

М 915

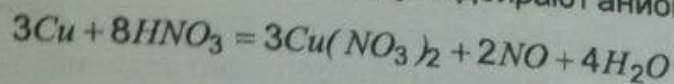
Е.В. Муромцева

## **ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Методическое пособие

Хабаровск  
Издательство ДВГУПС  
2004

Если в уравнении есть подобные члены, их необходимо привести или сократить. Переход к молекулярному уравнению осуществляется за счет подбора соответствующих ионов (к катиону подбирают анион и наоборот).



Признаком правильного подбора коэффициентов уравнения является баланс по кислороду левой и правой частей уравнения:  $24 = 24$ .

**Пример 2.** Указать, каким является приведенный процесс  $\text{FeF}_2 \rightarrow \text{F}_2$ , окислительным или восстановительным, и рассчитать молярную массу эквивалента восстановителя (окислителя).

**Решение.**  $\text{FeF}_2 \rightarrow \text{F}_2$ ,  $2\text{F}^- - 2e^- \rightarrow \text{F}_2^0$  – процесс окисления, а  $\text{FeF}_2$  – восстановитель, по формуле (1) определяем молярную массу

$$M_{\text{экв}(\text{FeF}_2)} = \frac{56 + 2 \cdot 19}{2e} = 47 \text{ г/моль.}$$

## 1.5. Индивидуальные задания

**Задание 1.** Определить степень окисления элемента А вашего варианта в следующих соединениях (табл. 1).

Таблица 1

Варианты контрольного задания

Вариант	А	Соединения
1, 13	Cl	$\text{ClO}_2, \text{HClO}, \text{HClO}_3, \text{Cl}_2, \text{Cl}_2\text{O}_7$
2, 14	S	$\text{SO}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{CaSO}_3, \text{As}_2\text{S}_3, \text{SO}$
3, 15	N	$\text{N}_2, \text{NO}, \text{HNO}_3, \text{NH}_3, \text{NH}_2\text{OH}$
4, 16	As	$\text{As}_2\text{O}_3, \text{Na}_3\text{AsO}_4, \text{As}, \text{As}_2\text{O}_5, \text{H}_3\text{As}$
5, 17	S	$\text{H}_2\text{SO}_4, \text{CS}_2, \text{Na}_2\text{S}, \text{SO}_3, \text{Na}_2\text{S}_2$
6, 18	Br	$\text{Br}_2, \text{Br}_2\text{O}, \text{HBrO}, \text{KBrO}_3, \text{HBr}$
7, 19	N	$\text{NaNO}_2, \text{KNO}_3, \text{N}_2\text{H}_4, \text{N}_2, \text{NO}_2$
8, 20	J	$\text{J}_2, \text{NaJ}, \text{HJO}_3, \text{HJO}_2, \text{K}_5\text{JO}_6$
9, 21	P	$\text{PH}_3, \text{PCl}_3, \text{H}_3\text{PO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{P}$
10, 22	Si	$\text{SiH}_4, \text{Mg}_2\text{Si}, \text{Si}, \text{SiO}, \text{H}_2\text{SiO}_3$
11, 23	B	$\text{B}, \text{BF}_3, \text{Mg}_3\text{B}_2, \text{Na}_3\text{BO}_3, \text{LiBH}_4$
12, 24	P	$\text{Li}_3\text{PO}_4, \text{P}_2\text{O}_5, \text{P}_2\text{O}_3, \text{P}_2\text{H}_4, \text{CaHPO}_4$

**Задание 2.** Указать, какие из приведенных процессов являются окислительными, какие – восстановительными, и рассчитать молярную массу эквивалента окислителя, восстановителя (табл. 2).

Таблица 2

Варианты контрольного задания

Вариант	Процессы
1	$Na_2S_2 \rightarrow S, Na_2S_2 \rightarrow Na_2S$
2	$KClO_3 \rightarrow KCl, KClO_3 \rightarrow KClO_4$
3	$FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3, HNO_3 \rightarrow NO_2$
4	$N_2H_4 \rightarrow N_2, N_2H_4 \rightarrow 2H_2$
5	$H_2MnO_2 \rightarrow HMnO_4, H_2MnO_2 \rightarrow MnO_2$
6	$Mg \rightarrow MgO, PbO \rightarrow Pb$
7	$H_3AsO_3 \rightarrow H_3AsO_4, HNO_3 \rightarrow NO_2$
8	$KBr \rightarrow Br_2, KBrO_3 \rightarrow Br_2$
9	$Na_2SO_3 \rightarrow NaSO_4, HNO_3 \rightarrow NO$
10	$KClO_3 \rightarrow KClO_4, KClO_3 \rightarrow KCl$
11	$NaBrO_3 \rightarrow NaBrO_4, F_2 \rightarrow NaF$
12	$S \rightarrow Na_2S, S \rightarrow Na_2SO_3$
13	$Na_2O_2 \rightarrow H_2O, H_2O_2 \rightarrow O_2$
14	$KClO_3 \rightarrow KCl, KClO_3 \rightarrow O_2$
15	$HJ \rightarrow J_2, H_2SO_4 \rightarrow H_2S$
16	$Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4, Na_2SO_3 \rightarrow Na_2S$
17	$ClO_2 \rightarrow ClO_2^-, ClO_2 \rightarrow ClO_3^+$
18	$As \rightarrow H_3AsO_4, Si \rightarrow Mg_2Si$
19	$Sn \rightarrow Sn(NO_3)_2, HNO_3 \rightarrow NH_3$
20	$PbO_2 \rightarrow PbSO_4, MnSO_4 \rightarrow KMnO_4$
21	$SiO_2 \rightarrow Si, B \rightarrow B_2O_3$
22	$TiCl_2 \rightarrow Ti, TiCl_2 \rightarrow TiCl_4$
23	$Fe(CrO_2)_2 \rightarrow Na_2CrO_4, MnO_2 \rightarrow MnCl_2$
24	$K_2Cr_2O_7 \rightarrow CrCl_3, Zn \rightarrow ZnO$

**Задание 3.** Составить электронные уравнения, подобрать коэффициенты для окислительно-восстановительной реакции (табл. 3).

Таблица 3

## Варианты контрольного задания

Вариант	Окислительно-восстановительная реакция
1	$Na_2S_2 + SnS \rightarrow SnS_2 + Na_2S$
2	$H_2SeO_4 + HCl \rightarrow H_2SeO_3 + Cl_2 + H_2O$
3	$KMnO_4 + H_2S + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + S + K_2SO_4 + H_2O$
4	$H_2S + Br_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HBr$
5	$NH_2OH + I_2 + KOH \rightarrow N_2 + KI + H_2O$
6	$KMnO_4 + N_2H_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + N_2 + K_2SO_4 + H_2O$
7	$FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$
8	$NH_2OH + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O$
9	$KI + Na_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
10	$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$
11	$As_2O_3 + Zn + HCl \rightarrow H_3As + ZnCl_2 + H_2O$
12	$SiC + KOH + O_2 \rightarrow K_2SiO_3 + CO_2 + H_2O$
13	$Cr_2O_3 + NaNO_3 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + NaNO_2 + H_2O$
14	$KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
15	$Pt + HNO_3 + HCl \rightarrow H_2Pt + NO + H_2O$
16	$KClO_3 + MnO_2 + NaOH \rightarrow KCl + Na_2MnO_4 + H_2O$
17	$K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$
18	$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$
19	$Sb_2O_5 + HCl \rightarrow H_3[SbCl_6] + Cl_2 + H_2O$
20	$P + I_2 + H_2O \rightarrow H_3PO_3 + HI$
21	$KMnO_4 + H_2S \rightarrow MnO_2 + S + K_2S + H_2O$
22	$Si + HNO_3 + HF \rightarrow H_2[SiF_6] + NO + H_2O$
23	$K_2Cr_2O_7 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + J_2 + K_2SO_4 + H_2O$
24	$K_2Cr_2O_7 + KI + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + I_2 + K_2SO_4 + H_2O$

## 2. ЭЛЕКТРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ. РЯД НАПРЯЖЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

При погружении металла-проводника с электронной проводимостью в раствор электролита-проводника с ионной проводимостью начинается сложное взаимодействие металла с компонентами раствора. Наиболее важным процессом является взаимодействие поверхностных, частично ионизированных атомов металла, находящихся в узлах решетки, с поляри-

Согласно уравнению (3)

$$E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0} = E^{\circ}_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0} + \frac{0,591}{n} \lg C_{\text{Cd}^{2+}} = -0,403 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -0,462 \text{ В.}$$

### 2.3. Индивидуальные задания

**Задание 1.** Рассмотрите возможность (невозможность) протекания реакций окисления металлов в растворах солей с концентрацией 1 моль·дм<sup>-3</sup> (табл. 4). Напишите электронные уравнения.

Таблица 4

Варианты контрольного задания

Вариант	Задание	Вариант	Задание
1	$\text{Mn} + \text{FeCl}_2 \rightarrow; \text{Bi} + \text{AlJ}_3 \rightarrow$	6	$\text{Sn} + \text{HgSO}_4 \rightarrow; \text{Pb} + \text{CdSO}_4 \rightarrow$
2	$\text{Ni} + \text{CdCl}_2 \rightarrow; \text{Co} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$	7	$\text{Fe} + \text{CaSO}_4 \rightarrow; \text{Hg} + \text{NaCl} \rightarrow$
3	$\text{Sn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow; \text{Li} + \text{AlCl}_3 \rightarrow$	8	$\text{Cu} + \text{FeSO}_4 \rightarrow; \text{Al} + \text{CuCl}_3 \rightarrow$
4	$\text{Mn} + \text{FeSO}_4 \rightarrow; \text{Ag} + \text{AlF}_3 \rightarrow$	9	$\text{Hg} + \text{CuBr}_2 \rightarrow; \text{Ca} + \text{MnCl}_3 \rightarrow$
5	$\text{Mg} + \text{CuSO}_4 \rightarrow; \text{Cd} + \text{CrCl}_3 \rightarrow$	10	$\text{Sn} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow; \text{Zn} + \text{CrCl}_3 \rightarrow$

Окончание табл. 4

Вариант	Задание	Вариант	Задание
11	$Fe + MgSO_4 \rightarrow; Al + FeCl_3 \rightarrow$	19	$Cd + HgSO_4 \rightarrow; Ag + AlCl_3 \rightarrow$
12	$Bi + CaSO_4 \rightarrow; Cr + AgCl \rightarrow$	20	$Cu + Ag_2SO_4 \rightarrow; Al + MgCl_2 \rightarrow$
13	$Fe + MnSO_4 \rightarrow; Mn + FeCl_2 \rightarrow$	21	$Mg + ZnSO_4 \rightarrow; Cu + CdSO_4 \rightarrow$
14	$Fe + CuSO_4 \rightarrow; Zn + AlCl_3 \rightarrow$	22	$Ni + CuCl_2 \rightarrow; Co + HgCl_2 \rightarrow$
15	$Zn + FeSO_4 \rightarrow; Co + CrCl_3 \rightarrow$	23	$Mo + AgNO_3 \rightarrow; Zn + Al_2(SO_4)_3 \rightarrow$
16	$Mg + MnCl_2 \rightarrow; Cu + CrCl_3 \rightarrow$	24	$Cu + FeCl_3 \rightarrow; Cr + FeCl_2 \rightarrow$
17	$Zn + CuSO_4 \rightarrow; Ni + AlCl_3 \rightarrow$	25	$Al + SrCl_2 \rightarrow; Ag + BiCl_3 \rightarrow$
18	$Fe + HgCl_2 \rightarrow; Cr + Mn(NO_3)_2 \rightarrow$	26	$Ni + Cu(NO_3)_2 \rightarrow; Cu + ZnSO_4 \rightarrow$

**Задание 2.** Определить, какой из перечисленных металлов способен взаимодействовать с раствором соляной кислоты (табл. 5). В каком случае реакция будет протекать более интенсивно? Почему?

Таблица 5

Варианты контрольного задания

Вариант	Задание	Вариант	Задание	Вариант	Задание
1	<i>Al, Fe, Cu, Na</i>	10	<i>Pd, Ca, Fe, Sn</i>	19	<i>Hg, Bi, Sn, Al</i>
2	<i>Cd, Ni, Cr, Pt</i>	11	<i>Ag, Zn, Fe, Mg</i>	20	<i>Mn, Sn, Co, Pt</i>
3	<i>Mo, Ca, Al, Au</i>	12	<i>Fe, Na, Sn, Ag</i>	21	<i>Al, Mn, Fe, Cu</i>
4	<i>Cr, Pb, Cu, Li</i>	13	<i>K, Cu, Co, Al</i>	22	<i>Cr, K, Pb, Zn</i>
5	<i>Al, Zn, Fe, Ag</i>	14	<i>Cu, Ni, Fe, Mg</i>	23	<i>Al, K, Ca, Mn</i>
6	<i>Cu, Sn, Fe, K</i>	15	<i>Li, Mg, Hg, Co</i>	24	<i>Ba, Sn, Zn, Pt</i>
7	<i>Ca, Sn, Zn, Mg</i>	16	<i>Mo, Pb, Cu, Li</i>	25	<i>Ti, Mg, Pb, Ag</i>
8	<i>Na, Co, Cr, Hg</i>	17	<i>Mg, Be, Cu, Al</i>	26	<i>Cu, Cr, Fe, Mn</i>
9	<i>Mn, Ni, Pb, Au</i>	18	<i>Cd, Ni, Fe, Ca</i>		

**Задание 3.** Определите тип электрода, укажите электродную (токообразующую) реакцию и чему равен потенциал данного электрода при следующих условиях (табл. 6)?

Таблица 6

Варианты контрольного задания 3

Вариант	Схема электрода	Условия	Вариант	Схема электрода	Условия
1	$Pt   H_2   2H^+$	$P_{H_2} = 1, pH = 2$	2	$Cu   Cu^{2+}$	$C_{Cu^{2+}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3$ $T = 298 \text{ K}$

Окончание табл. 6

Вариант	Схема электрода	Условия	Вариант	Схема электрода	Условия
3	Pt   H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	$P_{H_2} = 2, pH = 4,$ $T = 298 K,$	15	Fe   Fe <sup>2+</sup>	$C_{Fe^{2+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 275 K$
4	Se   Se <sup>2-</sup>	$C_{Se^{2-}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3$ $T = 298 K$	16	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>   Pt,	$C_{Fe^{2+}} = 1 \text{ моль/дм}^3,$ $C_{Fe^{3+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ $T = 298 K$
5	Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>2+</sup>   Pt	$C_{Cr^{2+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $C_{Cr^{3+}} = 1 \text{ моль/дм}^3$ $T = 298 K$	17	O <sub>2</sub> , Pt   OH <sup>-</sup>	$pH = 3, P_{O_2} = 2$
6	Pt   H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	$P_{H_2} = 3, pH = 2,$ $T = 298 K$	18	Pt   H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	$P_{H_2} = 1, pH = 3$ $T = 298 K,$
7	O <sub>2</sub> , Pt   OH <sup>-</sup>	$pH = 5, P_{O_2} = 2,$ $T = 298 K$	19	Se   Se <sup>2-</sup>	$C_{Se^{2-}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 298 K$
8	Zn   Zn <sup>2+</sup>	$C_{Zn^{2+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 298 K$	20	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>   Pt	$C_{Fe^{2+}} = 0,1 \text{ моль/дм}^3,$ $C_{Fe^{3+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ $T = 303 K$
9	Pt   H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	$P_{H_2} = 1, pH = 5,$ $T = 298 K,$	21	Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>2+</sup>   Pt	$C_{Cr^{2+}} = 0,1 \text{ моль/дм}^3,$ $C_{Cr^{3+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ $T = 303 K$
10	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>   Pt	$C_{Fe^{2+}} = 0,0001 \text{ моль/дм}^3,$ $C_{Fe^{3+}} = 1 \text{ моль/дм}^3$ $T = 298 K$	22	Mg   Mg <sup>2+</sup>	$C_{Mg^{2+}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 303 K$
11	O <sub>2</sub> , Pt   OH <sup>-</sup>	$pH = 2, P_{O_2} = 1 \text{ атм}$	23	Al   Al <sup>3+</sup>	$C_{Al^{3+}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 298 K$
12	Fe   Fe <sup>2+</sup>	$C_{Fe^{2+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 303 K$	24	Zn   Zn <sup>2+</sup>	$C_{Zn^{2+}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 323 K$
13	Pt   H <sub>2</sub>   2H <sup>+</sup>	$P_{H_2} = 2, pH = 4$ $T = 298 K$	25	Se   Se <sup>2-</sup>	$C_{Se^{2-}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3,$ $T = 303 K$
14	Ni   Ni <sup>2+</sup>	$C_{Ni^{2+}} = 0,001 \text{ моль/дм}^3$ $T = 323 K$	26	O <sub>2</sub> , Pt   OH <sup>-</sup>	$pH = 4, P_{O_2} = 3$

$$E = \frac{E_{Pb^{2+}/Pb} - E_{Ni^{2+}/Ni}}{2} = \frac{-0,244 - (-0,309)}{2} = 0,065 \text{ В};$$

$$\Delta G = -2 \cdot 96500 \cdot 0,065 = -12545 \text{ кДж/моль}.$$

### 3.2. Индивидуальные задания

**Задание 1.** Составьте схему гальванического элемента, в котором электродами являются пластины А и В, опущенные в растворы их ионов с концентрацией ионов А – 0,1 моль·дм<sup>-3</sup>, В – 0,01 моль·дм<sup>-3</sup>. Какой металл является положительным электродом, какой отрицательным? Напишите уравнение токообразующей реакции, протекающей в этом гальваническом элементе, вычислите его максимальную разность потенциалов электродов, которая может быть получена при работе гальванического элемента и энергию Гиббса.

**Задание 2.** Составьте схемы гальванических элементов, в одном из которых металл А (табл. 7) является положительным электродом, а в другом – отрицательным. Напишите для каждого элемента уравнения токообразующей реакции.

Таблица 7

Варианты контрольного задания 1

Вариант	А	В	Вариант	А	В	Вариант	А	В
1	Cu	Al	4	Fe	Ag	7	Ni	Al
2	Fe	Zn	5	Pb	Cu	8	Zn	Ag
3	Mg	Cr	6	Mg	Sn	9	Mn	Cl



Окончание табл. 7

Вариант	A	B	Вариант	A	B	Вариант	A	B
10	Ni	Fe	15	Sn	Ag	20	Fe	Ag
11	Cu	Au	16	Cr	Al	21	Sn	Mn
12	Al	Pb	17	Zn	Cu	22	Ni	Al
13	Mg	Fe	18	Au	Mg	23	Cu	Pb
14	Zn	Ni	19	Cd	Cu	24	Mg	Ag

**Задание 3.** Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит токообразующая реакция, протекающая по уравнению табл. 8. Напишите уравнения электродных процессов.

Таблица 8

Варианты контрольного задания 3

Вариант	Уравнение	Вариант	Уравнение
1	$Fe + 2Ag^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2Ag$	13	$Ni + Pb^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Pb$
2	$2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 3H_2$	14	$Cu + 2H^{2+} \rightarrow Cu^{2+} + H_2$
3	$Mg + Mg^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Mg$	15	$Zn + Cl_2 \rightarrow Zn^{2+} + 2Cl^-$
4	$2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_2$	16	$Mg + Cu^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Cu$
5	$Zn + Sn^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Sn$	17	$2Na + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2Na(OH)$
6	$2Cr + 6H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3H_2$	18	$Cu + 2H^+ \rightarrow Cu^{2+} + H_2$
7	$2Zn + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Zn(OH)_2$	19	$Fe + 2Ag^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2Ag$
8	$Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{2+} + H_2$	20	$Zn + Zn^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Zn$
9	$Cu + 2Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag$	21	$2Mg + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Mg(OH)_2$
10	$Mg + Cl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$	22	$Mg + 2H^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + H_2$
11	$Ca + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Ca(OH)_2$	23	$Cr + 3Ag^+ \rightarrow Cr^{3+} + 3Ag$
12	$Ni + Ni^{2+} \rightarrow Ni^{2+} + Ni$	24	$Ca + 2H^{2+} \rightarrow Ca^{2+} + H_2$

**Задание 4.** Контрольные вопросы.

Таблица 9

Вариант	Условие
1	Каковы особенности строения границы раздела двух фаз при наличии в системе ионов и других заряженных частиц?
2	Каковы причины, обуславливающие возникновение скачка потенциала на границе фаз?

Окончание табл. 9

Вариант	Условие
3	Какое устройство называется гальваническим элементом?
4	Что называется электродвижущей силой элемента? Может ли ЭДС быть величиной отрицательной?
5	Что такое стандартный водородный электрод?
6	Что означает термин «электродный потенциал»?
7	Может ли металл, опущенный в раствор соли, приобрести положительный заряд? Ответ пояснить.
8	Как изменяется электродный потенциал электрода, обратимого относительно катиона, с ростом концентрации?
9	Что означает термин «стандартный электродный потенциал»?
10	Как схематично изображается гальванический элемент?
11	Какие электроды обратимы по аниону?
12	Как классифицируют электроды?
13	Как работает концентрационный гальванический элемент?
14	Какие процессы протекают в гальванических элементах? В чем состоит их особенность?
15	Каково практическое применение гальванических элементов?
16	В чем отличие электродов I рода от электродов II рода?
17	Что такое редокси-электроды?
18	Как можно определить электродный потенциал металла?
19	Как можно увеличить значение величины потенциала водородного электрода?
20	Как устроены газовые электроды? Приведите пример.
21	От чего зависит величина электродного потенциала металла?
22	Как работают газовые электроды?
23	Как можно увеличить ЭДС гальванического элемента?
24	Какие ионы являются потенциалопределяющими в хлор-серебряном электроде?

#### 4. ЭЛЕКТРОЛИЗ

Электролизом называется процесс разложения расплавов или растворов электролитов под действием постоянного электрического тока. *Электролизер* (электролитическая ячейка для электролиза) содержит раствор или расплав электролита, в который погружены два электрода. Окислительно-восстановительные реакции в электролизере, связанные с отдачей или присоединением электронов, происходят на электродах. Электрод, на котором протекает процесс восстановления (*катод*) в электролизере подключен к отрицательному полюсу, а электрод, на котором протекает процесс окисления (*анод*) подключен к положительному полюсу внешнего источника тока. Электроны с анода уходят во внешнюю цепь.

$$B_i = \frac{m_{\text{факт.}}}{m_{\text{теор}}} \cdot 100\% = \frac{4,5}{4,75} \cdot 100\% = 94,7\%.$$

#### 4.5. Индивидуальные задания

**Задание 1.** Составьте электронные уравнения теоретически возможных процессов, происходящих при электролизе водного раствора вещества А, водного раствора вещества В, если электроды растворимые и нерастворимые (табл. 10)?

Таблица 10

Варианты контрольного задания 1

Вариант	Раствор А	Раствор В	Электроды растворимые	Электроды нерастворимые
1	$CrCl_3$	$Cr_2(SO_4)_3$	хромовые	угольные
2	$Fe(NO_3)_2$	$FeF_2$	железные	платиновые
3	$Ni(NO_3)_2$	$NiCl_2$	никелевые	платиновые
4	$KCl$	$Al(NO_3)_3$	—	угольные
5	$AlJ_3$	$Al_2(SO_4)_3$	алюминиевые	угольные
6	$Hg(NO_3)_2$	$ZnSO_4$	—	угольные
7	$CuSO_4$	$CuCl_2$	медные	платиновые
8	$NaF$	$NaNO_3$	—	угольные
9	$MgCl_2$	$MgSO_4$	магниевые	угольные

21	$PbNO_3$
22	$ZnJ_2$
23	$SnF_2$
24	$BaS$

**Задание 2.** Электролиз...  
чение  $t$  ч. Составьте элект...  
электродах, вычислите те...  
дах веществ при 100%-ном

Вариант

Вариант	Раствор А	Время $t$ , ч
1	$CaCl_2$	2,5
2	$CuSO_4$	0,6
3	$FeF_3$	1,1
4	$AgNO_3$	3,4
5	$Na_2SO_4$	2,6
6	$MgCl_2$	5
7	$ZnSO_4$	10
8	$Fe(NO_3)_2$	8,1
9	$BaCl_2$	4,6

Окончание табл. 10

Вариант	Раствор А	Раствор В	Электроды растворимые	Электроды нерастворимые
10	$CaSO_3$	$AgNO_3$	—	платиновые
11	$ZnCl_2$	$CuSO_4$	цинковые	платиновые
12	$Pb(NO_3)_2$	$BaCl_2$	—	угольные
13	$CuCl_2$	$AgNO_3$	серебряные	угольные
14	$K_2SO_4$	$FeCl_3$	—	угольные
15	$MgCl_2$	$Na_2SO_4$	—	платиновые
16	$CuJ_2$	$Na_2CO_3$	—	угольные
17	$MgS$	$MgSO_4$	магниевые	угольные
18	$Fe(NO_2)_2$	$FeBr_2$	железные	платиновые
19	$Pb(NO_3)_2$	$LiBr$	—	угольные
20	$Ag_2SiO_3$	$MgCl_2$	серебряные	угольные
21	$PbNO_3$	$KCl$	—	угольные
22	$ZnJ_2$	$Zn(NO_3)_2$	цинковые	платиновые
23	$SnF_2$	$Mg(NO_2)_2$	—	платиновые
24	$BaS$	$KClO_3$	—	угольные

**Задание 2.** Электролиз раствора А проводили при силе тока  $I$  А в течение  $t$  ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, вычислите теоретическую массу выделяющихся на электродах веществ при 100% -ном выходе по току (табл. 11).

Таблица 11

Варианты контрольного задания 2

Вариант	Раствор А	Время $t$ , ч	Сила тока $I$ , А	Вариант	Раствор А	Время $t$ , ч	Сила тока $I$ , А
1	$CaCl_2$	2,5	2	10	$MgSO_4$	5,8	2
2	$CuSO_4$	0,6	5,6	11	$KCl$	9,0	1
3	$FeF_3$	1,1	4	12	$CuCl_2$	7,2	8,5
4	$AgNO_3$	3,4	0,8	13	$Zn(NO_3)_2$	6,3	2
5	$Na_2SO_4$	2,6	2	14	$CuCl_2$	3	12
6	$MgCl_2$	5	7,5	15	$AgNO_2$	7,1	5
7	$ZnSO_4$	10	0,8	16	$Na_2SO_4$	8	3
8	$Fe(NO_3)_2$	8,1	5	17	$Pb(NO_3)_2$	3,6	10
9	$BaCl_2$	4,6	5,5	18	$RbCl$	5,2	6

Окончание табл. 11

Вариант	Раствор А	Время <i>t</i> , ч	Сила тока <i>I</i> , А	Вариант	Раствор А	Время <i>t</i> , ч	Сила тока <i>I</i> , А
19	$Cu(NO_3)_2$	9,5	4	23	$AgNO_2$	7,0	2,5
20	$CaBr_2$	7,2	8	24	$Li_2S$	2	11
21	$BaS$	12	1	25	$K_3PO_4$	6,5	8
22	$Al_2(SO_4)_3$	6,0	9	26	$FeCl_2$	4,0	9

## 5. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Под коррозией (лат. corrumpere разъедание, разрушение) понимают самопроизвольный процесс разрушения металлов и сплавов в результате взаимодействия их с внешней средой. Основной причиной коррозии является термодинамическая неустойчивость металлов и сплавов в окружающей среде. Различают химическую и электрохимическую коррозию.

**Химическая коррозия** протекает при взаимодействии металлов с окислителями в средах, не проводящих электрический ток. Механизм можно представить одностадийным процессом окисления металла, т. е. непосредственное взаимодействие металла с окислителем. В этом случае коррозию называют химической.

и зависят от кон  
По коррозио  
ных потенциало  
1. Если поте  
электрода (обла  
нами водорода  
2. Если поте  
электрода и от  
ласть 2), то корр  
выделением кис.  
3. Если поте  
электрода, то во  
выделением вод

## 5.2. Индивидуальные задания

**Задание.** Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов при следующем условии (табл. 12).

Таблица 12

Варианты контрольного задания

Вариант	Задание
1	Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия?
2	В чем заключается сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты никеля в электролите, содержащем растворенный кислород
3	Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия?
4	Если пластинку цинка опустить в разбавленную соляную кислоту, то начинающееся выделение водорода вскоре почти прекратится. Однаю при прикосновении к цинку медной палочкой на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение.
5.	Почему химически чистое железо является более стойким против коррозии, чем техническое? Рассмотрите коррозию технического железа во влажном воздухе и в кислой среде
6.	Какое покрытие металла называется анодным и какое катодным? Назовите несколько металлов, которые могут служить анодным и катодным покрытием железа
7.	Железное изделие покрыли оловом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Какие продукты коррозии образуются при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте?
8.	Железное изделие покрыли цинком. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Какие продукты коррозии образуются при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте?
9.	Железное изделие покрыто свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Какие продукты коррозии образуются при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте?
10.	Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Каков состав продуктов коррозии?
11.	В обычных условиях во влажном воздухе оцинкованное железо при нарушении покрытия не ржавеет, тогда как при температуре 70 °С оно покрывается ржавчиной. Чем это можно объяснить? Как протекает коррозия оцинкованного железа в первом и во втором случаях?

Вариант	Задание
12.	Если пластинку из чистого железа опустить в соляную кислоту, то выделение на ней водорода идет медленно и со временем почти прекращается. Однако если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Почему? Какой металл при этом растворяется?
13.	Цинковую и железную пластинки опустили в раствор сульфата меди. Составьте электронные уравнения, ионные уравнения реакций, происходящих на каждой из этих пластинок. Какие процессы будут протекать на пластинках, если наружные концы их соединить проводником?
14.	Как влияет pH среды на скорость коррозии железа и цинка? Почему? Как протекает атмосферная коррозия этих металлов?
15.	К какому типу покрытий относится олово на стали и на меди? Какие процессы будут протекать при атмосферной коррозии луженой стали и луженой меди?
16.	Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, если покрытие нарушено? Каков состав продуктов коррозии?
17.	Две железные пластинки, частично покрытые одна цинком, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Каков состав продуктов коррозии?
18.	Как происходит атмосферная коррозия луженого и оцинкованного железа при нарушении покрытия?
19.	Чем процесс коррозии хромированной стальной детали будет отличаться от процесса коррозии никелированной? Почему?
20.	В чем заключается сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород
21.	Чем процессы химической коррозии отличаются от процессов электрохимической коррозии? Приведите примеры
22.	Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем хрома, если покрытие нарушено? Каков состав продуктов коррозии?
23.	Приведите примеры катодных и анодных покрытий для кобальта. Как будет протекать атмосферная коррозия при нарушении целостности этих покрытий?
24.	В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка протекает интенсивнее? Почему?
25.	В чем суть катодной защиты стальных труб от коррозии?