

## 5. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Окислительно-восстановительными называются химические реакции, сопровождающиеся изменением степени окисления атомов элементов.

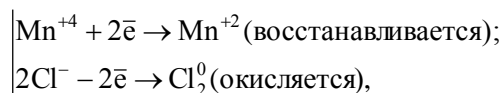
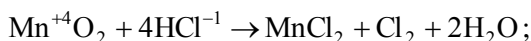
**Окисление** – процесс отдачи электронов, а **восстановление** – процесс принятия электронов. Окисление и восстановление взаимосвязаны.

**Окислитель** – вещество, атомы которого принимают электроны, при этом он восстанавливается.

**Восстановитель** – вещество, атомы которого отдают электроны, при этом он окисляется.

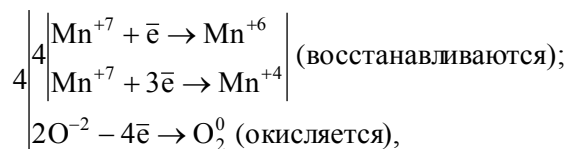
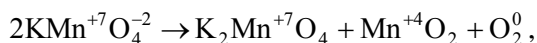
Все окислительно-восстановительные реакции классифицируют следующим образом:

• Межмолекулярные реакции. Это реакции, в которых окислитель и восстановитель являются различными веществами:



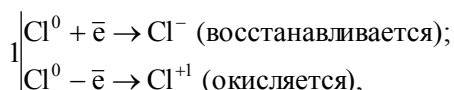
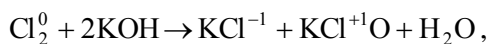
где  $\text{Mn}^{+4}$  – окислитель;  $\text{Cl}^{-1}$  – восстановитель.

• Реакции внутримолекулярного окисления. Это реакции, которые протекают с изменением степеней окисления атомов различных элементов одного и того же вещества:



где  $\text{Mn}^{+7}$  – окислитель;  $\text{O}^{-2}$  – восстановитель.

• Реакции диспропорционирования. В этих реакциях и окислителем, и восстановителем является элемент, находящийся в промежуточной степени окисления в составе одного и того же вещества:



где  $\text{Cl}_2^0$  – окислитель и восстановитель.

О возможности того или иного вещества проявлять окислительные, восстановительные или двойственные свойства можно судить по степени окисления элементов, выполняющих эти функции.

Элементы в своей высшей степени окисления проявляют только окислительные свойства, а в низшей степени окисления проявляют только восстановительные свойства. Элементы, имеющие промежуточную степень окисления, могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Некоторые окислители и восстановители представлены в табл.5.1.

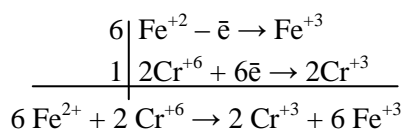
Таблица 5.1

Вещество	Схемы реакций
$\text{KMnO}_4$	$\text{Mn}^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+4} \text{ (MnO}_2\text{), pH} < 7$ $+ \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6} \text{ MnO}_4^{2-}, \text{ сольщелочи, pH} > 7$
$\left. \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{CrO}_4 \\ \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \end{array} \right\}$	$\text{Cr}^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ $\text{Cr}^{3+}, \text{ соликислоты, pH} < 7$ $\text{Cr(OH)}_3, \text{ pH} \cong 7$ $\text{CrO}_2^-, \text{ сольщелочи, pH} > 7$
$\text{H}_2\text{O}_2$	$2\text{O}^{-} + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2} \text{ (H}_2\text{O)}$

Восстановители	Схемы реакций
H <sub>2</sub> S и ее соли, Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$S^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow S^0$
НГ и их соли	$2\Gamma^{-} - 2\bar{e} \rightarrow \Gamma_2$
Cr <sup>+3</sup>	$Cr^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+6}$ $\left. \begin{array}{l} Cr_2O_7^{2-} \\ CrO_4^{2-} \end{array} \right\} \text{соответствующие соли}$
HNO <sub>2</sub> и ее соли	$N^{+3} - 2\bar{e} \rightarrow N^{+5}$ (HNO <sub>3</sub> или ее соли)
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> и ее соли	$S^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow S^{+6}$ (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> или ее соли)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$2O^{-} - 2\bar{e} \rightarrow O_2$

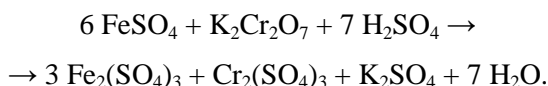
**Пример 1.** Составить электронную схему и закончить уравнение реакции  $FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$

**Решение.** Степени окисления изменяются у железа Fe<sup>+2</sup> и хрома Cr<sup>+6</sup>. Составим уравнение баланса электронов, причем расчет ведем на два атома хрома (по числу атомов в молекуле K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>):



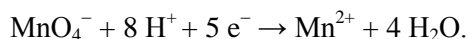
Расставим полученные коэффициенты в левую и правую части исходного уравнения. Учитывая, что реакция протекает при избытке серной кислоты, конечным продуктом реакции будут сульфаты всех металлов. Водород образует воду. Недостаток сульфат-ионов слева компенсируют 7 моль серной кислоты. В последнюю очередь уравнивают реакцию по водороду (7 H<sub>2</sub>O). Проверку следует вести по кислороду (по 59 атомов слева и справа).

Окончательно

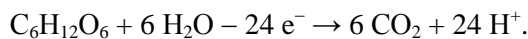


**Пример 2.** Закончить и уравнять реакцию  $C_6H_{12}O_6 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + \dots$

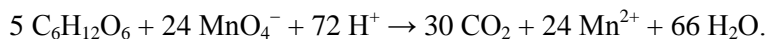
**Решение.** Необходимо составить схему процесса. В кислой среде перманганат-ион восстанавливается до иона марганца со степенью окисления +2. Для уравнивания числа атомов кислорода добавляют воду или ионы H<sup>+</sup> в кислой среде или OH<sup>-</sup> в щелочной:



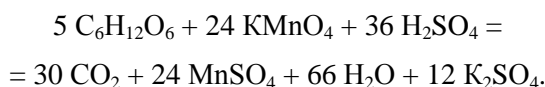
Восстановитель C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> окисляется до CO<sub>2</sub> согласно полуреакции:



Приведем число электронов к наименьшему общему кратному, в данном случае к 120. Для этого уравнения полуреакций умножим на соответствующие коэффициенты: на 24 и 5. Суммируем уравнения полуреакций, сокращая одинаковые члены в левой и правой частях. В результате получим ионное уравнение реакции



Составим молекулярное уравнение реакции путем добавления к ионам имеющихся в растворе противоионов:



**Задание I.** Дописать схемы окислительно-восстановительных реакций и расставить коэффициенты в уравнениях.

- $MnO_2 + KClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl + \dots$
- $HgS + HNO_3 + HCl \rightarrow S + NO + \dots$

3.  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
4.  $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KCl} + \dots$
5.  $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
6.  $\text{Cl}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
7.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \dots$
8.  $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{O}_2 + \dots$
9.  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \dots$
10.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \dots$
11.  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO} + \dots$
12.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \dots$
13.  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 + \text{KCl} + \dots$
14.  $\text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + \text{BaI}_2 + \dots$
15.  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \dots$
16.  $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \dots$
17.  $\text{C} + \text{HNO}_3(\text{K}) \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO} + \dots$
18.  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \dots$
19.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \dots$
20.  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
21.  $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$
22.  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
23.  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
24.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \dots$
25.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{O}_2 + \dots$
26.  $\text{Zn} + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{KCl} + \dots$
27.  $\text{Al} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{NH}_3 + \dots$
28.  $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \dots$
29.  $\text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{KOH} + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{Bi} + \dots$
30.  $\text{SnCl}_2 + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \text{NO} + \dots$
31.  $\text{SnCl}_2 + \text{HgCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Hg} + \text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \dots$
32.  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
33.  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \dots$
34.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \dots$
35.  $\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl} + \dots$
36.  $\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
37.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
38.  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
39.  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \dots$
40.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
41.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
42.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \dots$
43.  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
44.  $\text{NaCrO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots$
45.  $\text{HBr} + \text{HBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$
46.  $\text{HClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HCl} + \dots$
47.  $\text{CrO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$
48.  $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$
49.  $\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$
50.  $\text{SnS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$
51.  $\text{HgI}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
52.  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$
53.  $\text{H}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \dots$
54.  $\text{Hg} + \text{HNO}_3(\text{b.p.}) \rightarrow \text{NH}_3 + \dots$
55.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{K}_2[\text{SnCl}_6] + \dots$
56.  $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{NaClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaCl} + \dots$
57.  $\text{FeS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \dots$
58.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \dots$
59.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \dots$
60.  $\text{CuFeS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \dots$
61.  $\text{As}_2\text{S}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \dots$
62.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3(\text{b.p.}) \rightarrow \text{N}_2 + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
63.  $\text{SnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
64.  $\text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$
65.  $\text{FeSO}_4 + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{pa36}) \rightarrow \dots$
66.  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KClO}_3 + \dots$
67.  $\text{HClO} + \text{KI} \rightarrow \dots$
68.  $\text{HClO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$
69.  $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \dots$
70.  $\text{HClO}_4 + \text{C} \rightarrow \dots$
71.  $\text{K}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{pa36.}) \rightarrow \dots$
72.  $\text{P} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 + \dots$

73.  $\text{NO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
74.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KMnO}_4 + \dots$
75.  $\text{MnSO}_4 + \text{NaBiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$
76.  $\text{KMnO}_4 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
77.  $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$
78.  $\text{MnSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$
79.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
80.  $\text{SnCl}_2 + \text{NaBiO}_3 + \text{HCl}_p \rightarrow \text{SnCl}_4 + \dots$
81.  $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
82.  $\text{HBrO} + \text{HBr} \rightarrow \dots$
83.  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
84.  $\text{NaClO} + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$
85.  $\text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
86.  $\text{KClO}_3 + \text{S} \rightarrow \dots$
87.  $\text{NaClO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \dots$
88.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaI} \rightarrow \dots$
89.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
90.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$
91.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}_p \rightarrow \dots$
92.  $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
93.  $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
94.  $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$
95.  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
96.  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + \text{Mg} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \dots$
97.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \dots$
98.  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
99.  $\text{PH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$
100.  $\text{P} + \text{KOH} \rightarrow \dots$

**Задание II.** Написать уравнения окислительно-восстановительных реакций между указанными веществами в серно-кислой (задачи 101-135), соляно-кислой (задачи 136-149), щелочной NaOH KOH (задачи 150-180) и нейтральной (задачи (181-200) средах. Расставить коэффициенты, пользуясь методом ионно-электронного баланса.

101. Перманганат калия и сульфит калия.
102. Перманганат и нитрит калия.
103. Перманганат и гидросульфит калия.
104. Перманганат калия и сульфит железа (II).
105. Перманганат калия и сульфит олова (II).
106. Перманганат калия и пероксид водорода.
107. Перманганат калия и сульфид калия.
108. Перманганат калия и сероводород.
109. Перманганат калия и соляная кислота (концентрированная).
110. Перманганат калия и бромисто-водородная кислота.
111. Перманганат калия и бромисто-водородная кислота.
112. Перманганат калия и иодид калия.
113. Перманганат калия и бромид калия.
114. Перманганат кальция и сульфит калия.
115. Перманганат кальция и хлорид олова (II).
116. Перманганат кальция и нитрит калия.
117. Дихромат калия и сульфит калия.
118. Дихромат калия и нитрит калия.
119. Дихромат калия и сульфат железа (II).
120. Дихромат калия и сульфат олова (II).
121. Дихромат калия и пероксид водорода.
122. Дихромат калия и сульфид натрия.
123. Дихромат калия и диоксид серы.
124. Дихромат калия и бромисто-водородная кислота.
125. Дихромат калия и иодисто-водородная кислота.
126. Дихромат калия и бромид калия.
127. Дихромат калия и иодид калия.
128. Дихромат калия и гидросульфит калия.
129. Хромат калия и сульфит калия.
130. Хромат калия и нитрит калия.
131. Манганат калия и сульфид калия.
132. Манганат калия и иодид калия.
133. Манганат калия и бромид калия.
134. Хлорат калия и сульфат железа (II).
135. Хлорат калия и сульфат олова (II).
136. Перманганат калия и сульфит олова (II).
137. Перманганат калия и хлорид железа (II).

138. Перманганат калия и хлорид олова (II).
139. Дихромат калия и хлорид олова (II).
140. Дихромат калия и соляная кислота (концентрированная).
141. Хромат калия и соляная кислота (концентрированная).
142. Хромат калия и хлорид олова (II).
143. Манганат калия и соляная кислота (концентрированная).
144. Хромат калия и соляная кислота (концентрированная).
145. Бромат калия и хлорид железа (II).
146. Бромат калия и хлорид олова (II).
147. Иодат калия и хлорид олова (II).
148. Диоксид марганца и хлорид железа (II).
149. Диоксид марганца и хлорид олова (II).
150. Иод и бромид олова (II).
151. Перманганат калия и хлорид олова (II).
152. Перманганат калия и сульфат олова (II).
153. Гипохлорит натрия и сульфат олова (II).
154. Гипобромит калия и хлорид олова (II).
155. Гипоидит калия и сульфат олова (II).
156. Пероксид водорода и алюминий.
157. Бром и сульфат олова (II).
158. Хлор и хлорид олова (IV).
159. Фтор и хлорид олова (IV).
160. Иод и сульфит натрия.
161. Бром и сульфит натрия.
162. Хлор и сульфит натрия.
163. Фтор и сульфит калия.
164. Иод и сера.
165. Пероксид водорода и сера.
166. Гипоидид калия и алюминий.
167. Гипоидит бария и алюминий.
168. Пероксид водорода и алюминий.
169. Хлор и сера.
170. Метахромит калия и бром.
171. Сурьма и бром.
172. Арсин и иод.
173. Хлорат натрия и оксид марганца (IV).
174. Иодат калия и хлор.
175. Сероводород и оксид серы (IV).
176. Хлорид олова (II) и хлор.
177. Сульфат хрома (II) и бром.
178. Метахромит натрия и оксид свинца (II).
179. Сульфат марганца (II) и бром.
180. Метахромит марганца (II) и пероксид водорода.
181. Оксид серы (IV) и бром.
182. Сера и хлор.
183. Сероводород и хлор.
184. Перманганат калия и сульфит калия.
185. Перманганат калия и нитрит кальция.
186. Перманганат калия и оксид азота (IV).
187. Оксид серы (IV) и ортомышьяковая кислота.
188. Гидроксид никеля (II) и гипохлорит натрия.
189. Хлорная кислота и оксид серы (IV).
190. Сульфит железа (III) и оксид серы (IV).
191. Сульфит калия и бром.
192. Перманганат калия и сульфат марганца (II).
193. Метахромит калия и пероксид водорода.
194. Гидроксид железа (II) и кислород.
195. Алюминий и гидроксид натрия.
196. Перманганат калия и сульфат хрома (III).
197. Перманганат калия и иодид калия.
198. Перманганат калия и пероксид водорода.
199. Сульфит калия и сероводород.
200. Нитрит натрия и иодид калия.