№ 1

Составим уравнение реакции

$$KMnO_4 + FeCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Mn^{2+} + Fe^{3+}$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \\ 5 & Fe^{2+} - e^- \longrightarrow Fe^{3+} \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O.$$

Допишем недостающие ионы:

$$KMnO_4 + 5FeCl_2 + 4H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + 3FeCl_3 + Fe_2(SO_4)_3 + KCl + 4H_2O.$$

№ 2

Составим уравнение реакции

$$KMnO_4 + P + H_2SO_4 \longrightarrow Mn^{2+} + H_3PO_4.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & MnO_{4}^{-} + 8H^{+} + 5e^{-} \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_{2}O \\ 1 & P + 4H_{2}O - 5e^{-} \longrightarrow H_{3}PO_{4} + 5H^{+} \end{array}$$

Просуммируем полученное и умножим на два все коэффициенты для удобства:

$$2MnO_4^- + 2P + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 2H_3PO_4.$$

Допишем недостающие ионы:

$$2KMnO_4 + 2P + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_3PO_4.$$

№ 3

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & \operatorname{Cr_2O_7^{2-}} + 14 H^+ + 6 e^- \longrightarrow 2 \operatorname{Cr^{3+}} + 7 H_2 O \\ 6 & \operatorname{Fe^{2+}} - e^- \longrightarrow \operatorname{Fe^{3+}} \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O.$$

$$K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O.$$

№ 4

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + P + H_2SO_4 \longrightarrow Cr^{3+} + H_3PO_4.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

Просуммируем полученное:

$$5Cr_2O_7^{2-} + 6P + 40H^+ \longrightarrow 10Cr^{3+} + 6H_3PO_4 + 11H_2O.$$

Допишем недостающие ионы:

$$5K_2Cr_2O_7 + 6P + 20H_2SO_4 \longrightarrow 5Cr_2(SO_4)_3 + 6H_3PO_4 + 5K_2SO_4 + 11H_2O.$$

№ 5

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Cr^{3+} + O_2$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2O_2 + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3O_2 + 7H_2O.$$

Допишем недостающие ионы:

$$K_2Cr_2O_7 + 3H_2O_2 + 4H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 3O_2 + 7H_2O.$$

№ 6

Составим уравнение реакции

$$\mathrm{KMnO_4} + \mathrm{FeCl_2} + \mathrm{KOH} \longrightarrow \mathrm{MnO_4^{2-}} + \mathrm{Fe(OH)_3}.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & \operatorname{MnO_4^-} + e^- \longrightarrow \operatorname{MnO_4^{2-}} \\ 1 & \operatorname{Fe^{2+}} + 3\operatorname{OH^-} - e^- \longrightarrow \operatorname{Fe}(\operatorname{OH})_3 \end{array} .$$

Просуммируем полученное:

$$MnO_4^- + Fe^{2+} + 3OH^- \longrightarrow MnO_4^{2-} + Fe(OH)_3.$$

$$KMnO_4 + FeCl_2 + 3KOH \longrightarrow K_2MnO_4 + Fe(OH)_3 + 2KCl.$$

№ 7

Составим уравнение реакции

$$KMnO_4 + H_2O_2 + NaOH \longrightarrow MnO_4^{2-} + O_2.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 2 & \operatorname{MnO_4^-} + e^- \longrightarrow \operatorname{MnO_4^{2-}} \\ 1 & \operatorname{H_2O_2} + 2\operatorname{OH^-} - 2e^- \longrightarrow \operatorname{O_2} + 2\operatorname{H_2O} \end{array} .$$

Просуммируем полученное:

$$2\mathrm{MnO_4^-} + \mathrm{H_2O_2} + 2\mathrm{OH^-} \longrightarrow 2\mathrm{MnO_4^{2-}} + \mathrm{O_2} + 2\mathrm{H_2O}.$$

Допишем недостающие ионы:

$$2KMnO_4 + H_2O_2 + 2NaOH \longrightarrow K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 + O_2 + 2H_2O.$$

№ 8

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + FeCl_2 + KOH \longrightarrow [Cr(OH)_6]^{3-} + Fe(OH)_3.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & \operatorname{Cr_2O_7^{2-}} + 7\operatorname{H_2O} + 6e^- \longrightarrow 2[\operatorname{Cr}(\operatorname{OH})_6]^{3-} + 2\operatorname{OH}^- \\ 6 & \operatorname{Fe}^{2+} + 3\operatorname{OH}^- - e^- \longrightarrow \operatorname{Fe}(\operatorname{OH})_3 \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 16OH^- + 7H_2O \longrightarrow 2[Cr(OH)_6]^{3-} + 6Fe(OH)_3.$$

Допишем недостающие ионы:

$$K_2Cr_2O_7 + 6FeCl_2 + 16KOH + 7H_2O \longrightarrow 2K_3[Cr(OH)_6] + 6Fe(OH)_3 + 12KCl.$$

№ 9

Составим уравнение реакции

$$\mathrm{K_2Cr_2O_7} + \mathrm{P} + \mathrm{NaOH} \longrightarrow [\mathrm{Cr}(\mathrm{OH})_6]^{3-} + \mathrm{PO_4^{3-}}.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

Просуммируем полученное:

$$5 Cr_2 O_7^{2-} + 6P + 38OH^- + 11H_2O \longrightarrow 10[Cr(OH)_6]^{3-} + 6PO_4^{3-}.$$

$$5K_2Cr_2O_7 + 6P + 38NaOH + 11H_2O \longrightarrow 10Na_3[Cr(OH)_6] + 2Na_3PO_4 + 3K_3PO_4 + Na_2KPO_4.$$

№ 10

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 + NaOH \longrightarrow [Cr(OH)_6]^{3-} + O_2.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & \operatorname{Cr_2O_7^{2-}} + 7\operatorname{H_2O} + 6e^- \longrightarrow 2[\operatorname{Cr}(\operatorname{OH})_6]^{3-} + 2\operatorname{OH}^- \\ 3 & \operatorname{H_2O_2} + 2\operatorname{OH}^- - 2e^- \longrightarrow \operatorname{O_2} + 2\operatorname{H_2O} \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2O_2 + 4OH^- + H_2O \longrightarrow 2[Cr(OH)_6]^{3-} + 3O_2.$$

Допишем недостающие ионы:

$$K_2Cr_2O_7 + 3H_2O_2 + 4NaOH + H_2O \longrightarrow Na_3[Cr(OH)_6] + K_2Na[Cr(OH)_6] + 3O_2.$$

№ 11

Составим уравнение реакции

$$KMnO_4 + P + H_2O \longrightarrow MnO_2 + PO_4^{3-}$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 5 & \operatorname{MnO_4^-} + 4 \operatorname{H}^+ + 3 e^- \longrightarrow \operatorname{MnO_2} + 2 \operatorname{H_2O} \\ 3 & \operatorname{P} + 4 \operatorname{H_2O} - 5 e^- \longrightarrow \operatorname{PO_4^{3-}} + 8 \operatorname{H}^+ \end{array} .$$

Просуммируем полученное:

$$5MnO_4^- + 3P + 2H_2O \longrightarrow 5MnO_2 + 3PO_4^{3-} + 4H^+.$$

Допишем недостающие ионы:

$$5KMnO_4 + 3P + 2H_2O \longrightarrow 5MnO_2 + KH_2PO_4 + 2K_2HPO_4.$$

$N_{\overline{2}}$ 12

Составим уравнение реакции

$$KMnO_4 + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + O_2$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 2 & \operatorname{MnO_4^-} + 2\operatorname{H_2O} + 3e^- \longrightarrow \operatorname{MnO_2} + 4\operatorname{OH}^- \\ 3 & \operatorname{H_2O_2} + 2\operatorname{OH}^- - 2e^- \longrightarrow \operatorname{O_2} + 2\operatorname{H_2O} \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$2MnO_4^- + 3H_2O_2 \longrightarrow 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O + 2OH^-.$$

$$2KMnO_4 + 3H_2O_2 \longrightarrow 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O + 2KOH.$$

№ 13

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2O \longrightarrow Cr(OH)_3 + Fe^{3+}$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & \operatorname{Cr_2O_7^{2-}} + 8\mathrm{H}^+ + 6e^- \longrightarrow 2\mathrm{Cr(OH)_3} + \mathrm{H_2O} \\ 6 & \operatorname{Fe^{2+}} - e^- \longrightarrow \mathrm{Fe^{3+}} \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 8H^+ \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 6Fe^{3+} + H_2O.$$

Поскольку в левой части уравнения физически не может быть катионов водорода, допишем в левую и правую части уравнения по 8 гидроксид-ионов:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 7H_2O \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 6Fe^{3+} + 8OH^-.$$

Допишем недостающие ионы:

$$K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2O \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 2Fe_2(SO_4)_3 + 2KOH + 2Fe(OH)_3.$$

№ 14

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + P + H_2O \longrightarrow Cr(OH)_3 + PO_4^{3-}$$
.

Полуреакции идут по следующим схемам:

Просуммируем полученное:

$$5Cr_2O_7^{2-} + 6P + 19H_2O \longrightarrow 10Cr(OH)_3 + 6PO_4^{3-} + 8H^+.$$

Допишем недостающие ионы:

$$5K_2Cr_2O_7 + 6P + 19H_2O \longrightarrow 10Cr(OH)_3 + 4K_2HPO_4 + 2KH_2PO_4$$
.

№ 15

Составим уравнение реакции

$$K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 \longrightarrow Cr(OH)_3 + O_2.$$

Полуреакции идут по следующим схемам:

$$\begin{array}{c|c} 1 & Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + H_2O \\ 3 & H_2O_2 - 2e^- \longrightarrow O_2 + 2H^+ \end{array}$$

Просуммируем полученное:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 3O_2 + H_2O.$$

Поскольку в левой части уравнения физически не может быть катионов водорода, допишем в левую и правую части уравнения по 2 гидроксид-иона:

$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2O_2 + H_2O \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 3O_2 + 2OH^-.$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3H_2O_2 + H_2O \longrightarrow 2Cr(OH)_3 + 3O_2 + 2KOH.$$