

ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ



Упражнения ГИА по химии
Степень окисления, электронный баланс



Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) – называются такие реакции, которые сопровождаются изменением степени окисления атомов элементов, входящих в состав реагирующих веществ. ОВР одни из наиболее часто встречающихся в природе и технике. Лежат в основе важнейших биологических (обмен веществ, фотосинтез, дыхание, брожение и т.д.), геоэкологических (круговорот веществ в природе) и технологических (металлургия, электролиз и т.д.) процессов. Поэтому рассмотрению ОВР отводится значительное время в курсе 9-х и 11-х классов.

1. СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

Степень окисления (СО) – условный заряд атома в молекуле, вычисленный исходя из предположения, что все связи имеют ионный характер. Степень окисления может быть положительной, отрицательной или равняться нулю, что зависит от природы соответствующих соединений. В веществах с ионной связью и в соединениях сильно- или слабополярных ковалентными связями, элемент с большим значением электроотрицательности приобретает отрицательное значение степени окисления. А элемент с меньшим значением электроотрицательности приобретает положительное значение.

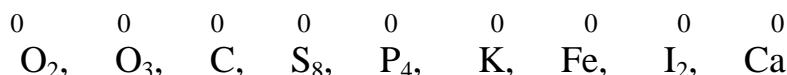
Относительные электроотрицательности элементов-неметаллов, расположенных по увеличению электроотрицательности (по Полингу):



где **F** – самый электроотрицательный элемент.

1.1. Общие правила определения степени окисления

1. Степень окисления элементов в простом веществе равна 0.

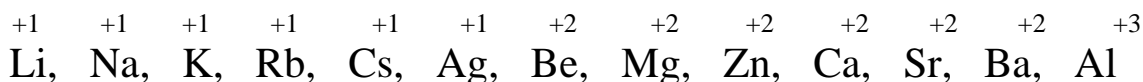


2. В сложных веществах **сумма** степеней окисления всех атомов равна 0.

3. Степень элементов, в основном, изменяется от -4 до +7.

4. Степень окисления металлов всегда положительная (*кроме простых веществ*).

5. Металлы с постоянной степенью окисления в сложных веществах:



6. В сложных веществах степень окисления **F** равна -1.

7. В сложных веществах степень окисления **O** равна -2 (но в пероксидах степень окисления -1: H_2O_2 , Na_2O_2 , во фториде кислорода +2: OF_2).

8. В сложных веществах степень окисления **H** равна +1 (но в гидридах (соединения металла и водорода) степень окисления -1: NaNH_2 , CaH_2).

9. В сложных веществах степень окисления **Cu** равна +2 (но встречается и степень окисления +1: Cu_2O , CuCl).

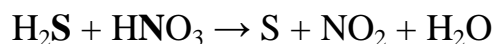


Окислитель – это элемент или частица, принимающая электроны в процесс восстановления в окислительно-восстановительной реакции.

Восстановитель – это элемент или частица, отдающая электроны в процесс окисления в окислительно-восстановительной реакции.

Типы ОВР

1. Межмолекулярные – элемент-окислитель и элемент-восстановитель входят в состав молекул разных веществ:

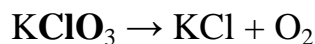


-2

+5

S – восстановитель; N – окислитель

2. Внутримолекулярные - элемент-окислитель и элемент-восстановитель входят в состав одного вещества:



-2

+5

O – восстановитель; Cl – окислитель

3. Диспропорционирования - элемент-окислитель и элемент-восстановитель один и тот же элемент, входящий в состав одного вещества:



0

0

Cl₂ – восстановитель; Cl₂ – окислитель



УПРАЖНЕНИЯ

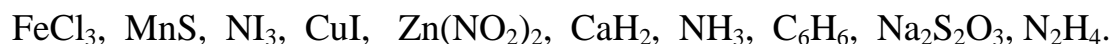
1. Определите степень окисления каждого элемента в ряду:

- 1) NaCl, BaI₂, Mg₃N₂, Cr₂O₃, ClF₃, SO₃, Li₄C, P₂O₅, ZnO, N₂O₃, N₂O₅, Ba₂Si, CaC₂.
 2) CaS, Na₃N, FeO, Fe₂O₃, Mn₂O₇, PF₅, CrO₃, AlP, Al₂S₃, K₄Si, N₂O, NO₂, Al₄C₃.

2. Укажите степень окисления каждого элемента в сложном веществе:

- 1) KOH, H₂SO₄, HNO₂, CaSO₄, Na₂SO₃, K₂HPO₄, Mg(OH)₂, Cr₂(SO₃)₃.
 2) HNO₃, H₃PO₄, HClO₃, KNO₃, KH₂PO₄, MgSiO₃, Fe(OH)₃, Al₂(SO₄)₃.

3*. Укажите степень окисления:



4. Определите степень окисления элементов входящих в состав веществ:

- а) H₂Se, CaH₂, SiF₄, AlN, Mn₂O₇, LiH, SF₆, NH₃, NF₃, N₂H₄, P₄O₁₀, Ca₂Si.
 б) HClO, KClO₃, HClO₄, NH₄OH, NaClO₂, H₃PO₄, NH₂OH, MgOHCl

5. Установите соответствие между схемой процесса, происходящего в окислительно восстановительной реакции, и названием этого процесса

Схема процесса	Название процесса
А) Cr ⁺⁶ → Cr ⁺³ Б) S ⁺⁶ → S ⁻² В) Fe ⁺² → Fe ⁺³	1) восстановление 2) окисление

Ответ:

А	Б	В

Схема процесса	Название процесса
А) Cr ⁰ → Cr ⁺³ Б) S ⁺⁶ → S ⁰ В) Fe ⁰ → Fe ⁺³	1) восстановление 2) окисление

Ответ:

А	Б	В

Схема процесса	Название процесса
А) 2H ⁺ → H ₂ Б) S ⁻² → S ⁰ В) Al ⁰ → Al ⁺³	1) восстановление 2) окисление

Ответ:

А	Б	В

Схема процесса	Название процесса
А) O ₂ ⁰ → 2O ⁻² Б) 2N ⁺³ → N ₂ ⁰ В) Zn ⁰ → Zn ⁺²	1) восстановление 2) окисление

Ответ:

А	Б	В

Схема процесса	Название процесса
А) N ⁺⁵ → N ⁻³ Б) S ⁰ → S ⁻² В) Si ⁰ → Si ⁺⁴	1) восстановление 2) окисление

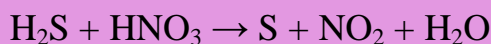
Ответ:

А	Б	В



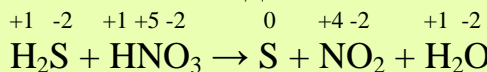
ЭЛЕКТРОННЫЙ БАЛАНС

1. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

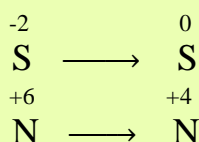


Определите окислитель и восстановитель.

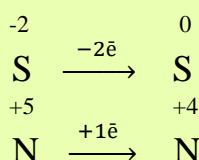
1. Определяем степень окисления каждого элемента в уравнении реакции:



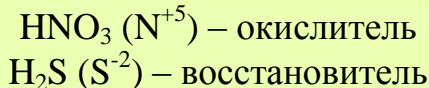
2. Выписываем частицы, которые меняют степень окисления:



3. Определяем количество отданных и принятых электронов (частица повышающая степень окисления – отдает электроны, а частица понижающая степень окисления – принимает электроны):

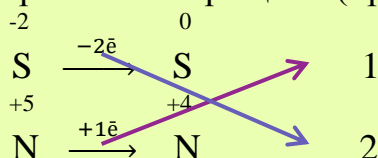


4. Определяем окислитель и восстановитель: (частица (или вещество) отдающая электроны – является восстановителем, а частица (или вещество) принимающая электроны – окислитель)



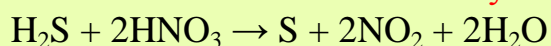
5. Расставляем коэффициенты в уравнении реакции:

- а) Переносит количество электронов и сокращаем (при необходимости)



- б) 2 и 1 – это количество частиц, которых должны быть в уравнении реакции (это не коэффициенты!).

- в) **В балансе учитываются только те частицы, которые меняют степень окисления. Если частица не меняет степень окисления – она не учитывается!**

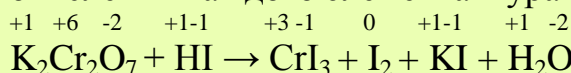


1. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

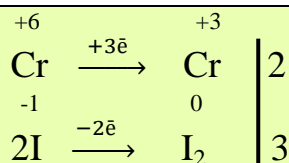


Определите окислитель и восстановитель.

1. Определяем степень окисления каждого элемента в уравнении реакции:



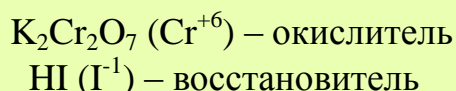
2. Выписываем частицы, которые меняют степень окисления (**индексы у частицы в сложном веществе не выписываются, а в простом выписываются!**):



3. Расставляем коэффициенты: т.к. в молекуле $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ два хрома, перед молекулой коэффициент 2 не **ставится!**, а перед молекулой CrI_3 ставим коэффициент 2. Перед молекулой I_2 ставим коэффициент 3. А перед молекулой HI коэффициент 6 не ставим (т.к. у нас йод в реакции как меняет, так и не меняет степень окисления!). Определяем, что калия до реакции 2, уравниваем его и после, ставив коэффициент 2 перед молекулой KI . Определяем, что после реакции йода 14, тогда перед молекулой HI ставим коэффициент 14. Последним этапом уравниваем воду по водороду. До реакции водорода 14, то ставим перед водой коэффициент 7.



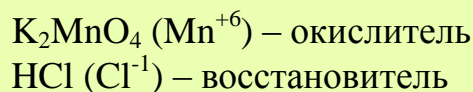
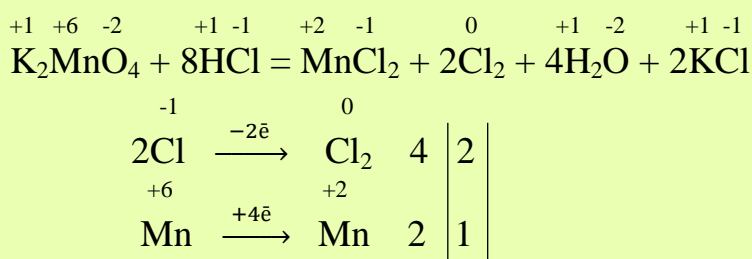
4. Определяем окислитель и восстановитель: (частица (или вещество) отдающая электроны – является восстановителем, а частица (или вещество) принимающая электроны - восстановитель)



3. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:



Определите окислитель и восстановитель.



1. Используя метод электронного баланса, составьте уравнения реакции. Определите окислитель и восстановитель.

- $\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HgSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KBr} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeCl}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{I}_2$
- $\text{HNO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
- $\text{KClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$



11. $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
12. $\text{H}_2\text{S} + \text{HClO} \rightarrow \text{S} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$
13. $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
14. $\text{FeCl}_2 + \text{KClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
15. $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{S}$
16. $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
17. $\text{KCl} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
18. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$
19. $\text{Pb} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$
20. $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
21. $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
22. $\text{Ca} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
23. $\text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
24. $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
25. $\text{CuCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
26. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} \rightarrow \text{CrI}_3 + \text{I}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$
27. $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
28. $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
29. $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
30. $\text{Si} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2$
31. $\text{HNO}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
32. $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
33. $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
34. $\text{PbS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
35. $\text{NH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
36. $\text{S} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
37. $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
38. $\text{Zn} + \text{HNO}_3_{\text{разб.}} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
39. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
40. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц.}} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
41. $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuI} + \text{I}_2$
42. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P} + \text{CO}$
43. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$
44. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
45. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
46. $\text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{(конц.)}} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
47. $\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{(конц.)}} \rightarrow \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
48. $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{(конц.)}} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
49. $\text{HNO}_{3\text{(конц.)}} + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
50. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$



51. $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
52. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
53. $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
54. $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
55. $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$
56. $\text{NaNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
57. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
58. $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
59. $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
60. $\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
61. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
62. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
63. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
64. $\text{Mg} + \text{HNO}_{3(\text{оч. разб.})} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
65. $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \text{H}_3\text{PO}_4$
66. $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow 3\text{S} + \text{NO}_2 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$
67. $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
68. $\text{FeCl}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HCl} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
69. $\text{H}_2\text{S} + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$
70. $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
71. $\text{MnSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
72. $\text{NH}_3 + \text{KClO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
73. $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
74. $\text{P} + \text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
75. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
76. $\text{NaNO}_2 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
77. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
78. $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
79. $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
80. $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
81. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
82. $\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$
83. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
84. $\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
85. $\text{AlP} + \text{HNO}_{3(\text{конц.})} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$
86. $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
87. $\text{KNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
88. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
89. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
90. $\text{FeSO}_4 + \text{NaMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
91. $\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



92. $91. \text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4$
93. $\text{PH}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$
94. $\text{CrCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$
95. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4$
96. $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{KOH}$
97. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
98. $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
99. $\text{NaClO} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
100. $\text{KNO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
101. $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \text{HNO}_3$
102. $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + 3\text{SiO}_2 \rightarrow \text{P} + \text{CO} + \text{CaSiO}_3$
103. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
104. $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
105. $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
106. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
107. $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}_3$
108. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
109. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$
110. $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CrO}_4$
111. $\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$
112. $\text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{KCl}$
113. $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2$
114. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
115. $\text{KOH} + \text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KCl} + \text{K}_2\text{MnO}_4$
116. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
117. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$