdot 50 = 0,78 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,78/78 = 0,01 \text{ моль}$$

в) количество $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$:

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,105 \cdot 64 = 6,72 \text{ г}$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 6,72/331 = 0,02 \text{ моль.}$$

- 3) По уравнению (1)

$$n(\text{Na}_2\text{S}) : n(\text{HCl}) : n(\text{H}_2\text{S}) = 1 : 2 : 1, \text{ следовательно}$$

а) в избытке HCl в количестве $(0,6 - 0,01 \cdot 2) = 0,58 \text{ моль}$

б) $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль}$

По уравнению (2)

$$n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) : n(\text{PbS}) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно}$$

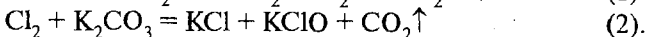
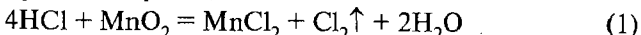
а) в избытке $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ в количестве $(0,02 - 0,01) = 0,01 \text{ моль}$

б) $n(\text{PbS}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль.}$

- 4) Масса PbS:

$$m(\text{PbS}) = n \cdot M_{\text{в-ва}} = 0,01 \cdot 239 = 2,39 \text{ г.}$$

2. 1) Уравнения реакций:



2) Количества реагирующих веществ:

а) количество HCl :

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V;$$

$$n(\text{HCl}) = 0,34 \cdot 1,16 \cdot 25,0 / 36,5 = 0,270 \text{ моль}$$

б) количество MnO_2 :

$$n(\text{MnO}_2) = 2,61 / (55 + 16 \cdot 2) = 0,03 \text{ моль.}$$

3) По уравнению (1)

$$n(\text{HCl}) : n(\text{MnO}_2) : n(\text{Cl}_2) = 4 : 1 : 1, \text{ следовательно:}$$

а) в избытке HCl в количестве $(0,27 - 0,03 \cdot 4) = 0,15$ моль

б) $n(\text{Cl}_2) = n(\text{MnO}_2) = 0,03$ моль

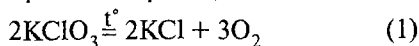
$$V_{\Gamma} = n \cdot V_{\text{M}}; V(\text{Cl}_2) = 0,03 \cdot 22,4 = 0,672 \text{ л.}$$

4) По уравнению (2)

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = n(\text{Cl}_2) = 0,03 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,03 \cdot (39 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3) = 0,3 \cdot 138 = 4,14 \text{ г.}$$

3. 1) Уравнения реакций:



2) Количество прореагировавшего KClO_3 :

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{смеси}}$$

$$m(\text{KClO}_3) = (1 - 0,05) \cdot 1032 = 980,4 \text{ г;}$$

$$M(\text{KClO}_3) = 122,5 \text{ г/моль, } n(\text{KClO}_3) = 980,4 / 122,5 = 8 \text{ моль.}$$

3) По уравнению (1)

$$n(\text{KClO}_3) : n(\text{O}_2) = 2 : 3, \text{ следовательно,}$$

$$n(\text{O}_2) = 1,5n(\text{KClO}_3) = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ моль.}$$

4) По уравнению (2)

$$n(\text{S}) = n(\text{O}_2) = n(\text{SO}_2) = 12 \text{ моль}$$

$$m(\text{S}) = 12 \cdot 32 = 384 \text{ г;}$$

$$V_{\Gamma} = n \cdot V_{\text{M}}; V(\text{SO}_2) = 12 \cdot 22,4 = 268,8 \text{ л.}$$

4. $m(\text{S}) = 64 \text{ г}$

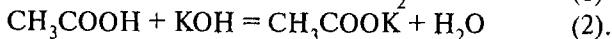
$$V(\text{SO}_2) = 44,8 \text{ л.}$$

5. $m(\text{NH}_3) = 27,2 \text{ г}$

$$V(\text{NO}) = 35,84 \text{ л.}$$

6. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ г.}$

7. $V(\text{C}_3\text{H}_6) = 5,4 \text{ л.}$
8. $V_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) \approx 362,2 \text{ мл.}$
9. $m(\text{KOH}) = 67,2 \text{ г, } V(\text{Cl}_2) = 13,44 \text{ л.}$
10. $\omega(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 6,8\%.$
11. 1) Уравнения реакций:



- 2) Количество KOH:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{р-ра}} = 1,20 \cdot 35 = 42 \text{ г;}$$

$$m_{\text{в-ва}} = 0,2 \cdot 42 = 8,4 \text{ г;}$$

$$n(\text{KOH}) = 8,4/56 = 0,15 \text{ моль.}$$

- 3) Пусть в смеси

$$n(\text{НСООН}) = x \text{ моль, } n(\text{СН}_3\text{СООН}) = y \text{ моль, тогда}$$

а) $m(\text{НСООН}) = 46x \text{ г, } m(\text{СН}_3\text{СООН}) = 60y \text{ г}$

- б) по уравнению (1)

$$n(\text{KOH}) = n(\text{НСООН}) = x \text{ моль}$$

- в) по уравнению (2)

$$n(\text{KOH}) = n(\text{СН}_3\text{СООН}) = y \text{ моль}$$

- г) составляем и решаем систему уравнений

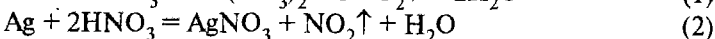
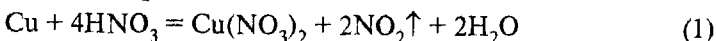
$$\begin{cases} 46x + 60y = 7,6 \\ x + y = 0,15 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,1 \text{ моль НСООН} \\ y = 0,05 \text{ моль СН}_3\text{СООН} \end{cases}$$

- 4) Массовая доля $\text{СН}_3\text{СООН}$ в смеси:

а) $m(\text{СН}_3\text{СООН}) = 0,05 \cdot 60 = 3,0 \text{ г}$

б) $\omega(\text{СН}_3\text{СООН}) = m(\text{СН}_3\text{СООН})/m(\text{смеси}) = 3,0/7,6 \approx 0,3947$, или 39,5%.

12. 1) Уравнения реакций:



- 2) Вводим обозначения: $n(\text{Cu}) = x \text{ моль, } n(\text{Ag}) = y \text{ моль; тогда}$

а) $m(\text{Cu}) = 64x \text{ г, } m(\text{Ag}) = 108y \text{ г}$

$$m_{\text{смеси}} = 64x + 108y = 2,8 \text{ г;}$$

б) по уравнению (1)
 $n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = x, m[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 188x;$

в) по уравнению (2)
 $n[\text{AgNO}_3] = y, m[\text{AgNO}_3] = 170y;$

г) $m(\text{смеси}) = 188x + 170y = 5,28 \text{ г.}$

3) Составляем и решаем систему уравнений:

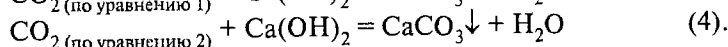
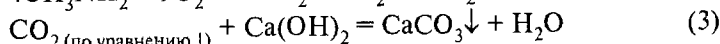
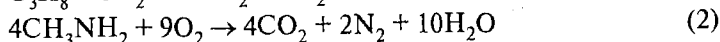
$$\begin{cases} 64x + 108y = 2,8 \\ 188x + 170y = 5,28 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,01 \text{ моль Cu;} \\ y = 0,02 \text{ моль Ag.} \end{cases}$$

4) Рассчитываем массовые доли компонентов смеси:

а) $m(\text{Cu}) = 0,01 \cdot 64 = 0,64 \text{ г}; \omega(\text{Cu}) = 0,64/2,8 \approx 0,2286, \text{ или } 22,86\%;$

б) $m(\text{Ag}) = 0,02 \cdot 108 = 2,16 \text{ г}; \omega(\text{Ag}) = 2,16/2,8 \approx 0,7714, \text{ или } 77,14\%.$

13. 1) Уравнения реакций:



2) Пусть $n(\text{C}_3\text{H}_8) = x, n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = y,$ тогда:

а) объем смеси — $22,4x + 22,4y = 11,2 \text{ л}$

б) по уравнениям (1) и (3)
 образуется $3x$ моль CO_2 и $3x$ моль $\text{CaCO}_3,$
 $m(\text{CaCO}_3) = 300x \text{ г}$

в) по уравнениям (2) и (4)
 образуется y моль CO_2 и y моль $\text{CaCO}_3,$
 $m(\text{CaCO}_3) = 100y \text{ г}$

г) масса осадка
 $m_{\text{осадка}} = 300x + 100y = 80 \text{ г}$

3) Находим состав смеси:

$$\text{а) } \begin{cases} 22,4x + 22,4y = 11,2 \\ 300x + 100y = 80, \rightarrow \end{cases}$$

б) $x = 0,15; \rightarrow V(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36 \text{ л};$
 $y = 0,35; \rightarrow V(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 0,35 \cdot 22,4 = 7,84 \text{ л};$

в) $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 3,36/11,2 = 0,3, \text{ или } 30\%,$
 $\varphi(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 7,84/11,2 = 0,7, \text{ или } 70\%.$

4) Рассчитываем объем воздуха:

а) суммарное количество и объем O_2 :

$$V(O_2) = (5x + 9/4 \cdot y)22,4 =$$

$$= (5 \cdot 0,15 + 2,25 \cdot 0,35) \cdot 22,4 = 34,44 \text{ л.}$$

б) $V(\text{воздух}) = 34,44/0,21 = 164 \text{ л.}$

14. $m(C_2H_5OH) = 138 \text{ г; } \omega(C_2H_5OH) = 53,49\%$;
 $m(CH_3COOH) = 120 \text{ г; } \omega(CH_3COOH) = 46,51\%$;
 $\eta(CH_3COOC_2H_5) = 80\%$.

15. $m(C_2H_5OH) = 23 \text{ г; } \omega(C_2H_5OH) = 83,33\%$;
 $m(HCOOH) = 4,6 \text{ г; } \omega(HCOOH) = 16,67\%$.

16. $\omega(CH_3COOH) = 56,6\%$; $n_i = 50\%$.

17. 1) Количество вещества аммиака:

$$n(NH_3) = V_r/V_M = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

2) Масса и количество вещества H_3PO_4 :

$$m = \omega m_{P-PA}; m(H_3PO_4) = 0,049 \cdot 200 = 9,8 \text{ г}$$

$$n = m_{B-BA}/M_{B-BA}; n(H_3PO_4) = 9,8/98 = 0,1 \text{ моль}$$

3) а) $NH_3 + H_3PO_4 = NH_4H_2PO_4$

По уравнению реакции

$n(NH_3) : n(H_3PO_4) : n(NH_4H_2PO_4) = 1 : 1 : 1$, следовательно,
 в избытке NH_3 в количестве $(0,2 - 0,1) = 0,1 \text{ моль}$.

$$n(NH_4H_2PO_4) = n(H_3PO_4) = 0,1 \text{ моль}$$

б) $NH_3 + NH_4H_2PO_4 = (NH_4)_2HPO_4$

По уравнению реакции

$n(NH_3) : n(H_3PO_4) : n((NH_4)_2HPO_4) = 1 : 1 : 1$, следовательно,
 NH_3 и $NH_4H_2PO_4$ прореагируют полностью

$$n((NH_4)_2HPO_4) = n(NH_3) = 0,1 \text{ моль}$$

4) Масса гидрофосфата аммония $(NH_4)_2HPO_4$:

$$m_{B-BA} = n \cdot M_{B-BA};$$

$$m((NH_4)_2HPO_4) = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ г}$$

18. 1) Количество реагирующих веществ:

а) количество H_3PO_4 в исходном растворе

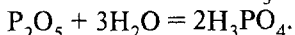
$$m_{B-BA} = \omega \cdot m_{P-PA}; m(H_3PO_4) = 0,09 \cdot 240 = 21,6 \text{ г}$$

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; n_{\text{исх}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 21,6/98 = 0,22 \text{ моль}$$

б) $n(\text{P}_2\text{O}_5) = 5,68/142 = 0,04 \text{ моль}$

в) $n(\text{KOH}) = 84/56 = 1,5 \text{ моль}$

2) Общее количество H_3PO_4 в растворе



По уравнению реакции

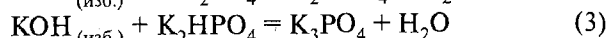
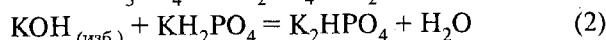
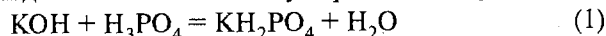
$$n(\text{P}_2\text{O}_5) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 : 2, \text{ следовательно,}$$

а) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2n(\text{P}_2\text{O}_5) = (0,04 \cdot 2) = 0,08 \text{ моль}$

б) $n_{\text{общее}} = 0,22 + 0,08 = 0,30 \text{ моль } \text{H}_3\text{PO}_4.$

3) Определяем формулу соли и ее количество:

при добавлении KOH могут происходить реакции:

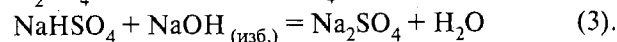
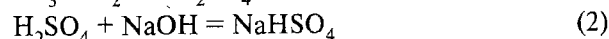


Так как $n(\text{KOH}) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,5 : 0,3 = 5 : 1,$

то есть KOH находится в избытке, то образуется средняя соль K_3PO_4 в количестве 0,3 моль.

$$m_{\text{в-ва}} = n \cdot M_{\text{в-ва}}; m(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,3 \cdot 212 = 63,6 \text{ г.}$$

19. 1) Уравнения реакций:



2) Количество реагирующих веществ:

а) $n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}};$

$$n(\text{SO}_3) = 32/80 = 0,4 \text{ моль}$$

б) $n(\text{NaOH}) = 16/40 = 0,4 \text{ моль}$

в) $m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}};$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{нач.}} = 0,08 \cdot 440 = 35,2 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 35,2/98 = 0,36 \text{ моль.}$$

3) По уравнению (1):

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,4 \text{ моль, следовательно,}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{общее}} = 0,36 + 0,4 = 0,76 \text{ моль.}$$

4) По уравнению (2):

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{NaOH}) : n(\text{NaHSO}_4) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно:}$$

- а) в избытке H_2SO_4 в количестве $(0,76 - 0,4) = 0,36$ моль и средняя соль не образуется
 б) $n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{NaOH}) = 0,4$ моль
 $m(\text{NaHSO}_4) = 0,4 \cdot 120 = 48$ г.

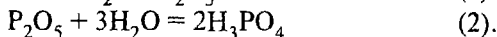
20. $\omega(\text{KHSO}_3) = 15,7\%$.

21. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 4,98\%$

$\omega(\text{NaHSO}_3) = 4,11\%$, $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 90,91\%$

22. $m(\text{NaHSO}_3) = 10,4$ г.

23. 1) Уравнения реакций:



2) Количества и массы реагирующих веществ:

$$m = \rho \cdot V; n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; n = V_{\text{г}} / V_{\text{М}}$$

а) количество воды

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 100 = 100 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 100/18 = 5,56 \text{ моль}$$

б) количество фосфора

$$n(\text{P}) = 18,6/31 = 0,6 \text{ моль}$$

в) количество кислорода

$$n(\text{O}_2) = 44,8/22,4 = 2 \text{ моль}.$$

3) По уравнению (1)

$$n(\text{P}) : n(\text{O}_2) : n(\text{P}_2\text{O}_5) = 4 : 5 : 2, \text{ следовательно}$$

а) в избытке O_2 в количестве $(2 - 0,6 \cdot 5/4) = 1,25$ моль

б) $n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,5n(\text{P}) = 0,6/2 = 0,3$ моль P_2O_5

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,3 \cdot 142 = 42,6 \text{ г}$$

4) По уравнению (2)

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 : 2$$

а) $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2n(\text{P}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 0,3 = 0,6$ моль,

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,6 \cdot 98 = 58,8 \text{ г}$$

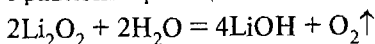
5) Рассчитываем массовую долю H_3PO_4 :

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) / m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{P}_2\text{O}_5) + m(\text{H}_2\text{O}) = 42,6 + 100 = 142,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 58,8/142,6 = 0,4123, \text{ или } 41,23\%.$$

24. 1) Уравнение реакции:



2) Количество Li_2O_2

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}$$

$$n(\text{Li}_2\text{O}_2) = 9,2 / 46 = 0,2 \text{ моль.}$$

3) По уравнению реакции:

а) $n(\text{LiOH}) = 2n(\text{Li}_2\text{O}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}$

$$m(\text{LiOH}) = 0,4 \cdot 24 = 9,6 \text{ г}$$

б) $n(\text{O}_2) = 0,5n(\text{Li}_2\text{O}_2) = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ моль}$

$$m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 32 = 3,2 \text{ г}$$

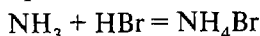
4) Уравнение для расчета массовой доли LiOH :

$$\omega(\text{LiOH}) = \frac{m(\text{LiOH})}{m_{\text{п-ра}}(\text{LiOH})} = \frac{m(\text{LiOH})_{(\text{по уравнению реакции})}}{m(\text{Li}_2\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{O}_2)}$$

$$m_{\text{п-ра}}(\text{LiOH}) = 9,2 + 90,8 - 3,2 = 96,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiOH}) = 9,6 / 96,8 = 0,0992, \text{ или } 9,92\%.$$

25. 1) Уравнение реакции:



2) Количества и массы реагирующих веществ:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; n = V_{\text{г}} / V_{\text{М}}; m = \rho \cdot V$$

а) $n(\text{NH}_3) = 15 / 22,4 = 0,670 \text{ моль}$

$$m(\text{NH}_3) = 0,67 \cdot 17 = 11,39 \text{ г}$$

б) $n(\text{HBr}) = 18 / 22,4 = 0,804 \text{ моль}$

$$m(\text{HBr}) = 0,804 \cdot 81 = 65,124 \text{ г}$$

в) $m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 1500 = 1500 \text{ г}$

3) По уравнению реакции:

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HBr}) = n(\text{NH}_4\text{Br}), \text{ следовательно:}$$

а) в избытке HBr в количестве $(0,804 - 0,670) = 0,134 \text{ моль}$

б) $n(\text{NH}_4\text{Br}) = n(\text{NH}_3) = 0,670 \text{ моль}$

$$m(\text{NH}_4\text{Br}) = 0,670 \cdot 98 = 65,66 \text{ г}$$

4) Массовая доля NH_4Br :

$$\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Br})}{m_{\text{п-ра}}(\text{NH}_4\text{Br})} = \frac{m(\text{NH}_4\text{Br})_{(\text{по уравнению (1)})}}{m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HBr})}$$

$$m_{\text{p-ра}}(\text{NH}_4\text{Br}) = 11,39 + 1500 + 65,124 = 1576,514 \approx 1577 \text{ г}$$
$$\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = 65,66/1577 = 0,0416, \text{ или } 4,2\%.$$

26. 1 : 1, 225; $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 7,98\%$.
27. $\omega(\text{KNO}_3) = 9,65\%$.
28. $\omega(\text{NaNO}_3) = 0,53\%$.
29. $\omega(\text{NaNO}_3) = 4,18\%$
 $\omega(\text{NaOH}) = 1,54\%$; $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 94,28\%$.
30. $\omega(\text{LiCl}) = 1,7\%$;
 $\omega(\text{LiOH}) = 3\%$.
 $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 95,3\%$.
31. $\omega(\text{AlCl}_3) = 11,6\%$.
32. $\omega_2(\text{CaBr}_2) = 19,8\%$.
33. $\omega_2(\text{BaBr}_2) = 1,8\%$.
34. $\omega_2(\text{MgSO}_4) = 11,2\%$.
35. $V(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ л}$; $\omega(\text{LiOH}) = 4,9\%$
36. $\omega(\text{KNO}_3) = 1,37\%$.
37. $\omega(\text{CaCl}_2) = 14,7\%$.
38. $\omega(\text{NaSO}_4) = 7,02\%$.
39. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,11\%$.
40. $\omega(\text{NaCl}) = 3,7\%$.
41. $\omega(\text{NaNO}_3) = 4,56\%$; среда щелочная.
42. $\omega(\text{KBr}) = 7,53\%$; среда кислая.
43. $\omega(\text{CaCl}_2) = 21,7\%$.
44. $\omega(\text{KClO}_3) = 2,2\%$.

45. $\omega(\text{HNO}_3) = 5,49\%$.

46. 1) Уравнение реакции:



Так как образуется раствор щёлочи LiOH, то индикатор метилоранж окрасится в желтый цвет.

2) Формула для расчета массовой доли

$$\omega(\text{LiOH}) = \frac{m(\text{LiOH})}{m_{\text{р-ра}}(\text{LiOH})} = \frac{m(\text{LiOH})_{\text{(по уравнению реакции)}}}{m(\text{LiH}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2)} \quad (2).$$

3) По уравнению реакции

$$n(\text{LiH}) : n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{LiOH}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1 : 1 : 1.$$

Пусть прореагировало x моль LiH, тогда

$$m(\text{LiH}) = x \cdot 8 \text{ г}$$

$$n(\text{LiOH}) = n(\text{LiH}) = x \text{ моль, } m(\text{LiOH}) = x \cdot 24 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{LiH}) = x \text{ моль, } m(\text{H}_2) = x \cdot 2 \text{ г}$$

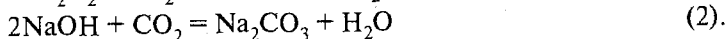
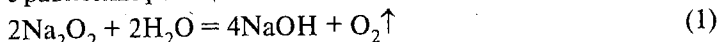
$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1 \cdot 200 = 200 \text{ г.}$$

4) По формуле (2)

$$0,1 = 24x / (8x + 200 - 2x) \rightarrow x \approx 0,85 \text{ моль LiH}$$

$$m(\text{LiH}) = 0,85 \cdot 8 = 6,8 \text{ г.}$$

47. 1) Уравнения реакций:



2) Уравнение для расчета массовой доли NaOH в образовавшемся растворе

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})} = \frac{m(\text{NaOH})_{\text{(по уравнению (1))}}}{m(\text{Na}_2\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{O}_2)} \quad (3).$$

3) Количество вещества Na_2O_2 и объем воды:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = n \cdot M_{\text{в-ва}};$$

а) количество вещества Na_2O_2 :

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 5,85 / 78 = 0,075 \text{ моль}$$

б) по уравнению реакции (1)

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{NaOH}) : n(\text{O}_2) = 2 : 4 : 1, \text{ следовательно,}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2) = (0,075 \cdot 2) = 0,15 \text{ моль NaOH}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ г}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,5n(\text{Na}_2\text{O}_2) = (0,075/2) = 0,0375 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,0375 \cdot 32 = 1,2 \text{ г}$$

в) пусть $m(\text{H}_2\text{O}) = x(\text{г})$, тогда по уравнению (3)

$$0,04 = 6/(5,85 + x - 1,2)$$

$$x = 145,4 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = m/\rho = 145,4/1 = 145,4 \text{ мл}$$

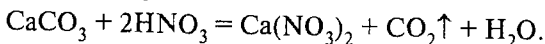
4) По уравнению (2):

$n(\text{NaOH}) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$, следовательно,

а) $n(\text{CO}_2) = 0,5n(\text{NaOH}) = (0,15/2) = 0,075 \text{ моль}$

б) $V(\text{CO}_2) = n \cdot V_M = 0,075 \cdot 22,4 = 1,68 \text{ л.}$

48. 1) Уравнение реакции:



2) Рассчитываем массы веществ, вступивших в реакцию и полученных в ходе реакции:

Пусть $n(\text{CaCO}_3) = x \text{ моль}$, тогда

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{HNO}_3) = 2x \text{ моль}, m(\text{HNO}_3)_{\text{прореаг.}} = 2x \cdot 63 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) = x \text{ моль}, m(\text{CO}_2) = 44x \text{ г}$$

$$m_{\text{оставш.}}(\text{HNO}_3) = m_{\text{исх.}}(\text{HNO}_3) - m_{\text{прореагир.}}(\text{HNO}_3) = 300 \cdot 0,6 - 63 \cdot 2x = (180 - 126x) \text{ г.}$$

3) Рассчитываем массу раствора:

$$m_{\text{получ.р-ра}} = m_{\text{исх.р-ра}} + m(\text{CaCO}_3) - m(\text{CO}_2) = 300 + 100x - 44x = (300 + 56x) \text{ г.}$$

4) Рассчитываем массу CaCO_3 :

$$\omega_2(\text{HNO}_3) = m_{\text{оставш.}}(\text{HNO}_3)/m_{\text{получ.р-ра}}$$

$$0,20 = (180 - 126x)/(300 + 56x)$$

$$x = 0,87 \text{ моль}, m(\text{CaCO}_3) = 0,87 \cdot 100 = 87 \text{ г.}$$

49. $m(\text{CaCO}_3) = 9,7 \text{ г.}$

50. $m(\text{SO}_3) = 40,8 \text{ г.}$

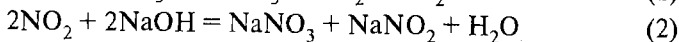
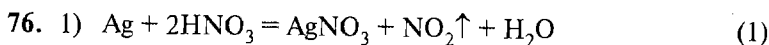
51. $m(\text{SO}_3) = 248,2 \text{ г.}$

52. $m(\text{SO}_3) = 19,2 \text{ г.}$

53. $m(\text{P}) = 173,29 \text{ г}$.
54. $m(\text{P}) = 33,48 \text{ г}$.
55. $m(\text{P}) = 55,8 \text{ г}$.
56. $m(\text{S}) = 5,9 \text{ г}$.
57. $m(\text{Al}_4\text{C}_3) \approx 4 \text{ г}$.
58. $m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 8,94 \text{ г}$.
59. $\omega_2(\text{HNO}_3) = 8,27\%$.
60. $\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,27\%$.
61. $\omega_2(\text{HCl}) = 3,4\%$.
62. $\omega_2(\text{HCl}) = 8,1\%$.
63. $\omega_2(\text{HCl}) = 17,79\%$.
64. $\omega_2(\text{HCl}) = 9,5\%$.
65. $\omega_2(\text{HCl}) = 4,2\%$.
66. $\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = 2,31\%$; $V = 4,48 \text{ л}$.
67. $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 2,53\%$.
68. $\omega_2(\text{CuBr}_2) = 3,14\%$.
69. $\omega_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1\%$.
70. $\omega_2(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 4,95\%$.
71. $\omega_2(\text{HCl}) = 2,87\%$.
72. $V_{\text{p-ра}}(\text{NH}_3) = 106,6 \text{ мл}$.
73. $V(\text{H}_2\text{O}) = 132,7 \text{ мл}$.
74. $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,126$, или $12,6\%$
 $\omega(\text{NaOH}) = 0,0948$, или $\approx 9,5\%$.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 77,9\%.$$

75. $\omega(\text{HBr}) = 0,032$, или 3,2%.



2) $n(\text{Ag}) = 21,6/108 = 0,2$ моль

$$n(\text{HNO}_3) = 0,68 \cdot 600/63 = 6,48 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 300/40 = 0,75 \text{ моль}$$

3) по уравнению (1):

HNO_3 — в избытке в количестве $(6,48 - 0,2 \cdot 2) = 6,08$ моль

$$n(\text{NO}_2) = n(\text{Ag}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,2 \cdot 46 = 9,2 \text{ г}$$

по уравнению (2):

NaOH — в избытке в количестве $(0,75 - 0,2) = 0,55$ моль

$$m(\text{NaOH})_{\text{избыт.}} = 0,55 \cdot 40 = 22,0 \text{ г}$$

$$n(\text{NaNO}_2) = n(\text{NaNO}_3) = 0,5 \cdot n(\text{NO}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaNO}_2) = 0,1 \cdot (23 + 14 + 16 \cdot 2) = 6,9 \text{ г}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,1 \cdot (23 + 14 + 16 \cdot 3) = 8,5 \text{ г}$$

4) $m(\text{p-ра}) = m_{\text{p-ра}}(\text{NaOH}) + m(\text{NO}_2) = 300 + 9,2 = 309,2 \text{ г}$

$$\omega(\text{NaNO}_2) = 6,9/309,2 = 0,0223, \text{ или } 2,23\%$$

$$\omega(\text{NaNO}_3) = 8,5/309,2 = 0,0275, \text{ или } 2,75\%$$

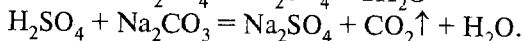
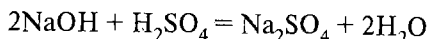
$$\omega(\text{NaOH}) = 22/309,2 \approx 0,0712, \text{ или } 7,12\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - (2,23 + 2,75 + 7,12) = 87,9\%.$$

77. $m(\text{CuS}) = 0,96 \text{ г}$.

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0091, \text{ или } 0,91\%.$$

78. 1) Уравнения реакций:



2) Рассчитано общее количество серной кислоты, а также количество серной кислоты, прореагировавшей с содой:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{общее}} = 490 \cdot 0,4/98 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прореагир.}} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 143/286 = 0,5 \text{ моль}.$$

3) Рассчитано количество серной кислоты, вступившей в реакцию с NaOH и масса NaOH в исходном растворе:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прореаг.}} = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прореаг.}} = 3 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 3 \cdot 40 = 120 \text{ г.}$$

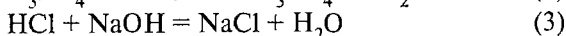
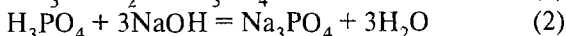
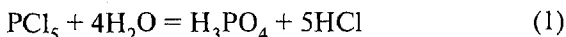
- 4) Рассчитана массовая доля NaOH:
 $\omega(\text{NaOH}) = 120/1200 = 0,1$, или 10%.

79. $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,0053$, или 0,53%.

80. $\omega(\text{MgSO}_4) = 0,044$, или 4,4%.

81. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,084$, или 8,4%.

82. 1) Уравнения реакций:



2) $n(\text{PCl}_5) = 4,17/208,5 = 0,02$ моль

По уравнению (1):

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{PCl}_5) = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 5n(\text{PCl}_5) = 0,02 \cdot 5 = 0,1 \text{ моль.}$$

- 3) Количество и масса NaOH

по уравнению (2):

$$n(\text{NaOH}) = 3n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,06 \text{ моль}$$

по уравнению (3):

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH})_{\text{общее}} = 0,06 + 0,1 = 0,16 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,16 \cdot 40 = 6,4 \text{ г}$$

4) $V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 6,4/(0,1 \cdot 1,07) = 59,8 \text{ мл}$

Решение заданий вопроса С5

1. 1) Формула одноосновной карбоновой кислоты $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$:

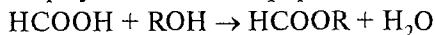
а) $\omega(\text{C}) + \omega(\text{H}) + \omega(\text{O}) = 100\%$

$$\omega(\text{O}) = 100 - 26,1 - 4,3 = 69,6\%$$

б) $x : y : z = 26,1/12 : 4,3/1 : 69,6/16 = 2,18 : 4,3 : 4,35 \approx 1 : 2 : 2$

CH_2O_2 , или HCOOH — муравьиная кислота

- 2) Формула сложного эфира:



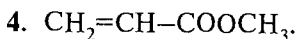
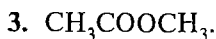
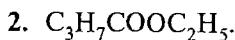
а) $D_{1/2} = M_1/M_2$

$$M(\text{HCOOR}) = 2,55 \cdot 29 = 73,95 \approx 74 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{R}) = 74 - 1 - 12 - 16 \cdot 2 = 29 \text{ г/моль}$$

$$\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5 \text{ (спирт } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ — этанол)}$$

б) формула сложного эфира HCOOC_2H_5 (этилформиат).

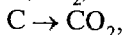


5. Формула сложного эфира $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$.



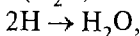
8. I. Количественный состав вещества и простейшая формула.

а) $n(\text{CO}_2) = V_r/V_M = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль}$



$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

б) $n(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{в-ва}}/M_{\text{в-ва}} = 5,4/18 = 0,3 \text{ моль}$



$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$$

в) простейшая формула C_xH_y

$$x : y = 0,4 : 0,6 = 2 : 3, \text{C}_2\text{H}_3$$

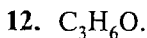
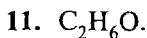
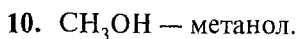
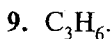
$$M(\text{C}_2\text{H}_3)_{\text{прост.}} = 12 \cdot 2 + 3 = 27 \text{ г/моль}$$

II. Истинная формула.

1) $D_{1/2} = M_1/M_2$

$$M_{1(\text{ист.})} = 27 \cdot 2 = 54 \text{ г/моль}$$

2) $M_{\text{ист.}}/M_{\text{прост.}} = 54/27 = 2$, следовательно,
молекулярная формула $(\text{C}_2\text{H}_3) \cdot 2 = \text{C}_4\text{H}_6$.



13. $C_3H_5(OH)_3$.
14. CH_2F_2 .
15. $C_2H_4F_2$.
16. CH_3Cl .
17. $C_2H_4Cl_2$.
18. CH_3NH_2 .
19. $C_2H_5NH_2$ — этиламин, или
 $(CH_3)_2NH$ — диметиламин.
20. N_2H_4 .
21. $(C_2H_5)_2NH$.
22. $C_2H_5-NH-CH_3$ — метилэтиламин.
23. $C_2H_5NH_2$ — этиламин.
24. $C_2H_5-N(CH_3)_2$ — диметилэтиламин.
25. $C_3H_7NO_2$.
26. NH_4NO_2 .
27. C_4H_9OH .
28. C_4H_9Br .
29. CH_3Cl .
30. C_3H_7Br .
31. C_3H_7Br .
32. C_4H_6 .
33. C_3H_4 .
34. $C_3H_6(OH)_2$.

35. $C_4H_8(OH)_2$.
36. $C_3H_6(OH)_2$.
37. $C_5H_9(OH)_3$.
38. $C_4H_7(OH)_3$.
39. $C_4H_7(OH)_3$.
40. $C_4H_7(OH)_3$.
41. $C_5H_9(OH)_3$.
42. C_2H_5COOH .
43. NH_2CH_2COOH .
44. CH_3CH_2COOH .
45. 1) Уравнения реакций:
- $$C_nH_{2n} + HCl \rightarrow C_nH_{2n+1}Cl \quad (1)$$
- $$C_nH_{2n} + HBr \rightarrow C_nH_{2n+1}Br \quad (2).$$
- 2) Количества галогенпроизводных:
- $$n(C_nH_{2n+1}Cl) = m_{в-ва} / M_{в-ва} = 7,85 / (14n + 36,5) \text{ моль}$$
- $$n(C_nH_{2n+1}Br) = m_{в-ва} / M_{в-ва} = 12,3 / (14n + 81) \text{ моль}.$$
- 3) По уравнениям реакций:
- $$n(C_nH_{2n+1}Cl) = n(C_nH_{2n}) = n(C_nH_{2n+1}Br), \text{ следовательно,}$$
- $$7,85 / (14n + 36,5) = 12,3 / (14n + 81)$$
- $$n = 3.$$
- 4) Молекулярная формула алкена — C_3H_6 .
Структурная формула — $CH_2=CH-CH_3$, пропен (пропилен).
46. C_4H_8 .
47. C_4H_8 .
48. C_4H_9OH .
49. C_4H_8 .

50. C_4H_6 .
51. C_5H_8 .
52. C_4H_9OH .
53. C_2H_5COOH .
54. C_4H_9COOH .
55. C_3H_7OH .
56. C_3H_7OH .
57. C_2H_5OH .
58. C_3H_7COOH .
59. $C_3H_7CH_2OH$, или C_4H_9OH .
60. C_3H_7OH .
61. 1) Уравнение реакции этерификации в общем виде:

$$C_nH_{2n+1}COOH + ROH \rightarrow C_nH_{2n+1}COOR + H_2O.$$
- 2) Масса и количество вещества воды:
 $m(H_2O) = (6 + 6) - 10,2 = 1,8 \text{ г}$
 $n(H_2O) = 1,8/18 = 0,1 \text{ моль.}$
- 3) Формула кислоты:
 по уравнению реакции
 $n(C_nH_{2n+1}COOH) = n(H_2O) = 0,1 \text{ моль, тогда}$
 $M(C_nH_{2n+1}COOH) = m/n = 6/0,1 = 60 \text{ г/моль}$
 $12n + 2n + 1 + 12 + 16 \cdot 2 + 1 = 60$
 $n = 1.$
 Формула кислоты — CH_3COOH .
62. CH_3COOCH_3 .
63. $HCOOCH_3$ (метилформиат).
64. $HCOOCH_3$ (метилформиат).

65. Находим молярную массу соли $(\text{RCOO})_2\text{Ca}$:

$$\omega(\text{Ca}) = 40/M(\text{соли}) = 0,3077$$

$$M(\text{соли}) = 40/0,3077 = 130 \text{ г/моль.}$$

2) Находим число атомов углерода в молекуле кислоты и её формулу:

$$M(\text{RCOO}) = (130 - 40)/2 = 45$$

$$M(\text{R}) = 45 - 44 = 1, \text{ то есть } \text{R} = \text{H.}$$

Формула кислоты — НСООН .

66. НСООН .

67. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$.

68. $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$.

69. $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$.

70. 1) Находим количества вещества углерода, водорода и фтора:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 3,6/18 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{HF}) = 2/20 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{F}) = n(\text{HF}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = n(\text{HF}) + 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 + 2 \cdot 0,2 = 0,5 \text{ моль.}$$

2) Находим молекулярную формулу:

$$\text{C} : \text{H} : \text{F} = 0,2 : 0,5 : 0,1 = 2 : 5 : 1.$$

Формула $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$.

71. $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}_2\text{OH}$.

72. CH_3NH_2 .

Приложение

ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для более глубокого изучения материала и дополнительной тренировки рекомендуем вам изучить приведённые ниже задания.

При выполнении этих заданий анализ возможных превращений следует осуществлять по двум направлениям:

I. Реакции без изменения степени окисления (кислотно-основные свойства, реакции ионного обмена и др.).

II. Возможность протекания окислительно-восстановительного взаимодействия между веществами.

При проведении такого анализа необходимо кратко охарактеризовать каждое из предложенных веществ и выбрать те реакции, которые возможны при взаимодействии этих веществ.

Пример.

Даны вещества: оксид азота (IV) и водные растворы гидроксида натрия, нитрата цинка и хлорида железа (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

Краткое описание свойств веществ

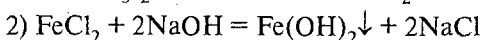
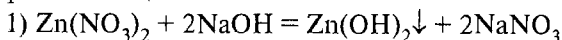
- а) оксид азота (IV) NO_2 — сильный окислитель, смешанный оксид азотной HNO_3 и азотистой HNO_2 кислот; должен взаимодействовать с восстановителями и растворами щелочей;
- б) водный раствор гидроксида натрия $\text{NaOH}_{(\text{водн.})}$ — раствор щёлочи, может реагировать с кислотными и амфотерными оксидами с образованием солей, кислотами и амфотерными гидроксидами, растворимыми солями (если образуется нерастворимое вещество или слабый электролит);

- в) нитрат цинка $Zn(NO_3)_2$ — растворимая соль, образованная амфотерным гидроксидом $Zn(OH)_2$ и сильной азотной кислотой HNO_3 ; может взаимодействовать с растворами щелочей и солей, более активными металлами;
- г) хлорид железа (II) $FeCl_2$ — растворимая соль, образованная нерастворимым основанием $Fe(OH)_2$ и сильной соляной кислотой HCl ; может взаимодействовать с растворами щелочей и солями. Железо находится в промежуточной степени окисления (+2), поэтому может взаимодействовать с сильными окислителями, переходя в соединения Fe^{+3} , и восстанавливаться до металлического железа сильными восстановителями.

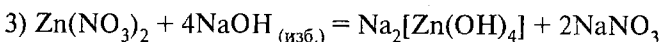
Возможные уравнения реакций

I. Реакции без изменения степени окисления

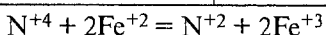
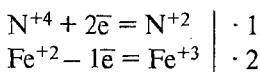
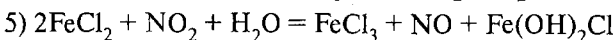
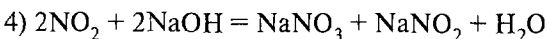
Растворимые соли реагируют со щёлочью с образованием нерастворимого вещества:



Гидроксид цинка $Zn(OH)_2$, образующийся при взаимодействии соли цинка со щёлочью (уравнение (1)) — амфотерное вещество; амфотерные гидроксиды растворяются в избытке щёлочи с образованием комплексных солей.



II. Окислительно-восстановительные превращения



N^{+4} (NO_2 за счет N^{+4}) — окислитель, процесс восстановления

Fe^{+2} ($FeCl_2$ за счет Fe^{+2}) — восстановитель, процесс окисления.

В задании к вопросу при С2 указано, что необходимо составить уравнения четырёх возможных реакций. В приведенных ниже задачах во многих случаях приводится большее число уравнений; это сделано

потому, что достаточно часто решение является не единственным. За составленные «лишние» уравнения реакций баллы не добавляются, однако перестраховка (то есть составление уравнений всех возможных превращений) никогда не бывает лишней.

Задания

1. Даны: бромоводородная кислота, перманганат натрия, гидроксид натрия и бром. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

2. Даны: перманганат натрия, сульфат марганца (II), гидроксид натрия и оксид фосфора (V). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

3. Даны вещества: перманганат калия, сероводород, сульфат марганца (II), соляная кислота. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

4. Даны вещества: перманганат калия, фосфорная кислота, сульфит натрия, вода, гидроксид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

5. Даны водные растворы перманганата калия, сульфита калия, хлорида бария, концентрированная азотная кислота и медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

6. Даны разбавленные водные растворы перманганата натрия, сульфита натрия, хлорида бария, азотной кислоты и медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

7. Даны вещества: бром, цинк, растворы дихромата натрия и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

8. Даны вещества: дихромат калия, серная кислота (конц.), фторид натрия, гидроксид рубидия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
9. Даны вещества: дихромат калия (р-р), гидроксид калия, серная кислота (конц.), оксид азота (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
10. Даны вещества: дихромат калия, гидроксид калия, бром, цинк. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
11. Даны вещества: дихромат калия, серная кислота (конц.), сульфид меди (I), йодид калия (р-р), ртуть. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
12. Даны вещества: дихромат калия, сульфат железа (II), серная кислота (концентрированная и раствор) и перманганат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
13. Даны вещества: дихромат калия, углерод, водород, серная кислота (конц.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
14. Даны вещества: хромат калия, азотная кислота, гидроксид бария (раствор), алюминий. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.
15. Даны водные растворы хлорида железа (III), бихромата калия, йодида калия, серной кислоты и гидроксида лития. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.
16. Даны вещества: хлорид железа (III), йодид натрия, сульфат натрия, серная кислота и гидроксид калия. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

17. Даны растворы хромата калия и кислот — сероводородной, хлороводородной и азотной. Напишите четыре уравнения возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

18. Даны четыре вещества: хромат калия, хлороводород, сероводород, азотная кислота. Напишите четыре уравнения возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

19. Даны вещества: хромат калия, гидроксид натрия, сульфид аммония, серная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

20. Даны: концентрированные азотная и соляная кислоты, сера и гидроксид железа (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

21. Даны: азотная кислота (конц.), серная кислота (конц.), сульфид меди (II), хлор и кислород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

22. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, сульфид меди (II), серебро, карбонат натрия, фосфор (красный). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

23. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, хлорид железа (II), гидроксид натрия, медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

24. Даны вещества: азотная кислота (разб.), алюминий, вода и гидроксид натрия (конц. р-р). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

25. Даны вещества: азотная кислота, сероводород, йод и кислород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

26. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, кальций, фосфор и вода. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

27. Даны вещества: азотная кислота, кальций, фосфор. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

28. Даны вещества: азотная кислота, карбонат натрия, хлорид железа (III), сульфид натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

29. Даны вещества: разбавленная азотная кислота, магний, азот, аммиак. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

30. Даны вещества: азотная кислота, сульфид меди (II), медь, оксид азота (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

31. Даны вещества: концентрированная азотная кислота и растворы карбоната натрия, хлорида железа (III), сульфида натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

32. Даны вещества: концентрированная азотная кислота и растворы сульфата железа (III), карбоната калия, сульфида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

33. Даны вещества: азотная кислота (конц.), серная кислота (конц.), сера, сероводород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

34. Даны вещества: азотная кислота (конц.), сульфид алюминия, хлороводородная кислота, углерод. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

35. Даны вещества: серная кислота (конц.), цинк, вода и гидроксид натрия (конц.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

36. Даны разбавленные водные растворы азотной кислоты, йодида калия, бромида железа (III) и гидроксида стронция. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

37. Даны вещества: азотная кислота (конц.), медь, сероводородная кислота и гексагидроксоалюминат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

38. Даны вещества: серная кислота (конц.), бихромат калия, азотная кислота (конц.), гидроксид калия (конц.), оксид азота (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

39. Даны: концентрированная серная кислота, хлорид меди (II), кислород и йодоводородная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

40. Даны вещества: серная кислота (конц.), алюминий, хлор и йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

41. Даны вещества: серная кислота (конц.), ортофосфат кальция, ортофосфорная кислота, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

42. Даны вещества: серная кислота (конц.), сульфат калия, нитрат калия, фосфор. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

43. Даны вещества: концентрированная серная кислота, сульфат меди (II), йодид калия, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

44. Даны вещества: концентрированная серная кислота, оксид серы (VI), вода и йодид калия. Напишите четыре уравнения реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

45. Даны вещества: пероксид водорода, сульфид натрия, хлороводородная кислота (конц.), оксид свинца (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

46. Даны водные растворы пероксида водорода, гексагидроксохромата калия $K_3[Cr(OH)_6]$, сульфата железа (III) и оксида серы (IV). Приведите четыре уравнения химических реакций между этими веществами.

47. Даны водные растворы пероксида водорода, оксида серы (IV), гексагидроксохромата натрия $Na_3[Cr(OH)_6]$ и хлорида железа (III). Напишите уравнения четырёх возможных реакций с участием указанных веществ.

48. Даны водные растворы пероксида водорода, хлорида железа (III), гексагидроксохромата калия $K_3[Cr(OH)_6]$ и сернистого газа. Напишите уравнения четырёх возможных реакций с участием указанных веществ.

49. Даны водные растворы пероксида водорода, хлорида алюминия, гексагидроксохромата натрия $Na_3[Cr(OH)_6]$ и сероводорода. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

50. Даны вещества: пероксид водорода, хлорид железа (III), оксид алюминия, гидроксид калия, йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

51. Даны разбавленные водные растворы веществ: хлора, сернистой кислоты, гидроксида стронция и ортофосфорной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

52. Даны вещества: сероводород, оксид азота (V), известковая вода и йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

53. Даны вещества: водные растворы сероводорода, бромида алюминия, гидроксида рубидия и гексагидроксоалюмината калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

54. Даны водные растворы сероводорода, гексагидроксоалюмината натрия, хлорида алюминия и гидроксида цезия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

55. Даны водные растворы сероводорода, сульфата алюминия, гексагидроксоалюмината натрия $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

56. Даны водные растворы сероводорода, сульфида натрия, хлорида алюминия и хлора. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

57. Даны разбавленные водные растворы брома, хлорной кислоты, сероводорода и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

58. Даны разбавленные водные растворы веществ: сероводорода, йода, гидроксида бария и хлорной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

59. Даны вещества: хлор, водород, гидроксид натрия (конц. р-р), хлорид хрома (III). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

60. Даны вещества: гидроксид натрия, бром, гидросульфат калия, гидроксид бария. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

61. Даны вещества: нитрат натрия, фосфор, бром, гидроксид калия (водный раствор). Напишите уравнения четырёх возможных

реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

62. Даны вещества: нитрит натрия, хлорид аммония, гидроксид натрия, хлорид железа (II), кремний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

63. Даны вещества: оксид азота (IV), гидроксид калия (раствор), белый фосфор, водород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

64. Даны вещества: кремний, соляная кислота, едкое кали, гидрокарбонат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

65. Даны водные растворы хлора, карбоната калия, тетрагидроксоалюмината калия и хлорида железа (III). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

66. Даны вещества: водные растворы хлорида бария, серной кислоты, фосфата калия и алюминий. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

67. Даны вещества: оксид марганца (IV), алюминий, водный раствор сульфата меди и концентрированная соляная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

68. Даны вещества: растворы хлорида магния, карбоната калия и гидрокарбоната калия, углекислый газ, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

69. Даны вещества: хлорноватая кислота, концентрированная соляная кислота, гидроксид бария и фосфин. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

70. Даны вещества: гидроксид бария (р-р), оксид серы (IV), оксид фосфора (V) и бромная вода. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

71. Даны вещества: оксид натрия, оксид железа (III), йодоводород и углекислый газ. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

72. Даны вещества: хлорид меди (II) (р-р), алюминий, гидроксид натрия (р-р), хлорид аммония (тв.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

73. Даны водные растворы гексагидроксоалюмината натрия, хлорида хрома (III), карбоната натрия и угольной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

74. Даны водные растворы соляной кислоты, хлорида алюминия, карбоната натрия и гидроксида натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

75. Даны вещества: сульфид алюминия, азотная кислота (конц.), хлороводородная кислота, оксид железа (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

76. Даны вещества: сульфид аммония (раствор), хлорид хрома (III), гидроксид натрия (конц.), хлорная кислота (раствор). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

77. Даны вещества: оксид калия, оксид железа (III), йодоводород и сернистый газ. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

78. Даны вещества: оксид азота (IV), медь, раствор гидроксида калия и концентрированная серная кислота. Напишите уравнения

четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

79. Даны вещества: железо, железная окалина, разбавленная соляная и концентрированная азотная кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

80. Даны вещества: цинк, сера и водные растворы гидроксида натрия и хлорида магния. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

81. Даны вещества: сульфат меди (II), йодид калия, магний, концентрированная серная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

82. Даны вещества: фосфор, хлор, водные растворы серной кислоты и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.

83. Даны вещества: хлор, гидросульфид натрия, гидроксид калия (раствор), железо. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми этими веществами, не повторяя пары реагентов.

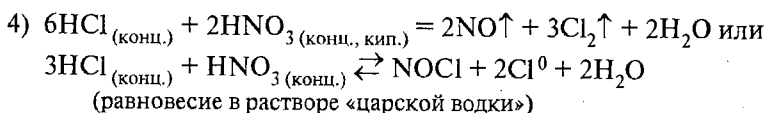
Решение заданий

1. 1) $2\text{NaMnO}_4 + 16\text{HBr} = 2\text{MnBr}_2 + 2\text{NaBr} + 5\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{HBr} + \text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $6\text{NaOH} + 3\text{Br}_2 = \text{NaBrO}_3 + 5\text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $4\text{NaMnO}_4 + 4\text{NaOH} = 4\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
2. 1) $2\text{NaMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) $\text{MnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 3) $4\text{NaMnO}_4 + 4\text{NaOH} = 4\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $6\text{NaOH} + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

3. 1) $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} = 2\text{MnO}_2 + 3\text{S}\downarrow + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
 4) $2\text{MnSO}_4 + 2\text{HCl} = \text{Mn}(\text{HSO}_4)_2 + \text{MnCl}_2$
4. 1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} + 2\text{KMnO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
 3) $15\text{Na}_2\text{SO}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_3\text{PO}_4 = 15\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 2\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2 + 9\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaHSO}_3$
 5) $3\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 6) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHSO}_3 + \text{NaOH}$ (гидролиз)
5. 1) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
 2) $4\text{HNO}_3(\text{конц.}) + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{KCl}$
 4) $3\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
6. 1) $2\text{NaMnO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{NaOH}$
 2) $8\text{HNO}_3 + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
 4) $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
7. 1) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH}(\text{горяч. р-р}) = 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Br}_2 + 2\text{KOH}(\text{хол. р-р}) = \text{KBr} + \text{KBrO} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{KOH} + \text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$
 4) $\text{Zn} + \text{Br}_2 = \text{ZnBr}_2$
8. 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CrO}_3 + 2\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{RbOH} = \text{Rb}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{NaF} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HF}$
 4) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{RbOH}(\text{изб.}) = \text{Rb}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{изб.}) + \text{RbOH} = \text{RbHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

9. 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{CrO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{KOH}(\text{избыток}) + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{изб.}) = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{KOH} + 2\text{NO}_2 = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
10. 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH}(\text{горяч. р-р}) = 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Br}_2 + 2\text{KOH}(\text{хол. р-р}) = \text{KBr} + \text{KBrO} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{KOH}(\text{тв.}) + \text{Zn} \stackrel{t^\circ}{=} \text{K}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 4) $\text{Zn} + \text{Br}_2 = \text{ZnBr}_2$
 5) $2\text{KOH}(\text{р-р}) + \text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$
 6) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{Zn} \stackrel{t^\circ}{=} 2\text{Cr} + \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 5\text{ZnO}$ или
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{Zn} \stackrel{t^\circ}{=} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{ZnO}$
11. 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + \text{Cu}_2\text{S} = 2\text{CuSO}_4 + 5\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + \text{Hg} = \text{HgSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + 8\text{KI} = 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{I}_2\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$
12. 1) $10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4(\text{р-р}) + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
 2) $6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4(\text{р-р}) + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = 2\text{KHSO}_4 + \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$
13. 1) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{C} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 3\text{CO}_2\uparrow + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$
 4) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{C}(\text{кокс, нагрев}) = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}\uparrow$

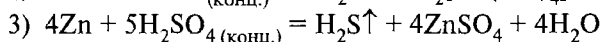
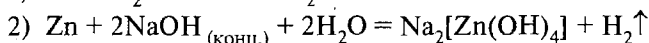
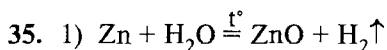
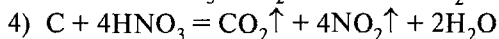
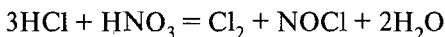
14. 1) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HNO}_3 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{KOH} + \text{BaCrO}_4\downarrow$
 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2 + 3\text{H}_2\uparrow$
 5) $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O}\uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3 (\text{оч.разб.}) = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$
15. 1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{LiOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{LiCl}$
 2) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2\downarrow$
 3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{LiOH} = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Li}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{I}_2\downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$
16. 1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KCl}$
 2) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{NaI} = 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
 3) $5\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) + 8\text{KI} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{I}_2\downarrow + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{изб.}) + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} (\text{изб.}) = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$
17. 1) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 7\text{H}_2\text{S} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KHS} + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HCl} (\text{p-p}) = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HNO}_3 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 5) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{гор.}) = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH}$
 6) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{KNO}_3 + 2\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{S}\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$
18. 1) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 (\text{тв.}) + 16\text{HCl} (\text{конц., гор.}) = 4\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{KNO}_3 + 2\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{S}\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{гор.}) = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH}$
 3) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{HNO}_3 (\text{конц., хол.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{HNO}_3 (\text{конц., кип.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$



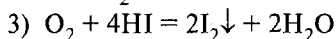
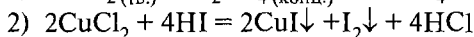
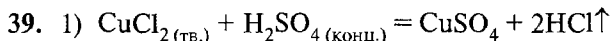
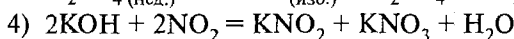
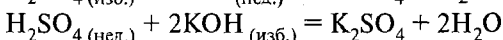
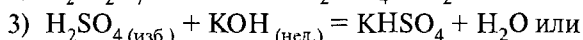
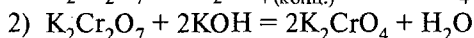
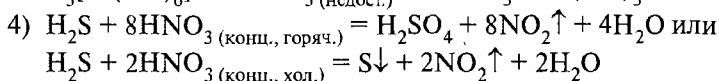
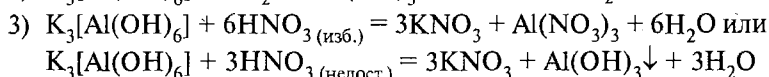
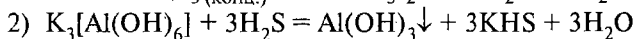
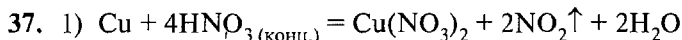
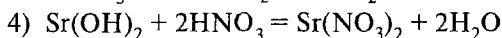
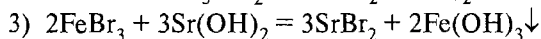
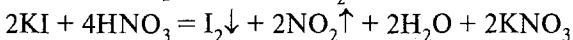
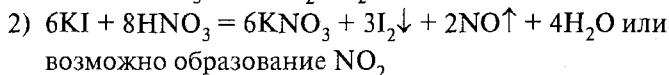
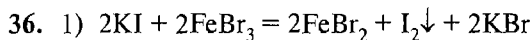
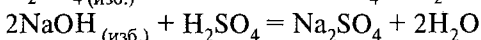
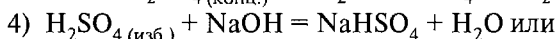
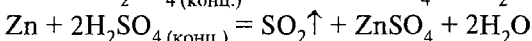
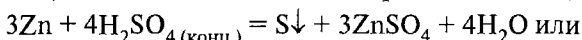
19. 1) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3\uparrow + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}\uparrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 3) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{изб.}) = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{NaOH}_{(\text{изб.})} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow +$
 $+ 4\text{KOH} + 6\text{NH}_3\uparrow$ или
 $3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow +$
 $+ 4\text{KOH} + 6\text{NH}_4\text{OH}$
20. 1) $6\text{HCl}_{(\text{конц.})} + 2\text{HNO}_{3(\text{конц., кип.})} = 2\text{NO}\uparrow + 3\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $3\text{HCl}_{(\text{конц.})} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightleftharpoons \text{NOCl} + 2\text{Cl}^0 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (равновесие в растворе «царской водки»)
 2) $6\text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
21. 1) $\text{CuS} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц., гор.})} = \text{CuSO}_4 + 4\text{SO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{CuS} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{CuSO}_4 + \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (допустимо образование серы)
 2) $\text{CuS} + 8\text{HNO}_{3(\text{конц., гор.})} = \text{CuSO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 $\text{CuS} + 4\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (допустимо образование серы)
 3) $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 = 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$
 4) $2\text{CuS} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{CuCl}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2$ или $\text{CuS} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{S}\downarrow$
22. 1) $2\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 2) $8\text{HNO}_{3(\text{конц., кип.})} + \text{CuS} = \text{CuSO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $4\text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{CuS} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{Ag} = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 4) $5\text{HNO}_{3(\text{конц.})} + \text{P}_{(\text{красный})} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

23. 1) $4\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $4\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} + \text{FeCl}_2 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2\uparrow + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
24. 1) $2\text{Al}_{(\text{амальгама})} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\uparrow$
 2) $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3_{(\text{оч. разб.})} = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3_{(\text{разб.})} = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O}\uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow$
 4) $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
25. 1) $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 = 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{HI}$
 3) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{HNO}_3_{(\text{конц., хол.})} + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{HNO}_3_{(\text{конц., кип.})} + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (горение) или
 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}\downarrow$ (каталит. окисление)
26. 1) $3\text{Ca} + 2\text{P} = \text{Ca}_3\text{P}_2$
 2) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$
 3) $4\text{Ca} + 10\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O}\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{P} + 5\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
27. 1) $4\text{Ca} + 10\text{HNO}_3_{(\text{разб.})} = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O}\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
 2) $4\text{Ca} + 10\text{HNO}_3_{(\text{оч. разб.})} = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $5\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} + \text{P} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 (возможно образование NO)
 4) $3\text{Ca} + 2\text{P} = \text{Ca}_3\text{P}_2$
28. 1) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaCl}$
 2) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{FeS}\downarrow + 6\text{NaCl}$
 3) $\text{Na}_2\text{S} + 4\text{HNO}_3 = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$
 4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
29. 1) $3\text{Mg} + \text{N}_2 = \text{Mg}_3\text{N}_2$
 2) $3\text{Mg} + 2\text{NH}_3 = \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$

- 3) $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O}\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ или
 $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3 (\text{оч.разб.}) = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$
30. 1) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CuS} + 8\text{HNO}_3 (\text{конц., гор.}) = \text{CuSO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{CuS} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{Cu} + 2\text{NO} = 2\text{CuO} + \text{N}_2\uparrow$
31. 1) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaCl}$
 2) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{FeS}\downarrow + 6\text{NaCl}$
 3) $\text{Na}_2\text{S} + 4\text{HNO}_3 = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$
 4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
32. 1) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 2) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{FeS}\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 3) $\text{K}_2\text{S} + 4\text{HNO}_3 = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{KNO}_3$
 4) $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
33. 1) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц., кип.}) = 4\text{SO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{HNO}_3 (\text{конц., хол.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{HNO}_3 (\text{конц., кип.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) = 3\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{S} + 6\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{HNO}_3 (\text{безв.}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{безв.}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^+ + 2\text{HSO}_4^-$
 (равновесие в смеси концентрированных HNO_3 и H_2SO_4)
34. 1) $\text{Al}_2\text{S}_3 + 24\text{HNO}_3 (\text{конц., гор.}) = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{NO}_2\uparrow + 12\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Al}_2\text{S}_3 + 12\text{HNO}_3 = 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{S}\downarrow + 6\text{NO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$
 3) $6\text{HCl} (\text{конц.}) + 2\text{HNO}_3 (\text{конц., кип.}) = 2\text{NO}\uparrow + 3\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $3\text{HCl} (\text{конц.}) + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightleftharpoons \text{NOCl} + 2\text{Cl}^0 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (равновесие в растворе «царской водки»)



или, в зависимости от концентрации кислоты, возможно



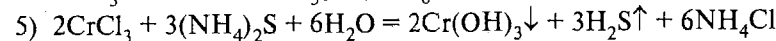
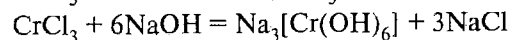
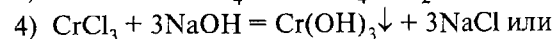
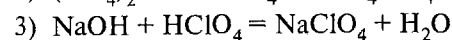
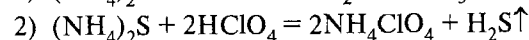
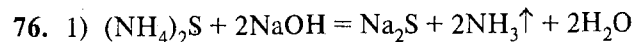
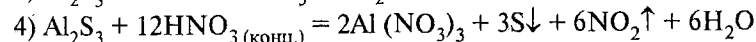
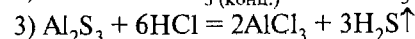
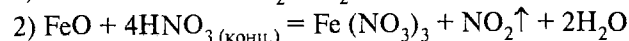
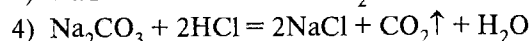
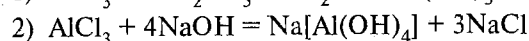
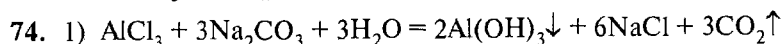
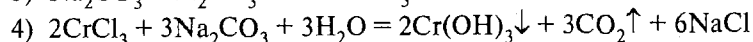
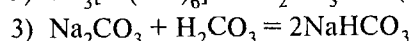
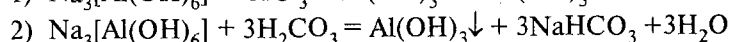
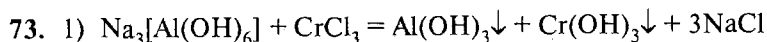
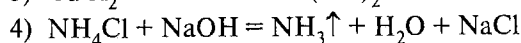
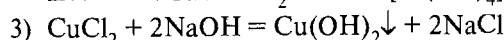
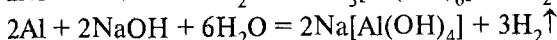
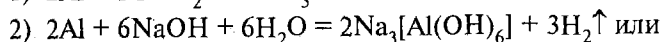
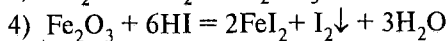
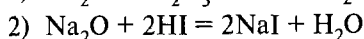
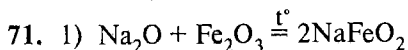
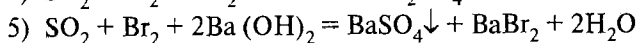
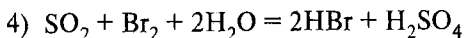
- 4) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} + 2\text{HI} = \text{SO}_2\uparrow + \text{I}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{I}_2\downarrow + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
40. 1) $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = \text{I}_2\downarrow + 2\text{KCl}$
 2) $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{AlCl}_3$
 3) $2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{I}_2\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
41. 1) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
 2) $3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 3\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$
 3) $\text{Mg} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\uparrow$
 4) $4\text{Mg} + 5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
42. 1) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{KHSO}_4$
 2) $\text{KNO}_3(\text{тв.}) + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3\uparrow$
 3) $5\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{P} = 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $5\text{KNO}_3 + 2\text{P} = 5\text{KNO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$
43. 1) $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2\downarrow$
 2) $8\text{KI} + 5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{I}_2\downarrow + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CuSO}_4 + \text{Mg} = \text{MgSO}_4 + \text{Cu}$
 4) $5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} + 4\text{Mg} = 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cu}(\text{HSO}_4)_2$
44. 1) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
 2) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
 3) $2\text{SO}_3 + 2\text{KI} = \text{I}_2\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4$
 4) $9\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{KI} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{I}_2\downarrow + 8\text{KHSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
45. 1) $\text{Na}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2 + \text{O}_2\uparrow$
 3) $4\text{HCl} + \text{PbO}_2 = \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{S} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{NaCl}$
46. 1) $2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 2) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{SO}_2 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KHSO}_3$

- 3) $2K_3[Cr(OH)_6] + 3H_2O_2 = 2K_2CrO_4 + 8H_2O + 2KOH$
 4) $H_2O_2 + SO_2 = H_2SO_4$
 5) $Fe_2(SO_4)_3 + H_2O + SO_2 = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$
47. 1) $Na_3[Cr(OH)_6] + FeCl_3 = Cr(OH)_3\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$
 2) $Na_3[Cr(OH)_6] + 3SO_2 = Cr(OH)_3\downarrow + 3NaHSO_3$
 3) $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3H_2O_2 = 2Na_2CrO_4 + 8H_2O + 2NaOH$
 4) $H_2O_2 + SO_2 = H_2SO_4$
 5) $2FeCl_3 + 2H_2O + SO_2 = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$
48. 1) $K_3[Cr(OH)_6] + FeCl_3 = Cr(OH)_3\downarrow + Fe(OH)_3\downarrow + 3KCl$
 2) $K_3[Cr(OH)_6] + 3SO_2 = Cr(OH)_3\downarrow + 3KHSO_3$
 3) $2K_3[Cr(OH)_6] + 3H_2O_2 = 2K_2CrO_4 + 8H_2O + 2KOH$
 4) $H_2O_2 + SO_2 = H_2SO_4$
 5) $2FeCl_3 + 2H_2O + SO_2 = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$
49. 1) $2Na_3[Cr(OH)_6] + 3H_2O_2 = 2Na_2CrO_4 + 8H_2O + 2NaOH$
 2) $Na_3[Cr(OH)_6] + AlCl_3 = Cr(OH)_3\downarrow + Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$
 3) $Na_3[Cr(OH)_6] + 3H_2S = Cr(OH)_3\downarrow + 3NaHS + 3H_2O$
 4) $H_2O_2 + H_2S = S\downarrow + 2H_2O$
50. 1) $FeCl_3 + 3KOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3KCl$
 2) $H_2O_2 + 2KI = I_2\downarrow + 2KOH$
 3) $2FeCl_3 + 6KI = 2FeI_2 + I_2\downarrow + 6KCl$ или
 $2FeCl_3 + 2KI = 2FeCl_2 + 2KCl + I_2\downarrow$
 4) $Al_2O_3 + 2KOH = 2KAlO_2 + H_2O$ (при сплавлении) или
 $Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O = 2K[Al(OH)_4]$
51. 1) $Cl_2 + H_2SO_3 + H_2O = 2HCl + H_2SO_4$
 2) $6Cl_2 + 6Sr(OH)_{2(\text{гор. р-р})} = 5SrCl_2 + Sr(ClO_3)_2 + 6H_2O$ или
 $2Cl_2 + 2Sr(OH)_{2(\text{хол. р-р})} = SrCl_2 + Sr(ClO)_2 + 2H_2O$
 3) $H_2SO_3 + Sr(OH)_2 = SrSO_3\downarrow + 2H_2O$
 4) $3Sr(OH)_2 + 2H_3PO_4 = Sr_3(PO_4)_2\downarrow + 6H_2O$
52. 1) $N_2O_5 + Ca(OH)_2 = Ca(NO_3)_2 + H_2O$
 2) $2N_2O_5 + 2KI = I_2\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2KNO_3$
 3) $N_2O_5 + H_2S = 2NO_2\uparrow + H_2O + S\downarrow$

- 4) $\text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{изб.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{S} (\text{изб.}) = \text{Ca}(\text{HS})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
53. 1) $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{AlBr}_3 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KBr}$
 2) $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KHS} + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{AlBr}_3 + 3\text{RbOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{RbBr}$ или
 $\text{AlBr}_3 + 4\text{RbOH} = \text{Rb}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{RbBr}$
 4) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{RbOH} (\text{изб.}) = \text{Rb}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{S} + \text{RbOH} (\text{недост.}) = \text{RbHS} + \text{H}_2\text{O}$
54. 1) $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{AlCl}_3 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
 2) $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaHS} + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{AlCl}_3 + 3\text{CsOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CsCl}$ или
 $\text{AlCl}_3 + 4\text{CsOH} = \text{Cs}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{CsCl}$
 4) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{CsOH} (\text{изб.}) = \text{Cs}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{S} (\text{изб.}) + \text{CsOH} = \text{CsHS} + \text{H}_2\text{O}$
55. 1) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{KOH} (\text{изб.}) = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{S} (\text{изб.}) + \text{KOH} = \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ или
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{KOH} = 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 3) $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaHS} + 3\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
56. 1) $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{NaHS}$
 2) $3\text{Na}_2\text{S} + 2\text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{NaCl}$
 3) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$
 4) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$
 5) $\text{H}_2\text{S} + 4\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$
57. 1) $\text{HClO}_4 + \text{KOH} = \text{KClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{KOH} (\text{изб.}) + \text{H}_2\text{S} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} (\text{изб.}) = 2\text{KHS}$
 3) $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH} (\text{гор. р-р}) = 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Br}_2 + 2\text{KOH} (\text{хол. р-р}) = \text{KBr} + \text{KBrO} + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + 2\text{HBr}$

58. 1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}_4 = \text{Ba}(\text{ClO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{H}_2\text{S} + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaS} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HI} + \text{S}\downarrow$
 4) $6\text{I}_2 + 6\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{гор. р-р})} = 5\text{BaI}_2 + \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{I}_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{хол. р-р})} = \text{BaI}_2 + \text{Ba}(\text{IO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
59. 1) $6\text{NaOH} + \text{CrCl}_3 = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{NaCl}$ или
 $3\text{NaOH} + \text{CrCl}_3 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
 2) $2\text{NaOH}_{(\text{хол. р-р})} + \text{Cl}_2 = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ или
 $6\text{NaOH}_{(\text{гор. р-р})} + 3\text{Cl}_2 = \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $16\text{NaOH} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 12\text{NaCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{CrCl}_3 + \text{H}_2 = 2\text{CrCl}_2 + 2\text{HCl}$
 5) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
60. 1) $2\text{KHSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{KHSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $6\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{гор. р-р})} + 6\text{Br}_2 = 5\text{BaBr}_2 + \text{Ba}(\text{BrO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{хол. р-р})} + 2\text{Br}_2 = \text{BaBr}_2 + \text{Ba}(\text{BrO})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 4) $6\text{NaOH}_{(\text{гор. р-р})} + 3\text{Br}_2 = 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $2\text{NaOH}_{(\text{хол. р-р})} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
61. 1) $5\text{NaNO}_3 + 2\text{P} = 5\text{NaNO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$
 2) $5\text{Br}_{2(\text{изб.})} + 2\text{P} = 2\text{PBr}_5$ или
 $3\text{Br}_{2(\text{нед.})} + 2\text{P} = 2\text{PBr}_3$
 3) $4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3\uparrow$
 4) $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH}_{(\text{гор. р-р})} + 3\text{H}_2\text{O} = 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Br}_2 + 2\text{KOH}_{(\text{хол. р-р})} = \text{KBr} + \text{KBrO} + \text{H}_2\text{O}$
62. 1) $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{N}_2\uparrow + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
 3) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
 4) $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$
63. 1) $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $10\text{NO}_2 + 2\text{P}_4 = 5\text{N}_2 + 2\text{P}_4\text{O}_{10}$ (или $4\text{P}_2\text{O}_5$)
 3) $2\text{NO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3\uparrow + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$

64. 1) $\text{KHCO}_3 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{Si} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$ или
 $\text{Si} + 4\text{KOH} = \text{K}_4\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2\uparrow$
65. 1) $3\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{FeCl}_3 = 3\text{KCl} + 3\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$
 2) $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{Cl}_2 = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{CO}_2\uparrow$
 4) $2\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{KCl}$
66. 1) $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$
 2) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$
 3) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
 4) $2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{BaCl}_2 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{KCl}$
67. 1) $3\text{CuSO}_4 + 2\text{Al} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Cu}\downarrow$
 2) $2\text{Al} + 6\text{HCl}_{(\text{конц.})} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$
 3) $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} \xrightarrow{t^\circ} 3\text{Mn} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
 4) $4\text{HCl}_{(\text{конц.})} + \text{MnO}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
68. 1) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KHCO}_3$
 2) $2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{MgCl}_2 = (\text{MgOH})_2\text{CO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + 4\text{KCl}$
 3) $2\text{KHCO}_3 + \text{MgCl}_2 = \text{MgCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{t^\circ} \text{C} + 2\text{MgO}$
69. 1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}_3 = \text{Ba}(\text{ClO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $3\text{PH}_3 + 4\text{HClO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{HCl}$
 4) $\text{HClO}_3 + 5\text{HCl} = 3\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{PH}_3 + \text{HCl} = \text{PH}_4\text{Cl}$
70. 1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 2) $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{Br}_2 = \text{BaBr}_2 + \text{Ba}(\text{BrO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $6\text{Ba}(\text{OH})_2 + 6\text{Br}_2 = 5\text{BaBr}_2 + \text{Ba}(\text{BrO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$



77. 1) $K_2O + Fe_2O_3 \xrightarrow{t} 2KFeO_2$
 2) $K_2O + 2HI = 2KI + H_2O$
 3) $K_2O + SO_2 = K_2SO_3$
 4) $Fe_2O_3 + 6HI = 2FeI_2 + I_2\downarrow + 3H_2O$
 5) $SO_2 + 4HI = 2I_2\downarrow + S\downarrow + 2H_2O$
78. 1) $2NO_2 + 2KOH = KNO_3 + KNO_2 + H_2O$
 2) $2NO_2 + 4Cu = N_2\uparrow + 4CuO$
 3) $2KOH + H_2SO_{4(конц.)} = K_2SO_4 + 2H_2O$
 4) $Cu + 2H_2SO_{4(конц.)} = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$
79. 1) $Fe_3O_4 + 10HNO_{3(конц.)} = 3Fe(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + 5H_2O$
 2) $Fe_3O_4 + 8HCl = 2FeCl_3 + FeCl_2 + 4H_2O$
 3) $Fe_3O_4 + Fe = 4FeO$
 4) $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$
80. 1) $Zn + S = ZnS$
 2) $Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$
 3) $MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2\downarrow + 2NaCl$
 4) $3S + 6NaOH = 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$ или
 $4S + 6NaOH = 2Na_2S + Na_2S_2O_3 + 3H_2O$
81. 1) $Mg + CuSO_4 = MgSO_4 + Cu\downarrow$
 2) $4Mg + 5H_2SO_4 = 4MgSO_4 + H_2S\uparrow + 4H_2O$
 3) $5H_2SO_{4(конц.)} + 8KI = H_2S\uparrow + 4I_2\downarrow + 4K_2SO_4 + 4H_2O$
 4) $2CuSO_4 + 4KI = 2CuI\downarrow + I_2\downarrow + 2K_2SO_4$
 5) $CuSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Cu(HSO_4)_2$
82. 1) $4P + 3KOH + 3H_2O = 3KH_2PO_2 + PH_3\uparrow$
 2) $2KOH + Cl_2 = KCl + KClO + H_2O$ или
 $6KOH + 3Cl_2 = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$
 3) $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$ или
 $KOH + H_2SO_4 = KHSO_4 + H_2O$
 4) $2P + 3Cl_2 = 2PCl_3$ или
 $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$

83. 1) $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$ или
 $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{NaHS} + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{NaHS} + \text{Cl}_2 = \text{S}\downarrow + \text{NaCl} + \text{HCl}$
- 4) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

ЛИТЕРАТУРА

1. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. Подготовка к ЕГЭ-2013. — Ростов н/Д: Легион, 2012.
2. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. Подготовка к ЕГЭ-2012. — Ростов н/Д: Легион, 2012.
3. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. Подготовка к ЕГЭ. Тематические тесты. Базовый и повышенный уровни. 10–11 классы. — Ростов н/Д: Легион, 2012.
4. *Доронькин В. Н.* Тесты по химии: Пособие для подготовки к единому государственному экзамену, выпускному и вступительному тестированию. 2-е изд. — М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004.
5. *Доронькин В. Н.* Универсальный задачник по химии для поступающих в вузы и школьников. — М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Вопрос С1. Реакции окислительно-восстановительные.	
Коррозия металлов и способы защиты от нее	4
<i>Задания вопроса С1</i>	12
Вопрос С2. Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ.	17
<i>Задания вопроса С2</i>	28
Вопрос С3. Реакции, подтверждающие взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	54
<i>Задания вопроса С3</i>	55
Вопрос С4. Расчеты: массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества	68
<i>Задания вопроса С4</i>	73
Вопрос С5. Нахождение молекулярной формулы вещества	83
<i>Задания вопроса С5</i>	85
Ответы	97
Приложение. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ. Дополнительные задания.	207
<i>Задания</i>	209
<i>Решение заданий</i>	218
Литература	234

Готовимся к ЕГЭ

Учебное издание

Доронькин Владимир Николаевич,
Бережная Александра Григорьевна,
Сажнева Татьяна Владимировна,
Февралева Валентина Александровна

**ХИМИЯ. ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ.
ЗАДАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ (С1—С5)**

Учебно-методическое пособие

Под редакцией **В. Н. Доронькина**

Издание третье, исправленное и дополненное

Обложка **А. Вартанов**
Компьютерная верстка **А. Ильинов**
Корректор **Н. Пимонова**

Налоговая льгота: издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 11.07.2012.

Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типографская.

Гарнитура Ньютон. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,7.

Тираж 5000 экз. Заказ № 183

ООО «ЛЕГИОН»

Для писем: 344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550.

Адрес редакции: 344011, г. Ростов-на-Дону, пер. Доломановский, 55.

www.legionr.ru e-mail: legionrus@legionrus.com

Издательство ООО «Легион» включено в перечень организаций, осуществляющих издание учебных пособий, которые допускаются к использованию в образовательном процессе в имеющих государственную аккредитацию и реализующих образовательные программы общего образования образовательных учреждениях. Приказ Минобрнауки России № 729 от 14.12.2009, зарегистрирован в Минюст России 15.01.2010 № 15987.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных диапозитивов
в ЗАО «Полиграфобъединение». 347900, г. Таганрог, ул. Лесная биржа, 6 В.

Пособия издательства «Легион» можно приобрести
в книготорговых организациях:

АБАКАН

ГАОУ РХ ДПО «ХакиРОиПК»
(3902) 227012; 226122

АНАПА

ИП Ладанова Н. И.
(86133) 37276; 32879

АРХАНГЕЛЬСК

ООО «Оберег+»
(8182) 651241; 207212; 652477
ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет имени
М. В. Ломоносова»
(8182) 216131

АСТРАХАНЬ

ГАОУ АО ДПО «АИПКП»
(8512) 524100; 89053601566
ИП Агаев Сархаддин Х. О.
89608595389
ИП Агаев Сейфаддин Х. О.
(8512) 727793
ИП Гасымов А. Р.
89371378242, 89029544752
ИП Щенина В. В.
89171808818

БЕЛГОРОД

ГОУ ДПО БелРИПКППС
(4722) 341257; 340247
ИП Бабьяк И. А.
(4722) 341559
ИП Поляков А. М.
(4722) 551532; 356183

БЕЛЕБЕЙ

ООО «Предприятие прогресс»
(34786) 37904

БРЯНСК

ИП Белкин Н. В.
(4832) 676840; 676892
ИП Трубка Н. З.
(4832) 595939; 89191993333

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД

ООО «МаркетСервис»
(8162) 623047; 623741
ООО «Прометей»
(8162) 778296; 773021

ВЛАДИМИР

ИП Митина Л. Г.
89607215548; 8 (4922) 470901

ООО «Мир учебников»

8 (4922) 324743

ГАОУ ДПО ВО «ВИПКРО имени

Л. И. Новиковой»

8 (4922) 451201

ВОЛГОГРАД

ИП Гражданкин Н. Н.
(8442) 930465; 900585

ООО «Кассандра»

(8442) 975800; 978585

ВОЛОГДА

ИП Дементьев А. В.

(8172) 515710

ОАО «Источник»

(8172) 724238

ВОРОНЕЖ

ООО «Амиталь»

8 (4732) 242490; 263519; 263560

ООО «Риокса»

8 (4732) 210866; 461326; 464394

ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК

ИП Лебедев В. Ф.

(48233) 64103; 89109308635

ГЕОРГИЕВСК

ИП Филатов В. П.

89283660500

ДЕРБЕНТ

ИП Шисинов И. Ш.

89034696986, (87240) 43500

ДИМИТРОВГРАД

ООО «Учебник»

(84235) 74848

ЕКАТЕРИНБУРГ

ООО «АлисАльянс»

8 (343) 3553386

ИП Евтюгина Н. С.

8 (343) 2281070

СТ. ЕССЕНТУКСКАЯ (СТАВРОП. КРАЙ)

ИП Зинченко В. Г.

8 (87961) 51128

ИВАНОВО

ООО «ИМЦ «Глобус»

(4932) 585574

ООО «Новая мысль»

(4932) 416416

ИП Ракова О. В.
(4932) 300428

ИЖЕВСК

ООО «Свиток»
(3412) 782224; 510537
ООО «Магазин «Учебно-методическая
книга»
(3412) 783504

ЙОШКАР-ОЛА

ИП Кошкин Н. Ю.
(8362) 634155; 634404
ИП Удальцова З. И.
(8362) 462469
ЗАО «Дом книги»
(8362) 455533; 455509

КАЗАНЬ

ИП Крамень И. Н.
(843) 2924651; 89172332240
ИП Микашин В. Н.
(843) 2645863
ООО «Пегас»
(843) 2723455; 2720181
Торговый дом «Аист-Пресс»
(843) 5255540; 5255214
ИП Прокопьева А. С.
(843) 434602

КАЛИНИНГРАД

ООО «МЧ»
(4012) 631088; 631039
ИП Синохин О. Б.
(4012) 399816; 771816

КАЛУГА

ИП Безбородова Т. И.
89066433717
ИП Махонина А. А.
(4842) 561010
ООО «ИМЦ «Глобус»
(4842) 774599

КИРОВ

ИП Воробьева Е. Л.
(8332) 784333; 456633
ИП Кокорин Ю. П.
(8332) 294040; 294408

КОСТРОМА

ИП Аббакумова Э. О.
(4942) 315376; 370521; 370421
ООО «Учебники 44»
(4942) 456233; 456252
ООО «Филипок»
(4942) 415091; 360072

КРАСНОДАР

ООО «Когорта»
(861) 2795421
ООО «Ремикс»
(861) 2672449
ООО «ИПЦ «Перспективы образования»
(861) 2620511; 2357206

КРАСНОЯРСК

ООО фирма «Градъ»
(391) 2591150; 2591151
Торг. зал 8 (391) 2263145; 2263146
ООО «Сибверконтинент»
(391) 2018638; 2018581
КГАОУ ДПО «КК ИПК и ППРО»
(391) 2360256; 2364296; 2576007

КУРГАН

ООО «Алиск»
(3522) 246104; 246105
ИП Севастьянов М. Л.
(3522) 465702; 460922

КУРСК

ИП Захаров С. Ю.
(4712) 351651
ИП Юдин А. И.
89038765657

ПОС. ЛАЗАРЕВСКАЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

ИП Зайцев А. А.
89189167166; (8622) 707413

ЛИПЕЦК

ООО «ЛКТФ Книжный клуб 36,6»
(4742) 774064; 487932; 221961; 221950

МОСКВА

ООО «Абрис»
(495) 2296759
ООО Торговый Дом «БИБЛИО-ГЛОБУС»
(495) 7811900; 6288628; 6217839
ООО «ИМЦ «Глобус»
(495) 9887283
ООО «Инофопечать»
(495) 5892688; 9891438
ООО «Торговая Компания Лабиринт»
(495) 7800098
ООО «Партнер Ай Ди»
(495) 7339168
ИП Горбунов С. В.
89151426392

НАЗАРОВО

ИП Билле Н. Т.
89131971261

НИЖНИЙ НОВГОРОД

ИП Кулемин В. П.
(831) 2433500
ИП Чернышев В. В.
(831) 4365814

НОВОКУБАНСК

ИП Матвиенко Н. И.
89289027574; 89184146585

НОВОРОССИЙСК

ООО «Центр социальных инициатив»
(8617) 631248; 631271

НОВОСИБИРСК

ООО «Библионик»
(383) 3364602
ООО «Буксити»
(383) 2236973; 2239810
ИП Мельник Т. С.
(383) 3464823; 89139433124
ООО «Школьные учебники»
(383) 2125090
ИП Зюриков К. Ю.
(383) 2165633; 2000916;
89133812032

ОМСК

ООО «Принт ТФ»
(3812) 535273; 534273
ООО «Сфера»
(3812) 306321
ИП Савченко Г. Н.
(3812) 233571; 538967
ИП Спицын В. Н.
(3812) 246987; 246873

ОРЕЛ

ИП Кокорин Т. В.
(4862) 745985

ОРЕНБУРГ

ООО «Фирма Фолиант»
(3532) 774692; 774033

ПЕРМЬ

ООО «Учебники»
(342) 2971309; 89125812788
ИП Габзалилов М. Х.
(342) 2495323; 2495324
ИП Зеленецкий А. Б.
(342) 2460230; 2411135; 2410551
ИП Жмыхова Г. И.
(342) 2266691; 2264410

ПЕТРОЗАВОДСК

ООО «Азбука»
(8142) 785503

ООО Книжный магазин «Экслибрис»
(8142) 763376; 767551

ООО «Мистериум»
(8142) 768135

ПСКОВ

ИП Васильева А. В.
(8112) 662504

ПЯТИГОРСК

ИП Артыков А. М.
89282932973; 88793342399
ИП Бердникова Л. А.
(8793) 338880; 394717
ИП Черкасова А. А.
(8793) 390253; 390254
ИП Зинченко В. Г.
89282522296

РОСТОВ-НА-ДОНУ

ИП Ермолаева А. С.
8 (863) 2993645
ИП Доменчук Л. Е.
(863) 2318518
ООО «Алтай»
(863) 2623795
ООО «Донская школа»
(863) 2675611
ИП Евдокимов И. А.
(863) 2793911; 2635331
ОАО «Ростов-книга»
(863) 2958932; 2783623
ИП Рудницкий А. В.
(863) 2348296

САМАРА

ООО «МЕТИДА-ОПТ»
(846) 2691717; 2691716
ООО «Чакона»
(846) 3312233
Магазин «Учебная книга»
(846) 9955868

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ООО «Век развития»
(812) 9240458
ООО «Виктория плюс»
(812) 5165811; 5906729; 5982110
ООО «Коллибри»
(812) 7035994; 7035995; 7035996
Санкт-Петербургская книжная сеть
«Буквоед»
(812) 3465327
ООО «Санкт-Петербургский Дом Книги»
(812) 4482357

САРАТОВ

ИП Вавилов О. Ю.
(8452) 222404
ООО «Гемера-Плюс»
(8452) 643737; 647824
ООО «Стрелец и К»
(8452) 523333

СМОЛЕНСК

ИП Иванова М. В.
(4812) 658665
ИП Кормильцева И. В.
(4812) 389352
ООО «Книжный мир»
(4812) 214087; 326596

СОЧИ

ООО «Анис»
(8622) 642772
ООО «Бестселлер»
(8622) 986571

СТАВРОПОЛЬ

ИП Апурин А. И.
(8652) 280730; 282381
ИП Колесников А. П.
89286502933
ООО «Ставрополь-Сервис-Школа»
(8652) 574725; 574727

ТАМБОВ

ТО ГО АУ ДПО «ИПКРО»
(4752) 630508

ТВЕРЬ

ООО «ВООКСЕРВИС»
(4822) 345211
ООО «Кириллица»
(4822) 320568

ТИХОРЕЦК

ООО «Астрей»
(86196) 73642

ТОМСК

ООО «Книжный магазин-музей «ПЕТР
МАКУШИН»
(3822) 515833

ТЮМЕНЬ

ИП Воронов А. В.
(3452) 263838

УЛАН-УДЭ

ИП Цыбикова Л. Н.
(3012) 552724; 552423
ИП Шашина О. К.
(3012) 220105
АОУ ДПО Респ. Бурятия «РИКУ и О»
(3012) 216113

УЛЬЯНОВСК

ООО «ИМЦ «Глобус»
(8422) 675577
ИП Селезнев Ю. И.
(8422) 533333

УФА

ИП Хабибов И. З.
(347) 2414257; 2413636
ООО «Мир книги»
(347) 2825630; 2828392; 2828965

ХАБАРОВСК

ООО «Мирс»
(4212) 470047

ЧЕБОКСАРЫ

ИП Медведева Л. М.
(8352) 529036; 8 (937) 3820163
ИП Романов А. Ю.
89603056905
Чувашский Учколлектор
(8352) 574576; 562475; 628557
ИП Сайдашева Л. А.
89278447053

ЧЕЛЯБИНСК

ООО ИнтерСервис ЛТД»
(351) 2477413; 2477414
ЧРОО «Гильдия школьных учителей»
89058358895
ООО «Образовательная практика»
(351) 2719707; 2694660

ЭЛИСТА

ИП Борлыкова Л. А.
(84722) 28642

ЯКУТСК

Терехова В. А.
89644193144; 89142852056

ЯРОСЛАВЛЬ

ИП Тихонова Н. Е.
(4855) 552254

Учебно-методический комплекс
«Химия. Подготовка к ЕГЭ»
под редакцией В.Н. Доронькина
включает следующие пособия
для учащихся и учителей:

- Химия. Подготовка к ЕГЭ-2013. В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева
- Химия. 10-11 классы. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Базовый и повышенный уровни. В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева
- Химия. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Задачи высокого уровня сложности (С1 - С5). В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева
- Химия. 9-11 классы. Карманный справочник. Под редакцией В.Н. Доронькина

Комплекс будет дополнен другими учебно-методическими пособиями, отражающими изменения в нормативных документах ЕГЭ



Издательство включено в перечень организаций, осуществляющих издание учебных пособий, которые допускаются к использованию в образовательном процессе в имеющих государственную аккредитацию и реализующих образовательные программы общего образования образовательных учреждений. Приказ Минобрнауки России № 729 от 14.12.2009, зарегистрирован в Минюст России 15.01.2010 № 15987

ISBN 978-5-9966-0269-8



9 785996 160269

344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550. издательство
Тел. (863) 303-05-50, 248-14-03. **ЛЕГИОН**



Сайт, интернет-магазин: www.legionr.ru
e-mail: legionrus@legionrus.com

Опт, мелкий опт, интернет-магазин, книга – почтой.