

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



готовимся

к ЕГЭ



ХИМИЯ

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ

ЗАДАНИЯ
ВЫСОКОГО УРОВНЯ
СЛОЖНОСТИ (C1 - C5)



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 учреждений. Приказ Минобрнауки России № 729 от 14.12.2009, зарегистрирован в Минюст России 15.01.2010 № 15987.

**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



ЛЕГИОН
Ростов-на-Дону
2011

УДК 373.54
ББК 24я721
Х46

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

Рецензенты:

Гутерман В.Е., доктор хим. наук, проф. каф. электрохимии химического факультета ЮФУ;

Луков В.В., доктор хим. наук, проф. каф. физической и коллоидной химии химического факультета ЮФУ.

Коллектив авторов:

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

Химия. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Задания высокого уровня сложности (С1—С5) : учебно-методическое пособие / Под ред. В. Н. Доронькина. — Ростов н/Д : Легион, 2011. — 128 с. — (Готовимся к ЕГЭ).

ISBN 978-5-9966-081-6

Предлагаемое пособие предназначено для подготовки к ЕГЭ по химии и составлено в соответствии с требованиями новейшего плана ЕГЭ на 2011 год. Издание включает задания **высокого уровня сложности (С1—С5)**. Каждый раздел книги 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 высокий результат на экзамене, а также учителям и методистам, которые организуют процесс подготовки к ЕГЭ по химии.

УДК 373.54
ББК 24я721

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга представляет собой, возможно, первый опыт создания пособия по химии для подготовки к выполнению заданий повышенного уровня сложности по общей, неорганической и органической химии с развернутым ответом (задания части С).

Для каждого из вопросов С1 — С5 приведено достаточно большое число заданий (всего более 425), которое позволяет проверить свои знания и углубить имеющиеся навыки и/или выучить фактический материал, включаемый в проверочные задания части С. Большинство заданий, приведенных в этом пособии, — авторские разработки, уже апробированные ранее [1–6] или вновь созданные. Как вопросы, так и ответы соответствуют формулировкам тестов ЕГЭ. Содержание пособия соответствует содержанию вариантов ЕГЭ, предлагавшихся в последние годы, и спецификации ЕГЭ. Внимательное изучение предлагаемых в пособии заданий позволит вам познакомиться с большинством заданий, которые могут встретиться при выполнении теста ЕГЭ.

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

Надеемся, что это книга поможет вам успешно выдержать экзамены.

Желаем удачи!

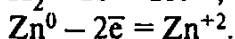
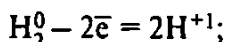
Авторы выражают благодарность Поспелову Андрею Александровичу за внимательное чтение и помощь в рецензировании книги.

РЕАКЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

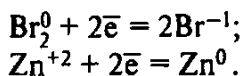
Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) — реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов, входящих в реагенты и продукты.

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.

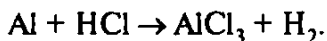
Число электронов, отданных окислителем в ОВР, всегда равно числу электронов, принятых восстановителем.

Важнейшие окислители и восстановители

Окислители	Восстановители
Простые вещества — неметаллы (кислород, галогены и другие), соединения, содержащие элемент в максимальной (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , HNO_3 , $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$) или промежуточной степени окисления (H_2O_2 , MnO_2 , Ag_2O , 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_2SO_3 , HNO_2 , H_3PO_3), альдегиды, спирты, муравьиная кислота, катод при электролизе.

Метод электронного баланса

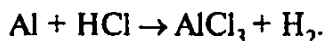
Пример 1. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



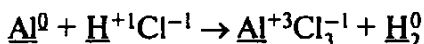
Определите окислитель и восстановитель.

Решение

1. Записать схему реакции, например:



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

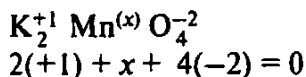


Правила определения степени окисления:

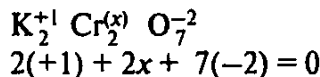
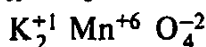
- в простом веществе элемент имеет нулевую степень окисления (K^0 , O_2^0);
- водород в соединениях (исключение — гидриды металлов NaNH_2 , CaH_2 и др.) имеет степень окисления +1;
- кислород в соединениях (исключение пероксиды $[-1]$ и F_2O $[+2]$) имеет степень окисления -2 ;

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

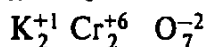
В молекуле сумма степеней окисления всех элементов равна нулю, в ионе алгебраическая сумма степеней окисления равна заряду иона.



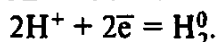
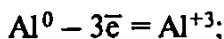
$$x = +6$$



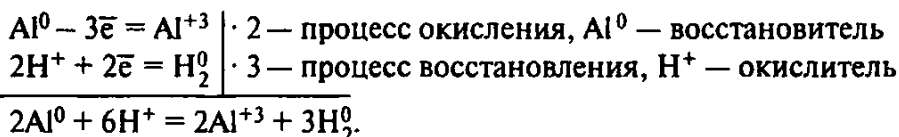
$$x = +6$$



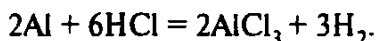
3. Написать уравнения процессов окисления и восстановления. Обязательно учитывать количество атомов элементов, участвующих в процессах:



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;

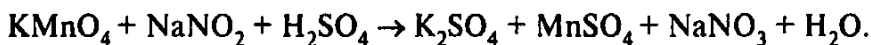
6 атомов Cl.

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:



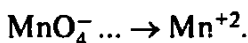
Решение

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

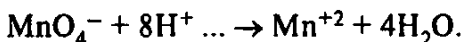


В ходе реакции ионы MnO_4^- восстанавливаются до ионов Mn^{+2} ($\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$), а ионы NO_2^- окисляются до NO_3^- ($\text{N}^{+3} \rightarrow \text{N}^{+5}$).

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:

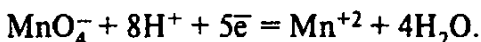


Уравниваем заряды в левой и правой частях уравнения:

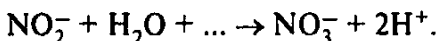
в левой части суммарный заряд $(-1 + 8) = +7$,

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:

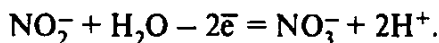


Уравниваем заряды в левой и правой частях уравнения:

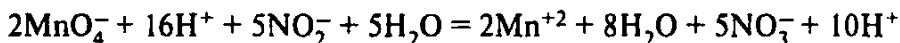
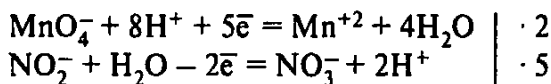
в левой части суммарный заряд $(-1 + 0) = -1$,

в правой — $(-1 + 2) = +1$,

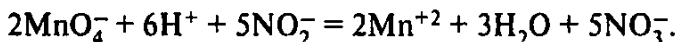
для уравнивания зарядов убираем 2 моль электронов из левой части уравнения;



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



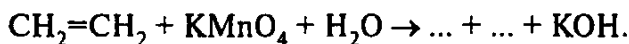
После сокращения ионов и молекул, встречающихся в левой и правой частях уравнения, получаем:



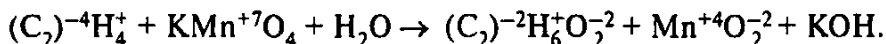
4. Переносим коэффициенты в молекулярное уравнение реакции $2\text{KMnO}_4 + 5\text{NaNO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Окислительно-восстановительные реакции с участием органических веществ

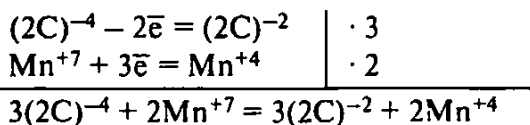
Пример 3. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



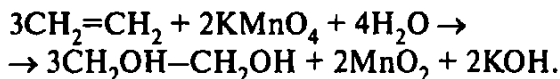
Вычисляем степени окисления, при этом для атомов углерода определяем суммарный заряд в молекуле:



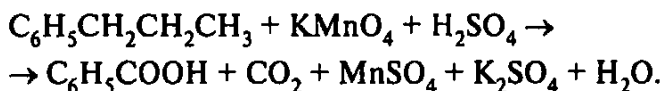
Составляем уравнения процессов окисления и восстановления, рассматривая все атомы углерода как единую группировку, и записываем суммарное уравнение электронного баланса:



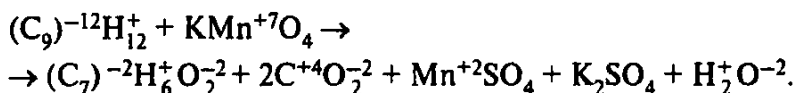
Переносим коэффициенты из суммарного уравнения в молекулярное уравнение и уравниваем число всех атомов:



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: $-2 + 2 \cdot (+4)$

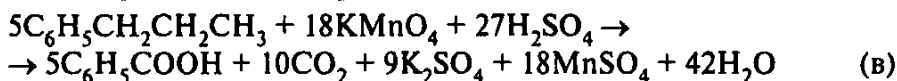
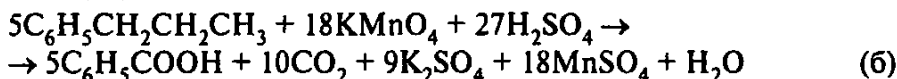
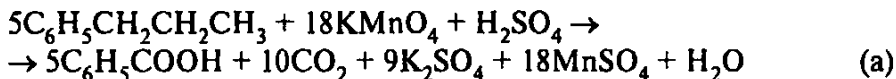
$$(-12) - (-2 + 2 \cdot 4) = -18:$$

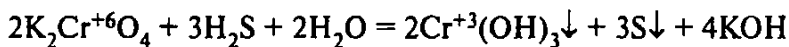
$$(9\text{C})^{-12} - 18\bar{e} = (7\text{C})^{-2} + 2\text{C}^{+4} \quad \left| \cdot 5 \right.$$

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

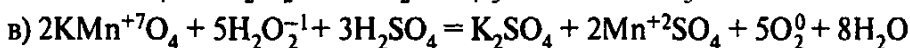
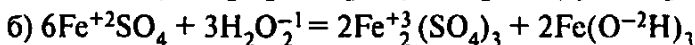
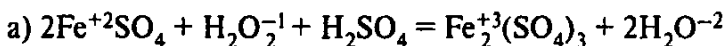
$$5(9\text{C})^{-12} + 18\text{Mn}^{+7} = 5(7\text{C})^{-2} + 10\text{C}^{+4} + 18\text{Mn}^{+2}$$

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.



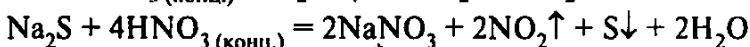
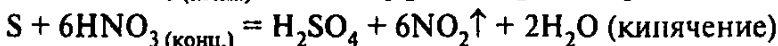
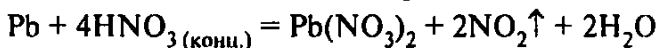


3) Пероксид водорода H_2O_2 при взаимодействии с восстановителями является сильным окислителем (а, б), при взаимодействии с очень сильными окислителями (в) проявляется свойства восстановителя.

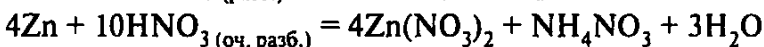
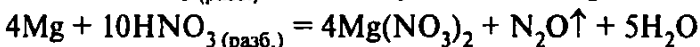
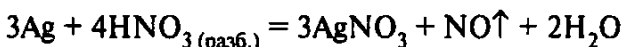


4) Продукты взаимодействия азотной кислоты с различными восстановителями зависят от концентрации кислоты и природы восстановителя.

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

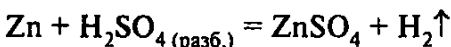


Разбавленная HNO_3 малоактивными металлами восстанавливается до N^{+2}O , активными металлами — до N_2^{+1}O ; очень разбавленная кислота активными металлами восстанавливается до $\text{N}^{-3}\text{H}_4\text{NO}_3$.

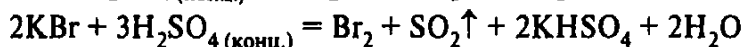
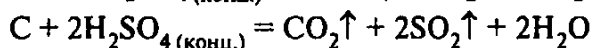
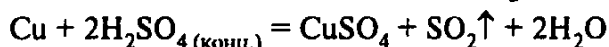


5) Продукты взаимодействия серной кислоты с различными восстановителями зависят от концентрации кислоты и активности восстановителя.

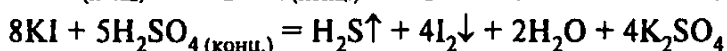
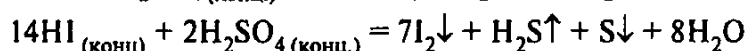
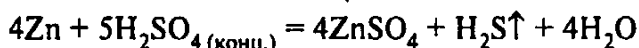
Разбавленная H_2SO_4 взаимодействует с металлами, находящимися в ряду активности левее водорода, с выделением газообразного водорода.



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



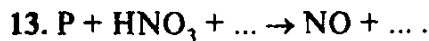
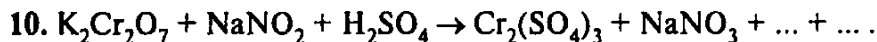
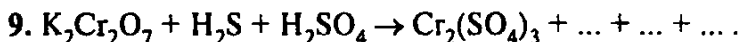
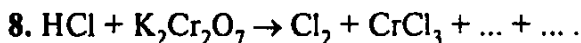
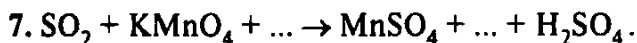
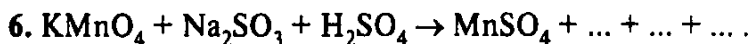
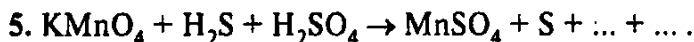
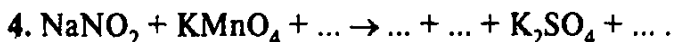
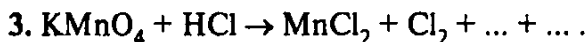
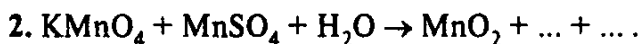
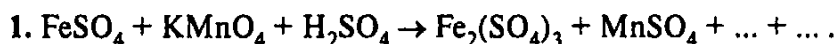
Концентрированная H_2SO_4 более активными восстановителями (активные металлы, сильные восстановители) восстанавливается до H_2S^{-2} или S^0 .



Задания вопроса C1

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции.

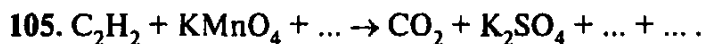
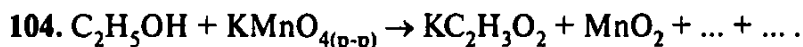
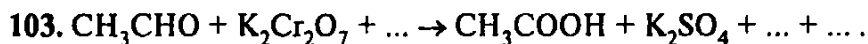
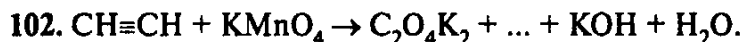
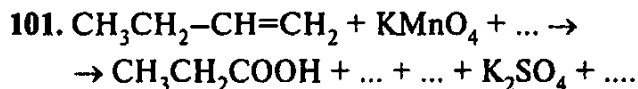
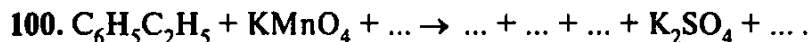
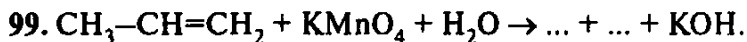
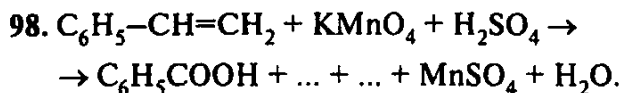
Определите окислитель и восстановитель.



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. $\text{MnSO}_4 + \text{KClO}_3 + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots + \dots$.
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. $\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
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. $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \dots + \dots$.
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. $\text{HNO}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \dots + \text{H}_2\text{O}$.
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. $\text{KMnO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{N}_2 + \dots$
61. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \dots \rightarrow \dots + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$.
62. $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \dots \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$.
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.

РЕАКЦИИ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Выполнение задания С2 предполагает углубленное изучение свойств неорганических веществ и понимание взаимосвязей между различными классами и группами веществ.

При выполнении этого задания анализ возможных превращений следует осуществлять по двум направлениям:

I. Реакции без изменения степени окисления (кисотно-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 5.

Даны вещества: оксид азота (IV) и водные растворы гидроксида натрия, нитрата цинка и хлорида железа (II). Напишите уравнения четырех 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 щелочи, может реагировать с кислотными и амфотерными оксидами

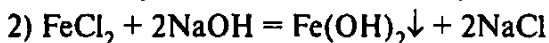
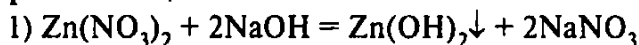
с образованием солей, кислотами и амфотерными основаниями, растворимыми солями (если образуется нерастворимое вещество или слабый электролит).

- в) нитрат цинка $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ — растворимая соль, образованная амфотерным основанием $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 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.

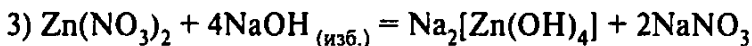
Возможные уравнения реакций

I. Реакции без изменения степени окисления

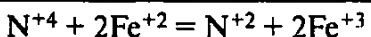
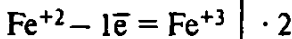
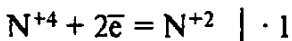
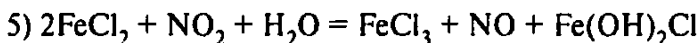
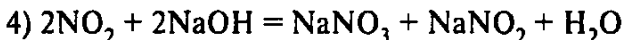
Растворимые соли реагируют со щелочью с образованием нерастворимого вещества:



Гидроксид цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$, образующийся при взаимодействии соли цинка со щелочью (уравнение (1)) — амфотерное вещество; амфотерные гидроксиды растворяются в избытке щелочи 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 четырех 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 вопроса С2

1. Даны: бромоводородная кислота, перманганат натрия, гидроксид натрия и бром. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

2. Даны: перманганат натрия, сульфат марганца (II), гидроксид натрия и оксид фосфора (V). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

3. Даны вещества: перманганат калия, сероводород, сульфат марганца (II), соляная кислота. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

4. Даны вещества: перманганат калия, фосфорная кислота, сульфит натрия, вода, гидроксид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

5. Даны водные растворы перманганата калия, сульфита калия, хлорида бария, концентрированная азотная кислота и медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

6. Даны разбавленные водные растворы перманганата натрия, сульфита натрия, хлорида бария, азотной кислоты и медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

7. Даны вещества: бром, цинк, растворы дихромата натрия и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

8. Даны вещества: дихромат калия, серная кислота (конц.), фторид натрия, гидроксид рубидия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

9. Даны вещества: дихромат калия (р-р), гидроксид калия, серная кислота (конц.), оксид азота (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

10. Даны вещества: дихромат калия, гидроксид калия, бром, цинк. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

11. Даны вещества: дихромат калия, серная кислота (конц.), сульфид меди (I), йодид калия (р-р), ртуть. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

12. Даны вещества: дихромат калия, сульфат железа (II), серная кислота (концентрированная и раствор) и перманганат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

13. Даны вещества: дихромат калия, углерод, водород, серная кислота (конц.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

14. Даны вещества: хромат калия, азотная кислота, гидроксид бария (раствор), алюминий. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

15. Даны водные растворы хлорида железа (III), бихромата калия, йодида калия, серной кислоты и гидроксида лития. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

16. Даны вещества: хлорид железа (III), йодид натрия, сульфат натрия, серная кислота и гидроксид калия. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

17. Даны растворы хромата калия и кислот сероводородной, хлороводородной и азотной. Напишите четыре уравнения возможных реакций между этими веществами.

18. Даны четыре вещества: хромат калия, хлороводород, сероводород, азотная кислота. Напишите четыре уравнения возможных реакций между этими веществами.

19. Даны вещества: хромат калия, гидроксид натрия, сульфид аммония, серная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

20. Даны: концентрированные азотная и соляная кислоты, сера и гидроксид железа (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

21. Даны: азотная кислота (конц.), серная кислота (конц.), сульфид меди (II), хлор и кислород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

22. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, сульфид меди (II), серебро, карбонат натрия, фосфор (красный). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

23. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, хлорид железа (II), гидроксид натрия, медь. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

24. Даны вещества: азотная кислота (разб.), алюминий, вода и гидроксид натрия (конц. р-р). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

25. Даны вещества: азотная кислота, сероводород, йод и кислород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

26. Даны вещества: концентрированная азотная кислота, кальций, фосфор и вода. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

27. Даны вещества: азотная кислота, кальций, фосфор. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

28. Даны вещества: азотная кислота, карбонат натрия, хлорид железа (III), сульфид натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

29. Даны вещества: разбавленная азотная кислота, магний, азот, аммиак. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

30. Даны вещества: азотная кислота, сульфид меди (II), медь, оксид азота (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

31. Даны вещества: концентрированная азотная кислота и растворы карбоната натрия, хлорида железа (III), сульфида натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

32. Даны вещества: концентрированная азотная кислота и растворы сульфата железа (III), карбоната калия, сульфида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

33. Даны вещества: азотная кислота (конц.), серная кислота (конц.), сера, сероводород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

34. Даны вещества: азотная кислота (конц.), сульфид алюминия, хлороводородная кислота, углерод. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

35. Даны вещества: серная кислота (конц.), цинк, вода и гидроксид натрия (конц.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

36. Даны разбавленные водные растворы азотной кислоты, йодида калия, бромиды железа (III) и гидроксида стронция. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

37. Даны вещества: азотная кислота (конц.), медь, сероводородная кислота и гексагидроксоалюминат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

38. Даны вещества: серная кислота (конц.), бихромат калия, азотная кислота (конц.), гидроксид калия (конц.), оксид азота (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

39. Даны: концентрированная серная кислота, хлорид меди (II), кислород и йодоводородная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

40. Даны вещества: серная кислота (конц.), алюминий, хлор и йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

41. Даны вещества: серная кислота (конц.), ортофосфат кальция, ортофосфорная кислота, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

42. Даны вещества: серная кислота (конц.), сульфат калия, нитрат калия, фосфор. Приведите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

43. Даны вещества: концентрированная серная кислота, сульфат меди (II), йодид калия, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

44. Даны вещества: концентрированная серная кислота, оксид серы (VI), вода и йодид калия. Напишите четыре уравнения реакций между этими веществами.

45. Даны вещества: пероксид водорода, сульфид натрия, хлороводородная кислота (конц.), оксид свинца (IV). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

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 этими веществами.

50. Даны вещества: пероксид водорода, хлорид железа (III), оксид алюминия, гидроксид калия, йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

51. Даны разбавленные водные растворы веществ: хлора, сернистой кислоты, гидроксида стронция и ортофосфорной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

52. Даны вещества: сероводород, оксид азота (V), известковая вода и йодид калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

53. Даны вещества: водные растворы сероводорода, бромида алюминия, гидроксида рубидия и гексагидроксоалюмината калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

54. Даны водные растворы сероводорода, гексагидроксоалюмината натрия, хлорида алюминия и гидроксида цезия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

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 этими веществами.

56. Даны водные растворы сероводорода, сульфида натрия, хлорида алюминия и хлора. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

57. Даны разбавленные водные растворы брома, хлорной кислоты, сероводорода и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

58. Даны разбавленные водные растворы веществ: сероводорода, йода, гидроксида бария и хлорной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

59. Даны вещества: хлор, водород, гидроксид натрия (конц. р-р), хлорид хрома (III). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

60. Даны вещества: гидроксид натрия, бром, гидросульфат калия, гидроксид бария. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

61. Даны вещества: нитрат натрия, фосфор, бром, гидроксид калия (водный раствор). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

62. Даны вещества: нитрит натрия, хлорид аммония, гидроксид натрия, хлорид железа (II), кремний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

63. Даны вещества: оксид азота (IV), гидроксид калия (раствор), белый фосфор, водород. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

64. Даны вещества: кремний, соляная кислота, едкое кали, гидрокарбонат калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

65. Даны водные растворы хлора, карбоната калия, тетрагидроксоалюмината калия и хлорида железа (III). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

66. Даны вещества: водные растворы хлорида бария, серной кислоты, фосфата калия и алюминий. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

67. Даны вещества: оксид марганца (IV), алюминий, водный раствор сульфата меди и концентрированная соляная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

68. Даны вещества: растворы хлорида магния, карбоната калия и гидрокарбоната калия, углекислый газ, магний. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

69. Даны вещества: хлорноватая кислота, концентрированная соляная кислота, гидроксид бария и фосфин. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

70. Даны вещества: оксид азота (IV) и водные растворы гидроксида калия, хлорида цинка и сульфата меди (II). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

71. Даны вещества: оксид натрия, оксид железа (III), йодоводород и углекислый газ. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

72. Даны вещества: хлорид меди (II) (р-р), алюминий, гидроксид натрия (р-р), хлорид аммония (тв.). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

73. Даны водные растворы гексагидроксоалюмината натрия, хлорида хрома (III), карбоната натрия и угольной кислоты. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

74. Даны водные растворы соляной кислоты, хлорида алюминия, карбоната натрия и гидроксида натрия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

75. Даны вещества: медь, кислород, соляная кислота. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

76. Даны вещества: сульфид аммония (раствор), хлорид хрома (III), гидроксид натрия (конц.), хлорная кислота (раствор). Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

77. Даны вещества: оксид калия, оксид железа (III), йодоводород и сернистый газ. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами.

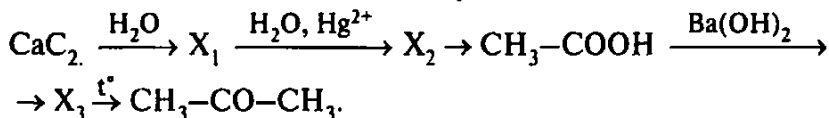
РЕАКЦИИ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ УГЛЕВОДОРОДОВ И КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

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:

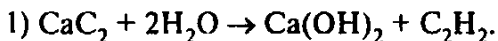
- а) общих свойств класса (группы) органических веществ;
- б) общих способов получения веществ;
- в) специфических свойств некоторых конкретных веществ.

Пример 6.

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

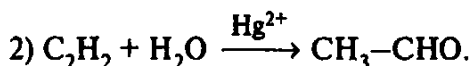


Цепочка превращений начинается с карбида кальция CaC_2 . Это вещество применяется только для получения ацетилена C_2H_2 , следовательно, вещество X_1 — ацетилен $\text{CH}\equiv\text{CH}$:

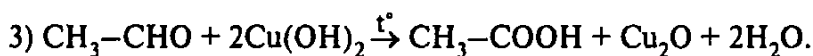


Строение вещества X_2 устанавливаем в результате сопоставления следующих рассуждений:

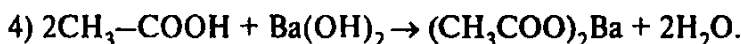
- а) органические кислоты получают окислением альдегидов и гидролизом сложных эфиров или тригалогенпроизводных, следовательно, вещество X_2 может быть альдегидом (уксусным альдегидом), сложным эфиром уксусной кислоты или 1,1,1-тригалогенэтаном;
- б) ацетилен присоединяет воду в присутствии солей ртути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



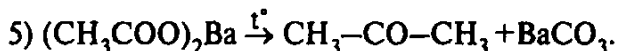
Альдегиды окисляются до карбоновых кислот при взаимодействии с Ag_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, O_2 и другими окислителями, следовательно, X_2 — ацетальдегид.



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



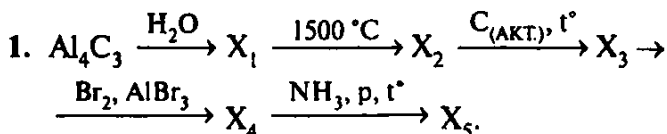
Кальциевые и бариевые соли карбоновых кислот при нагревании разлагаются с образованием соответствующего карбоната и кетона:

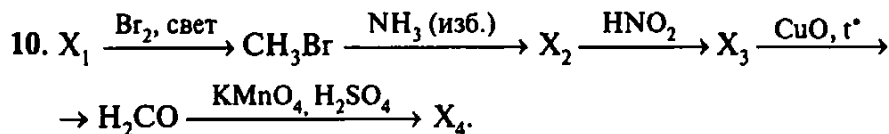
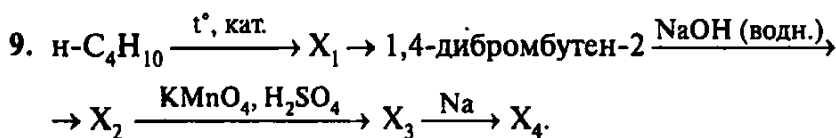
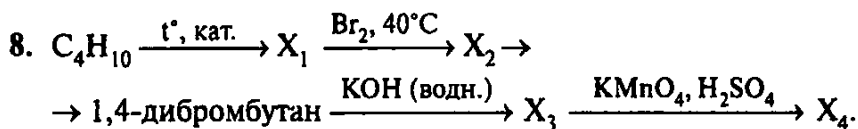
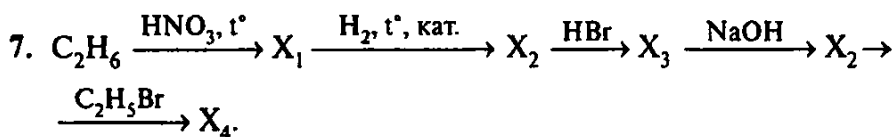
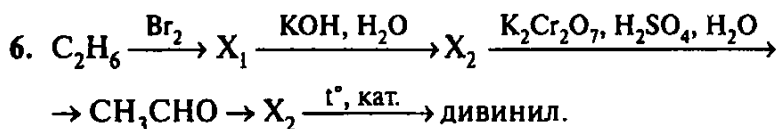
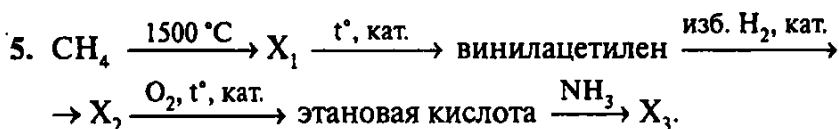
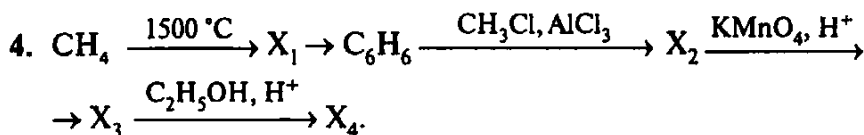
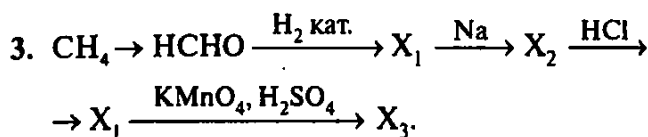
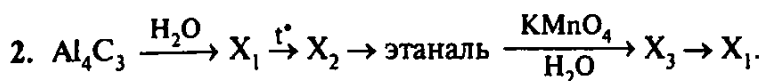


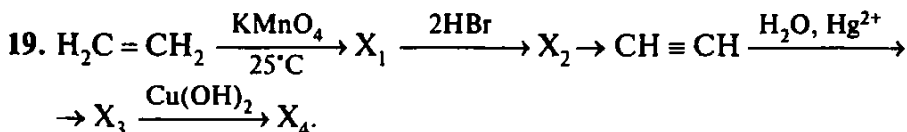
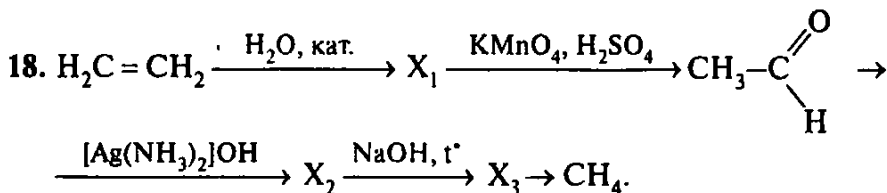
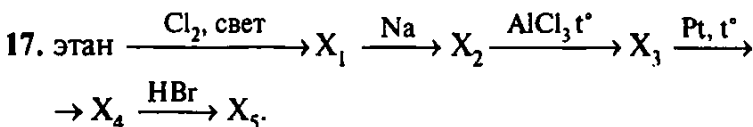
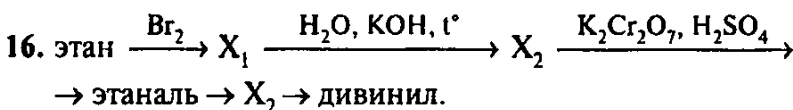
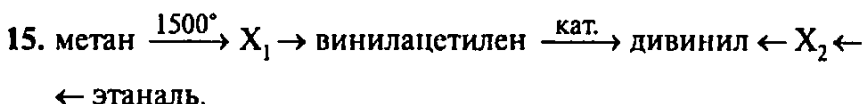
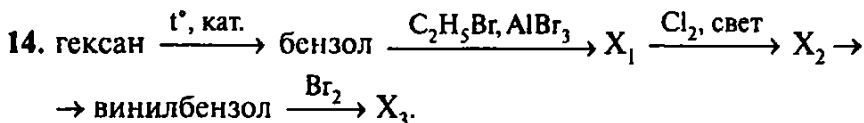
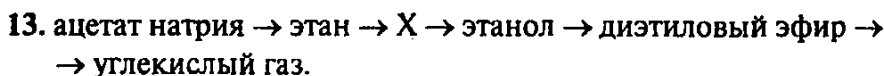
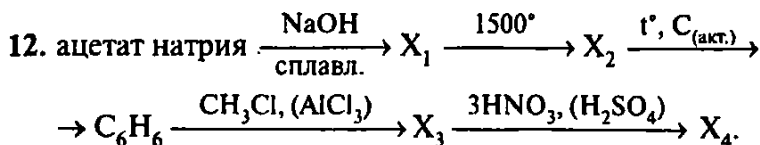
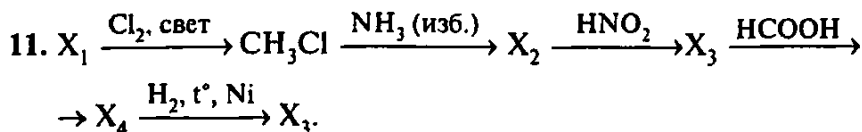
Каждое составленное уравнение в этом задании оценивается в 1 балл, поэтому, если вы можете написать не все уравнения, а только некоторые из них, обязательно запишите их в бланке ответов.

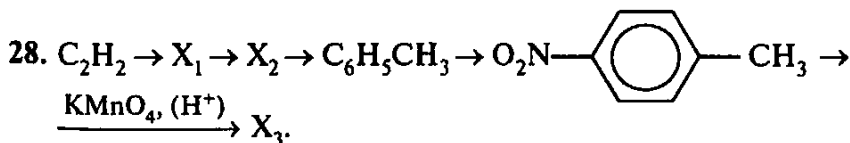
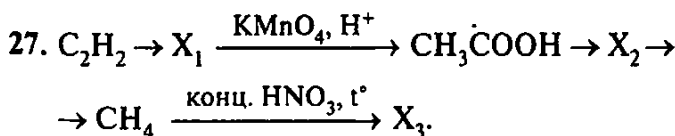
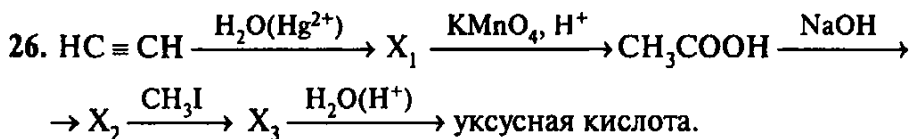
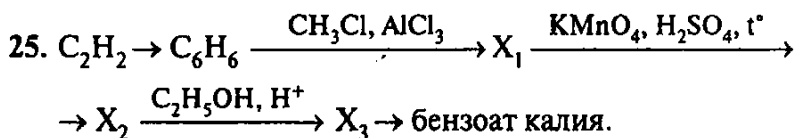
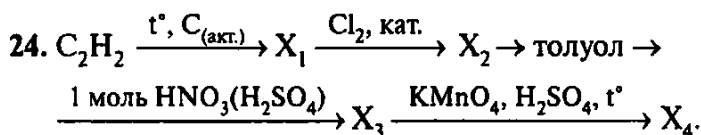
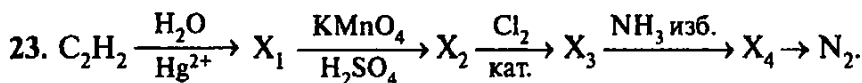
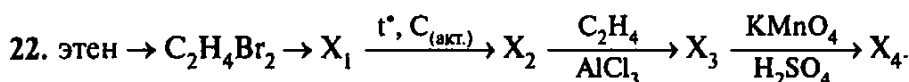
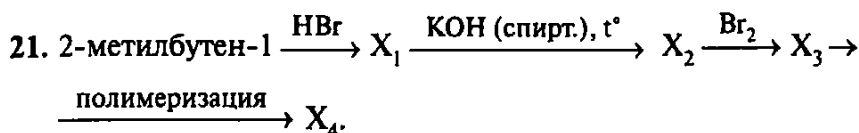
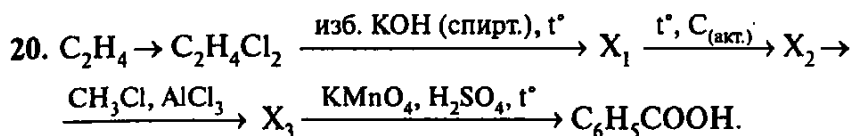
Задания вопроса C3

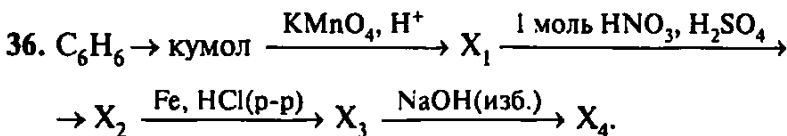
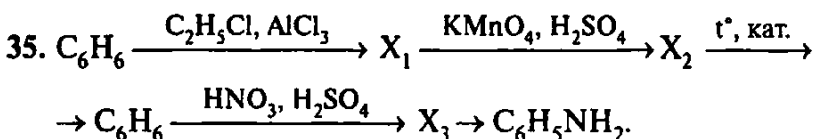
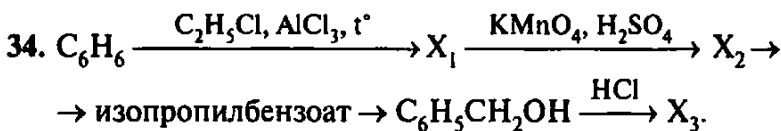
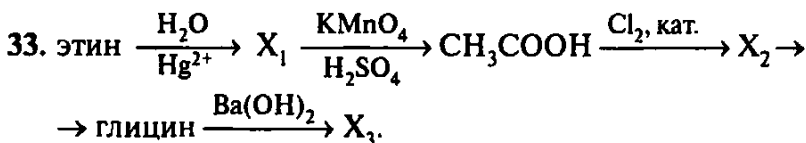
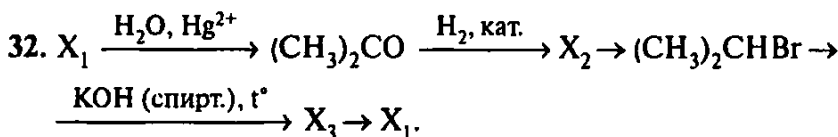
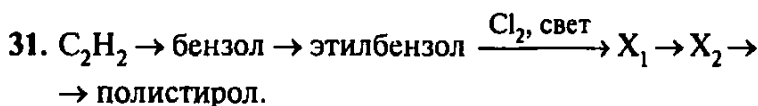
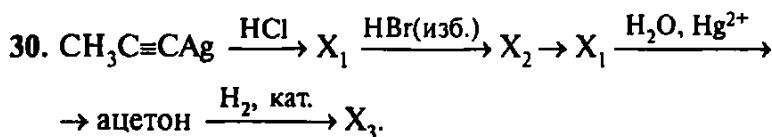
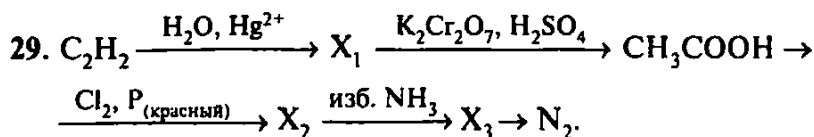
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

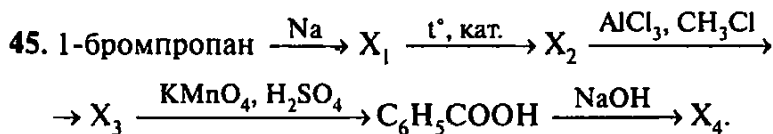
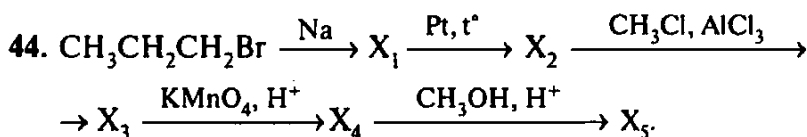
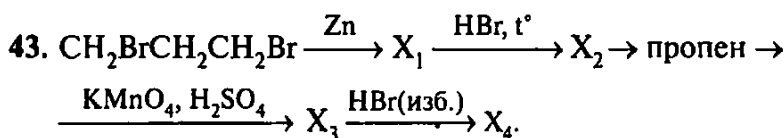
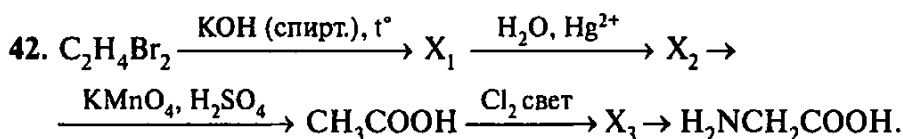
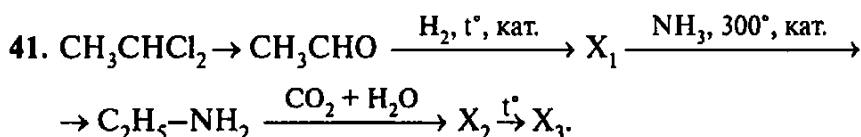
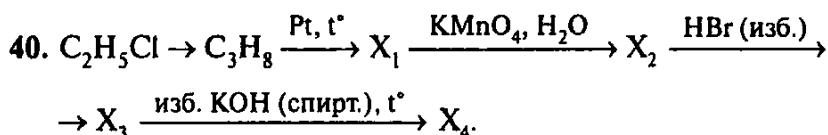
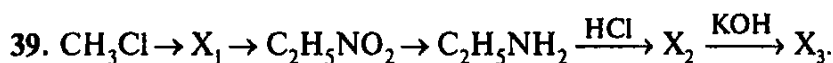
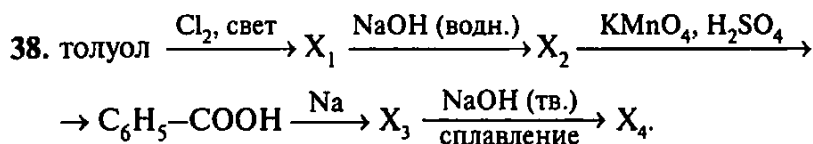
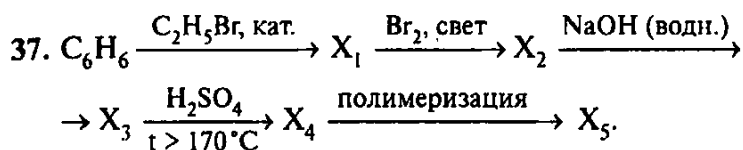


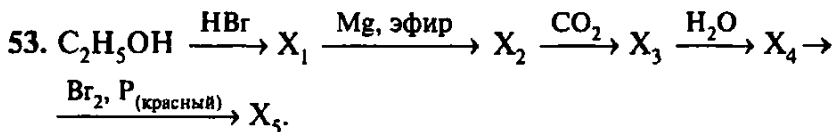
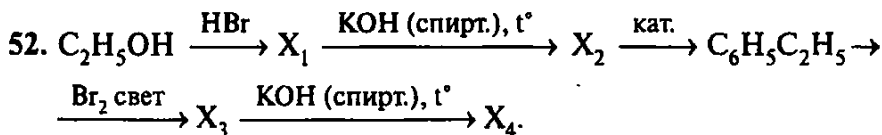
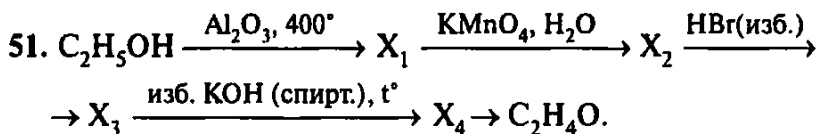
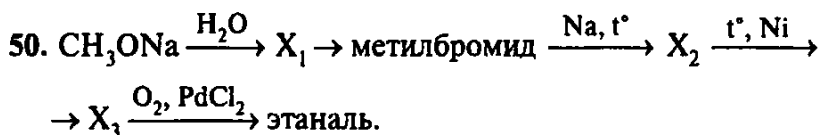
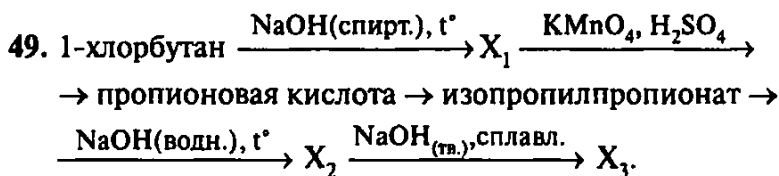
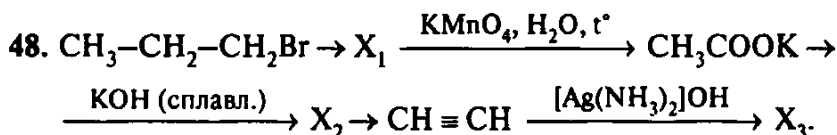
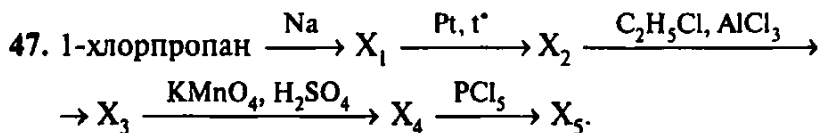
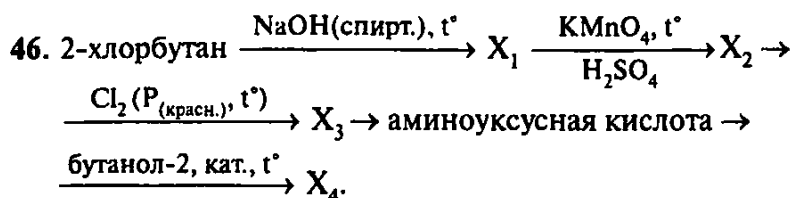


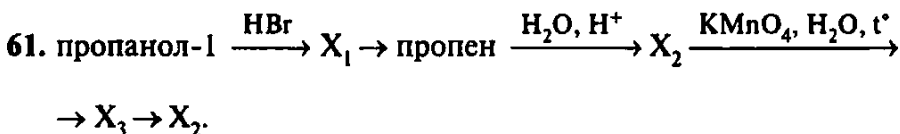
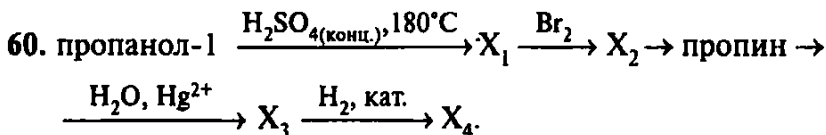
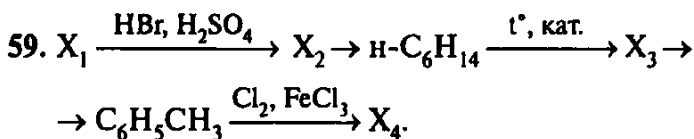
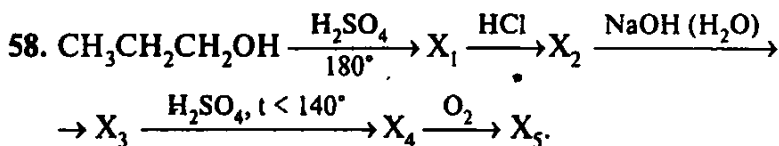
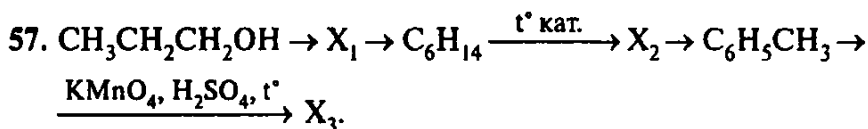
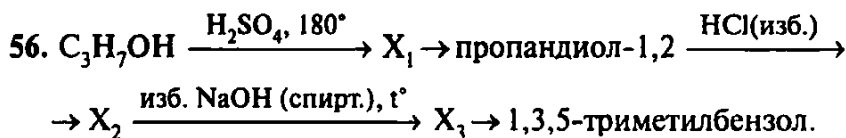
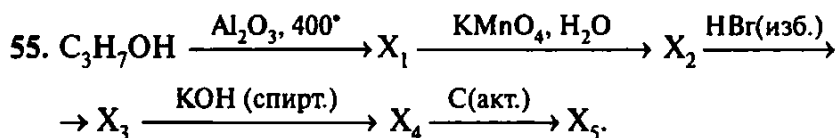
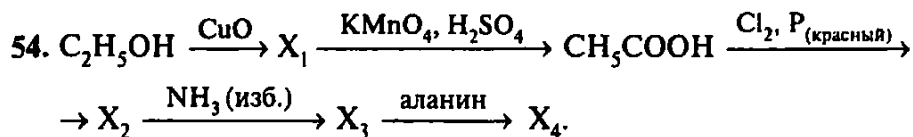


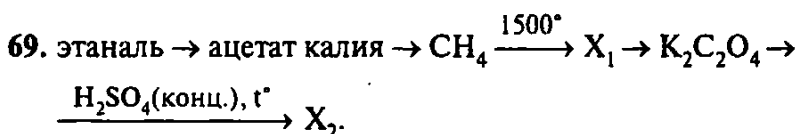
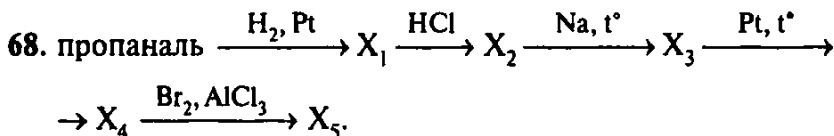
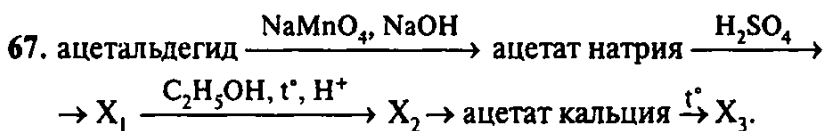
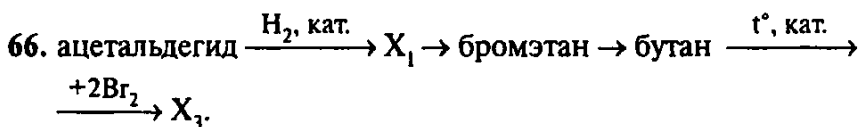
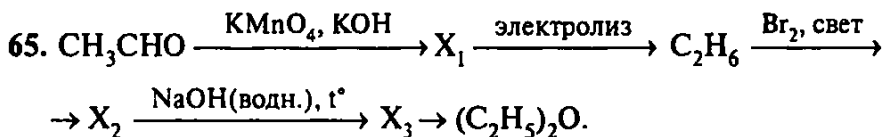
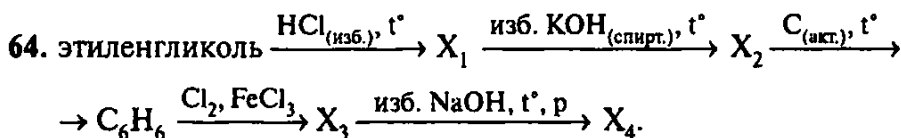
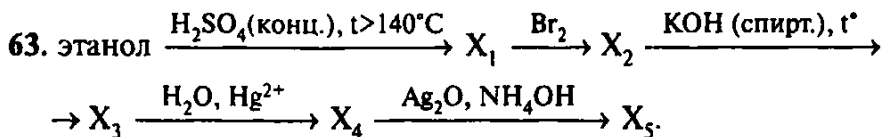
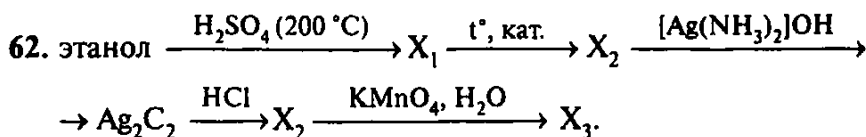


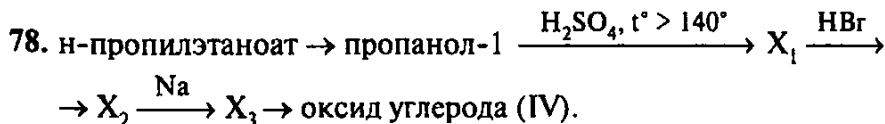
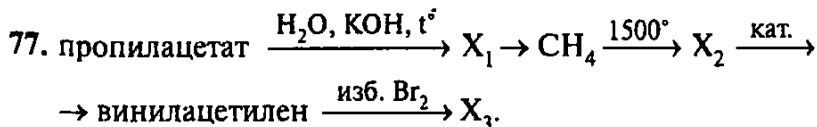
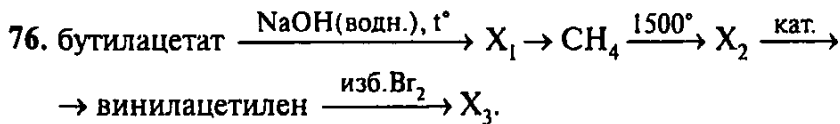
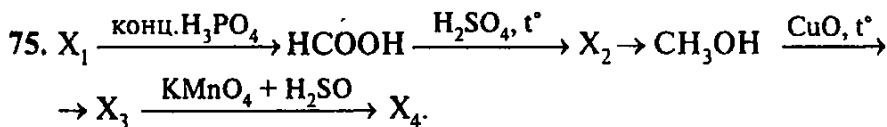
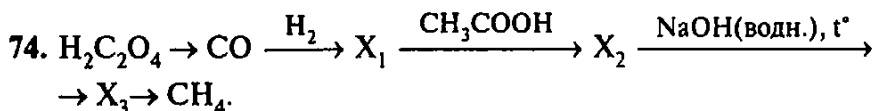
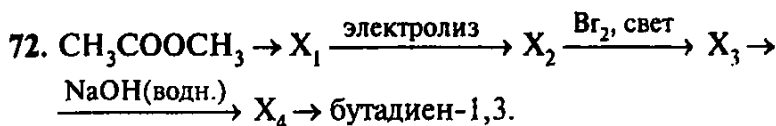
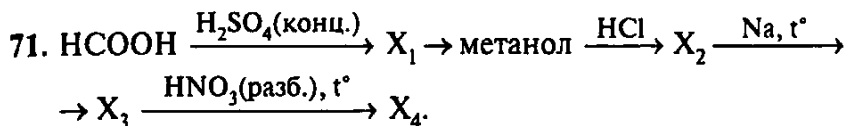
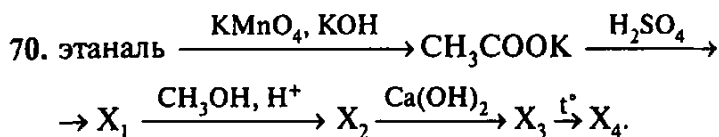


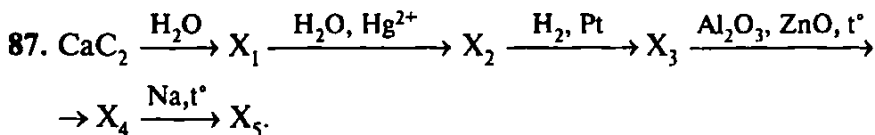
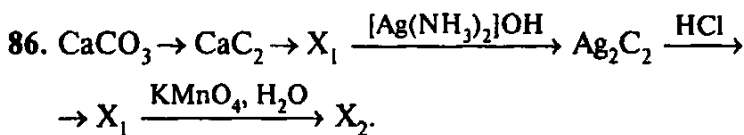
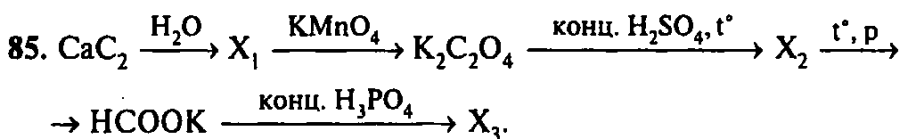
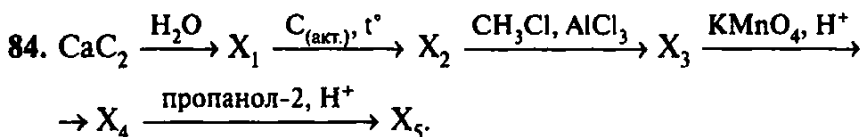
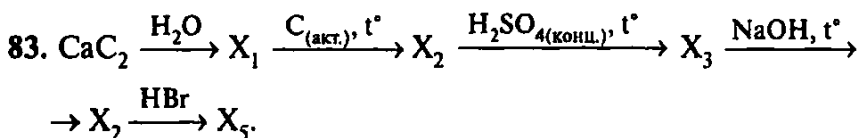
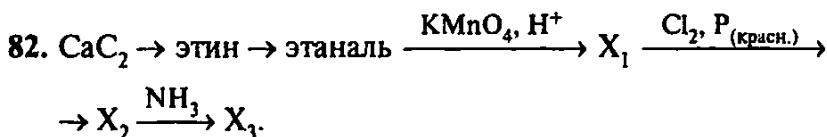
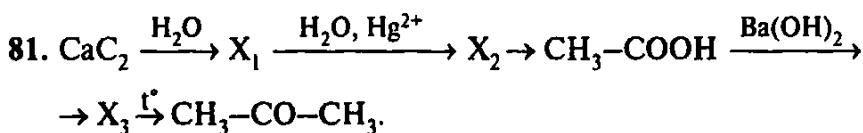
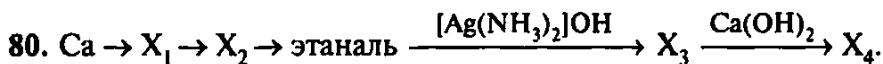
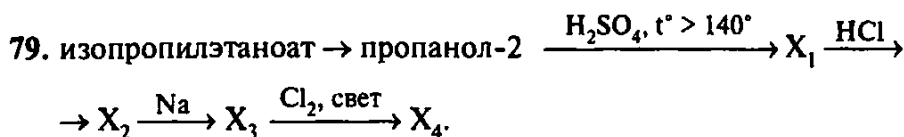


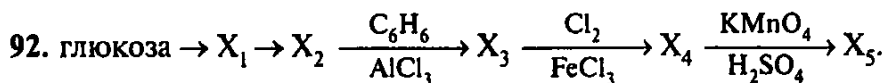
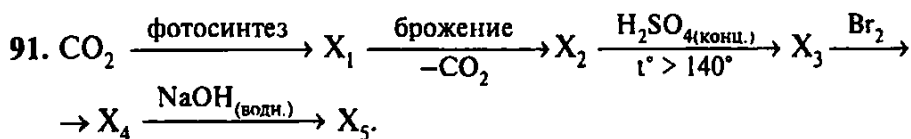
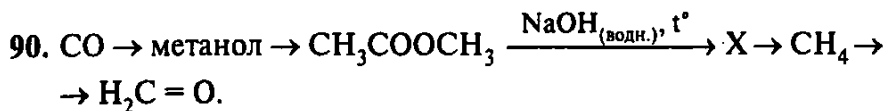
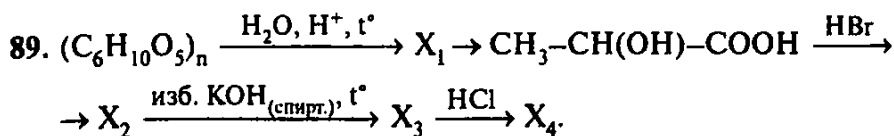
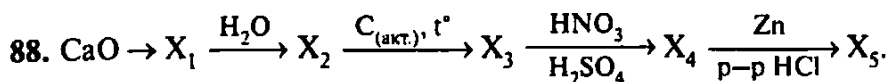












**РАСЧЕТЫ: МАССЫ (ОБЪЕМА,
КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА)
ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ,
ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО
В ИЗБЫТКЕ (ИМЕЕТ ПРИМЕСИ),
ЕСЛИ ОДНО ИЗ ВЕЩЕСТВ ДАНО В ВИДЕ
РАСТВОРА С ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАССОВОЙ
ДОЛЕЙ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА**

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.

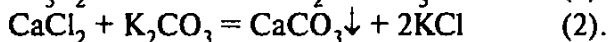
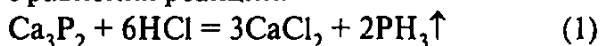
4 этап: произвести расчеты по уравнению(-ям) реакций, то есть рассчитать количество искомого вещества, после чего найти его массу (или объем газа).

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 193,2 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)¹:

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

а) количество HCl:

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

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

$$n(\text{HCl}) = 22/36,5 \approx 0,603 \approx 0,60 \text{ моль}^2$$

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

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

¹ Мы не поясняем использование простейших формул, способы расчета по уравнениям реакций, проверки на «избыток-недостаток».

² 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

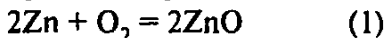
б) $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,07$ моль.

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

Пример 8.

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

1) Уравнения реакций:



2) Пусть¹ 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:

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

¹ 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%.

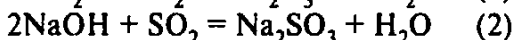
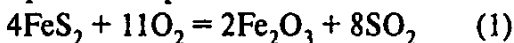
б) $m(\text{Mg}) = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ г}$

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

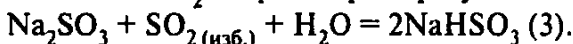
Пример 9.

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) Количества 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

$$\text{б) } n(\text{NaHSO}_3) = 2n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHSO}_3) = 0,08 \cdot 104 = 8,32 \text{ г.}$$

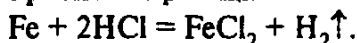
б) Массовая доля соли NaHSO_3 в растворе:

$$\omega(\text{NaHSO}_3) = \frac{m(\text{NaHSO}_3)_{\text{(по ур-ю (3))}}}{m_{\text{(р-ра)}}(\text{NaOH}) + m(\text{SO}_2)} = \frac{8,32}{40 + 5,12} \approx 0,1844, \\ \text{или } 18,4\%.$$

Пример 10.

В 300 мл раствора соляной кислоты ($\rho = 1,05 \text{ г/мл}$) 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

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

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

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

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

3) По уравнению реакции

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

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

$$\text{б) } n(\text{FeCl}_2) = n(\text{Fe}) = 0,1 \text{ моль}$$

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

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

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

4) Уравнение для расчета массовой доли FeCl_2 :

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

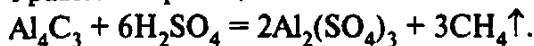
$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2) = 11,2 + 315 - 0,4 = 325,8 \text{ г}$$

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

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

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

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

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

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

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

4) Уравнение для расчета массовой доли H_2SO_4 :

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

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

$$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = (50 - 39,2) / 256,45 \approx 0,043, \text{ или } 4,3\%.$$

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 бромиды 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 состав смеси кислот в мольных долях и массовых процентах.

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 бромидов 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 натрия 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 щелочью?

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 0,448 л (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 раствор, содержащий 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%?

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.

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

Дано

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

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

$$D_{\text{1/воздух}} = 1,448$$

$$\text{C}_x\text{H}_y \text{ — ?}$$

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:

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

Задачи

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. Найти формулу вещества.

Дано

$$V(\text{CO}_2) = 26,88 \text{ л}$$

$$V(\text{N}_2) = 2,24 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ г}$$

$$m = 5,491 \text{ г}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z(\text{O}_{w-?}) - ?$$

Анализ и решение:

1-й этап

Так как в составе продуктов сгорания содержатся:

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

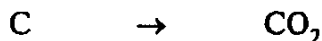
— азот, то вещество обязательно имело в своем составе азот (N).

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) $n(CO_2) = V_r/V_M = 26,88/22,4 = 1,2$ моль,

х моль 1,2 моль



1 моль 1 моль

$x = (1 \cdot 1,2)/1 = 1,2$ моль (C);

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

б) $n(N_2) = V_r/V_M = 2,24/22,4 = 0,1$ моль,

х моль 0,1 моль



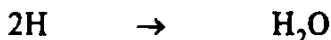
2 моль 1 моль

$x = (2 \cdot 0,1)/1 = 0,2$ моль (N);

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

в) $n(H_2O) = m_{в-ва}/M_{в-ва} = 9/18 = 0,5$ моль,

х моль 0,5 моль



2 моль 1 моль

$x = (2 \cdot 0,5)/1 = 1$ моль (H);

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

г) Проверяем, содержится ли в веществе кислород.

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

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

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

$n(O) = 6,4/16 = 0,4$ моль (O).

2) Простейшее отношение индексов (простейшая формула):

$$x : y : z : w = 1,2 : 1 : 0,2 : 0,4 =$$

$$= (1,2/0,2) : (1/0,2) : (0,2/0,2) : (0,4/0,2) = 6 : 5 : 1 : 2.$$

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 г/л. 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.

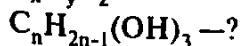
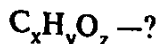
2-ой этап. Записать выражение для массовой доли элемента в соединении и найти значение индекса «n».

Пример 14.

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

Дано

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



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 $C_n H_{2n-1} (OH)_3$ или суммарная $C_n H_{2n+2} O_3$.

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 $C_5 H_9 (OH)_3$.

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 трехатомного спирта, массовая доля кислорода в котором равна 45,28%.

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

41. Установите молекулярную формулу предельного трехатомного 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

$$m(C_nH_{2n+1}OH) = 120 \text{ г}$$

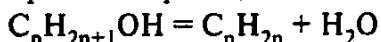
$$m(C_nH_{2n}) = 84 \text{ г}$$

$$C_nH_{2n+1}OH - ?$$

$$n - ?$$

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.

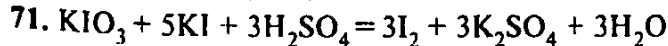
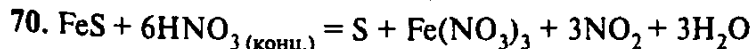
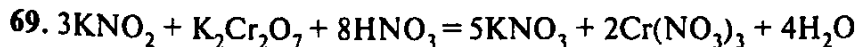
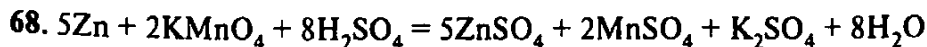
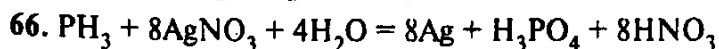
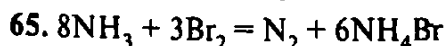
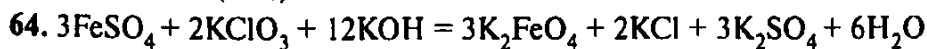
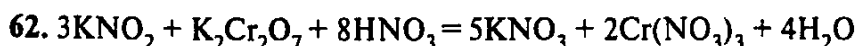
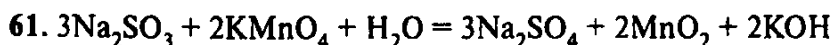
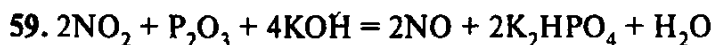
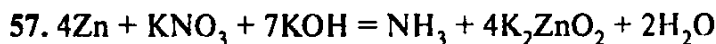
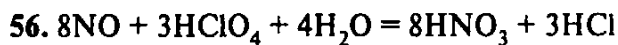
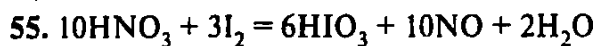
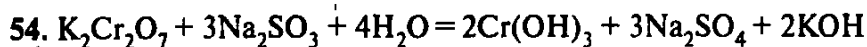
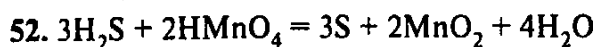
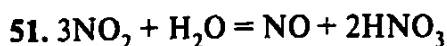
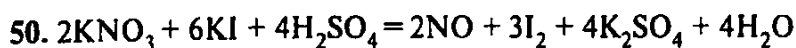
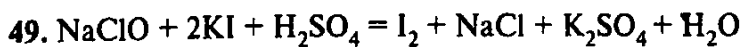
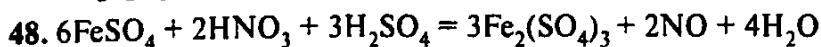
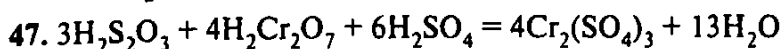
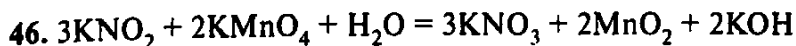
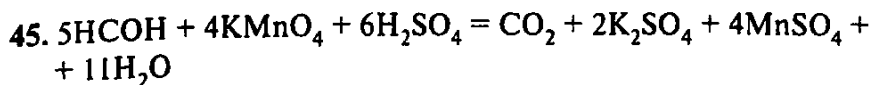
64. Сложный эфир массой 30 г подвергнут щелочному гидролизу. При этом получено 34 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 16 г спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

ОТВЕТЫ

Решение заданий вопроса С1

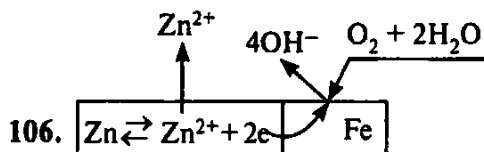
1. $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
3. $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KCl}$
4. $5\text{NaNO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
5. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{S} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
6. $2\text{KMnO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
7. $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
8. $14\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 3\text{Cl}_2 + 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$
9. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
10. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{NaNO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
11. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
12. $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3_{\text{(оч.разб.)}} = 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
13. $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
14. $\text{Al}_2\text{S}_3 + 12\text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} = 3\text{S} + 6\text{NO}_2 + 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
15. $6\text{FeSO}_4 + 2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
16. $\text{FeCl}_2 + 4\text{HNO}_3_{\text{(конц.)}} = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{HCl} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
17. $3\text{H}_2\text{S} + \text{HClO}_3 = 3\text{S} + \text{HCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
18. $6\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
19. $3\text{MnSO}_4 + 2\text{KClO}_3 + 12\text{KOH} = 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{KCl} + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

20. $2\text{NH}_3 + 3\text{KClO} = \text{N}_2 + 3\text{KCl} + 6\text{H}_2\text{O}$
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. $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
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. $\text{MnO}_2 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$



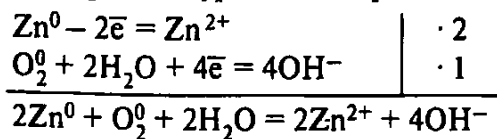
72. $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{Br}_2 + 8\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 4\text{H}_2\text{O}$
73. $\text{SO}_2 + 4\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + \text{S} + 2\text{I}_2$
74. $5\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 6\text{HNO}_3 + 2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$
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. $3\text{Na}_2\text{S} + 2\text{NaNO}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{S} + 2\text{NO} + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$
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. $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

99. $3\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
100. $5\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$
101. $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
102. $3\text{CH}\equiv\text{CH} + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{C}_2\text{O}_4\text{K}_2 + 8\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
103. $3\text{CH}_3\text{CHO} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
104. $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + 4\text{MnO}_2 + \text{KOH} + 4\text{H}_2\text{O}$
105. $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

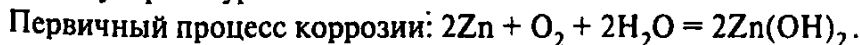


Цинк более активен, чем железо (находится левее в ряду активности), поэтому при контакте 2-х металлов будет разрушаться; освобождающиеся электроны будут перемещаться на железо, на поверхности которого происходит процесс восстановления окислителя.

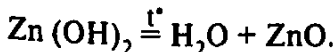
Электронные уравнения процессов:



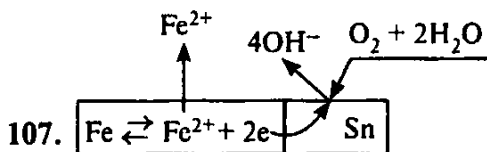
Молекулярные уравнения:



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

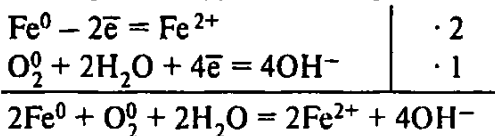


Продукты коррозии — смесь оксида ZnO и гидроксида цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

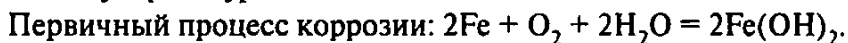


Железо более активно, чем олово (находится левее в ряду активности), поэтому при контакте 2-х металлов будет разрушаться; освобождающиеся электроны будут перемещаться на олово, на поверхности которого происходит процесс восстановления окислителя.

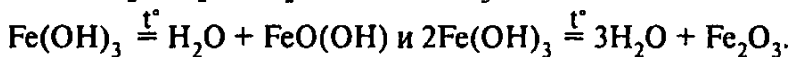
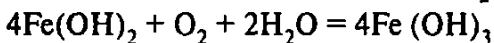
Электронные уравнения процессов:



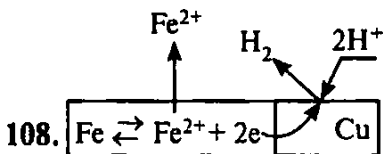
Молекулярные уравнения:



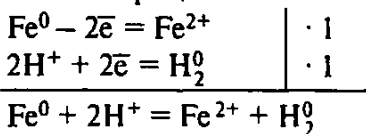
Вторичные процессы, протекающие при коррозии: гидроксид железа (II) окисляется кислородом воздуха до гидроксида железа (III), который разлагается с выделением H_2O :



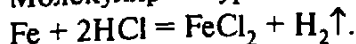
Продукты коррозии — смесь оксидов и гидроксидов железа и продуктов разложения: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeOOH , Fe_2O_3 .



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 C2

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) $4\text{NaMnO}_4 + 4\text{NaOH} = 4\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
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) $4\text{NaMnO}_4 + 4\text{NaOH} = 4\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 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) $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
 2) $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} = 2\text{MnO}_2 + 3\text{S} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 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) $15\text{Na}_2\text{SO}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_3\text{PO}_4 = 15\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 +$
 $+ 2\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$
 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) $3\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

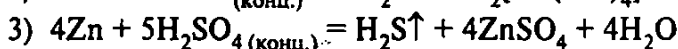
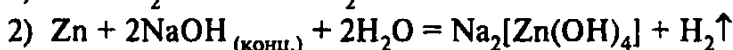
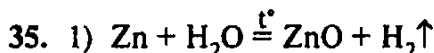
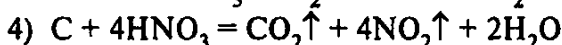
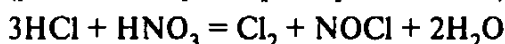
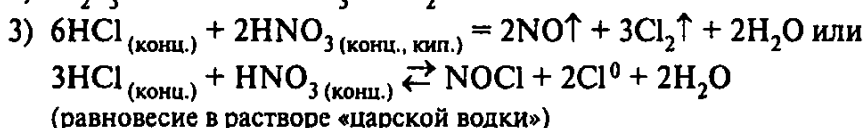
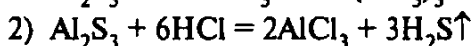
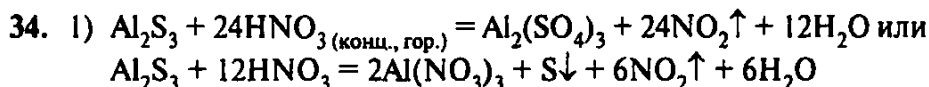
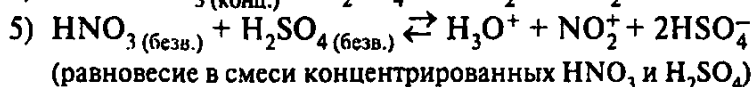
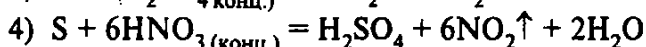
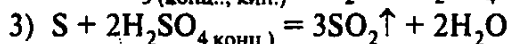
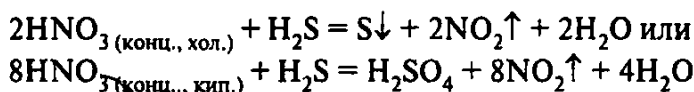
6. 1) $2\text{NaMnO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{NaOH}$
 2) $8\text{HNO}_3 + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
 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) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{RbOH} = \text{Rb}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 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) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 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) $2\text{KOH}_{(\text{тв.})} + \text{Zn} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{K}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 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) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{Zn} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{Cr} + \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 5\text{ZnO}$ или
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{Zn} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{ZnO}$
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) $10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p-p})} + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
 2) $6\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p-p})} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
 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) $2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 2\text{KHSO}_4 + \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
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) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{C}_{(\text{кокс, нагрев})} = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$
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) $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2 + 3\text{H}_2$
 5) $8\text{Al} + 30\text{HNO}_{3(\text{разб.})} = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O} + 15\text{H}_2\text{O}$ 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) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
16. 1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
 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) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 7\text{H}_2\text{S} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{S} + 4\text{KHS} + 2\text{H}_2\text{O}$
 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) $2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или

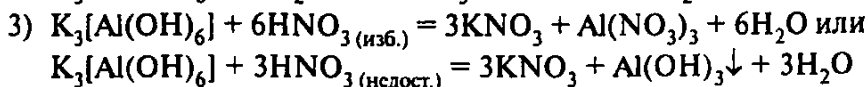
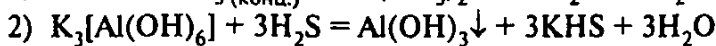
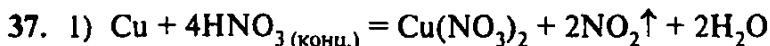
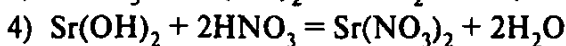
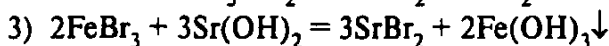
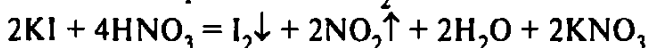
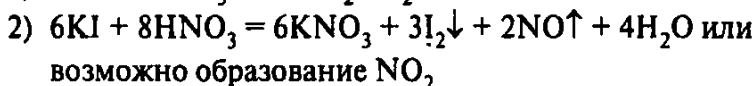
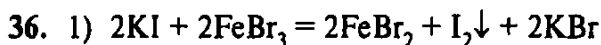
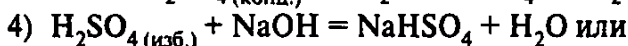
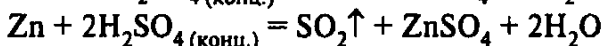
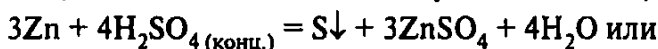
- $2\text{HNO}_3 \text{ (конц., хол.)} + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ или
 $8\text{HNO}_3 \text{ (конц., кип.)} + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}_{\text{(гор.)}} = 2\text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH}$
- 6) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{KNO}_3 + 2\text{Cr(NO}_3)_3 + 3\text{S}\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$
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) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{KNO}_3 + 2\text{Cr(NO}_3)_3 + 3\text{S}\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}_{\text{(гор.)}} = 2\text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH}$
- 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
 $8\text{HNO}_3 \text{ (конц., кип.)} + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{HNO}_3 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $6\text{HCl}_{\text{(конц.)}} + 2\text{HNO}_3 \text{ (конц., кип.)} = 2\text{NO}\uparrow + 3\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 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»)
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) $3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH} + 6\text{NH}_3\uparrow$ или
 $3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr(OH)}_3\downarrow + 3\text{S}\downarrow + 4\text{KOH} + 6\text{NH}_4\text{OH}$
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) $6\text{HNO}_3 \text{ (конц.)} + \text{S} \xrightarrow{\text{t}} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Fe(OH)}_2 + 4\text{HNO}_3 \text{ (конц.)} = \text{Fe(NO}_3)_3 + \text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

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) $2\text{CuS} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{CuCl}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2$
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)
- 5) $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}\downarrow$ (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) $P + 5HNO_{3(конц.)} = H_3PO_4 + 5NO_2\uparrow + H_2O$
27. 1) $4Ca + 10HNO_{3(разб.)} = 4Ca(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$
 2) $4Ca + 10HNO_{3(оч.разб.)} = 4Ca(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$
 3) $5HNO_{3(конц.)} + P = H_3PO_4 + 5NO_2\uparrow + H_2O$
 (возможно образование NO)
 4) $3Ca + 2P = Ca_3P_2$
28. 1) $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 6NaCl$
 2) $2FeCl_3 + 3Na_2S = S\downarrow + 2FeS\downarrow + 6NaCl$
 3) $Na_2S + 4HNO_3 = S\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2H_2O + 2NaNO_3$
 4) $Na_2CO_3 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$
29. 1) $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$
 2) $3Mg + 2NH_3 = Mg_3N_2 + 3H_2\uparrow$
 3) $4Mg + 10HNO_{3(разб.)} = 4Mg(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$ или
 $4Mg + 10HNO_{3(оч.разб.)} = 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$
 4) $NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$
30. 1) $Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$
 2) $3Cu + 8HNO_{3(разб.)} = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$
 3) $CuS + 8HNO_{3(конц., гор.)} = CuSO_4 + 8NO_2\uparrow + 4H_2O$ или
 $CuS + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + S\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$
 4) $2Cu + 2NO = 2CuO + N_2\uparrow$
31. 1) $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 6NaCl$
 2) $2FeCl_3 + 3Na_2S = S\downarrow + 2FeS\downarrow + 6NaCl$
 3) $Na_2S + 4HNO_3 = S\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2H_2O + 2NaNO_3$
 4) $Na_2CO_3 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$
32. 1) $Fe_2(SO_4)_3 + 3K_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 3K_2SO_4$
 2) $Fe_2(SO_4)_3 + 3K_2S = S\downarrow + 2FeS\downarrow + 3K_2SO_4$
 3) $K_2S + 4HNO_3 = S\downarrow + 2NO_2\uparrow + 2H_2O + 2KNO_3$
 4) $K_2CO_3 + 2HNO_3 = 2KNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$
33. 1) $H_2S + H_2SO_{4(конц.)} = S\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$ или
 $H_2S + 3H_2SO_{4(конц., кип.)} = 4SO_2\uparrow + 4H_2O$
 2) $2HNO_3 + 3H_2S = 3S\downarrow + 2NO\uparrow + 4H_2O$ или

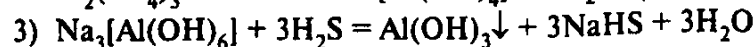
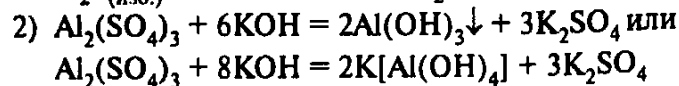
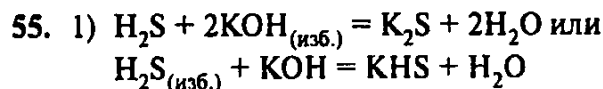
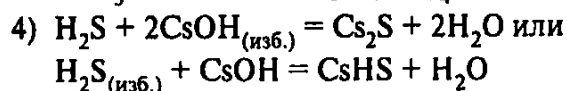
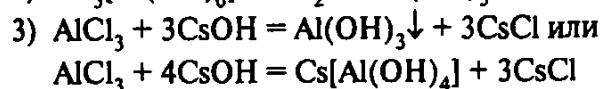
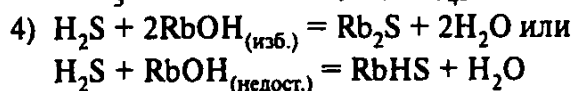
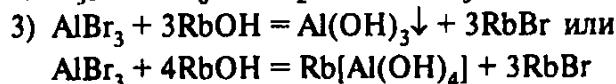
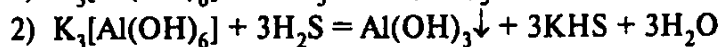
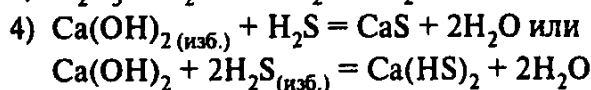
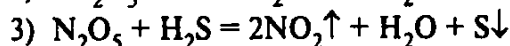
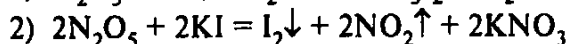
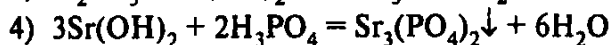
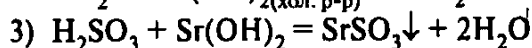
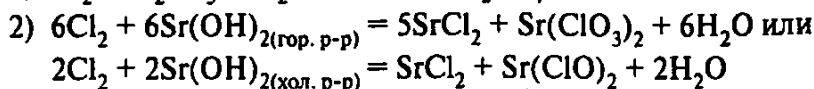
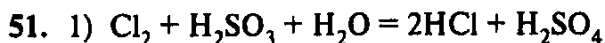
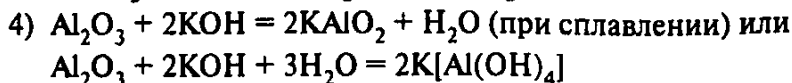
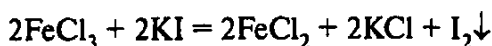


или, в зависимости от концентрации кислоты, возможно



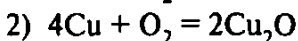
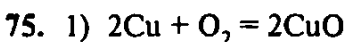
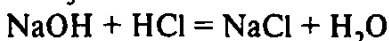
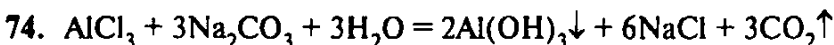
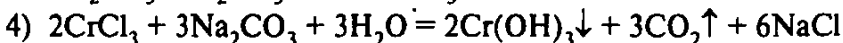
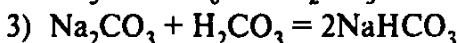
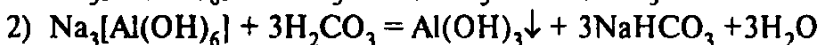
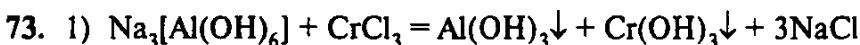
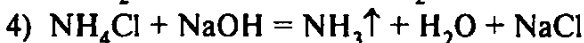
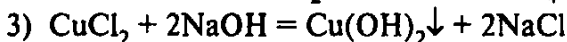
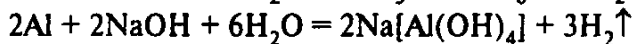
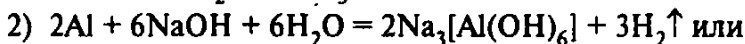
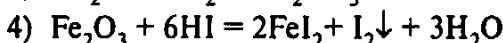
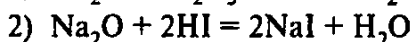
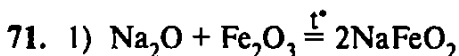
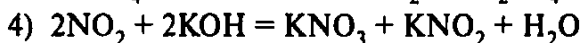
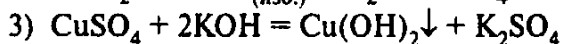
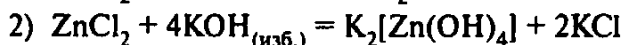
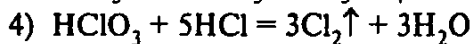
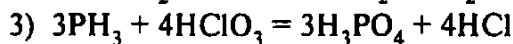
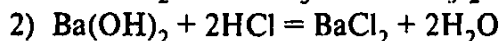
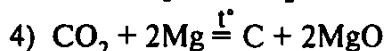
- 4) $\text{H}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3_{(\text{конц., горяч.})} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3_{(\text{конц., хол.})} = \text{S}\downarrow + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
38. 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{CrO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KHSO}_4$
 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) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{изб.})} + \text{KOH}_{(\text{нед.})} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{нед.})} + 2\text{KOH}_{(\text{изб.})} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $2\text{KOH} + 2\text{NO}_2 = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = 2\text{KNO}_3 + 2\text{CrO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
39. 1) $\text{CuCl}_{2(\text{тв.})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = \text{CuSO}_4 + 2\text{HCl}\uparrow$
 2) $2\text{CuCl}_2 + 4\text{HI} = 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2\downarrow + 4\text{HCl}$
 3) $\text{O}_2 + 4\text{HI} = 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} + 2\text{HI} = \text{SO}_2\uparrow + \text{I}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
40. 1) $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$
 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) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH}$
 4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$
 5) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
47. 1) $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{FeCl}_3 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
 2) $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{SO}_2 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaHSO}_3$
 3) $2\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH}$
 4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$
 5) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
48. 1) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{FeCl}_3 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
 2) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{SO}_2 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KHSO}_3$
 3) $2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH}$
 4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$
 5) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
49. 1) $2\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH}$
 2) $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{AlCl}_3 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
 3) $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{S} = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaHS} + 3\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
50. 1) $\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KCl}$
 2) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KOH}$
 3) $2\text{FeCl}_3 + 6\text{KI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2\downarrow + 6\text{KCl}$ или



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
 $\text{KOH} + \text{H}_2\text{S}_{(\text{изб.})} = \text{KHS}$
 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) $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + 2\text{KBr}$
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) $4P + 3KOH + 3H_2O = 3KH_2PO_2 + PH_3$
- 4) $3Br_2 + 6KOH_{(гор. \text{ p-p})} + 3H_2O = 5KBr + KBrO_3 + 3H_2O$ или
 $Br_2 + 2KOH_{(хол. \text{ p-p})} = KBr + KBrO + H_2O$
62. 1) $NaNO_2 + NH_4Cl = N_2 \uparrow + NaCl + 2H_2O$
 2) $NH_4Cl + NaOH = NH_3 \uparrow + H_2O + NaCl$
 3) $FeCl_2 + 2NaOH = Fe(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
 4) $Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2 \uparrow$
63. 1) $2NO_2 + 2KOH = KNO_3 + KNO_2 + H_2O$
 2) $10NO_2 + 2P_4 = 5N_2 + 2P_4O_{10}$ (или $4P_2O_5$)
 3) $2NO_2 + 4H_2 = N_2 + 4H_2O$
 4) $P_4 + 3KOH + 3H_2O = PH_3 \uparrow + 3KH_2PO_2$
64. 1) $KHCO_3 + HCl = KCl + CO_2 \uparrow + H_2O$
 2) $KHCO_3 + KOH = K_2CO_3 + H_2O$
 3) $KOH + HCl = KCl + H_2O$
 4) $Si + 2KOH + H_2O = K_2SiO_3 + 2H_2 \uparrow$ или
 $Si + 4KOH = K_2SiO_4 + 2H_2 \uparrow$
65. 1) $3K[Al(OH)_4] + FeCl_3 = 3KCl + 3Al(OH)_3 \downarrow + Fe(OH)_3 \downarrow$
 2) $2K[Al(OH)_4] + Cl_2 = 2Al(OH)_3 \downarrow + KCl + KClO + H_2O$
 3) $Cl_2 + K_2CO_3 = KCl + KClO + CO_2$
 4) $2FeCl_3 + 3K_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow + 6KCl$
66. 1) $2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2 \uparrow$
 2) $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$
 3) $K_3PO_4 + H_2SO_4 = KH_2PO_4 + K_2SO_4$
 4) $2K_3PO_4 + 3BaCl_2 = Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 6KCl$
67. 1) $3CuSO_4 + 2Al = Al_2(SO_4)_3 + 3Cu \downarrow$
 2) $2Al + 6HCl_{(конц.)} = 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$
 3) $3MnO_2 + 4Al \xrightarrow{t} 3Mn + 2Al_2O_3$
 4) $4HCl_{(конц.)} + MnO_2 = MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$
68. 1) $K_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2KHCO_3$
 2) $2K_2CO_3 + H_2O + 2MgCl_2 = (MgOH)_2CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + 4KCl$



- 3) $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{кат., t})}$
 4) $4\text{HCl} + 2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
76. 1) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{HClO}_4 = 2\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
 3) $\text{NaOH} + \text{HClO}_4 = \text{NaClO}_4$
 4) $\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$ или
 $\text{CrCl}_3 + 6\text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{NaCl}$
 5) $2\text{CrCl}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow + 6\text{NH}_4\text{Cl}$
77. 1) $\text{K}_2\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{KFeO}_2$
 2) $\text{K}_2\text{O} + 2\text{HI} = 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3$
 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{SO}_2 + 4\text{HI} = 2\text{I}_2\downarrow + \text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Решение заданий вопроса C3

1. 1) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CH}_4\uparrow$
 2) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
 3) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{C}_{(\text{акт.})}, \text{t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_6$
 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{AlBr}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{p, t}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{Br}$
2. 1) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CH}_4\uparrow$
 2) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
 3) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{CHO}$
 4) $3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}_4\uparrow + \text{K}_2\text{CO}_3$
3. 1) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{кат.}} \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$

- 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) $2\text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{CuCl} + \text{NH}_4\text{Cl}, t^\circ} \text{CH}_2=\text{CH—C}\equiv\text{CH}$
- 3) $\text{CH}_2=\text{CH—C}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
- 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
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{—CO—NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
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) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_2=\text{CH—CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$
7. 1) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{HONO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HBr} \rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]^+\text{Br}^-$ — бромид этиламмония
- 4) $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]^+\text{Br}^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow [(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}]^+\text{Br}^-$ — бромид диэтиламмония

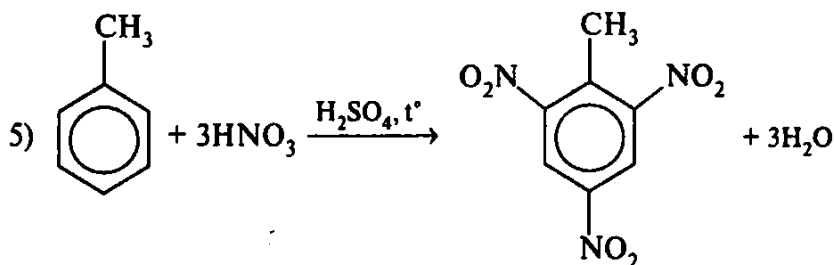
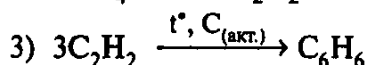
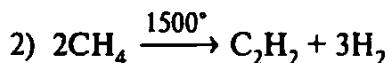
8. 1) $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} 2\text{H}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$
- 3) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
- 4) $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{водн.})} \rightarrow \rightarrow \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{KBr}$
- 5) $5\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \rightarrow 5\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 22\text{H}_2\text{O}$

9. 1) $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} 2\text{H}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$
- 3) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH}_{(\text{водн.})} \rightarrow \rightarrow \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{NaBr}$
- 4) $5\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \rightarrow 5\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- 5) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH} + 4\text{Na} \rightarrow \rightarrow \text{CH}_2\text{ONa}-\text{CHONa}-\text{CHONa}-\text{CH}_2\text{ONa} + 2\text{H}_2$

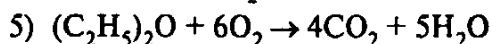
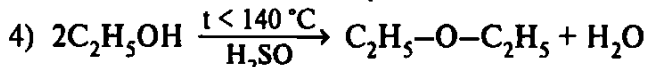
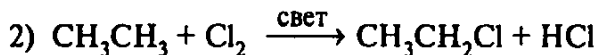
10. 1) $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{СВЕТ}} \text{HBr} + \text{CH}_3\text{Br}$
- 2) $\text{CH}_3\text{Br} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{NH}_4\text{Br}$
- 3) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{CO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $5\text{H}_2\text{CO} + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \rightarrow 5\text{CO}_2 + 4\text{MnSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$

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) $\text{HCOOCH}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{Ni}} 2\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

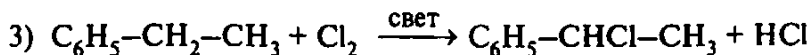
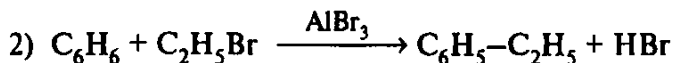
12. 1) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{сплавл.}} \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

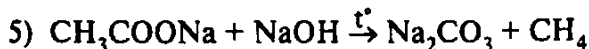
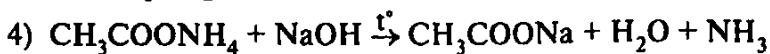
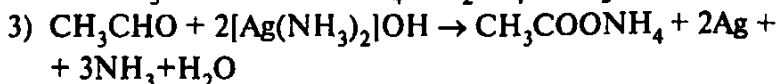
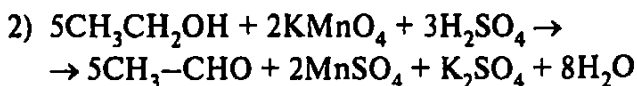
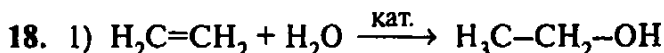
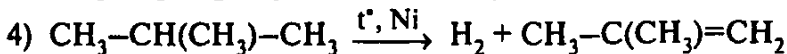
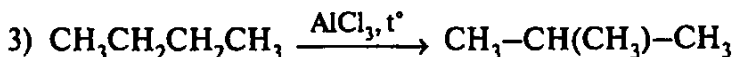
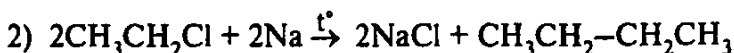
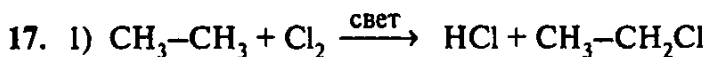
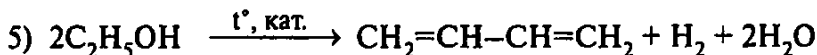
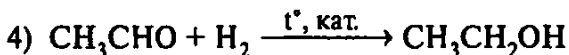
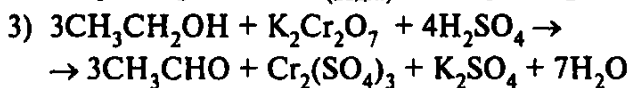
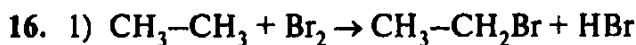
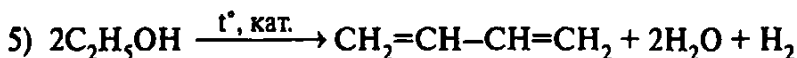
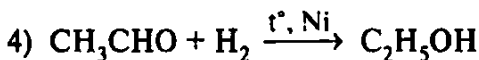
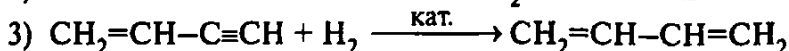
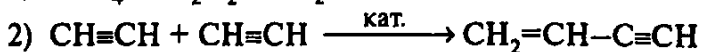
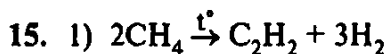
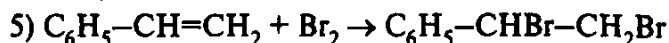


13. 1) $2\text{CH}_3\text{COONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}}$
 $\rightarrow \underbrace{\text{H}_2\uparrow + 2\text{NaOH}}_{\text{на катоде}} + \underbrace{2\text{CO}_2\uparrow + \text{CH}_3\text{—CH}_3}_{\text{на аноде}}$



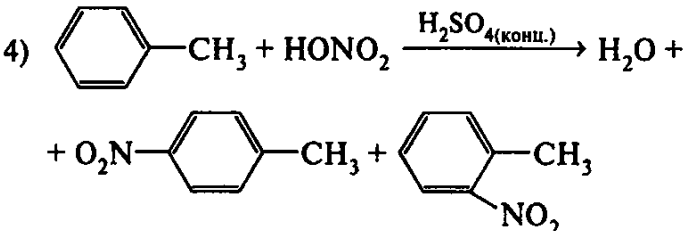
14. 1) $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$



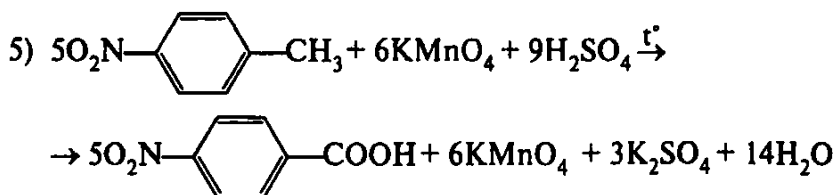


19. 1) $3\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{25^\circ\text{C}} 3\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
 2) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{NaOH}_{(\text{спирт. р-р})} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 2\text{NaBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$
 5) $\text{CH}_3-\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}_3-\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
20. 1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
 2) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \text{C}_6\text{H}_6$
 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{HCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$
 5) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$
21. 1) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}_2\text{CH}_3$
 2) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{KBr} + \text{H}_2\text{O} + (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$
 3) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$
 4) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{ZnBr}_2 + (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$
 5) $n(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3 \rightarrow (-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$
22. 1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$
 2) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \text{C}_6\text{H}_6$
 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$
 5) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$

23. 1) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{CHO}$
 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) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P (красн.)}} \text{HCl} + \text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH}$
 4) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2(\text{NH}_2)-\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
 5) $4\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH} + 9\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$

24. 1) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \text{C}_6\text{H}_6$
 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + 2\text{Na} + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 2\text{NaCl}$
 4) 

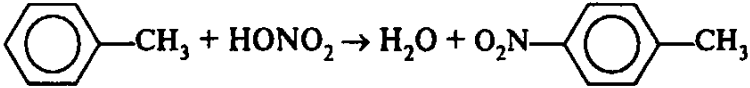
образуется смесь изомерных *п*- и *о*- нитротолуолов общим количеством вещества 1 моль, считая на исходный толуол

- 5) 

25. 1) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{C}_{(\text{акт.})}} \text{C}_6\text{H}_6$
 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HCl}$
 3) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

26. 1) $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3CHO$
 2) $5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
 3) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
 4) $CH_3COONa + CH_3I \rightarrow CH_3COOCH_3 + NaI$
 5) $CH_3COOCH_3 + H_2O \xrightarrow{t^\circ} CH_3COOH + CH_3OH$

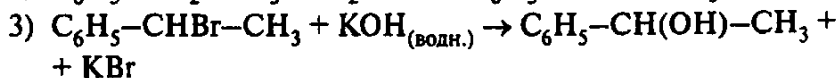
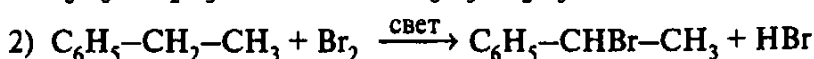
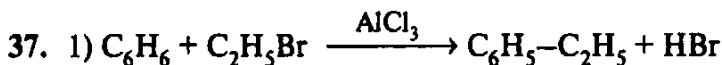
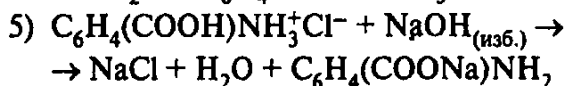
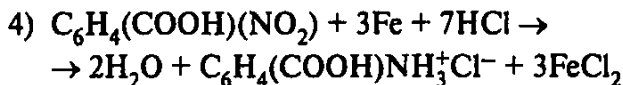
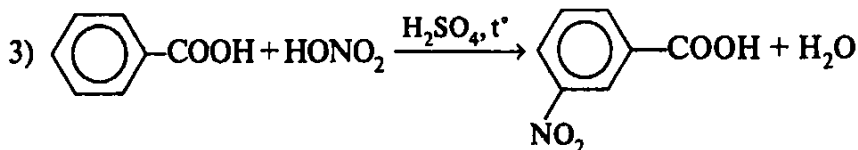
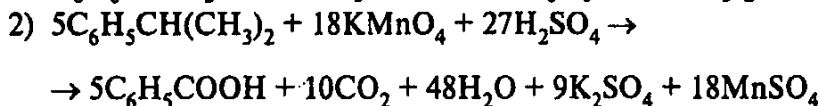
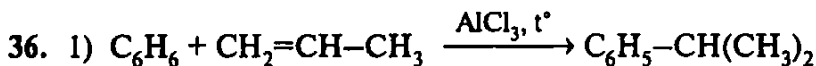
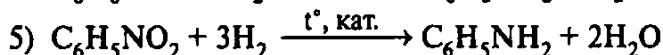
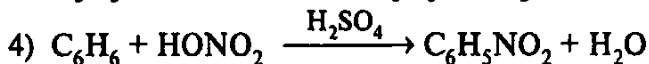
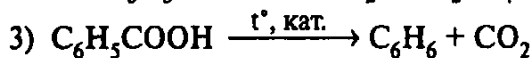
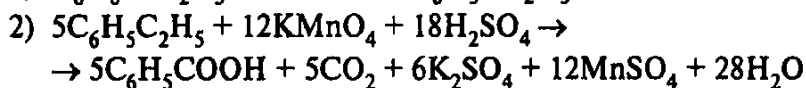
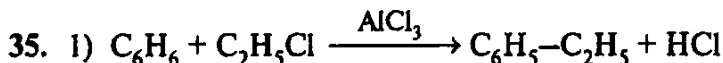
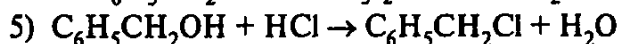
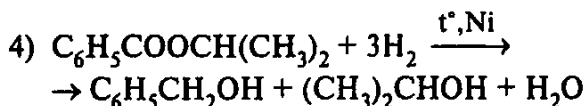
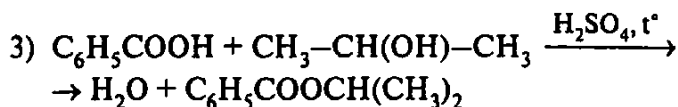
27. 1) $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3CHO$
 2) $5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
 3) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
 4) $CH_3COONa_{(тв.)} + NaOH \xrightarrow{t^\circ} CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$
 5) $CH_4 + HONO_2 \xrightarrow{t^\circ} CH_3NO_2 + H_2O$

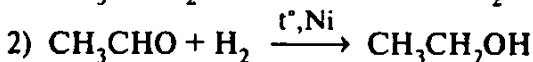
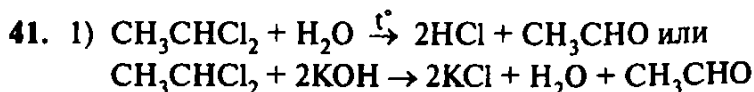
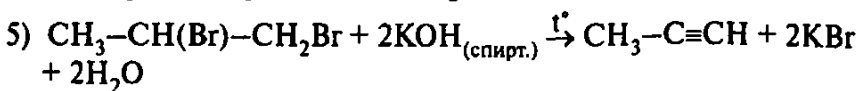
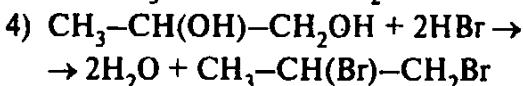
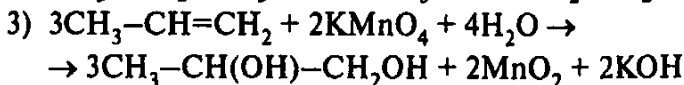
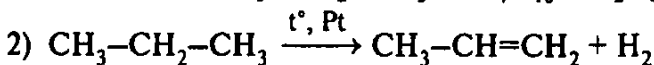
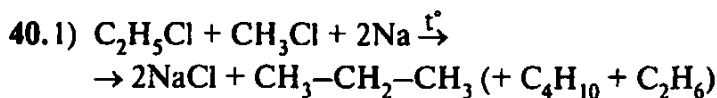
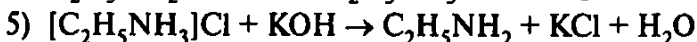
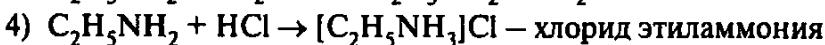
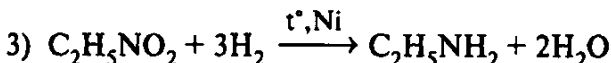
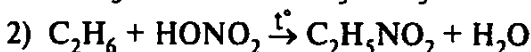
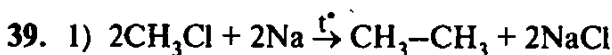
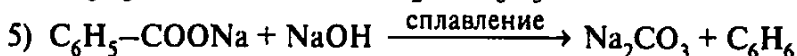
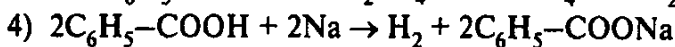
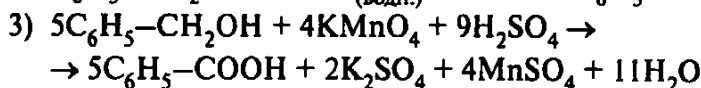
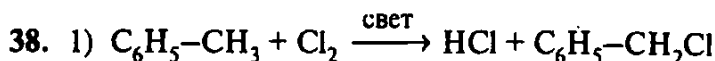
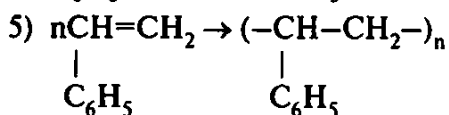
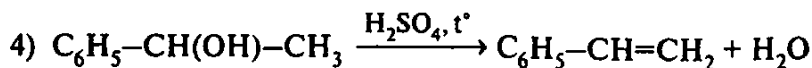
28. 1) $3C_2H_2 \xrightarrow{\text{кат., } t^\circ, p} C_6H_6$
 2) $C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} C_6H_5Cl + HCl$
 3) $C_6H_5Cl + 2Na + CH_3Cl \xrightarrow{t^\circ} C_6H_5-CH_3 + 2NaCl$
 4) 
 5) $5CH_3-C_6H_4-NO_2 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5HOOC-C_6H_4-NO_2 + 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 14H_2O$

29. 1) $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3CHO$
 2) $3CH_3CHO + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 3CH_3COOH + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 4H_2O$
 3) $CH_3COOH + Cl_2 \xrightarrow{P_{(красн.)}} ClCH_2COOH + HCl$
 4) $ClCH_2COOH + 2NH_3 \rightarrow NH_2CH_2COOH + NH_4Cl$
 5) $4NH_2CH_2COOH + 9O_2 \rightarrow 2N_2 + 8CO_2 + 10H_2O$

30. 1) $CH_3-C \equiv CAg + HCl \rightarrow CH_3-C \equiv CH + AgCl \downarrow$
 2) $CH_3-C \equiv CH + 2HBr \rightarrow CH_3-CBr_2-CH_3$

- 3) $\text{CH}_3\text{-CBr}_2\text{-CH}_3 + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} (\text{CH}_3)_2\text{CO}$
- 5) $(\text{CH}_3)_2\text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{Ni}} (\text{CH}_3)_2\text{CH-OH}$
31. 1) $3\text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{C}_{(\text{акт.})}, \text{t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_6$
- 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4 \xrightarrow{\text{AlCl}_3, \text{t}^\circ} \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5$
- 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{Cl})\text{-CH}_3 + \text{HCl}$
- 4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{Cl})\text{-CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $n\text{CH=CH}_2 \rightarrow \left(\begin{array}{c} | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \text{-CH-CH}_2 \right)_n$
32. 1) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} (\text{CH}_3)_2\text{CO}$
- 2) $(\text{CH}_3)_2\text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} (\text{CH}_3)_2\text{CH-OH}$
- 3) $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH} + \text{HBr} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CHBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $(\text{CH}_3)_2\text{CHBr} + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{кат.}} \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2$
33. 1) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{-CHO}$
- 2) $5\text{CH}_3\text{-CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{HCl} + \text{ClCH}_2\text{COOH}$
- 4) $\text{ClCH}_2\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- 5) $2\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O}$
34. 1) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + \text{HCl}$
- 2) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnSO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$





- 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) $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{HCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$

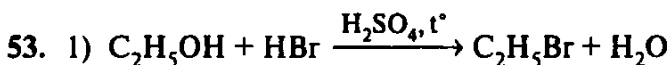
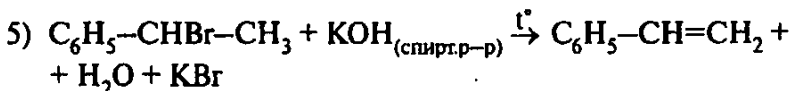
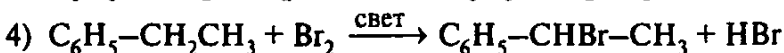
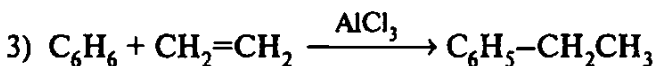
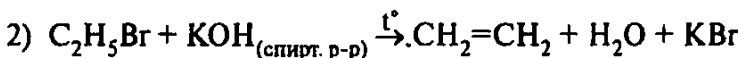
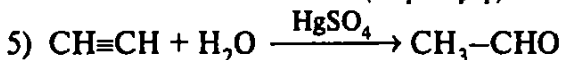
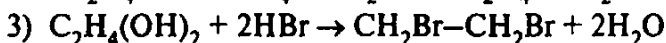
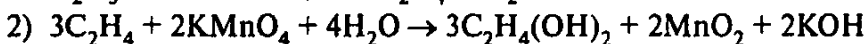
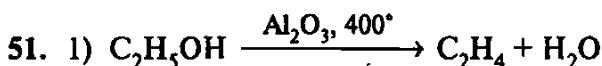
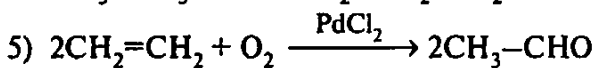
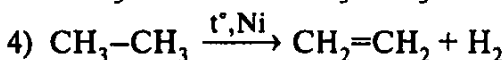
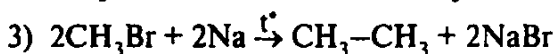
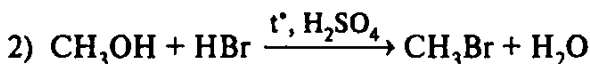
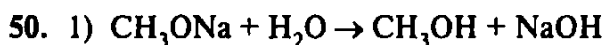
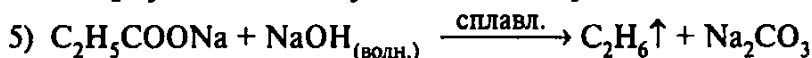
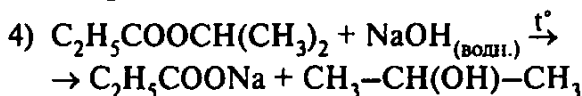
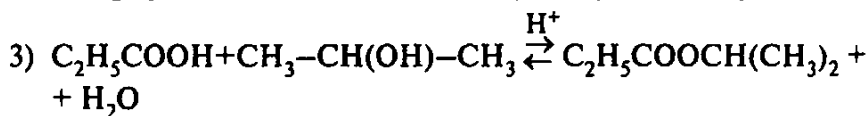
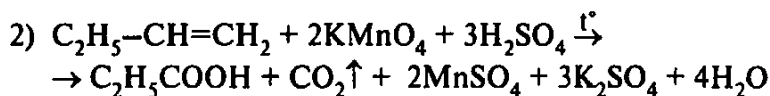
42. 1) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спиртов.})} \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{CHO}$
 3) $5\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
 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) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaBr} + \text{H}-\text{C}_6\text{H}_{14}$
 2) $\text{H}-\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{Pt}} 4\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_6$
 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) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

45. 1) $2\text{C}_3\text{H}_7\text{Br} + 2\text{Na} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaBr} + \text{C}_6\text{H}_{14}$
 2) $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$

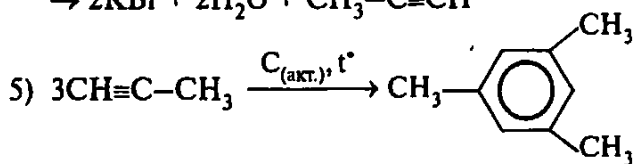
- 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{HCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_3$
- 4) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
46. 1) $\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{CH}_3 + \text{NaOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $5\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 10\text{CH}_3\text{COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{(\text{кр.})}, \text{t}^\circ} \text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{HCl}$
- 4) $\text{ClCH}_2\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
- 5) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{—CH(OH)—C}_2\text{H}_5 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOCH(CH}_3\text{)(C}_2\text{H}_5\text{)} + \text{H}_2\text{O}$
47. 1) $2\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{\text{t}^\circ} 2\text{NaCl} + \text{C}_6\text{H}_{14}$
- 2) $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$
- 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{HCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{—C}_2\text{H}_5$
- 4) $5\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 5\text{CO}_2 + 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} + \text{HCl} + \text{POCl}_3$
48. 1) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{Br} + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{KBr} +$
 $+ \text{H}_2\text{O}$
- 2) $3\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + 10\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{t}^\circ}$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{—COOK} + 3\text{CO}_2\uparrow + 10\text{MnO}_2 + 7\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{CH}_3\text{—COOK} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{сплавл.}} \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4\uparrow$
- 4) $2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ} \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
- 5) $\text{H—C}\equiv\text{C—H} + 2\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag—C}\equiv\text{C—Ag} + 4\text{NH}_3\uparrow +$
 $+ 2\text{H}_2\text{O}$
49. 1) $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl} + \text{NaOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{\text{t}^\circ} \text{C}_2\text{H}_5\text{—CH=CH}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



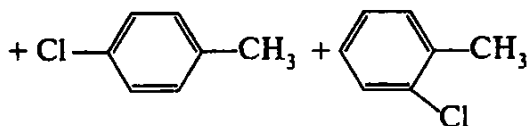
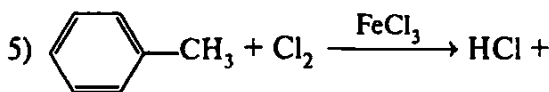
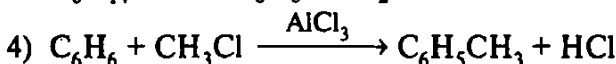
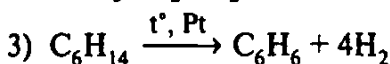
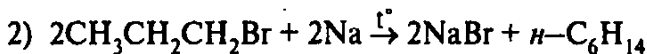
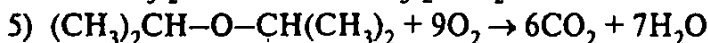
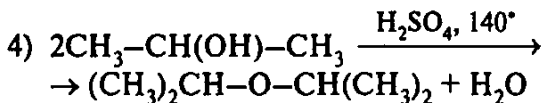
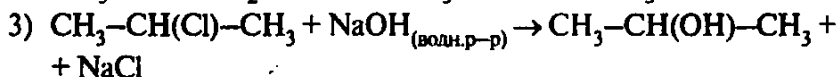
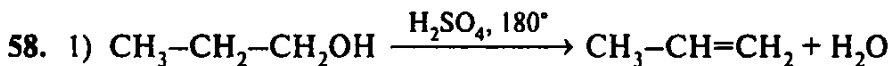
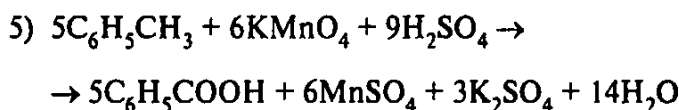
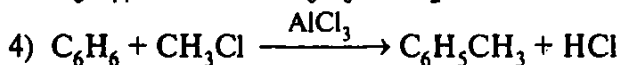
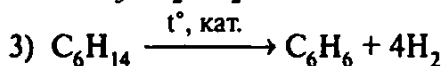
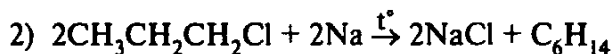
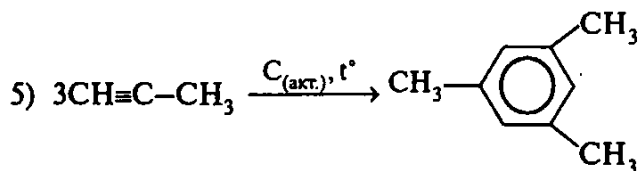
- 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{Mg} \xrightarrow{\text{сухой эфир}} \text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$
 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{COOMgBr}$
 4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOMgBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{MgOHBr}$
 5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{P (красн.)}} \text{HBr} + \text{CH}_3\text{—CHBr—COOH}$

54. 1) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{—CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $5\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P (красн.)}} \text{HCl} + \text{CH}_2\text{Cl—COOH}$
 4) $\text{CH}_2\text{Cl—COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
 5) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{N—CH}_2\text{—CO—NH—CH}(\text{CH}_3)\text{—COOH}$

55. 1) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3, 400^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$
 2) $3\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{OH} + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$
 3) $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{OH} + 2\text{HBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{Br} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{t^\circ} \rightarrow$
 $\rightarrow 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH}$

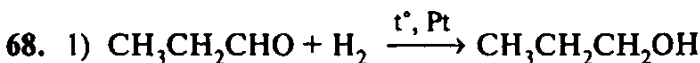
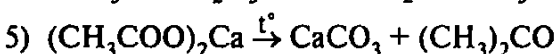
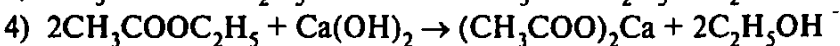
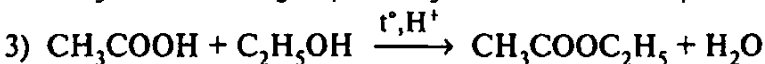
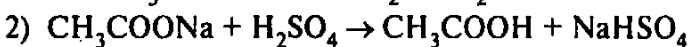
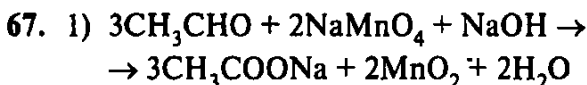
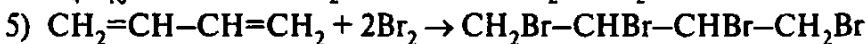
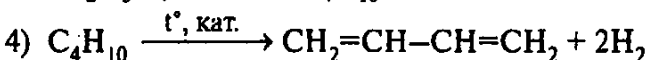
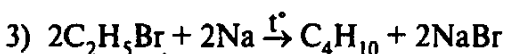
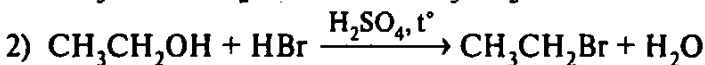
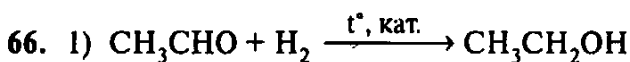
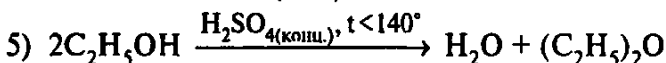
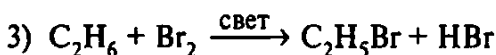
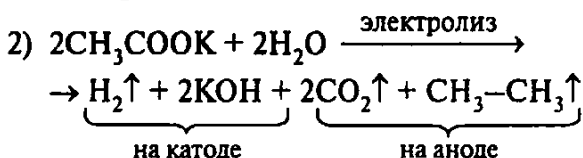
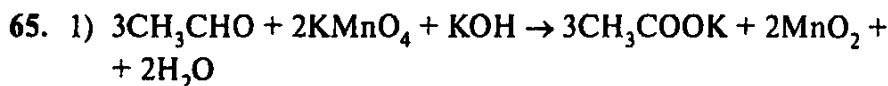
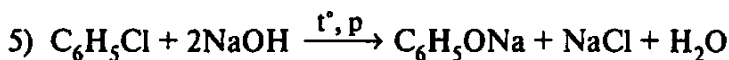
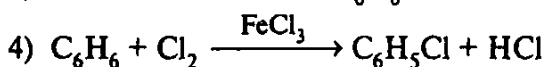
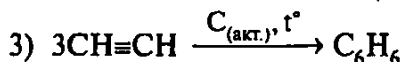


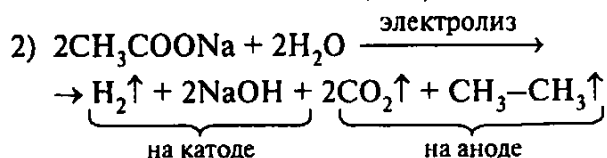
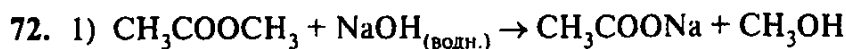
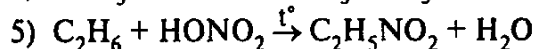
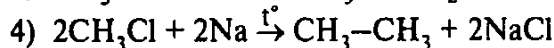
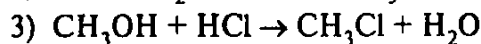
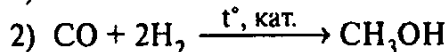
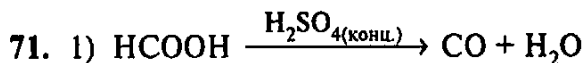
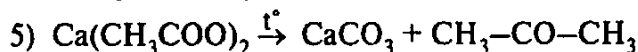
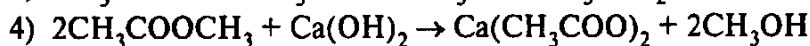
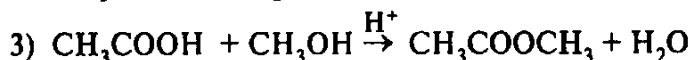
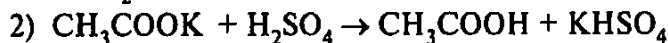
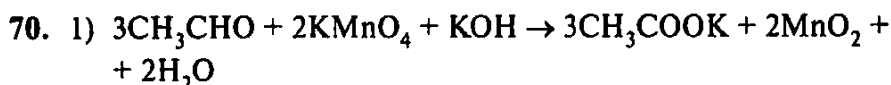
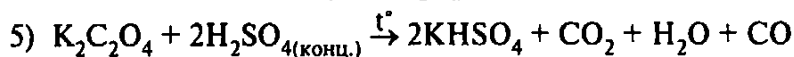
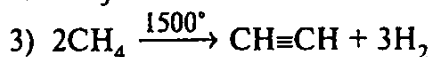
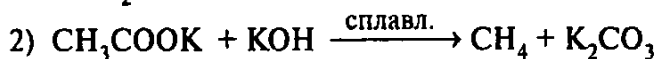
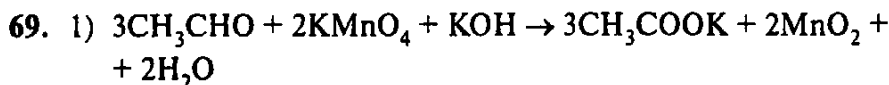
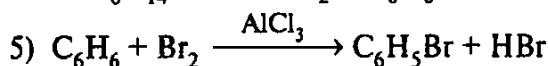
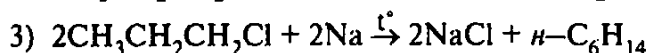
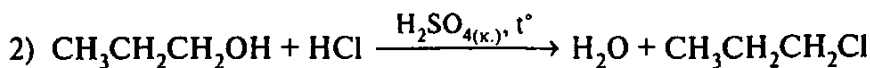
56. 1) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, 180^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$
 2) $3\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{OH} + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$
 3) $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_2\text{OH} + 2\text{HBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \rightarrow$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{Br} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{Br} + 2\text{NaOH}_{(\text{спирт.})} \xrightarrow{t^\circ} \rightarrow$
 $\rightarrow 2\text{NaBr} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH}$

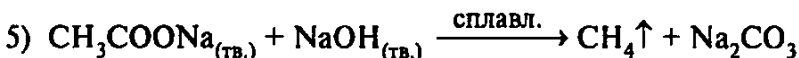
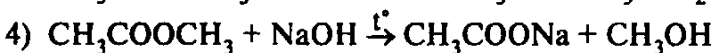
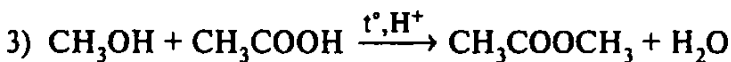
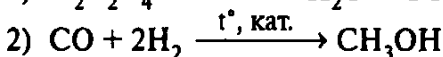
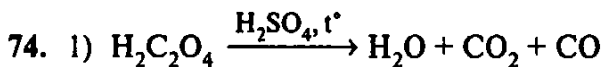
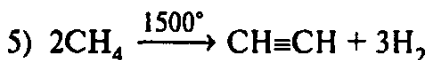
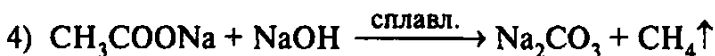
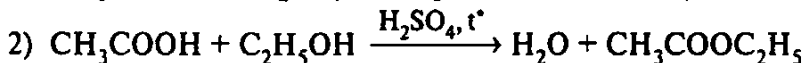
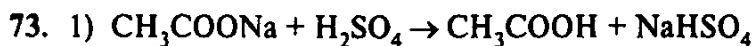
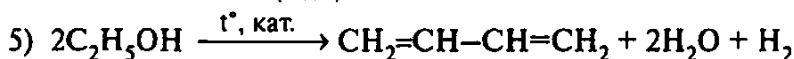
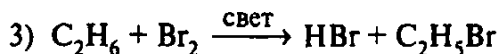


образуется смесь изомерных *n*- и *o*-хлортолуолов
общим количеством вещества 1 моль, считая на
исходный толуол

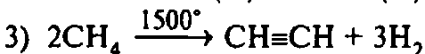
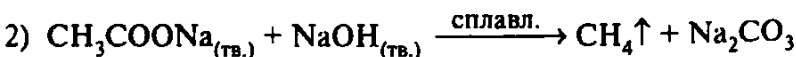
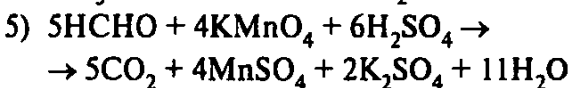
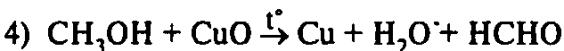
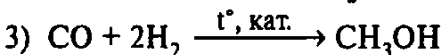
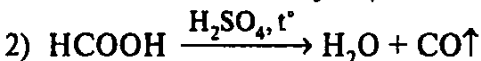
60. 1) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH} \xrightarrow[t > 170^\circ \text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})} \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHBr—CH}_2\text{Br}$
 3) $\text{CH}_3\text{CHBr—CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$
 5) $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3$
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) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
 3) $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3$
 4) $3\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow[t^\circ, \text{Ni}]{\text{H}_2} \text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3$
62. 1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[200^\circ \text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow[t^\circ, \text{кат.}]{\text{H}_2} \text{CH}_3\text{—CH}_3$
 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) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br—CH}_2\text{Br}$
 3) $\text{CH}_2\text{Br—CH}_2\text{Br} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{HC}\equiv\text{CH}$
 4) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{—CHO}$
 5) $\text{CH}_3\text{—CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O} + 3\text{NH}_3$
64. 1) $\text{HOCH}_2\text{—CH}_2\text{OH} + 2\text{HCl} \xrightarrow[t^\circ]{\text{H}_2} \text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$

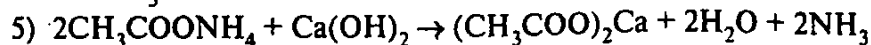
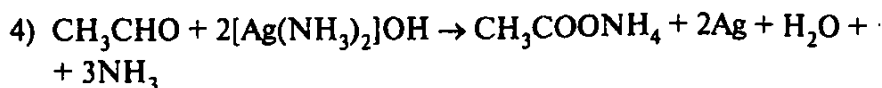
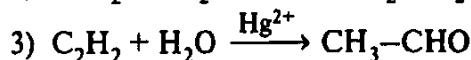
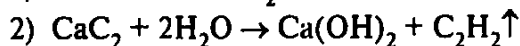
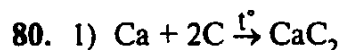
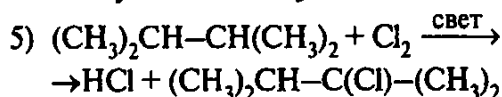
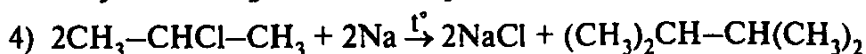
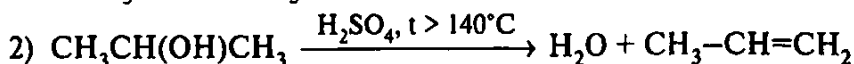
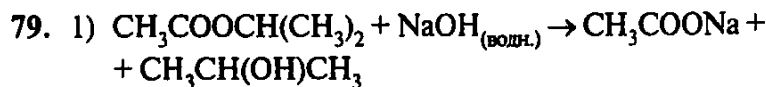
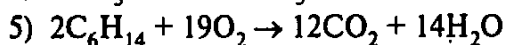
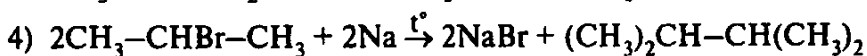
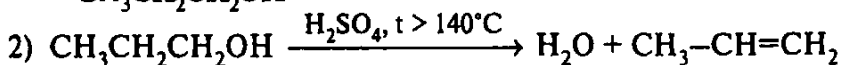
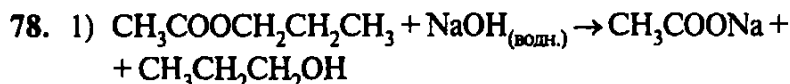
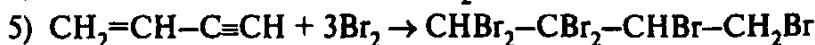
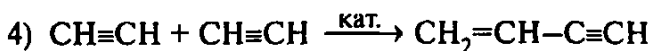
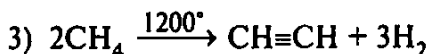
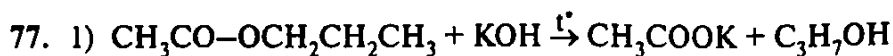
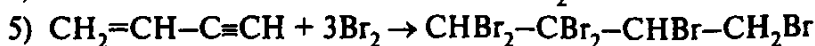


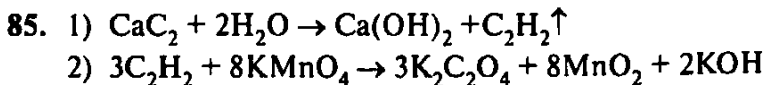
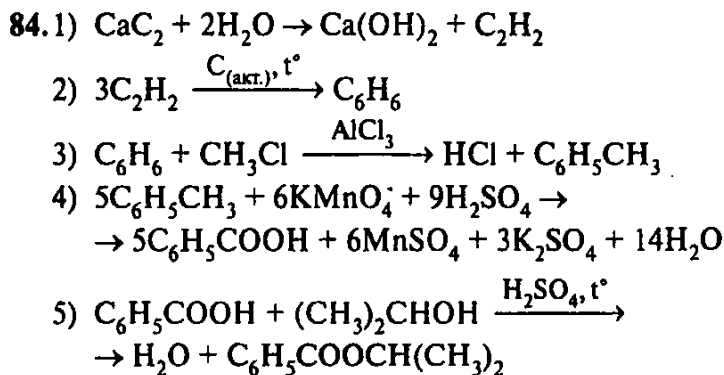
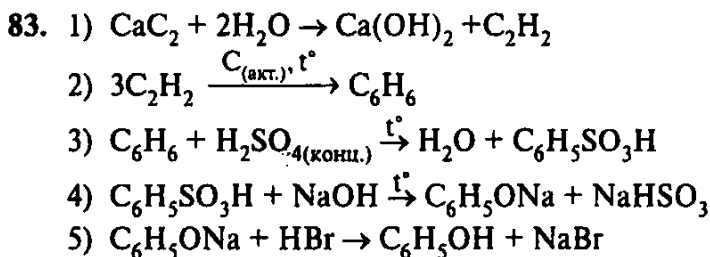
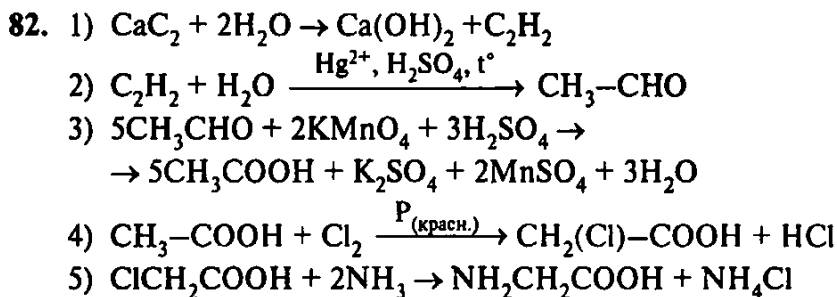
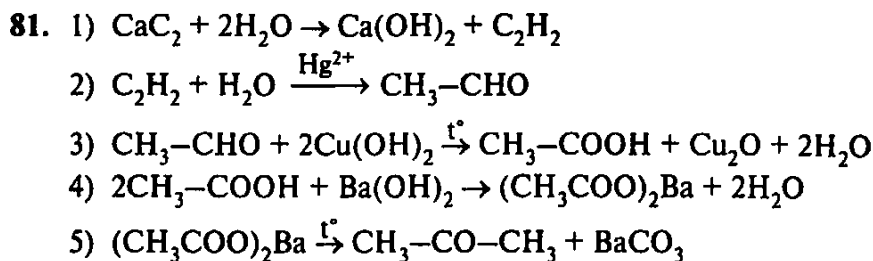


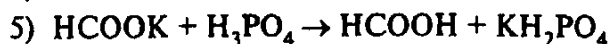
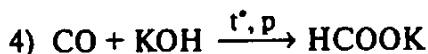


(в качестве X_1 допустимо использование и других формиатов; образование K_3PO_4 — неверно)

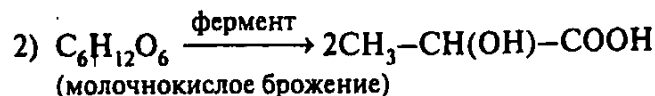
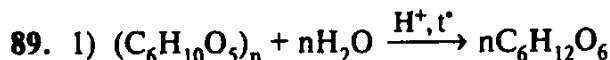
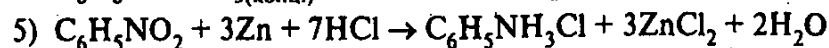
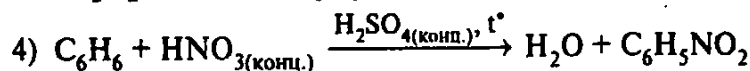
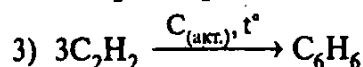
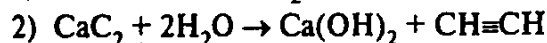
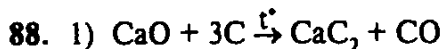
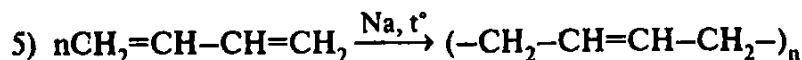
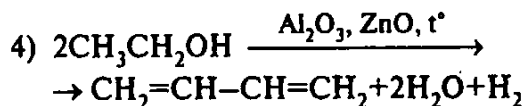
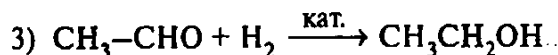
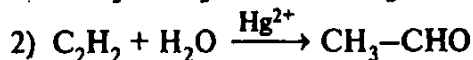
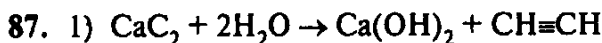
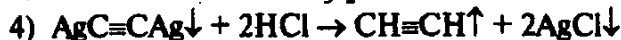
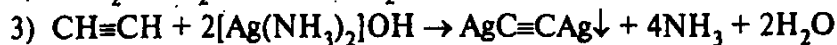
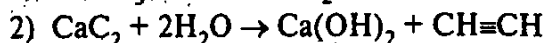
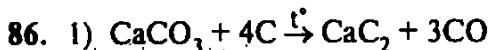


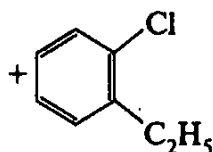
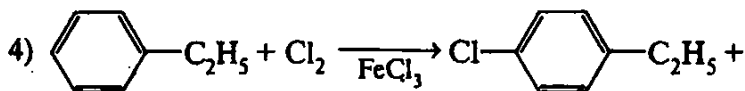
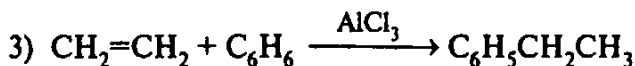
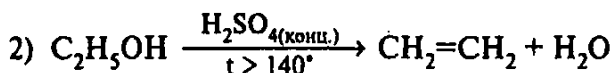
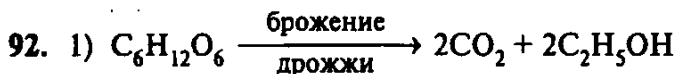
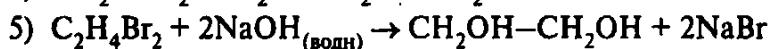
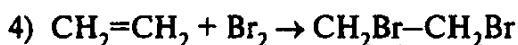
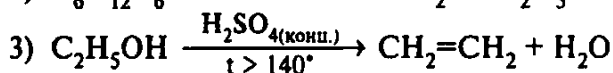
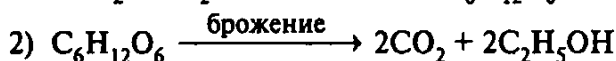
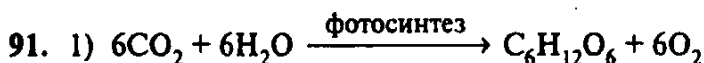
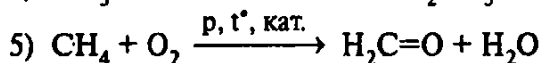
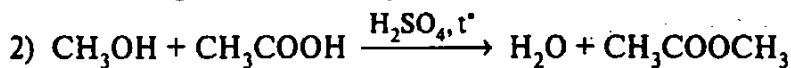
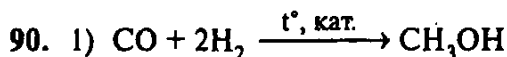
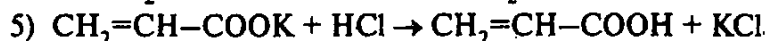
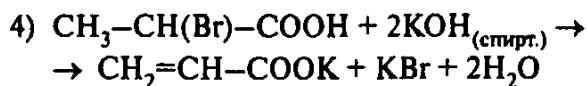




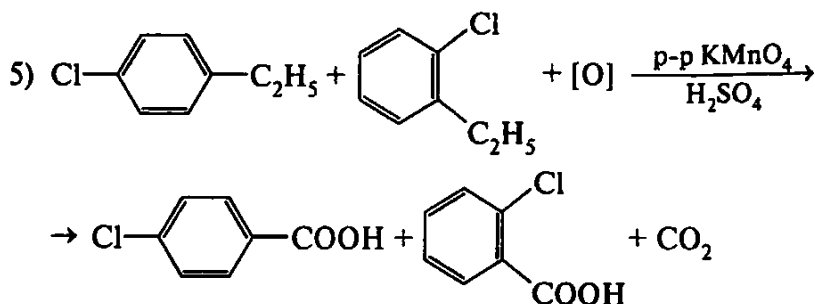


(образование K_3PO_4 следует считать ошибочным)

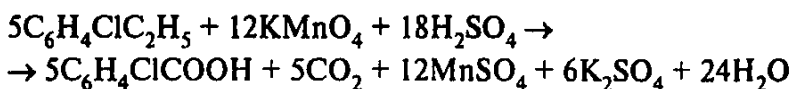




смесь *n*-хлорэтилбензола и *o*-хлорэтилбензола
общим количеством 1 моль (на исходный этилбензол)

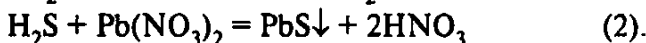
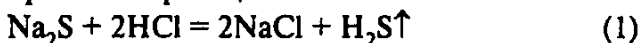


смесь *п*-хлор и *о*-хлорбензойной кислот
общим количеством 1 моль (на исходный этилбензол)



Решение заданий вопроса C4

1. 1) Уравнения реакций:



2) Количества реагирующих веществ:

а) количество HCl:

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

$$m(\text{HCl}) = 0,18 \cdot 1,1 \cdot 110 = 21,78 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 21,78 / 36,5 = 0,6 \text{ моль}$$

б) количество K₂S:

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 0,0156 \cdot 50 = 0,78 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,78 / 78 = 0,01 \text{ моль}$$

в) количество Pb(NO₃)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)

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

$$\text{а) в избытке HCl в количестве } (0,6 - 0,01 \cdot 2) = 0,58 \text{ моль}$$

$$\text{б) } n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль}$$

По уравнению (2)

$$n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) : n(\text{PbS}) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно}$$

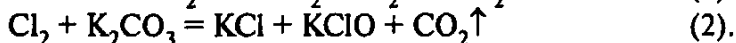
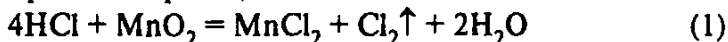
$$\text{а) в избытке Pb}(\text{NO}_3)_2 \text{ в количестве } (0,02 - 0,01) = 0,01 \text{ моль}$$

б) $n(\text{PbS}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,01$ 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) Количество реагирующих веществ:

а) количество HCl:

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

$$n(\text{HCl}) = 0,34 \cdot 1,16 \cdot 25,0 / 36,5 = 0,270 \text{ моль}$$

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

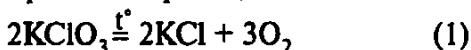
$$V_{\text{г}} = n \cdot V_{\text{м}}; V(\text{Cl}_2) = 0,03 \cdot 22,4 = 0,672 \text{ л.}$$

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)

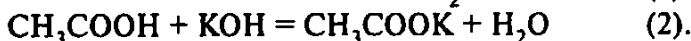
$$n(\text{S}) = n(\text{O}_2) = n(\text{SO}_2) = 12 \text{ моль}$$

$$m(\text{S}) = 12 \cdot 32 = 384 \text{ г;}$$

$$V_{\text{г}} = n \cdot V_{\text{м}}; V(\text{SO}_2) = 12 \cdot 22,4 = 268,8 \text{ л.}$$

4. $m(S) = 64 \text{ г}$
 $V(\text{SO}_2) = 44,8 \text{ л.}$
5. $m(\text{NH}_3) = 27,2 \text{ г}$
 $V(\text{NO}) = 36 \text{ л.}$
6. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 10,5 \text{ г.}$
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. $m(\text{KOH}) = 67,2 \text{ г.}$
10. $\omega(\text{NaHCO}_3) = 6,8\%.$

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

$$n(\text{HCOOH}) = x \text{ моль, } n(\text{CH}_3\text{COOH}) = y \text{ моль, тогда}$$

а) $m(\text{HCOOH}) = x46 \text{ г, } m(\text{CH}_3\text{COOH}) = y60 \text{ г}$

б) по уравнению (1)

$$n(\text{KOH}) = n(\text{HCOOH}) = x \text{ моль}$$

в) по уравнению (2)

$$n(\text{KOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = y \text{ моль}$$

г) составляем и решаем систему уравнений

$$\begin{cases} x46 + y60 = 7,6 \\ x + y = 0,15 \end{cases}$$

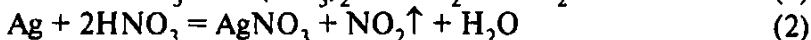
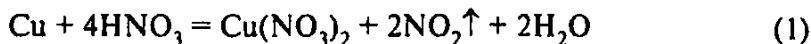
$$\begin{cases} x = 0,1 \text{ моль HCOOH} \\ y = 0,05 \text{ моль CH}_3\text{COOH} \end{cases}$$

4) Массовая доля CH_3COOH в смеси:

а) $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,05 \cdot 60 = 3,0 \text{ г}$

б) $\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{CH}_3\text{COOH})/m(\text{смеси}) =$
 $= 3,0/7,6 \approx 0,3947, \text{ или } 39,5\%.$

12. 1) Уравнения реакций:



2) Вводим обозначения: $n(\text{Cu}) = x$ моль, $n(\text{Ag}) = y$ моль; тогда

а) $m(\text{Cu}) = 64x$, $m(\text{Ag}) = 108y$

$$m_{\text{смеси}} = 64x + 108y = 2,8;$$

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) $m(\text{смеси}) = 188x + 170y = 5,28$.

3) Составляем и решаем систему уравнений:

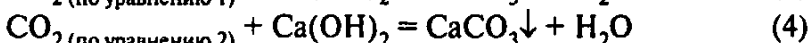
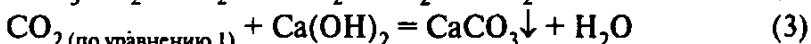
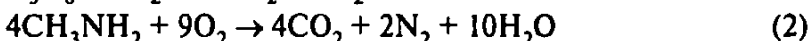
$$\begin{cases} 64x + 108y = 2,8 \\ 188x + 170y = 5,28 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,01 \text{ моль Cu;} \\ y = 0,02 \text{ моль Ag.} \end{cases}$$

4) Рассчитываем массовые доли компонентов смеси:

а) $m(\text{Cu}) = 0,01 \cdot 64 = 0,64$ г; $\omega(\text{Cu}) = 0,64/2,8 \approx 0,2286$, или 22,86%;

б) $m(\text{Ag}) = 0,02 \cdot 108 = 2,16$ г; $\omega(\text{Ag}) = 2,16/2,8 \approx 0,7714$, 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 — $22,4x + 22,4y = 11,2$

б) по уравнениям (1) и (3)

образуется $3x$ моль CO_2 и $3x$ моль CaCO_3 ,

$$m(\text{CaCO}_3) = 300x \text{ г}$$

в) по уравнениям (2) и (4)

образуется y моль CO_2 и y моль CaCO_3 ,

$$m(\text{CaCO}_3) = 100y \text{ г}$$

г) масса осадка

$$m_{\text{осадка}} = 300x + 100y = 80 \text{ г}$$

3) Находим состав смеси:

$$a) \begin{cases} 22,4x + 22,4y = 11,2 \\ 300x + 100y = 80, \rightarrow \end{cases}$$

$$б) x = 0,15; \rightarrow V(C_3H_8) = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36 \text{ л};$$

$$y = 0,35; \rightarrow V(CH_3NH_2) = 0,35 \cdot 22,4 = 7,84 \text{ л};$$

$$в) \varphi(C_3H_8) = 3,36/11,2 = 0,3, \text{ или } 30\%,$$

$$\varphi(CH_3NH_2) = 7,84/11,2 = 0,7, \text{ или } 70\%.$$

4) Рассчитываем объем воздуха:

а) суммарное количество и объем O_2 :

$$V(O_2) = (5x + 9/4 \cdot y)22,4 =$$

$$= (5 \cdot 0,15 + 2,25 \cdot 0,35) \cdot 22,4 = 34,44 \text{ л}.$$

$$б) V(\text{воздух}) = 34,44/0,2 = 172,2 \text{ л}.$$

$$14. m(C_2H_5OH) = 138 \text{ г}; \omega(C_2H_5OH) = 53,49\%;$$

$$m(CH_3COOH) = 120 \text{ г}; \omega(CH_3COOH) = 46,51\%;$$

$$\eta(CH_3COOC_2H_5) = 75\%.$$

$$15. m(C_2H_5OH) = 23 \text{ г}; \omega(C_2H_5OH) = 83,33\%;$$

$$m(HCOOH) = 4,6 \text{ г}; \omega(HCOOH) = 16,67\%.$$

$$16. \omega(CH_3COOH) = 67,61\%.$$

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 :

$$m = \omega m_{p-PA}; m(H_3PO_4) = 0,049 \cdot 200 = 9,8 \text{ г}$$

$$n = m_{B-BA}/M_{B-BA}; n(H_3PO_4) = 9,8/98 = 0,1 \text{ моль}$$

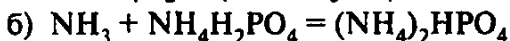


По уравнению реакции

$$n(NH_3) : n(H_3PO_4) : n(NH_4H_2PO_4) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно,}$$

в избытке NH_3 в количестве $(0,2 - 0,1) = 0,1 \text{ моль}$.

$$n(NH_4H_2PO_4) = n(H_3PO_4) = 0,1 \text{ моль}$$



По уравнению реакции

$$n(NH_3) : n(H_3PO_4) : n((NH_4)_2HPO_4) = 1 : 1 : 1, \text{ следовательно,}$$

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 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

$$m_{\text{в-ва}} = n \cdot M_{\text{в-ва}};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ г.}$$

18. 1) Количества реагирующих веществ:

а) количество H_3PO_4 в исходном растворе

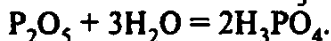
$$m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,09 \cdot 240 = 21,6 \text{ г}$$

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; n_{\text{исх}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 21,6 / 98 = 0,22 \text{ моль}$$

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

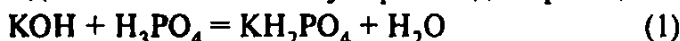
$$n(\text{P}_2\text{O}_5) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 : 2, \text{ следовательно,}$$

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:

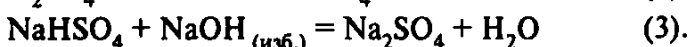


$$\text{Так как } n(\text{KOH}) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,5 : 0,3 = 5 : 1,$$

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) Количества реагирующих веществ:

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

$$n(\text{SO}_3) = 32 / 80 = 0,4 \text{ моль}$$

$$\text{б) } n(\text{NaOH}) = 16 / 40 = 0,4 \text{ моль}$$

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

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{нач.}} = 0,08 \cdot 440 = 35,2 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 35,2/98 = 0,36 \text{ моль.}$$

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

$$\text{б) } n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHSO}_4) = 0,4 \cdot 120 = 48 \text{ г.}$$

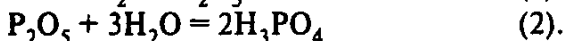
20. $\omega(\text{NaHSO}_3) = 14,5\%$.

21. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 4,98\%$

$$\omega(\text{NaHSO}_3) = 4,11\%.$$

22. $m(\text{NaHSO}_3) = 10,4 \text{ г.}$

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) количества 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

$$\text{б) } n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,5n(\text{P}) = 0,6/2 = 0,3 \text{ моль } \text{P}_2\text{O}_5$$

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,3 \cdot 142 = 42,6 \text{ г}$$

4) По уравнению (2)

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 : 2$$

$$a) n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2n(\text{P}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль,}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,6 \cdot 98 = 58,8 \text{ г.}$$

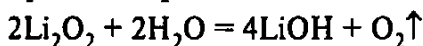
5) Рассчитываем массовую долю H_3PO_4 :

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) / m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{P}_2\text{O}_5) + m(\text{H}_2\text{O}) = 42,6 + 100 = 142,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 58,8 / 142,6 = 0,4123, \text{ или } 41,23\%.$$

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:

$$a) n(\text{LiOH}) = 2n(\text{Li}_2\text{O}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{LiOH}) = 0,4 \cdot 24 = 9,6 \text{ г}$$

$$b) n(\text{O}_2) = 0,5n(\text{Li}_2\text{O}_2) = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 32 = 3,2 \text{ г.}$$

4) Уравнение для расчета массовой доли LiOH :

$$\omega(\text{LiOH}) = \frac{m(\text{LiOH})}{m_{\text{р-ра}}(\text{LiOH})} = \frac{m(\text{LiOH})_{(\text{по уравнению реакции})}}{m(\text{Li}_2\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{O}_2)}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{LiOH}) = 9,2 + 90,8 - 3,2 = 96,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiOH}) = 9,6 / 96,8 = 0,0992, \text{ или } 9,92\%.$$

25. 1) Уравнение реакции:



2) Количества и массы реагирующих веществ:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; n = V_{\text{г}} / V_{\text{М}}; m = \rho \cdot V$$

$$a) n(\text{NH}_3) = 15 / 22,4 = 0,670 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_3) = 0,67 \cdot 17 = 11,39 \text{ г}$$

$$b) n(\text{HBr}) = 18 / 22,4 = 0,804 \text{ моль}$$

$$m(\text{HBr}) = 0,804 \cdot 81 = 65,124 \text{ г}$$

$$в) m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 1500 = 1500 \text{ г.}$$

3) По уравнению реакции:

$n(\text{NH}_3) = n(\text{HBr}) = n(\text{NH}_4\text{Br})$, следовательно:

а) в избытке HBr в количестве $(0,804 - 0,670) = 0,134$ моль

б) $n(\text{NH}_4\text{Br}) = n(\text{NH}_3) = 0,670$ моль

$m(\text{NH}_4\text{Br}) = 0,670 \cdot 98 = 65,66$ г.

4) Массовая доля NH_4Br :

$$\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Br})}{m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_4\text{Br})} = \frac{m(\text{NH}_4\text{Br})_{(\text{по уравнению (1)})}}{m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HBr})}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_4\text{Br}) = 11,39 + 1500 + 65,124 = 1576,514 \approx 1576 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = 65,66/1576 = 0,0417, \text{ или } 4,2\%.$$

26. $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 7,98\%$.

27. $\omega(\text{KNO}_3) = 9,65\%$.

28. $\omega(\text{NaNO}_3) = 0,53\%$.

29. $\omega(\text{NaNO}_3) = 4,18\%$

$\omega(\text{NaOH}) = 1,54\%$.

30. $\omega(\text{LiCl}) = 1,8\%$;

$\omega(\text{LiOH}) = 3\%$.

$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 95,2\%$.

31. $\omega(\text{AlCl}_3) = 11,3\%$.

32. $\omega_2(\text{CaBr}_2) = 19,6\%$.

33. $\omega_2(\text{BaBr}_2) = 1,8\%$.

34. $\omega_2(\text{MgSO}_4) = 1,2\%$.

35. $V(\text{CO}_2) = 4,48$ л.

36. $\omega(\text{KNO}_3) = 2,8\%$.

37. $\omega(\text{CaCl}_2) = 20,9\%$.

38. $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 7,02\%$.

39. $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,11\%$.

40. $\omega(\text{NaCl}) = 3,69\%$.

41. $\omega(\text{NaNO}_3) = 4,56\%$.

42. $\omega(\text{KCl}) = 7,53\%$.

43. $\omega(\text{CaCl}_2) = 21,7\%$.

44. $\omega(\text{KClO}_3) = 3,2\%$.

45. $\omega(\text{HNO}_3) = 5,49\%$.

46. 1) Уравнение реакции:



Так как образуется раствор щелочи 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

$$m(\text{LiH}) = x \cdot 8 \text{ г}$$

$$n(\text{LiOH}) = n(\text{LiH}) = x \text{ моль}, m(\text{LiOH}) = x \cdot 24 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{LiH}) = x \text{ моль}, m(\text{H}_2) = x \cdot 2 \text{ г}$$

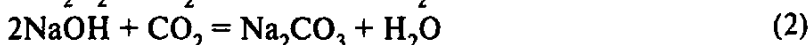
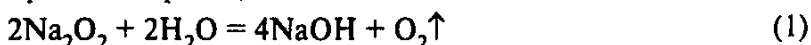
$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1 \cdot 200 = 200 \text{ г}.$$

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

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})} = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{Na}_2\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{O}_2)} \quad (\text{по уравнению (1)}) \quad (3)$$

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)

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{NaOH}) : n(\text{O}_2) = 2 : 4 : 2, \text{ следовательно,}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2) = (0,075 \cdot 2) = 0,15 \text{ моль NaOH}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ г}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,5n(\text{Na}_2\text{O}_2) = (0,075/2) = 0,0375 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,0375 \cdot 32 = 1,2 \text{ г}$$

в) пусть $m(\text{H}_2\text{O}) = x(\text{г})$, тогда по уравнению (3)

$$0,04 = 6 / (5,85 + x - 1,2)$$

$$x = 145,4 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = m/\rho = 145,4/1 = 145,4 \text{ мл}$$

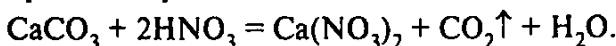
4) По уравнению (2):

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

$$\text{а) } n(\text{CO}_2) = 0,5n(\text{NaOH}) = (0,15/2) = 0,075 \text{ моль}$$

$$\text{б) } V(\text{CO}_2) = n \cdot V_M = 0,075 \cdot 22,4 = 1,68 \text{ л.}$$

48. 1) Уравнение реакции:



2) Рассчитываем массы веществ, вступивших в реакцию и полученных в ходе реакции:

Пусть $n(\text{CaCO}_3) = x$ 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. $m(\text{SO}_3) = 6,56 \text{ г.}$

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. $m(\text{S}) = 5,76 \text{ г.}$

57. $m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 3,96 \text{ г.}$

58. $m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 8,94 \text{ г.}$

59. $\omega_2(\text{HNO}_3) = 8,86\%.$

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. $\omega_2(\text{HBr}) = 17,79\%.$

64. $\omega_2(\text{HCl}) = 9,5\%.$

65. $\omega_2(\text{HCl}) = 4,2\%.$

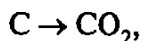
66. $\omega(\text{NH}_4\text{Br}) = 2,31\%.$

67. $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 2,53\%.$

68. $\omega_2(\text{CuBr}_2) = 3,14\%$.
69. $\omega_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,1\%$.
70. $\omega_2(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 4,95\%$.
71. $\omega_2(\text{HCl}) = 2,87\%$.
72. $V_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 106,6 \text{ мл}$.
73. $V(\text{H}_2\text{O}) = 132,7 \text{ мл}$.

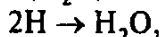
Решение заданий вопроса C5

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:
- $\text{HCOOH} + \text{ROH} \rightarrow \text{HCOOR} + \text{H}_2\text{O}$
- а) $D_{1/2} = M_1/M_2$
 $M(\text{HCOOR}) = 2,55 \cdot 29 = 73,95 \approx 74 \text{ г/моль}$
 $M(\text{R}) = 74 - 1 - 12 - 16 \cdot 2 = 29 \text{ г/моль}$
 $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$ (спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — этанол)
- б) формула сложного эфира HCOOC_2H_5 (этилформиат).
2. $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$.
3. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$.
4. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$.
5. Формула сложного эфира $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$.
6. KClO_3 .
7. MgSO_4 .
8. I. Количественный состав вещества и простейшая формула.
- а) $n(\text{CO}_2) = V_r/V_M = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль}$



$$n(C) = n(CO_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$б) n(H_2O) = m_{в-ва} / M_{в-ва} = 5,4 / 18 = 0,3 \text{ моль}$$



$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$$

в) Простейшая формула C_xH_y

$$x : y = 0,4 : 0,6 = 2 : 3, C_2H_3$$

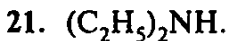
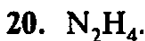
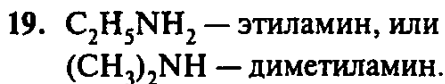
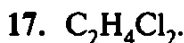
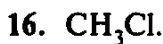
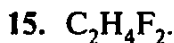
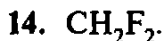
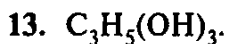
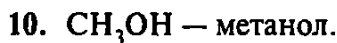
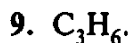
$$M(C_2H_3)_{\text{прост.}} = 12 \cdot 2 + 3 = 27 \text{ г/моль}$$

II. Истинная формула.

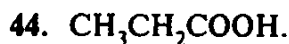
$$1) D_{1/2} = M_1 / M_2$$

$$M_{1(\text{ист.})} = 27 \cdot 2 = 54 \text{ г/моль}$$

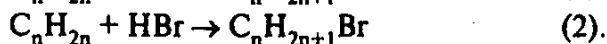
$$2) M_{\text{ист.}} / M_{\text{прост.}} = 54 / 27 = 2, \text{ следовательно, молекулярная формула } (C_2H_3) \cdot 2 = C_4H_6.$$



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 .



45. 1) Уравнения реакций:



2) Количества галогенпроизводных:

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}} = 7,85 / (14n + 36,5) \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br}) = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}} = 12,3 / (14n + 81) \text{ моль}$$

3) По уравнениям реакций:

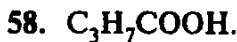
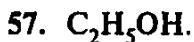
$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br}), \text{ следовательно,}$$

$$7,85 / (14n + 36,5) = 12,3 / (14n + 81)$$

$$n = 3$$

4) Молекулярная формула алкена C_3H_6 .

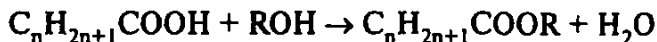
Структурная формула $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$, пропен (пропилен).



59. $C_3H_7CH_2OH$, или C_4H_9OH .

60. $(C_3H_7)_2O$.

61. 1) Уравнение реакции этерификации в общем виде:



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).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. Подготовка к ЕГЭ-2011. — Ростов н/Д: Легион, 2010.
2. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. Подготовка к ЕГЭ-2010. Вступительные экзамены. — Ростов н/Д: Легион, 2008.
3. *Доронькин В. Н., Бережная А. Г., Сажнева Т. В., Февралева В. А.* Химия. ЕГЭ-2009. Вступительные экзамены. — Ростов н/Д: Легион, 2008.
4. Химия. ЕГЭ-2008. Вступительные экзамены. Под ред. *Доронькина В. Н.* — Ростов н/Д: Легион, 2007.
5. *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.
6. *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
<i>Вопрос C1.</i> Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов и способы защиты от нее	4
<i>Вопрос C2.</i> Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	17
<i>Вопрос C3.</i> Реакции, подтверждающие взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений.	27
<i>Вопрос C4.</i> 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	40
<i>Вопрос C5.</i> Нахождение молекулярной формулы вещества.	54
Ответы	67
Литература	127

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 (C1–C5)**

Учебно-методическое пособие

Под редакцией **В. Н. Доронькина**

Художественное оформление, разработка серии **И. Лойкова**

Компьютерная верстка **А. Ильинов**

Корректор **Н. Пимонова**

Подписано в печать 18.10.2010. Формат 60х84¹/₁₆. Бумага типографская.

Гарнитура Ньютон. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,44.

Доп. тираж 5000 экз. Заказ № 12.

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

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных диапозитивов
в ЗАО «Полиграфобъединение». 347900, г. Таганрог, ул. Лесная биржа, 6 В.